

P. Stephan

Die Drahtseilbahnen



Vierte Auflage

Die Drahtseilbahnen

(Schwebebahnen)

**einschließlich der Kabelkrane und
Elektrohängebahnen**

Von

Prof. Dipl.-Ing. P. Stephan

Vierte, verbesserte Auflage

Mit 664 Textabbildungen
und 3 Tafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1926

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-27575-7 ISBN 978-3-662-29062-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-29062-0

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

Copyright 1926 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1926

Softcover reprint of the hardcover 4th edition 1926

Vorwort.

Der Bau von Drahtseilschwebbahnen liegt in Deutschland in der Hand einiger weniger Firmen, die dieses Sondergebiet des Maschinenbaues größtenteils schon seit langer Zeit pflegen. Es wäre demnach unlohnend, ein Konstruktionshandbuch für die geringe Anzahl von Fachleuten zu schreiben, die zudem das Gebiet vollständig kennen und beherrschen.

Wenn auch die 1907 erschienene erste Auflage bestrebt war, dem Drahtseilbahnen entwerfenden Fachingenieur alle erforderlichen Unterlagen zu bringen, so wandte sie sich doch hauptsächlich an die Abnehmerkreise, um ihnen die Vorzüge und Anwendungsmöglichkeiten dieses Transportmittels zu veranschaulichen. Die 1914 herausgekommene zweite Auflage war dann völlig nach dem Gesichtspunkt umgearbeitet worden, den Nichtfachmann über die Einrichtungen der Drahtseilbahnen und die von ihnen bewirkte technische und wirtschaftliche Lösung der gestellten Transportaufgabe zu unterrichten. Sie machte aus diesem Grunde bei der Veranschaulichung des Besprochenen neben den technischen Darstellungen häufig von Photographien ausgeführter Anlagen Gebrauch. Wie richtig dieses Vorgehen war, lehrt die Tatsache, daß diese Auflage und ebenso die dritte bereits nach verhältnismäßig kurzer Zeit vergriffen war.

Auch bei der vorliegenden Neuausgabe wurde der Verfasser wieder von fast allen auf dem Gebiet in Deutschland arbeitenden Firmen, teilweise in weitgehendem Maße, unterstützt. Nur so war es möglich, einen nach jeder Richtung hin vollständigen Überblick über den Stand des heutigen Drahtseilbahnbaues zu geben, und es ist dem Verfasser eine angenehme Pflicht, allen Fachleuten, die ihn bei der Herstellung des Buches unterstützt haben, auch an dieser Stelle seinen Dank auszusprechen, insbesondere den Firmen:

A. Bleichert & Co. in Leipzig-Gohlis,
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H. in Leipzig-Klz.,
Carstens & Fabian in Magdeburg-N.,
St. Egidyer Eisen- und Stahlindustrie-Gesellschaft in Wien,
Felten & Guillaume Carlswerk A.-G. in Köln-Mülheim,
Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H. in Saarbrücken,
Kaiser & Co., Maschinenfabrik Aktiengesellschaft in Kassel,
A. W. Mackensen G. m. b. H. in Magdeburg,
J. Pohlig A.-G. in Köln-Zollstock

und schließlich der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, die wieder viel Mühe auf die sorgfältige Herstellung der Neuausgabe verwandt hat.

Neu hinzugekommen ist ein kurzer Anhang über Elektrohängebahnen, der wohl manchem Benutzer des Buches von Wert sein dürfte, da außer den Druckschriften der einschlägigen Firmen kaum eine unabhängige Zusammenstellung der verschiedenen Formen und Anwendungsmöglichkeiten vorliegen dürfte. Sonst ist der Inhalt nur stellenweise, wo es eben nötig war, erweitert worden. Freilich sind die Zusätze doch recht zahlreich geworden, und vielleicht ist dem Anwachsen der einzelnen Abschnitte gegenüber der vorhergehenden Auflage zu entnehmen, wie auf einem alten Gebiet der Ingenieur Tätigkeit noch fast täglich neue Einzelheiten und Gesamtanordnungen auftauchen, also ein stetiger Fortschritt in der Entwicklung stattfindet. Der praktischen Weiterbildung entspricht auch die wissenschaftliche. So dürften z. B. die Abschnitte über Seile, trotz aller Spezialisierung auf die Sonderbauarten der Drahtseilbahntechnik, doch die vollständigste neuzeitliche Darlegung unserer Kenntnisse darüber sein.

Um die Darstellung übersichtlich zu machen, wurde sie in einzelne ganz kurze Absätze zerlegt, die ein schnelles und sicheres Auffinden des Stoffes an Hand des ausführlichen Inhaltsverzeichnisses ermöglichen. Ausdrücklich sei noch bemerkt, daß im allgemeinen von der ausführlichen Herleitung der gebrachten Formeln abgesehen wurde, weil sie für den weitaus größeren Teil der Leser kein Interesse hat.

Altona, im März 1926.

P. Stephan.

Inhaltsverzeichnis.

I. Wert und Entwicklung der Drahtseilbahnen.		Seite
a) Das Verwendungsgebiet		1
1. Fern- und Nahverkehr, S. 1. — 2. Die Zubringemittel, S. 1. — 3. Die Schwebbahnen, S. 2. — 4. Ihre Gefährlichkeit, S. 3. — 5. Die Anlagekosten, S. 4. — 6. Die Betriebskosten, S. 5. — 7. Die Arbeiterfrage, S. 6. — 8. Die Antriebsleistung, S. 7.		
b) Die geschichtliche Entwicklung		7
9. Der Ursprung der Schwebbahnen, S. 7. — 10. Die Anfänge in Ostasien, S. 8. — 11. Die ältesten Angaben des Abendlandes (Kyeser von Eichstädt, Johann Hartlieb, Marianus Taccola), S. 9. — 12. Die ersten Ausführungen (Faustus Verantius, Adam Wybe, Samson d'Ableville, Robert Southwell), S. 11. — 13. Die Drahtriesen des 19. Jahrhunderts (Hohenstein), S. 13. — 14. Die Handhängebahn v. Dückers, S. 14. — 15. Die Erfindung der Drahtseile, S. 15. — 16. Die ersten neuzeitlichen Drahtseilbahnen (Cypher, Hodgson), S. 16. — 17. Die Hauptausführung v. Dückers bei Metz, S. 19. — 18. Die Bremsseilbahn Königs, S. 20. — 19. Adolf Bleichert (Die Bahnen bei Teutschenthal und der Ziegelei Brandt in Gohlis), S. 21. — 20. Die Bahn von Mölle bei Minden, S. 23. — 21. Die weitere Entwicklung der Drahtseilbahntechnik und -industrie (A. Bleichert & Co., Obach, Th. Otto & Comp., A. W. Mackensen, J. Pohlig; Hodgson, Roe), S. 24.		
c) Das Wesen der Zweiseil-Drahtseilbahn		25
22. Die Fahrbahn, S. 25. — 23. Das Zugseil, S. 25. — 24. Die Wagen, S. 26.		
II. Die Konstruktionseinzelheiten.		
a) Die Seile		27
25. Die offenen Spiralseile, S. 27. — 26. Die verschlossenen Spiralseile, S. 29. — 27. Die halbverschlossenen Spiralseile, S. 31. — 28. Die Litzenzugseile, S. 32. — 29. Die dreikantlitzigen Seile, S. 34. — 30. Die flachlitzigen Seile, S. 35. — 31. Die „Herkules“-Seile, S. 35. — 32. Die Tragseilkupplungen, S. 37. — 33. Der Anschluß der dreikantlitzigen Seile, S. 39. — 34. Die Spleißung der Zugseile, S. 40.		
b) Die Berechnung der Seile		42
35. Die Kettenlinie, S. 42. — 36. Die Ersatzparabel, S. 45. — 37. Die Lastwegparabel, S. 46. — 38. Zwei Rechnungsbeispiele, S. 47. — 39. Die elastische Dehnung der Seile, S. 49. — 40. Die Verteilung der Zugspannung auf die einzelnen Drähte, S. 51. — 41. Die Biegung der		

	Seite
Spiralseile, S. 52. — 42. Die Bemessung der Tragseile, S. 56. — 43. Die Biegung der Litzenseile, S. 56. — 44. Die Spannkraft im Zugseil, S. 59. — 45. Der Übergang über eine Bergkuppe, S. 60. — 46. Die Rollenbatterie, S. 61. — 47. Die erforderliche Antriebsleistung, S. 63. — 48. Das Kraftverhältnis an der Antriebsscheibe, S. 63.	
c) Die Stützen	64
49. Die Auflagerschuhe, S. 64. — 50. Die Zugseiltragrollen, S. 66. — 51. Das Material der Stützen, S. 69. — 52. Die Holzstützen, S. 69. — 53. Die eisernen Stützen, S. 73. — 54. Betonstützen, S. 77. — 55. Die Höhe der Stützen, S. 78. — 56. Die Beanspruchung der Stützen, S. 80.	
d) Die Tragseilspannvorrichtungen	81
57. Ihre Begründung und Anordnung, S. 81. — 58. Die doppelte Verankerung, S. 82. — 59. Die doppelte Spannvorrichtung, S. 83. — 60. Die Verbindung von Verankerung und Spannstation, S. 85. — 61. Federnde Verankerungen, S. 87.	
e) Die Linienführung	88
62. Einfache Verhältnisse, S. 88. — 63. Der Stützenabstand, S. 89. — 64. Seilsenken und Bergkuppen, S. 89. — 65. Das Abheben des Tragseiles, S. 90. — 66. Winkelstationen und Kurven, S. 92. — 67. Große freie Spannweiten, S. 96. — 68. Bergkämme u. dgl., S. 96. — 69. Geländeeinschnitte und Tunnels, S. 98. — 70. Übergangsstationen und Schieneneinläufe, S. 99. — 71. Zwischenstationen zur Zugseilunterbrechung, S. 101. — 72. Der Entwurf großer Anlagen, S. 103.	
f) Die Seilbahnwagen	103
73. Der Kippkasten, S. 103. — 74. Der Kasten mit Bodenentleerung, S. 106. — 75. Die Plattformwagen, S. 108. — 76. Die Gehängewagen zum Holztransport, S. 109. — 77. Der Grubenwagentransport, S. 111. — 78. Die Wagen mit Windwerk, S. 115. — 79. Ein Sonderwagen zur Strohförderung, S. 117. — 80. Kastengröße und -gewicht, S. 118. — 81. Die Gehänge, S. 118. — 82. Das Laufwerk, S. 120. — 83. Der Wagenwiderstand, S. 121. — 84. Die Doppellaufwerke, S. 122. — 85. Die Muffenkupplung, S. 124. — 86. Die Bleichertsche Exzenterklemmbackenkupplung, S. 125. — 87. Die Obachsche Schraubenkupplung, S. 125. — 88. Die Ottosche Schraubenkupplung, S. 126. — 89. Die Wernersche Schraubenkupplung, S. 127. — 90. Die Schraubenkupplung von Carstens & Fabian, S. 129. — 91. Die Oberseilapparate bei Schraubenkupplungen, S. 129. — 92. Die Gewichtskupplung von Spitzneck, S. 131. — 93. Die Bleichertsche „Automat“-Kupplung, S. 132. — 94. Die Rückwirkung auf die Gesamtanlage, S. 133. — 95. Die verbesserte Form, S. 164. — 96. Die Kupplung von Ceretti & Tanfani, S. 135. — 97. Die Kupplung von A. W. Mackensen, S. 136. — 98. Die Übersetzung der Gewichtskupplungen, S. 138. — 99. Selbstsperrende Gewichtskupplungen (Benrath), S. 139. — 100. Der Gewichtskuppelapparat von Ernst Heckel, S. 140. — 101. Der Gewichtskuppelapparat von Kaiser & Co., S. 140. — 102. Die Gewichtskupplung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft, S. 142. — 103. Die Gewichtskuppelapparate von J. Pohlig, A.-G., S. 143. — 144. Kuppelapparat mit Schrauben- und Gewichtswirkung, S. 145. — 145. Die Mitnehmergabel, S. 146. — 106. Die Gewichte von Laufwerken, S. 147. — 107. Die Herstellung in Massenfabrikation, S. 147. — 108. Die Raddrücke auf geneigter Strecke, S. 148. — 109. Kritische Bemerkungen, S. 150.	

	Seite
g) Die End- und Zwischenstationen	151
110. Die Grundforderung, S. 151. — 111. Die obere Station von Bremsseilbahnen, S. 152. — 112. Die Beladung der Wagen, S. 153. — 113. Die vereinigte Brems- und Antriebsstation, S. 154. — 114. Die Entladestation ohne Antrieb, S. 155. — 115. Die Anschlußhängebahnen, S. 160. — 116. Die Aufnahme und Abgabe schwerer Holzstämme, S. 163. — 117. Die Verbindung der Endstation mit der Fabrik, S. 163. — 118. Die Feldbahn als Zubringemittel, S. 166. — 119. Verladestation für böhmische Braunkohle, S. 167. — 120. Die selbsttätigen Endumführungsstationen, S. 167. — 121. Die Ufer-Beladestationen, S. 170. — 122. Die Winkelstationen mit Zugseilunterbrechung, S. 172. — 123. Die Winkelstationen mit durchlaufendem Zugseil, S. 175. — 124. Die selbsttätigen Winkelstationen, S. 176.	
h) Die Stationseinzelheiten	177
125. Die einfache Zugseilführung bei ziemlich wagrechtem Streckenanschluß, S. 177. — 126. Die Zugseilführung mit Rollenbatterie bei stark geneigtem Streckenanschluß, S. 178. — 127. Die End- und Spannscheiben, S. 180. — 128. Der einfache Bahnantrieb, S. 182. — 129. Das Verhalten des Zugseiles in den Seilscheibenrillen, S. 185. — 130. Der Antrieb mit Ausgleichgetriebe, S. 185. — 131. Die Bremsvorrichtungen bei selbsttätig laufenden Bahnen, S. 190. — 132. Der hydraulische Bremsregler, S. 190. — 133. Die Hängebahnschienen, S. 191. — 134. Die Hängeschuhe, S. 192. — 135. Der Übergang vom Tragseil auf die Schiene, S. 193. — 136. Die Anordnung der Hängebahnschienen in der Station, S. 194. — 137. Die Drehweichen, S. 194. — 138. Die Klappweichen, S. 196. — 139. Die Hängebahn-Gleiskreuzung mit Klappweichen, S. 197. — 140. Die Hängedrehscheiben, S. 198. — 141. Die Niederlaßvorrichtungen und Aufzüge, S. 198. — 142. Der Schneckenauzug, S. 199. — 143. Der Paternosteraufzug, S. 201. — 144. Die verfahrbare Kuppelvorrichtung, S. 201. — 145. Der Wagenabstandregler, S. 202. — 146. Der Wagenzähler, S. 204. — 147. Die selbsttätige Wage, S. 205.	
i) Die Schutzbrücken und Schutznetze	206
148. Ihr Zweck und ihre vorteilhafte Bauweise, S. 206. — 149. Die Breite der Schutzbrücken, S. 206. — 150. Die einfachen Schutzbrücken, S. 207. — 151. Die Schutzbrücken, verbunden mit Seilbahnstützen, S. 209. — 152. Die Hängebrücken, S. 212. — 153. Die Schutzbrücken mit Hängebahnschienen, S. 213. — 154. Die Schutznetze, S. 214. — 155. Die Berechnung der Schutznetze, S. 217. — 156. Die Berechnung von Schutzbrücken, S. 220.	
III. Beispiele aus der Anwendung der Drahtseilbahnen.	
157. Die Begründung des Abschnittes, S. 222.	
a) Große Gebirgsbahnen	222
158. Die Bahn der Prometna Banka in Serbien, S. 222. — 159. Die Entladestationen von Stammholzbahnen, S. 227. — 160. Die Bahn im Siebenrichterwald, S. 229. — 161. Die Bahn im Usambaragebirge, S. 229. — 162. Die Bahnen bei Peking, S. 234. — 163. Die argentinische Kordillerenbahn, S. 235.	
b) Die Verbindung der Gewinnungsstelle mit der Eisenbahn, dem Wasserwege oder dem Werk in der Ebene	237
164. Der Unterschied gegenüber den Gebirgsbahnen, S. 237. — 165. Die Bahnen für Steinbrüche usw., S. 238. — 166. Die Bahn in Dossenheim	

an der Bergstraße, S. 238. — 167. Die Bahn der Portlandzementfabrik Alsen bei Itzehoe, S. 240. — 168. Die Bahn der Solvaywerke in Dombasle, S. 242. — 169. Die Lage des Werkes zur Eisenbahn, S. 243. — 170. Die Bahn der Tonsteinwerke in Liebertwolkwitz, S. 244. — 171. Die Bahn der Hüttenroder Kalkwerke bei Blankenburg am Harz, S. 245. — 172. Die Drahtseilbahn der Zuckerfabrik Königslutter, S. 249. — 173. Die Anschluhangebahnen der Zementfabrik in Schelkingen, S. 251. — 174. Hängebahnen mit Seilbetrieb, S. 252. — 175. Andere Zubringemittel, S. 252. — 176. Die Drahtseilbahn der Zementfabrik Labatlan, S. 254. — 177. Die Elektroseilbahn in Voklabruck, S. 255.

c) Besondere Anwendungen in der Berg- und Hüttenindustrie. 258

178. Die Drahtseilbahnen in Tagebauen, S. 258. — 179. Die Bahn der Orconera Iron Ore Co. in Biscaya, S. 259. — 180. Die Bahn der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges. in Differdingen, S. 263. — 181. Die Bahn der Buderusschen Eisenwerke, S. 266. — 182. Die Drahtseilbahn der Kohlenzeche „Konstantin der Große“, S. 268. — 183. Die Bahn der Schachtanlage Brefeld in Staßfurt, S. 271. — 184. Die Bahn der Kohlengruben Grand Hornu in Belgien, S. 272. — 185. Die Bahn der Zeche Dannenbaum, S. 273. — 186. Die Bahnen der Zechen Courl und Scharnhorst, S. 275. — 187. Die Bahn des Erzgebirgischen Steinkohlen-Aktien-Vereins in Oberrothenbach, S. 279. — 188. Die Bahn der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G. bei Dortmund, S. 281. — 189. Die Bahn der Zeche Caroline, S. 284. — 190. Drahtseilbahnen für Stapelplätze, S. 284. — 191. Seilbahnen mit Tragbrucken für die Hängebahnschienen (Ungarische Allg. Kohlenbergbau A.-G. in Tatabanya), S. 285. — 192. Die Hängebahn des Schachtes Rheinelbe III., S. 285. — 193. Die Stapelplatzbahn des Hillebrand- und Menzelschachtes, S. 288. — 194. Eine einfache Stapelplatzbahn, S. 291. — 195. Die Seilbahnen der Koks- und Hochöfen in Duisburg-Meiderich, S. 291. — 196. Die Hochofenbegichtung, S. 297. — 197. Die Seilbahn zur Hochofenbegichtung in Hörde, S. 298. — 198. Die Schragbruckenbahn in Unterwellenborn, S. 298. — 199. Die Schragbruckenbahnen der Dillinger Hüttenwerke, S. 299. — 200. Die Elektro-Seilbahn in Neunkirchen, S. 301. — 201. Die Kosten der Hochofenbegichtung, S. 304. — 202. Die Hochofenbegichtung durch Kettenförderer, S. 304. — 203. Die Haldenseilbahnen, S. 305. — 204. Einige Dammhalden (Oschersleben, Heringen, Glamorgan, Aberaman), S. 308. — 205. Die Bahn der Deutschen Erdöl A.-G. in Wietze, S. 311. — 206. Von der Drahtseilbahn umfahrene Halde, S. 311. — 207. Die Haldenseilbahnen mit Handhängebahnen (Charbonnages du Nord de Charleroi in Roux, Hochofenwerk Providence bei Marchienne au Pont), S. 313. — 208. Die Haldenseilbahnen mit Turmstation, S. 313. — 209. Die Anlage der Zeche Freie Vogel und Unverhofft, S. 315. — 210. Die Bahn des Rochlingschen Hochofenwerkes in Völklingen, S. 316. — 211. Die Bahn der Zeche Adolph von Hansemann, S. 317. — 212. Die Haldenbahn der Zeche Wiendahlsbank, S. 319. — 213. Die Haldenbahn der Gewerkschaft Siegfried, S. 320. — 214. Die Brücken-seilbahnen für Kegelhalden, S. 320. — 215. Die Haldenseilbahn der Brakpan-Goldmine (Südafrika), S. 324. — 216. Die Erz- und Abraumbahn der preußischen Berginspektion Grund, S. 325.

d) Drahtseilbahnen in Gasanstalten und Elektrizitätswerken 327

217. Die allgemeine Bauart, S. 327. — 218. Die Anlage des Gaswerkes Königsberg, S. 329. — 219. Die Anlage des Gaswerkes Kiel II, S. 329.

Seite

— 220. Die Seilhängebahnen des Gaswerkes II Charlottenburg, S. 334.
 — 221. Die Anlage des Gaswerkes Tegel, S. 335. — 222. Die Kohlen-
 transportbahn des Gaswerkes Mariendorf, S. 342. — 223. Die Kohlen-
 förderanlage des Elektrizitätswerkes Rummelsburg, S. 343. — 224. Die
 Anlage des Gaswerkes Dresden-Reick, S. 346. — 225. Das Aushilfs-
 kohlenlager des Stickstoffwerkes Golpa, S. 348.

e) Drahtseilbahnen zur Beladung und Entladung von Schiffen 350

226. Allgemeine Angaben, S. 350. — 227. Die Drahtseilbahn in Spitz-
 bergen, S. 351. — 228. Die Anlage der Vivero Iron Ore Co. bei Bilbao,
 S. 354. — 229. Die Doppelbahn bei Flammenville, S. 356. — 230. Die
 Verlade-Seilbahnen auf Elba, S. 356. — 231. Die Meerseilbahn bei Thio
 (Neukaledonien), S. 357. — 232. Die Schiffsentlade-Seilbahnen bei
 Stralsund und Genua, S. 358. — 233. Die Entlade-Seilbahnen auf Elba,
 S. 358. — 234. Die Überladeanlage in Savona, S. 359. — 235. Die Ent-
 ladeanlage in Ludwigshafen, S. 364. — 236. Die Seilbahn in Sydva-
 rangar (Norwegen), S. 365.

f) Hängebahnen für Innentransporte 366

237. Die Bahn des Kokswerkes in Firminy, S. 366. — 238. Die Seil-
 bahnenanlage der Coltnes Iron Co. in Newmains, S. 367. — 239. Die
 Seilbahn auf dem Bahnhof Köln-Gereon, S. 369. — 240. Die Seil-
 hängebahn der Gewerkschaft Lohberg in Hamborn, S. 372. — 241. Die
 Seilhängebahn der Zuckerfabrik Postelberg, S. 372. — 242. Die Seil-
 hängebahn der Zuckerfabrik Breda, S. 372. — 243. Zwei Seilhänge-
 bahnen am Rhein, S. 372. — 244. Vergleich der Handhängebahn mit
 anderen Fördermitteln, S. 375. — 245. Die Handhängebahnen der
 Kalifabrik in Schlettau, S. 378. — 246. Die Hängebahnen der Gewerk-
 schaft Wintershall in Heringen, S. 379. — 247. Die Hängebahnen in
 der Gießerei von Munscheidt & Co., S. 380. — 248. Verfahrbare Hänge-
 bahnbrücken für Gießereien usw., S. 380. — 249. Die Zweischienen-
 bahnen, S. 381.

IV. Sonderbauarten von Drahtseilbahnen.

a) Die Drahtseilbahnen mit Pendelbetrieb 383

250. Die allgemeinen baulichen Verhältnisse zweigleisiger Bahnen,
 S. 383. — 251. Die Bahn der Kupferminen von Catémou (Chile),
 S. 384. — 252. Die Holztransportbahn bei Oberaudorf, S. 385. —
 253. Die Schwebefähre auf Java, S. 386. — 254. Eingleisige Bahnen,
 S. 386. — 255. Die Pendelbahn der Harkortschen Bergwerke in Beut-
 nitz, S. 387. — 256. Die Pendelbahn der Kötitzer Leder- und Wach-
 stuch-Werke A.-G., S. 387. — 257. Die Pendelbahn der Zuckerfabrik
 Emmerthal, S. 390.

b) Die Einseilbahnen 390

258. Die Hauptgesichtspunkte des englischen Systems, S. 390. —
 259. Die Bahnen nach Hodgson, die Anlage bei Bilbao, S. 391. —
 260. Die Bahnen nach Roe, S. 394. — 261. Die Gewichtskupplung von
 Etcheverry, S. 394. — 262. Die Bahn der Omine Naval Briquette
 Factory in Japan, S. 395. — 263. Die tiefste Lage des Seiles und seine
 Auflagerung, S. 395. — 264. Weitere Einzelheiten, S. 396. — 265. Die
 Militär-Seilbahn von Maglietta, S. 398. — 266. Die deutschen Feld-
 seilbahnen, S. 398. — 267. Die Stützen der Feldseilbahnen, S. 401. —

	Seite
268. Die Wagengehänge der Feldseilbahnen, S. 402. — 269. Die neueren Kupplungen der Feldseilbahnen, S. 403. — 270. Die Ausbildung der Stationen, S. 405. — 271. Neuere Einseilbahnen, S. 409.	
c) Die Drahtseilbahnen zur Personenbeförderung	410
272. Die Personen-Drahtseilbahn bei Schaffhausen, S. 410. — 273. Die „Erfindung“ v. Dückers, S. 410. — 274. Die Bahn bei Blackpool auf Neuseeland, S. 411. — 275. Gütertransportbahnen für die Personenbeförderung, S. 411. — 276. Die Seilbahn bei Hoek van Holland, S. 412. — 277. Die Ausstellungsbahnen in Turin 1911, S. 412. — 278. Die Bahn von Torres bei San Sebastian, S. 413. — 279. Der Wetterhornaufzug, S. 414. — 280. Die alte Kohlererbahn bei Bozen, S. 416. — 281. Die Bahn auf den Sunrisepeak in Colorado, S. 416. — 282. Die neue Kohlererbahn, S. 417. — 283. Die Bauseilbahn, S. 423. — 284. Die Bahn in Rio de Janeiro, S. 423. — 285. Die Bahn Lana-Vigiljoch, S. 426. — 286. Die Bahn auf den Montblanc bei Chamonix, S. 427. — 287. Die Kritik der Schwebebahnen, S. 428. — 288. Das System Bleichert-Zuegg, S. 431. — 289. Die Bahn Meran-Hafsling, S. 431. — 290. Die Raxalp-Bahn, S. 432. — 291. Die Bahn Oropa-Mucrone, S. 434. — 292. Die Zugspitzenbahn, S. 434. — 293. Die Fichtelbergbahn, S. 437.	
d) Die Kabelkrane	440
294. Die ersten bekannten Vorgänger, S. 440. — 295. Die ersten praktischen Ausführungen, S. 440. — 296. Die Verwendung und gebräuchlichste Anordnung, S. 441. — 297. Die Hauptanforderungen an die einzelnen Bauteile, S. 441. — 298. Die Laufkatze, S. 443. — 299. Die Kabelkrane mit festen Endgerüsten, S. 444. — 300. Die Arbeitsgeschwindigkeiten, S. 448. — 301. Die Spannkraft im Tragsseil, S. 448. — 302. Die Kabelkrane mit Pendelstütze (über den Surinamfluß, über die Ems bei Meppen), S. 449. — 303. Die Kabelkrane mit seitlich schwenkbaren Stützen (am Schleusenbau des Rhein-Herne-Kanals, auf dem Möllerschacht in Gladbeck), S. 453. — 304. Die seitlich verfahrbaren Kabelkrane (Neustädter Dampfziegelei, Hafenbau Bahia Blanca, Bau der Gatunschleuse des Panamakanals), S. 457. — 305. Die radial verfahrbaren Kabelkrane (Brückenbau in Ulm, Staumauerbau im Wäggital), S. 458. — 306. Das Windwerk der Kabelkrane mit einfacher Laufkatze, S. 461. — 307. Die Förderleistung eines Kabelkranes, S. 461. — 308. Die Kabelkrananlage der Reiherstiegwerft in Hamburg, S. 463. — 309. Die Anlage der Deutschen Werft in Hamburg, S. 466. — 310. Die Kabelkrane mit bemannter Laufkatze, S. 475. — 311. Die Kabelkrane mit bemannter Greiferkatze, S. 477. — 312. Die Stromzuführungsleitungen, S. 480. — 313. Die Kabelkrane zur Entladung und Stapelung von Massengütern aus Schiffen, S. 481. — 314. Die Kabelkrane mit Schürfkübel, S. 485. — 315. Die Sonderbauarten für Braunkohlengruben, S. 486. — 316. Die Kabelkrane mit wagerechter Absteifung der Stützen, S. 489.	
V. Wirtschaftliche Angaben und gesetzliche Bestimmungen.	
a) Die volkswirtschaftlichen Wirkungen von Drahtseilbahnen	493
317. Die Drahtseilbahnen als Ausgleicher der durch die Eisenbahnen geschaffenen Verhältnisse, S. 493. — 318. Die Entwicklung des Drahtseilbahnbaues bei A. Bleichert & Co., S. 494. — 319. Der allgemeine und besondere wirtschaftliche Wert der Drahtseilbahnen, S. 495.	

	Seite
b) Die Anlage- und Betriebskosten	496
<p>320. Die Unmöglichkeit allgemein gültiger Angaben, S. 496. — 321. Die Anlagekosten einfacher Drahtseilbahnen, S. 496. — 322. Die täglichen Förderkosten in Mark, S. 497. — 323. Untersuchung einer Drahtseilbahn von mittlerer Länge und Leistung, S. 498. — 324. Untersuchung einer Drahtseilbahn von gleicher Länge, aber kleiner Leistung, S. 499. — 325. Untersuchung einer kürzeren Drahtseilbahn von kleiner Leistung, S. 499. — 326. Die Pacht für das benutzte Gelände, S. 500. — 327. Die Rentabilität einer kolonialen Erztransportanlage, S. 501. — 328. Ein Vergleich verschiedener Transportmittel bei kleiner Förderleistung, S. 504. — 329. Ein Vergleich verschiedener Transportmittel bei mittlerer Förderleistung, S. 505. — 330. Die Rentabilitätsberechnung eines Kabelkranes, S. 506.</p>	
c) Gesetze und Bestimmungen, die bei Anlage und Betrieb von Drahtseilbahnen zu beachten sind.	508
<p>331. Die Hauptrichtungen der staatlichen Vorschriften, S. 508. — 332. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahnen zur Lastenbeförderung in Preußen, S. 509. — 333. Das Kleinbahngesetz, S. 509. — 334. Die Instanz für den Genehmigungsantrag, S. 509. — 335. Die Gewerbeordnung, S. 509. — 336. Die Abnahme von Neuanlagen, S. 510. — 337. Die Kommunal- und sonstigen Behörden, S. 510. — 338. Die Eisenbahndirektion, S. 511. — 339. Die Prüfung durch einen Sachverständigen, S. 512. — 340. Das Berggesetz vom 24. Juni 1865, S. 512. — 341. Die Abnahme nach dem Berggesetz, S. 514. — 342. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in Deutschland, mit Ausnahme von Preußen, S. 514. — 343. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in den Ländern des früheren Österreich, S. 515. — 344. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in Ungarn, S. 516. — 345. Die rechtliche Stellung im übrigen Ausland, S. 516.</p>	

VI. Die örtliche Bauausführung und der Betrieb der Drahtseilbahnen.

a) Die örtliche Ausführung	517
<p>346. Die Vorarbeiten, S. 517. — 347. Die Regiearbeiten, S. 518. — 348. Die Aufstellung der eisernen Stützen bei einfachen Anlagen, S. 519. — 349. Die Errichtung der Eisenstützen in unwegsamem Gelände, S. 519. — 350. Das Auflegen und Spannen der Tragseile, S. 520. — 351. Die Nachprüfung des Durchhanges und der Anspannung, S. 523. — 352. Der Aufbau der Hauptstationen, S. 524. — 353. Die Inbetriebsetzung, S. 525.</p>	
b) Der Betrieb von Drahtseilbahnen	525
<p>354. Die allgemeine Organisation, S. 525. — 355. Die Förderwagen, S. 526. — 356. Die Laufwerke, S. 526. — 357. Die Kupplungsapparate der Wagen, S. 526. — 358. Das Ankuppeln der Wagen, S. 527. — 359. Die Tragseile, S. 527. — 360. Drahtbrüche, S. 528. — 361. Die Drahtbruchschellen, S. 529. — 362. Die Seildehnung, S. 530. — 363. Das Entspannen und Umlegen der Seile, S. 530. — 364. Die Schmierung der Tragseile, S. 532. — 365. Die Dehnung und Verkürzung des Zugseiles, S. 533. — 366. Betriebsschädigungen des Zugseiles, S. 534. — 367. Die Abnutzung der Seilscheiben, S. 535. — 368. Die ungleichmäßige Abnutzung der Seilrillen, S. 535. — 369. Die Schmierung des Zugseiles, S. 536. — 370. Die Unterhaltung und Beaufsichtigung der Strecke, S. 537. — 371. Die Betriebsüberwachung, S. 537. — 372. Die Bereithaltung von Ersatzteilen, S. 539.</p>	

Anhang: Die Elektrohängebahnen	Seite 539
---	----------------------

373. Geschichtliche Vorbemerkungen, S. 539. — 374. Die Einwagenbahn mit Pendelbetrieb (Anlage Haniel & Lueg in Düsseldorf, Elektrohängebahnen in Gerbereien), S. 540. — 375. Die Wagen, S. 542. — 376. Die Mehrwagenbahn mit geschlossenem Schienenring, S. 544. — 377. Die elektrische Blockung der geraden Strecke bei Gleichstrom, S. 544. — 378. Die Weichenblockung bei Gleichstrom, S. 547. — 379. Die Fernsteuerung bei Gleichstrom, S. 548. — 380. Die Fernsteuerung bei Drehstrom, S. 550. — 381. Die Blockung bei Drehstrom, S. 553. — 382. Die Elektrogreiferbahn (Anlage Wessanens Koninklijke Fabriken in Wormerveer), S. 553. — 383. Die Lagerplatzbrücken (Gaswerk Stuttgart, Gaswerk Hamburg-Billwärder, Gießerei A. Borsig in Tegel), S. 554. — 384. Die Elektrohängebahnweichen (Schleppweichen, Drehweichen, Schiebweichen, Kippweichen, feste Weichen), S. 559. — 385. Die Schrägstrecken (Eisenwerk Maximilianshütte in Rosenberg, Deutschlandgrube in Schwientochlowitz), S. 564. — 386. Die Bahnen mit Führerbegleitung (Saarländische Kalk- und Zementwerke in Saarbrücken, Höchster Farbwerke in Höchst a. M.), S. 567.

- Anlagen: Tafel I: Hochofenbegichtungsanlage der Dillinger Hüttenwerke.**
 „ II: Kohlen-Verlade-Anlage für das Gaswerk II, Charlottenburg.
 „ III: Kohlen-Verlade-Anlage für das Gaswerk der Stadt Königsberg.

I. Wert und Entwicklung der Drahtseilbahnen.

a) Das Verwendungsgebiet.

1. Fern- und Nahverkehr.

In der Einleitung der vorhergehenden Auflagen wurde zu begründen versucht, daß die gesamte moderne Kulturentwicklung abhängig und sogar zum guten Teil geschaffen ist von den weitgreifenden und schnellen Verkehrs- bzw. Verteilungsmöglichkeiten für Personen, Güter, Nachrichten, Energiemengen. Das ist heute unnötig, denn die Erkenntnis davon ist inzwischen — freilich vielfach erst dank verschiedener Streiks — Gemeingut aller Kreise geworden.

In allen vier Fällen ist scharf zwischen Fern- und Nahverkehr zu unterscheiden, wenn auch die Grenze zwischen beiden nicht immer mit voller Sicherheit gezogen werden kann. Beispielsweise wird bei der Personenbeförderung der Fernverkehr hauptsächlich von den Eisenbahnen bewältigt, während dem Nahverkehr besonders die Straßenbahnen und vereinzelt besondere Vorortsstrecken der Hauptbahnen dienen.

Das gleiche gilt für den Güterverkehr, der trotz aller Dichte und Stärke des Personenverkehrs bei weitem größeren Umfang hat. Denn man mag die großen Hauptverkehrswege mit noch so viel Überlegen und Nachdenken anlegen, es wird doch niemals möglich sein, sie so zu führen, daß sie alle Fundstätten wichtiger Rohstoffe, alle für die Verarbeitung günstig gelegenen Plätze berühren und mit allen Verbrauchsstellen verbinden. Deshalb sind Eisenbahnen und Kanäle jeder Art immer auf ein anschließendes Geäst von Zubringemitteln angewiesen, ohne die sie einfach nicht bestehen können.

2. Die Zubringemittel.

Ihre Ausgestaltung ist je nach der Länge des Weges, der Art der Güter und ihrer Menge eine sehr verschiedene. Scheidet man ganz kurze Wegstrecken und Einzelgüter, die nur gelegentlich zu befördern sind, aus, so bleibt der Nahverkehr der mannigfaltigen Güter für industrielle Zwecke übrig, dem das vorliegende Buch fast ausschließlich gewidmet ist.

Es behandelt im Grunde genommen die folgende Frage: Wie kann der Industrielle am billigsten und betriebssichersten die

Rohstoffe von der Fundstätte oder wenigstens dem nächstgelegenen Hauptverkehrswege nach der Fabrik und umgekehrt seine Erzeugnisse von der Fabrik wieder nach der Eisenbahn oder in die Transportschiffe befördern?

Schon aus der Fragestellung geht hervor, daß das Problem sich gegenüber dem, das einer Eisenbahn gestellt zu werden pflegt, bedeutend zusammenzieht. Es ist nicht mehr die Rede von der Bevölkerung oder der Industrie eines Gebietes in ihrer Gesamtheit, sondern von einer einzigen oder höchstens einigen wenigen industriellen Anlagen. Für den Bau des Transportmittels ergibt sich daraus die wichtige Folgerung, daß es nicht mehr wie die großen Hauptverkehrswege für den Transport von Personen und Gütern aller Art eingerichtet zu werden braucht, sondern die geforderten Dienste vollauf verrichtet, wenn nur eine ganz bestimmte Klasse von Gütern damit befördert werden kann.

Der nächstgelegene Schluß hieraus ist der, daß die Fördermittel, insbesondere die Wagen, nicht wie bei der Haupteisenbahn für Tragfähigkeiten von 10 000 oder 20 000 kg bemessen zu werden brauchen. Denn die Rohstoffe sind fast durchweg leicht teilbar und lassen sich in kleinen Einzelmengen von 300 bis 700 kg Gewicht befördern. Ebenso sind die fertigen Waren mit Ausnahme der Erzeugnisse der Großmaschinenindustrie in den weitaus meisten Fällen auch wieder von geringem Einzelgewicht und werden schon mit Rücksicht auf die bequeme Handhabung während des weiteren Transportes zu nicht zu großen Einzellasten vereinigt.

3. Die Schwebbahnen.

Man kommt also mit verhältnismäßig leichten Wagen und einer entsprechend leichten Fahrbahn aus. Dann ist man aber nicht mehr an die in ihrer ganzen Länge unterstützte Schienenbahn gebunden, sondern kann den Boden verlassen und leichte Tragkonstruktionen in die Luft hineinbauen. So gelangt man ganz von selbst zu der Schwebbahn, deren Gleise aus freigespannten Drahtseilen bestehen und nur an ziemlich weit von einander entfernten Punkten unterstützt werden. Sie wird aus dem Grunde in Deutschland durchweg als Drahtseilbahn bezeichnet. Freilich heißen auch die Bergbahnen ebenso, deren Wagen in gewöhnlicher Weise auf Schienen laufen, aber an einem Drahtseil hinaufgezogen und wieder heruntergelassen werden. Nur die ersteren, die eigentlichen Drahtseilbahnen, und ihre Verwandten mit festen Hängebahnschienen, die je nach der Antriebsweise Handhängebahnen bzw. Elektrohängebahnen genannt werden, sollen den Gegenstand des vorliegenden Buches bilden.

Natürlich sind auch andere Fördermittel im Laufe der Zeit zu guten und an vielen Stellen zweckmäßigen Transportmitteln ausgebildet worden, so daß es im ersten Augenblick fraglich erscheinen könnte, ob mit dem Schritt in die Luft wirklich besondere Vorteile erzielt werden, die die hier und da vermutete Gefährlichkeit ausgleichen.

4. Ihre Gefährlichkeit.

Man ist so gewöhnt, von vornherein anzunehmen, daß alles, was den festen Erdboden verläßt, Gefahren mit sich bringt, und unterscheidet da höchstens zwischen gefährlich und sehr gefährlich, so daß man diese vorgefaßte Meinung ohne weitere Überlegung auf alle derartigen Fälle gleichmäßig anwendet. Wird einmal die Frage gestellt, was denn an der Drahtseilbahn so gefährlich sein könne, so erfolgt fast stets die Antwort, die Tragseile könnten reißen und die Lasten herunterstürzen. Nun, seit einer langen Reihe von Jahren werden hierfür ausschließlich die besten Stahldrahtseile verwendet. Die Seile liegen gewöhnlich fest und nahezu unbeweglich, ohne daß sie andere Beanspruchungen erfahren als den Zug des am Ende angreifenden Spannunggewichtes und eine geringe Durchbiegung unter dem Raddruck; dazu kommt bei Neigungen noch ein kleiner Zug durch die entsprechende Seitenkraft ihres Eigengewichtes. Die Beanspruchung ist also eine sogenannte statische, die sich rechnermäßig sehr genau verfolgen läßt, während z. B. die Förderseile der Bergwerke, denen Lasten und Menschen gleichmäßig anvertraut werden, beim Übergang über die verschiedenen Seilscheiben und die Fördertrommel eine recht erhebliche Hin- und Herbiegung erfahren und dann beim jedesmaligen Anfahren und Anhalten ganz bedeutende Beschleunigungs- und Stoßkräfte aufnehmen müssen, mithin eine viel ungünstigere Beanspruchung erhalten, die außerdem von vornherein nicht mit voller Sicherheit rechnermäßig festzustellen ist.

So kommt es, daß Laufseile von Drahtseilbahnen bei ordnungsmäßiger Überwachung nie auf einmal durchreißen, wenn auch natürlich einzelne Drahtbrüche eintreten können, die, falls mehrere dicht beieinander stattgefunden haben, dazu führen, daß das betreffende Seilstück herausgeschnitten und durch ein neues ersetzt wird. Es wurde als großer Triumph der Seiltechnik und der Sicherheitsmaßnahmen des Bergbaues verkündigt, daß von den 720 im Jahre 1910 aufgelegten Stahlförderseilen des rheinisch-westfälischen Kohlenreviers nur 4, also 0,56 vH im Betriebe plötzlich zerrissen sind, und es wurde besonders darauf hingewiesen, daß die Sicherheit der Seilfahrt gegen früher, wo 20 vH der Seile plötzlich zu Bruch gingen, sehr bedeutend gestiegen ist. Bei ihrer ungünstigen Beanspruchung ist das in der Tat auch eine ganz hervorragende Leistung der Technik. Daß jedoch Laufseile von Luftseilbahnen wegen ihrer viel vorteilhafteren Beanspruchung überhaupt nur ganz ausnahmsweise einmal reißen — bei schlechtester Überwachung in exotischen Betrieben —, sollte man demnach unterlassen, als Beweis für die Gefährlichkeit solcher Anlagen heranzuziehen.

Aber die Wagen können leicht herabfallen und dadurch Veranlassung zu allen möglichen Unfällen geben? Auch nicht. Zwar können sie bei heftigem Wind oder infolge anderer Ursachen nach der Seite auspendeln, aber ihr Schwerpunkt liegt stets so tief unterhalb der Tragseile, daß sie nie aus dem sicheren Gleichgewicht kommen können. Und die Laufräder umfassen das Seil mit ihrer Auskehlung immer so weit, daß selbst bei schräger Stellung noch nicht die geringste Gefahr

des Abrutschens oder Entgleisens besteht. Entgleisen einmal wirklich Seilbahnwagen, so kann bei neuen Anlagen von vornherein darauf geschlossen werden, daß irgendein grober Bau- oder Aufstellungsfehler vorliegt, und bei schon längere Zeit im Betrieb befindlichen, daß die Überwachung der Anlage gänzlich ungenügend war.

Ja, der Drahtseilbahnfachmann hat sogar ein Recht, den Spieß umzudrehen. Denn bei jeder Standbahn mit auf dem Erdboden verlegten Schienen können die geringfügigsten Ursachen, z. B. ein auf die Schienen gefallener Stein, Entgleisungen hervorrufen. Die Schienen werden bisweilen von starken Regenfällen unterwaschen, Schnee und Raufrost, die der Luftseilbahn nichts anhaben können, legen gelegentlich den ganzen Betrieb lahm, und kleine Unvorsichtigkeiten des Personals können den größten Schaden zur Folge haben. Demgegenüber arbeitet die moderne Drahtseilbahn selbsttätig und unabhängig von der dauernden Aufmerksamkeit des Personals, so daß selbst die Verwendung unkultivierter Eingeborener in tropischen Kolonien als Bedienungsmannschaft der Stationen keine Störungen hervorruft.

Das Vertrauen auf die Sicherheit der Drahtseilbahnbahn wird auch belegt durch die ständig wachsende Zunahme der Personenschwebbahnen der neuesten Zeit, die als Hochgipfelbahnen Aussichtspunkte erschließen oder abgelegene Mittelgebirgsrücken mit den Fernverkehrswegen verbinden. Das leicht zugängliche Gleis der Standbahn scheint außerdem bei industriellen Privatanlagen erheblich mehr zu Böswilligkeiten aller Art herauszufordern, als das bei den öffentlichen Bahnen der Fall ist. Wieviel Werke, die z. B. elektrische Feldbahnen besitzen, klagen, daß sie beständig Ärger und hohe Unterhaltungskosten haben, daß ihnen oft lange Stücke von dem kupfernen Leitungsdraht gestohlen werden, und bedauern auf das lebhafteste, nicht eine Seilbahnbahn angelegt zu haben, die unter allen Umständen betriebsbereit ist und doch nur äußerst geringe Betriebskosten verursacht.

5. Die Anlagekosten.

Sie werden häufig sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite falsch eingeschätzt. Man hört zuweilen, sogar von Technikern, die allerdings der Sache ziemlich fernstehen, die Meinung aussprechen, man könne eine Drahtseilbahn „in acht Tagen zusammennageln“. Damit bekundet sich allerdings eine recht erhebliche Unterschätzung der baulichen Schwierigkeiten und der Anlagekosten. Immerhin liegt dieser Annahme der richtige Kern zugrunde, daß sich eine Seilbahnbahn verhältnismäßig schnell und oft auch mit geringen Kosten aufstellen läßt, da nur wenig Erdarbeiten für die kleinen Fundamente der Seilunterstützungen nötig sind und nach Errichtung der Stützen das Aufbringen der Seile in ziemlich kurzer Zeit zu erledigen ist. In dem Fortfall der bei industriellen Standbahnen notwendigen Einebnung des Geländes, der Aufschüttung von Dämmen oder Herstellung von Einschnitten liegt ein wesentlicher Vorteil der Seilbahn. Ein häufig noch wichtigerer ist der, daß für den Grunderwerb keine Kosten aufzu-

bringen sind, die, wenn fremde Grundstücke überschritten werden müssen, eine sonst ganz einfache Feldbahn zu einem sehr teuren Unternehmen machen, um so mehr, als derartige Anlagen meist sehr kostspielige Neumeliorationen nach sich ziehen. Bei der Drahtseilbahn dagegen kann der Bauer die Felder unter der Bahn ruhig weiter bestellen, höchstens sind ihm für den von den Stützen beanspruchten Platz kleine Anerkennungsgebühren zu zahlen: eine Veränderung der Grundstücksgrenzen ist eigentlich immer unnötig.

Die in entsprechender Höhe aufgeführte Drahtseilbahn hat es nicht nötig, mit Rücksicht auf Straßen, Häuser, Flüsse, Täler, Berge usw. auch nur die geringsten Umwege zu machen. Täler und Flüsse werden mit großen freien Spannweiten genommen; selbst Spannweiten von mehr als ein Kilometer Länge ohne jede Zwischenunterstützung sind bei Drahtseilbahnen schon häufig zur Ausführung gelangt. Da die Schwebbahn keine Hindernisse kennt, sondern die Endstationen möglichst unmittelbar, also gewöhnlich in gerader Linie, verbindet, ist sie für gebirgiges Gelände oft das einzig mögliche Transportmittel, andererseits infolge des Wegfalls von Bodenerwerbungen usw. für stark besiedelte Gegenden mit lebhafter Bodenkultur und Industrie vielfach das allein bezahlbare.

6. Die Betriebskosten.

Eine wesentliche Rolle bei der Beurteilung einer Anlage spielen natürlich die Betriebskosten, die bei der Drahtseilbahn im Verhältnis zu anderen Transportmitteln von derselben Leistungsfähigkeit äußerst gering sind, da sie völlig selbsttätig ohne Streckenwärter, Weichensteller, Lokomotivführer arbeitet, sondern nur, je nach der Förderleistung, einige Leute in den Endstationen verlangt, die zugleich die Ent- bzw. Beladung vornehmen. Überall, wo die Eisenbahn versucht hat, mit der Drahtseilbahn auf ihrem eigentlichen Felde in Wettbewerb zu treten, ist sie infolge ihrer wesentlich höheren Betriebskosten trotz möglichst weitgehender Herabsetzung des Tarifes unterlegen. Es ist das besonders darauf zurückzuführen, daß das Bewegen, Beladen und Entleeren der Eisenbahnwagen in der Station bzw. auf dem Fabrikhofe sehr hohe Ausgaben verursacht, während die Drahtseilbahnwagen durch anschließende Hängebahnen mit Hand- oder mechanischem Betrieb nach jedem beliebigen Punkte des Werkes, auch in das Innere von Gebäuden hineingeführt werden und daher stets an der günstigsten Stelle in der einfachsten und billigsten Weise beladen und ebenso entleert werden können. Obwohl die Transporttechnik auch für das Bewegen und Entladen von Eisenbahnwagen besondere Einrichtungen geschaffen hat, wie die Rangieranlagen mit endlosem Seil, die Wagenkipper und die Selbstgreifer, die das Material aus dem Eisenbahnwagen mit nur geringer Unterstützung durch Handarbeit aufnehmen, so wird damit doch die Bequemlichkeit der Entleerung von Seilbahnwagen, die in sehr vielen Fällen sogar vollkommen selbsttätig während der Fahrt geschieht, und ebenso die Leichtigkeit der Beförderung der Wagen nicht erreicht.

7. Die Arbeiterfrage.

Daß sowohl beim Transport über die Strecke als auch im Werksinnern von der Drahtseilbahn nur wenig Leute gebraucht werden, bringt übrigens außer der Ersparnis an Löhnen noch große mittelbare Vorteile mit sich, besonders den, daß die Werksleitung sich nicht auf den guten Willen mehr oder minder unberechenbarer Elemente zu verlassen braucht. Die wenigen noch erforderlichen Leute können sorgfältig ausgesucht, gut bezahlt und gegebenenfalls in ein Beamtenverhältnis gestellt werden, so daß menschlicher Voraussicht nach keine Betriebsunterbrechung durch Streiks mehr zu befürchten ist, die ja weit höhere Summen zu verschlingen pflegt, als die Verbesserung der Werkseinrichtung gekostet haben würde. Der Betriebsleiter ist, wenn er soweit als irgend möglich von den mehr als lästigen Arbeiterschwierigkeiten befreit ist, überhaupt viel freier in der Verwendung seiner Arbeitskraft und kann sich ganz den technischen und kaufmännischen Problemen widmen, die seine eigentliche Aufgabe bilden.

Will man möglichst wenig mit der Beschaffung von Arbeitern für die besonders rohe Verlade- und Fördertätigkeit zu tun haben, so begnügt man sich oft mit einer geringen Anzahl und verteilt die Arbeit so, daß sie sich genügend gleichmäßig über das ganze Jahr erstreckt, um diese Leute ständig voll zu beschäftigen. Das führt natürlich zu sehr geringen Stunden- und Tagesleistungen, so daß oft beträchtliche Wagenstandgelder und Schiffsliegегelder gezahlt werden müssen. Eine leistungsfähige Transportanlage spart aber diese Unkosten, indem sie die Arbeit in einem Bruchteil der sonst gebrauchten Zeit mit der geringstmöglichen Zahl von Arbeitern erledigt. Werden große Förderleistungen verlangt, so ist es dagegen meist ausgeschlossen, in der gleichen Zeit mit Arbeitern so viel zu fördern wie mit selbsttätigen Einrichtungen, weil es praktisch gar nicht geht, auf dem verfügbaren Raum so viele Leute anzustellen, wie dazu gebraucht würden. Einige lehrreiche Beispiele dafür werden später ausführlicher behandelt werden.

Durch diese Verringerung der Arbeitskräfte wird ferner noch eine ganze Reihe von allgemein-volkswirtschaftlichen Verbesserungen erzielt. Indem die maschinelle Einrichtung die Leute einer groben und schmutzigen Arbeit entzieht, werden sie für andere bessere und auch besser bezahlte Arbeiten frei. Außerdem ist es eine bekannte Tatsache, daß die Betriebsunfälle mit der Arbeiterzahl in steigendem Verhältnis zunehmen pflegen, besonders bei dichtgedrängtem Zusammenarbeiten mit mangelhaften Hilfsmitteln. Dadurch, daß die Drahtseilbahn mit ihren Zubringemitteln nur wenige Arbeiter an gesicherter Stelle verwendet, fallen sehr hohe Beträge für Versicherung, Krankenkasse, Unterstützungen usw. fort, die dem Nationalvermögen sowohl wie dem Etat der Werke zugute kommen und die in einem geringeren Verkaufspreis der Erzeugnisse bzw. in der erhöhten Wirtschaftlichkeit der Unternehmung greifbar zum Ausdruck gelangen (s. Absatz 200).

8. Die Antriebsleistung.

Im allgemeinen braucht jede maschinelle Einrichtung eine bestimmte Antriebsleistung, die ihr in Form von Dampf, Elektrizität oder dergleichen zu liefern ist. Selbst wenn die Förderung talwärts mit ziemlich großem Gefälle erfolgt, verlangt die Lokomotivbahn für den Aufwärtstransport der leeren Wagen eine nicht unerhebliche Antriebsleistung, während die beim Abwärtsgang der beladenen Wagen freierwerdende Energie nutzlos und dennoch durch den Verschleiß der Bremsklötze und Radreifen kostenverursachend abgebremst wird. Zudem darf das Gefälle einer Lokomotivbahn, um überhaupt einen gesicherten Betrieb zu ermöglichen, nur einen bestimmten niedrigen Betrag erreichen, so daß häufig bedeutende Umwege gemacht werden müssen.

Als Beispiel dafür zeigt Abb. 1 das Längsprofil und den Lageplan der 23 km langen Schmalspurbahn für die ostafrikanische Sigi-Export-Gesellschaft, die nur einen Gesamthöhenunterschied von 252 m über-

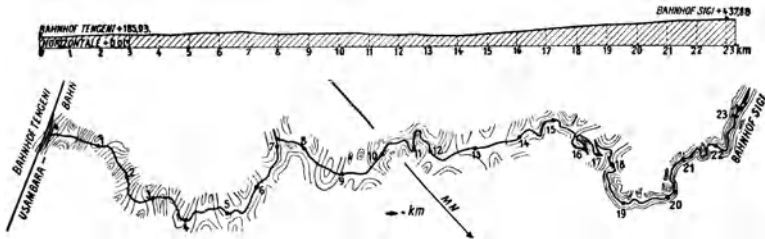


Abb. 1. Längsprofil und Lageplan der Sigi-Schmalspurbahn.

windet und dabei aus einer ständigen Folge von Kurven zusammengesetzt ist, denen sich noch mehrere Spitzkehren zugesellen, die den Betrieb gerade nicht vereinfachen. Die Bahnlänge ist dadurch auf das 1,6fache der Luftlinie zwischen den beiden Endstationen vergrößert worden.

Demgegenüber kann die beide Endpunkte im allgemeinen geradlinig verbindende Seilbahn jede beliebige Steigung haben. Und stets ist das Verhältnis der sogenannten toten Last zur reinen Nutzlast sehr klein. Außerdem kommt es nur auf nahezu wagerechter Strecke voll zur Geltung; auf geneigten Strecken gleicht sich die tote Last mehr oder weniger aus. Bei größerem Gefälle arbeitet die Drahtseilbahn oft ohne jeden Antrieb, indem die herabgehenden Lasten die leeren oder sogar teilweise beladenen Wagen wieder in die Höhe ziehen.

b) Die geschichtliche Entwicklung.

9. Der Ursprung der Schwebbahnen.

Die Seilschwebbahnen sind uralte, man kann sogar sagen, sie gehören mit zu den ersten technischen Transportmitteln, die überhaupt ersonnen und ausgeführt wurden. Natürlich traten damals die wirtschaftlichen Gesichtspunkte kaum hervor; es kam ja eigentlich nur darauf an, überhaupt eine Verbindung herzustellen zwischen Orten,

die bisher nur auf großen Umwegen und unter mannigfaltigen Schwierigkeiten zu erreichen waren. Die dem Urtechniker gestellte Aufgabe war also, ein Mittel zu schaffen, einerlei welches, um nur das Verkehrsbedürfnis zu befriedigen und damit letzten Endes auch wieder wirtschaftlichen Forderungen gerecht zu werden.

Wann und wo lebte nun dieser Urtechniker? Die griechische Sage, die den Erfinder mancher Werkzeuge nennt, weiß nichts von ihm. Das alte Griechenland und Vorderasien war auch nicht der Boden, der von der Natur gegebene Vorbilder nach dieser Richtung bot, die der Erfinder der ersten, mit den rohesten Mitteln erstellten Seilbahn benutzen konnte. Dagegen liefern die tropischen Urwälder mit ihren Schlingpflanzen und Lianen, die den Affen oft genug als Brücke dienen, ein naheliegendes Vorbild. Und in den Wäldern Brasiliens und Neuguineas setzen die Eingeborenen noch heute an zwei übereinander ausgespannten Lianenzweigen, von denen mindestens der zweite mit bewußter Absicht entsprechend gezogen worden ist, über Bäche und schmale Flüsse.

10. Die Anfänge in Ostasien.

Natürlich gehörte zu der Ausführung größerer Übergänge die Kenntnis und Fähigkeit der Anfertigung von Seilen, so daß für die erste Seilbrücke nur die alten Kulturländer Indien und Japan in



Abb. 2. Alte japanische Seilbahn.

Frage kommen, die beide von stark zerklüfteten Gebirgen durchzogen werden. Entschieden eine der frühesten und urwüchsigsten Gestaltungen¹⁾ ist die in Abb. 2 nach einem alten japanischen Bild umgezeichnete, bei der die Seilbahn und der Wagen ausgeprägt vorhanden sind, wenn auch die Fortbewegung bergauf durch den unmittelbaren Angriff des mitfahrenden Mannes am Tragseil erfolgen muß.

Ähnliche Seilbahnen mit nicht viel weiter entwickelter Technik finden sich noch heute in Indien, um Ströme zu überbrücken, und werden

von den Eingeborenen viel benutzt (Abb. 3). Das Tragseil besteht aus zusammengedrehten Rohhautstreifen, das daran in Ösen aufgehängte Zugseil ist aus Hanf geschlagen. Es geht von Ufer zu Ufer und dient dazu, den an einem gabelförmigen Holzreiter befestigten Sitz hin und her zu ziehen¹⁾. Neben dieser in Kaschmir befindlichen

¹⁾ Dieterich: Die Erfindung der Drahtseilbahnen. Leipzig 1908.

Seilbahn überspannt noch eine einfache Seilbrücke den Fluß. Sie besteht aus zwei übereinander ausgelegten Seilen, die hier schon durch Verbindungsstücke im richtigen Abstand erhalten werden.

Bei der eigentümlichen Charakterveranlagung der orientalischen Völker erscheint eine zielbewußte Weiterentwicklung dieser einfachen Fördermittel von vornherein wenig wahrscheinlich. Es kann daher nicht überraschen, daß die Schwebefähre nach Abb. 3 einen Rückschritt gegenüber einer älteren Ausführung bedeutet, die Abb. 4 nach einer alten japanischen Zeichnung¹⁾ darstellt. Die offenbar zweigleisige Bahn war dadurch ausgezeichnet, daß die Fördergefäße an Rollen über die Trageile liefen, und anscheinend war hier sogar schon der für den späteren Seilbahnbau so wichtig gewordene Gedanke in die Praxis umgesetzt, das Gewicht des aufsteigenden Wagens durch das des absteigenden auszugleichen. Wenigstens deutet darauf die ganze Anlage der Bahn sowie auch der Umstand hin, daß die oberen Zugseile gespalten erscheinen. Vermutlich waren die Enden von zweien dieser Seilstränge vereinigt und in der oberen Endstation über eine Rolle geführt, während die beiden anderen Stränge für den Angriff der daran ziehenden Leute freibleiben, eine Anordnung, die der Zeichner aus dem Gedächtnis nicht mehr wiederzugeben wußte.

11. Die ältesten Angaben des Abendlandes.

In Europa wurden Seilbahnen zuerst vorgeschlagen und wohl auch einmal verwendet von Kriegstechnikern für den Transport von Geschützteilen, Geschossen oder Baustoffen von Befestigungswerken, nachdem die Erfindung der schweren Geschütze das ganze Kriegs- und Festungswesen militärisch und technisch auf eine ganz neue Grundlage gestellt hatte. Natürlich sind die ersten derartigen Skizzen nicht nur roh und

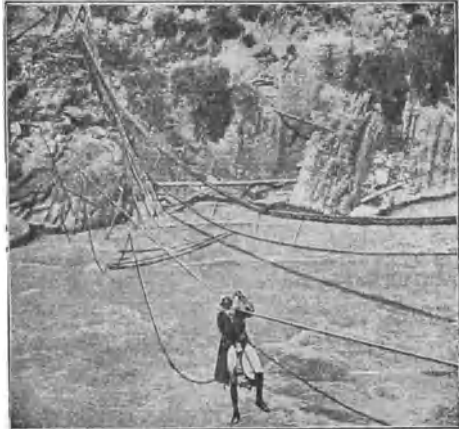


Abb. 3. Moderne indische Seilbahn.



Abb. 4. Alte japanische Seilbahn mit Zugseilen.

¹⁾ Siehe Anm. 1 auf Seite 8.

unbeholfen, sondern auch recht phantastisch, wie die Abb. 5 erkennen läßt.

Sie entstammt dem Waffebuch „Bellifortis“ vom Jahre 1405¹⁾ Kyesers von Eichstädt, der eine Art Schule für Waffenmeister unter-

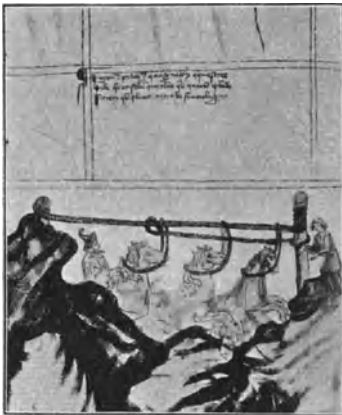


Abb. 5. Seilbahnskizze Kyesers von Eichstädt (1405).



Abb. 6. Zeichnung des Johann Hartlieb (1411).

hielt und auf dessen Waffebuch alle späteren zurückzuführen sind. Anscheinend waren die Einzelheiten dem Verfasser selbst nicht klar, wie auch die Beischrift vermuten läßt: „Ingenium pulchrum, quo pernatantur equestres. Vide, quid considera, quantum quis quomodo quando. Funem quando placet, retrahere funiculo parvo.“ Auf deutsch

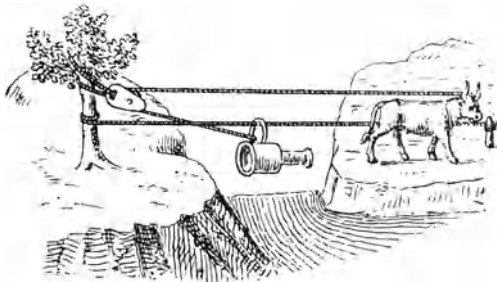


Abb. 7. Skizze des Marianus Jacobus Taccola (1440).

etwa: „Schönes Ingenieurwerk, um Reiter übersetzen. Sieh zu und überlege, was, wieviel, wer, wie, wann. Das Seil ziehe, wenn es beliebt, mit einem dünnen Strick zurück.“

Im Gegensatz hierzu steht die zwar unbeholfene, aber doch sachlich brauchbare Zeichnung der Abb. 6, die eine stark verkleinerte Wiedergabe eines Blattes aus dem etwa 1411 niedergeschriebenen „Feuerwerksbuch“ des Johann Hartlieb ist. Das um zwei Rollen laufende endlose Zugseil dient auch gleichzeitig als Trageseil, was für die leichte Belastung auch völlig ausreicht. Etliche Jahre später, etwa um 1440, zeichnete Marianus Jacobus Taccola²⁾ eine Anordnung

¹⁾ Aus dem Göttinger Cod. M. S. philos. 63 mitgeteilt von Feldhaus, 1920.

²⁾ Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues. Berlin 1899.

mit getrenntem Zug- und Tragseil (Abb. 7). Wegen des offenen Zugseiles, das von Hand über die Schlucht zurückgeschleudert werden muß, ist die Vorrichtung nach unseren heutigen Anschauungen entschieden einfacher und roher als die des Hartlieb.

12. Die ersten Ausführungen.

Eine technisch wesentlich vollkommenerer Ausführung zeigt eine Figur in dem 1617 gedruckten Werke „Machinae novae“ des Faustus Verantius, die Abb. 8 wiedergibt¹⁾. Der Wagen läuft hier mit zwei Rollen auf dem Tragseil, dessen Verankerung bzw. Spannvorrichtung die Abbildung nicht mehr enthält, und wird von den darin sitzenden Leuten mittels des endlosen am Wagen befestigten Zugseiles hin und her bewegt.

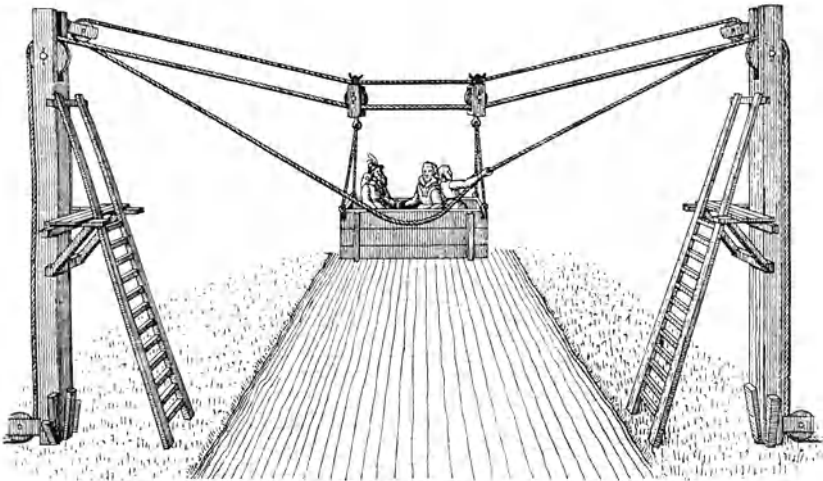


Abb. 8. Seilbahn des Faustus Verantius (1617).

Derartige Seilbahnen sind anscheinend in jener Zeit mehrfach ausgeführt worden. Eine solche um 1536 von den spanischen Eroberern Südamerikas zwischen Santanda und Merida angelegte Bahn ist bis Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in Betrieb gewesen und dürfte es wohl heute noch sein.

Eine andere in Afrika errichtete wird in dem 1636 in Paris erschienenen Werk „L'Afrique“ von Samson d'Ableville wie folgt beschrieben²⁾: „Es bestand zu jener Zeit in der Provinz Guregra (Königreich Fez) eine bemerkenswerte Brücke über den Seboufluß, der zwischen so hohen Felsen hinfließt, daß diese Brücke 150 Faden (je 1,62 m) über dem Wasser liegt. Es ist ein Korb an zwei Seilen aufgehängt, die sich über zwei Scheiben drehen, die an der Spitze zweier starker, auf jeder Seite des Tales befindlicher Holzpfeiler angebracht sind; und

¹⁾ Siehe Anm. 2 auf Seite 10.

²⁾ Cappelloni: Trasporti aerei. Mailand 1914.

diejenigen, die in diesem Korb sind — es können darin bis zu zehn Personen sitzen, — ziehen sich selbst von einer Seite zur anderen auf diesen Seilen, die ebenso wie der Korb aus Seebinsse gemacht sind.“

Alle diese Anlagen arbeiteten mit hin und her gehendem Fördergefäß, so daß eine neue Ladung immer erst abgesandt werden konnte, wenn die vorhergehende ihren Weg vollendet hatte. Es war also ein Fortschritt, der von allergrößter Bedeutung hätte werden können, wenn die Konstruktion nicht wieder der Vergessenheit anheimgefallen wäre, als der Hol-

länder Adam Wybe 1644 beim Bau der Danziger Festungswerke eine Seilbahn mit stetiger Wagenfolge zur Förderung großer Erdmassen ausführte. Die Abb. 9 zeigt eine sehr verkleinerte Wiedergabe



Abb. 9. Seilbahn des Adam Wybe (1644).

eines Stiches aus der in der Mitte des 17. Jahrhunderts verfaßten Danziger Chronik des R. Curicke. Eine die technische Ausführung deutlicher machende Skizze gibt Jacob Leupold in seinem „Theatrum machinarum hydraulicarum“ aus dem Jahre 1714. Die auf der einen Seite der Bahn abgehenden vollen und auf der anderen Seite

leer zurückkehrenden Fördergefäße vollführen einen geschlossenen Kreislauf und können einander in beliebig kurzen Abständen folgen, so daß sich selbst bei kleinen Einzellasten doch eine große Gesamtleistung der Bahn ergibt.

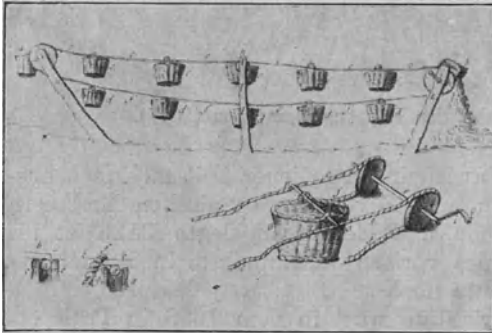


Abb. 10. Skizze von Robert Southwell (1692).

leer zurückkehrenden Fördergefäße vollführen einen geschlossenen Kreislauf und können einander in beliebig kurzen Abständen folgen, so daß sich selbst bei kleinen Einzellasten doch eine große Gesamtleistung der Bahn ergibt. Damit waren die Seilschwebbahnen aus einem Notbehelf zu einem Massentransportmittel geworden und wären schon damals im wirtschaftlichen Leben eine Rolle zu spielen, wenn die technische Durchbildung vollendeter gewesen wäre. Bei dem vorübergehenden Zweck der Anlage behalf sich Wybe aber mit den allerrohesten Elementen, ja es lag sogar ein gewisser Rückschritt insofern vor, als die Förderkübel unmittelbar an dem umlaufenden Zugseil ohne besonderes Tragseil aufgehängt wurden, wenn damit auch eine für die damalige Zeit wohl notwendig gewesene Vereinfachung der ganzen Anlage verbunden war.

Eine ähnliche Ausführung, die er in Brandenburg 1692 in Betrieb gesehen hat, skizzierte — offenbar recht ungeschickt — Robert Southwell in seinem Bericht an Dr. Hooke, dessen Name ja heute noch jedem Ingenieur geläufig ist (Abb. 10). Er bemerkt dazu¹⁾: Zwischen den beiden Endstützen m und k werden die Körbe, die an Stöcken o hängen, durch zwei endlose Seile getragen. Auf der Zwischenunterstützung n wird das belastete Seil durch Rollen unterstützt. Die Körbe, deren Tragstäbe mit Bindfaden an die Seile gebunden sind, werden durch Anstoßen an die Triebwelle r selbsttätig entleert.“

Dem folgenden Jahrhundert fehlte zwar nicht das Interesse für technische Neuerungen, aber die mangelhafte Maschinenteknik hinderte den Fortschritt. Vielleicht mögen auch einzelne Berichte ver-



Abb. 11. Drahtriese von Hohenstein (1859).

loren gegangen sein. Einige andere, von Nichtfachleuten verfaßte, sind gänzlich unklar und vermögen uns, da sie zeichnerische Darstellungen nicht enthalten, keinen sicheren Eindruck von der Art der Ausführung zu geben.

13. Die Drahtriesen des 19. Jahrhunderts.

Jedenfalls war die Kenntnis einer fortlaufend arbeitenden Seilschwebebahn völlig verloren gegangen, und die Erbauer der ersten sogenannten Drahtriesen um die Mitte des 19. Jahrhunderts fingen wieder ganz von vorn an. Diese Riesen wurden gewöhnlich zur Herunterbeförderung von Holzstämmen aus hochgelegenen und unzugänglichen Wäldern benutzt. Da ihre Spannweite und Belastung ziemlich

¹⁾ Engineering 1873.

erheblich waren, so konnten Hanfseile für die Laufbahn nicht in Frage kommen, und man spannte einen kräftigen Eisendraht von 6 bis 8 mm Stärke zwischen den Endpunkten aus. Die Holzladung wurde an einfachen Haken oder bei besseren Ausführungen an leichten Rollen daran aufgehängt und lief frei infolge ihres Eigengewichtes die schiefe Ebene bis unten herunter, wo sie durch Reisigbündel oder dergleichen abgefangen wurde¹⁾. Eine solche Ausführung aus dem Jahre 1859, die von Hohenstein in Fai errichtet wurde²⁾, zeigt z. B. die Abb. 11.

Auch jetzt noch werden in Gebirgsgegenden derartige urwüchsige Anlagen unter Verwendung eines alten Förderseiles oder dergleichen errichtet, wenn es sich bei geringer Tagesleistung um die vorübergehende Verbindung einer Gewinnungsstelle mit der tiefer gelegenen Abfuhrstraße handelt. Z. B. werden die nesterartig zerstreuten und ziemlich schnell abgebauten Nickel- und Chromerzlager in Neu-Kaledonien vielfach auf die Weise mit einem tiefer gelegenen Sammelpunkt verbunden. Die Länge solcher Drahtseilriesen beträgt selten mehr als 1 bis 1,2 km, oft weniger. Ihr wesentlicher Nachteil ist der, daß eine ganz bestimmte Neigung, etwa 1 : 5, dazu gehört, um den selbsttätigen Betrieb mit Sicherheit zu ermöglichen, und daß diese Neigung auch wieder nicht sehr überschritten werden darf, weil dann die gänzlich freie Last mit zu großer Geschwindigkeit unten ankommt und dort entweder selbst beim Anstoß Schaden erleidet oder die Bauteile der Endstation beschädigt.

14. Die Handhängebahn v. Dückers.

Als eigentlicher Erfinder der Drahtseilbahnen im heutigen Sinne des Wortes gilt vielfach der Bergrat Freiherr v. Dücker. Wenn auch v. Dücker selbst der Meinung war, ein ganz neues und höchwichtiges Transportmittel erfunden zu haben, so beweisen seine praktischen Ausführungen sowohl wie seine Veröffentlichungen und die Bekanntgabe seines Nachlasses³⁾ im Grunde genommen das Gegenteil. Die Fortschritte gegen die älteren Ausführungen sind unbedeutend, und die für ein gutes Arbeiten der Anlage unerläßlichen Einzelheiten fehlen zum größten Teil noch gänzlich, so daß die beste Ausführung v. Dückers mit einem Mißerfolg endete, enden mußte.

Zuerst erbaute er in Bad Oeynhausen eine Probeanlage (1861), von der er in einer späteren Veröffentlichung⁴⁾ die in Abb. 12 dargestellten Einzelheiten bekannt gab. Neu ist hierin, wenn von der ihm jedenfalls unbekannt gebliebenen Ausführung des Adam Wybe abgesehen wird, gegenüber den Drahtriesen, daß die aus Rundeisen von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke hergestellte Fahrbahn mehrfache Zwischenunterstützungen aufweist und die Last seitlich am Wagen aufgehängt ist, um an den Unterstützungsstellen vorbeizukommen. Die Anlage war eingleisig, und das gezeichnete Zugseil, mit dem die Wagen durch eine Schleppkette oder

1) Fankhauser: Die Drahtseilriesen. Bern 1873.

2) Uhlands praktischer Maschinenkonstrukteur. 1869.

3) Feldhaus. Zur Geschichte der Drahtseilbahnen. Berlin 1911.

4) Deutsche Bauzeitung 1871.

dergleichen hätten verbunden werden müssen, fehlte; vielmehr wurde der einzige vorhandene Wagen von Hand verschoben. Das Ganze ist also etwa das, was wir heutzutage Hängebahn nennen, und es gehört die ganze Hoffnungsfreudigkeit des Erfinders dazu, es als ein neues System zu bezeichnen. Denn eine Hängebahn mit Zwischenstützen und allerdings festen Holzschienen, deren Wagen von Pferden gezogen wurden, hatte der Hauptmann v. Prittwitz bereits 1834 bei Posen ausgeführt¹⁾. Da die Anlage gegenüber einer gewöhnlichen Schmalspurbahn mit Handbetrieb kaum Vorteile zu bieten schien, so dauerte

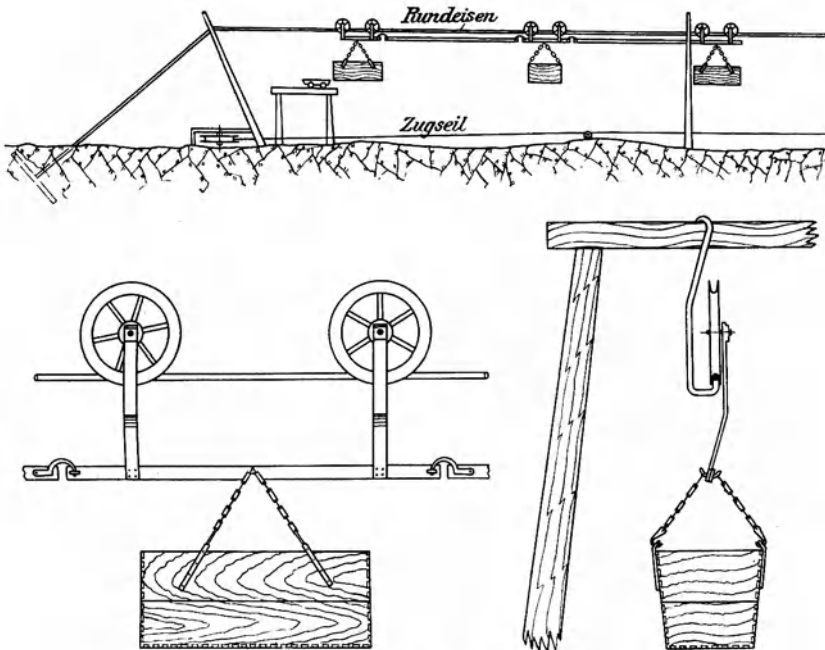


Abb. 12. Probeanlage v. Dückers (1871).

es auch über 10 Jahre, bis eine gewerblichen Zwecken dienende Anlage nach v. Dückers Entwürfen in Deutschland zustande kam.

15. Die Erfindung der Drahtseile.

Inzwischen waren die Drahtseile zur allgemeinen Einführung gekommen, die ja die moderne Seilbahn erst ermöglichten.

Das älteste bekannte Drahtseil ist ein in den Ruinen Pompejis aufgefundenenes Stück eines Bronzedrahtseiles im Kreuzschlag, das sich jetzt im Nationalmuseum in Neapel befindet. Nachrichten über die Benutzung von Drahtseilen im Mittelalter finden sich in Notizen über den Harzer Bergbau bei Calvoer 1763 und Mathesius 1504—1566²⁾.

¹⁾ Die schwebende Eisenbahn bei Posen. Berlin 1857.

²⁾ Siehe Anm. 1 auf Seite 8.

Etwas deutlicher sagt Leonardo da Vinci († 1519) in seinen technischen Notizen bei der Beschreibung eines Paternosterwerkes mit Trettrad¹⁾: „Das Seil für obiges Instrument muß von Drähten aus geglühtem Eisen oder Kupfer sein, anderenfalls ist es von geringerer Dauer, und die genannten müssen so dick sein wie Bogenschnüre.“ Aus diesen Worten geht jedenfalls hervor, daß Drahtseile bei den Ingenieuren jener Zeit allgemein bekannt waren.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts (1821/22) wurde bei Genf eine Drahtseilbrücke gebaut, deren einzelne Tragseile aus einer Anzahl nur wenig miteinander verdrehter Drähte bestanden, die durch eine äußere Hülle von darüber gewickelten dünnen Drähten zusammengehalten wurden. Es waren das also die Vorläufer der heutigen Spiralseile.

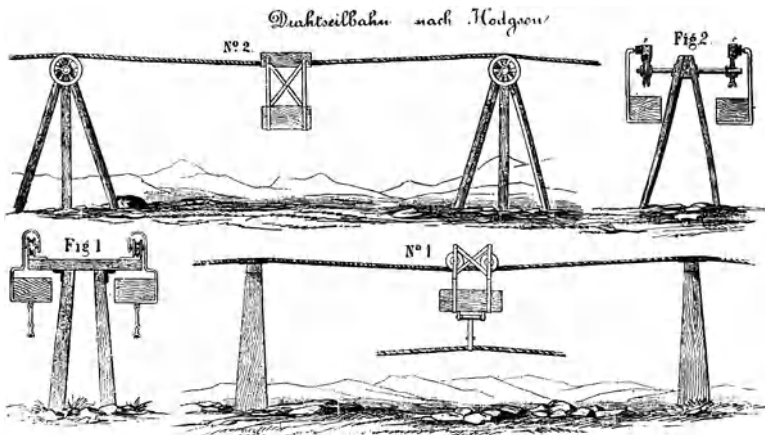


Abb. 13. Erste Skizze der Hodgsonschen Drahtseilbahnen (1869).

Das moderne Litzenseil, und zwar in dem nach jeder Beziehung günstigeren Gleichschlag (vgl. Absatz 28), ist 1834 von dem Oberbergrat Albert in Clausthal erfunden und zuerst von Hand hergestellt worden. Schon drei Jahre später begann die fabrikmäßige Herstellung in dem bereits 1750 gegründeten Drahtwerk von Felten & Guillaume in Köln. Kurz darauf wurde die Herstellung auch in England aufgenommen.

Die letzte Verbesserung bilden schließlich die 1884 von Latch & Bachlor in Birmingham herausgebrachten verschlossenen Seile.

16. Die ersten neuzeitlichen Drahtseilbahnen.

Die erste wirkliche, dem Massentransport dienende Drahtseilbahn wurde 1868 unabhängig von v. Dücker im Minengebiet Colorados durch den Ingenieur Cypher erbaut²⁾, der bald mehrere andere Ausführungen folgten. Sie besaßen zwei Tragseile, Zwischenunterstützungen

¹⁾ Siehe Anm. 2 auf Seite 10.

²⁾ Siehe Anm. 4 auf Seite 14.

und hatten hin- und hergehenden Betrieb, also auf jedem Tragseil einen Wagen, die durch ein oben über eine Seilscheibe laufendes Seil miteinander verbunden waren. Einige Angaben über Personenbahnen aus dieser Zeit bringen noch die Absätze 269—271 bei.

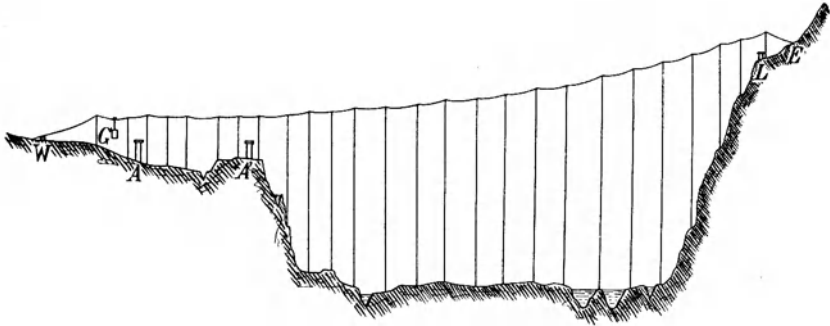


Abb. 14. Längsprofil der Bahn Schwarzehütte v. Dückers.

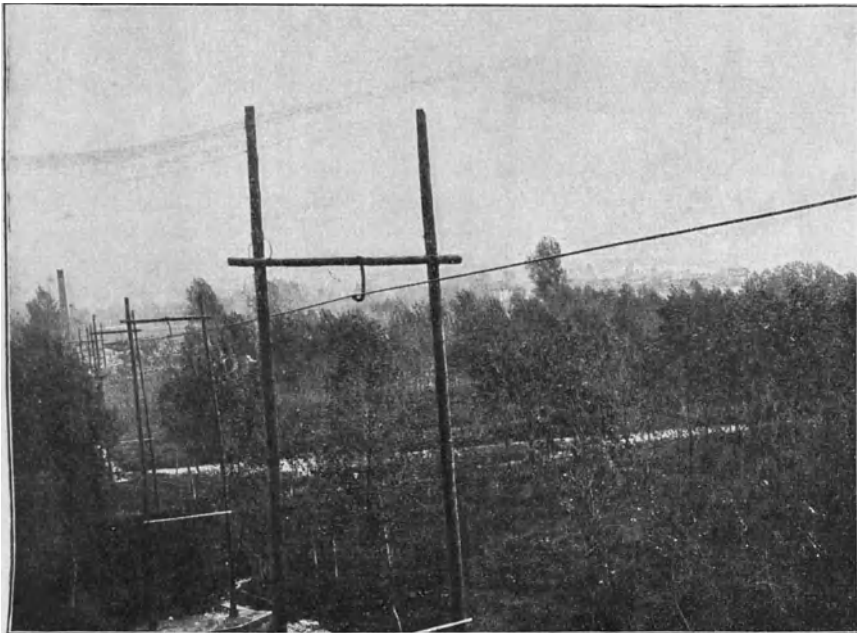


Abb. 15. Streckenansicht der Bahn Schwarzehütte.

Im Jahre 1867 hatte Hodgson die seitdem als englisches System bezeichnete Anordnung des Adam Wybe wiedererfunden, die die obere Skizze der Abb. 13 nach der ersten deutschen Veröffentlichung darstellt¹⁾. Während Wybe die Lasten mit Stricken an dem

¹⁾ Berggeist, 1860.

Zugseil befestigte, sind Hodgsons Gehänge starr und liegen mit einem nur durch die Reibung festgehaltenen Auflagerschuh auf dem Seil. In der unteren Skizze der Abb. 13 ist von ihm auch schon das Zwei-seilsystem mit festliegendem Tragseil und dem an den Wagen angreifenden, ständig in gleicher Richtung bewegten Zugseil, wenn auch in allereinfachster Form, angegeben. Allerdings ist Hodgson mit diesem System, das er in seiner englischen Patentschrift beschreibt, der Ausführung weit vorangeilt; denn er hat später seine Tätigkeit ausschließlich dem Einseilsystem zugewandt, das sich verhältnismäßig schnell einführte. Die erste Ausführung lieferte er 1868 nach Brighton, und ihre Beschreibung¹⁾ enthält bereits fast alle Einzelheiten des englischen Systems.

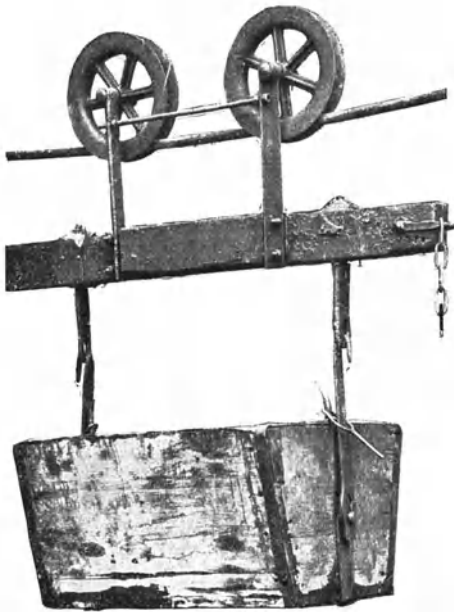


Abb. 16. Wagen der Bahn Schwarzhütte.

Erst auf Grund der guten Erfolge Hodgsons erhielt v. Dücker dann auch einige Ausführungen in Auftrag, deren erste in Schwarzhütte bei Osterode noch heute in Betrieb ist. Ihr Längsprofil zeigt Abb. 14, worin die Höhen im zwölffachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Die noch aus Rundeisen von 26 mm Stärke zusammengeschweißte Laufbahn ist in dem hochgelegenen Gipsbruch an einem Erdbock *E* befestigt, während am anderen Ende bei *W* eine Winde steht, auf deren Trommel zur Veränderung der Spannung ein Stück Drahtseil, die Fortsetzung der Laufbahn, aufgewickelt werden kann. Um einen gewissen Spannungsausgleich selbst-

tätig herbeizuführen, ist außerdem zwischen den letzten Stützen bei *G* ein Gewicht in Form eines mit Steinen beschwerten Holzgestelles an der Laufbahn aufgehängt, *L* ist die Beladestelle; auf der gegenüberliegenden Seite befinden sich zwei Entladestellen *A* und *A'*. Die Gesamtlänge *EW* beträgt 447 m. Die Strecke mit den äußerst roh zusammengeschlagenen Holzstützen und der urwüchsigen Aufhängung der Rundeisenbahn gibt Abb. 15 nach einer Photographie wieder. Es ist also auch nur ein Drahtriebe, allerdings mit Zwischenstützen, auf dem die drei Wagen (Abb. 16) nacheinander frei herunterlaufen. Am letzten Wagen wird eine Leine angehängt, an der

¹⁾ Kool und Siedenburg. Die Transportkabel. 1871.

sie dann alle drei mittels einer kleinen Winde nach dem Gipsbruch zurückgezogen werden.

17. Die Hauptausführung v. Dückers.

Die erste deutsche Anlage, die in den allgemeinen Grundzügen der später als deutsches Seilbahnsystem bezeichneten Anordnung entsprach, indem sie zwei nebeneinander fest verlegte Tragseile als Fahrbahnen für die einzeln hintereinander herfahrenden Wagen und ein vollständig umlaufendes, maschinell bewegtes Zugseil enthielt, —

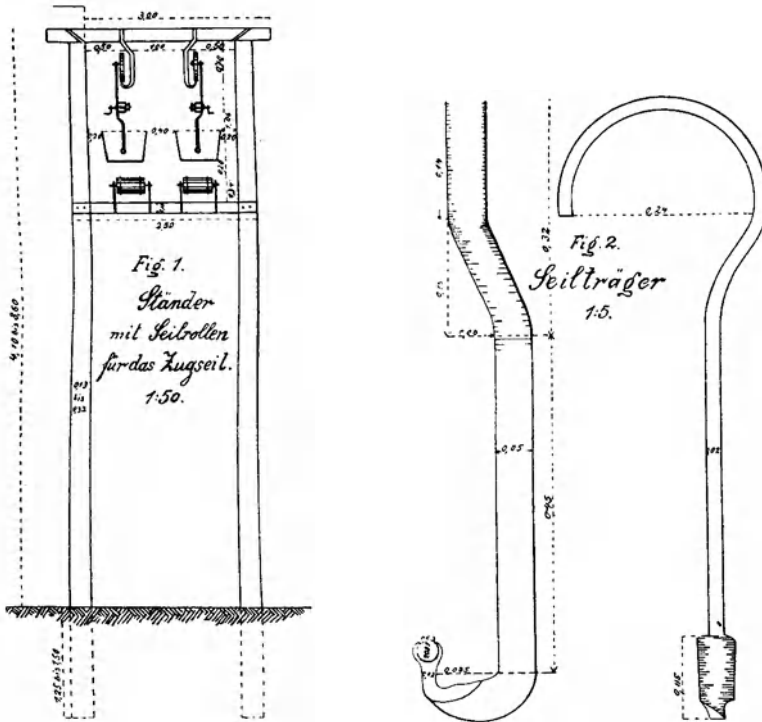


Abb. 17. Einzelheiten der Metzger Anlage v. Dückers.

eine Bauart, die von Hodgson und Cypher bereits vorerfunden war, — wurde von v. Dücker 1872 in der Nähe von Metz zur Beförderung von Boden und Baumaterialien für einen Festungsbau errichtet. Die bei 41 m Steigung 1923 m lange Bahn konnte aber erst nach vielen Versuchen im Mai, Juni und Juli 1873 in Betrieb kommen, nachdem eine Zahl wesentlicher Verbesserungen angebracht worden war, die offenbar den an dem Bau tätigen behördlichen Technikern zu verdanken sind. Der bei dieser Bahn verwendete Mitnehmer für die Wagen, ein Schraubenkuppelapparat — der übrigens schon 1870 von Obach in einem allerdings damals geheim gebliebenen österreichischen Privileg dargestellt worden war — ist ganz bestimmt nicht die Er-

findung v. Dückers, da der amtliche Bericht über die Anlage¹⁾ ausdrücklich erwähnt, daß dieser Apparat auf Grund dortiger Versuche erst an Ort und Stelle konstruiert worden ist. Die Spannvorrichtungen für die Trag- und Zugseile waren an dieser Bahn noch so mangelhaft konstruiert, daß ein ganz außerordentlich hoher Seilverschleiß die Folge war. Eine Stütze und die zugehörigen Seilträger, in denen die Tragseile festgekeilt sind, stellt Abb. 17 nach einer Zeichnung v. Dückers²⁾ dar.

Man kann die Metzger Anlage höchstens als Vorläufer der heutigen Bahnen nach dem Zweiseilsystem betrachten, das außer den doppelten Tragseilen und dem umlaufenden Zugseil noch eine Anzahl weiterer Einrichtungen besitzt, die erst einen dauernden und wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten. Hierher ist im Gegensatz zur Bahn Metz—Sablon namentlich die freie Auflagerung der Seile auf den Tragschuhen zu rechnen, durch die in Verbindung mit der für jedes Tragseil unabhängigen, freihängenden Trageils Spannvorrichtung alle Längenänderungen der Tragseile ausgeglichen werden. Dazu tritt die Zugseilanspannung durch ebenfalls frei hängende Gewichte, die die während des Betriebes unausbleiblichen Dehnungen des Zugseiles unschädlich macht. Und schließlich ist von wesentlicher Bedeutung das enge Zusammenrücken der Laufräder der einzelnen Fahrzeuge und die pendelnde Aufhängung der Wagenkasten an den Laufwerken, wodurch nicht nur beliebige Steigungen des Geländes oder der Linienführung, sondern auch die sich jedesmal vor den Auflagerschuhen an den Stützen bildende Steigung ohne Gefährdung und Beschädigung der Tragseile überwunden wird. Alle diese wichtigen zu dem deutschen System gehörenden Einzelheiten waren bei der Metzger Anlage noch nicht vorhanden. Sie war daher zweifellos ein Fehlschlag, was von den in Betracht kommenden Behörden sehr wohl erkannt wurde und dazu führte, daß Anlagen dieser Art nie wieder verwandt wurden. Hieraus erklärt sich auch der Umstand, daß zwischen den v. Dückerschen Konstruktionen und der heutigen Zweiseilsehwebbahn jeder organische Zusammenhang fehlt.

18. Die Bremsseilbahn Königs.

In demselben Jahr, in dem v. Dücker seine Bahn errichtete, baute König im Schlierental des Kantons Unterwalden eine Bremsseilbahn von 2100 m Gesamtlänge und dem Gefälle 1 : 3, um Holz aus einem sonst unzugänglichen Wald herunterzuschaffen³⁾. Es war eine Fortentwicklung der älteren, namentlich von Hohenstein gebauten Seilriesen, die in der Gesamtanordnung der vier Jahre früher von Cypher ausgebildeten Anlage ziemlich genau entsprach, nur waren die Einzelheiten äußerst roh zusammengeschlagen. Als Stützen dienten zum Teil vorhandene Bäume und dergleichen, an denen entsprechend der Anordnung von Hodgson für das englische Seilbahnsystem Rollen zur

¹⁾ Mitteilungen, herausgeg. vom Ingenieurkomitee, Heft 19, Berlin 1874.

²⁾ Dieterich: Die Erfindung der Drahtseilbahnen. Leipzig 1908.

³⁾ Fankhauser: Die Drahtseilriesen. Bern 1873.

Auflagerung der Tragseile angebracht wurden. Erst später ersetzte man sie durch Tragschuhe, nachdem die Seile aus den Rollen öfter herausgesprungen waren.

Wie mangelhaft die Einzelheiten durchgebildet waren, zeigt am besten die Angabe, daß bei dem doch recht erheblichen Gefälle der Anlage die herabgehende Last das Dreifache der hinaufgezogenen betragen mußte, damit die Wagen nicht auf der Strecke stehenblieben.

19. Adolf Bleichert.

Eigentliche Fortschritte machte der Drahtseilbahnbau nur dort, wo sich ausgebildete Maschineningenieure seiner Durchbildung zuwandten.

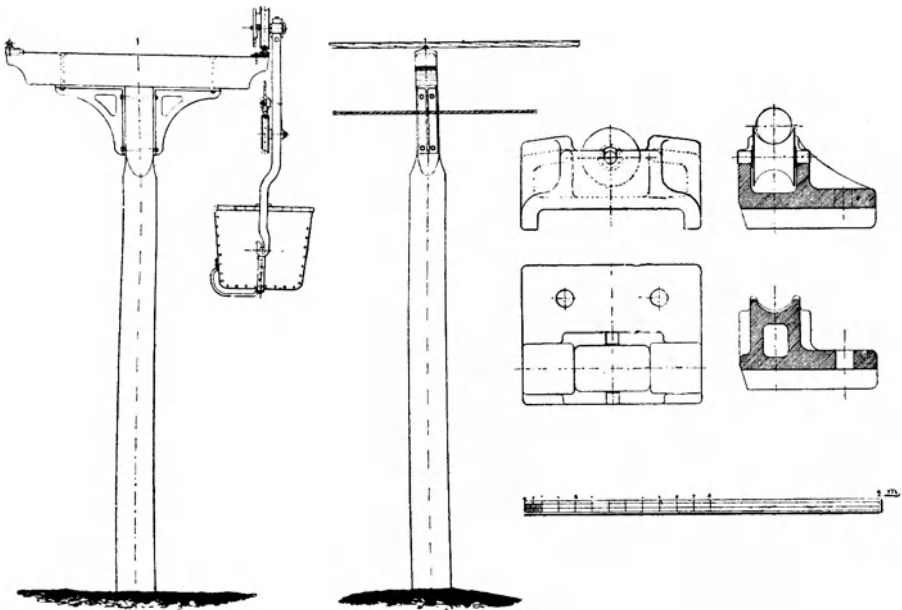


Abb. 18. Bleichertscher Entwurf einer Stütze.

So brachte Hodgson das völlig durchkonstruierte und gut arbeitende englische System heraus, das freilich im allgemeinen nur für ziemlich kleine Förderleistungen wirklich vorteilhaft ist, und betrieb den Bau und die Herstellung aller Einzelteile als Sondergeschäftsweig.

In Deutschland war es der Maschineningenieur Adolf Bleichert, der in den Jahren 1870 und 71 die Einzelheiten der Zweiseilbahn zum ersten Male sorgfältig ausarbeitete, so daß daraufhin ebenfalls die laufende Sonderherstellung begonnen werden konnte.

Seine ersten Entwürfe zeigen schon alle noch jetzt gebräuchlichen Formen, wenn auch bei den zuerst geförderten kleinen Lasten in verhältnismäßig leichter Ausführung. Zum Vergleich mögen die Abb. 18 und 19 dienen, deren erste die Gesamtanordnung einer Bleichert-

sehen Stütze mit dem eine Knotenkupplung besitzenden Wagen und in größerem Maßstab den Auflagerschuh mit einer zur Verminderung der Reibung eingelegten Tragrolle wiedergibt, während die zweite Endspannvorrichtung der Tragbahn mittels angehängter Gewichte

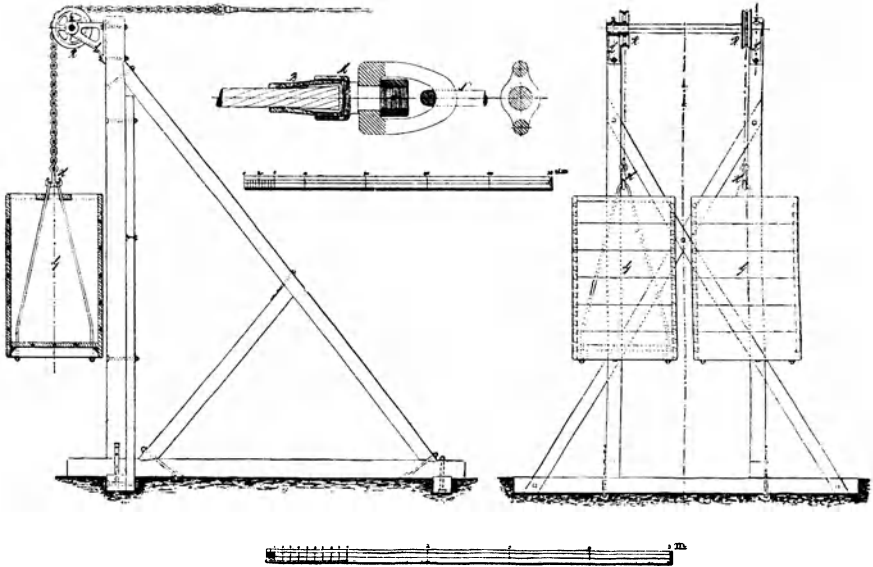


Abb. 19. Bleichterscher Entwurf einer Endspannvorrichtung.

darstellt. Auch die selbsttätige Zugseilspannvorrichtung wurde von Bleichert schon damals genau so angegeben, wie sie jetzt noch von manchen englischen Konstrukteuren bevorzugt wird. Alle Einzelheiten des Systems wurden dem Erfinder durch das D. R. P. 2934 geschützt.

Seine erste zur Ausführung gekommene Bahn in Teutschenthal

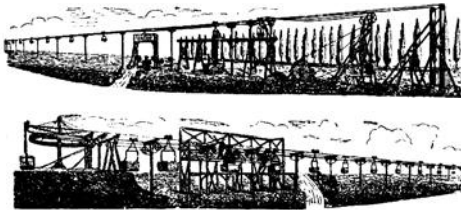


Abb. 20. Erste Bleichtersche Drahtseilbahn in Teutschenthal.

bei Halle entwarf Bleichert als Oberingenieur der Halle-Leipziger Maschinenbau A.-G. in Schkeuditz im Jahre 1873. Einen bald nach ihrer Fertigstellung 1874 veröffentlichten Holzschnitt zeigt die Abb. 20, allerdings sehr verkleinert. Ihr folgte die Versuchsbahn auf der Ziegelei Brandt in Leipzig-Gohlis, wo weitere Ver-

besserungen erprobt wurden und die heute in der ganzen Welt angewendete Zweiseilsystem bildet — mag man es nun Bleichtersches oder deutsches Seilbahnsystem nennen. Kurz darauf traten Bleichert und der Betriebsingenieur Otto aus dem Dienst der Halle-Leipziger Maschinenbau A.-G. aus und eröffne-

ten ein gemeinsames Ingenieurbureau ausschließlich für den Bau von Drahtseilbahnen. Sie trennten sich jedoch nach etwa zwei Jahren, und Otto errichtete bald darauf in Schkeuditz eine selbständige Firma.

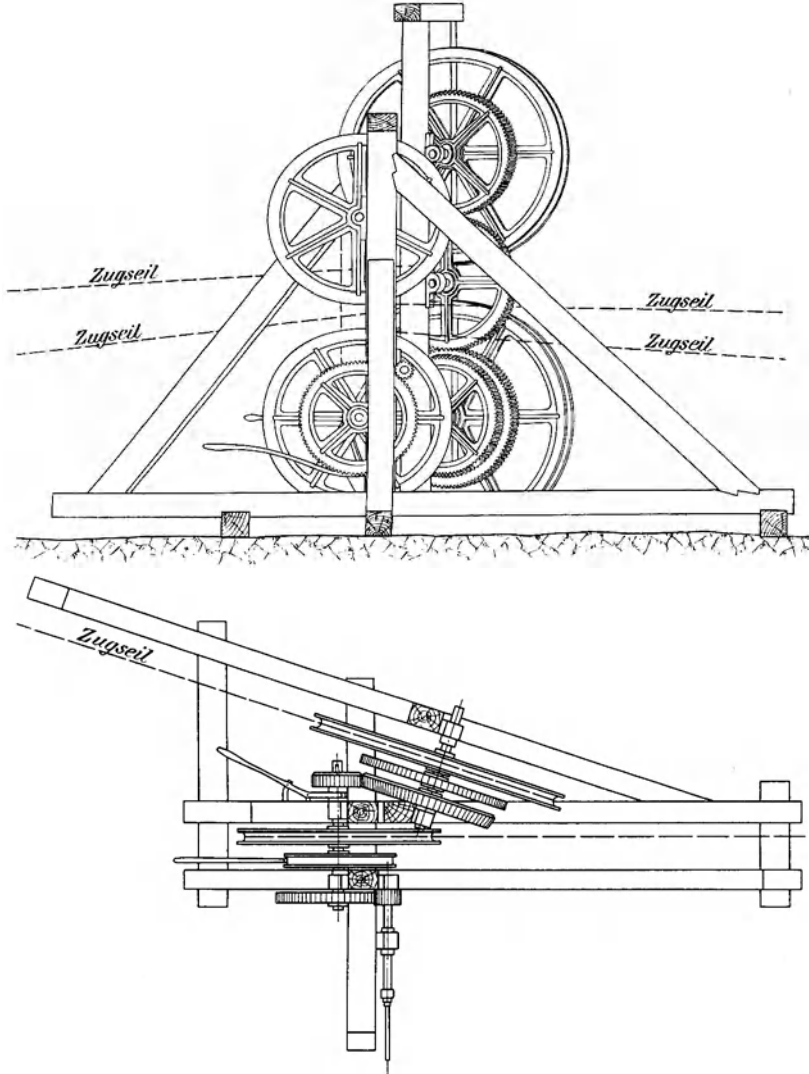


Abb. 21. Bruchpunkt der Mölleschen Seilbahn.

20. Die Bahn von Mühle bei Minden.

Natürlich dauerte es einige Zeit, bis die Firma Bleichert-Otto in weiteren Kreisen bekannt wurde, und so kam es, daß inzwischen noch verschiedene Einzelanlagen von anderer Seite gebaut wurden, die in mancher Beziehung einen Rückschritt bedeuten. Durch eine recht

ausführliche Veröffentlichung¹⁾ ist die von Mölle in der Mitte der 70er Jahre bei Minden angelegte, 920 m lange Seilbahn allgemeiner bekannt geworden. Sie überschritt dicht hinter dem Steinbruch, aus dem Sandsteine zur Weser zu fördern waren, einen 34 m hohen Berg Rücken und besaß auf der Strecke zwei Bruchpunkte. Mit dem Übersetzungsgetriebe an jenen Stellen waren die Bremsvorrichtungen verbunden, die die Geschwindigkeit der infolge ihres Gefälles selbsttätig arbeitenden Teilstrecken regelten (Abb. 21). Auf der Strecke befanden sich immer 10 Wagen. Die einzelnen Zugseile waren offen und wurden mit ihren Endkauschen einfach in Haken gelegt, die an den Seilbahnwagen befestigt waren. Die betreffende Teilstrecke mußte also zum An- und Abkuppeln der Wagen stets stillgesetzt werden, so daß zur Bedienung der Anlage 15 Mann erforderlich waren. Die heute so wichtige Ersparnis an Bedienungspersonal hatte demnach damals noch keine besondere Bedeutung.

Auffällig ist, daß das Längsprofil und die Stützenverteilung der Bahn fast völlig einer modernen Ausführung entspricht. Es wurde dies einfach durch Probieren erreicht, indem das ganze Profil im Maßstabe 1 : 50 an einer Wand aufgetragen und nun die Größe der Spannungsgewichte und die günstigste Lage der Stützen mit Messingketten und Belastungsgewichten ermittelt wurde, die zu dem Gewicht der Kette in demselben Verhältnis standen wie die Höchstlast 1500 kg zu dem Gewicht des Stahlseiles von 23 mm Durchmesser.

21. Die weitere Entwicklung der Drahtseilbahntechnik und -industrie.

Gleichzeitig mit Bleichert hatte Obach in Wien die Konstruktion der Drahtseilbahnen deutschen Systems durchgearbeitet und auf verschiedene Einzelheiten österreichische Privilegien genommen (vgl. S. 19 und 125). Er baute 1873 seine erste Bahn von etwa 4 km Länge zum Transport von Kohlen in Krastnigg (Südsteiermark). Die Fahrbahn für die 250 kg betragenden Lasten bestand schon aus Spiralseilen von der heute noch gebräuchlichsten Zerreißfestigkeit.

In dem regen Wettbewerb der drei ersten Firmen, A. Bleichert & Co. in Leipzig und den inzwischen eingegangenen Th. Otto & Comp. sowie Obach in Österreich, erfolgte in kurzer Zeit die wissenschaftliche und praktische Durchdringung aller in Frage kommender Verhältnisse. Ihnen gesellte sich im Jahre 1877 die Maschinenfabrik A. W. Mackensen in Schoeningen (jetzt in Magdeburg), und 1880 die von J. Pohlig in Köln zu.

Seitdem gilt Deutschland als führend auf diesem Sondergebiet der Technik, dem sich inzwischen noch verschiedene andere Firmen gewidmet haben.

Das englische Seilbahnsystem, das in der von Hodgson übernommenen Form nur für geringe Leistungen und einfache Gelände- verhältnisse vorteilhaft zu verwenden war, ist seit 1890 durch Roe verbessert worden. Es wurde dann in den letzten Jahren bei den so-

¹⁾ Mölle: Schwebende Bahn bei Minden. Leipzig 1877.

genannten Feldseilbahnen nach mancher Richtung noch weiter durchgebildet, woran wieder die Firmen A. Bleichert & Co. und J. Pohlig A.-G. wesentlichen Anteil hatten.

c) Das Wesen der Zweiseil-Drahtseilbahn.

22. Die Fahrbahn.

Das schematische Bild der Abb. 22 enthält alles Wesentliche zur Veranschaulichung der von Bleichert und Obach durch ihre ersten Konstruktionen und Patente aus den Jahren 1873 und 74 — die 1877 zum Teil zu deutschen Reichspatenten umgewandelt bzw. erweitert wurden — in die technische Praxis eingeführten Zweiseilbahnen. Als Fahrbahn dienen zwei parallel ausgespannte Tragseile, die an dem einen Ende fest verankert sind und auf der freien Strecke in passenden Abständen von eisernen oder hölzernen Stützen getragen werden. Sie werden am anderen Ende wieder über Ablenkungsschuhe, die an dem Einlauf der Endstation angebracht sind, nach der Mitte abgelenkt, dort über Rollen geführt und durch daran angehängte Spannungswichte belastet, so daß sie unter allen Umständen bei jeder Belastungs- und Temperaturänderung die gleiche Spannung erhalten. Die nur in bestimmten Längen angelieferten Seile werden mit zusammengeschaubten Trageiseilkupplungen zu einem durchlaufenden Strang verbunden. Auf dem einen Seil verkehren die vollen Wagen von der Beladestation nach der Entladestelle, auf dem anderen Seil kehren sie leer zurück. In den Stationen sind die beiden Fahrbahnen durch gebogene Hängebahnschienen verbunden, so daß ein vollkommen in sich geschlossener Ring entsteht.

23. Das Zugseil.

Zur Bewegung der Wagen dient ein endloses, beständig in demselben Sinne umlaufendes Zugseil, das in den Stationen um große Endseilscheiben geführt wird und woran die Wagen in regelmäßigen Abständen angeklemmt werden. Die eine Antriebsscheibe wird mit Hilfe einer Kegelräderübersetzung von einer Hauptwelle oder besonderen Antriebsmaschine aus bewegt, falls die Bahn nicht hinreichend Gefälle besitzt, um selbsttätig zu arbeiten.

Die Endseilscheibe in der Gegenstation wird als Spannscheibe beweglich auf einem in der Bahnachse verschieblichen Schlitten angeordnet und steht unter dem Einfluß eines Spannungswichtes, wenn diese Station um einen bestimmten Höhenunterschied tiefer liegt als die andere. Anderenfalls muß die Spannvorrichtung für das Zugseil, die infolge der mit der Zeit eintretenden Verlängerung des Seiles stets erforderlich ist, mit dem Antrieb oder der Bremsscheibe zusammengelegt werden.

Hinter der Aus- und Einlaufstelle jeder Station sind besondere Kuppelrichtungen angebracht, in denen das Zugseil durch kleinere Rollen so geführt wird, daß es sich von selbst in die Kupplungsbacken der Wagen einlegt bzw. daraus heraushebt. Gleichzeitig werden bei neuzeitlichen Bahnen die Kupplungsapparate der Wagen an diesen

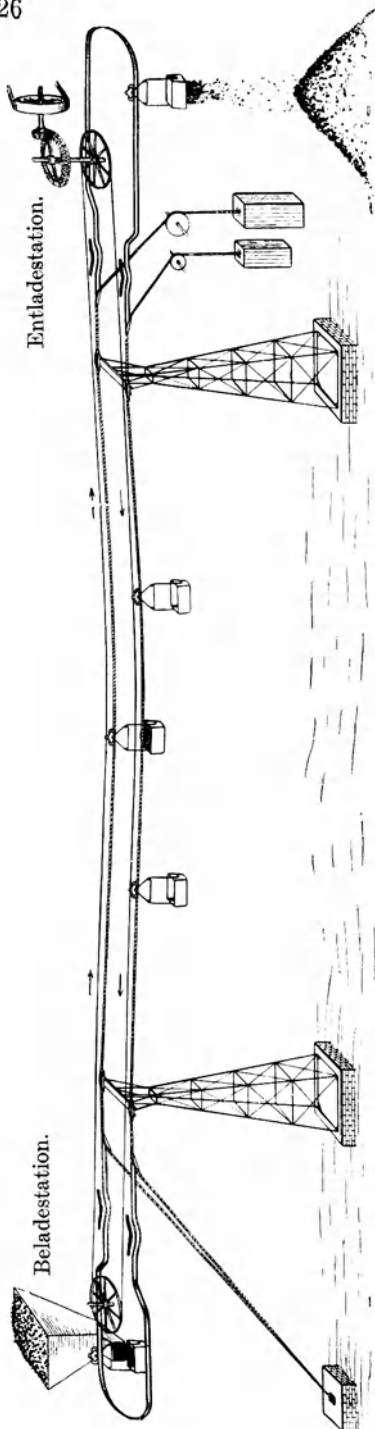


Abb. 22. Schema der Drahtseilbahnen deutsches System.

Stellen mittels Kuppelschienen oder dergleichen ebenfalls selbsttätig geschlossen oder geöffnet.

Auf der Strecke wird das Zugseil, soweit es nicht schon von den Wagen getragen wird, auf den Tragseilstützen von Zugseiltragrollen aufgenommen, die sich gewöhnlich dicht unterhalb des von den Wagen bestrichenen Raumes befinden.

24. Die Wagen.

Sie haben meistens zwei möglichst dicht hintereinander angeordnete, mit tiefen Laufrillen versehene Räder, so daß sie im Winde frei nach der Seite auspendeln können. Das seitwärts herunterhängende Gehänge ist an einem Mittelbolzen derart befestigt, daß es seinerseits in der Fahrtrichtung beliebig auspendeln kann. Hierdurch wird die ziemlich tief unter dem Tragseil aufgehängte Last bis zu einer gewissen Grenze völlig frei im Raum beweglich, was für die Sicherheit der Förderung von hohem Wert ist.

Die Ausbildung der am Gehänge befestigten Kästen und dergleichen zur Aufnahme des Fördergutes richtet sich nach den besonderen Anforderungen, die das Material und die örtlichen Betriebsverhältnisse stellen. In den meisten Fällen sind es Blechkästen, die an zwei Tragzapfen in Haken des Gehänges ruhen und nach Auslösung einer Halteklau selbsttätig auskippen. Ihre Beladung geschieht häufig aus Füllrumpfen in die von Hand daruntergeschobenen Wagenkästen.

Die Einzelheiten werden in den folgenden Abschnitten noch ausführlich erörtert werden.

II. Die Konstruktionseinzelheiten.

a) Die Seile.

25. Die offenen Spiralseile.

Für die Laufbahnen wählt man, je nach der Größe des Rad-
druckes, der Menge der stündlich zu befördernden Wagen und den
sonstigen Bau- und Betriebsverhältnissen der Bahn Seile verschiedener
Bauart. Bei Lastseilbahnen sind es stets grobdrähtige Spiralseile,
so genannt, weil die einzelnen Drähte nach einer einfachen Schrauben-

linie gebogen sind, die ja im gewöhn-
lichen Leben durchweg als
Spirale bezeichnet wird.

Die ältesten und meist
benutzten Laufseile sind
die offenen Seile, wovon
die Abb. 23 ein Probestück

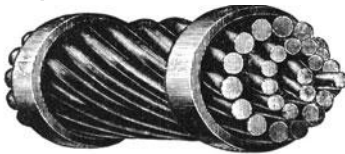


Abb. 23. Offenes Spiralseil.

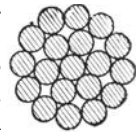


Abb. 24.

19drähtige offene Spiralseile.

Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Größte Länge L m
15	3,0	1,34	1,13	600
16	3,2	1,53	1,28	650
17	3,4	1,72	1,45	600
18	3,6	1,93	1,62	580
19	3,8	2,15	1,83	520
20	4,0	2,39	2,00	470
21	4,2	2,63	2,21	430
22	4,4	2,89	2,42	390
23	4,6	3,16	2,65	350
24	4,8	3,44	2,90	320
25	5,0	3,73	3,13	300
26	5,2	4,02	3,40	280
27	5,4	4,35	3,65	250
28	5,6	4,68	3,95	240
29	5,8	5,02	4,25	225
30	6,0	5,37	4,55	210
31	6,2	5,74	4,80	195
32	6,4	6,11	5,15	180
33	6,6	6,50	5,50	170

in der Ansicht zeigt. Da die Berührungsfläche zwischen Rad und Draht der punktförmigen nahe kommt, so ist nur ein verhältnismäßig hartes Drahtmaterial brauchbar. Es werden also bei neuzeitlichen Anlagen stets sorgfältig gehärtete Drähte aus bestem Flußstahl von mindestens 9000, meist 12000 und oft sogar 14500 kg/cm² Zerreißfestigkeit genommen.

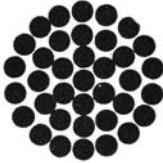


Abb. 25.

Für kleinere Einzellasten, besonders für die Leerseite der Seilbahn, genügt ein 19-drahtiges Seil, das über dem Kerndraht eine Lage von 6 und darüber eine zweite, entgegengesetzt geschlagene, von 12 Drahten besitzt (Abb. 24). Es wird in Stärken bis 33 mm Durchmesser bei 3 bis 6,6 mm Drahtdurchmesser laufend hergestellt.

37-drahtige offene Spiralseile.

Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Größte Länge L m
27	3,85	4,30	3,65	490
28	4,00	4,65	3,9	490
29	4,14	4,97	4,2	420
30	4,28	5,32	4,5	390
31	4,42	5,67	4,8	370
32	4,57	6,07	5,2	350
33	4,71	6,44	5,45	320
34	4,85	6,83	5,75	310
35	5,00	7,26	6,1	280
36	5,14	7,67	6,45	270
37	5,28	8,09	6,85	260
38	5,42	8,59	7,2	250
39	5,57	9,01	7,6	230
40	5,71	9,46	8,0	220
41	5,85	9,93	8,4	210
42	6,00	10,45	8,8	200

Bei größeren Lasten wird meist die 37-drahtige Konstruktion gewählt, die noch eine Außenlage von 18 Drahten enthält und laufend von 27 bis 42 mm Durchmesser geliefert wird. Den Querschnitt eines solchen Seiles gibt die Abb. 25 wieder. Gewöhnlich haben die beiden inneren Drahtlagen über dem Kerndraht denselben Drall und die äußere Lage hat den entgegengesetzten. Da also gleichviel Drähte nach links und rechts gewunden sind, so sind diese Seile nahezu frei von Verdrehungsbestrebungen.

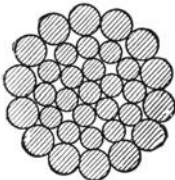


Abb. 26. Seil mit stärkerer Außenlage.

Verhältnismäßig selten kommt die in den Abb. 23 und 26 dargestellte Anordnung zur Verwendung, die über dem 19-drahtigen Kern eine Lage von nur 14 entsprechend stärkeren Drahten aufweist. Sie bietet den Vorteil, daß die dem Raddruck unmittelbar ausgesetzten Drähte dicker sind und demnach nicht so leicht bis zum Verschleiß abgenutzt werden können.

Natürlich ist bei gleichem Durchmesser der Querschnitt geringer als der eines 37dräftigen Seiles, und das ist der Grund, weswegen man die Bauart mit durchweg gleichen Drähten vorzieht.

Der Flechtwinkel ω , unter dem die Drähte gegen die Seilachse geneigt sind, beträgt gewöhnlich zwischen 15° und 20° . Für die den Kerndraht umgebende Lage wählt man oft $\operatorname{tg}\omega = 0,275$, für die äußere des 19dräftigen Seiles etwa $\operatorname{tg}\omega = 0,30$. Beim 37dräftigen Seil haben die beiden inneren Lagen meist denselben Winkel $\operatorname{tg}\omega = 0,275$, dagegen die äußere vielfach $\operatorname{tg}\omega = 0,36$.

Die Drähte des offenen Seiles dürfen keine Löt- oder Schweißstellen enthalten, deren Festigkeit im Durchschnitt geringer ist als die der benachbarten Drahtteile. Denn reißt einmal eine solche Stelle, so wickeln sich die beiden Enden des harten und völlig frei liegenden Drahtes unter Umständen auf mehrere Meter Länge ab und stören dann den Betrieb der Bahn ganz erheblich. Die Seile werden deshalb in ganz bestimmten Längen angeliefert, die sich daraus ermitteln, daß das Gesamtgewicht eines einzigen zusammenhängenden Drahtes etwa 48 bis 50 kg nicht überschreitet. Werden nur Drähte von etwa 40 kg Einzelgewicht verseilt, so sind die nach Angaben von Felten & Guilleaume in den Zusammenstellungen aufgeführten größten Seillängen bei den 19dräftigen Seilen um 20 vH, bei den 37dräftigen um 16 vH zu verringern. Zu bemerken ist ferner, daß Drähte in der ganzen harten Beschaffenheit von i. M. 14 500 kg/cm² Zerreißfestigkeit nur in den Stärken bis zu 5,3 mm hergestellt werden.

Eine weitere Eigentümlichkeit der offenen Seile ist die, daß sie häufige und kräftige Schmierung verlangen, weil sonst bei den Hin- und Herbiegungen unter der wandernden Last Regenwasser leicht bis ins Innere des Seiles eindringen kann.

26. Die verschlossenen Spiralseile.

Sie sind nach verschiedenen Richtungen günstiger, aber freilich auch teurer als die offenen Seile. Ihr Hauptmerkmal bilden die S-förmigen Profildrähte der äußeren Schicht, unter der sich vielfach noch eine Lage Keildrähte befindet, die einen recht dichten Verschuß des aus Runddrähten bestehenden Seilinneren gewährt (Abb. 27 und 28). Bei gleichem äußeren Durchmesser d besitzen diese Seile einen wesentlich größeren Drahtquerschnitt F als die offenen. Im Mittel gilt hier $F \sim 0,685 d^2$, gegenüber $F \sim 0,60 d^2$ bei den 19dräftigen und $F \sim 0,605 d^2$ bei den 37dräftigen offenen Seilen.

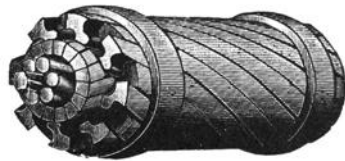


Abb. 27. Verschlossenes Spiralseil.

Über die angegebenen Stärken hinausgehende Seile (für Kabelbahnen) enthalten gewöhnlich zwei Lagen Keildrähte. Für sie gilt im Durchschnitt $F = 0,66 d^2$.

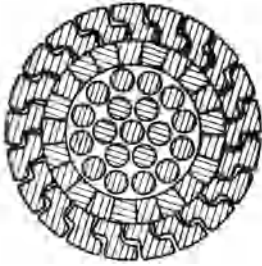


Abb. 28.

Eine andere, etwas billigere Ausführung der verschlossenen Seile ist die der Abb. 29 ohne die Lage der keilförmigen Drähte. Allerdings werden bei den schwächeren Durchmessern die etwas zu hohen S-Drähte durch die Biegungsspannungen, die sie erfahren (s. Absatz 41), auf der unzugänglichen Innenseite besonders ungünstig beansprucht, so daß man gewöhnlich nur die größeren Durchmesser dieser Bauart nimmt.

Verschlossene Seile mit Keildrähten.

Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
20	2,77	2,23	33	7,40	6,15
21	3,01	2,50	34	8,01	6,50
22	3,26	2,65	35	8,56	7,00
23	3,61	2,95	36	8,88	7,30
24	3,89	3,30	37	9,50	7,80
25	4,26	3,55	38	9,75	8,00
26	4,74	3,90	39	10,50	8,60
27	4,93	4,25	40	10,90	8,95
28	5,30	4,40	41	11,82	9,45
29	5,74	4,80	42	12,04	10,00
30	6,26	5,20	43	12,78	10,30
31	6,76	5,55	44	13,10	10,80
32	6,86	5,70	45	13,97	11,30

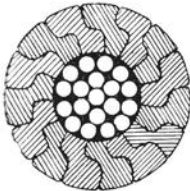


Abb. 29.

Wegen der verwickelteren Gestalt der Formdrähte ist es nicht möglich, sie aus so hartem Material zu ziehen wie Runddrähte. Es wird deshalb für diese Seile nur Flußstahldraht von 9500 kg/cm² sowie 12 000 kg/cm² Zerreißfestigkeit benutzt.

Verschlossene Seile ohne Keildrähte.

Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
20	2,66	2,3	33	7,15	5,9
21	2,73	2,4	34	7,37	6,3
22	3,00	2,6	35	8,45	6,8
23	3,33	2,95	36	8,66	7,1
24	3,50	3,2	37	9,25	7,5
25	3,95	3,45	38	9,72	7,95
26	4,53	3,7	39	10,24	8,35
27	4,71	3,9	40	10,70	8,8
28	5,08	4,25	41	11,27	9,1
29	5,50	4,5	42	11,74	9,6
30	5,75	4,8	43	12,32	10,0
31	6,37	5,3	44	12,69	10,3
32	6,61	5,5	45	13,57	11,0

Um einer im Laufe der Zeit etwa steigenden Beanspruchung der inneren Drähte gerecht zu werden, können jedoch die Runddrähte etwas härter, etwa mit um 10 vH höherer Zerreißfestigkeit, genommen werden.

Außer der glatten, dem Verschleiß viel weniger ausgesetzten Oberfläche bieten sie noch den Vorteil, daß bei einem Drahtbruch die freien Enden nicht aus der Seiloberfläche heraustreten können. Es sind also auch Schweißstellen in den Drähten zulässig, und die in einem Stück lieferbare Seillänge hängt nur von Transportrcksichten ab.

27. Die halbverschlossenen Spiralseile.

Sie nähern sich sowohl im Preis als auch in der Beanspruchung der einzelnen Drähte wieder den offenen Seilen, bieten dagegen fast dieselbe glatte Oberfläche wie die verschlossenen. Den Querschnitt der schwächeren Ausführungen zeigt die Abb. 30, während die stärkeren noch eine weitere Lage von Runddrähten über dem Kern haben. In der äußeren Lage wechseln also Profildrähte mit Runddrähten ab, und ein geringer, praktisch gar nicht bemerkbarer Nachteil dieser Bauart liegt darin, daß die Beanspruchung der in dieser Lage befindlichen Drähte ihrer verschiedenen Form wegen nicht genau dieselbe ist. Die Hauptwerte dieser Seile enthält die folgende Zusammenstellung, wie die vorhergehenden ebenfalls nach Angaben von Felten & Guilleaume.

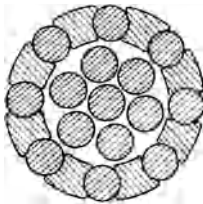


Abb. 30.

Halbverschlossene Spiralseile.

Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
20	2,59	2,3	30	5,84	5,0
21	2,78	2,5	31	6,17	5,3
22	3,09	2,8	32	6,63	5,7
23	3,34	3,0	33	7,15	6,2
24	3,65	3,3	34	7,53	6,5
25	3,94	3,5	35	7,77	6,7
26	4,32	3,9	36	8,29	7,1
27	4,66	4,1	37	8,82	7,6
28	5,05	4,4	38	9,16	7,9
29	5,51	4,8	39	9,68	8,3
			40	10,48	9,1

Auch bei den Seilen mit Profildrähten in der oder den äußersten Lagen beträgt der Flechtwinkel innen etwa 15° und in der äußeren Lage etwa 20°.

Man verwendet jetzt die verschlossenen Seile fast allgemein für die beladene Bahnseite, wenn die Größe der Nutzlast über 350 bis 400 kg hinausgeht, oder wenn bei kleineren Lasten die Wagen dicht aufeinander

folgen. Bei scharfen Übergängen der Bahnlinie über Bergkuppen, wo der Zugseildruck den Raddruck unter Umständen recht erheblich erhöht, werden ausschließlich Seile mit glatter Oberfläche genommen, wenn man nicht etwa gar den Übergang aus festen Hängebahnschienen herstellt.

28. Die Litzen-Zugseile.

Als Zugseile werden allgemein Litzenseile genommen

Bei Aufzügen, Kranen und dergleichen verwendet man wohl ausschließlich Seile im Kreuzschlag nach Abb. 31. Bei ihnen ist der Drall der Litzen entgegengesetzt dem der einzelnen Drähte in den Litzen und nur wenig größer; i. M. ist etwa $\operatorname{tg} \omega \approx 0,40$. Infolgedessen verlaufen die äußeren Drähte des Seiles ziemlich genau in Richtung der Seilachse; der Unterschied beträgt meist nur 2° bis 3° . Dem oberflächlichen Anschein nach wird hierdurch die Zugkraft möglichst direkt



Abb. 31. Kranseil in Kreuzschlag.



Abb. 32. Zugseil in Gleichschlag.

aufgenommen; man vergißt aber dabei, daß die innenliegenden Drähte ungefähr die doppelt so große Neigung gegen die Seilachse haben müssen, als der Einzeldrall beträgt. Bei der Biegung des über irgendeine Scheibe oder Trommel laufenden Seiles federn die innen dicht bei der Biegungsachse gelegenen Drahtteile sehr gut, aber die äußeren, die nicht federn können und daher die größte Dehnung erfahren, werden viel zu hoch beansprucht. Die Folge ist die allgemein bekannte, ungenügende Haltbarkeit dieser Seile, der nur der Vorteil gegenübersteht, daß ihr Bestreben, sich aufzudrehen, ein gut Teil kleiner als bei den Seilen mit Gleichschlag, sich aber doch immer noch bemerkbar macht.

Im Drahtseilbahnbau wurde von Anfang an der Gleichschlag mit gleichlaufendem Drall der Litzen und Drähte genommen. Hier verlaufen die auf der Hanfseele aufliegenden Drähte annähernd parallel zur Seilachse, und die äußeren haben damit die Summe der beiden Drallwinkel, wie die Abb. 32 deutlich erkennen läßt. Sie sind infolge der wesentlich günstigeren Biegungsverhältnisse bedeutend haltbarer¹⁾ und haben

¹⁾ Woernle: Maschinenbau 1924.

außerdem eine glattere Oberfläche als die Kreuzschlagseile, so daß sie unter dem Angriff der Wagenkupplungen weniger leiden und ihrerseits den Lederbelag der Antriebsseilscheiben mehr schonen.

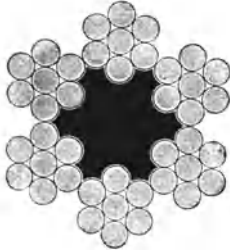


Abb. 33.

42drähtige Litzenseile im Längsschlag.

Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
9	1,0	0,33	0,31	15	1,6	0,84	0,78
10	1,1	0,40	0,37	16	1,7	0,95	0,88
11	1,2	0,48	0,44	17	1,8	1,07	0,99
12	1,3	0,56	0,52	18	1,9	1,19	1,10
13	1,4	0,65	0,60	19	2,0	1,32	1,22
14	1,5	0,74	0,69	20	2,1	1,46	1,34

Haltbarkeit, wenn der Scheibendurchmesser i. M. um 20 vH größer genommen wird, als bei den Seilen von 12 000 kg/cm² Zerreißfestigkeit.



Abb. 34.

72drähtige Litzenseile im Längsschlag.

Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
13	1,0	0,57	0,53	21	1,6	1,45	1,36
14	1,1	0,68	0,65	22	1,7	1,63	1,54
15	1,2	0,81	0,77	23	1,8	1,83	1,72
16	1,3	0,96	0,90	24	1,9	2,03	1,92
18	1,4	1,11	1,04	26	2,0	2,25	2,13
19	1,5	1,27	1,20	27	2,1	2,50	2,35

Im Betriebe verlängert sich das Seil dadurch, daß die Drahtlitzen sich strecken und dabei immer mehr in die Hanfseele hinein-

drücken, so daß der Durchmesser des Seiles unter Umständen um mehrere Millimeter abnimmt. Bei den besonders großen Seilscheiben der Drahtseilbahnen liegt kein Anlaß vor, hier die biegsameren und noch mehr nachgebenden Litzen-seile mit Hanfseelen in jeder Litze zu verwenden.

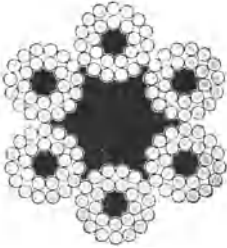


Abb. 35.

Dagegen sind bei Kabelkränen die Seilscheiben der Lasthubseile dieselben, wie im Kranbau üblich; und auch die Umlenkungs-scheiben der Katzenfahrseile werden entsprechend klein ausgeführt. Man wählt dafür also gewöhnlich die Seile gemäß Abb. 35, die zur Zeit nur im Kreuzschlag hergestellt werden. Für das Material gelten dieselben Angaben wie oben.

144drähtige Litzen-seile im Kreuzschlag.

Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m	Durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
9	0,49	0,27	0,26	14	0,76	0,65	0,65
10	0,55	0,34	0,34	15	0,82	0,76	0,74
11	0,61	0,42	0,41	16	0,89	0,89	0,87
12	0,64	0,46	0,46	17	0,94	1,00	0,97
12,5	0,68	0,52	0,51	18	0,99	1,11	1,08
13	0,71	0,57	0,56				

29. Die dreikantlitzigen Seile.

In den Spannstationen müssen an die naturgemäß wenig biegsamen Tragsseile Litzen-seile von entsprechend großem Drahtquerschnitt angeschlossen werden, die über die Ablenkungsrollen gehen und an den freien Enden die Spannungsträger tragen (s. Absatz 57). Am günstigsten sind dafür die dreikantlitzigen Seile mit fast ganz glatter Außenfläche und einer Hanfseele, deren Querschnitt die Abb. 36 wiedergibt.

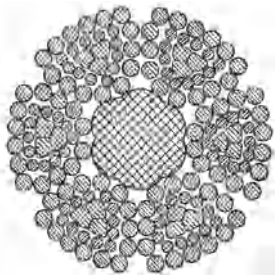


Abb. 36.

Jede der 6 Litzen besitzt einen aus 3 Dreikantdrähten zusammengesetzten Kern, um den erst eine Lage dünner Runddrähte und darauf eine zweite stärkerer Runddrähte derart gelegt ist, daß die einzelnen Litzen mit annähernd geraden Flächen aneinanderstoßen. Die Formdrähte haben

bei der Ausführung von Felten & Guilleaume eine Zerreißfestigkeit von 10 000 kg/cm², die Runddrähte eine solche von 13 000 bzw. 18 000 kg/cm².

Dreikantlitzige Seile.

Seil- durchmesser d mm	Anzahl und Stärke δ der		Querschnitt F		Gewicht q kg/m
	inneren	äußeren	der Rund- Drähte	aller	
	Rundstärke		cm ²	cm ²	
25	11 zu 1,10	11 zu 1,90	2,49	2,82	2,6
26,5	11 „ 1,15	11 „ 2,05	2,85	3,25	2,9
28,5	11 „ 1,25	11 „ 2,15	3,20	3,64	3,3
30	9 „ 1,41	12 „ 2,14	3,42	3,85	3,6
32	9 „ 1,68	12 „ 2,30	4,18	4,79	4,2
34	12 „ 1,55	14 „ 2,12	4,31	5,05	4,5
36	12 „ 1,70	14 „ 2,25	4,96	5,95	5,3
38	12 „ 1,77	14 „ 2,40	5,56	6,60	5,9
40	12 „ 1,84	14 „ 2,52	6,09	7,21	6,5
42	12 „ 1,92	14 „ 2,65	6,71	7,97	7,0
44	12 „ 2,00	14 „ 2,75	7,24	8,59	7,9
46	12 „ 2,16	15 „ 2,70	7,78	8,37	8,3
48	12 „ 2,25	15 „ 2,80	8,60	10,24	9,1
50	12 „ 2,44	15 „ 2,85	9,26	11,16	10,3
52	12 „ 2,50	15 „ 2,91	9,91	12,05	11,0

30. Die flachlitzigen Seile.

Bevor die dreikantlitzigen Seile eingeführt wurden, nahm man gewöhnlich flachlitzige Seile von dem in Abb. 37 veranschaulichten Querschnitt. Sie haben ungefähr dieselbe glatte Außenfläche, jedoch sind die Drähte, die unmittelbar über die flachen Litzenkerne geschlagen sind, je nach ihrer Lage zum Kern besonders ungünstig beansprucht und federn bei der Biegung nicht gleichmäßig genug.

Lange Jahre wurde der Anschluß durch Ketten bewirkt, die jedoch, wie alle Gliederketten, infolge der ständigen kleinen Bewegungen an den Berührungsstellen der Glieder zu schnell verschleifen.

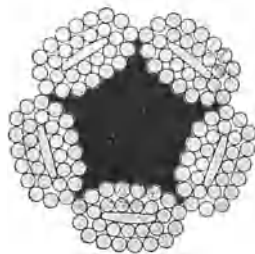


Abb. 37.

31. Die „Herkules“-Seile.

Bei den ersten Schwebbahnen zur ausschließlichen Beförderung von Personen auf Berggipfel wurden von den beaufsichtigenden Behörden so große Sicherheiten vorgeschrieben, daß die sonst üblichen Tragseile, die sich anderweitig bestens bewährt hatten, ausscheiden mußten, weil sie zu steif sind und daher bei zu geringer Zugspannung zu hohe Biegungsbeanspruchungen erleiden (s. Absatz 141). Man war deshalb genötigt, ein Litzenseil zu nehmen, das aber möglichst die guten Eigenschaften der Spiralseile besaß, also jedenfalls keine Hanfseele enthalten durfte. So gelangte man zu der „Herkules“-Bauart der St. Egydyer Eisen- und Stahl-Industrie-Gesellschaft, bei der jeder Draht des 19drähtigen Spiralseiles durch eine 7drähtige Litze ersetzt ist, wie Abb. 39 angibt. Sie wird deshalb wohl auch als Litzen-Spiralseil bezeichnet.

Um das Aufdrehbestreben möglichst zu beseitigen, werden diese Seile stets im Kreuzschlag hergestellt, wie die Ansicht der Abb. 38

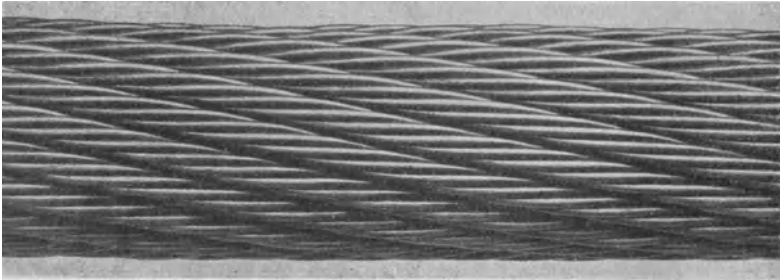


Abb. 38. „Herkules“-Seil (St. Egydy).

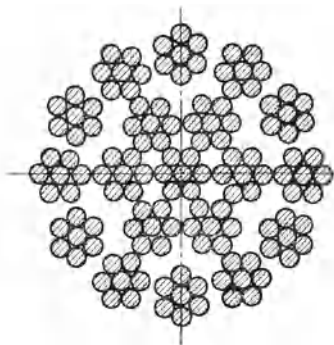


Abb. 39.

zeigt, die die zweite Bauart, bestehend aus 19 Litzen von je 12 Drähten, wiedergibt. Da die Benutzung der Personenbahnen sehr viel geringer ist als die der Lastbahnen, so ist der Oberflächenverschleiß trotz der fehlenden Glätte unbedeutend.

Geliefert werden diese Seile mit 15 000, 16 500, 18 000 kg/cm² Zerreißfestigkeit. Meistenteils wird die mittlere Festigkeit gewählt.

„Herkules“- Seile.

Seil- durchmesser d mm	Drahtstärke δ mm	Drahtzahl i	Seil- querschnitt F cm ²	Gewicht q kg/m
34	2,2	19 · 7	5,05	4,35
36	2,4	19 · 7	6,00	5,2
38	2,5	19 · 7	6,52	5,7
40	2,6	19 · 7	7,05	6,15
42	2,8	19 · 7	8,20	7,1
44	2,9	19 · 7	8,79	7,65
46	3,0	19 · 7	9,40	8,2
48	3,2	19 · 7	10,67	9,3
50	3,3	19 · 7	11,35	9,9
52	3,4	19 · 7	12,05	10,5
54	3,6	19 · 7	13,50	11,8
56	2,8	19 · 12	14,05	12,2
58	2,9	19 · 12	15,05	13,0
60	3,0	19 · 12	16,15	14,0
62	3,1	19 · 12	17,20	15,0
64	3,2	19 · 12	18,40	15,9

32. Die Tragseilkupplungen.

Die einzelnen angelieferten Seilabschnitte müssen durch Muffenkupplungen miteinander verbunden werden, deren Hülsen aus Gußstahl bestehen, damit die Laufbahn an der Verbindungsstelle so wenig als möglich verdickt wird.

Bei der älteren, auch jetzt noch viel angewendeten Bauart nach Abb. 40 wird das Seil an passender Stelle gut mit Bindedraht abgebunden und dann die Kupplungsmuffe darübergeschoben. Darauf schneidet man das Seilende auf richtige Länge ab, aber so, daß die einzelnen Drahtlagen etwas verschiedene Länge erhalten, biegt die

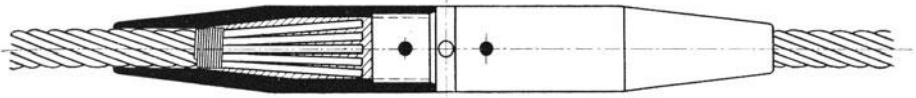


Abb. 40. Vergossene Tragseilkupplung (Pohlig).

Drähte vorsichtig auseinander, reinigt sie, ohne dazu etwa Säure zu benutzen, von der anhaftenden Seilschmiere und reibt sie mit Schmirgelleinen blank. Dann werden die Enden je 1 cm umgeschlagen und gut verzinnt. Hiernach wird die Hülse in die endgültige Lage zum Seilende zurückgeschoben und etwas erwärmt, jedenfalls nicht so stark, daß sich Anlauffarben zeigen. Jetzt ist die harte Weißmetallegerung einzugießen, und zwar genau bis zum Ausfüllen der Muffe bis an das Schraubgewinde. Nachdem beide Muffen so mit den Seilenden fest verbunden sind, wird das Mittelstück mit Rechts- und Linksgewinde dazwischengeschraubt und schließlich mit zwei vernieteten Stiften gesichert.

Eine einfache Rechnung ergibt den durch die Seilspannkraft S kg auf die Innenwand der vergossenen Kupplung hervorgebrachten Druck zu

$$q = \frac{\frac{1}{8} S}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \frac{a}{d} \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \mu) \cdot \left(1 + \frac{a}{d} \cdot \operatorname{tg} \alpha\right)} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2},$$

Hierin bedeuten noch

d den Seildurchmesser in cm,

$a \approx 2,5 d$ die Länge des Innenkonus in cm,

$\operatorname{tg} \alpha \approx 0,1$ die Neigung des Innenkonus,

$\mu \approx 0,2$ die Reibungsziffer zwischen der Wandung und den Seildrähten.

Ist ferner

K_z die Zerreißfestigkeit des Drahtmaterials in $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$,

\mathcal{C} die angenommene Bruchsicherheit,
so folgt mit den obigen Zahlenwerten:

$$q \approx \frac{1}{10} \cdot \frac{K_z}{\mathcal{C}}$$

Bei der Ausführung von A. Bleichert & Co. wird das auf der Baustelle lästige Eingießen der Metallegierung vermieden, indem die einzelnen in einem Kreis liegenden Drähte *a, b, c* des Seiles gegeneinander und die Muffenwand durch ringförmige Stahlkeile gedrückt werden, die zweibzw. bei stärkerem Seildurchmesser dreiteilig sind. Die Abb. 41 zeigt diese Bauart für ein Seil mit zwei Drahtlagen über dem Kern, während die Abb. 42 dieselbe für ein Seil mit drei Drahtlagen veranschaulicht. Beide Muffenhälften *H* werden durch das Schraubstück *M* fest miteinander verbunden und noch durch eingetriebene Dorne gesichert.

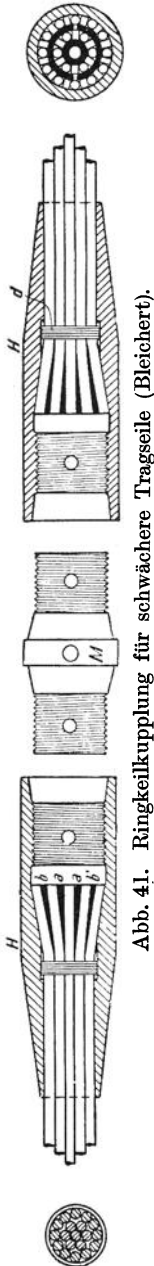


Abb. 41. Ringkeilkupplung für schwächere Tragselle (Bleichert).

Gegenüber den mit Weißmetall ausgegossenen Kupplungen bietet die Bleichertsche den Vorteil, daß kein Erwärmen von Muffen und Seilenden auf der Baustelle nötig ist, die leicht zu weit getrieben werden kann und dann zum Ausglühen der Drähte und zu einer Verringerung ihrer Festigkeit führt, oder die auch zu gering bleibt, so daß die Legierung leere Zwischenräume läßt, die die Festigkeit der Verbindung gefährden.

Von Kaiser & Co. werden die Ringkeile aus einem Stück hergestellt und die Drahtenden zur weiteren Sicherung noch umgebogen und dann durch darübergeschobene Ringe am Zurückbiegen und damit die Drähte am Herausrutschen gehindert, wie die Abb. 43 angibt. Freilich wird die Baulänge der Muffe dadurch vergrößert.

Ein Nachteil der Ringkeilkupplungen ist, daß bei nicht völlig gleicher Stärke der einzelnen Seildrähte, was bisweilen vorkommt, wie die praktischen Erfahrungen lehren, diese von den Ringkeilen nicht gleichmäßig gefaßt werden. Die mehrteiligen Ringkeile verhalten sich in dem Falle natürlich günstiger als die einteiligen.

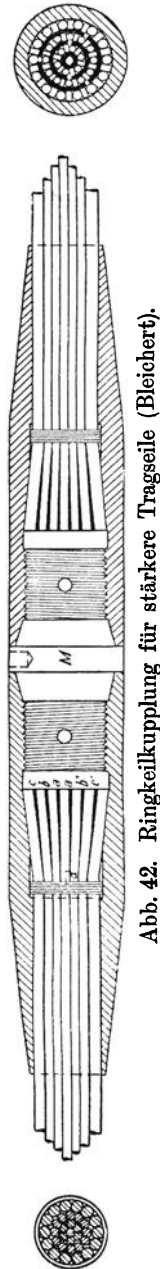


Abb. 42. Ringkeilkupplung für stärkere Tragselle (Bleichert).

Das Gewicht einer Trageilkupplung beträgt je nach der Seilstärke etwa 6,5 bis 50 kg. Ungefähr kann man ansetzen:

$$G_{kg} = 1,1 \cdot d_{cm}^{2,5}.$$

Die Muffen können natürlich nicht ganz scharf nach dem Ende auslaufen. Um nun den beim Auf- und Ablafen der Wagen auftretenden

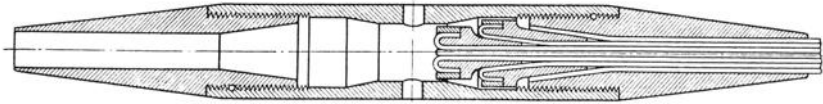


Abb. 43. Ringseilkupplung mit Sicherungsringen (Kaiser & Co.).

Stoß zu mildern, sitzen bei einer neueren Anordnung von J. Pohlig A.-G. auf beiden Seiten der Trageilkupplung von ihr unabhängige, bewegliche Muffenstücke, die scharf nach vorn auslaufen und zur Sicherung ihrer Lage durch eine unter der Kupplung angebrachte Zugstange verbunden werden.

Die „Herkules“-Seile werden nach den behördlichen Vorschriften stets in einem Stück angeliefert und aufgelegt. Die Drahtenden werden, wo erforderlich, elektrisch zusammengeschweißt; und man achtet natürlich darauf, daß diese Schweißstellen sich über eine große Seillänge verteilen. Sie bedeuten dann keine Schwächung des Seiles.

33. Der Anschluß der dreikantlitzigen Seile.

Ihre Verbindung mit den Trageilen erfolgt ebenfalls durch Muffenkupplungen. Dabei werden die Litzen einfach nach Wegnahme der Hanfseele durch einen eingetriebenen Dorn gegen die Muffenwand gepreßt.

Die Befestigung am Spanngewicht geschieht entweder auch wieder vermittle einer Muffenkupplung oder durch eine hinreichend große Seilkausche.

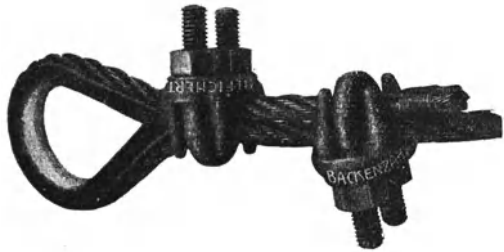


Abb. 44. Seilkausche mit Backenzahnklammern (Bleichert).

Statt wie früher das Seilende nach Umführung um die Kausche einzuspleißen, schließt man jetzt die Verbindung schneller und einfacher mit zwei Backenzahnklammern, etwa nach Abb. 44. Die Verbindung ist so fest, daß gewöhnlich eher das Seil nachgibt und zerreißt als die Seilklammer¹⁾. Wesentlich für diese Wirkung ist das richtige Material der Klammer, ein verhältnismäßig weicher, aber recht zäher Flußstahl.

¹⁾ Uhlands prakt. Masch.-Konstr. 1916.

Backenzahn - Seilkammer (Bleichert).

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Seilstärke . . . mm	6	10	14	17	21	26	32	38	44	50
	9	13	16	20	25	31	37	43	49	56
Gewicht kg	0,16	0,42	0,65	1,08	1,83	3,1	5,4	7,0	10,1	12,5
Festwert 1/t	1,34	1,16	1,00	0,88	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71	0,70

Die angestellten Versuche ergaben, daß eine von *i* Bleichertschen Backenzahnklammern zusammengehaltene Verbindung erst rutscht, wenn die Seilspannkraft

$$S = \frac{i^2}{c} t$$

beträgt, worin der Festwert *c* der obigen Zusammenstellung zu entnehmen ist.

34. Die Spleißung der Zugseile.

Die je nach der Stärke in mehr oder weniger großen Längen angelieferten Zugseilstücke müssen durch Spleißung zu einem endlosen Ring von genau passender Länge zusammengesetzt werden. Nach einer Vorschrift von J. Pohlig A.-G. sind zur Spleißung der sechslitzigen Seile auf jedem Seilende 60 Schlaglängen, d. h. Windungen der von den Litzen gebildeten Schraubenlinie nötig.

Dazu gehören bei Seilen bis zu 10 mm Stärke auf jedem Ende etwa 2,5 m, bei Stärken von 10 bis 20 mm 3,5 m, darüber hinaus 4,5 m. Die Länge wird am besten ausgezählt.

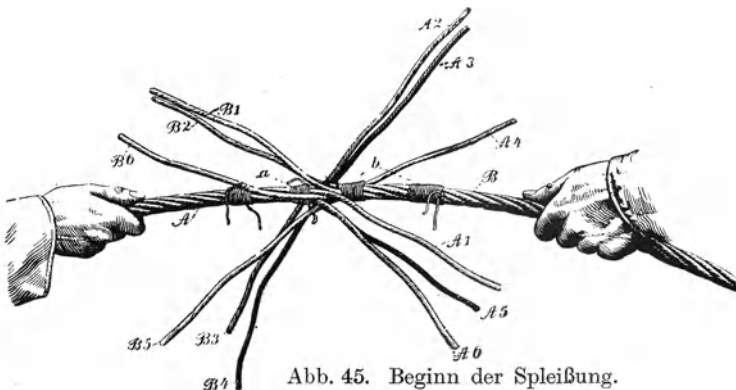


Abb. 45. Beginn der Spleißung.

Dahinter wird dann je ein kurzer Drahtbund gesetzt, bis zu dem die beiden Seilenden *A* und *B* aufgedreht werden, ohne daß dabei die einzelnen Litzen verbogen werden; vielmehr ist die Erhaltung der ursprünglichen Schraubenform der Litzen von wesentlicher Bedeutung. Die frei werdenden Stücke der Hanfseelen werden bis zu den Drahtbunden abgeschnitten und dann die Litzen beider Seilenden gegenseitig bis an die abgebundenen Stellen so ineinander gesteckt, wie man etwa beim Falten der Hände die Finger zusammenlegt (Abb. 45).

Nachdem dann der Drahtbund *a* am Seilende *A* entfernt ist, wird etwa die Litze *A 1* bis auf 50 Schlaglängen aus dem Seil herausgewunden und an ihre Stelle die in diese Richtung fallende Litze *B 1* des Seiles *B* genau passend eingelegt. Schließlich werden beide Seillitzen *A 1* und *B 1* auf etwa 10 Schlaglängen abgeschnitten und, damit sie sich bei der weiteren Arbeit nicht wieder lösen, mit einer Drahtschlinge leicht an das Seil angebunden (Abb. 46). Nun wird eine Litze überschlagen und

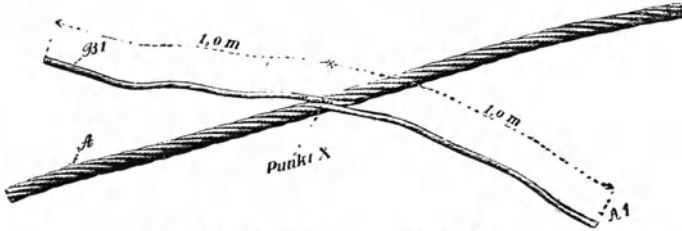


Abb. 46. Weiterführung der Spleißung.

A 3 durch *B 3* in gleicher Weise ersetzt, wobei aber die Litze *A 3* nur auf 30 Schlaglängen aus ihrem Seil herausgewickelt wird. Die freien Enden werden wieder auf etwa 10 Schlaglängen gekürzt und vorläufig festgebunden. Ebenso wird mit den Litzen *A 5* und *B 5* verfahren, jedoch wird *A 5* nur auf 10 Schlaglängen gelöst. Darauf wird der Bund *b* am Seil *B* geöffnet, die Litze *B 2* auf 50 Schlaglängen heraus-

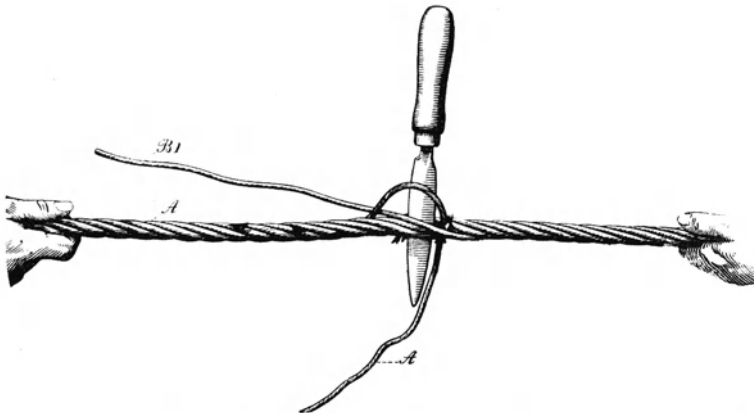


Abb. 47. Durchstecken der Litzenenden.

gewunden und durch *A 2* ersetzt, darauf *B 6* auf 30 Schlaglängen herausgenommen und dafür *A 6* eingelegt und schließlich *B 4* auf 10 Schlaglängen gelöst und ihr Raum durch Einlegen der Litze *A 4* wieder gefüllt.

Beim Herausnehmen der 50 ersten Schlaglängen auf jeder Seite wird die Hanfseele vorteilhaft gleich bis auf 60 Schlaglängen durchgeschnitten und in mehrere kürzere Stücke zerteilt, während sie noch an ihrem Platz liegen bleibt. Um die noch freien Enden aller Litzen

zu verspleißen, wird jetzt auf jeder Seite der betreffenden Kreuzungsstelle je eine mit Handgriffen versehene Schelle in höchstens einer Schlaglänge Abstand von der Kreuzung fest auf das Seil geschraubt und dann das dazwischenliegende Seilstück mit den Handgriffen so weit aufgedreht, daß man leicht mit der Spleißahle zwischen den einzelnen Litzen durchfahren kann. Die Litze *A* wird nun unmittelbar hinter der Kreuzungsstelle neben der Gegenlitze *B* mit Hilfe der Spleißahle quer durch das Seil gesteckt, wie Abb. 47 angibt, und entsprechend auf der anderen Seite die Litze *B*, nachdem vorher an der Stelle die Hanfseele entfernt worden ist.

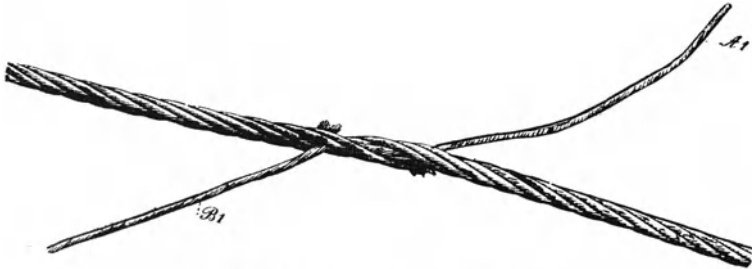


Abb. 48. Durchgesteckte Litzenenden.

Wenn die beiden durchgesteckten Litzenenden mit der Spleißzange ordentlich fest angezogen sind, ergibt sich so das Bild der Abb. 48. Der Rest der vorstehenden Litze wird so weit abgeschnitten, daß er gerade ausgestreckt bis halb an die nächste Kreuzungsstelle reicht, und mit einem entsprechend dicken Faden geteereten Hanfes umwickelt, der vorher entfernten Hanfseele entnommen werden kann, damit sie im Innern des Seiles größere Reibung und infolgedessen mehr Halt hat. Die Litze wird dann mit Hilfe der Spleißahle an Stelle der herausgeschnittenen Hanfseele in das Seil eingelegt. Wenn so alle 6 Kreuzungsstellen bearbeitet worden sind, wird schließlich das Ganze mit einem Kupferhammer auf hölzerner Unterlage gut rund geklopft.

b) Die Berechnung der Seile.

35. Die Kettenlinie.

Jedes nur durch sein Eigengewicht belastete Seil hängt zwischen seinen Unterstützungen nach einer Kettenlinie durch.

Es bezeichnet im folgenden stets (Abb. 49):

S die an irgendeiner Stelle des Seiles auftretende Spannkraft in kg,

H ihre wagerechte Seitenkraft in kg,

S_{\max} die größte im Seil auftretende Spannkraft in kg,

S_m die in der Mitte des ausgespannten Seiles wirkende Spannkraft in kg,

F den Gesamtquerschnitt der Drähte des Seiles in cm^2 ,

K_z die Zerreißfestigkeit des Seilmaterials in kg/cm^2 ,
 \mathcal{S} den Sicherheitsgrad, der an der Stelle der gröſsten Spann-
kraft S_{max} noch besteht,
 q das Gewicht des Seiles in kg/m ,
 $\gamma = 7,86$ das Einheitsgewicht des Drahtmaterialies in kg/dm^3 ,
 ξ den Verseilungsfaktor,

der angibt, wieviel
länger die verwendeten
Drähte sind als das
daraus gefertigte Seil,
 l den geraden Abstand
zweier Stützpunkte
in m,

l_{K_1} bzw. l_{K_2} die Länge
der Kettenlinie vom
Scheitelpunkt bis zum
Aufhängepunkt A bzw.
 B in m,

l_p die Länge der Ersatzparabel zwischen den beiden Aufhänge-
punkten A und B in m,

a den wagerecht gemessenen Abstand zweier Stützpunkte in m,

h den lotrecht gemessenen Abstand zweier Stützpunkte in m,

y_0 die Höhe des Scheitelpunktes über der Nullachse in m,

x_1 bzw. x_2 den auf der Nullachse gemessenen Abstand der Auf-
hngepunkte A bzw. B vom Scheitelpunkt in m,

y die Höhe der betreffenden Seilstelle über der Nullachse der
Kettenlinie in m,

f den lotrechten Durchhang des Seiles in der Mitte von l in m,

φ den Neigungswinkel eines Elementes der Kettenlinie gegen die
wagerechte Nullachse.

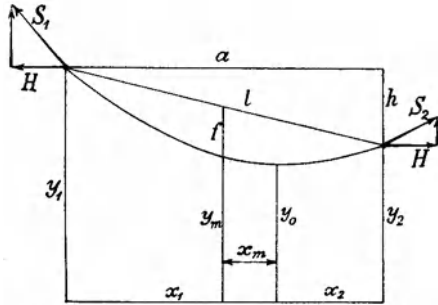


Abb. 49. Durchhang der Kettenlinie.

Dann gilt bekanntlich für die Kettenlinie der Zusammenhang

$$S = q \cdot y.$$

Ferner bestehen die Beziehungen

$$\mathcal{S} \cdot S_{\text{max}} = F \cdot K_z \quad \text{und} \quad 10 q = F \cdot \gamma \cdot \xi.$$

Durch die Verbindung beider erhält man

$$\mathcal{S} \cdot S_{\text{max}} = q \cdot \frac{10 K_z}{\gamma \cdot \xi}.$$

Nun bezeichnet $\frac{10 K_z}{\gamma \cdot \xi} = R$ eine in Metern gemessene Länge, diejenige,
die das senkrecht herabhängende Seil haben müßte, um infolge seines
Eigengewichtes an der oberen Befestigungsstelle zu zerreißen, die so-
genannte Reißlänge.

Da diese Länge nur von Zahlen abhängig ist, die die Bauart des
Seiles und das Drahtmaterial betreffen, so ist die Reißlänge für alle
Seile von gleicher Konstruktion und Materialbeschaffenheit dieselbe.

Die Reißlänge der Seile.

Art der Seile	Zerreißfestigkeit R_z	Mittlerer Verseilungs- faktor ξ	Reißlänge R
Offene Seile 19 drhtig	9 000 kg/cm ²	1,070	10 700 m
	12 000 „		14 270 „
	14 500 „		17 250 „
Offene Seile 37 drhtig	9 000 kg/cm ²	1,076	10 650 m
	12 000 „		14 190 „
	14 500 „		17 150 „
Verschlossene Seile mit einer Lage Keildrähte	9 500 kg/cm ²	1,05	10 510 m
	12 000 „		14 450 „
Verschlossene Seile mit Runddrähten im Innern	9 500 kg/cm ²	1,104 bis 25 mm \varnothing 1,045 von 26 mm \varnothing	10 950 u. 11 560 m
	12 000 „		13 850 u. 14 600 m
Halbverschlossene Seile	9 500 kg/cm ²	1,14 (20—27 mm \varnothing) 1,10 (28—40 mm \varnothing)	10 610 u. 10 990 m
	12 000 „		13 400 u. 13 900 m
Litzenseile 6 Litzen von je 7 Drähten 6 Litzen von je 12 Drähten	12 000 kg/cm ²	1,205	12 670 u. 12 590 m
	14 500 „		15 310 u. 15 200 m
	16 000 „	1,213	16 910 u. 16 780 m
	18 000 „		19 000 u. 18 880 m
„Herkules“-Seile	15 000 kg/cm ²	1,105	17 270 m
	16 500 „		19 000 „
	18 000 „		20 720 „

Wird noch beachtet, daß die Form der Kettenlinie nur von dem Abstand des Scheitelpunktes von der Achse abhängt, so folgt aus der Verbindung der beiden Gleichungen $S = q \cdot y$ und $S_{\max} = \frac{q \cdot R}{c}$, daß bei gleichem Sicherheitsgrad und derselben Lage der Endpunkte die Kettenlinie für alle Seile gleicher Art und gleichen Materials dieselbe Form hat. Eine einfache Überlegung ergibt ferner, daß die wagerechte Seitenkraft H an jeder Stelle des Seiles denselben Wert hat.

Schließlich gilt noch

$$y = \frac{H}{q \cdot \cos \varphi} = y_0 \cdot \frac{1}{\cos \varphi},$$

$$\frac{x_1}{y_0} \pm \frac{x_2}{y_0} = \frac{a}{y_0},$$

je nach der Neigung von l ,

$$l_{K_1} = \frac{H}{q} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = y_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1,$$

$$l_{K_2} = \frac{H}{q} \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = y_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2.$$

Werte von $\operatorname{tg} \varphi$ (obere Zeile) und $\frac{1}{\cos \varphi}$ (untere Zeile).

$\frac{x}{h_0}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0701	0801	0901
	1,0000	0001	0002	0005	0008	0013	0018	0025	0032	0041
0,1	0,1002	1102	1203	1304	1405	1506	1607	1708	1810	1911
	1,0050	0061	0072	0085	0098	0113	0128	0145	0162	0181
0,2	0,2013	2115	2218	2320	2423	2526	2629	2733	2837	2941
	1,0201	0221	0243	0266	0289	0314	0340	0367	0395	0423
0,3	0,3045	3150	3255	3360	3466	3572	3678	3785	3892	4000
	1,0453	0484	0516	0549	0584	0619	0655	0692	0731	0770
0,4	0,4108	4216	4325	4434	4543	4653	4764	4875	4986	5098
	1,0811	0852	0895	0939	0984	1030	1077	1125	1174	1225
0,5	0,5211	5324	5438	5552	5666	5782	5897	6014	6131	6248
	1,1276	1329	1383	1438	1494	1551	1609	1669	1730	1792
0,6	0,6367	6485	6605	6725	6846	6967	7090	7213	7336	7461
	1,1855	1919	1984	2051	2119	2188	2258	2330	2402	2476
0,7	0,7586	7712	7838	7966	8094	8223	8353	8484	8615	8748
	1,2552	2628	2706	2785	2865	2947	3030	3114	3199	3286
0,8	0,8881	9015	9150	9286	9423	9561	9700	9840	9981	0122
	1,3374	3464	3555	3647	3740	3835	3932	4029	4128	4229
0,9	1,0265	0409	0554	0700	0847	0995	1144	1294	1446	1598
	1,4331	4434	4539	4645	4753	4866	4973	5085	5199	5314

36. Die Ersatzparabel.

In den meisten Fällen kann die Kettenlinie mit großer Genauigkeit durch eine einfache Parabel angenähert werden. Das trifft bei den im Drahtseilbahnbau üblichen Spannkraften immer zu, wenn beide Aufhängpunkte A und B annähernd in derselben Höhe liegen, und stets bei den Trageilen, selbst bei den größten praktisch vorkommenden Spannweiten und Höhenunterschieden.

Man erhält dann einfach den Durchhang in der Mitte zu

$$f_1 = \frac{q \cdot l \cdot a}{8 \cdot H} = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot S_m} = \frac{l^2}{8 \cdot \left(\frac{R}{\mathfrak{C}} - \frac{h}{2} \right)}.$$

Für die zahlenmäßige Ausrechnung ist der letztere Ausdruck der bequemste.

Die Formel vereinfacht sich noch, wenn der lotrechte Stützenabstand h im Verhältnis zum wagerechten a klein ist, so daß $l \infty a$ gesetzt werden kann. Man erhält in dem Falle

$$f_1 = \frac{q \cdot a^2}{8 \cdot H} = \frac{a^2 \cdot \mathfrak{C}}{8 \cdot R}.$$

Die Länge der Seilparabel beträgt

$$l_P = l_0 \cdot \left[1 + \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{a \cdot f_1}{l^2} \right)^2 - 6,4 \cdot \left(\frac{a \cdot f_1}{l^2} \right)^4 \right].$$

Im allgemeinen erübrigt sich die Berechnung außer bei großen Spannweiten. Denn die elastische Verlängerung des Seiles gleicht gewöhnlich (s. S. 51) den Fehler völlig aus, der entsteht, wenn die ganze Seillänge einfach durch Addition der geraden Stützpunktabstände l bestimmt wird.

Für die annähernde Aufzeichnung der Parabel aus dem Durchhang f ist die Tangentenkonstruktion der Abb. 50 am vorteilhaftesten.

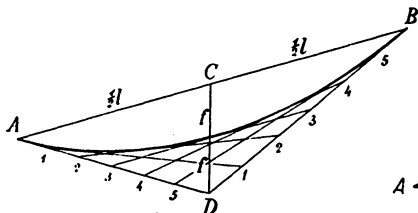


Abb. 50.

Umhüllungskonstruktion der Parabel.

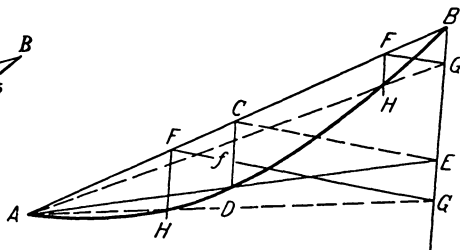


Abb. 51.

Punktkonstruktion der Parabel.

Will man einzelne Punkte genau festlegen, so ist die Konstruktion nach Abb. 51 günstiger. Man zieht die Gerade AD bis an die Lotrechte durch B , die sie in E trifft. Dann wird durch den Punkt F , in dem die Lotrechte der betreffenden Stelle die Strecke AB schneidet, eine Parallele zu CE gezogen, die BE im Punkte G trifft. Die Verbindungslinie AG schneidet dann in H den gesuchten Parabelpunkt ab.

37. Die Lastwegparabel.

Da das Tragseil bei allen größeren Ausführungen nur an einem Endpunkt festgemacht wird, so vergrößern die daran hängenden Wagenlasten noch den in Absatz 36 berechneten Durchhang.

Bewegt sich nur eine Einzellast P kg darüber, so erhält das jetzt als gewichtslos gedachte Seil an der Angriffsstelle der Last einen Knick — wenigstens in der Vereinfachung der ersten Annäherung — und weicht dort am meisten von der geraden Verbindungslinie der Stützpunkte ab. Eine einfache Rechnung ergibt dann, daß der Weg der Last ebenfalls eine Parabel ist, deren Gesamtdurchhang beträgt

$$f = f_1 \left(1 + \frac{2 \cdot P}{q \cdot l} \right).$$

Befinden sich i Wagen vom Einzelgewicht P_0 kg im gleichmäßigen Abstand c auf dem fraglichen Seilabschnitt von der wagerecht gemessenen Länge a , so ergibt sich der Durchhang der Lastwegparabel aus derselben Formel, wenn nur gesetzt wird

$$P = P_0 \cdot \left[i - \frac{c}{2a} \cdot (i^2 - 1) \right].$$

Man macht übrigens nur einen sehr kleinen Fehler, wenn man die Einzellasten gleichmäßig über die Länge l verteilt rechnet, also ansetzt

$$f = f_1 \cdot \left(1 + \frac{i \cdot P_0}{q \cdot l}\right).$$

38. Zwei Rechnungsbeispiele.

Um zu zeigen, daß die Ersatzparabel die wirkliche Lage eines Tragseiles mit einer Genauigkeit angibt, die weit über die sonst von technischen Rechnungen verlangte hinausgeht, werde die Berechnung für die in der Wagerechten gemessene Spannweite $a = 432$ m und das Gefälle $h = 128$ m durchgeführt. Das offene Spiralseil von $d = 35$ mm Durchmesser, $F = 7,26$ cm² Querschnitt, $q = 6,1$ kg/m Eigengewicht und $K_z = 12\,000$ kg/cm² Zerreißfestigkeit soll mit $\mathfrak{C} = 4$ facher Sicherheit verlegt sein.

Man erhält mit $R = 14\,190$ m Reißlänge nach der Zusammenstellung auf S. 44 sogleich den Durchhang

$$f_1 = \frac{432^2 + 128^2}{8 \cdot \left(\frac{14190}{4} - \frac{128}{2}\right)} = \frac{203008}{8 \cdot 3483,5} = 7,28 \text{ m.}$$

Ferner die Spannkraft an der oberen Befestigungsstelle

$$S_1 = F \cdot \frac{K_z}{\mathfrak{C}} = 7,26 \cdot \frac{12000}{4} = 21\,780 \text{ kg}$$

und die an der unteren

$$S_2 = S_1 - q \cdot h = 22\,260 - 780 = 21\,000 \text{ kg.}$$

Die Seillänge beträgt

$$l_p = \sqrt{203008} \cdot \left[1 + \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{432 \cdot 7,28}{203008}\right)^2 - 6,4 \cdot \left(\frac{432 \cdot 7,28}{203008}\right)^4\right],$$

$$\begin{aligned} l_p &= 450,566 \cdot (1 + 0,00060 - 0,00000032) \\ &= 450,566 + 0,270 = 450,836 \text{ m.} \end{aligned}$$

Man erkennt, da die der Ersatzparabel zugrunde liegende Annahme der gleichmäßigen Verteilung des Gewichtes q über die Gerade $l = 450,566$ m mit sehr groer Annäherung erfüllt ist. Das letzte Glied des Klammerausdruckes in l_p braucht man nur bei sehr groſſen Spannweiten zu berücksichtigen.

Es werde jetzt die entsprechende Rechnung für das Zugseil von $d = 13$ mm Stärke, $F = 0,65$ cm² Querschnitt und $q = 0,62$ kg/m Eigengewicht angestellt, das an der oberen Stelle bei $K_z = 12\,000$ kg/cm² Zerreißfestigkeit $\mathfrak{C} = 10$ fache Sicherheit habe.

Dann ist die Spannung oben

$$\sigma_1 = \frac{12000}{10} = 1200 \text{ kg/cm}^2,$$

die Spannung unten

$$\sigma_2 = \sigma_1 - \frac{h \cdot q}{F} = 1200 - \frac{128 \cdot 0,62}{0,65} = 1078 \text{ kg/cm}^2.$$

Bei der starken Neigung liegt der Scheitelpunkt der Kettenlinie außerhalb der unteren Auflagerstelle und man wählt:

Annahme 1:

$$y_0 = 1120 \text{ m},$$

also

$$\frac{a}{y_0} = \frac{432}{1120} = 0,3858$$

und

$$\sigma_0 = 1120 \cdot \frac{0,62}{0,65} = 1069 \text{ kg/cm}^2.$$

Dann wird

$$\frac{1}{\cos \varphi_1} = \frac{1200}{1069} = 1,123; \quad \frac{1}{\cos \varphi_2} = \frac{1078}{1069} = 1,008,$$

mithin nach der Zahlentafel auf S. 45

$$\frac{x_1}{y_0} = 0,4696, \quad \frac{x_2}{y_0} = 0,1262.$$

Der Unterschied beträgt somit

$$\frac{a}{y_0} = 0,3434, \quad \text{um } 0,0424 \text{ zu klein.}$$

Annahme 2:

$$y_0 = 1125 \text{ m},$$

also

$$\frac{a}{y_0} = \frac{432}{1125} = 0,3822$$

und

$$\sigma_0 = 1125 \cdot \frac{0,62}{0,65} = 1073 \text{ kg/cm}^2.$$

Dann wird

$$\frac{1}{\cos \varphi_1} = \frac{1200}{1073} = 1,1195; \quad \frac{1}{\cos \varphi_2} = \frac{1078}{1073} \approx 1,005,$$

mithin nach der Zahlentafel

$$\frac{x_1}{y_0} = 0,4841, \quad \frac{x_2}{y_0} = 0,100.$$

Der Unterschied beträgt

$$\frac{a}{y_0} = 0,3841, \quad \text{um } 0,0019 \text{ zu groß.}$$

Der richtige Wert teilt demnach die Länge 5 m, den Unterschied der beiden y_0 , im Verhältnis 0,0424 : 0,0019. Der größere Abschnitt ist also $5 \cdot \frac{0,0424}{0,0453} = 4,79$ m. Somit $y_0 \approx 1124,8$ m, so daß genau genug die Annahme 2 als zutreffend gelten kann. Dann wird

$$x_1 = 1124,8 \cdot 0,4841 = 544,5 \text{ m}, \quad x_2 = 112,5 \text{ m}.$$

$$y_1 = \frac{y_0}{\cos \varphi_1} = 1124,8 \cdot 1,1195 = 1259,2 \text{ m},$$

$$y_2 = \frac{y_0}{\cos \varphi_2} = 1124,8 \cdot 1,005 = 1130,4 \text{ m}.$$

Der Abstand vom Scheitelpunkt bis zur Streckenmitte ist

$$x_m = 112,5 + 216 = 328,5 \text{ m},$$

somit

$$\frac{x_m}{y_0} = \frac{328,5}{1124,8} = 0,2920$$

und nun nach der Zahlentafel $\frac{1}{\cos \varphi_m} = 1,0429$, also

$$y_m = \frac{y_0}{\cos \varphi_m} = 1124,8 \cdot 1,0429 = 1173,1 \text{ m}.$$

Aus Abb. 49 ergibt sich sogleich der Durchhang

$$f_1 = y_2 + \frac{1}{2}h - y_m = 1130,4 + 64 - 1173,1 = 21,3 \text{ m}.$$

Die Seillänge ist mit Hilfe der Zahlentafel zu bestimmen aus

$$l_{K_1} = y_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 1124,8 \cdot 0,5032 = 566,0 \text{ m}$$

$$l_{K_2} = y_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = 1124,8 \cdot 0,1002 = 112,7 \text{ ,,}$$

zu

$$\frac{453,3 \text{ m}}{453,3 \text{ m}}.$$

Die Ersatzparabel hätte hier ergeben:

$$f_1 = \frac{0,62 \cdot 203008}{8 \cdot \frac{1}{2} \cdot (1200 + 1078)} = 13,8 \text{ m},$$

um das $\frac{21,3 - 13,8}{13,8} = 0,54$ fache zu klein!

Berechnet man die Seillänge mit dem richtigen Wert von f_1 ebenso wie im ersten Beispiel, so wird

$$l_P = 450,566 \cdot 1,0055 = 452,819 \text{ m},$$

also nur um $\frac{1}{945}$ zu klein. Doch ist die Rechnung mit der Kettenlinie hier einfacher als die andere.

39. Die elastische Dehnung der Seile.

An einem geraden, durch die Spannkraft S kg auf Zug beanspruchten Draht von der Länge l m und dem Querschnitt F cm² ist bekanntlich,

solange die Spannung unterhalb der Elastizitätsgrenze des Materials bleibt, die Verlängerung in m

$$\lambda = \frac{S \cdot l}{E \cdot F}.$$

Hierin ist für Flußstahl einzusetzen die Elastizitätsziffer

$$E \approx 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Spiralseile bestehen nun, mit Ausnahme des geraden Kerndrahtes, aus einfach gewundenen Drähten, die mit sehr erheblichem Druck seitlich aneinander liegen. Jedes Probestück eines solchen Seiles zeigt, daß die Drähte derselben Lage an den Berührungsstellen stark zusammengedrückt und dadurch auf eine ziemliche Breite abgeflacht sind. Sie werden ja von jedem quer zur Seilachse gelegten Querschnitt in Ellipsen geschnitten, und bekanntlich legen sich nur 6 Kreise gerade schließend um einen Kreis von gleichem Durchmesser.

Die so zwischen den Drähten derselben Lage auftretende große Reibungskraft, die auch bei Versuchen festgestellt worden ist¹⁾, hindert die Drähte jedenfalls daran, unter einer axialen Belastung Drehbewegungen auszuführen. Wohl aber können sie frei elastische Längenänderungen und Querverschiebungen erfahren, sowie geringe Aufbiegungen²⁾, die nur durch die Reibung der einzelnen Lagen aneinander beeinflußt werden.

Die Folge ist, daß sich diese Seile unter einer axialen Zugkraft wesentlich mehr längen als ein Büschel gerader Drähte. Man hat demgemäß anzusetzen

$$\lambda = \frac{S \cdot l}{\zeta \cdot E \cdot F}.$$

Die Bachsche Zahl ζ beträgt nach den wenigen vorliegenden Versuchen bei Spiralseilen

mit 4 Lagen über dem Kerndraht	$\zeta \approx 0,62$	^{3, 4)} ,
„ 3 „ „ „ „	$\zeta \approx 0,74$	^{2, 4)} ,
„ 2 „ „ „ „	$\zeta \approx 0,86$.

Die letztere Zahl ist vom Verfasser auf Grund einiger Überschlagsrechnungen geschätzt.

In den Litzenseilen nach den Abb. 32 und 33 sind die Drähte, mit Ausnahme der Kerndrähte in den Litzen, doppelt verwunden, was ihre Federung unter axialen Kräften ganz bedeutend erhöht. Außerdem können sich die auf der weichen Hanfseele aufliegenden Litzen im ganzen erheblich mehr aufbiegen als die auf einem festen Kern liegenden Drähte der Spiralseile.

¹⁾ Kroen: Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen. 1906.

²⁾ Stephan: Fördertechnik u. Frachtverkehr. 1924.

³⁾ Hrabák: Die Drahtseile. 1902.

⁴⁾ Stephan: Dingers polytechn. Journal. 1909.

Infolgedessen ist die Bachsche Zahl hier wesentlich kleiner, nach den Versuchen¹⁾ bei der im Drahtseilbahnbau gebräuchlichen Beanspruchung

$$\zeta \sim \frac{3}{8}.$$

Für eine einzelne Litze eines Seiles nach den Abb. 33—35 ergeben neuere Versuche¹⁾

$$\zeta' \sim 0,78.$$

Beispielsweise längt sich das in Abschnitt 38 berechnete Tragseil beim Auflegen um

$$\lambda = \frac{21370 \cdot 451}{0,74 \cdot 2100000 \cdot 7,26} = 0,86 \text{ m}$$

und das Zugseil um

$$\lambda = \frac{1139 \cdot 453}{0,375 \cdot 2100000 \cdot 0,65} = 1,01 \text{ m}.$$

40. Die Verteilung der Zugspannung auf die einzelnen Drähte.

Bei den Spiralseilen ist klar, daß die Verteilung der Spannkraft vom Kerndraht aus bis zu der äußersten Drahtlage abnimmt. Denn die äußeren Lagen sind wegen ihres größeren Windungsdurchmessers und Flechtwinkels erheblich leichter zu dehnen als die inneren.

Bezeichnet $S_m = \frac{S}{i}$ die Durchschnittsspannkraft, die auf jeden der i Seildrähte kommt, so ist für

$$\frac{S_i}{S_m} \sim \begin{array}{cccc} \text{Lage} & 3 & 2 & 1 & 0 \\ & 0,93 & 1,05 & 1,07 & 1. \end{array}$$

Die Rechnung²⁾ ergibt noch, daß der Einfluß der Reibung der einzelnen Drahtlagen aufeinander recht gering ist, abgesehen vom Kerndraht, der von den darauf liegenden Drähten einen sehr hohen Außendruck erfährt.

Bestimmt man die Spannungen, die infolge der senkrecht zum kreisrunden Drahtquerschnitt stehenden Zugkraft, der in diesen Querschnitt fallenden Schubkraft und der geringen nur möglichen Biegungsanstrengung entstehen, so ergibt sich die daraus zusammengesetzte ideelle Spannung für

$$\frac{\sigma_i}{\sigma_m} = \begin{array}{cccc} \text{Lage} & 3 & 2 & 1 & 0 \\ & 1,23 & 1,22 & 1,24 & 1,33, \end{array}$$

also in den einzelnen Lagen nahezu gleich.

Freilich kommen bisweilen, auch bei Lieferungen erfahrener und als sorgfältig bekannter Fabriken, Seile vor, deren einzelne Lagen eine

¹⁾ v. Bach: Z. d. V. d. I. 1887. Neuere Versuche des Verfassers bestätigen die Zahl.

²⁾ Siehe Anm. 2 auf Seite 50.

recht verschiedene Beanspruchung erleiden. Es hängt das zum guten Teil von reinen Zufälligkeiten der Herstellung ab (vgl. Absatz 360).

Bei den Litzenseilen der hier in Betracht kommenden Bauart verteilt sich die Zugkraft gleichmäßig auf die einzelnen Litzen. Weiter läßt sich noch angeben, daß die Litzenkerndrähte bei dem Seil nach Abb. 34 an jeder Stelle dieselbe Beanspruchung erfahren, da sie einfach verwunden sind wie die eines Spiralseiles. Die anderen Drähte sind doppelt verwunden, und zwar so, daß an einer Stelle das Drahtelement annähernd parallel zur Achse liegt und eine halbe Windung weiter die größte Neigung dazu hat. Infolgedessen ist die Beanspruchung dieser Drähte an jeder Stelle einer vollen Windung eine andere, und die gleichmäßige Übertragung der Zugkraft von einem Seilquerschnitt zum nächsten geschieht hier zum Teil durch die Reibung der fest aneinander gepreßten Drähte¹⁾.

Es ist klar, daß eine genaue rechnerische Untersuchung selbst bei der einfachsten Seilbauart, etwa nach Abb. 34, derartigen Schwierigkeiten begegnet, daß sie bis jetzt noch nicht durchgeführt worden ist. Immerhin ist verständlich, daß die Mitwirkung der Reibung tatsächlich eine gute Angleichung der Spannungen zur Folge hat. Es dürfte also annähernd zutreffen, daß sie in jedem Draht eines Seilquerschnittes gleich sind. Freilich ist zu beachten, daß die ideelle Gesamtspannung auch hier höher sein wird als die Durchschnittsspannung. Jedoch hat ihre Ermittlung, die große Schwierigkeiten machen würde, keine nennenswerte Bedeutung (Absatz 43). Er genügt die aus den Versuchen gewonnene Tatsache, daß die Zugfestigkeit von Litzenseilen rund das 0,9fache derjenigen der Drähte ist²⁾.

41. Die Biegung der Spiralseile.

Die im vorstehenden erörterte Beanspruchung der Seildrähte infolge der axialen Zugkraft S wird ziemlich erheblich beeinflußt durch die Biegung infolge der senkrecht zur Seilachse wirkenden Raddrücke N . Die hieraus folgende Aufgabe der Spannungsberechnung ist nur lösbar, indem man zuerst die Formänderung des ganzen Seiles untersucht und dann daraus die Beanspruchung der einzelnen Drähte ableitet.

Bei der Biegung durch die im Verhältnis zur Spannkraft S kleine Belastung N wird auf der Hohlseite der entstehenden Seilkrümmung (Abb. 52) die von der Längskraft S hervorgerufene Dehnung zum Teil rückgängig gemacht, dagegen auf der ausgebauchten Seite entsprechend vergrößert. Solange die Formänderung des ganzen Seiles betrachtet wird, ist also mit seiner Elastizitätsziffer $E_s = \zeta \cdot E$ zu rechnen. Da die Ellipsen der in einem Seilquerschnitt liegenden Drahtschnitte seitlich stark abgeflacht sind (Absatz 37), so können sie genau genug als

Kreise gerechnet werden mit dem Trägheitsmoment $J = \frac{\pi}{64} \cdot \delta^4 \text{ cm}^4$.

¹⁾ Kroen: Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen. 1906.

²⁾ v. Bach: Z. d. V. d. I. 1887.

Da ferner bei den Spiralseilen die Reibung zwischen den äußeren Drahtlagen gering ist, so daß sie in erster Annäherung als frei aufeinander verschiebbar gelten können, so lautet mit den Bezeichnungen der Abb. 52 die allgemeine Biegungsgleichung

$$\frac{d^2 \eta}{d\xi^2} = E_S \cdot \sum J = S \cdot \eta.$$

Setzt man abkürzungsweise

$$c^2 = \frac{S}{E_S \cdot \sum J},$$

so folgt hieraus leicht¹⁾ mit $e = 2,71828 \dots$

$$\eta = \eta_0 \cdot e^{c \cdot \xi}$$

und durch Differentiation

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \eta_0 \cdot c \cdot e^{c \cdot \xi}.$$

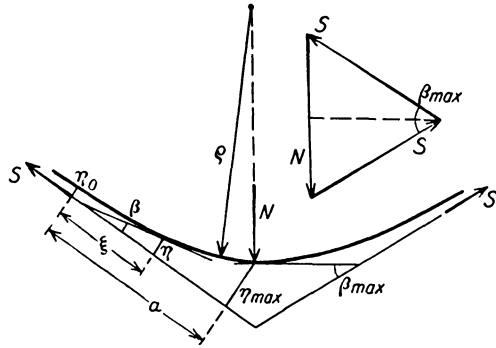


Abb. 52. Seilkrümmung unter dem Raddruck.

Nun liefert die Abb. 52 für $\xi = a$ den Zusammenhang

$$\left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)_{\max} = \operatorname{tg} \beta_{\max} = \frac{\frac{1}{2}N}{\sqrt{S^2 + (\frac{1}{2}N)^2}} \approx \frac{N}{2 \cdot S}$$

bei dem kleinen Wert des Verhältnisses $\frac{N}{2S}$. Rechnet man also aus

$$\frac{\eta_{\max}}{N} = \frac{\eta_0 \cdot e^{c \cdot a}}{\eta_0 \cdot c \cdot e^{c \cdot a}},$$

so folgt

$$\eta_{\max} = \frac{N}{2S} \cdot \frac{1}{c} = \frac{N}{2} \cdot \sqrt{\frac{E_S \cdot \sum J}{S^3}}.$$

Enthält das Seil vom Gesamtquerschnitt $F \text{ cm}^2$ i gleiche Drähte, so geht diese Gleichung über in

$$\eta_{\max} = \frac{N \cdot F}{S^{\frac{3}{2}}} \cdot \sqrt{\frac{\zeta \cdot E}{\pi \cdot i}},$$

die durch die einzigen bisher darüber vorliegenden Versuche²⁾ bestätigt wird. Würde dagegen mit dem vollen Wert von E , also $\zeta = 1$, gerechnet, so wäre keine Übereinstimmung mehr vorhanden.

Der Krümmungshalbmesser der Seilmittellinie unter der Last N ist

$$\rho = \frac{1}{d^2 \eta / d\xi^2} = \frac{E_S \cdot \sum J}{S \cdot \eta_{\max}}.$$

¹⁾ Die Rechnung wurde für einen geraden Draht angegeben von Isaachsen: Z. d. V. d. I. 1907.

²⁾ Siehe Anm. 4 auf Seite 50.

Mit dem vorstehenden Wert von η_{\max} folgt hieraus

$$\varrho = \frac{2}{N} \cdot \sqrt{S \cdot \zeta E \cdot \sum J} = \frac{F}{N} \cdot \sqrt{\frac{S \cdot \zeta \cdot E}{\pi \cdot i}}.$$

Der letztere Ausdruck gilt nur für ein Seil aus i gleichen Drähten.

Hiermit ist die Formänderung des Seiles vollständig bestimmt.

Beispielsweise ist für das in Absatz 38 berechnete Tragseil bei der Wagenlast 670 kg infolge der starken Neigung

$$N = \frac{670}{2} : \sqrt{1 + \left(\frac{128}{432}\right)^2} = 311 \text{ kg}$$

und damit in der Mitte der Strecke

$$\eta_{\max} = \frac{311 \cdot 7,26}{21\,390^2} \cdot \sqrt{\frac{0,74 \cdot 2\,100\,000}{\pi \cdot 37}} = 0,083 \text{ cm},$$

also sehr klein. Ferner wird der Krümmungshalbmesser unter den Rädern

$$\varrho = \frac{7,26}{311} \cdot \sqrt{\frac{21\,390 \cdot 2\,100\,000 \cdot 0,74}{\pi \cdot 37}} = 395 \text{ cm}.$$

Jetzt kann die Biegungsbeanspruchung der einzelnen Drähte an der betreffenden Stelle bestimmt werden. Die außen auf der Krümmung liegenden Drahtelemente, die unmittelbar von der Wirkungslinie des Raddruckes getroffen werden, bilden mit der Radachse den Winkel $\frac{\pi}{2} - \omega$, erhalten also den Krümmungshalbmesser

$$\frac{\varrho}{\cos^2 \omega} = \varrho \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \omega).$$

Die dazu um 90° im Querschnitt verschobenen Drahtelemente haben beim Zentriwinkel $d\varphi$ die Länge

$$\frac{\varrho \cdot d\varphi}{\cos \omega} = \varrho \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \omega} \cdot d\varphi.$$

Man kann sie also ebenso lang rechnen wie die anderen, muß dann aber den Krümmungshalbmesser $\varrho \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \omega}$ einsetzen. Sie werden also etwas höher beansprucht als die erstgenannten.

Die Biegungsbeanspruchung eines vorher ungespannten, um die Krümmung $\frac{1}{r}$ gebogenen Drahtes ist nun bekanntlich

$$\sigma_b = E \cdot \frac{\delta}{2r} = E \cdot \frac{\delta}{2\varrho \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \omega}}$$

oder mit dem vorstehenden Wert von ϱ

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot N}{\delta \cdot \sqrt{S}} \cdot \sqrt{\frac{E}{\pi \cdot i \cdot \zeta (1 + \operatorname{tg}^2 \omega)}}.$$

Zahlenmäßig ist hiernach für die inneren Lagen des Beispielseiles

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot 311}{0,5 \cdot \sqrt{21390}} \cdot \sqrt{\frac{2100000}{\pi \cdot 37 \cdot 0,74 \cdot (1 + 0,275^2)}} = 1190 \text{ kg/cm}^2,$$

die zu der ideellen Zugspannung an der betreffenden Stelle hinzukommt:

$$\sigma_i = 1,24 \cdot \frac{21390}{7,26} = 3655 \text{ kg/cm}^2.$$

Noch ungünstiger beansprucht ist natürlich der Kerndraht mit

$$\sigma_i = \frac{1,33}{1,24} \cdot 3655 = 3920 \text{ kg/cm}^2$$

und

$$\sigma_b = 1236 \cdot \sqrt{1 + 0,275^2} = 1235 \text{ kg/cm}^2.$$

Er weist immerhin noch die Sicherheit

$$\mathcal{S} = \frac{12000}{5155} = 2,33$$

auf, so daß die Gesamtbeanspruchung erst das 0,606fache der Streckgrenze 8500 kg/cm^2 erreicht und mit diesem Verhältnis nicht höher kommt als die zulässige Beanspruchung von Flußeisenbauten.

Man bemerkt, daß die vorstehende Biegungsformel bei großem N von selbst auf die „Herkules“-Seile hinführt.

Wird etwa S um 10 vH erhöht, so steigt σ_i um denselben Betrag, dagegen nimmt σ_b um 5 vH ab.

Die vorstehende Rechnung macht insofern einen Fehler, als σ_b zu σ_i addiert wird, während man genau genommen σ_b zu σ_z addieren müßte und dann erst mit der Schubspannung τ zu der ideellen σ_i zu vereinigen hätte. Da hier $\sigma_b \approx \frac{1}{3} \sigma_i$ ist, so ist der Fehler, der übrigens nach der ungünstigeren Seite zu liegt, unerheblich.

Weiter ist vorausgesetzt worden, daß die Drähte sich bei der Biegung durch den Raddruck völlig frei gegeneinander verschieben können. Die Reibung zwischen den einzelnen Drähten und Drahtlagen wirkt aber dahin, daß sich das Seil auch im ganzen wie ein fester Stab verbiegt, wodurch natürlich die Beanspruchung der äußersten Lage erheblich gesteigert wird. Wie sich jedoch diese Biegungsanstrengung verteilt, einerseits als Beanspruchung der einzelnen Drähte und andererseits als Beanspruchung des ganzen Querschnittes, ist zur Zeit noch völlig unbekannt, obwohl eine diesbezügliche Versuchsreihe ohne sonderliche Schwierigkeiten durchzuführen wäre. Aus dem Grunde mußte bei der obigen Durchrechnung von einer Berücksichtigung dieses Umstandes abgesehen werden. Jedenfalls besteht die Tatsache, daß infolge dieser Zusatzbeanspruchung fast immer die Drähte der äußersten Lage bei Überanstrengung zu Bruch gehen.

In den für die Beanspruchung des Drahtes gegebenen Formeln ist auch die Vorspannung bzw. Vorbeanspruchung außer acht gelassen worden, die der Draht bei der Herstellung und dem Lagern des Seiles

auf der Transporttrommel erlitten hat. Sie überschreitet die Streckgrenze des Materials ganz erheblich, so daß nur noch ganz geringe elastische Spannungen zurückbleiben, deren Größtwerte im Inneren des Drahtes, freilich ziemlich dicht an der Außenkante, auftreten¹⁾. Aus dem Grunde kann man ohne Fehler von ihrer Berücksichtigung absehen.

42. Die Bemessung der Tragseile.

Ihre Stärke hängt von verschiedenen Umständen ab, die eine gewisse Erfahrung in der Abschätzung aller Einflüsse erfordern. Hierbei ist in erster Linie der Raddruck N zu berücksichtigen, zweitens die Stunden- und Jahresleistung der Anlage und schließlich deren voraussichtliche Gesamtbetriebsdauer.

Bei Seilbahnen für langjährige und regelmäßige Benutzung ergibt die Formel

$$d \text{ mm} = 4 \cdot \sqrt[3]{2 \cdot N \text{ kg}}$$

eine gut mit den praktischen Ausführungen übereinstimmende Stärke der offenen Spiralseile; bei verschlossenen Seilen geht der Zahlenfaktor manchmal bis auf 3,5 herunter.

Bei Kabelbahnen, die meistens verschlossene Seile erhalten und die gewöhnlich auch nicht dauernd mit der Höchstbelastung in Betrieb sind, rechnet man oft mit dem Faktor 3.

Für die „Herkules“-Teile der Personen-Drahtseilbahnen gilt i. M.

$$d = 4,8 \cdot \sqrt[3]{2 N}.$$

43. Die Biegung der Litzenseile.

Bei der Beurteilung der hier auftretenden Verhältnisse geht man zur Zeit meist von dem Augenschein an einem in der Hand gebogenen Seilstück aus. Man bemerkt dabei, daß die auf der inneren Seite der Krümmung gelegenen Litzenteile sich nicht etwa stauchen, sondern den Längenteil, um den sie sich gegenüber der die ursprüngliche Länge beibehaltenden Seilachse verkürzen müssen, nach der äußeren, gezogenen Seite des Seiles verschieben. Man schließt dann weiter, was allerdings der Augenschein nicht mehr ergibt, daß die einzelnen Drähte in den Litzen sich ebenso aus der Druckzone frei nach der Zugseite hin verschieben, wie man es an den Litzen leicht beobachtet. Man hat demnach in dem so gebogenen Seil nur gezogene und schlaflfe Drahtelemente.

Die am stärksten gezogenen Drähte biegen sich nun, da sie fast parallel zur Seilachse liegen, nach dem Halbmesser der Seilscheibe und erfahren infolgedessen die Biegungsbeanspruchung

$$\sigma_b = E \cdot \frac{\delta}{D}.$$

¹⁾ Stephan: Dinglers polytechn. Journal. 1913.

Hierbei wird außer acht gelassen, daß die gezogenen Drahtelemente sich durch die dahin abgegebene Überschußlänge der auf der Innenseite der Krümmung gelegenen verlängern und daß so ein Teil der Biegungsdehnung durch diese Verlängerung ohne Spannungserhöhung bestritten wird. Wenn man alle Umstände berücksichtigt, muß also auch in dem beschriebenen, praktisch bedeutungslosen Fall der reinen Biegung σ_b wesentlich kleiner herauskommen, als die vorstehende Formel angibt.

Praktische Wichtigkeit hat nur der Fall, daß das Seil von vornherein eine ziemlich erhebliche Zugspannung besitzt. Diese Zugspannung dehnt es nun gleichmäßig und ganz bedeutend stärker als ein Bündel aus geraden Drähten, wie in Absatz 39 ausführlich dargelegt wurde. Wird ein so vorgedehntes Seil über eine Seilscheibe gebogen, so werden erst einmal die elastischen Verlängerungen der auf der Innenseite der Krümmung befindlichen Drahtelemente rückgängig gemacht und die außen liegenden Drahtteile um den gleichen Betrag weiter gedehnt.

Zu beachten ist ferner, daß infolge der mehrfachen Verwindung der Drähte, wodurch jedes Stückchen immer mit andersgerichteten Drahtteilen unter dem erheblichen Druck in Berührung kommt, der durch die bekannte, recht große Quersammenziehung des Seiles unter einer Zugkraft entsteht, die Reibung der Drähte aneinander einen wesentlich größeren Einfluß hat, als bei den Spiralseilen. Die Folge davon ist, daß sich bei Krümmung des gespannten Seiles anfänglich die Querschnitte als Ganze schräg zueinander stellen. Freilich genügt diese Seilbiegung nicht immer, um es einem kleinen Krümmungshalbmesser anzupassen; und so tritt nach Überwindung der Reibung noch eine Zusatzbiegung der jetzt frei beweglichen Litzen ein.

Man hat also folgende verschiedene Fälle:

1. Zugbeanspruchung durch die Zugkraft S . Reine Zugbeanspruchung kann nur in geraden Drähten auftreten. In dem Seil sind wegen der Krümmung der einzelnen Drahtelemente immer noch Biegungsspannungen vorhanden. Man berücksichtigt sie ausreichend, wenn man die Durchschnittszugspannung entsprechend den Ergebnissen der Zerreißversuche (s. S. 52) überschlägig um 10 vH erhöht, also durchweg ansetzt:

$$\sigma_{z1} = 1,1 \cdot \frac{S}{F}.$$

2. Biegungsbeanspruchung bei großem Krümmungshalbmesser ρ_1 . Die Seilquerschnitte stellen sich als Ganze schräg, und man erhält zu der Spannung unter 1. die weitere in den äußeren Drahtelementen

$$\sigma_{b1} = \frac{d}{2\rho_1} \cdot \frac{\zeta \cdot E}{1 + \operatorname{tg}^2(\omega_2 \pm \omega_1)}.$$

Die Summe der Schlagwinkel gilt beim Gleichschlagseil, der Unterschied beim Kreuzschlagseil.

In einer Rollenbatterie mit dem Ablenkungswinkel α zwischen den einzelnen Rollen ergibt sich mit den Formeln des Absatzes 41

$$\sigma_{b1} = \frac{4 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\delta \cdot [1 + \operatorname{tg}^2(\omega_2 \pm \omega_1)]} \cdot \sqrt{\frac{\zeta \cdot E \cdot S'}{\pi \cdot i}}.$$

Die Rechnung trifft zu, bis die mittlere Biegungsspannung in den äußersten Litzenquerschnitten des gebogenen Seiles gleich der reinen Zugspannung wird:

$$\sigma_{b1} \cdot \frac{d-d'}{d} = 0,9 \cdot \sigma_{z1},$$

worin d' den Litzendurchmesser bezeichnet.

Das tritt bereits bei recht großen Krümmungshalbmessern ein. Z. B. wird hiernach für ein Zugseil von $d = 12$ mm Stärke und $\delta = 1,3$ mm Drahtdicke im Längsschlag mit $\operatorname{tg} \omega_1 = 0,30$ und $\operatorname{tg} \omega_2 = 0,40$ bei $\sigma_z = 1200$ kg/cm² reiner Zugspannung $\varrho_1 = 163$ cm.

3. Biegungsbeanspruchung bei kleinem Krümmungshalbmesser ϱ_2 .

Ist ϱ_2 kleiner als der aus der vorstehenden Gleichung folgende Wert von ϱ_1 , so strecken sich die auf der Innenseite der Krümmung gelegenen Litzenelemente derart, daß eine Verschiebung in die weiter außen befindlichen Teile des Seiles stattfindet. Die Litzen werden frei gegen einander beweglich, und es gilt jetzt für die Biegung

$$\sigma_{b2} = \frac{\zeta' \cdot E \cdot d'}{2 \varrho_2 \cdot [1 + \operatorname{tg}^2(\omega_2 \pm \omega_1)]}.$$

Setzt man hierin ϱ_2 gleich dem obigen Grenzwert von ϱ_1 , so wird mit $d' = 3\delta$ und $\zeta' = 0,78$ (S. 51) wieder $\sigma_{b2} = 1200$ kg/cm², was die Richtigkeit des aus Zugversuchen bestimmten Wertes von ζ' bestätigt.

Die zugehörige Zugspannung in den am weitesten außen gelegenen Drahtelementen bleibt unverändert σ_{z1} . Denn je kleiner ϱ_2 wird, um so mehr Litzenlänge drückt sich aus der Druckzone des Seilquerschnittes in die Zugzone der seitlichen Querschnitte, so daß die Zugspannung sich dort nicht weiter erhöhen kann.

Die Erfahrung lehrt nun, daß die Seile noch eine ausreichende Lebensdauer haben, wenn die Gesamtbeanspruchung

$$\sigma_{b2} + \sigma_{z1} \leq \frac{1}{2} K_z$$

ist, abgesehen von den ganz harten Drähten, für die der Grenzwert 7500 kg/cm² bleibt.

Wird der Grenzwert $\frac{1}{2} K_z$ überschritten, so beginnen die einzelnen Drähte der Litzen, sich gegeneinander zu verschieben, was bei häufiger oder dauernder Wiederholung zu einem schnellen Verschleiß des Seiles führt.

44. Die Spannkraft im Zugseil.

Außer den im vorstehenden schon benutzten gelten noch die folgenden Bezeichnungen.

- l die in der Steigung gemessene Länge der Bahnlinie in m,
 a die wagerechte Projektion der Bahnlänge in m,
 h der Höhenunterschied der beiden Endpunkte in m,
 Q die stündliche Förderleistung der Anlage in t,
 p das Gewicht eines leeren Wagens in kg,
 P das Gewicht der Wagenbelastung in kg,
 n die Anzahl der auf einer Bahnseite befindlichen Wagen,
 S_0 die auf der Seite der vollen Wagen unten im Zugseil herrschende Spannkraft in kg,
 S_1 dieselbe oben,
 S'_0 und S'_1 die entsprechenden Spannkraften auf der Seite der leeren Wagen,
 μ die Widerstandsziffer der Wagen, die je nach der Schmierung und Unterhaltung zwischen $\frac{1}{60}$ und $\frac{1}{100}$ liegt.
 γ der Neigungswinkel zwischen l und a ,
 v die Fahrtgeschwindigkeit in m/sek.

Die um das zugehörige Zugseilgewicht erhöhte Last wird zerlegt in eine Seitenkraft parallel zu l , um die sich die Spannkraft vergrößert, und eine senkrecht dazu gerichtete, die den Bewegungswiderstand hervorruft. Man erhält so für die Seite der beladenen Wagen

$$S_1 = S_0 + [q \cdot l + n \cdot (p + P)] \cdot (\sin \gamma \pm \mu \cdot \cos \gamma),$$

worin bei Aufwärtsförderung das positive Vorzeichen von μ , bei Abwärtsförderung das negative zu nehmen ist. Ebenso wird für die Seite der leeren Wagen bei gleicher Förderrichtung

$$S'_1 = S'_0 + [q \cdot l + n \cdot p] \cdot (\sin \gamma \mp \mu \cdot \cos \gamma).$$

Die Anzahl der auf der Strecke nötigen Wagen bestimmt sich aus

$$n \cdot P \cdot v = \frac{1000 Q \cdot l}{3600} \quad \text{zu} \quad n = \frac{0,278 \cdot Q \cdot l}{P \cdot v}.$$

Wird dies in die obige Gleichung eingesetzt, so ergeben die folgenden Umformungen:

$$\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}} = \left(1 + \frac{h^2}{a^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{a^2},$$

$$\sin \gamma = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}} \approx \frac{h}{a} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{a^2}\right),$$

$$l = \sqrt{a^2 + h^2} = a \cdot \left(1 + \frac{h^2}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}} \approx a \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h^2}{a^2}\right),$$

schließlich

$$S_1 = S_0 + Q \cdot a \cdot \left[\frac{q}{Q} + \frac{0,278}{v} \cdot \left(1 + \frac{p}{P} \right) \right] \cdot \left(\frac{h}{a} \pm \mu \right),$$

$$S'_1 = S'_0 + Q \cdot a \cdot \left[\frac{q}{Q} + \frac{0,278}{v} \cdot \frac{p}{P} \right] \cdot \left(\frac{h}{a} \mp \mu \right),$$

worin das positive Zeichen von μ für die Förderung nach aufwärts und das negative für die Förderung nach abwärts gilt.

Für den allgemeinen Fall, daß auf der einen Seite die Menge Q t stündlich in Wagen von der Belastung P kg und dem Eigengewicht p kg zu fördern sind, während auf der Gegenseite Q' t stündlich in Wagen vom Fassungsvermögen P' und dem Eigengewicht p' kg befördert werden, lauten die Gleichungen:

$$S_1 = S_0 + Q \cdot a \cdot \left[\frac{q}{Q} + \frac{0,278}{v} \cdot \left(1 + \frac{p}{P} + \frac{Q'}{Q} \cdot \frac{p'}{P'} \right) \right] \cdot \left(\frac{h}{a} \pm \mu \right)$$

und

$$S'_1 = S'_0 + Q' \cdot a \cdot \left[\frac{q}{Q'} + \frac{0,278}{v} \cdot \left(1 + \frac{p'}{P'} + \frac{Q}{Q'} \cdot \frac{p}{P} \right) \right] \cdot \left(\frac{h}{a} \mp \mu \right).$$

Erfolgt, wie gewöhnlich, die Rückförderung in einigen der sonst leer zurückgehenden Wagen vom Gewicht p kg, so fällt in der ersten Gleichung das dritte Glied der Klammer fort, während die zweite unverändert bleibt, wenn nur

$$p' = p$$

gesetzt wird.

Die vorstehenden Gleichungen liefern unmittelbar die Spannkraft in der einen Endstation, wenn die in der anderen Station gegeben ist, gleichgültig ob und wieviel Gefällwechsel dazwischen liegen oder welche Durchhänge die Trageile haben.

45. Der Übergang über eine Bergkuppe.

Während auf der geraden Strecke bei größerem Abstand der aufeinanderfolgenden Wagen das durchhängende Zugseil die Tragrollen der Stützen nur eben berührt, so daß dadurch keine nennenswerte Spannkrafterhöhung entstehen kann, legt es sich beim Übergang über eine Bergkuppe mit ziemlich hoher Druckkraft auf:

$$N_r = 2 \cdot S_x \cdot \sin \frac{\alpha}{2},$$

worin angibt:

- S_x die nach den obigen Angaben berechnete Spannkraft in kg dicht vor der betreffenden Stelle,
- α den Ablenkungswinkel des Zugseiles an der Stelle.

Bei den in der Praxis nur zugelassenen Ablenkungen ist gemäß den Bezeichnungen der Abb. 53 genau genug

$$2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \approx \alpha \approx \frac{h_x}{a_x} - \frac{h_{x+1}}{a_{x+1}},$$

und setzt man abkürzungsweise

$$A = Q \cdot \left[\frac{q}{Q} + \frac{0,278}{v} \cdot \left(1 + \frac{p}{P} \right) \right],$$

so wird

$$S_x = A \cdot (h_0 \pm \mu \cdot a_0)$$

und, wenn μ_r die Widerstandsziffer der Rolle bedeutet (s. Absatz 50),

$$\begin{aligned} S_{x+1} &= S_x + \mu_r \cdot N_r + A \cdot (h_{x+1} \pm \mu \cdot a_{x+1}) \\ &= A \cdot \left[(h_0 \pm \mu \cdot a_0) \cdot \left\{ 1 + \mu_r \cdot \left(\frac{h_x}{a_x} - \frac{h_{x+1}}{a_{x+1}} \right) \right\} + h_{x+1} \pm \mu \cdot a_{x+1} \right] \\ &\approx A \cdot \left[h_1 \pm \mu \cdot a_1 + \mu_r \cdot h_0 \cdot \left(\frac{h_x}{a_x} - \frac{h_{x+1}}{a_{x+1}} \right) \right]. \end{aligned}$$

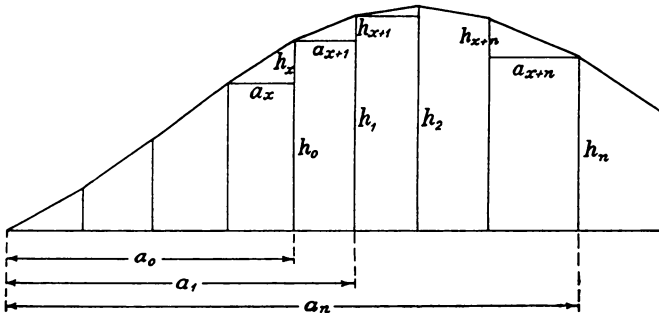


Abb. 53. Übergang über eine Bergkuppe.

Wird die Überlegung weiter fortgesetzt bis zur letzten Stütze von der Ordnungszahl $x + n$ des Bergüberganges, auf der das Zugseil noch eine nennenswerte Ablenkung erfährt, so folgt schließlich, daß in den Gleichungen für S_1 und S'_1 des Absatzes 44 der letzte Klammerausdruck $\left(\frac{h}{a} \pm \mu \right)$ für jeden Bergübergang vergrößert wird um den Betrag

$$\pm \frac{\mu_r}{a} \cdot \left(h_0 \cdot \frac{h_x}{a_x} + \frac{h_x^2}{a_{x+1}} + \frac{h_{x+1}^2}{a_{x+2}} + \dots + h_n \cdot \frac{h_{x+n}}{a_{x+n}} \right),$$

worin wieder das obere Vorzeichen für die Aufwärtsförderung gilt.

46. Die Rollenbatterie.

Vielfach ist das Zugseil um einen größeren Winkel δ , meist in lot-rechter, bisweilen auch in wagerechter Ebene, abzulenken. Man ordnet dann oft eine Reihe kleiner Rollen vom Durchmesser D in gleichem

Abstand b hintereinander so an, daß das Zugseil im Bogen $r_1 \cdot \delta$ geführt wird.

Jede von ihnen lenkt das Zugseil um den Winkel α ab und drückt darauf mit der Kraft

$$N = 2 \cdot S \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \sim S \cdot \alpha.$$

Bei der Widerstandsziffer μ_r der Rolle steigt also die vor der Rollenbatterie herrschende Spannkraft S_1 auf

$$S_1 + \mu_r \cdot N = S_1 \cdot (1 + \mu_r \cdot \alpha).$$

Die nächste Rolle bewirkt eine entsprechende Steigerung der Spannkraft und so fort, so daß die Endspannung hinter der letzten der z vorhandenen Rollen mit $\alpha = \frac{\delta}{z}$ beträgt

$$S_2 = S_1 \cdot (1 + \mu_r \cdot \alpha)^z \sim S_1 \cdot (1 + \mu_r \cdot \delta),$$

worin der Ablenkungswinkel δ in Bogenmaß einzusetzen ist.

Mit der Zapfenreibungsziffer $\mu \sim 0,07$ gilt:

Rollendurchm.	$D = 10$	15	20	30	50	75	100 cm
Zapfendurchm.	$d = 2$	2,5	3	4	5	6,5	8 „
Widerstandsziffer	$\mu_r = 0,0140$	0,0117	0,0105	0,0093	0,0070	0,0061	0,0056

Rechnet man der Einfachheit halber durchweg mit der Anfangspannkraft S_1 , so ist, wenn ein gegebenes Zugseil auf der Rollenbatterie höchstens den Krümmungshalbmesser ρ annehmen soll, nach Absatz 41

$$\rho = \frac{F}{S_1 \cdot \alpha} \cdot \sqrt{\frac{S_1 \cdot \zeta \cdot E}{\pi \cdot i}} = F \cdot \frac{z}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{\zeta \cdot E}{S_1 \cdot \pi \cdot i}}.$$

Die Gleichung bestimmt die erforderliche Rollenzahl.

Soll etwa das Zugseil in Absatz 38 um den Winkel $\delta = 25^\circ = \pi \cdot \frac{25}{180}$

abgelenkt werden und trotz wesentlich kleinerer Rollenhalbmesser nur den Krümmungshalbmesser $\rho = 50$ cm annehmen, so braucht man die Rollenzahl

$$z = \frac{50 \cdot \pi \cdot 25}{0,65 \cdot 180} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot 42 \cdot 1200 \cdot 0,65}{0,375 \cdot 2100000}} = 12,2 \sim 12.$$

Wählt man jetzt den Rollendurchmesser $D = 15$ cm und ihren Abstand $b = 25$ cm, so ist der Halbmesser des Bogens, in dem ihre Achsen anzuordnen sind,

$$r_2 = \frac{b \cdot z}{\delta} = \frac{25 \cdot 12,2 \cdot 180}{\pi \cdot 25} = 700 \text{ cm.}$$

In solchen Fällen läßt sich also die Seilsteifigkeit rechnermäßig verfolgen.

Bei dem Übergang steigt die Seilspannung von 1200 kg/cm^2 auf $1200 \cdot \left(1 + 0,01 \cdot \pi \cdot \frac{25}{180}\right) = 1205 \text{ kg/cm}^2$.

47. Die erforderliche Antriebsleistung.

Sie berechnet sich zu

$$L = \frac{v}{75} \cdot (S_1 - S'_1) \text{ PS.}$$

Setzt man hierin die vorstehenden Formeln für S_1 und S'_1 ein, so folgt schließlich nach einigen Umformungen, wenn noch zur Abkürzung für jede Bergkuppe oder Winkel- bzw. Ablenkungsstation berechnet wird

$$c = \frac{h_0 \cdot h_x}{a_x} + \frac{h_{x+1}^2}{a_{x+1}} + \frac{h_{x+2}^2}{a_{x+2}} + \dots + \frac{h_n \cdot h_{x+n}}{a_{x+n}},$$

die Antriebsleistung

$$L = \frac{Q \cdot h}{270} \pm [\mu \cdot a + \mu_r \cdot (c_1 + c_2 + \dots)] \cdot \left[\frac{Q}{270} \cdot \left(1 + \frac{2p}{P} \right) + \frac{q \cdot v}{37,5} \right],$$

bzw. bei Förderung auf beiden Seiten der Bahn

$$270 \cdot L = (Q - Q') \cdot h \pm (\mu \cdot a + \mu_r \cdot \Sigma c) \cdot \left[Q \cdot \left(1 + \frac{2p}{P} \right) + Q' \cdot \left(1 + \frac{2p'}{P'} \right) + 7,2 \cdot q \cdot v \right].$$

Wird hauptsächlich nach unten gefördert, so daß Q' als Hauptförderleistung der Bahn gilt, so fällt N häufig negativ aus. Die Bahn geht dann selbsttätig und die errechnete Leistung ist abzubremesen.

48. Das Kraftverhältnis an der Antriebsscheibe.

Zwischen den an der Antriebsscheibe angreifenden Kräften S_1 und S'_1 besteht nun die für die Seilreibung auf der Scheibe geltende Beziehung $S_1 = S'_1 \cdot e^{\mu' \alpha}$, worin angibt:

- μ' die Reibungsziffer zwischen Seil und Scheibe,
- α den vom Seil auf der Scheibe umspannten Winkel im Bogenmaß.

Damit eine möglichst große Kraft übertragen werden kann, werden die Antriebsscheiben fast stets mit Hirnleder ausgelegt, für das nach den allerdings nur an Flachseilen durchgeführten Versuchen¹⁾ bei feuchter Scheibe und in gewöhnlicher Weise geschmiertem Seil die Reibungsziffer $\mu' = 0,16$ zu setzen ist.

Bei wenig geneigten Bahnen, auf welchen nur geringe Lasten befördert werden, umschlingt das Zugseil die Scheibe zur Hälfte, und mit $\alpha \approx \pi$ erhält man

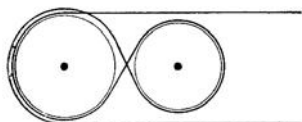
$$\frac{S_1}{S'_1} = 1,65$$

als größtes zulässiges Verhältnis der Spannkkräfte. Die Leistung, die hierbei übertragen werden kann, beträgt

$$L_{\max} = \frac{5,3}{1000} \cdot S_1 \cdot v \text{ PS.}$$

¹⁾ Köttgen: Z. d. V. d. I. 1902.

Bei größeren Anlagen ist diese Leistung nicht ausreichend, weshalb der Umfassungswinkel durch die in Abb. 54 wiedergegebene Anordnung einer losen vorgelegten Scheibe auf etwa $2,6 \pi$ vergrößert wird. Man erhält dann als größtes zulässiges Verhältnis der beiden Seilspannkkräfte



$$\frac{S_1}{S_1'} = 3,7$$

und damit als größte, noch mit Sicherheit auf das Seil übertragene Leistung

Abb. 54. Zugseilantrieb mit vorgelegter Scheibe.

$$L_{\max} = \frac{8,4}{1000} \cdot S_1 \cdot v \text{ PS.}$$

Wenn sehr große Antriebs- oder Bremsleistungen erforderlich werden, so wird die Antriebsscheibe mit drei Rillen versehen, die dann aber nicht mehr mit Hirnleder gefüttert werden, und die vorgelegte Scheibe erhält zwei Rillen.

Bei der hierfür zutreffenden Reibungsziffer $\mu' = 0,10$ zwischen dem geschmierten glatten Seil und der eisernen Scheibe ist die Übertragung gesichert, bis

$$\frac{S_1}{S_1'} = 5,6$$

wird.

Um völlig sicher zu gehen, bleibt man gewöhnlich um etwa 20 vH von den angegebenen Grenzwerten entfernt.

Wenn besonders ungünstige Umstände, wie etwa Vereisung der Strecke, das Zugseil auf der Scheibe zum Gleiten bringen, so erhöht sich dadurch die Reibungsziffer derart, daß aus dem Gleiten keinerlei Betriebsschwierigkeiten entstehen. Es tritt vielmehr immer nur vorübergehend eine kurze Gleitperiode auf.

c) Die Stützen.

49. Die Auflagerschuhe.

Die Seile liegen in schwach gewölbten und innen gut geglätteten gußeisernen Auflagerschuhen frei auf und können sich darin je nach der Belastung so verschieben, daß sich wohl der Durchhang ändert, aber die Zugbeanspruchung immer dieselbe bleibt.

Die Länge der meist verwendeten Auflagerschuhe schwankt zwischen 0,6 und 1,2 m; sie ist abhängig von der vor der Stütze befindlichen Spannweite, damit die Krümmung des Seiles aus der Erhebung vor der Stütze in die dahinter folgende Senkung stetig und allmählich übergeht. Einen 0,6 m langen Auflagerschuh von etwa 20 kg Gewicht, der fest auf den hölzernen Querbalken der Stütze geschraubt wird, stellt z. B. die Abb. 55 dar.

Um den Übergang über die Stütze zu erleichtern und den Aufbau zu vereinfachen, führte Obach 1885 um einen Zapfen drehbare Auf-

lagerschuhe nach Abb. 56 ein, die sich unter dem Wagen nach der Seite der größeren Belastung einstellen. Zur Sicherung gegen Abgleiten von dem Zapfen greift ein in die Mitte eingelegtes Sperrstück in eine ent-

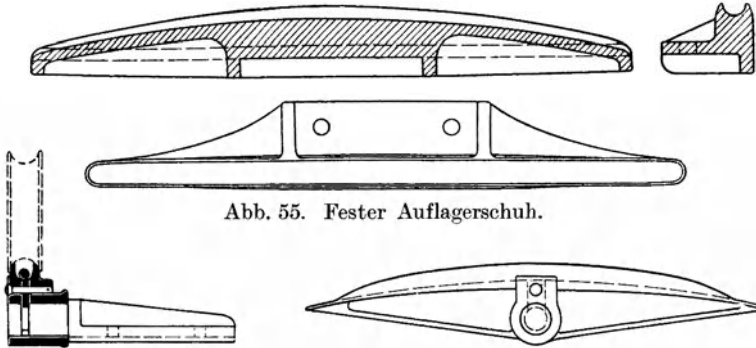


Abb. 55. Fester Auflagerschuh.



Abb. 56. Drehbarer Auflagerschuh (Pohlig).

sprechende Ausdrehung des Zapfens ein. Eine andere, 1,4 m lange und etwa 60 kg schwere Stahlformguß-Ausführung der inzwischen eingegangenen Seilbahn-A.-G. zeigt die Abb. 57. Die Sicherung wird hier

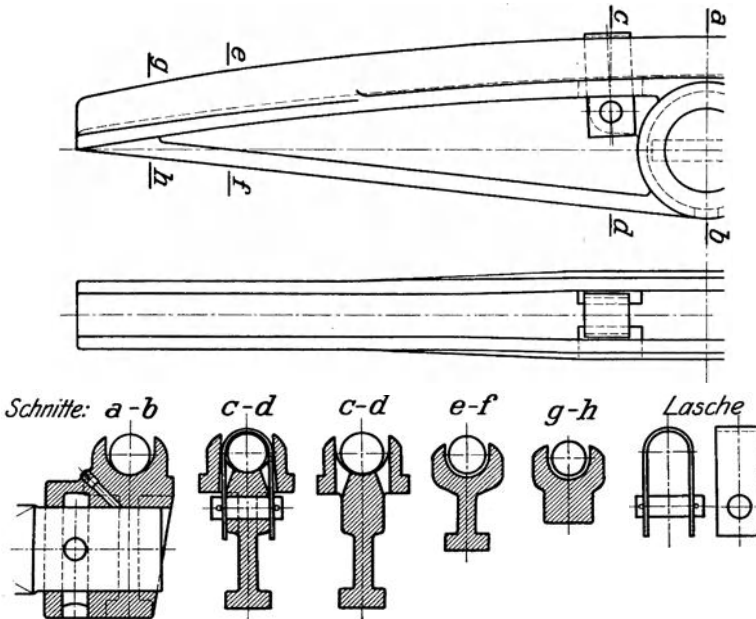


Abb. 57. Drehbarer Auflagerschuh.

durch einen den Zapfen durchbohrenden Bolzen bewirkt, der von der unteren Aussparung des Auflagerschuhes aus zugänglich ist. Das Seil wird noch durch zwei Schellen in der Tragrinne festgehalten.

Für die drehbaren Auflagerschuhe spricht besonders der Umstand, daß sie den Aufbau der Bahn erleichtern, da sie nicht ein so sorgfältiges Ausrichten verlangen wie die festen, deren Mittelachse den von den Seilen an der Stütze gebildeten Winkel halbieren muß.

Immer ist der Auflagerschuh so eingerichtet, daß die Auskehlung der Wagenräder auf den entsprechend geformten Außenflächen des Schuhs aufläuft, damit das Tragseil nicht von beiden Seiten Druck bekommt. Von A. Bleichert & Co. werden diese Laufflächen an den Stellen der Bahn, wo eine stärkere Ablenkung des Zugseiles den Rad- druck des Wagens erhöht, durch aufgeschraubte Stahlgußschienen gebildet, wie die Abb. 80 deutlich erkennen läßt.

Im allgemeinen pflegt man größere Winkeländerungen auf einem Auflagerschuh zu vermeiden (Absatz 63), weil dabei die in Absatz 48 erörterte Seilreibung die zum Spannkraftausgleich nötige Bewegung des Seiles hindert. Bei der Ausführung nach Abb. 58, die als größte Ab-

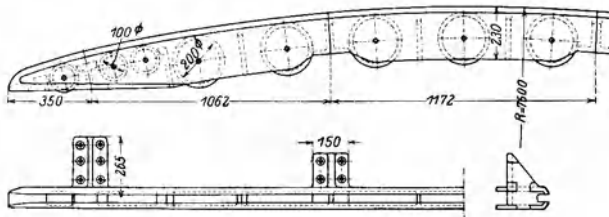


Abb. 58. Auflagerschuh mit Rollenbatterie (ATG.).

lenkung die Neigung 1 : 3 gestattet, ist deshalb die Allgemeine Transport- anlagen-Gesellschaft mit bewußter Absicht auf die erste Bleichertsche Skizze (Abb. 18) zurückgegangen. Nur ist, der großen Ablenkung ent- sprechend, eine Tragrollenbatterie in den Schuh eingebaut worden. Da jede Rolle 5 bzw. 10 kg wiegt, so ist das Gesamtgewicht des für ein Seil von 42 mm Durchmesser bestimmten Auflagerschuhs aus Stahl- formguß bei 4 m ganzer Länge auf 370 kg angestiegen.

50. Die Zugseiltragrollen.

Auch das Zugseil bedarf der Lagerung und Führung auf den Stützen durch Tragrollen, die nur ausnahmsweise einmal fehlen können. Damit es geschont wird und auch die Rollen nicht zu sehr verschleißen, sind sie möglichst leicht zu machen. Denn um so eher drehen sie sich mit der Zugseilgeschwindigkeit, also verschleißlos, wenn sich das Seil darauf senkt.

Man ist deshalb von den breiten, schweren Rollen, die noch die Abb. 64 u. 65 zeigen, gänzlich abgekommen und läßt das im Winde schwankende Zugseil von Rundeisenführungen auf die schmale Rolle

leiten, wie Abb. 59 angibt. Die Rolle ist aus dünnwandigem Gußeisen und sitzt fest auf ihrer Tragachse, die in Bocklagern mit Fettschmierung läuft.

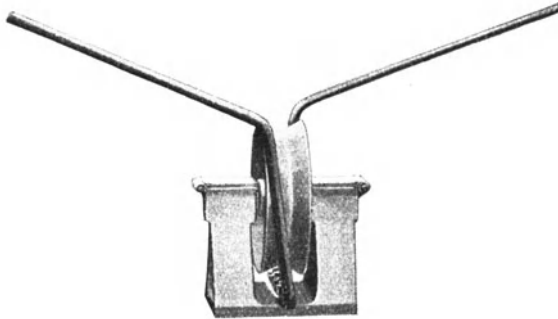


Abb. 59. Leichte Zugseiltragrolle mit Schutzbügel.

Oft wird sie auch dreiteilig ausgeführt, was Abb. 60 nach der Ausführung von Kaiser & Co. veranschaulicht. Der eingelegte, dem Verschleiß hauptsächlich unterworfen Ring besteht aus einem weichen, aber zähen Flußstahl. Er muß von Zeit zu Zeit erneuert werden,

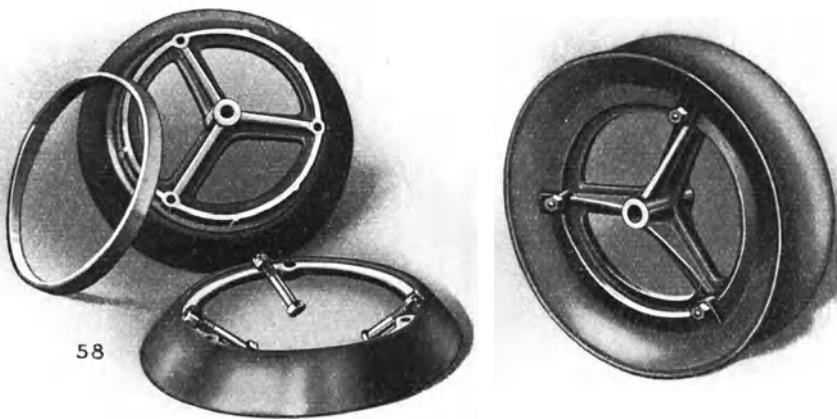


Abb. 60. Dreiteilige Zugseiltragrolle (Kaiser & Co.).

während die beiden Außenteile der Rolle sich ziemlich lange halten. Diese billigen Tragrollen bzw. Einlagen bilden das einzige Element der Drahtseilbahn, das einem größeren Verschleiß ausgesetzt ist. Um ihn weiter herabzusetzen und auch die Erneuerungskosten zu verringern,

preßt man neuerdings die Seitenwangen aus Blech, was entschieden die leichteste und billigste Ausführung ergibt, wie Abb. 61 nach einer

Zeichnung der Allgemeinen Transportanlagen - Gesellschaft zeigt.

Das Gewicht der schmalen Gußeisenrollen von 30 cm Durchmesser beträgt einschließlich der Lagerung etwa 40 kg. Die in Abb. 61 wiedergegebene Rolle mit 3 mm starken Blechwangen wiegt 18,5 kg.

Bei besonders scharfen Übergängen der Bahnlinie verwendet man vorteilhaft größere Zugseiltragrollen von etwa 0,6 m Durchmesser (Abb. 68), die natürlich erst recht leicht gebaut sein müssen.

Ihre Widerstandsziffer

(vgl. S. 62) ergibt sich mit der für Starrschmiere geltenden Zapfenreibungsziffer $\mu_1 \approx 0,07$ zu

$$\mu_r = \mu_1 \cdot \frac{d}{D}.$$

Man erhält so bei etwa $d = 3$ cm Wellendurchmesser für die gebräuchlichen Rollen von $D = 30$ cm

$$\mu_r \approx 0,007.$$

Im allgemeinen werden die Zugseiltragrollen so tief angeordnet, daß die Wagen darüber bequem hinweggehen können. Das meist gewählte Maß von der Rille des Trageiselauferschuhs bis zur Mitte der Zugseiltragrollen ist je nach der Größe des Wagenkastens 2,0 bis 2,25 m.

Bisweilen läßt man das Zugseil auf wenig geneigten Strecken, wo es unmittelbar am Laufwerk angreift, nicht außerhalb der Trageisele umlaufen, sondern zwischen ihnen. Die Zugseiltragrollen müssen dann in etwa gleicher Höhe liegen wie die Auflagerschuhe,

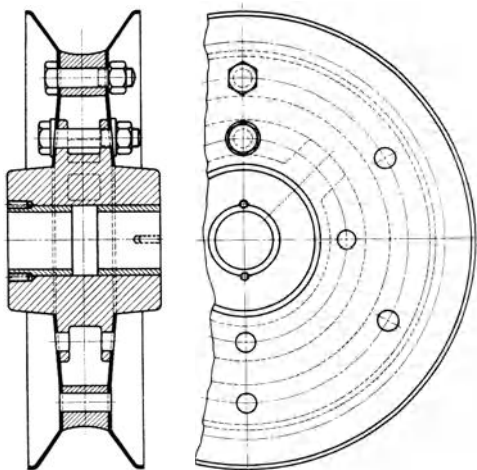


Abb. 61. Trageislerolle mit Blechwangen (ATG.).

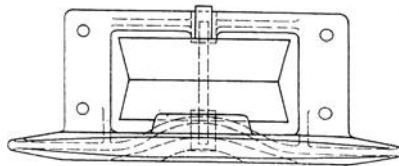
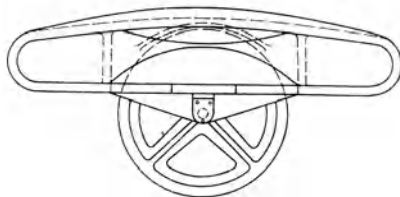
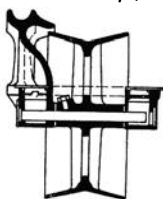


Abb. 62. Verbindung von Auflagerschuh und Zugseiltragrolle (Pohlig).

müssen dann in etwa gleicher Höhe liegen wie die Auflagerschuhe,

und ihre Lagerung wird gewöhnlich mit dem Auflagerschuh vereinigt, wie die Abb. 62 nach einer Skizze von J. Pohlig A.-G. angibt. Eine entsprechende Ausführung von A. W. Mackensen veranschaulicht die Abb. 63.

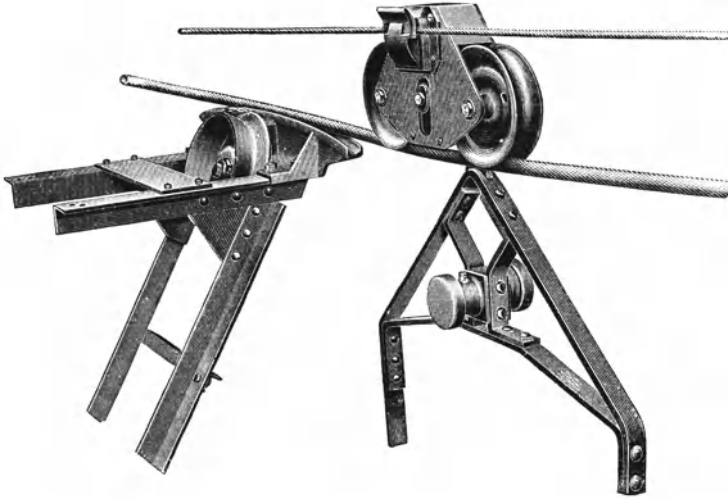


Abb. 63. Seilbahn mit Innenspur (Mackensen).

51. Das Material der Stützen.

Die Auflagerschuhe und Zugseiltragrollen werden nun auf den Stützen angebracht, die je nach den Umständen sehr verschiedene Höhe und Form haben können. Die Wahl des Materiales richtet sich meist nach den in der betreffenden Gegend dafür gezahlten Preisen und nach der voraussichtlichen Gebrauchsdauer der Bahn.

Anlagen zur Heranschaffung von Baumaterialien od. dgl. erhalten wohl immer hölzerne Stützen; ebenso herrschen sie in waldreichen Gegenden vor. Dagegen bilden in Industriegebieten die Bahnen mit eisernen Stützen die Regel; und Bergwerksunternehmungen, deren Erschöpfung in absehbarer Zeit nicht erwartet werden kann, verwenden fast stets eiserne Stützen, besonders dann, wenn die Bahnlänge eine größere ist. Tropische Gegenden, in welchen das Holz von den Termiten zerfressen wird, machen Eisenstützen zur Bedingung, und aus dem Grunde müssen dort sogar Holztransportbahnen gänzlich aus Eisen ausgeführt werden.

52. Die Holzstützen.

Die einfache Bockstütze, wie sie z. B. die Abb. 64 wiedergibt, wird heute wohl kaum noch gebaut. Man verwendet durchweg umbaute Stützen, die Abb. 65 in einem Streckenbild einer Bleichertschen Bahn, und Abb. 66 nach einer Zeichnung von Th. Otto & Comp. darstellt.

Sie werden in schärferen Bruchpunkten der Bahnlinie auch als Doppelstützen ausgebildet, wie Abb. 67 nach einer Bleichertschen Ausführung angibt. Einen im oberen Teil noch besonders verstärkten Bau von 40 m Höhe zeigt die Abb. 68, die zu einer von Kaiser & Co. gebauten Holztransportbahn gehört.

Die Abb. 65 bis 68 enthalten die gebräuchlichste Auflagerung der Tragschleife auf Zangen, die über einen Mittelpfosten und zur Verhütung von Verdrehungen noch über seitliche Streben greifen, die zur obersten Querzange der Stütze gehen. Bei besonders großen Wagenkasten

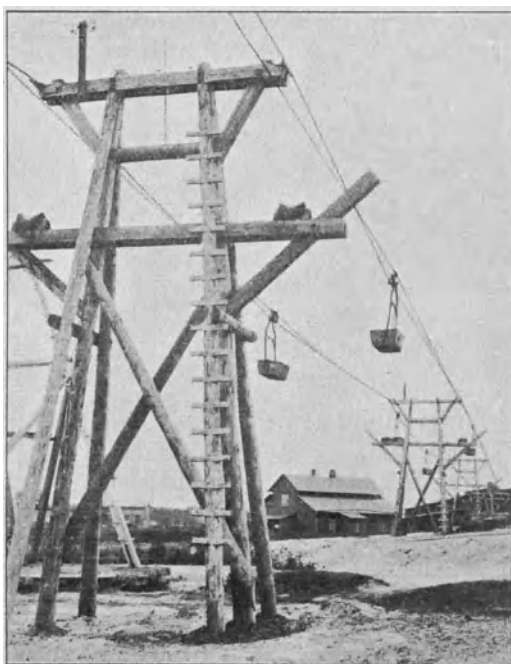


Abb. 64. Hölzerne Bockstütze (Bleichert).

und bei Holzlasten wählt man dagegen oft die Anordnung der Abb. 69, die den Durchgangsraum für Pendelungen der Last freier läßt. Um die ziemlich hohe Stütze Windkräften gegenüber gut zu sichern, wird sie noch von Spannseilen gehalten.

Wie man bemerkt, sind die Hauptpfosten durchweg Rundhölzer, die Quer- und Schrägverbindungen Halbhölzer. Nur die zur Unterstützung der Auflagerschuhe und Tragrollen dienenden Balken sind allseitig bearbeitete Kanthölzer.

Der Holzbedarf läßt sich überschlägig für Stützen zwischen $h = 4,5$ und 18 m Höhe aus $V \approx 0,55 \cdot h + 0,4$ m³

ermitteln. Hierzu kommen noch Holzverbandschrauben, Anker usw. im Gewicht von etwa $G \approx 2 \cdot h + 25$ kg.

Oft werden die Hauptpfähle einfach $1,5$ m tief in den Boden eingegraben und dann mit fettem Lehm oder Ton fest umstampft. Die dicht an der Erdoberfläche befindlichen Stellen der Pfosten fallen aber ziemlich schnell der Fäulnis anheim, selbst wenn sie mit Teer oder Kupferchlorid bestrichen worden sind. Einen guten Schutz bietet allein das Umstampfen mit Beton bis etwa 20 cm über dem Erdboden, wenn darauf geachtet wird, daß auch die Unterfläche der Pfosten noch auf einer hinreichend starken Betonsohle steht. Meistens werden die Stiele in Schwellen verzapft, die auf gemauerten oder besser aus Beton ge-

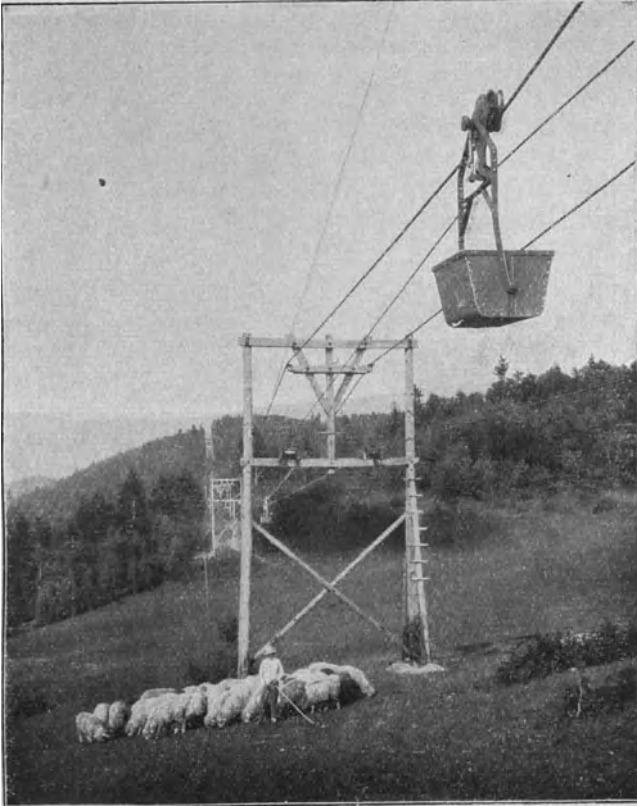


Abb. 65.
Bahn
mit um-
bauten
Holz-
stützen
(Bleichert).

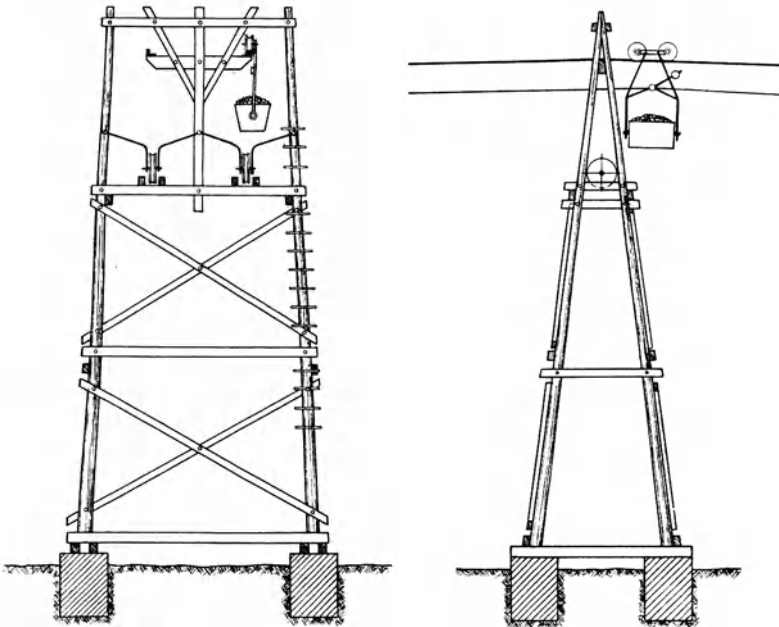


Abb. 66.
Um-
baute
Holz-
stütze
(1:140).



Abb. 67.
Bahn mit
Doppel-
stütze
(Bleichert).



Abb. 68.
Umbaute
Doppel-
stütze
von 40 m
Höhe.

stampften Fundamenten liegen. Bei gutem Baugrund sind für vier Fundamentblöcke bis zu einer Höhe der Stütze von $h = 12$ m etwa

$$V \approx 0,6 \cdot h + 2,5 \text{ m}^3$$

Beton erforderlich, bei höheren Stützen genügt schon $V \approx 0,5 \cdot h \text{ m}^3$.

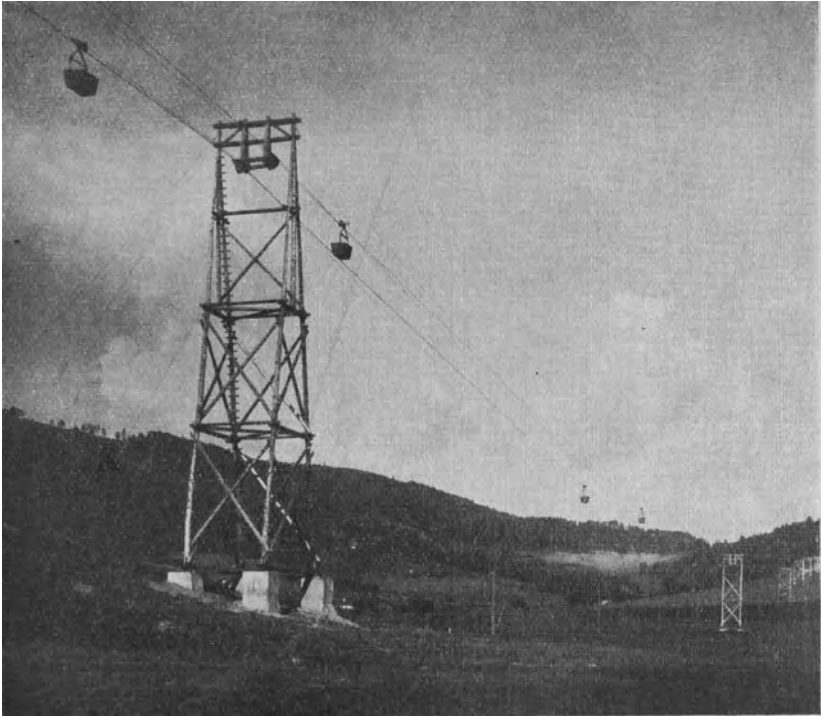


Abb. 69. Holzstütze ohne Mittelposten (Pohlig).

53. Die eisernen Stützen.

Sie werden allgemein aus Winkel- und Flacheisen in Bockform zusammengenietet. Die Abb. 70 zeigt ein Streckenbild einer Bleichertsbahn mit derartigen Stützen, die die Abb. 71 in technischer Darstellung wiederholt. Das Gewicht solcher Eisenstützen beträgt i. M. bis zu $h = 20$ m Höhe etwa $G \approx 160 \cdot h$ kg, darüber hinaus etwa $G \approx 30 \cdot h + 6 \cdot h^2$ kg.

Um den zur Vermeidung der Transportschwierigkeiten oft an Ort und Stelle vorgenommenen Zusammenbau nach Möglichkeit zu erleichtern, haben Kaiser & Co. für geringere Belastung die in Abb. 72 dargestellte Bauart mit großer Feldteilung ausgebildet, bei der in jedem Trapezfeld nur eine Winkeleisenschräge angeordnet ist.

Um sie in der Werkstatt genau passend zusammenbauen zu können und doch keine großen Transportschwierigkeiten zu verursachen, setzt

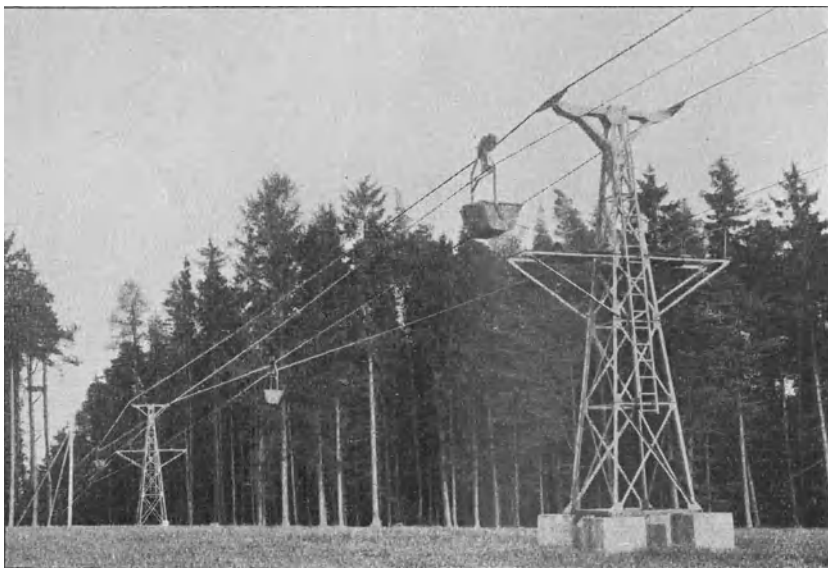


Abb. 70. Bahn mit eisernen Stützen (Bleichert).

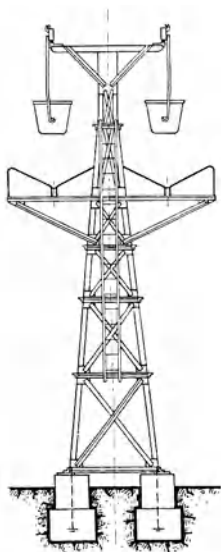


Abb. 71. Eiserner Bockstütze (1:133).

J. Pohlig A.-G. die Stützen aus etwa 3,8 m langen Stücken zusammen (Abb. 73). Die Einzelteile können wegen ihres verhältnismäßig kleinen Gewichtes und geringen Umfanges sehr bequem an die Verwendungsstelle befördert und dort zusammengeschaubt werden. Sie werden nach ganz bestimmten Normalien hergestellt, die in zwei Ausführungen durchkonstruiert sind, für leichtere Lasten und geringere Seildrücke bzw. für schwere Beanspruchung. Nur das unterste Stück wird je nach Bedarf in verschiedenen, ebenfalls normalisierten Abstufungen gebaut, so daß kleine, dazwischenliegende Höhenunterschiede durch die entsprechende Festlegung der Oberkante des Fundamentes auszugleichen sind. Damit auch die Fundamente nach einigen wenigen Zeichnungen, die nicht verwechselt werden können, angelegt werden, führt Pohlig das unterste Stück dieser Stützen nicht als Kegelstumpf, sondern in prismatischer Form aus.

Über die allgemeine Formgebung sei noch bemerkt, daß die Eckpfosten fast durchweg im Verhältnis 1 : 10 gegen die Lotrechte geneigt werden. Vorteilhafte Abmessungen des Kopfstückes ergeben sich, wenn der obere Abstand der Pfosten, von Außenkante bis Außenkante gemessen, etwa 0,40 m beträgt. Damit die Schrägen des guten Aussehens halber annähernd parallel ausfallen, werden die wagerechten Füllglieder

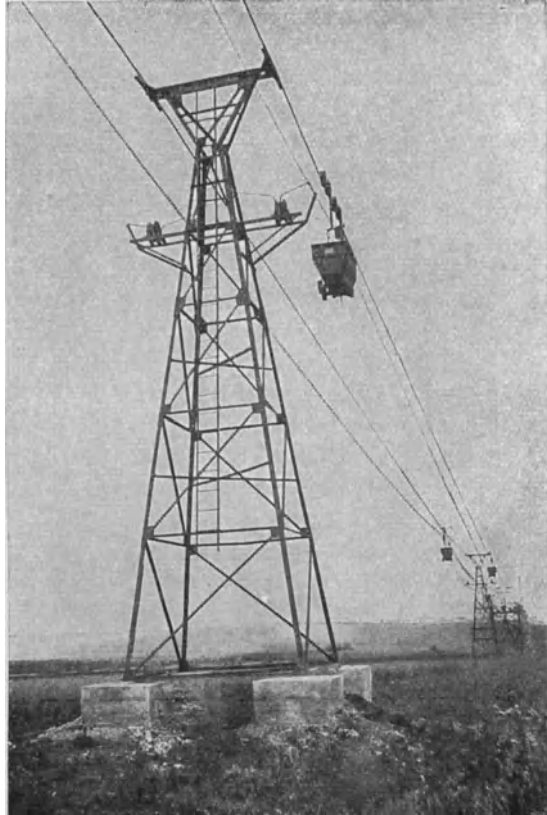


Abb. 72. Eiserne Bockstütze leichter Ausführung (Kaiser & Co.).

etwa in den Abständen 0,7—0,8—1,0—1,3—1,75—2,25 m angeordnet, so daß die Längen eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung bilden.

Eine besondere Stützenform (Abb. 74) hat die Firma A. Bleichert & Co. für die Doppelbahnen geschaffen. Sie besitzt einen verhältnismäßig leichten Unterbau, auf den sich ein steifer, die vier Auf-lagerschuhe tragender Rahmen aufsetzt, so daß damit der sich in gewissem Sinne widerstrebenden Forderung, ausreichende Festigkeit mit leichter Ausführung zu vereinigen, in vorzüglicher Weise ent-sprochen wird.

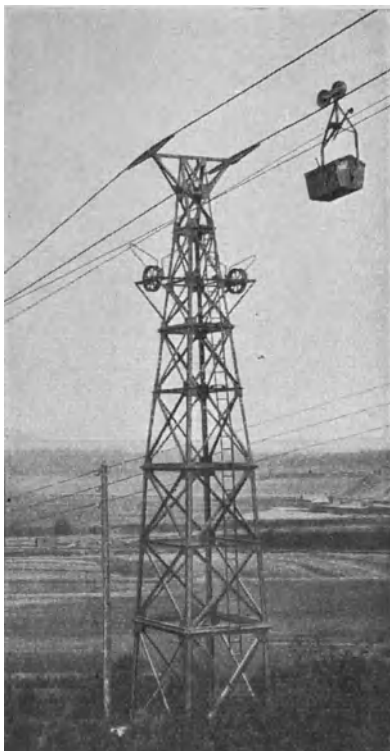


Abb. 73. Aus Einzelteilen zusammengesetzte Eisenstütze (Pohlig).

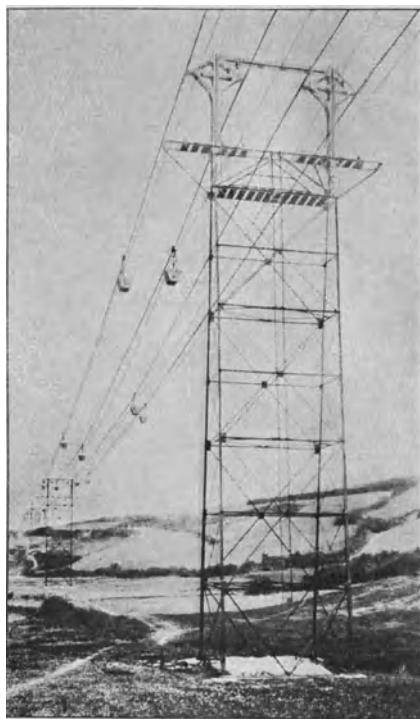


Abb. 74. Stütze für Doppelbahnen (Bleichert).



Abb. 75.
Dreieck-
stütze
(ATG.).

Ganz von dem Hergebrachten weicht die Ausführung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft ab, die Abb. 75 zeigt. Auf ein prismatisches Untergerüst von dreieckigem Querschnitt ist der eigentliche Stützbau aufgesetzt, mit zwei in den Dreieckseiten des Unterbaues stehenden Fachwerkwänden und einer in der Mitte dazwischen angeordneten Verstärkungswand. Freilich ist das Gewicht dieser Bauart annähernd das gleiche wie das der anderen.

54. Betonstützen.

Nachdem sich der Betonbau, mit und ohne Eiseneinlagen, allgemein eingeführt hat, lag es nahe, auch Drahtseilbahnstützen daraus

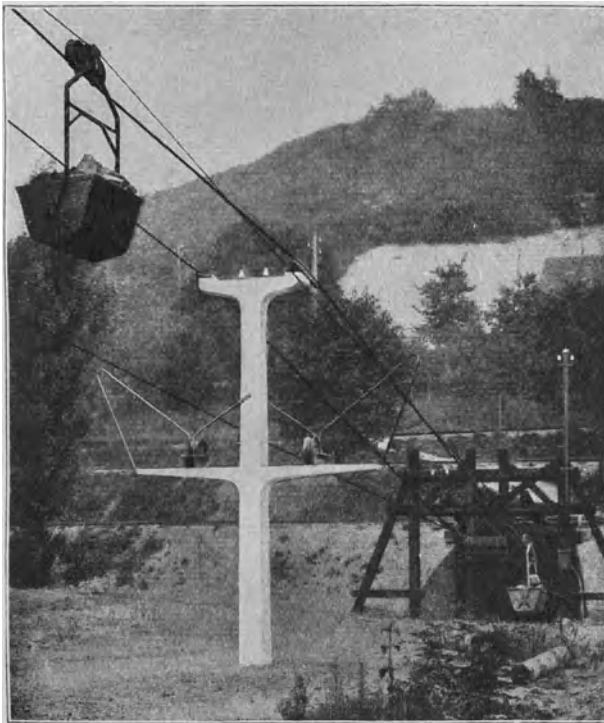


Abb. 76. Eisenbetonstütze (Bleichert).

aufzuführen. Die Abb. 76 und 77 bringen z. B. zwei einfache, pfostenförmige Eisenbetonstützen verschiedener Höhe bei; die Abb. 78 zeigt eine besonders kräftige umbaute Stütze in Bockform von 21 m Höhe nach einer Ausführung von Ernst Heckel G. m. b. H.

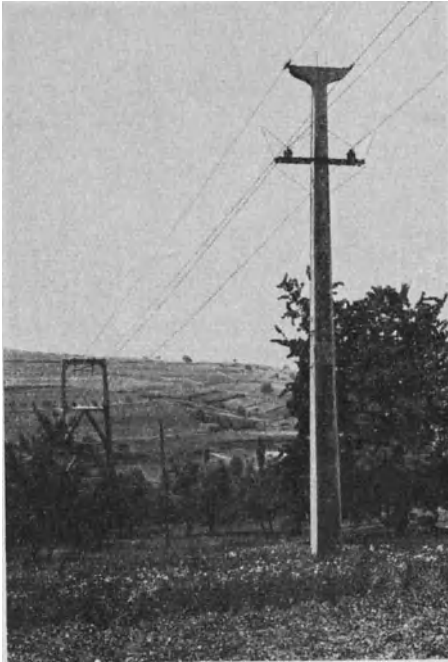


Abb. 77. Eisenbetonstütze von 17 m Höhe (Heckel).

Es hat sich jedoch ergeben, daß derartige Stützen nur wirtschaftlich sind bei Bahnen für Zementfabriken, die den erforderlichen Zement nur zum Selbstkostenpreise rechnen.

55. Die Höhe der Stützen.

Sie ist, falls die Bahn über angebautes Land, Straßen usw. hinweggeht, so zu bemessen, daß ein vollbeladener Erntewagen frei unter den Seilbahnwagen durchfahren kann. Hieraus folgt unter den üblichen Verhältnissen bei Stützabständen von 70 bis 100 m eine Höhe der Auflagerschuhe über dem Erdboden von ungefähr 7 bis 8 m.

Allerdings kann diese Höhe nur auf ungefähr ebenem oder schwach welligem Gelände innegehalten werden. Die Kurve, in der die Stützpunkte eines sich nach unten durchsenkenden Seilstranges angeordnet werden müssen, kann ja nicht die Parabel sein, die das auf derselben Länge frei ausgespannte Seil annehmen würde. Sie muß vielmehr einen geringeren Durchhang haben, damit sich das Tragseil bei nur einseitiger Belastung nicht von der Stütze abhebt. Daraus ergeben sich bei

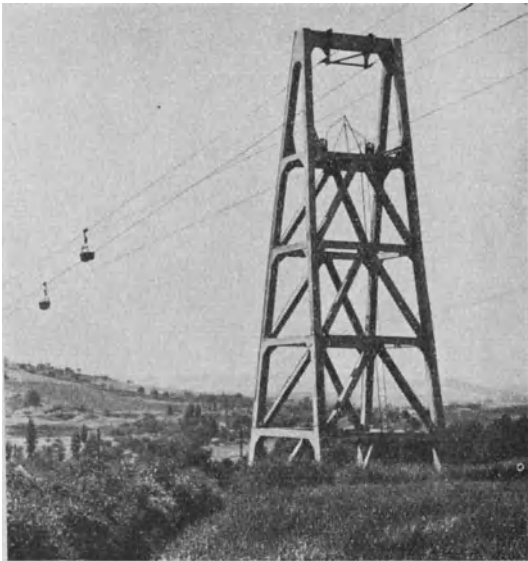


Abb. 78. Gegliederte Eisenbetonstütze (Heckel).

tiefere Einschnitten wesentlich höhere Stützen. Denn einerseits muß dafür gesorgt werden, die freie Spannweite so weit zu verringern, daß der Seildurchhang des schlaffen Zugseiles nicht bis auf den Grund des Tales herunterreicht; andererseits muß auch der sich leicht vor einer großen, stark belasteten Spannweite bildende Knick in der Seillinie auf das zulässige Maß heruntergebracht werden.



Abb. 79. Stütze von 55 m Höhe (Bleichert).

So ist man gelegentlich gezwungen, Stützen bis zu 50 und 55 m Höhe auszuführen. Eine hölzerne Stütze von 40 m Höhe gibt z. B. die Abb. 68 wieder, eine eiserne von sogar 55 m Höhe die Abb. 79 nach einer Bleichertschen Ausführung. Die letztere zeigt, daß der untere Teil zur Verringerung des beanspruchten Raumes noch durch in der Mitte der Seitenfläche angeordnete \perp -Eisen verstärkt wird.

In gewissen Fällen ist wieder eine Erniedrigung der Stütze dadurch möglich, daß nicht der gewöhnliche, das Seil oben frei lassende Auflagerschuh verwendet wird, sondern ein mit einer kurzen Überwurfkappe versehener (Abb. 57), der das Seil unter Umständen bis auf die Freihangparabel herunterzieht. Die Abb. 80 stellt z. B. eine solche nur 3,1 m hohe Stütze mit seitlich an den langen Auflagerschuh angeschraubten Stahlaufflächen dar.

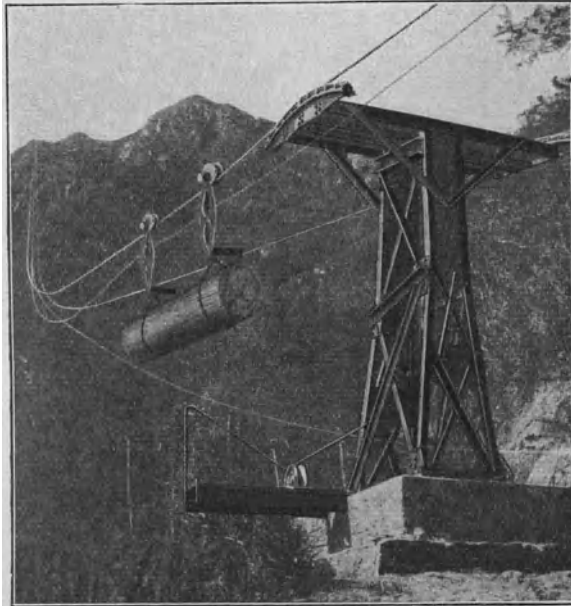


Abb. 80. Niedrige Eisenstütze mit langem Tragschuh (Bleichert).

56. Die Beanspruchung der Stützen.

Sie erfolgt in lotrechter Richtung durch das Gewicht der Seile, der darauf befindlichen Wagen mit ihren Lasten und ferner durch die senkrechten Seitenkräfte der Seilzüge, deren Größe in jedem Fall durch die Kräftezerlegung ermittelt werden muß. Dazu kommen in wagerechter Richtung, und zwar in die Bahnlinie fallend die wagerechten Seitenkräfte der Trag- und Zugseilspannkräfte, ferner die Reibungskräfte, die die Bewegung der Tragseile in den Auflagerschuhen hervorruft, und schließlich quer zur Bahnlinie der auf die Seile und Wagen wirkende Winddruck¹⁾. Das Eigengewicht der Stütze und der auf sie selbst kommende Winddruck brauchen nur bei Ausführungen von größerer Höhe berücksichtigt zu werden.

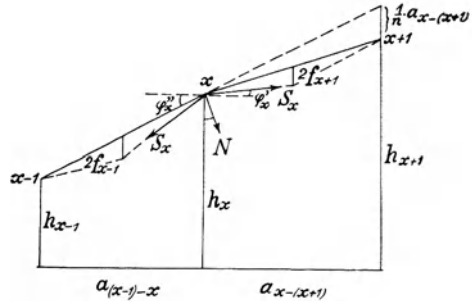
Zur genauen Ermittlung der vom Trageil und den darauf befindlichen Lasten herrührenden Stützendrücke bestimmt man die größten

¹⁾ Stephan: Die technische Mechanik des Maschineningenieurs, Bd. V, 1926.

Durchhänge f_{x-1} und f_{x+1} zu beiden Seiten der betreffenden Stütze mit der Ordnungszahl x und erhält dann mit den Bezeichnungen der Abb. 81 :

$$\operatorname{tg} \varphi''_x = \frac{h_x - h_{x-1} + 4f_{x-1}}{a_{(x-1)-x}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi'_x = \frac{h_{x+1} - h_x - 4f_{x+1}}{a_{x-(x+1)}}$$



als ungünstigste Neigung der Seilspannkraft S_x gegen die Wagerechte. Damit ergibt sich leicht¹⁾ die lotrechte Seitenkraft des Stützendruckes N

Abb. 81. Kräfteermittlung an einer Stütze.

$$N_1 = S_x \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} \varphi''_x}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi''_x}} - \frac{\operatorname{tg} \varphi'_x}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi'_x}} \right)$$

und die wagerechte Seitenkraft

$$N_2 = S_x \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi'_x}} - \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi''_x}} \right).$$

N_2 hat die Richtung der in die Spannweite $a_{x-(x+1)}$ zeigenden Spannkraft S_x , wenn sich ein positiver Wert ergibt, andernfalls die umgekehrte.

d) Die Tragseilspanvorrichtungen.

57. Ihre Begründung und Anordnung.

Die Tragseile finden auf den Auflagerschuhen bei den freilich nur geringen Bewegungen, die sie unter dem Einfluß der durch ihre jeweilige Stellung auf der Strecke den Durchhang bzw. die Spannung ändernden Wagen machen, eine gewisse Reibung, die zwar durch gute Schmierung der Auflagerstellen mit Starrfett nach Möglichkeit verringert wird. Bei mangelhafter Schmierung muß man als Reibungsziffer zwischen Seil und Auflagerschuh etwa $\mu \sim 0,10$ ansetzen, so daß sich schließlich die Seilspannkraft nicht unerheblich verändern kann, wenn bei Übergängen über Bergkuppen mehrere starke Tragseilablenkungen hintereinander vorkommen. Damit diese Unterschiede nicht zu groß werden und die Seilabschnitte zwischen den einzelnen Stützen bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen nicht bald eine zu große, bald zu kleine Spannung erhalten, werden in Abständen von etwa 1,8 bis 2,5 km Zwischenspann- und Ankerstationen in die Linie eingeschaltet.

¹⁾ Stephan: Die Fördertechnik 1915.

Ihre Anordnung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Aufbau der Endstationen. Wenn angängig, führt man die Spann- bzw. Verankerungsstationen doppelt, d. h. für beide an der Stelle zusammentreffende Seilstücke in gleicher Weite aus.

Die Fahrbahn dieser Zwischenstationen wird nach dem Vorgang von Bleichert immer aus Hängebahnschienen hergestellt, die z. B. auch bei Führung der Linie durch Tunnels zur Anwendung kommen (vgl. Abb. 107), vor welchen die Trageile dann gleichfalls abzuspannen oder zu verankern sind.

58. Die doppelte Verankerung.

Eir, Beispiel davon in Eisenkonstruktion zeigt die Abb. 82 nach einer Bleichertschen Ausführung. Auf jeder Bahnseite werden die beiden Trageile über besonders geformte Auflagerschuhe nach der Mitte

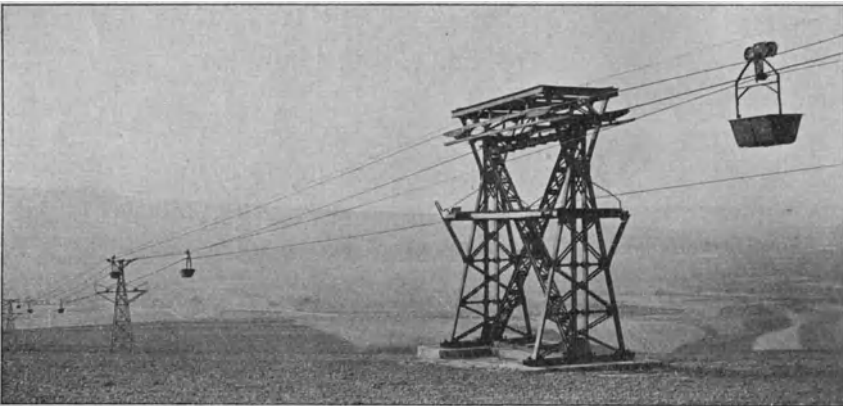


Abb. 82. Doppelte Trageilverankerung (Bleichert).

zu abgelenkt und dort an der Eisenkonstruktion nebeneinander vermittels Endmuffen befestigt, die aus einer Stahlgußhülse auf kugelförmiger Unterlage bestehen (Abb. 83). Der Seilzug überträgt sich dann durch die senkrechten Endpfosten und die schrägen Gitterstreben auf die Fundamente. Zwischen den Ablenkungsschuhen wird die Fahrbahn von Hängebahnschienen gebildet, die an dem oberen

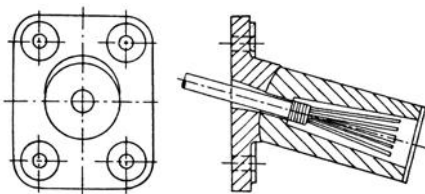


Abb. 83. Feste Trageil-Endmuffe.

Querbau aufgehängt sind. Zur Führung der Wagen, die auf der freien Strecke im Winde seitlich auspendeln, wird unter den Laufschiene noch je eine Winkeleisenführungsschiene angebracht.

59. Die doppelte Spannvorrichtung.

Die Bleichertsche Bauart ist in Abb. 84 nach einem Lichtbild dargestellt, eine davon im allgemeinen Bau etwas abweichende technische Zeichnung gibt die Abb. 85 wieder. An die ebenfalls nach der Mitte der Linie abgelenkten Trageile sind Dreikantlitzenseile angeschlossen, die am Gegeneude der Spannstation über große Stahlgußeilscheiben von 0,8 bzw. 1,2 m Durchmesser zu den aus Betonwürfeln in Winkel-eisenrahmen bestehenden Spanngewichten geführt werden. Die größeren Gewichte spannen das stärkere Trageil der beladenen Wagen, die anderen das schwächere Leerseil. Ein Strebenkreuz in der Mitte des Baues bzw. die kräftigen Endstreben nehmen wieder die schräg-gerichteten Auflagerkräfte der Seilscheiben auf.

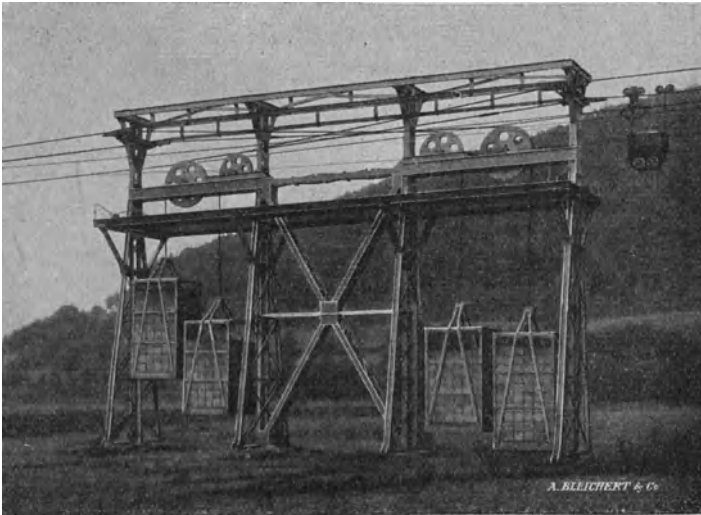


Abb. 84. Doppelte Trageislspannvorrichtung.

Früher wurden an Stelle der Anschlußseile oft Ketten verwendet, auch jetzt noch bisweilen, wenn am Anlagekapital gespart werden muß. Sie bilden jedoch immer ein unsicheres Glied des ganzen Baues, da ungeschmiertes Schweiß- oder Flußeisen bei dauerndem Reiben aufeinander sehr stark verschleißt. Schmierung hilft hier gar nichts, weil das Fett von der nahezu punktförmigen Berührungsstelle unter der großen Belastung weggedrückt wird und nur dahin wirkt, daß Staub und Sand sich erst recht daran festsetzen.

Eine eigenartige Ausbildung zeigt die vierfache Spannvorrichtung einer Bleichertschen Doppeldrahtseilbahn, Abb. 86, die aus zwei nebeneinander angeordneten doppelten Spannvorrichtungen nach Abb. 84 besteht. Nur ist die ganze Ausführung wegen der besonders schweren Trageile, die hier abzuspinnen sind, entsprechend kräftiger gestaltet.

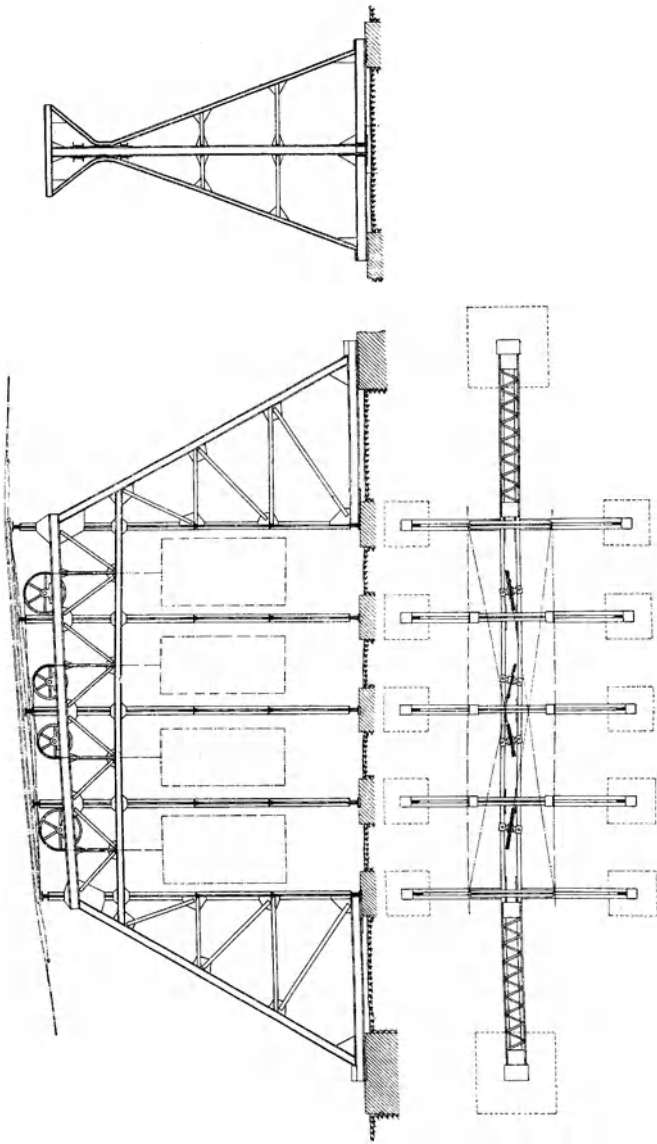


Abb. 85. Doppelte Streckenspannvorrichtung in Eisen.

Eine von der üblichen Bauart abweichende Verbindung von Eisen- und Betonbau hat J. Pohlig A.-G. für eine auf Java erbaute Anlage ausgeführt. Die alle Einzelheiten klarstellende Aufnahme davon bringt die Abb. 87 bei.

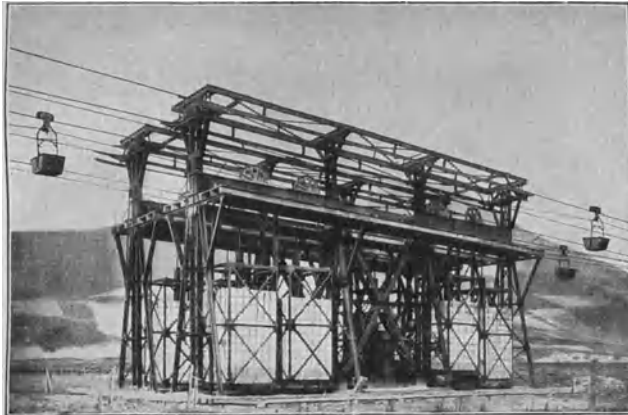


Abb. 86. Doppelte Spannvorrichtung für eine Doppelbahn (Bleichert).



Abb. 87. Doppelte Tragseilspannvorrichtung (Pohlig).

60. Die Verbindung von Verankerung und Spannstation.

Sie kommt, wie schon gesagt, seltener vor. Die Skizze einer Holzkonstruktion von Th. Otto & Comp. gibt die Abb. 88 wieder. Eine etwas andere Bauart von Carstens & Fabian, bei der die Kräfte hauptsächlich von den lotrechten Pfosten aufgenommen werden, zeigt die Abb. 89, eine verhältnismäßig leichte Eisenkonstruktion nach einer Ausführung von A. W. Mackensen die Abb. 90.

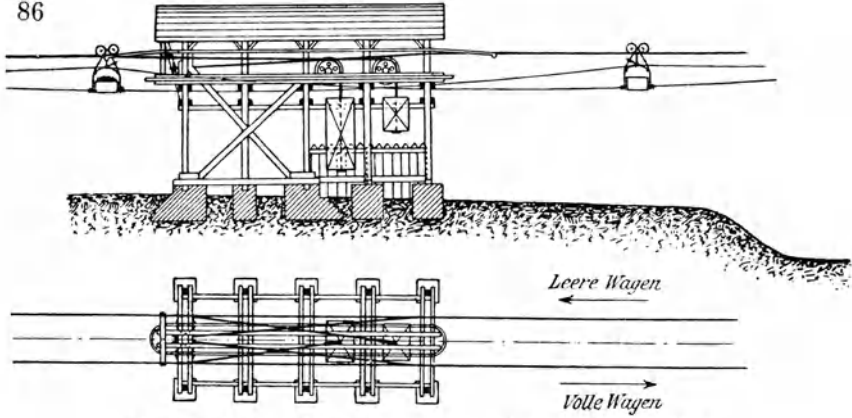


Abb. 88. Tragseil-Verankerung und -Spannstation in Holz.

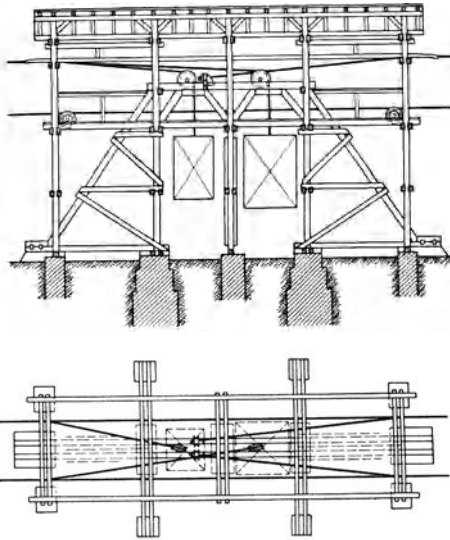


Abb. 89.
Tragseil-
Verankerung
und -Spann-
station in
Holz
(Carstens
& Fabian).



Abb. 90 Tragseil-Verankerung und -Spannstation in Eisen (Mackensen).

61. Federnde Verankerungen.

Bei ganz kurzen Bahnen, wo die Trageisenden nur sehr geringe Verschiebungen erfahren, machen sich die Kosten der oben beschriebenen Spannvorrichtung, auch wenn sie mit der einen Endstation zusammengebaut wird, im Verhältnis zur Bahnlänge unangenehm be-

merkbar. Man pflegt deshalb in solchen Fällen die Seile an beiden Enden zu verankern; in der einen Station freilich unter Einordnung von je 4 kräftigen Bufferfedern, auf die die gesamte Seilspannkraft unmittelbar einwirkt.

Eine derartige elastische Befestigung der Seilenden ist auch bei längeren Bahnen an der Verankerungsstelle von Wert. Befindet sich nämlich vor der Verankerungsstelle ein Übergang über eine Bergkuppe, wo die Trageisile mit ziemlich starkem Druck in den Auflagerschuh liegen, so bleiben die letzten Spannweiten der Seile nahezu unbeweglich, und ihre Anspannung verändert sich somit jedesmal unter den darüber weg-fahrenden Wagen. Dadurch erleiden die unbeweglichen Seile, besonders bei hoher Kälte, schädliche Überbeanspruchungen (vgl. S. 528), die durch eine elastische Befestigung vermieden werden.

Die unmittelbare Zwischenschaltung von Bufferfedern ist jedoch bei den großen Kräften, die aufzunehmen sind, wenig zweckmäßig. Günstiger ist eine Verkleinerung der Federkraft bei gleichzeitiger Vergrößerung ihrer Zusammendrückung mit Hilfe einer ungleicharmigen Hebelübersetzung. Man kann hierbei die Federn vorteilhaft bemessen und sie bei einem doch einmal vorkommenden Bruch leicht auswechseln.

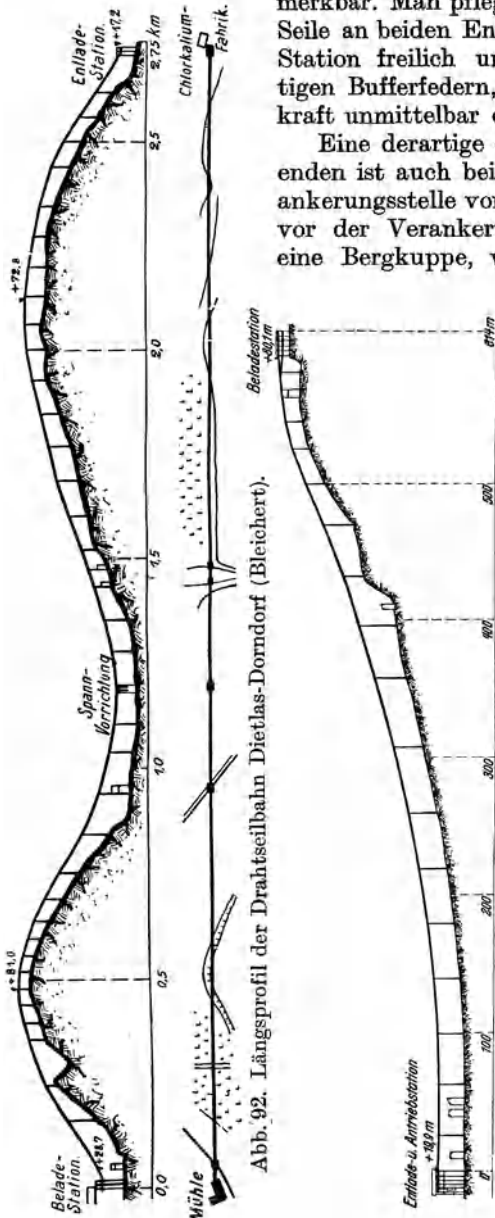


Abb. 92. Längsprofil der Drahtseilbahn Dietlas-Dorndorf (Bleichert).

Abb. 91. Längsprofil der Bruchstein-Transportbahn in Dossenheim (Bleichert).

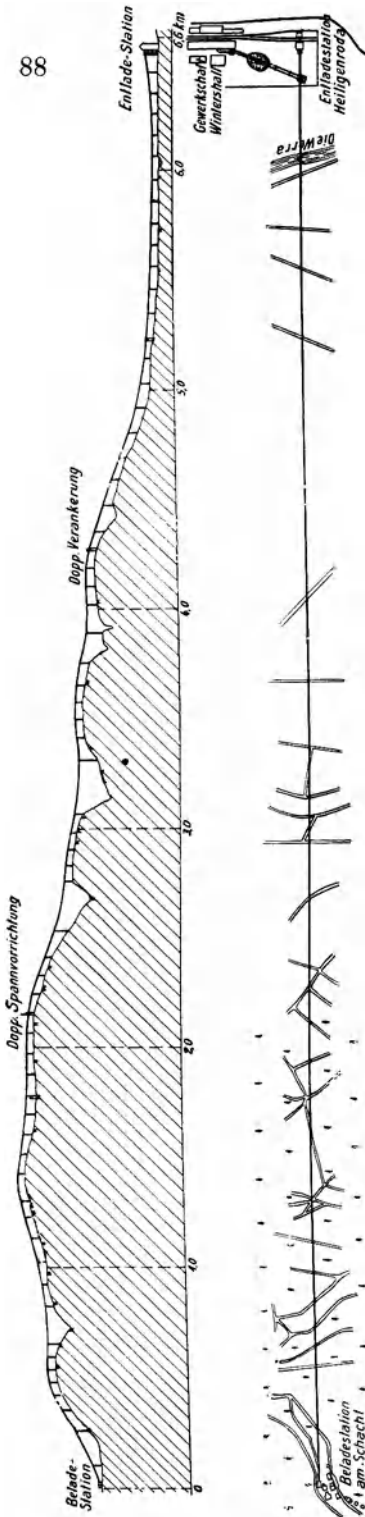


Abb. 93. Längsprofil und Lageplan der Drahtseilbahn Heiligenroda (Bleichert).

e) Die Linienführung.

62. Einfache Verhältnisse.

Bevor an die Konstruktion und genaue Kostenberechnung einer Drahtseilbahn herangetreten werden kann, muß erst die Linienführung bis ins einzelne festgelegt sein.

Bei kürzeren Bahnen ist sie im allgemeinen einfach, denn wenn die Endpunkte gewählt sind, — und sie pflegen sich in solchen Fällen aus den örtlichen Verhältnissen von selbst zu ergeben — so sind beide nur durch eine gerade Linie zu verbinden. Man muß dann noch feststellen, welche fremden Grundstücke überschritten werden und hat gegebenenfalls mit den Eigentümern ein Pachtabkommen zu treffen.

In lotrechter Richtung ergeben sich selten Schwierigkeiten, da die Schwebbahn sich vor jedem anderen Transportmittel dem gegebenen Gelände am besten anpaßt. Ein Beispiel dafür, wie die Tragseile sich dem Bodenprofil in einem gleichmäßigen Kurvenzug anschließen, gibt die Abb. 91 wieder.

Ein ähnliches Profil zeigt die Abb. 92 für eine längere Bahn, die zwei Erhebungen von rund 50 bis 60 m Höhe und ein dazwischenliegendes Tal von insgesamt 1,5 km Breite überschreitet und die dazu dient, in gerader Linie Kalisalze von der am Schacht gelegenen Mühle zur Chlorkaliumfabrik zu schaffen.

Ein anschauliches Beispiel für die Linienführung einer normalen Bahn von ziemlich großer Länge bildet das in Abb. 93 dargestellte Profil der von A. Bleichert & Co. für die Gewerkschaft Heiligenroda gebauten Anlage, deren Linie weder durch Einschnitte und Schluchten noch durch Straßen oder Wasserläufe gestört wird.

63. Der Stützenabstand.

Man sucht natürlich die Stützen möglichst in gleichem Abstand anzuordnen, muß jedoch aus den verschiedensten örtlichen Gründen oft davon absehen, wie z. B. im Fall der Abb. 92 bei der Bergkuppe dicht hinter der Beladestation oder bei km 0,90 an dem Einschnitt. Auch wenn einige verhältnismäßig niedrige Schutzbrücken über Hauptwege dicht beieinander stehen, wie etwa zwischen km 1,4 und 1,5 der Abb. 92, müssen sich die betreffenden Stützpunkte dem anpassen.

Als Durchschnittsabstand bei einer Höhe von 7 bis 8 m, so daß ein beladener Erntewagen mit Sicherheit unter der Bahn hindurchfahren kann, rechnet man 60 bis 80 m. Niedrige Stützen müssen, damit die Seilbahnwagen oder das zwischen ihnen frei hängende Zugseil nicht aufstoßen, dichter zusammengedrückt werden.

Auf steileren Bergkuppen, wie etwa der vor der Beladestation der Abb. 92, drängen sich die Stützen zusammen, weil man im Interesse eines glatten, die Seile möglichst schonenden Überganges den Neigungsunterschied auf beiden Seiten einer Stütze nur ausnahmsweise größer als 1 : 10 annimmt.

64. Seilsenken und Bergkuppen.

In der Senke verlegt man die Seillinie in einer Parabel, deren Durchhang selbstverständlich geringer sein muß als der eines frei über die gleiche Länge ausgespannten Seiles, damit es sich noch mit einem gewissen Druck auf die Stütze legt. Gewöhnlich wird als Durchhang dieser Schmiegungsparabel nicht mehr als 0,70 bis höchstens 0,80 des Durchhanges eines über dieselbe Strecke frei hängenden Seiles zugelassen.

Die zeichnerische Bestimmung der Höhenlage der Stützpunkte bei gegebener Längenverteilung ergibt sich am besten nach Abb. 58. Rechnerisch findet man¹⁾ mit den Bezeichnungen der Abb. 98

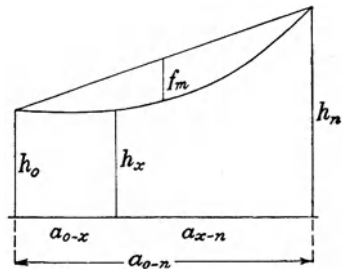


Abb. 94. Bestimmung der Punkte einer Stützparabel.

$$h_x = h_0 + \frac{h_n - h_0}{a_{0-n}} \cdot a_{0-x} - \frac{4 \cdot f_m}{a_{0-n}} \cdot a_{0-x} \cdot a_{x-n}.$$

Entsprechend erhält man beim Übergang über eine Bergkuppe für die Ablenkung $1/n$ des wagrecht gemessenen Abstandes mit den Bezeichnungen der Abb. 81

$$h_{x+1} = h_x + (h_x - h_{x-1}) \cdot \frac{a_{x-(x+1)}}{a_{(x-1)-x}} - \frac{1}{n} \cdot a_{x-(x+1)}.$$

¹⁾ S. Anm. 1 auf Seite 81.

65. Das Abheben des Trageiles.

Es ist nun von Wichtigkeit zu untersuchen, ob sich nicht etwa in den Seilsenken das Trageil aus den Auflagerschuhen heraushebt, wenn zufällig nur ein Teil der Bahn von Wagen besetzt ist. Gerade bei Bahnen, die hauptsächlich oder ausschließlich dem Personenverkehr dienen, hat man mehrfach dadurch unliebsame Weiterungen gehabt, wie z. B. die Abb. 95 nach einer englischen Ausführung zeigt, die in China für die Beförderung von Arbeitern von der hochgelegenen Wohnstelle aus

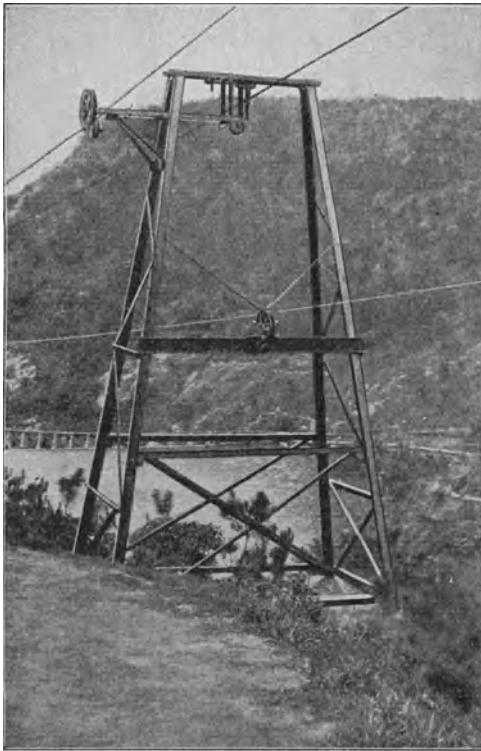


Abb. 95. Abheben eines Trageiles von der Stütze.

zum Arbeitsplatz benutzt wird. Um bei stärkerem Wind das seitliche Weggleiten des Seiles zu verhüten, hat man nachträglich Vorreiber angebracht, die von dem vorbeifahrenden Wagen, der das Seil durch sein Gewicht herunderdrückt, angehoben werden. In anderen Fällen, z. B. bei der Personenbahn Lana-Vigiljoch vor dem Umbau, hat man sich damit geholfen, daß die Seilschuhe Kappen erhielten, wie sie Abb. 57 angibt.

Bei Gütertransportbahnen zieht man bisweilen absichtlich die Trageile durch Überwurfkappen in den Auflagerschuhen bis auf die Freihangparabel herunter, um dadurch die Höhe der erforderlichen Stützen nicht unbedeutend zu verringern. Ein Streckenbild einer derartigen Anlage bringt z. B. die Abb. 79, bei der jedoch die in der Mitte befindliche Stütze auf km 1,9 der Profilzeichnung Abb. 101 nicht mehr zu erkennen ist. Für Bahnen, die bei regelmäßigem Betrieb in ziemlich dichter Folge mit Wagen besetzt sind, so daß die Seile im allgemeinen gar nicht das Bestreben haben, sich abzuheben, ist dieses Verfahren entschieden sehr vorteilhaft und ohne Bedenken.

Zur Veranschaulichung der ungünstigsten Verhältnisse bei einer Seilsenke sind in Abb. 96 die Höhen im 12fachen Maßstab der Längen

aufgetragen. Eine Anzahl Wagen vom Gewicht P rückt im gleichem Abstände c auf die Seilsenke, so daß nur noch die obersten beiden Felder unbesetzt bleiben. Um den ungünstigsten Fall zu untersuchen, wird vorausgesetzt, daß eine noch ziemlich weit hinter dem letzten Feld 5 befindliche Tragseilspannvorrichtung infolge der Reibung, die das Seil in den folgenden Auflagerschuh findet, keinen Einfluß mehr hat. Die Reibung in den Auflagerschuh des zu untersuchenden Streckenabschnittes kann, wie eine genaue Zahlenrechnung¹⁾ lehrt, vernachlässigt werden, weil ja die Tragseile sich hier nur mit geringem Druck auf die Stützen legen. Dagegen wirkt eben der wesentlich größere Auflagerdruck des durch die Wagen noch beschwerten Seiles auf der Strecke bis zur Spannvorrichtung dahin, daß es dort in den Schuhen festliegt und sich somit nur aus dem oberen Teil der Senke herauszieht.

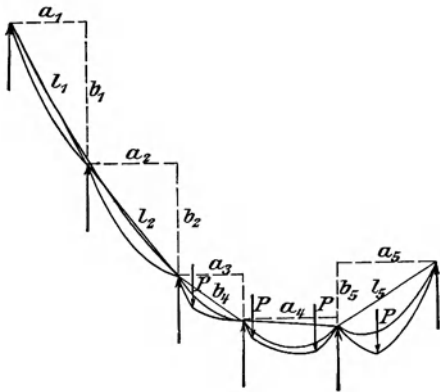


Abb. 96. Teilweise besetzte Seilsenke.

In den mit P belasteten Feldern vergrößert sich die Seillänge infolge des von den Lasten errührenden Durchhanges. Man erhält gemäß Abb. 97 für eine einzige Last auf dem betreffenden Feld bei dem mit der Kraft S_u angespannten Seil

$$f = \frac{P}{S_u} : \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) = \frac{P}{S_u} \cdot \frac{l_1 \cdot l_2}{l}$$

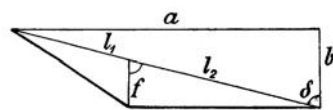


Abb. 97. Seillänge bei einer Last im Felde.

und daraus die Verlängerung

$$\Delta l = \sqrt{l_1^2 + f^2} + 2 \cdot f \cdot l_1 \cdot \cos \delta + \sqrt{l_2^2 + f^2} - 2 \cdot f \cdot l_2 \cdot \cos \delta - l$$

oder nach einigen Umformungen

$$\Delta l = \frac{f^2 \cdot l}{2 \cdot l_1 \cdot l_2} = \frac{l_1 \cdot l_2}{2 \cdot l} \cdot \left(\frac{P}{S_u} \right)^2$$

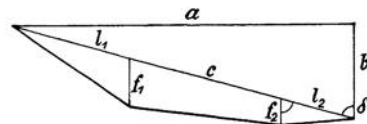


Abb. 98. Seillänge bei zwei Lasten im Felde.

Ebenso ergibt sich, wenn zwei Lasten auf derselben Strecke stehen, mit den Bezeichnungen der Abb. 98

$$f_1 = \frac{P}{S_u} : \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2 + c} \right) + \frac{l_1}{l_1 + c} \cdot \frac{P}{S_u} : \left(\frac{1}{l_2} + \frac{1}{l_1 + c} \right)$$

und

$$\Delta l = \left(\frac{P}{S_u} \right)^2 \cdot \frac{c}{2P} \cdot \left[(l_1 - l_2)^2 + c \cdot (l_1 + l_2) + \frac{4 \cdot l_1 \cdot l_2}{c} \cdot (l_1 + l_2 - c) \right]$$

¹⁾ S. Anm. 1 auf S. 81.

In den oberen unbelasteten Feldern ist bei der dort herrschenden Seilspannkraft S_0 der Durchhang

$$f = \frac{a \cdot l \cdot q}{8 \cdot S_0}$$

und die Seillänge

$$L_1 = a_1 \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1}{a_1} \right)^2 \right] + \frac{q^2 \cdot a_1^3 \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1}{a_1} \right)^2 \right]}{24 \cdot S_0^2};$$

entsprechend erhält man L_2 .

Falls sich nun das Seil von der Stütze 1 abhebt, streckt sich die Länge $L_1 + L_2$, wenn der Faktor m angibt, um welchen Anteil die Parabel der Stützpunkte weniger durchhängt als die gleiche freie Länge, auf den Betrag

$$L_{1,2} = (a_1 + a_2) \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1 + b_2}{a_1 + a_2} \right)^2 \right] + \left(\frac{m \cdot q}{4,9 \cdot S_0} \right)^2 \cdot (a_1 + a_2)^3 \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1 + b_2}{a_1 + a_2} \right)^2 \right]$$

und der Unterschied ergibt sich zu

$$\Delta L = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1^2}{a_1} + \frac{b_2^2}{a_2} - \frac{(b_1 + b_2)^2}{a_1 + a_2} \right) + \left(\frac{q}{4,9 \cdot S_0} \right)^2 \cdot \left[a_1^3 \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1}{a_1} \right)^2 \right\} + a_2^3 \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_2}{a_2} \right)^2 \right\} - m^2 \cdot (a_1 + a_2)^3 \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{b_1 + b_2}{a_1 + a_2} \right)^2 \right\} \right].$$

Damit nun kein Abheben stattfindet, muß sein

$$\Delta L > \sum \Delta l.$$

Die Rechnung wird genau genug, wenn, wie hier geschehen, für den oberen, leeren Teil eine Durchschnittsspannkraft S_0 eingesetzt wird und für den unteren, mit Wagen besetzten ebenso S_u . Sie ist etwas umständlicher als sonst Rechnungen, die in der Praxis benutzt werden sollen, gewöhnlich sein dürfen. Wie aber die obigen Beispiele zeigen, ist sie unter Umständen recht wichtig.

Um dem Abheben vorzubeugen, ist, wie auch die Skizze 96 andeutet, auf dem flacheren Ast der Senke, wo die Seillänge verhältnismäßig größer ist als die gerade Verbindungslinie der Stützpunkte, der Stützenabstand kleiner zu nehmen als auf dem steileren Ast.

66. Winkelstationen und Kurven.

Ergeben sich bei den Verhandlungen mit den Grundbesitzern Schwierigkeiten, die nicht auszugleichen sind, so wird man entweder, wenn dies auf Grund des Berggesetzes möglich ist, zur Enteignung schreiten oder man muß die Linie um das fragliche Grundstück herumführen.

Einen Beleg für den letzteren Fall bietet die Hüttenroder Kalkbahn, deren Profil und Plan die Abb. 99 wiedergibt und die sonst nur durch den besonders gleichmäßigen Abstand der Stützen voneinander bemerkenswert wäre. Die in der Mitte der Linie angeordnete Winkelstation wurde nur deshalb nötig, weil die Besitzer der in der geraden Verbindungslinie der Stationen gelegenen Grundstücke unannehmbare Forderungen stellten und den Kalkwerken nicht das den Bergwerken vorbehaltene Enteignungsrecht zustand. Eine derartige Lösung bringt in den meisten Fällen keine Erschwerung oder Verteuerung des Betriebes mit sich, da die Kurve der Winkelstation bei geeigneten Einrichtungen von den Wagen selbsttätig durchfahren werden kann, ohne daß sich dort Bedienungsmannschaften aufhalten (Absatz 124). Freilich werden die Anlagekosten um den Preis der Beschaffung der Winkelstation höher.

Wenn der Ablenkungswinkel klein ist und auf der Strecke schwere Wagen in dichter Folge hintereinander verkehren, kann wohl einmal eine Kurve in die freie Strecke eingelegt werden. So enthält z. B. die in Absatz 186 beschriebene Bleichertsche Seilbahn zwischen den Zechen Schleswig und Courl bei Dortmund eine solche Kurve von allerdings 10 km Halbmesser bei einem Ablenkungswinkel von 18° . Jedoch sind die Anwendungsmöglichkeiten derartiger Kurven ziemlich gering, und im allgemeinen ist bei Ablenkung in wagerechter Ebene immer eine besondere Winkelstation einzubauen.

Bei besonders unebenem Gelände ist die gerade Richtung der Drahtseilbahn bisweilen technisch und

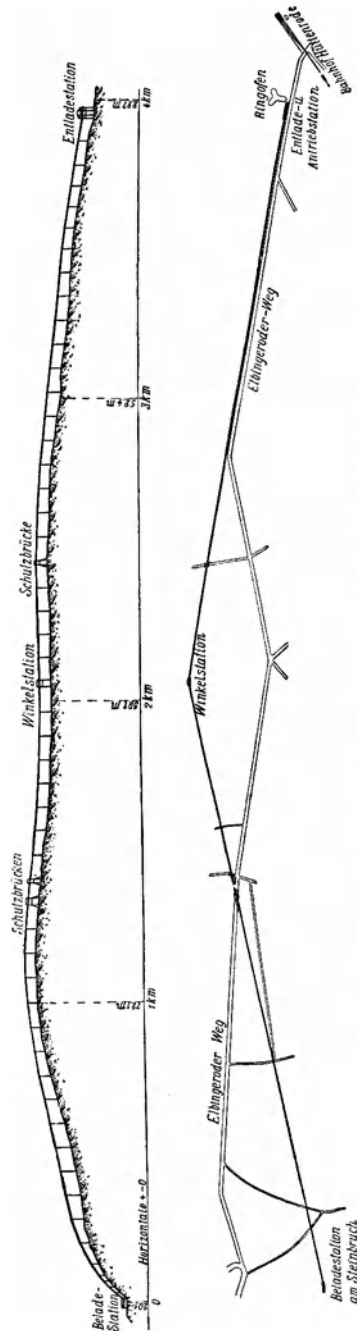


Abb. 99. Längsprofil und Lageplan der Hüttenrodaer Bahn (Bleichert).

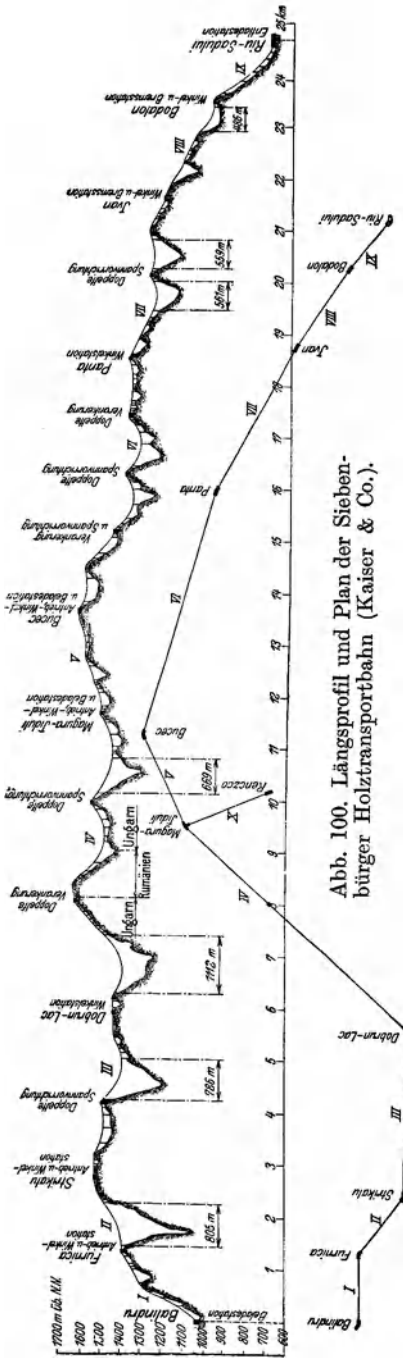


Abb. 100. Längsprofil und Plan der Siebenbürger Holztransportbahn (Kaiser & Co.).

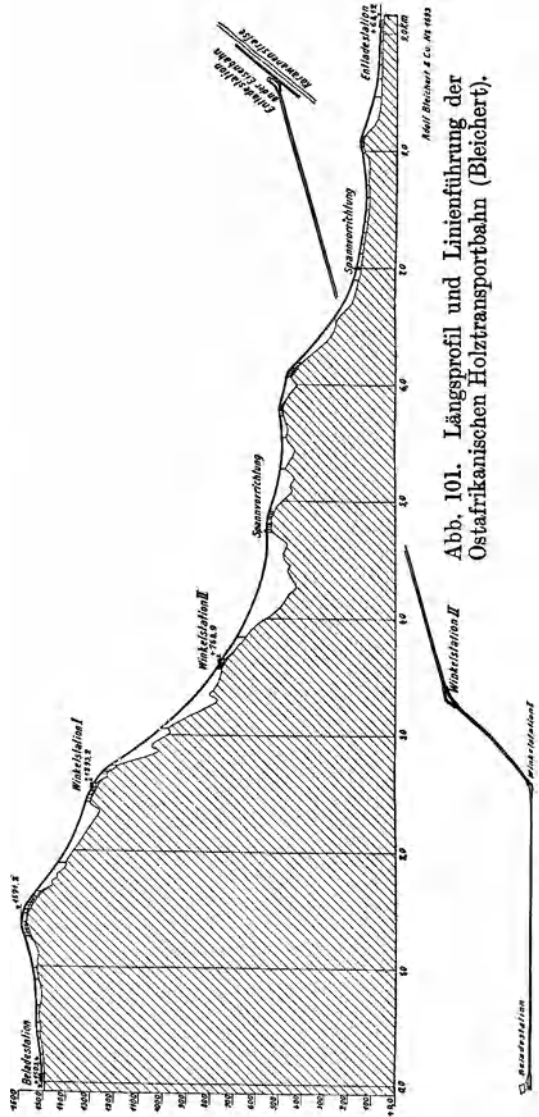


Abb. 101. Längsprofil und Linienführung der Ostafrikanischen Holztransportbahn (Bleichert).

wirtschaftlich unvorteilhaft, beispielsweise dann, wenn in der direkten Verbindung der Endstationen ein höherer Berggipfel liegt, der sich durch Einschalten einer Winkelstation umgehen läßt, oder wenn in der Geraden sehr große Spannweiten er-

forderlich würden. Man erhält durch eine solche Umgehung der Hindernisse unter Umständen weit geringere Steigungen in der Linie und daraus folgend kleinere Beanspruchungen des Zugseiles und des Antriebes, also mindestens eine im Betriebe billigere Anlage. Bisweilen können die Ersparnisse an Gründungen, Aufstellungskosten und der bequemeren Heranschaffung der Baumaterialien so viel ausmachen, daß sich trotz der Mehrausgaben für die Winkelstation im ganzen eine billigere Linienführung ergibt.

Ein bemerkenswertes Beispiel hierfür bildet das in Abb. 100 dargestellte Längsprofil einer von Kaiser & Co. in den Siebenbürger Karpathen erbauten Drahtseilbahn zur Holzförderung, die bei 24,7 km Länge der Hauptlinie 8 Winkelstationen enthält¹⁾. Besonders der erste Teil der Bahn weist sehr starke, sonst ungewöhnliche Richtungsänderungen nach jeder Seite auf, nur um mehrere ganz besonders hohe Berggipfel zu umgehen, deren Bewältigung die Anlage- und Betriebskosten ganz wesentlich erhöht hätte.

Ähnliche Verhältnisse der Örtlichkeit veranlaßten auch bei der von A. Bleichert & Co. in Ostafrika errichteten Holztransportbahn der Firma Wilkins & Wiese die Anordnung zweier Bruchpunkte in der Linie (Abb. 101). Würde man hier die Linie von der Beladestation aus in gerader Richtung bis nach der Endstation durchgeführt haben, so hätte man die vorteilhaften Stützpunkte bei den Winkelstationen I und II aufgeben müssen, und es wäre dann eine freie Spannweite von mehr als 2 km nötig geworden, die ganz außerordentliche Maßnahmen bedingt hätte.

Ein weiteres Beispiel der Art bildet das in Abb. 102 dargestellte Längsprofil einer von J. Pohligh A.-G. zur Heranbringung von Brennholz in Mexiko erbauten Anlage. Hier ist an nähernd in der Mitte der Strecke an einem günstigen Platze eine Winkelstation eingelegt worden, von der aus auch der Antrieb der beiden Strecken stattfindet.

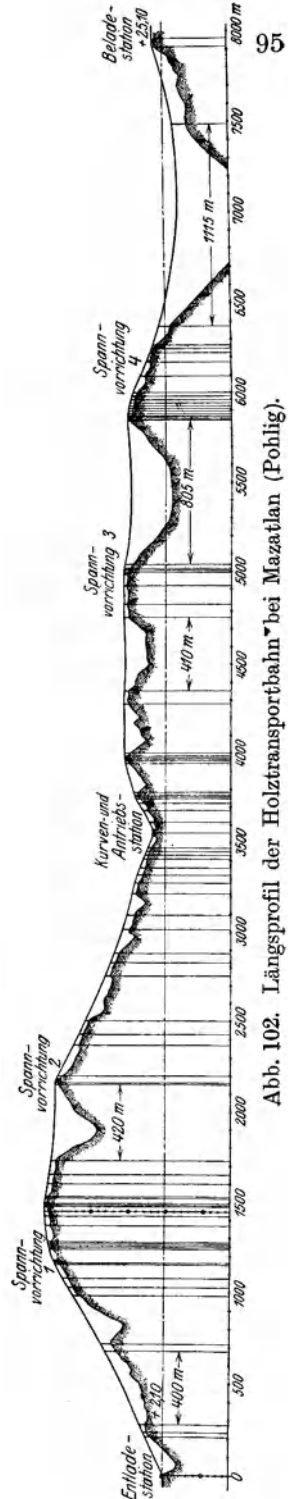


Abb. 102. Längsprofil der Holztransportbahn bei Mazatlan (Pohligh).

¹⁾ v. Hanffstengel: Fördertechnik, 1915.

67. Große freie Spannweiten.

Alle drei Profile zeigen ferner, daß Schluchten und Täler von sogar recht großer Breite noch verhältnismäßig geringe Schwierigkeiten machen. Sie werden einfach in einer großen Spannweite überbrückt, die, wie die eingetragenen Maße der Abbildungen lehren, bis zu 1,5 km Länge haben können.

In einem derartig zerklüfteten Gebiet richtet sich naturgemäß die Stützenentfernung und Anordnung allein und ausschließlich nach dem Gelände. Nun hängt beispielsweise ein verschlossenes Tragsseil bei vierfacher Sicherheit auf 1100 m Länge zwischen den auf gleicher Höhe angenommenen Stützen allein infolge seines Eigengewichtes um 54 m durch und das verhältnismäßig lose angespannte Zugseil reicht zwischen den einzelnen Wagen noch weiter herunter. Demnach sind also große Spannweiten nur bei hinreichend tiefen Geländeeinschnitten ausführbar. Um flachere Täler sicher und vorteilhaft zu überschreiten, müssen deshalb häufig an den Anfang der Spannweite recht hohe Stützen angeordnet werden, wie z. B. bei Kilometer 2 der Abb. 101 eine solche von 32 m Höhe.

68. Bergkämme und dergleichen.

Wesentlich schwieriger ist der Übergang über schmale Bergkämme oder steil abfallende Höhenrücken. Dort stehen die meist recht niedrigen

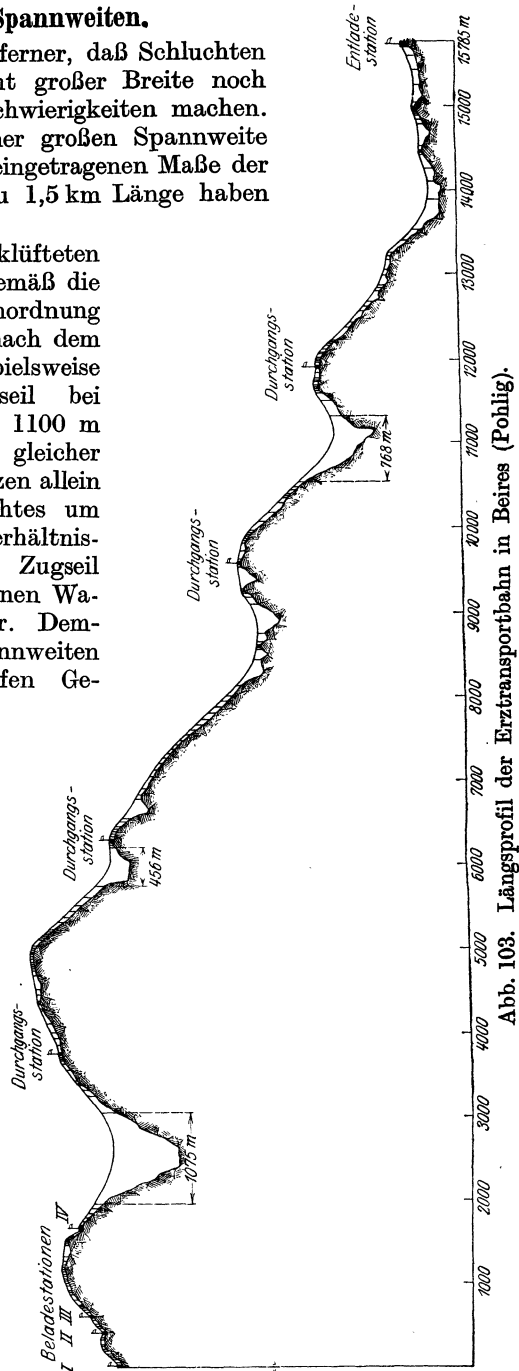


Abb. 103. Längsprofil der Erztransportbahn in Beires (Pohlig).

Stützen dicht beieinander, weil die Ablenkung an jeder Stütze nur den S. 89 genannten, verhältnismäßig kleinen Betrag haben kann.

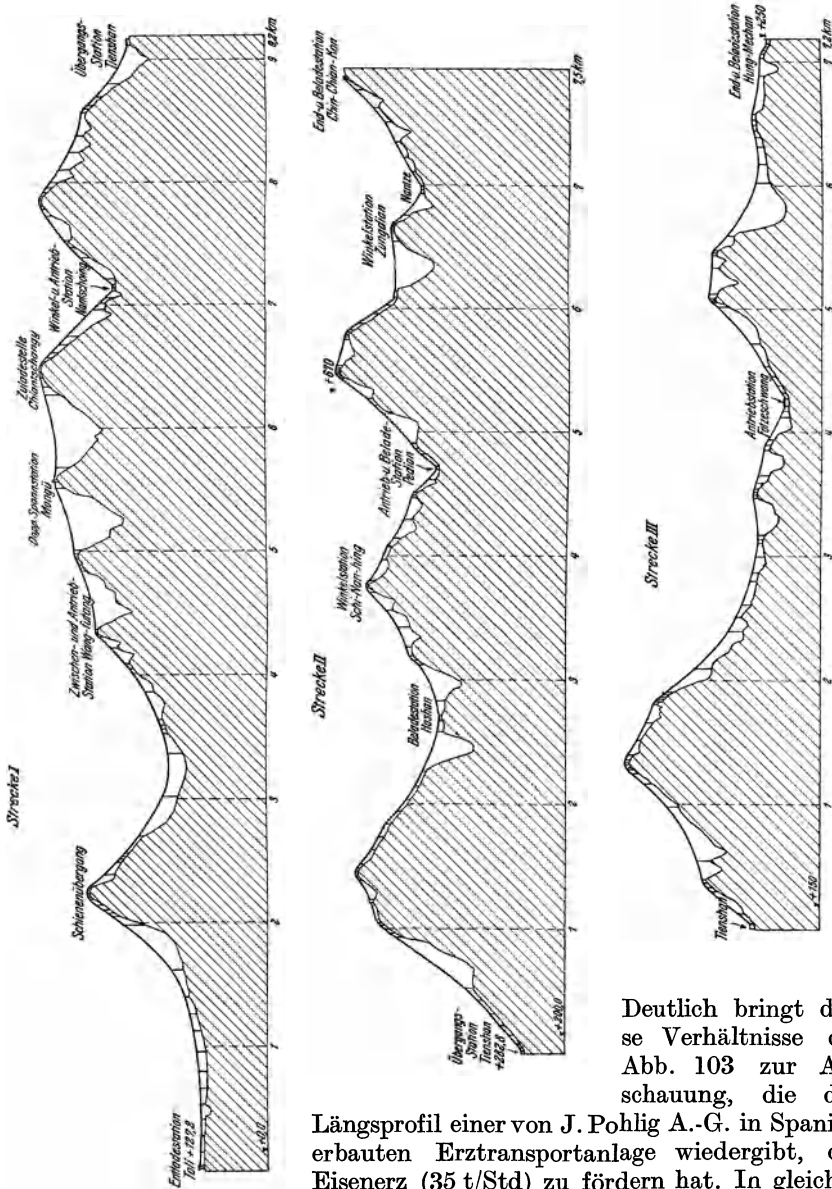


Abb. 104. Längsprofile der Kohlentransportbahn bei Peking (Bleichert).

Deutlich bringt diese Verhältnisse die Abb. 103 zur Anschauung, die das Längsprofil einer von J. Pohl A.-G. in Spanien erbauten Erztransportanlage wiedergibt, die Eisenerz (35 t/Std) zu fördern hat. In gleicher Weise ergaben sich für eine von A. Bleichert & Co. bei Peking zum Transport von Kohlen errichtete, aus mehreren Zweigen bestehende Bahnanlage die Profile der Abb. 104.

Eine ziemlich selten vorkommende Anordnung zeigt das Profil der Abb. 105. Die beiden Endstationen der von A. W. Mackensen für die Magnesit-Industrie A.-G. in Jelsava gebauten Bahn liegen nahezu in gleicher Höhe. Dazwischen befindet sich aber ein Bergrücken von 242 m Erhebung, so daß sich bei 2,9 km Gesamtlänge Steigungen im

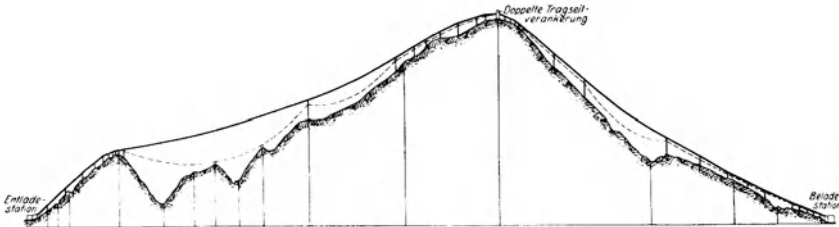


Abb. 105. Seilbahn über einen Bergkamm (Mackensen).

Verhältnis 1 : 3 ergeben. Selbstverständlich sind die Tragseile auf der Bergkuppe fest verankert, und in beiden Stationen befinden sich Spanngewichte. In der freien Spannweite von 650 m Länge, die sich vor der Endladestation befindet, hängt das Zugseil, falls keine Wagen auf dem Abschnitt stehen, so weit durch, daß auf den höchsten Punkten des Talgeländes noch besondere Tragrollen dafür angeordnet werden mußten.

69. Geländeeinschnitte und Tunnels.

Einzelne schroff ansteigende Spitzen, oder auch geringere Erhebungen, die einem größeren Höhenrücken vorgelagert sind, müssen bisweilen,



Abb. 106. Bergeinschnitt (Bleichert).

wie im Fall einer Standeisenbahn, einen mehr oder weniger tiefen, aber verhältnismäßig schmalen und immer nur kurzen Einschnitt enthalten, wie z. B. in Abb. 101 an der höchsten Stelle der Bahn. Oft muß auch der Übergang über Bergkuppen durch einen Einschnitt so schlank gestaltet werden, wie es für die gute Erhaltung der Tragseile nötig ist. Einen solchen Einschnitt mit dicht aufeinanderfolgenden Stützen zeigt z. B. die Abb. 106. Selbstverständlich muß hier das

Zugseil möglichst parallel zum Tragseil geführt werden, so daß die Stützen durch die hohe Anbringung der Zugseiltragrollen ein von dem üblichen abweichendes Aussehen erhalten.

Ganz spitze Bergkämme werden am vorteilhaftesten und sogar billigsten mit einem Tunnel durchquert, was z. B. die Abb. 107 und 305 zeigen.

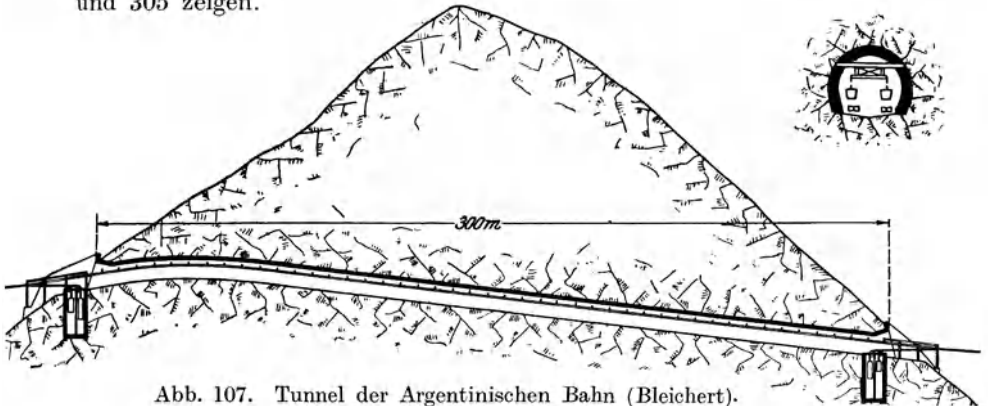


Abb. 107. Tunnel der Argentinischen Bahn (Bleichert).

70. Übergangsstationen und Schieneneinläufe.

Wenn sich an einen schmalen Berggrat zu beiden Seiten stark abfallende Teilstrecken anschließen, so ist es bisweilen zweckmäßig, den Übergang durch eine gewölbte Schienenstrecke zu bewirken, wie das die Abb. 108 angibt.

Natürlich hat man versucht, die umfangreichen Erdarbeiten und die Kosten für eine größere Anzahl von Ablenkungsstützen zu umgehen. So hat z. B. Th. Otto & Comp. am Anfang eines verhältnismäßig flachen Einschnittes die in Abb. 109 wiedergegebene Übergangsstation aufgestellt. Die Tragseile ruhen in drehbaren Auflagerschuhen, die ihrerseits an langen Pendelgehängen befestigt sind, und auch das Zugseil wird von ebenfalls an langen Gehängen angebrachten Tragrollen getragen, so daß sich sowohl die Tragseilaufrollerschuhe als auch die Zugseiltragrollen je nach



Abb. 108. Bergübergang mit Schienenstrecke (Bleichert).

der Stellung der Wagen vor und hinter der Station beliebig einstellen können. Die Wagen laufen in der Station auf Schienen, die dicht über dem Tragseil angeordnet sind. Außerdem sind noch Führungsschienen vorhanden, um das seitliche Auspendeln des Wagengehänges und Anschlagen gegen eine Tragrolle zu verhüten. Freilich ist diese Anordnung nur einmal zur Ausführung gekommen, weil die Beweglichkeit des ganzen Systems doch nicht den Erwartungen entsprach.



Abb. 109. Übergangsstation an einem Bruchpunkt.

Wie z. B. auch die Abb. 104 erkennen läßt, verlangt die Anordnung der Beladestation an einer bestimmten Stelle, wo die Heranbringung des Fördergutes bequem und leicht vonstatten gehen kann, sehr oft, daß die Bahn in die Station mit starkem Gefälle einläuft oder aus ihr ansteigt. Die Tragseile werden auf diesen kurzen Strecken durch die ungleichmäßige Verteilung des Raddruckes (vgl. S. 148) erheblich mehr beansprucht als auf dem übrigen Teil der Bahn, und man zieht es deshalb bisweilen vor, derartige kurze Steilstrecken auf festen Hängebahnschienen auszuführen. Den Einlauf in eine solche Gefällstrecke zeigt die Abb. 110, ebenfalls nach einer Ausführung von Th. Otto & Comp.

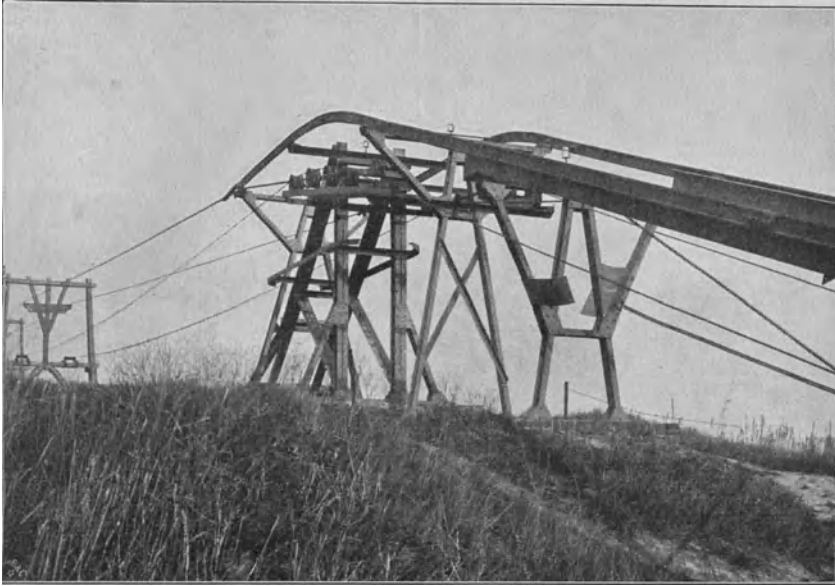


Abb. 110. Einlauf in eine Gefällstrecke mit Hängebahnschienen.

71. Zwischenstationen zur Zugseilunterbrechung.

Wollte man bei Bahnen von sehr großer Länge das Zugseil in einem ununterbrochenen Strang durchführen, so müßte es unbequem starke Abmessungen erhalten, um den im oberen Teil der Strecke auftretenden Beanspruchungen gewachsen zu sein, während es in den tiefer gelegenen Teilen der Bahn nur gering beansprucht wäre und infolgedessen sehr weit durchhängen würde. Aus dem Grunde pflegt man sogar im ebenen Gelände mit einer einzigen Zugseilstrecke nicht gern über 10 km hinauszugehen und bleibt gewöhnlich noch darunter.

Bei mehreren Zugseilstrecken ist es aber ganz gleichgültig, ob die einzelnen Strecken in derselben Richtung oder unter einem beliebigen Winkel zusammenstoßen, und die Linie jeder Teilstrecke kann in der jeweilig vorteilhaftesten Richtung verlegt werden. So zeigt z. B. das Streckenbild der großen Bleichertschen Drahtseilbahn im Kordillereengebirge, Abb. 111, eine Anzahl von Knickpunkten, wo die Wagen jedesmal von einer Strecke auf die andere über Hängebahnschienen von Hand geschoben werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Holztransportbahn nach Abb. 100.

Maßgebend für die Einteilung der Bahn in die einzelnen Strecken ist der Wunsch, wenn irgendmöglich die Höhenunterschiede der Zwischen- und Endstationen gleich auszuführen. Man erhält so überall gleiche Zugseile, gleiche Antriebsteile und -maschinen, so daß die Herstellung vereinfacht und verbilligt wird und die geringste Anzahl von Ersatzteilen auf Lager zu halten ist.

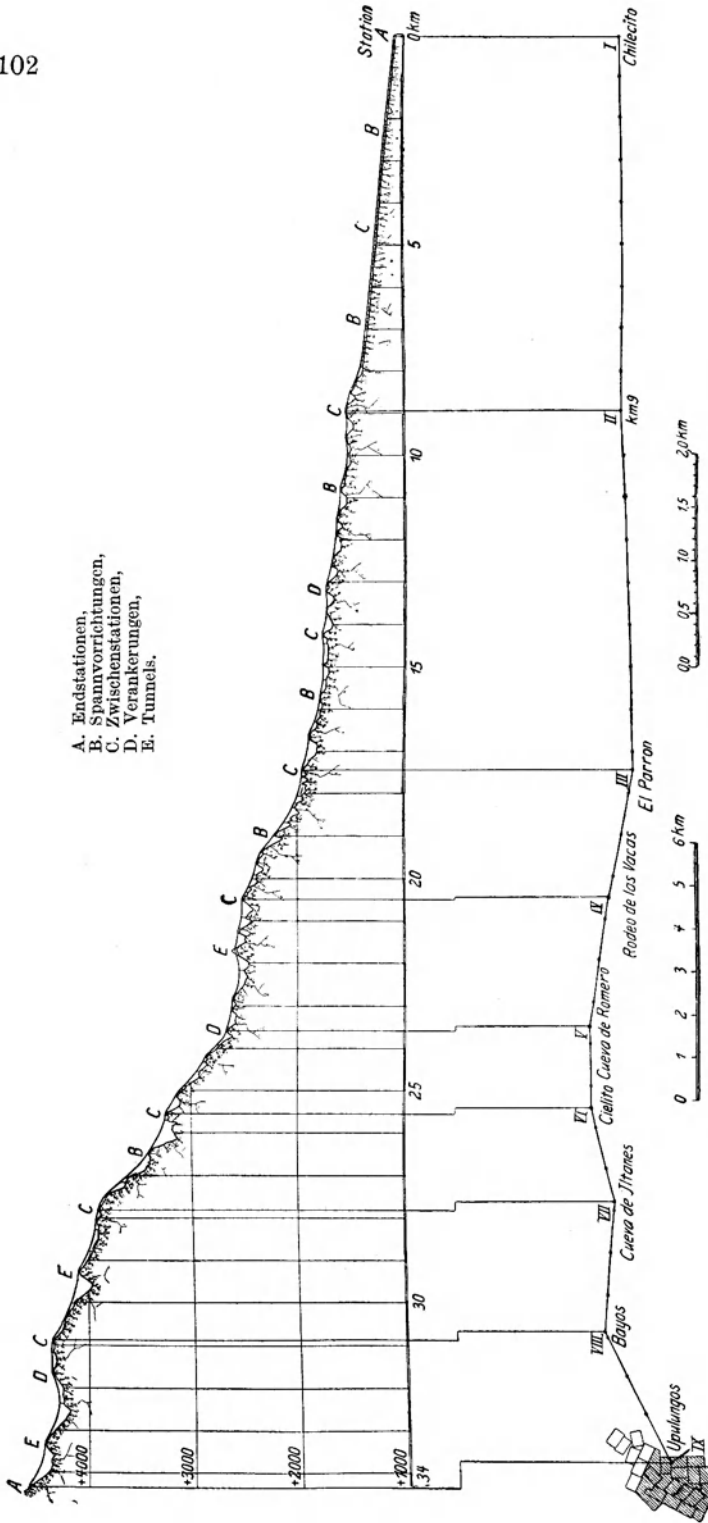


Abb. 111. Streckenplan und Längsprofil der Kordillerenbahn (Bleichert).

72. Der Entwurf großer Anlagen.

Die vorstehenden Beispiele lassen erkennen, daß fast in allen Fällen, wo es sich um größere Anlagen handelt, das geschulte Auge und die Erfahrung des Fachmannes dazu gehört, um diejenige Linienführung zu bestimmen, die tatsächlich unter Berücksichtigung aller Umstände die geringsten Baukosten und den vorteilhaftesten Betrieb gewährleistet.

In Gegenden, deren Bodengestaltung mit hinreichender Genauigkeit in Karten festgelegt ist, wird man häufig durch Ausarbeitung eines oder mehrerer Entwürfe auf Grund der Generalstabkarten und Katasterpläne die günstigste Linienführung mit guter Sicherheit ermitteln können, die dann für die Ausführung von einem Feldmesser genau zu vermessen ist. In Ländern, wo derartige Aufnahmen nicht vorliegen, überläßt man zweckmäßigerweise die Auswahl der Strecke und Absteckung der Linie einem Fachmann oder der ausführenden Firma.

f) Die Seilbahnwagen.

73. Der Kippkasten.

Die Wagen setzen sich aus drei in der Regel wiederkehrenden Elementen zusammen, Laufwerk, Gehänge und Kasten.

Am stärksten schwankt in der Formgebung der Wagenkasten, der sich dem jedesmaligen Transportgut und -zweck genau anschließen muß. Für die meisten losen Massengüter wird ein aus Stahlblech gebogener und mit Winkel- und Flacheisen beschlagener, annähernd rechteckiger Kippkasten verwendet, wie ihn z. B. Abb. 112 nach einer Bleichertschen Zeichnung darstellt.

Er ist an dem Wagengehänge unterhalb seiner Schwerachse frei drehbar aufgehängt, so daß er bei Auslösung der an der einen Stirnwand befindlichen Verriegelung von selbst umkippt. Zu dem Zweck

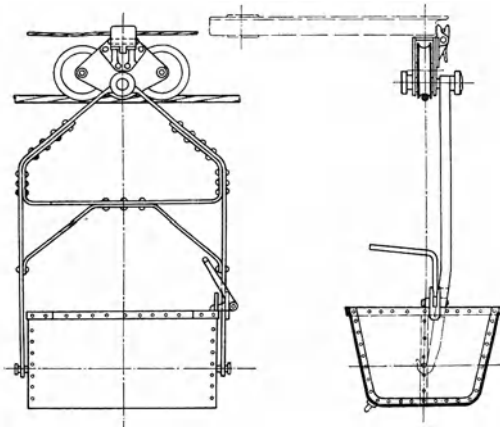


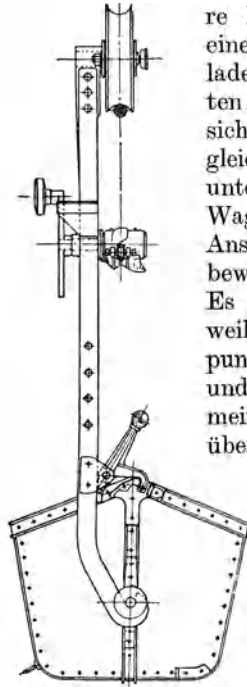
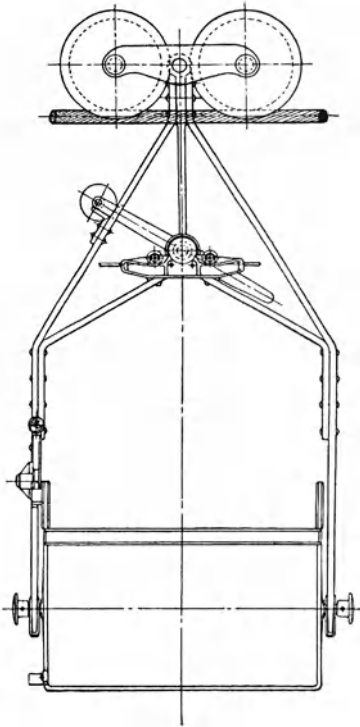
Abb. 112. Kastenwagen (Bleichert).

ist eine Feststellgabel an der Kastenwand befestigt, in die sich ein am Gehänge drehbarer Winkelhebel einlegt, dessen zweiter Arm so gestaltet ist, daß er mit Sicherheit gegen einen entsprechend angeordneten Anschlag stößt und dann zurückfallend die Entleerung des Kastens während der Fahrt hervorruft.

Bei anderen Ausführungen greift eine an der Kastenwand befestigte Gabel um das Gehänge. Diese Anordnung wird gewöhnlich getroffen,

wenn der Kasten von Hand ausgekippt werden soll: der betreffende Arbeiter hat nur die Gabel herumzuschlagen und der Kasten entleert sich von selbst. Der Arbeiter dreht ihn dann an einem Handgriff wieder herum und legt die Gabel um die Hängestange des Gehänges, worauf der Wagen wieder zur Neuaufnahme von Material bereit ist.

Eine besondere Anordnung hat J. Pohlig A.-G. getroffen, um den leeren Wagenkasten selbsttätig wieder aufzurichten. Der dreiarmlige Feststellhaken der Abb. 113 hält den gefüllten Kasten in der gezeichneten Stellung fest.



Stößt nun der obere Hebelarm gegen einen an der Entladestelle angebrachten Anschlag, so hebt sich der Haken, und gleichzeitig erteilt der untere Fortsatz dem Wagenkasten einen Anstoß, der die Kippbewegung einleitet. Es geschieht dies, weil hier der Schwerpunkt von Kasten und Inhalt im allgemeinen nur wenig über der Aufhängeachse liegt. Sobald sich der Kasten entleert hat, schwingt er von selbst in die aufrechte Stellung zurück, in der sich sein Schwerpunkt unter der Aufhängeachse befindet.

Abb. 113. Seilbahnwagen mit selbsttätig aufkippendem Kasten (Pohlig).

Hierbei schnappt der Feststellhaken ein und hält den Kasten wieder fest.

Da scharfkantige Bruchsteine, besonders wenn sie aus einem Silo in den Kasten stürzen, die Wandungen mit der Zeit stark angreifen, so hat man gelegentlich nur die Stirnwände aus kräftigen Blechen hergestellt, und der übrige Teil besteht bis auf den Kastenrand, der die Längsverbinding bewirkt, aus leicht auswechselbaren Holzknüppeln.

Einen besonders großen Kasten für ein sehr leichtes Material (Torf), dessen Seitenwände zur Gewichtsverringerung aus Bandeisenstäben gebildet sind, veranschaulicht die Abb. 114 nach einer Ausführung von Ernst Heckel G. m. b. H.

Gelegentlich, besonders für die Beförderung von Abraum u. dgl., werden die Kästen auch unsymmetrisch geformt, wie z. B. im Fall der Tunnelbahn bei Dortmund, deren Querschnitt (Abb. 359) sofort den Grund dafür angibt.

Von A. W. Mackensen sind derartige Abraumkübel mehrfach aus perforiertem Blech mit etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm großen Löchern hergestellt worden. Sie lassen die Luft von allen Seiten unter das auskippende Fördergut treten, so daß es in feuchtem Zustand nicht mehr so, wie sonst an den geschlossenen Blechwänden, haftet. Der Erfolg lehrt, daß dadurch die Entleerung von etwas feuchtem Material sehr verbessert wird, ohne daß die engen Löcher Verstreuungen während der Fahrt bewirken.

Wenn die in dem Kasten zu befördernden Güter, etwa Chemikalien od. dgl., gegen Regen usw. geschützt werden müssen, kann der im übrigen unveränderte Kasten leichte Deckel aus Eisenblech erhalten.

Diese Kippkästen können in jeder beliebigen Größe hergestellt werden, wie z. B. aus Abb. 138 hervorgeht, die einen Kasten von 1 m^3 Inhalt zeigt. Die Ausklinkung erfolgt hier durch Auflaufen einer Rolle auf eine schräge Schiene.

Als Sonderbauart für Hängebahnen in kleineren Kesselhäusern sei noch die Abb. 115 wiedergegeben. Der Kübel kann in üblicher Weise

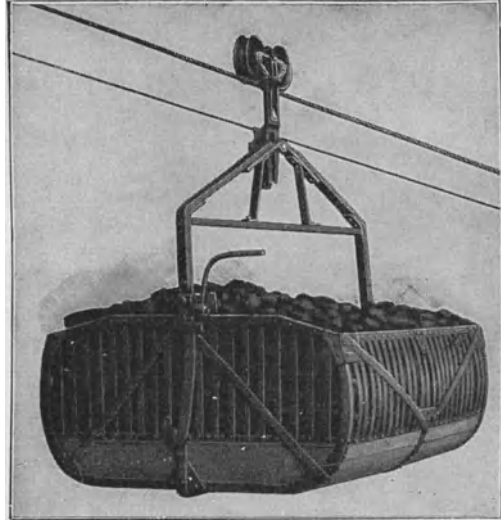


Abb. 114. Kastenwagen für Torftransport (Heckel).

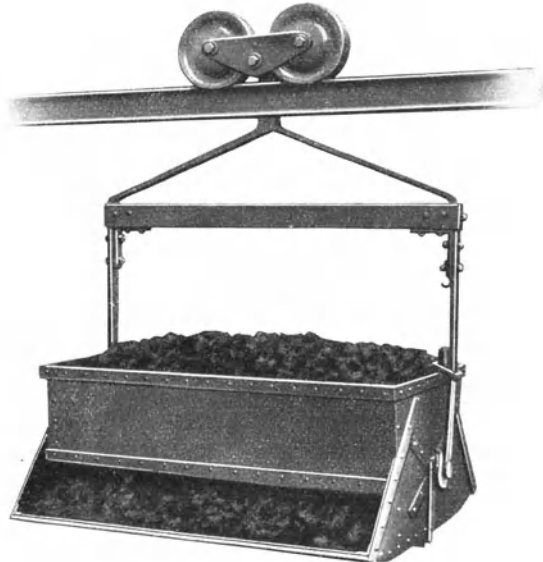


Abb. 115. Hängebahnwagen für Kesselhäuser (Mackensen).

ausgekippt werden, wenn ein Kohlevorrat im Kesselhaus angehäuft werden soll. Andererseits kann ihn der Heizer nach Bedarf aus dem Spalt, den die eine Seitenwand freiläßt, mit der Schaufel entleeren.

74. Der Kasten mit Bodenentleerung.

Man geht jedoch bei sehr schweren und großen Lasten mehr und mehr von der Verwendung der Kippkasten ab. Denn beim Auskippen gerät der ganze Wagen immer etwas ins Pendeln, und zwar um so mehr, je größer die Last und ihr Schwerpunktsweg ist. Wenn also beson-

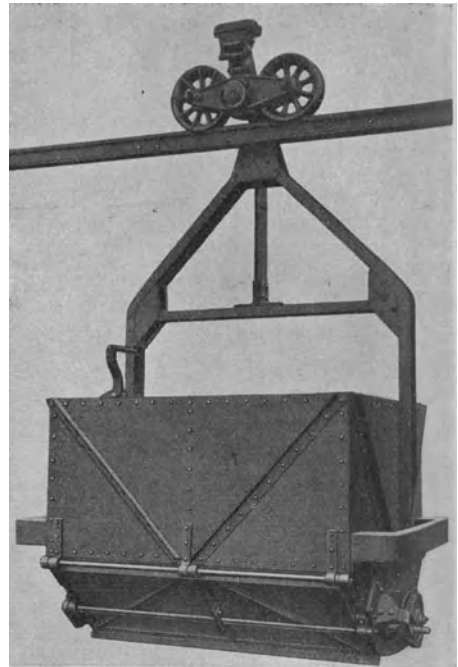
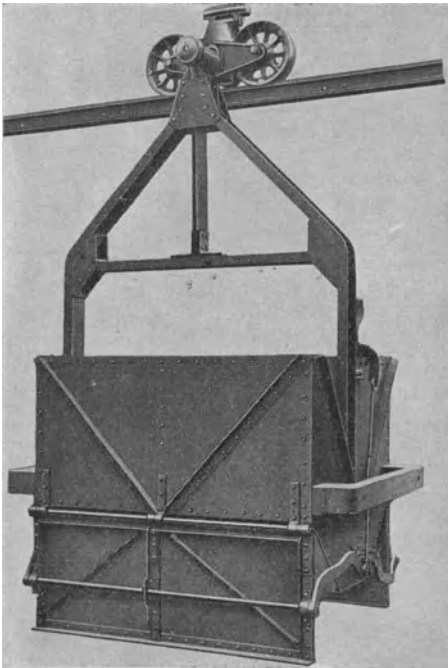


Abb. 116. Kastenwagen mit Bodenentleerung (Pohl).

derer Wert darauf gelegt wird, daß der Wagen sich so wenig wie möglich bewegt, werden Kasten mit Bodenentleerung vorgezogen. Eine Pohl'sche Ausführung der Art bringt die Abb. 116 in Aufnahmen von beiden Seiten. Wenn der oben über den Wagenkasten hervorragende Hebel gegen einen Anschlag stößt, so fällt eine am Unterteil des Kastens drehbare Kurbel herum und die beiden Klappen öffnen sich durch ihr Eigengewicht bzw. unter dem Einfluß der Last. Mit Hilfe einer kleinen, an der anderen Stirnseite angebrachten Gelenkkettenwinde werden die Klappen wieder geschlossen.

Bei der in Abb. 117 dargestellten Bauart von A. W. Mackensen legt der an einem Schäkel sitzende Anschlaghebel diesen Schäkel um, und die an zwei Zugstangen hängenden Bodenklappen öffnen sich unter dem Drucke der Last. Eine Hebelverbindung auf der Rückseite besorgt die gleichartige Bewegung beider Klappen.

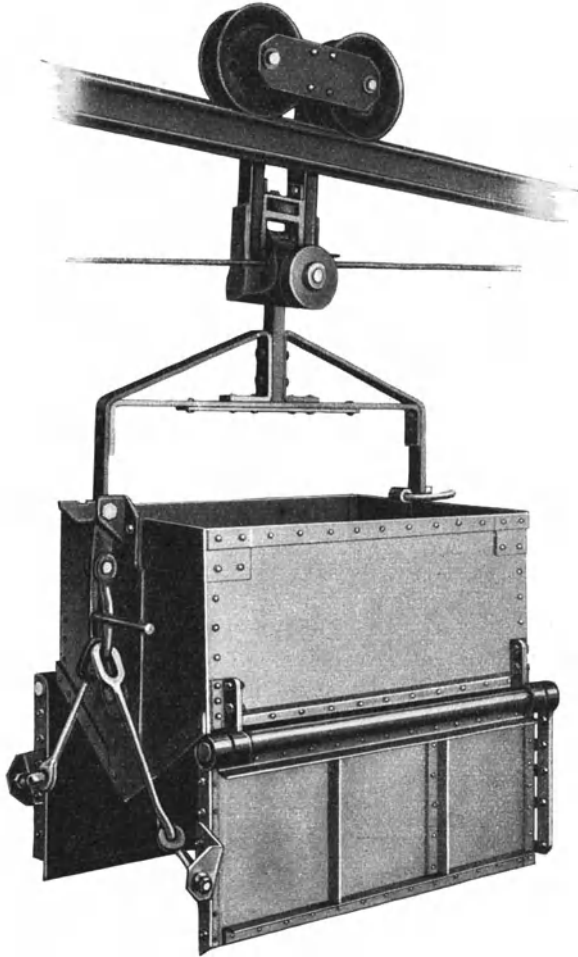


Abb. 117. Kastenwagen mit Bodenentleerung (Mackensen).

Einen Seitenentleerer mit Eselsrückenboden stellt die Abb. 138 nach einer Ausführung der inzwischen eingegangenen Benrather Maschinenfabrik dar, dessen Auslösung durch Auflaufen der seitlichen Rolle auf eine Führung bewirkt wird.

Ein verhältnismäßig kleiner Hängebahnkasten für den Transport von Salz u. dgl., dessen schräger Boden in einer Auslaufschurre endet

und durch einen seitlichen Schieber verschlossen wird, ist in Abb. 118 nach einer Pohligschen Ausführung wiedergegeben.

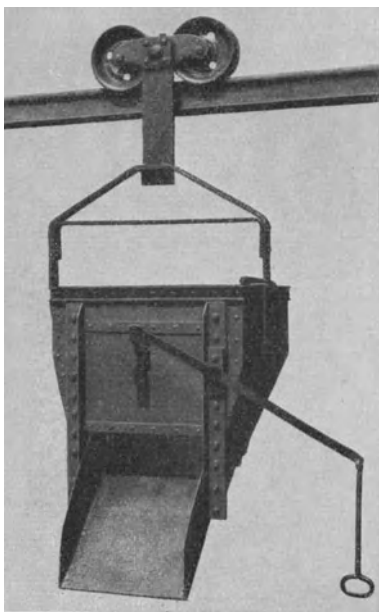


Abb. 118. Bodenentleerer mit Schieber-
verschluß (Pohlig).

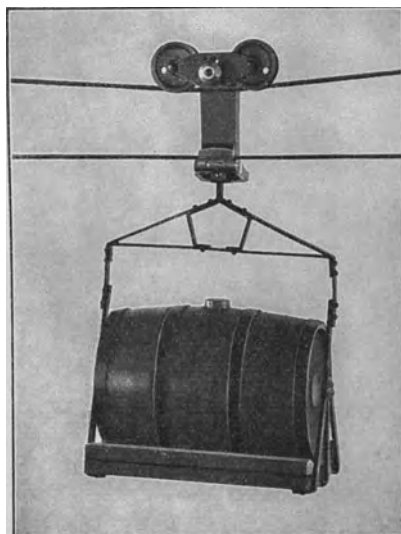


Abb. 119. Plattformwagen für Faß-
transport (Bleichert).

75. Die Plattformwagen.

Sie kommen in Frage für Güter, die nicht aus einer Schurre dem Kasten zulaufen oder mit der Schaufel eingetragen werden. Einen

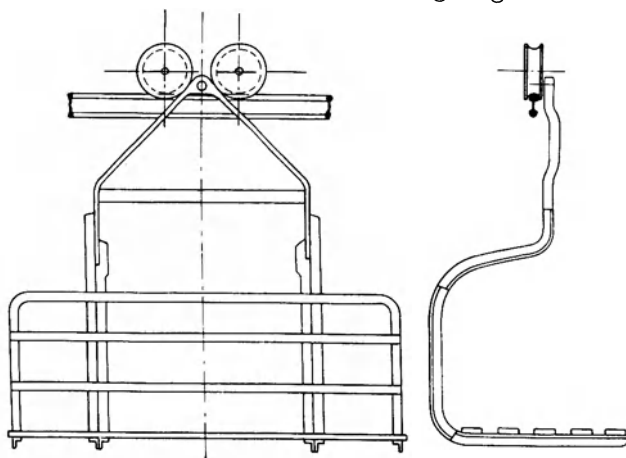


Abb. 120. Plattformwagen für Strohballen (Bleichert).

solchen zum Faßtransport dienenden Wagen enthält z. B. die Abb. 119 nach einer Bleichert'schen Ausführung. Einen Wagen mit besonders großer Plattform für den Transport von Strohballen u. dgl. zeigt die Bleichert'sche Skizze Abb. 120.

Bisweilen ist es zweckmäßig, vorhandene Schmalspurgleise weiter zu benutzen, so daß die Wagen sowohl auf der Hängebahn als auch auf den Schmalspurgleisen verwendbar sein müssen. Eine solche Vereinigung von Hänge- und Standbahnwagen stellt die Abb. 121 dar, bei der die Gehänge in einfacher Weise (vgl. S. 154) abgenommen werden können, wenn der Unterteil auf den Schmalspurgleisen weiterfahren soll.

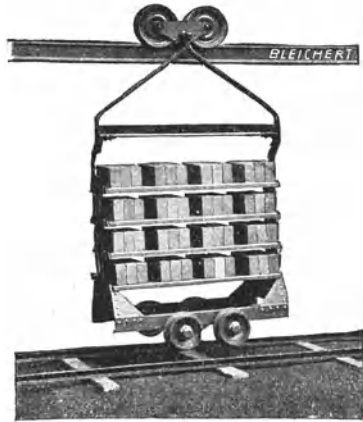


Abb. 121. Vereinigter Hänge- und Schmalspurbahnwagen.

76. Die Gehängewagen zum Holztransport.

Der Kasten kann ganz in Wegfall kommen, wenn es sich etwa um den Transport von Brennholzscheiten oder Grubenhölzern handelt, wie das die Abb. 122 und 123 nach Ausführungen von Pohlig bzw. A.W. Mackensen veranschaulichen. Die Enden der Ge-

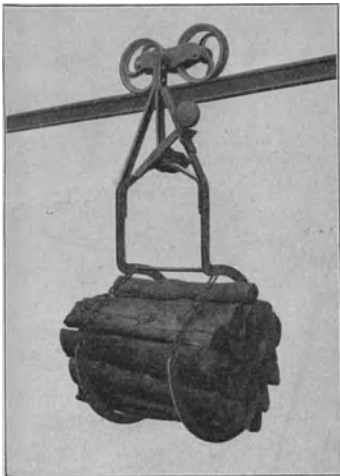


Abb. 122. Wagen zum Transport von Holzscheiten (Pohlig).

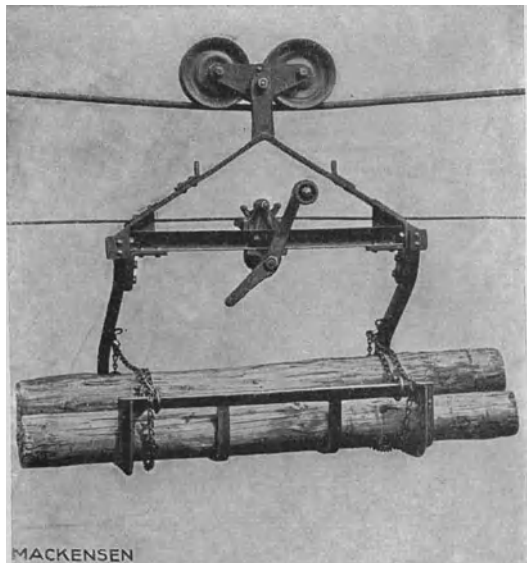


Abb. 123. Grubenholz-Transportwagen.

hänge werden dann bügelartig ausgebildet, so daß sie den Holzstapel hinreichend weit umfassen.

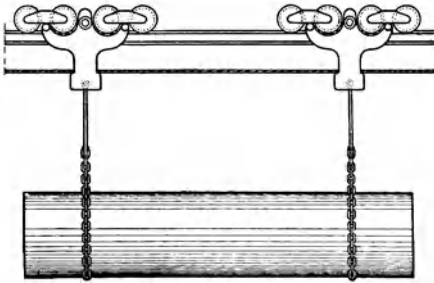


Abb. 124. Doppelwagen für schwere Rundhölzer (Bleichert).

Insbesondere wurde Langholz jeder Größe und Stärke so von zwei in dem erforderlichen Abstand hintereinander fahrenden Wagengehängen befördert, deren untere Bügel in ihrer Befestigung drehbar waren, damit etwaige Zerrungen und Verschiebungen einer nicht ganz sorgfältig befestigten Last sich nicht auf das Laufwerk übertrugen.

Neuerdings hängt man die Holzstämme nur in Ketten ein, die an zwei ziemlich kurzen Gehängen befestigt sind, wie Abb. 124 nach einer Bleichertschen Skizze angibt.

Entsprechend wird Schnittholz in rechteckigen Rahmen transportiert, was die Abb. 125 ebenfalls nach

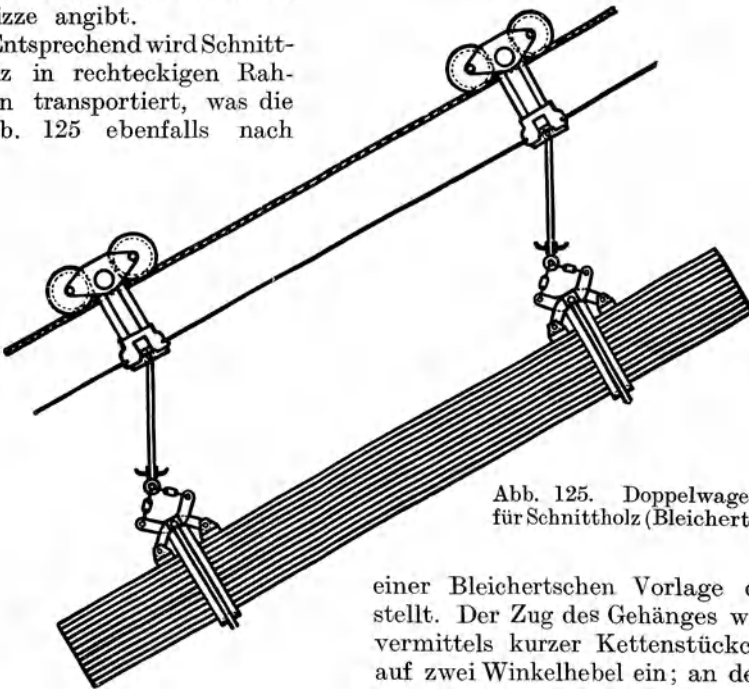


Abb. 125. Doppelwagen für Schnittholz (Bleichert).

einer Bleichertschen Vorlage darstellt. Der Zug des Gehänges wirkt mittels kurzer Kettenstückchen auf zwei Winkelhebel ein; an deren Gegenenden Druckplatten befestigt sind, die das Holz, auch bei den stärksten vorkommenden Neigungen der Bahn, fest zusammenpressen, ohne daß besondere Schraubzwingen od. dgl. dazu nötig sind.

77. Der Grubenwagentransport.

Grubenwagen wurden oft in einfachster Weise an den nur aus geraden Zugstangen bestehenden Gehängen zweier Laufwerke angehängt, was z. B. die Abb. 126 nach einer Bleichertschen Zeichnung angibt. Beide Laufwerke wurden durch eine Zugstange miteinander verbunden, und nur der vordere Wagen erhielt den Zugseilkupplungs-Apparat. Ein Schaubild einer solchen Anordnung nach einer Pohligschen Ausführung ist die Abb. 127.

Der Hauptgrund für die Verwendung der Doppelwagen war, daß ein vollbeladener Grubenwagen von gewöhnlich 7 hl Inhalt zu schwer für ein einfaches Laufwerk auf Tragseilen der üblichen Stärke ist (Absatz 42). Nach Einführung der Vierradkuppler (Absatz 84) ergab sich die viel einfachere Anordnung der Abb. 128.

Da aber hierbei an jedem auf der Zeche befindlichen Grubenwagen die Ösen für das Anhängen angebracht werden müssen, selbst wenn die Drahtseilbahn nur mit wenigen Wagen besetzt ist, zieht man jetzt vor, die Grubenwagen auf entsprechend eingerichteten Plattformen der Seilbahnwagen zu befördern. Eine derartige Anordnung veranschaulicht z. B. die Abb. 129 nach einer Ausführung von Carstens & Fabian. Das Gehänge des Seilbahnwagens hat unten einen kräf-

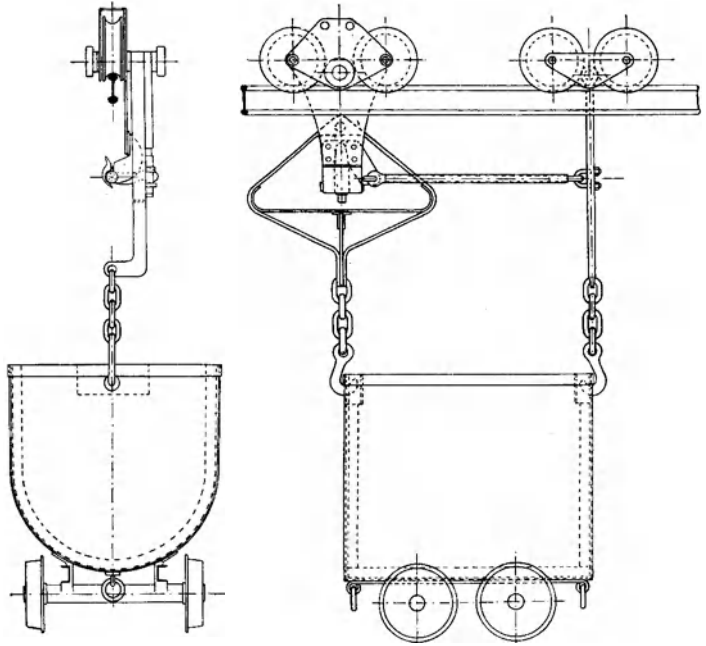


Abb. 126. Doppelgehänge für Grubenwagen (Bleichert).

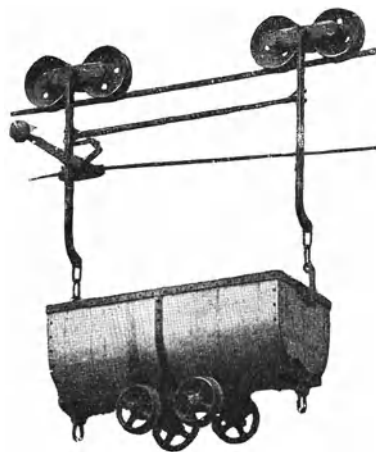


Abb. 127. Doppelgehänge für Grubenwagen (Pohlig).

tigen \square -Eisenrahmen, auf dem zwei vorn weit aufgebogene Winkel-eisen als Schienen befestigt sind, so daß der Grubenwagen nicht nach vorn abstürzen kann. Die Rückwärtsbewegung hindert ein nur bis zur wagerechten Lage herunterfallender Verschußbügel, der vor dem Aufschieben angehoben wird.

Die überhaupt erste Ausführung der Art, die 1902 von A. Bleichert & Co. in Niemce abgeliefert wurde, gibt die Abb. 130 wieder, und ein

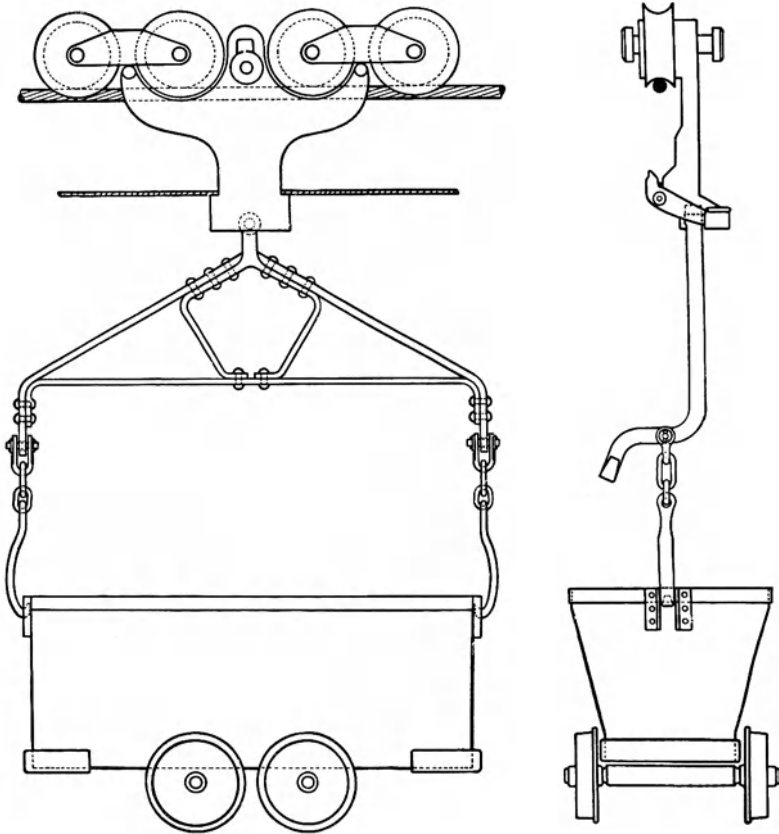


Abb. 128. Vierradkuppler für Grubenwagen (Bleichert).

Schaubild einer dadurch verbesserten, daß auf der Entladestation der Wagen nach der anderen Seite durchgeschoben werden kann, weil der obere Verschußbügel über beide Seiten des Grubenwagens greift (vgl. S. 273), die Abb. 131. Der dargestellte Grubenwagen faßt 1000 kg Kalisalze, sein Eigengewicht mit dem des Plattformgehänges und Seilbahnlaufwerkes beträgt nahezu ebensoviel.

Neuerdings ist von Kaiser & Co. nach einem Patent von Helfer die Anordnung der Abb. 132 gebaut worden, bei der der Grubenwagen

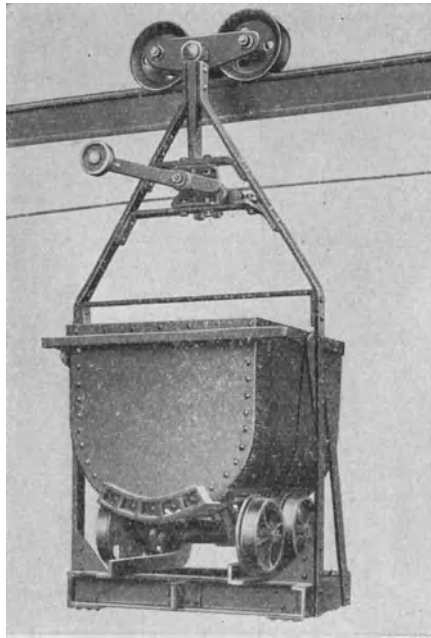


Abb. 129. Plattformwagen für Grubenwagen (Carstens & Fabian).

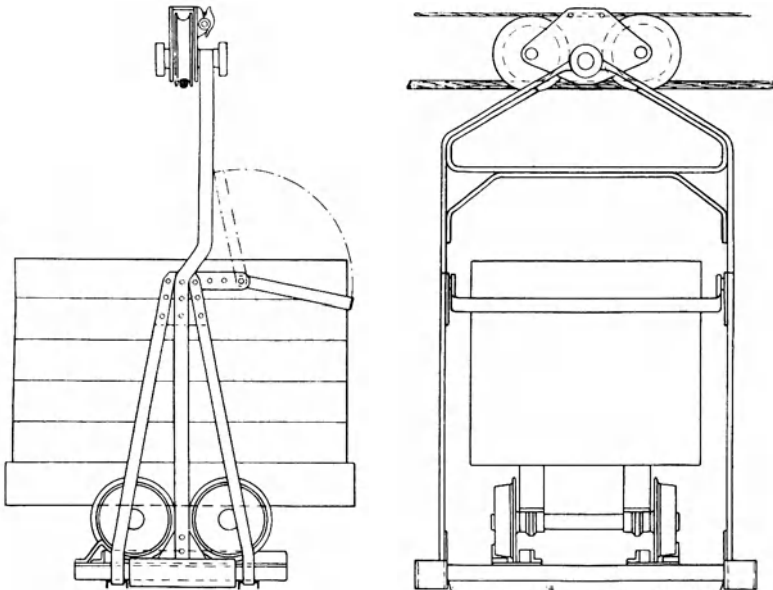


Abb. 130. Erster Plattformwagen für Grubenwagen (Bleichert).

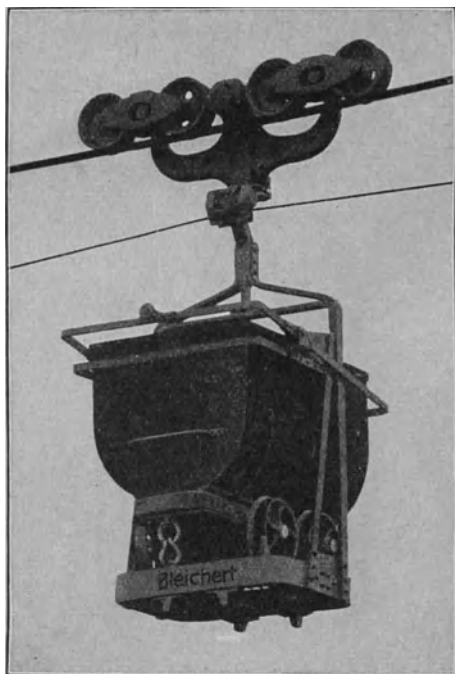


Abb. 131.
Plattform-
wagen für
Grubenwagen
(Bleichert).

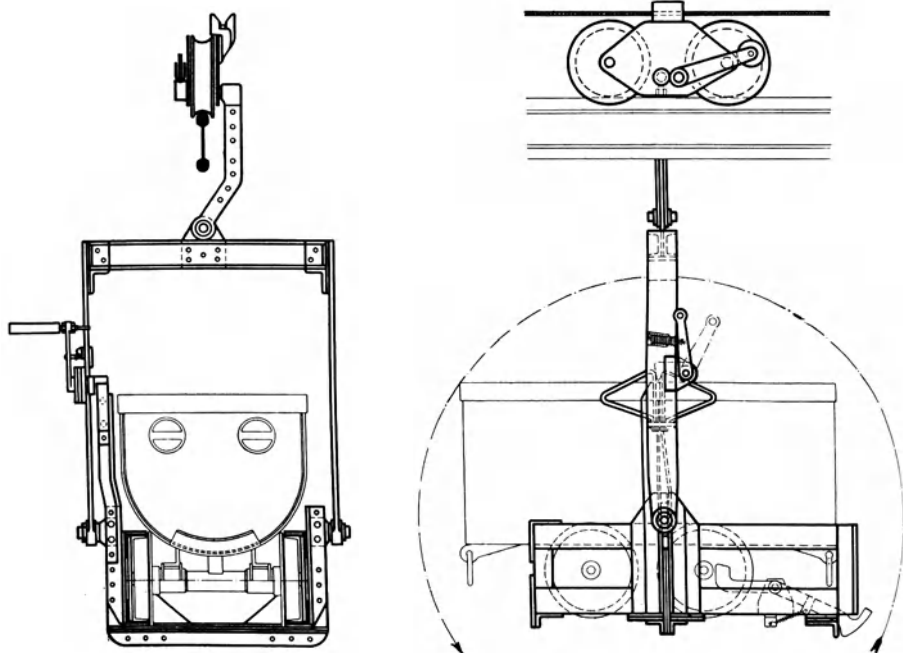


Abb. 132. Kippbare Plattform für Grubenwagen (Kaiser & Co.).

so fest mit der Plattform verbunden wird, daß beide zusammen umkippen und dadurch den Grubenwagen während der Fahrt entleeren können. Die Drehachse der Plattform liegt so tief, daß sie nach der Entleerung wieder zurückkippt und sich wieder selbsttätig mit dem

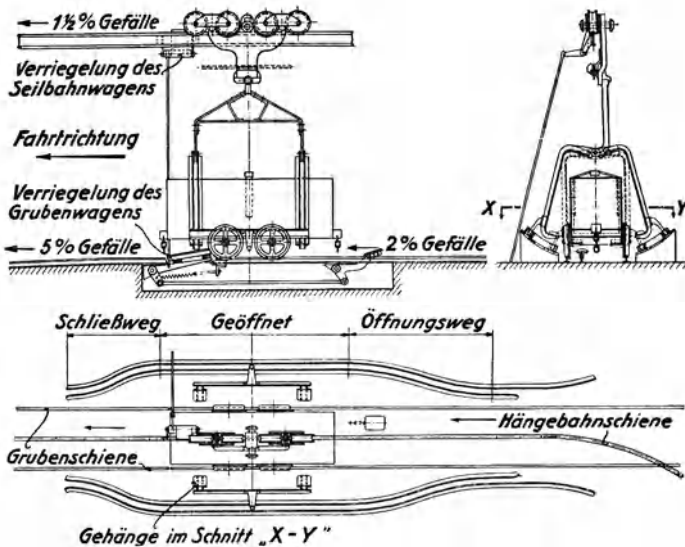


Abb. 133. Zangengehänge für Grubenwagen (Bleichert).

Gehänge verriegelt. Abweichend von dem sonst Üblichen erfolgt das Kippen um eine quer zur Fahrtrichtung stehende Achse, damit keine größeren Seitenpendelungen auftreten.

Für denselben Zweck wird von A. Bleichert & Co. ein Zangengehänge von sehr geringem Eigengewicht gebaut, dessen Aufbau und selbsttätige Führung aus Abb. 133 hervorgeht.

78. Die Wagen mit Windwerk.

Vielfach ist es zur bequemen Beladung vorteilhaft, die Kasten von der hochgelegenen Hängebahn herunterzulassen, ohne daß man, wie es früher oft geschah, den ganzen Wagen mit Hilfe eines Kranes abhebt. Man hängt dann den Kasten am Gehänge auf und senkt bzw. hebt ihn vermittels einer damit fest verbundenen Winde.

Bei einer Ausführung von Carstens & Fabian (Abb. 134) hängt der ziemlich tief herunterzusenkende Wagenkasten an zwei Drahtseilen, die auf je eine in dem Rahmen des Gehänges angeordnete Windentrommel aufgewickelt werden. Auf ihrer Achse sitzt ein Schneckenrad, und die darin eingreifende Schnecke wird von einem fahrbaren Elektromotor aus mit Hilfe einer eingelegten Kardanwelle angetrieben. Zur

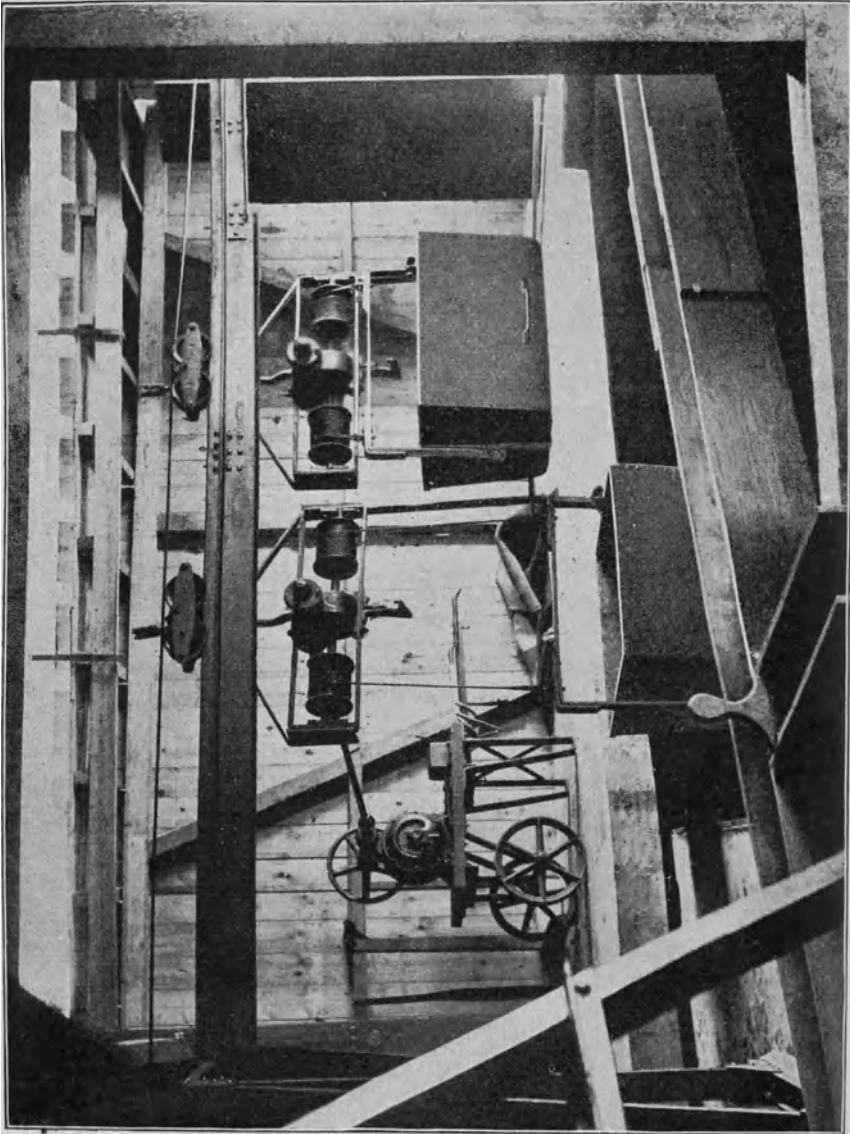


Abb. 134. Kastenwagen mit elektrisch betriebenen Seilwinden (Carstens & Fabian).

Sicherung gegen unbeabsichtigtes Lösen während der Fahrt greift noch ein Haken unter den Querriegel des Kastengehänges.

Einen schweren Plattformwagen für eine Maschinenfabrik, mit Handwindwerk, gibt die Abb. 135 nach einer Ausführung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft wieder. Die Sicherung des Plattformgestells gegen seitliche Auspendelungen wird hier dadurch bewirkt, daß es in kräftige Gabeln des Wagengehänges hineingreift.

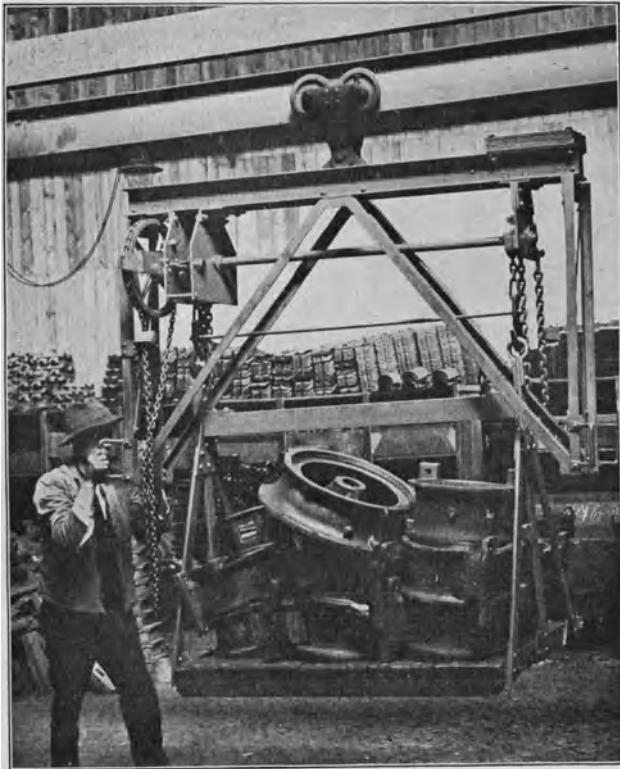


Abb. 135. Hängebahnwagen mit heb- und senkbarer Plattform.

79. Ein Sonderwagen zur Strohförderung.

Einen eigenartigen Hängebahnwagen veranschaulicht die Abb. 136 nach einer Ausführung von Kaiser & Co. Er wird bei der Strohpresse, die hinter der Dreschmaschine steht, von Hand mit dem Stroh gefüllt, und läuft dann selbsttätig auf der in mehreren Windungen mit leichtem Gefälle verlegten Hängebahnschiene durch den Lagerschuppen. Stößt der Anschlag des Wagens dort gegen eine Auslösevorrichtung, so öffnet sich der Kasten, indem die beiden Hälften greiferartig auseinander-

gehen. Die besondere Anordnung der Bahn, deren Ende sich dicht neben der Ausgangsstelle befindet, gestattet in Verbindung mit dem selbsttätigen Wagen, daß große Strohschuppen bei nur einem Bedienungsmann darin vollständig gefüllt werden können.



Abb. 136. Hängebahnwagen für Stroh.

80. Kastengröße und -gewicht.

Bei den Wagen für besondere Zwecke ergibt sich die Größe der in einem Wagen aufzunehmenden Nutzlast gewöhnlich von selbst. Bei Kastenwagen hängt die Wahl des Inhaltes eines Kastens von der Gesamtfördermenge der Anlage ab und zum Teil von den Einrichtungen der Endstationen.

Im allgemeinen wird man die zeitliche Wagenfolge so annehmen, daß in jeder Endstation nicht mehr als zwei Wagenschieber zum Empfang, Umführen, Be- oder Entladen und zum Zurückführen der Wagen nötig werden. Dem entspricht etwa ein Zeitabstand von 35 bis 25 Sekunden, je nach der Länge des Weges. Man sucht ferner den Wageninhalt so groß zu nehmen, daß die Arbeitskraft des Wagenschiebers annähernd ausgenutzt wird. Die untere Grenze hierfür ist eine Nutzlast von 300 kg. Andererseits muß man darauf achten, daß der Inhalt auch nicht zu schwer ausfällt, damit die Tragseile der Bahn nicht unnötig stark zu machen sind.

Das Gewicht eines Wagenkastens leichter Bauart von nur 1,5 hl Inhalt beträgt etwa 45 kg, das eines Kastens von 3 hl Inhalt etwa 70 kg. Ein Kasten von 5 hl Inhalt hat bei Ausführung aus 3 mm starken Blechen bereits 100 kg, ein solcher von 8 hl Inhalt etwa 160 kg, bei Ausführung mit Bodenklappen etwa 190 kg Gewicht.

81. Die Gehänge.

In den vorhergehenden Abbildungen sind bereits verschiedene Ausführungsformen dargestellt worden. Gewöhnlich besteht das Gehänge aus zwei kräftigen Flacheisen, die je nach den besonderen Ansprüchen gebogen werden und meistens noch durch eine oder mehrere, ebenfalls aus Flacheisen gebildete Verbindungen gegeneinander abgesteift wer-

den. Oft wird diese Absteifung wieder versteift, entweder durch ange Nietete Flacheisenschrägen, wie das z. B. die Abb. 112 angibt, oder durch eine oder zwei bis zur Aufhängung durchgehende lotrechte Eisen gemäß Abb. 113 oder 116.

Besondere Formen der Aussteifung ergeben sich bei den verhältnismäßig kurzen Gehängen mancher Handhängebahnen (Abb. 125) und selbstverständlich bei den Gehängen für heb- und senkbare Kasten, wie das die Abb. 135 u. 137 veranschaulichen.

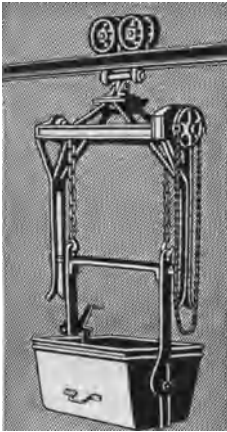


Abb. 137. Wagen mit Flaschenzug zum Heben des Kastens.

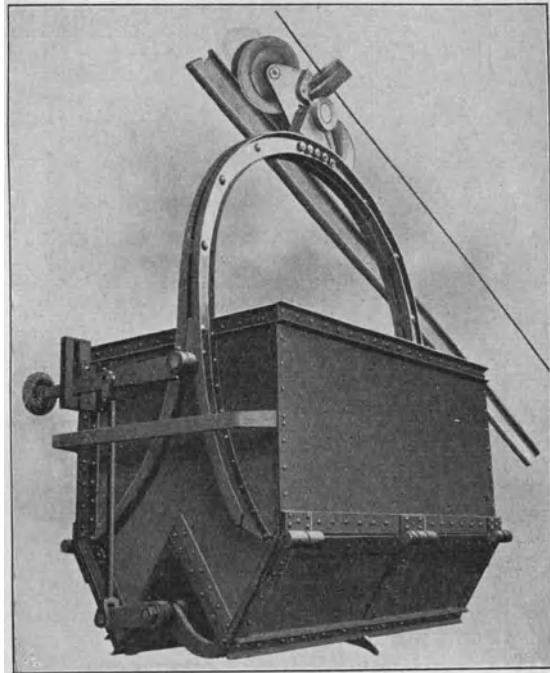


Abb. 138. Wagen mit Seitenentleerung und C-Eisengehänge.

Eine eigenartige Ausbildung des Gehänges aus zwei halbkreisförmig gebogenen C-Eisen gibt die Abb. 138 nach einer Ausführung der Benrather Maschinenfabrik wieder. Sie läßt jedenfalls den Raum oberhalb des Kastens für die Beladung vollkommen frei.

Kurze Gehänge, woran die Holzstämme mit Hilfe von Ketten angehängt werden, um jede Rückwirkung auf den Wagen auszuschließen, zeigt die Abb. 139 nach einer Zeichnung von J. Pohlig A.-G. Zum Ausgleich des Gehängengewichtes ist der untere Teil so verlängert, daß der Schwerpunkt des Ganzen sich genau unter der Laufwerkmitte befindet.

Die Formgebung des Gehänges ist ferner noch von der Anbringung des Zugseilkupplungsapparates abhängig. Eine vollkommen freie Ausbildung, etwa nach Abb. 138, ist nur dann möglich, wenn die Zug-

seilkupplung an dem Laufwerk angebracht ist; und Ausführungen wie die der Abb. 113 oder 123 bedingen eben eine ganz bestimmte Anordnung der Querversteifung.

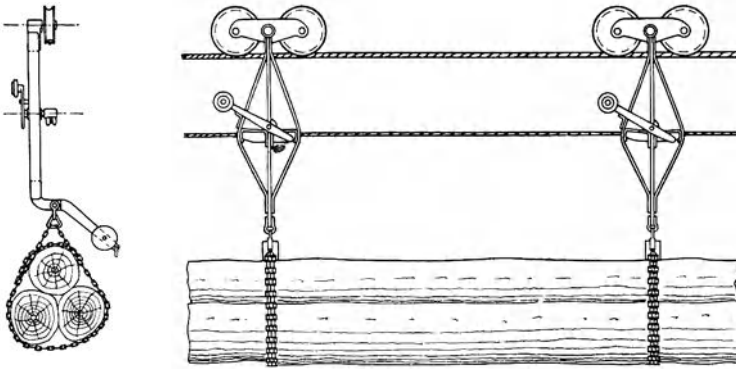


Abb. 139. Zwei Gehänge zum Langholztransport (Pohlig).

Das leichteste Gehänge dürfte immerhin noch 25 kg wiegen, ein Gehänge für einen Kasten von 4 hl Inhalt wiegt ungefähr 45 kg, ein solches für einen Kasten von 7 hl Inhalt etwa 65 kg.

Die Befestigung am Tragbolzen des Wagens erfolgt fast stets durch Warmaufschumpfen.

82. Das Laufwerk.

Es besteht gewöhnlich nach der von Pohlig 1885 eingeführten und jetzt von fast allen Firmen angenommenen Konstruktion im wesentlichen aus zwei Stahlblechwangen, die durch die festliegenden Tragzapfen der Räder miteinander verbunden sind (Abb. 140). Dazu treten bei einzelnen Ausführungen noch besondere Stehbolzen und ein in der Mitte vernietetes oder verschraubtes Zwischenstück aus Gußeisen. Bisweilen werden die Wangen auch aus durchbrochenem Stahlformguß hergestellt, um das Gewicht des Wagens nach Möglichkeit zu verringern.

Die Räder sind immer aus Tiegelgußstahl. Jedes andere Material hat sich beim Laufen über die harten und gar nicht so ebenen Spiralseile offener Bauart wegen zu starker Abnutzung nicht bewährt. Ihre Größe ist ziemlich durchweg die gleiche, 25 cm Durchmesser in der Hohlkehle: sie steigt nur gelegentlich, bei ganz schweren Lasten, auf 30 cm.

Die Achsen sind nach der gebräuchlichen, von Bleichert erfundenen Anordnung hohl und werden mit Starrschmiere gefüllt, die bei Erwärmung durch die Reibung aus radialen Löchern in die Schmierhohle der Lauffläche austritt. Die Achsenbohrung wird durch eine einfache Verschlussschraube abgeschlossen. Ursprünglich war, wie bei den Staufferbuchsen (deren Patent nach einem Übereinkommen zwischen Bleichert und Stauffer die Bleichertsche Konstruktion mit ent-

hielt) die Anordnung so getroffen, daß das Fett von dieser Verschlußschraube nach und nach in die Lauffläche gepreßt wurde, wozu die Schraube von Zeit zu Zeit an allen Wagen nachgestellt werden mußte. Es ergab sich jedoch bald, daß es durch richtige Formgebung der Schmiernuten möglich ist, das eingeschlossene Fett durch die umlaufenden Laufräder von selbst in die Lauffläche saugen zu lassen.

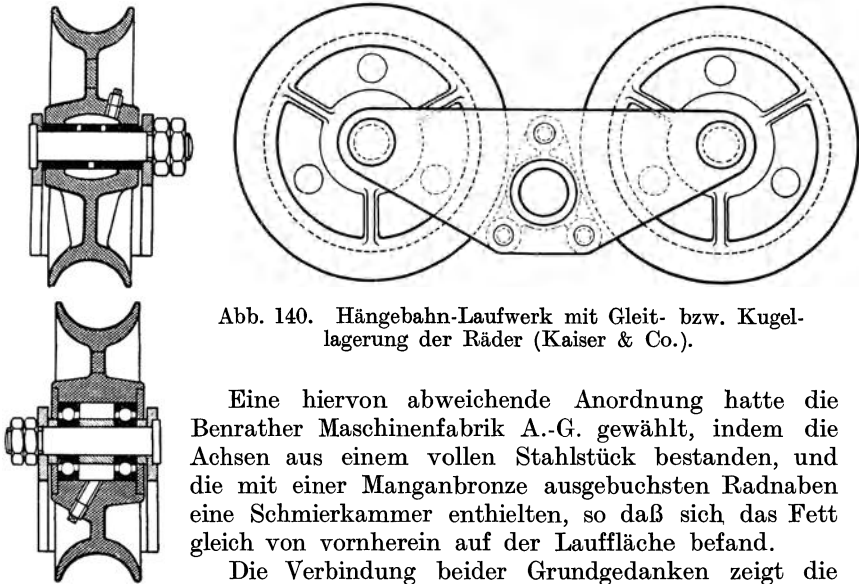


Abb. 140. Hängebahn-Laufwerk mit Gleit- bzw. Kugellagerung der Räder (Kaiser & Co.).

Eine hiervon abweichende Anordnung hatte die Benrather Maschinenfabrik A.-G. gewählt, indem die Achsen aus einem vollen Stahlstück bestanden, und die mit einer Manganbronze ausgebuchten Radnaben eine Schmierkammer enthielten, so daß sich das Fett gleich von vornherein auf der Lauffläche befand.

Die Verbindung beider Grundgedanken zeigt die Abb. 140, die ein einfaches Laufwerk für Handhängebahnen von Kaiser & Co. darstellt. Sie enthält in der unteren Figur noch die Abänderung für die Kugellagerung der Laufräder.

Das Material der Achsen ist bei der üblichsten Ausführung meist eine harte Phosphorbronze, die sich nur wenig abnutzt. Da die Radnaben nur an der unteren Seite der Achsen anliegen, so können die letzteren nach größerer Abnutzung halb herumgedreht werden, wodurch ihre Lebensdauer annähernd verdoppelt wird.

83. Der Wagenwiderstand.

Da die stark angespannten Laufseile ziemlich starr sind, so ist der Hebelarm des Rollwiderstandes etwa zu $s = 1/3$ mm anzusetzen. Die Zapfenreibungsziffer μ_1 beträgt hier bei völlig kalten Wagen etwa 0,10 und sinkt bei eingelaufenen, etwas warm gewordenen Achsen auf etwa 0,055. Mit dem Laufraddurchmesser $D = 25$ cm und dem Achsendurchmesser $d = 3,5$ cm erhält man hieraus die Widerstandsziffer

$$\mu = \frac{2 \cdot s + \mu_1 \cdot d}{D} \approx \frac{1}{100}$$

bei eingelaufenen Wagen und

$$\mu \approx \frac{1}{60}$$

bei Beginn der Förderung im Winter.

Zur Verminderung des Wagenwiderstandes hat man nach dem Vorgang von Pohlig Rollen- oder Kugellager angewandt (Abb. 140), die neben einem ganz unbedeutenden Schmiermittelverbrauch den Vorzug eines besonders leichten Ganges bieten. Man erreicht damit, daß die Widerstandsziffer ziemlich unveränderlich den Betrag

$$\mu \approx \frac{1}{150}$$

annimmt. Der allgemeinen Anwendung steht jedoch der höhere Preis entgegen.

84. Die Doppelaufwerke.

Als es sich zuerst darum handelte, große Lasten von 1 t und mehr Gewicht zu transportieren, ordnete man zwei gewöhnliche Laufwerke hintereinander an, wie es die Abb. 126 u. 127 zeigen. Die J. Pohlig-

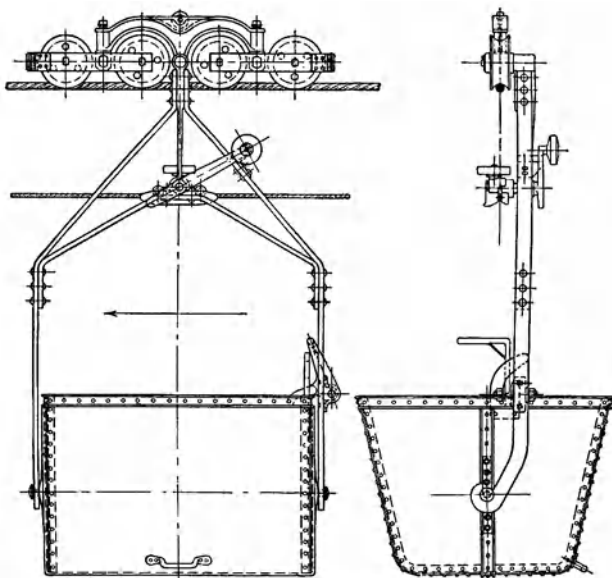


Abb. 141. Doppelaufwerk von J. Pohlig A.-G.

A.-G. führte zuerst das sogenannte Doppelaufwerk ein, das die Abb. 141 mit Gehänge und Kästen wiedergibt. Je zwei gewöhnliche Laufräder werden durch leichte Stahlblechwagen miteinander verbunden und die so erhaltenen beiden Laufwerke werden ihrerseits durch einen über den Rädern angeordneten und sich ihnen in der Formgebung gut anschließenden

Bügel zu dem Doppelaufwerk

vereinigt. Das Gehänge greift in üblicher Weise an dem Mittelbolzen dieses Bügels an. Um eine leichte Beweglichkeit in den wagerechten Hängebahnkurven der Stationen zu erzielen, drehen sich die Laufwerke an senkrechten, langen Zapfen, die in Augen des Bügels stecken, und um eine gute Nachgiebigkeit des Wagens beim Übergang über die Auflagerschuhe der Stützen usw. zu erreichen, können

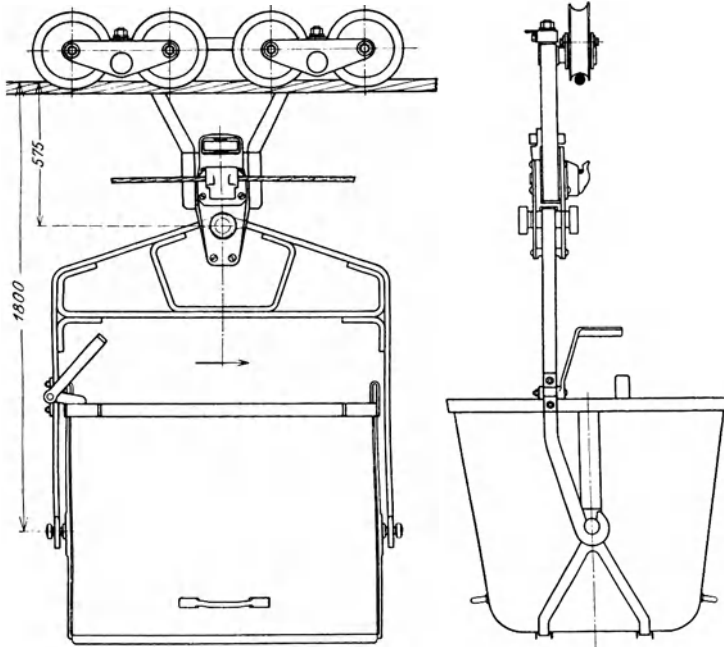


Abb. 142.
Doppellaufwerk
von A. W.
Mackensen.

sich die beiden Laufwerke noch um ihre wagerechten Drehzapfen bewegen.

Bei der Ausführung der Firma A. W. Mackensen befindet sich der Querarm, der die beiden Laufwerke in sonst gleicher Weise verbindet, unterhalb des Tragseiles (Abb. 142), und das entsprechend gekürzte Gehänge pendelt um den unterhalb der Zugseilkupplung angebrachten Mittelbolzen. Auch bei der Bleichertschen Form des vierradrigen Laufwerkes liegt das aus Stahlformguß bestehende Verbindungsstück seitlich und unterhalb des Tragseiles, wie die Abb. 143 und 144 angeben. Es wird in zwei Bauarten geliefert. Die leichtere genügt für Gesamtlasten bis 1370 kg, dieschwerere für Lasten bis 2310 kg.

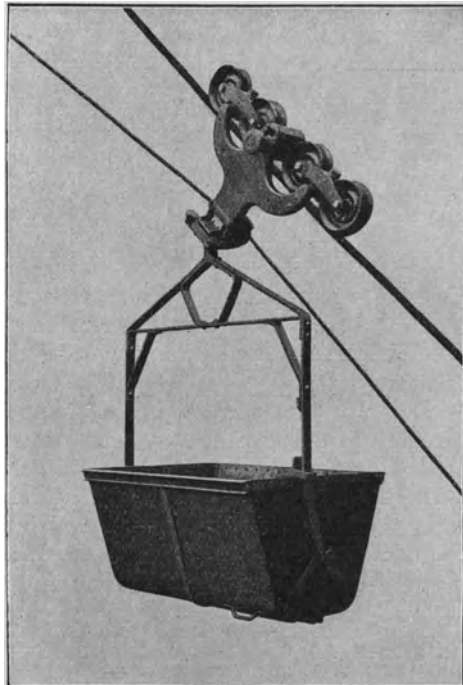


Abb. 143. Doppellaufwerk v. A. Bleichert & Co.

Wenn jetzt noch nach einem von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehenden englischen Vorbild (Abb. 487) zwei Bahnen auf denselben Stützen nebeneinander angelegt werden (Abb. 74), deren mit großen Einzellasten beladene vierrädrige Wagen verhältnismäßig dicht folgen, so lassen sich Förderleistungen von 500 t/Std. erreichen, wie z. B. bei der von A. Bleichert & Co. für die Mines et Carrières de Flammanville erbauten Anlage (S. 356).

85. Die Muffenkupplung.

Zur Verbindung der Wagen mit dem umlaufenden Zugseil verwandte Bleichert bei seinen ersten Bahnen kleine Muffen, die in den festgesetzten Wagenabständen auf das Seil gesteckt wurden und in einen Haken des Wagengehänges von Hand eingelegt wurden.

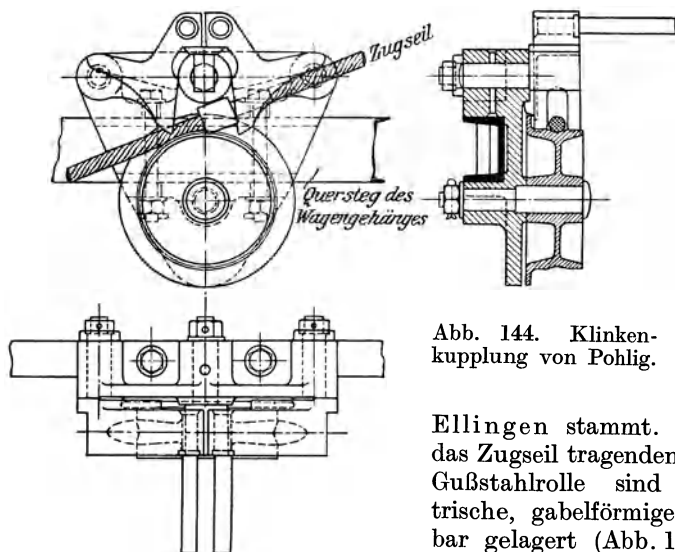


Abb. 144. Klinkenkupplung von Pohl.

Als Beispiel eines selbsttätigen Greifers der Art werde der früher viel benutzte und sich durch besondere Einfachheit auszeichnende Pohl'sche Klinkenapparat beschrieben, dessen Entwurf von Ellingen stammt. Oberhalb einer das Zugseil tragenden und führenden Gußstahlrolle sind zwei symmetrische, gabelförmige Klinken drehbar gelagert (Abb. 144). Sie haben an einem oberen Ansatz je einen Stift,

der an den Kuppelstellen der Stationen über passende Ausrückschienen geführt wird. Der Mitnehmerknoten am Zugseil hebt dann die erste Klinke an und nimmt darauf den Wagen an der zweiten mit sich fort.

Der Vorgänger dieses Klinkenapparates war der Ottosche, mit lotrecht in Führungen beweglichen, unter Federdruck stehenden Klauen. Auch Bleichert verwandte eine ähnliche Bauart bis zum Jahre 1894. Diese Knotenkupplungen sind durch die Verbesserung der Klemmbackengreifer jetzt gänzlich außer Gebrauch gekommen. Ihnen haftete besonders der Nachteil an, daß die Leistung der Bahn durch den Abstand der Knoten unveränderlich festgelegt war und das Zugseil an ihrer Befestigungsstelle nicht geschmiert und untersucht werden konnte, also leicht dem Verrosten ausgesetzt war, falls man sie nicht alle paar Wochen versetzte.

86. Die Bleichertsche Exzenter-Klemmbackenkupplung.

Bleichert erfand die in Abb. 145 dargestellte Kupplung, die bei einer großen Zahl älterer Anlagen noch ihren Dienst tut. An dem zwischen zwei Querriegeln des Wagengehänges (Abb. 145) befestigten Hauptkörper *K* ist eine lose Seilrolle *R* gelagert, deren Achse mit Starrfett aus der Kapsel *S* geschmiert wird. Auf der Achse des Hebels *H* befindet sich im Innern des Gehäuses *K* ein Exzenter, das bei Aufrechtstellung des Hebels das Segmentstück *E* fest auf das von der Rolle *R* getragene Seil preßt. Zur Einstellung der Rolle gegenüber dem Segmentstück *E* je nach der Seilstärke dient die Stellschraube *P*. Der Apparat wird von Hand betätigt, indem ein Arbeiter den Hebel *H* an dem Handgriff herumdreht. Dagegen geschieht das Auslösen selbsttätig durch Anschlagen des Hebels *H* gegen eine an der Entkuppelstelle angebrachte Ausrückerplatte.

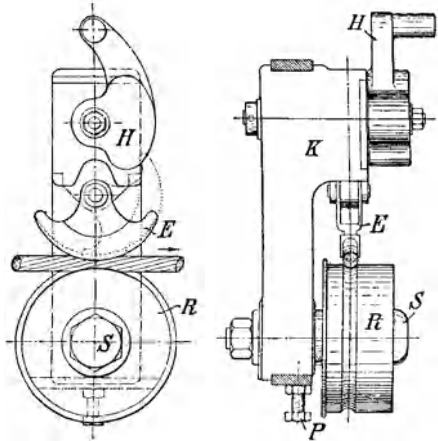


Abb. 145. Exzenter-Klemmbackenkupplung von Bleichert.

Kommt der Wagen auf der Strecke ins Gefälle oder in eine Steigung, so hat er das Bestreben, vorzugleiten bzw. zurückzufallen. Hierdurch wird die Rolle *R* und die nach beiden Seiten etwas exzentrisch verlaufende Druckbacke *E* ein wenig nach der einen oder anderen Richtung gedreht. Der dabei auf das Zugseil ausgeübte Klemmdruck entspricht somit der Neigung, in der sich der Wagen befindet. Es war dies ein Vorzug jener Kupplung, der aber den Nachteil mit sich brachte, daß die Druckfläche sehr klein war, auf der sie das Seil zusammenpreßte.

87. Die Obachsche Schraubenkupplung.

Als ältester Seilklemmapparat für das selbsttätige Ein- und Auskuppeln ist der von Obach 1874 bei seiner Krastnigger Anlage benutzte anzusprechen. Wie die nach der Originalzeichnung hergestellte Abb. 146 angibt, bestand der Apparat im wesentlichen aus einer frei drehbar im Gehänge gelagerten Schraubenspindel mit grobem gegenläufigen Gewinde gleicher Steigung, die die beiden Klemmbacken bewegte. Sie wurde gedreht mittels des besonders herausgezeichneten zweiarmigen Hebels mit Gewichtsrolle am längeren Ende (vgl. Abb. 148). Die Klemmbacken waren mit auswechselbaren gerippten Bronzefuttern versehen, die das Zugseil zentrisch umfaßten. Infolgedessen mußten beide Klemmbacken ziemlich weit zurückgezogen werden, was eine große, die Selbstsperrung ausschließende Steigung des Spindel-

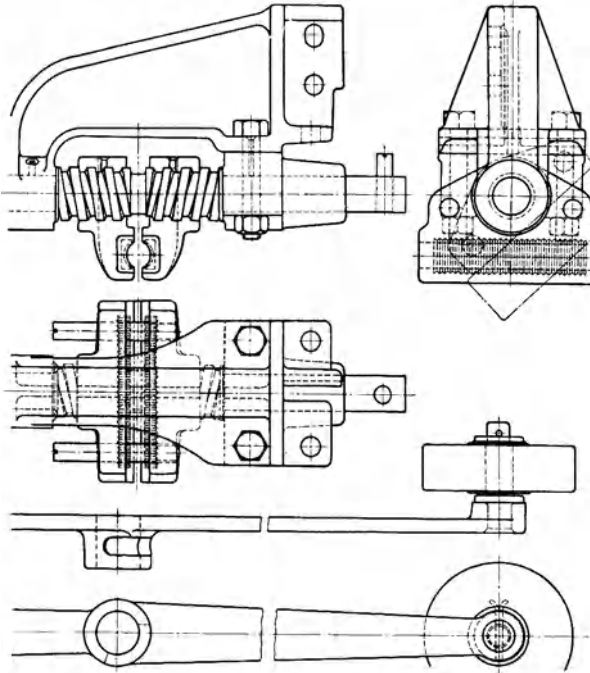


Abb. 146. Schraubenkupplung von Obach.

benkupplung, die 1887 von Otto erfunden wurde. Sie besteht bei der heutigen Ausführung (Abb. 147) im wesentlichen aus zwei Scheiben, deren eine fest mit dem kräftigen Quersteg des Wagengehanges verbunden ist, während die andere um einen oberen Bolzen schwingt,

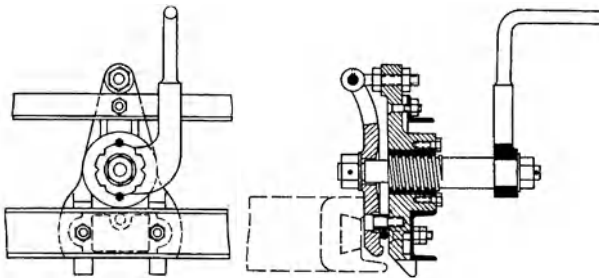


Abb 147. Schraubenkupplung von Otto.

die schwingende Scheibe an die feste heranzieht und so das sich von unten einlegende Zugseil festklemmt. Wie die Abb. 147 andeutet, kann sich die Klemmbacke auf der Außenseite des Gehanges gegen Seilscheiben legen, die eine Ablenkung in wagerechter Richtung bewirken. Im übrigen vollzieht sich das Ankuppeln und Lösen ebenso wie bei dem in Absatz 86 beschriebenen Bleichertschen Apparat.

gewindes erforderte. Die Sicherung des Griffes wurde also nur durch das Gewicht der Rolle am Hebelende bewirkt, so daß der Apparat für größere Steigungen nicht verlässlich genug war.

88. Die Ottosche Schraubenkupplung.

In größerem Umfang eingeführt hat sich die infolge ihrer Einfachheit und Billigkeit auch jetzt noch bisweilen gebaute Schrauben-

kupplung, die 1887 von Otto erfunden wurde. Sie besteht bei der heutigen Ausführung (Abb. 147) im wesentlichen aus zwei Scheiben, deren eine fest mit dem kräftigen Quersteg des Wagengehanges verbunden ist, während die andere um einen oberen Bolzen schwingt, dessen Lage gegenüber der ersten Scheibe der Seilstärke entsprechend eingestellt werden kann. Die Nabe der festen Scheibe ist als Mutter einer flachgängigen Schraube ausgebildet, die bei einer Drehung

Da die Pressung, mit der die Kuppung festgedrückt wird, von dem Arbeiter abhängt, so ist diesen Apparaten eine gewisse Unsicherheit gemeinsam, und man benutzte sie deshalb nur zu Steigungen bis etwa 1 : 4. Der Sicherheit wegen pflegte man die erste Stütze ziemlich dicht bei der Station und etwas höher anzulegen als die Kuppelstelle, damit ein mangelhaft angekuppelter Wagen sich hier schon löste und wieder langsam zurücklief.

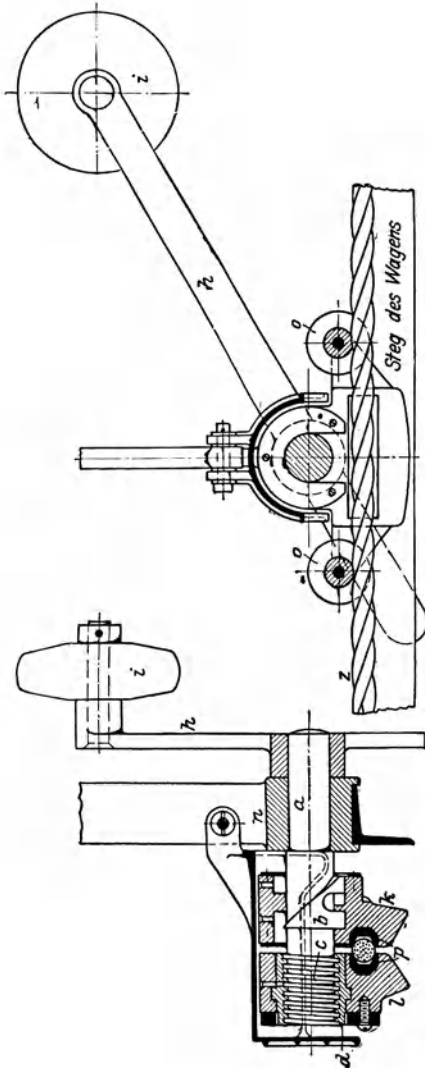


Abb 148. Schraubenkuppung von J. Pohlrig.

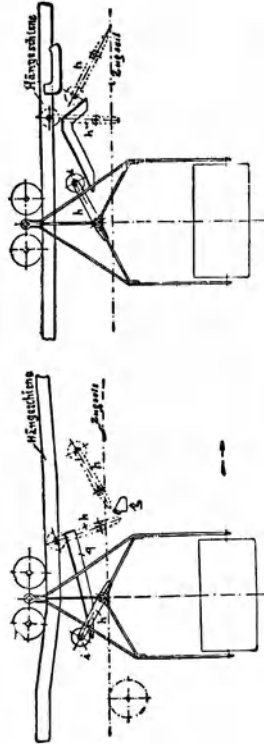


Abb. 149 und 150.
Darstellung der An- und Abkuppung bei Schraubenkuppungen.

89. Die Wernersche Schraubenkuppung.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeutete die 1885 von Werner erfundene Verbesserung des Obachschen Apparates, die zuerst von J. Pohlrig und Otto 1893 übernommen wurde und jetzt auch von vielen anderen

Firmen ausgeführt wird. Die heutige, dem Apparat von J. Pohlrig gegebene Ausführungsform zeigt die Abb. 148.

Eine Spindel a hat ein kurzes Stück Rechtsgewinde b von starker Steigung und ein feineres Linksgewinde c : sie ist in dem Auglager n des Wagengehänges drehbar und trägt am freien Ende den Anschlaghebel h mit einer Gewichtsrolle i . Schlägt diese Rolle gegen einen Anschlag, so wird die Spindel gedreht und die beiden Klemmbacken k und l werden fest gegen das Zugseil z geschraubt. Das Rechtsgewinde b , das nur etwa einen halben Gewindegang bildet, bewirkt infolge seiner Steilheit, daß sich die Klemmbacke k dem Seil zu Anfang der Drehung sehr schnell nähert. Sie wird nun so eingestellt, daß das steile Gewinde abgelaufen ist, wenn das Seil gerade berührt wird, und bei der weiteren

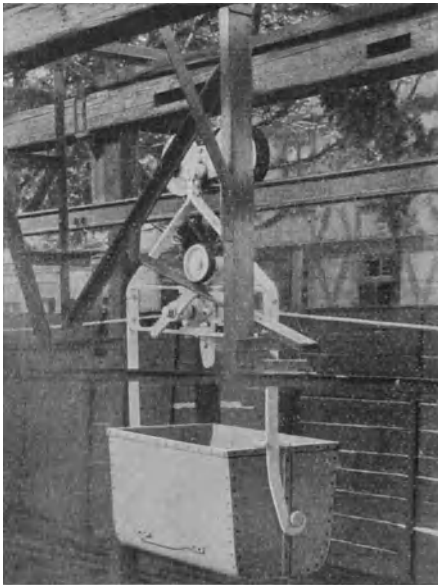


Abb. 151. Ankuppelstelle



Abb. 152. Entkuppelstelle

der Schraubenkupplung (Carstens & Fabian).

Bewegung der Spindel preßt jetzt das feine Gewinde c die Backe l langsam, aber mit großer Kraft an das Seil. Zu seiner Schonung sind beide Klemmbacken mit leicht auswechselbaren Bronzefuttern p versehen.

Das An- und Abkuppeln erfolgt völlig selbsttätig ohne Mitwirkung des Wagenschiebers. An der Kuppelstelle (Abb. 149) ist die Laufschiene nach unten durchgebogen und das Zugseil wird so geführt, daß sich dort die geöffnete Kupplung mit ihren Rollen o daraufsetzt. Wird nun der Wagen in der Fahrtrichtung weitergeschoben, so läuft die Gewichtsrolle i des nach rückwärts liegenden Hebels h auf die Leitschiene q auf. Dadurch wird der Hebel in eine nahezu senkrechte Stellung gebracht, worauf seine untere Verlängerung gegen einen Quer-

riegel g stößt, so daß er in die punktiert gezeichnete Schlußlage nach vorn überfällt.

Beim Auskuppeln läuft die Rolle i auf eine zuerst ansteigende Leitschiene auf (Abb. 150) und wird dann, nachdem der Hebel h die senkrechte Stellung angenommen hat, durch eine zweite Schiene nach rückwärts herumgeschlagen. Damit das Gewicht nicht mit einem Stoß zurückfällt, ist die erste Schiene derart verlängert, daß die Rolle i von beiden Seiten umfaßt wird.

Die Führungen der Gewichtsrolle müssen naturgemäß sorgfältig zusammengepaßt werden. Um jede Veränderung, etwa durch Verziehen der Traghölzer auszuschließen, werden sie stets an einem besonderen Eisengerüst angebracht, wie das die Abb. 151 und 152 nach einer Ausführung von Carstens & Fabian zeigen.

Der Pohlische Kupplungsapparat gestattet auch ohne weiteres das Umfahren von Seilscheiben am Zugseil, wenn diese auf der Innenseite des Gehänges liegen. Man kann damit sogar Kurven von größerem Halbmesser, deren Mittelpunkt sich auf der Seite des Gehänges befindet, durchfahren, indem man die in Abb. 154 auf dem oberen Teil der äußeren Klemmbacke angebrachte Führungsrolle auf einer entsprechend angeordneten Führungsschiene laufen läßt.

90. Die Schraubenkupplung von Carstens & Fabian.

Die genannte Firma baut den Apparat selbst in vereinfachter Form ohne Benutzung des Wernerschen Grundgedankens gemäß Abb. 153. Die Spindel besitzt nur ein Gewinde von mittlerer Steigung, das auf die bewegliche Klemmbacke wirkt, die sich um einen in der festen Klemmbacke gelagerten Bolzen dreht. Infolgedessen wird die bewegliche Klemmbacke nicht exzentrisch beansprucht. Damit sich der ganze Apparat in Neigungen der Bahn nach der Richtung des Zugseiles einstellt, ist die Gewindemutter in dem Tragkörper frei drehbar gelagert. Dieser ist wieder mit zwei Querstäben des Wagengehänges verschraubt.

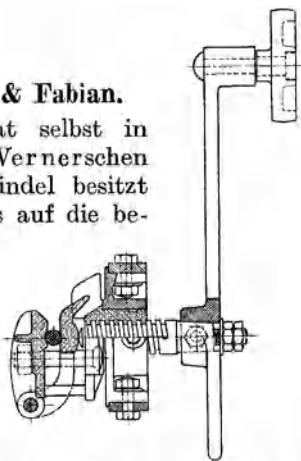


Abb. 153. Schraubenkupplung von Carstens & Fabian.

91. Die Oberseilapparate bei Schraubenkupplungen.

Als A. Bleichert & Co. mit dem Oberseilkupplungsapparat der Abb. 158 einen gewissen Umschwung hervorgebracht hatten, sahen sich Pohligh und Otto ebenfalls veranlaßt, in geeigneten Fällen ihren sogenannten Universalkupplungsapparat vom Gehänge in das Laufwerk zu verlegen, indem sie den Mittelbolzen, an dem das Gehänge angreift gleich als Schraubenspindel ausführten, wie die Abb. 154 darstellt. Im übrigen entspricht die Anordnung nahezu vollständig der in den Abb. 148 bis 150 angegebenen. Um beim Befahren von Kurven das Auspendeln

des Wagens infolge der Zentrifugalkraft zu verhindern, befindet sich über dem Laufwerk noch ein Druckrolle, die sich gegen entsprechende Führungsschienen legt. Bei neueren Ausführungen hat J. Pohlig A.-G.

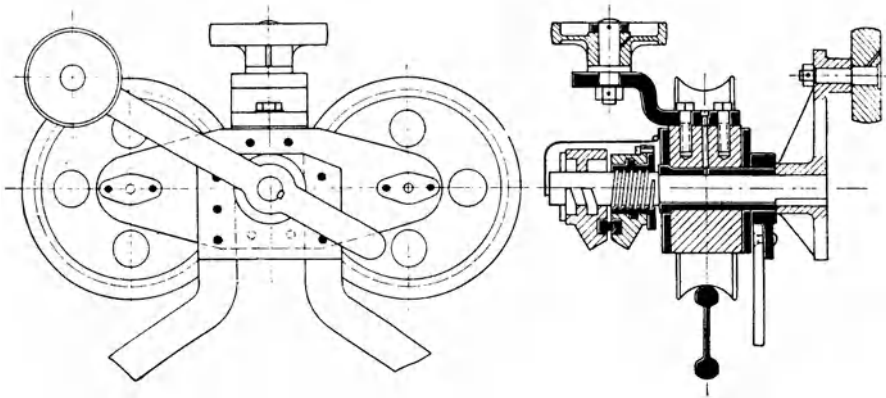


Abb. 154. Oberseilkupplung von J. Pohlig A.-G.

die eine Stahlblechwange des Wagens noch nach unten verlängert und darin eine zweite Führungsrolle angebracht, wie Abb. 155 zeigt.

Es können so auch schlanke Innenkurven am Zugseil durchfahren werden (vgl. Absatz 89).

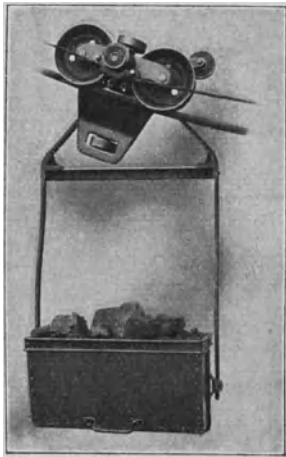


Abb. 155. Wagen mit Oberseilkupplung von J. Pohlig A.-G.

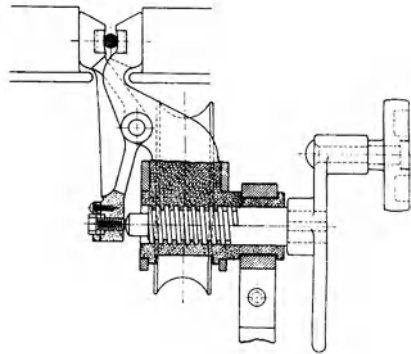


Abb. 156. Oberseilkupplung von Carstens & Fabian.

Um beliebige beiderseitige Kurven genau so wie mit der Bleichert'schen Automatkupplung zu umfahren, lassen Carstens & Fabian bei ihrer Umbildung der gebräuchlichen Schraubkupplung die Klemmbacken nach dem Bleichert'schen Vorbild über den Wagen hinausragen (Abb. 156). Die bewegliche Klemmbacke ist als Doppelhebel aus-

gebildet und ihr unterer Fortsatz wird von der Schraubenspindel in gewöhnlicher Weise bewegt. Zur Einstellung entsprechend dem Seildurchmesser dient eine Stellschraube in dem Doppelhebel, deren Lage durch eine Stellplatte gesichert wird.

92. Die Gewichtskupplung von Spitzeck.

In gänzlich abweichender Weise arbeiten die am Laufwerk angebrachten Kupplungen, die durch das Gewicht des Gehänges und der daran hängenden Last angedrückt werden. Zum erstenmal war die Wirkung des Gehängegewichtes benutzt worden in einer anscheinend nie zur Ausführung gelangten amerikanischen Patentanmeldung von Rosenholz im Jahre 1892¹⁾.

Unabhängig hiervon erfand Spitzeck 1893 eine Anordnung, die er nach Aufgabe seiner Monteurstellung bei A. Bleichert & Co. in mehreren von ihm gebauten Anlagen zur Ausführung brachte. Von Hängestangen,

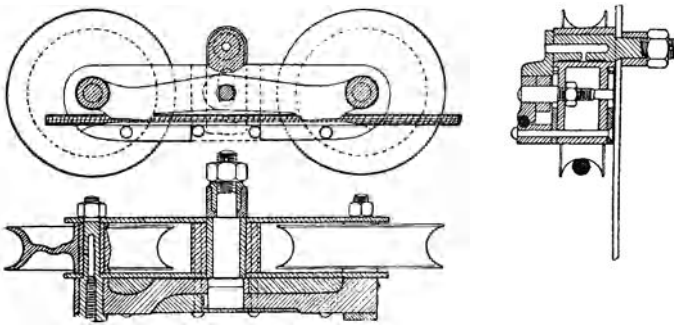


Abb. 157. Gewichtskupplung mit Hebelübersetzung von Spitzeck.

die an den Laufradachsen befestigt sind, wird die untere Klemmbacke der Kupplung und eine Stützrolle getragen. Darauf setzt sich die zweite Klemmbacke, die mittels einer mittleren Hängestange an dem Laufwerk hängt. Das Zugseil wird also von zwei Seiten mit einer Kraft gefaßt, die gleich dem Gehängegewicht mit der Last ist, so daß der Apparat nur für Bahnneigungen brauchbar ist, die man heutzutage als gering bezeichnet. Die Entkupplung geschieht mit Hilfe eines Drehsternes und eines Exzentrers. Zu seiner Entlastung ist außerdem noch eine Tragrolle vorgesehen, die das Gehänge durch Auflaufen auf eine an der Kuppelstelle der Station fest angeordnete Schiene mit anhebt.

Spitzeck führte jedoch bereits im nächsten Jahr eine Bahn in Linz a. Rhein aus, bei deren Zugseilkupplung eine Hebelübersetzung vorhanden war, wie die Abb. 157 angibt. Die untere Klemmbacke sitzt hier dicht oberhalb des Trageiles seitlich neben den Laufrädern fest am Laufwerk. Das Gehänge wirkt auf zwei Hebel ein, die sich um die verlängerten Laufradachsen drehen und das Zugseil mit ihren als Klemmbacken ausgebildeten unteren Fortsätzen erfassen. Ihr Übersetzungsverhältnis beträgt etwa $ü = 1 : 3,5$.

¹⁾ Wettich: Fördertechnik, 1914.

93. Die Bleichertsche „Automat“-Kupplung.

Ohne von diesen Vorläufern zu wissen, erfand 1894 Streitzig, Oberingenieur von A. Bleichert & Co., die in Abb. 158 wiedergegebene Kupplung, die für viele andere vorbildlich geworden ist. Der Mittelbolzen *M*, an dem das Wagengehänge *G* hängt, ist in einem gußeisernen Gleitkörper *K* drehbar gelagert, so daß das Gehänge in der Fahrtrichtung frei ausschlagen kann. Der Körper *K* kann sich seinerseits in einem Gehäuse auf- und abbewegen, das aus den beiden Wangen des Laufwerkes und dem ihren Abstand begrenzenden Körper *C* gebildet ist. In den oberen Teil von *K* ist ein stählernes Druckstück *D* eingesetzt, das auf den um den Bolzen *A* schwingenden Hebel *H* einwirkt, dessen über *A* hinausgehende Fortsetzung *B* bei Abwärtsbewegung des Gleitkörpers *K* das Zugseil fest gegen die an der Laufwerkswange angebrachte Klemmbacke *B* preßt. Die Klemme wird zum Ankuppeln geöffnet, indem die auf dem Mittelbolzen *M* sitzen-

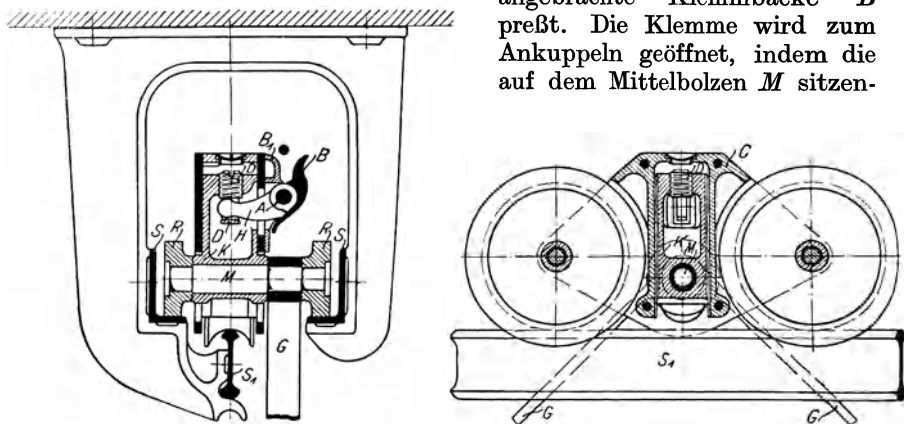


Abb. 158. Bleichertsche „Automat“-Kupplung.

den Rollen *R* auf Kuppelschienen *S* auflaufen, die wagerecht liegen, während sich die eigentliche Laufschiene *S*₁ etwas senkt.

Die Hebelübersetzung war so gewählt, daß der Klemmdruck etwa das 2,5fache des Gehängengewichtes betrug. Die ganze Anordnung baut sich so eng, daß das Zugseil nur 8 cm von der Mitte des Laufseiles entfernt ist, wenn die Kupplung oben am Laufwerk sitzt.

Bei Bahnen mit großen Neigungen wurde sie unter das Tragseil verlegt, wie die Abb. 126 angibt, indem die eine Wange des Laufwerkes sich nach unten fortsetzt und das Gleitstück den das Festklemmen bewirkenden Winkelhebel durch Vermittlung einer Druckstange bewegt. Dabei wird zugleich die Übersetzung des Klemmdruckes so weit vergrößert, daß Steigungen im Verhältnis 1 : 1 damit ohne Schwierigkeiten befahren werden können. Das Zugseil liegt dann nur 5 mm seitlich von der Mitte des Tragseiles.

Wird die feste Klemmbacke *B*₁ der Abb. 158 noch etwas höher angeordnet, so daß sie über das Laufwerk hinausragt, so ist es bei den

schmalen Klemmbacken aus zähem Stahlformguß leicht möglich, daß sie sich je nach Bedarf auf der einen oder anderen Seite gegen die das Zugseil ablenkende Umführungsscheibe legen. Diese in Abb 159 nach einer Bleichertschen Ausführung gezeigte Umführung des Wagens um eine Ablenkungs- oder Endscheibe am Zugseil, die schon bei Besprechung der Abb. 156 erwähnt wurde, ist bereits bei der ersten Durcharbeitung der Kuppelung von Streitzig angegeben worden.

94. Die Rückwirkung auf die Gesamtanlage.

Durch diese einfache bauliche Anordnung war die Verwendungsmöglichkeit der Seilbahnen erheblich größer geworden als bis dahin. Man konnte jetzt, wie spätere Beispiele zeigen werden, Schüttgüter an einer Stelle aufgeben und an einer anderen Stelle der Fabrik nach Durch-

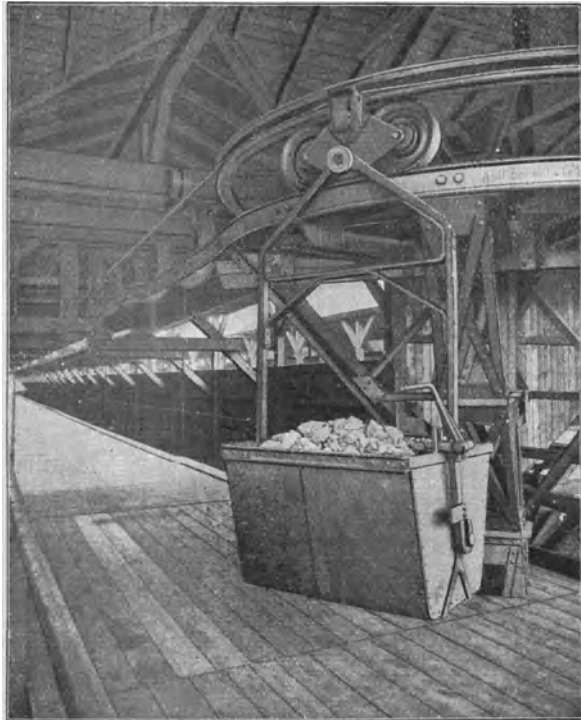


Abb. 159. Kurvenumführung bei Oberseil (Bleichert).

fahren beliebiger Krümmungen selbsttätig abgeben, ohne daß die geringste Bedienung erforderlich wurde.

Da der ganze Kuppelungsvorgang sich völlig stoßfrei vollzog, so machte es keine Schwierigkeiten, sogar mit der hohen Geschwindigkeit von 3 m/sek zu fahren, während man zu Anfang nicht über 1 m/sek hinausging und diese Geschwindigkeit vor der Einführung des selbsttätigen Kugelapparates nicht über 1,5 m/sek erhöhte. Am gebräuchlichsten ist jetzt, je nach der Gesamtförderleistung der Bahn, die Fahrtgeschwindigkeit 2,0 oder 2,5 m/sek.

Mit Hilfe der vollkommen selbsttätig und stoßfrei arbeitenden Kuppelapparates ist die Leistungsfähigkeit der Drahtseilbahnen nicht allein infolge der möglich gewordenen Steigerung der Fahrtgeschwindigkeit gestiegen, sondern auch deshalb, weil die Arbeit der Wagenschieber

sich sehr vereinfacht hat und darum viel schneller ausgeführt werden kann als früher. Es kann so die Zeitfolge der Wagen sehr kurz gehalten

werden derart, daß bis zu 250 Wagen in der Stunde aus der Station herausgeschoben werden. Dabei folgen sich die Wagen also in Abständen von 14,4 Sekunden, und die Gesamtförderleistung der Bahn, wie sie von Bleichert z. B. für die Vivero Iron Ore Co. gebaut worden ist, beträgt bei 1 t Nutzinhalt jedes Wagens 250 t/St.

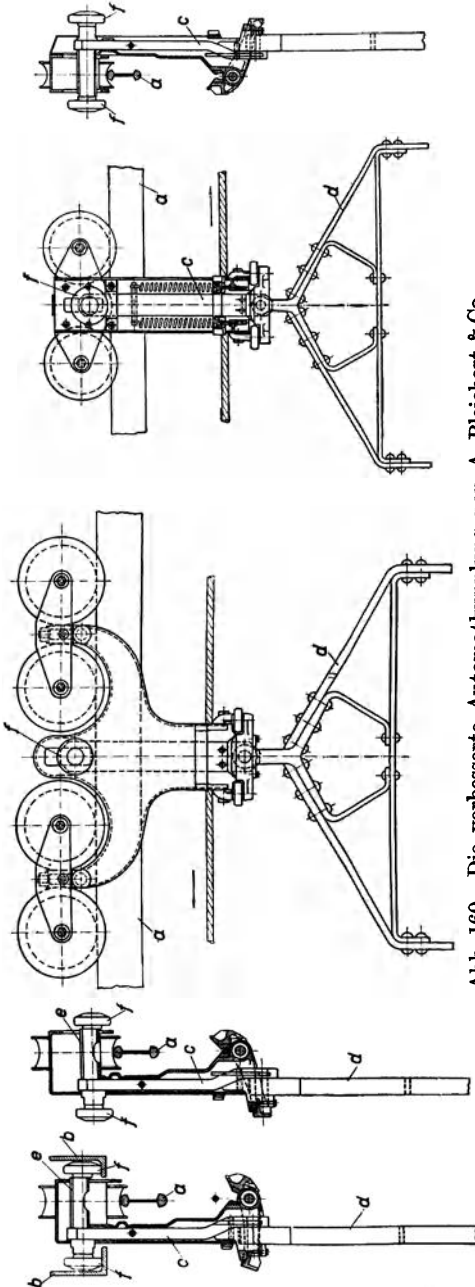


Abb. 160. Die verbesserte Automatkupplung von A. Bleichert & Co.

95. Die verbesserte Form.

Nachdem über 80 000 Apparate der beschriebenen Bauart geliefert worden sind, wurde 1920 eine Umkonstruktion vorgenommen, bei der alle inzwischen gewonnenen sachlichen Erfahrungen und die neuzeitlichen Herstellungsverfahren beachtet wurden. Am vorteilhaftesten ist es zur Zeit, solche Massenartikel aus ziemlich dünnen, in eine widerstandsfähige Form gepreßten Blechen zu machen, die, wo nötig, durch autogene Schweißung miteinander verbunden werden. Man gelangte so zu der in Abb. 160 wiedergegebenen Bauart, die sowohl für einfache als auch für Doppelaufwerke gilt.

Hierin ist *a* die Laufschiene der Station, *d* das Wagengehänge. Es hängt mit einem Bolzen so, daß es seitlich freiauspendeln kann, an dem längeren Arm eines Winkelhebels, und drückt so seinen kürzeren, die Schale der Klemmbacke bildenden Arm mit der Übersetzung 3 : 1

gegen die eine, bis unten herunterreichende Seitenwange des Laufwerkes. Die Klemmbacken selbst bestehen aus leicht auswechselbaren Stahleinlagen. Neben der Klemme befinden sich auf lotrechten Zapfen Druckrollen, die die Wagen beim selbsttätigen Durchfahren von Kurven führen. Soll die Kupplung geöffnet werden, so laufen die am oberen Mittelbolzen *e* sitzenden Kuppelrollen *f* auf Winkelleisenschienen *b* auf, während die Laufschiene *a* sich senkt, und die Verbindungsstange *c* hebt dabei das Wagengehänge an, wodurch die Klemme sich öffnet.

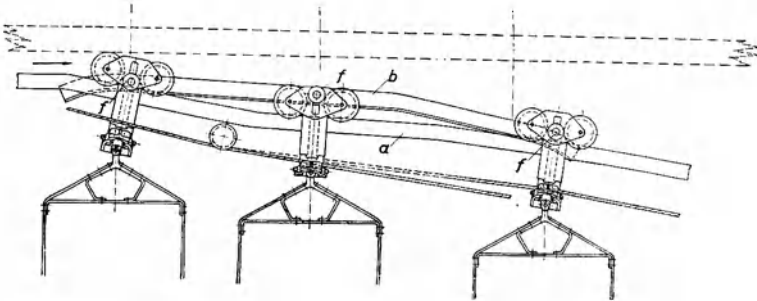


Abb. 161. Die Kuppelstelle beim Stationsauslauf (Bleichert).

Die gegenseitige Lage der Laufschiene *a* und der Kuppelschienen *b*, sowie des Laufwerkes beim Ankuppeln zeigt die Abb. 161. Zwischen den beiden ersten Stellungen des Laufwerkes erfolgt die Öffnung der Seilklemme, in der mittleren Stellung das Einlegen des schräg geführten Zugseiles und zwischen ihr und der letzten das Schließen der Kupplung.

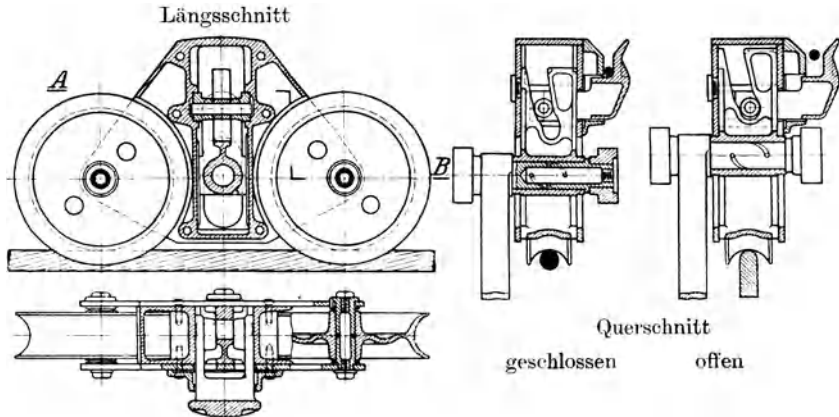
Die in der einen Abb. 160 gezeichneten Federn werden nur bei leichten Gehängen eingebaut, wenn die Bahn größere Steigungen aufweist. Sie sollen in dem Fall auf der Leerseite der Strecke den Klemmbackenschluß verstärken, kommen also nur ausnahmsweise zur Anwendung.

96. Die Kupplung von Ceretti & Tanfani.

Die älteste Weiterbildung des Gewichtskuppelapparates ist die sogenannte „Ideal“-Kupplung von Ceretti & Tanfani, die in Deutschland von A. W. Mackensen ausgeführt wurde. Betätigt wird sie in der durch die Abb. 162 veranschaulichten Anordnung ebenfalls vermittels der an dem Mittelbolzen sitzenden Kuppelrollen. Das Gleitstück hat hier einen schräg verlaufenden Schlitz, in dem sich eine aus gehärtetem Tiegelgußstahl hergestellte Rolle verschiebt, deren Achse an dem inneren Teil der wagerecht verschiebbaren, gleichfalls aus Tiegelgußstahl geformten äußeren Klemmbacke befestigt ist. Durch Anheben des Gleitstückes öffnet sich also die Klemme, deren Übersetzung rund 1 : 3 beträgt. Um sie beliebig groß zu machen, steht die hierfür erforderliche Hubhöhe des Gleitstückes nicht zur Verfügung.

Bei einer älteren Ausführung ohne Druckrolle war der Apparat selbstsperrend, so daß noch eine besondere Abdrückschiene an der

Kuppelstelle nötig war, wie die Abb. 163 zeigt. Bemerkte sei noch, daß Mackensen die Kuppelrolle zuerst unten am Gehänge des Wagens anbrachte. Eine Ausführungsform mit dem unterhalb des Trageisles angeordneten Kuppelapparat, mit dem auch Links- und Rechtskurven am Zugseil durchfahren werden können, gibt die Abb. 141 wieder.



Schnitt A—B

Abb. 162. „Ideal“-Kupplung von Ceretti & Tanfani.

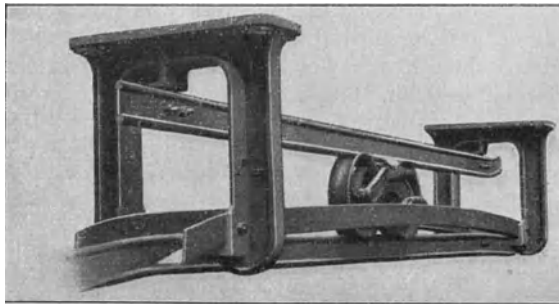


Abb. 163. Kuppelstelle der „Ideal“-Kupplung.

97. Die Kupplung von A. W. Mackensen.

Bei ihr ist der Grundgedanke der vorherbeschriebenen Anordnung beibehalten worden. Kennzeichnend für die neue Ausführung ist, daß beide Klemmbacken sich beim Öffnen bzw. Schließen auf- und abbewegen. Sie werden mit dem Führungsglied durch den Bolzen verbunden, auf dem die Kuppelrolle sitzt. An dem längeren Hebelarm des Klemmhebels befindet sich eine Rolle, die auf einem in der Hauptsache keilförmigen Klotz entlang rollt. Bei voller Eröffnung der Klemme legt sie sich in den freien Raum über dem Führungsklotz.

Die Abb. 164 gibt eine Zeichnung des Wagens mit dem aus \square -Eisen hergestellten Kupplungsträger wieder, und zwar für die gebräuchliche Anordnung, bei der sich das Seil von oben in die Klemme einlegt.

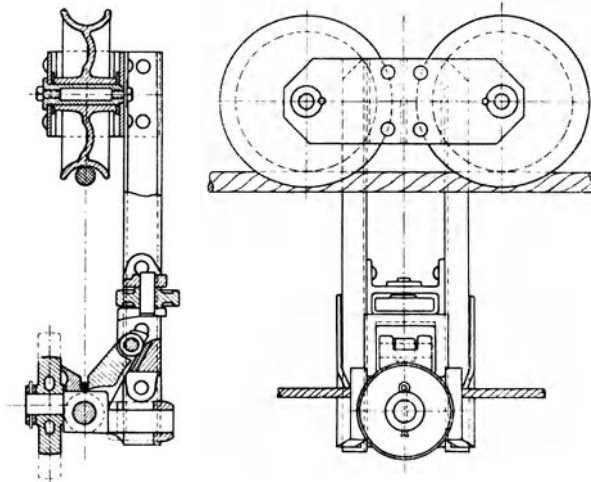


Abb. 164. Neue Gewichtskupplung von A. W. Mackensen.

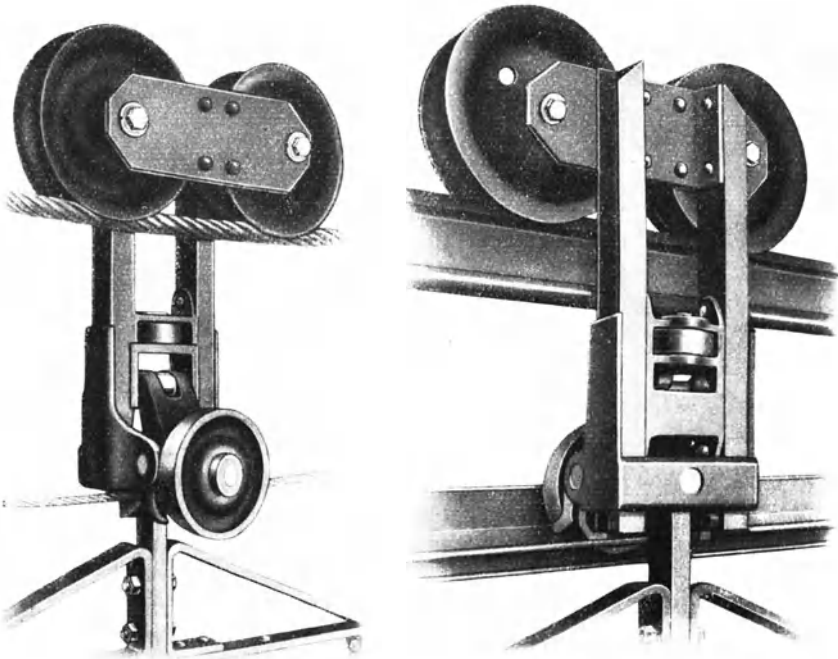


Abb. 165 u. 166. Kupplung von A. W. Mackensen mit von unten eingelegtem Seil.

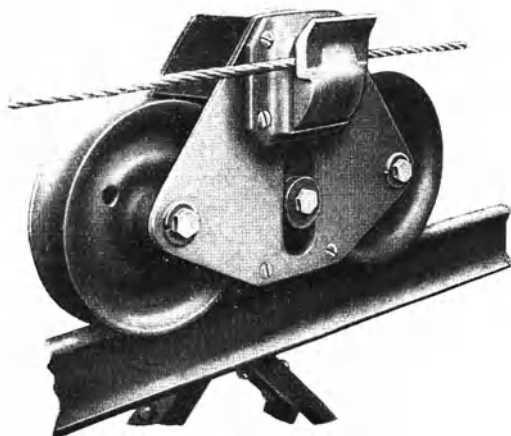


Abb. 167. Hochliegende Kupplung v. A.W. Mackensen. zeigt die Abb. 167.

Eine Ausführung, die die das Seil von oben greift, veranschaulichen die Abb. 165 und 166 in der Vorder- und Rückansicht. Die eine ist bei der Fahrt über die Strecke, die andere in der Kuppelstelle aufgenommen.

Die Ausbildung dieses Apparates für eine oberhalb der Räder außen neben der Tragschiene sitzende Klemme

98. Die Übersetzung der Gewichtskupplungen.

Die Größe der bei einer bestimmten Bahnneigung $\text{tg } \gamma$ erforderlichen Übersetzung \ddot{u} des Gewichtskuppelapparates der vorbeschriebenen Bauarten ergibt sich aus folgender Überlegung.

Es bezeichne:

- G_1 das Gewicht der auf die Klemme wirkenden Last,
- G_2 das Gewicht des Laufwerkes ohne Gleitstück,
- μ_0 die Reibungsziffer zwischen Seil und Klemme, die bei guter Schmierung des Seiles etwa zu 0,12 anzusetzen ist,
- μ die Widerstandsziffer der Wagen, die bei ungünstiger Witterung etwa 0,016 beträgt,
- \mathcal{S} die notwendige Sicherheit gegen Gleiten der Klemme, etwa 1,1.

Dann gilt die Beziehung

$$G_1 \cdot \cos \gamma \cdot \ddot{u} \cdot 2 \cdot \mu_0 = (G_1 + G_2) \cdot (\sin \gamma + \mu \cdot \cos \gamma) \cdot \mathcal{S}$$

und hieraus folgt

$$\ddot{u} = \frac{\mathcal{S}}{2 \cdot \mu_0} \cdot \left(1 + \frac{G_2}{G_1} \right) \cdot (\text{tg } \gamma + \mu).$$

Ist z. B. $G_1 = 150$ kg und $G_2 = 65$ kg, so wird für

$\text{tg } \gamma = 0,0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
$\ddot{u} = 0,12$	0,77	1,43	2,08	2,74	4,06	5,38	6,68.

Man bemerkt, daß bei den gegebenen Zahlenwerten die übliche Übersetzung der gebräuchlichen Klemmapparate für Oberseil zwischen 2,5 bis 3,5 nur für Neigungen zwischen 1 : 2,8 bis 1 : 2,0 brauchbar ist.

Die Klemmwirkung kann nun nach dem Vorgang von J. Pohlig A.-G. dadurch vergrößert werden, daß man die Klemmbackenflächen um 45° gegen die Richtung der Klemmkraft neigt (Abb. 148). Die Übersetzung braucht dann nur das 0,71fache des oben berechneten Betrages zu sein.

99. Selbstsperrende Gewichtskuppungen.

Ein Nachteil der beschriebenen Gewichtsklemmapparate ist der, daß gerade in den größten Steigungen die Klemmkraft sich bei sonst gleicher Last verringert. Man entgeht dem dadurch, daß der Kuppelapparat selbstsperrend gemacht wird. Der Verfasser erzielte dies durch ein Kurvenschubgetriebe mit hoher Übersetzung.

Eine in größerem Umfang angewandte Konstruktion der Art war die in Abb. 168 dargestellte Verbindung mit einer Schraube, die die Benrather Maschinenfabrik baute. Das Gehänge mit dem Mittelbolzen wird dadurch angehoben, daß eine Druckschiene die auf dem langen Arm eines dreiarmigen Hebels sitzende Kuppelrolle herunterdrückt. Der dritte Arm des Hebels greift dann in eine Gabel ein, deren Drehachse eine Schraube bildet, auf der die bewegliche äußere Klemm-

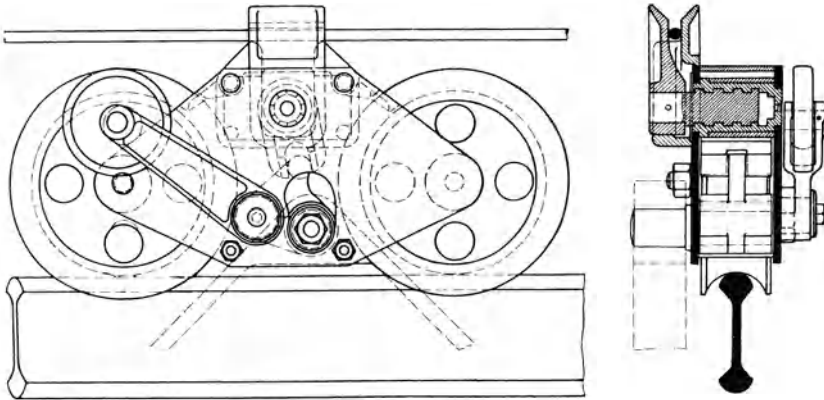


Abb. 168. Gewichtskuppelapparat der Benrather Maschinenfabrik A.-G.

backe befestigt ist. Durch die Schwenkung der Gabel wird die Schraube in die sich dabei drehende Mutter hineingezogen und die Klemme auf die Weise geschlossen.

Infolge der Selbstsperrung des Mechanismus ist der Klemmdruck in jeder Steigung der bei der Ankupplung erreichte. Die bei der größten Neigung $\text{tg } \gamma$ des Tragseiles erforderliche Übersetzung des Apparates wird dann

$$ü' = ü : \sqrt{1 + \text{tg}^2 \gamma},$$

und mit den Zahlen des obigen Beispiels ergibt sich die Reihe:

$$ü' = 0,12 \quad 0,77 \quad 1,40 \quad 1,99 \quad 2,54 \quad 3,49 \quad 4,39 \quad 4,72.$$

Gerade bei Bahnen mit starken Steigungen ist somit der durch die Selbstsperrung erzielte Gewinn von Bedeutung. Da die Bewegung der Schraube selbst bei ziemlich großem Ausschlag der Kuppelrolle an dem langen Hebelarm verhältnismäßig gering ist, so muß dieser Apparat wieder auf die betreffende Zugseilstärke genau eingestellt werden, wodurch allerdings der Hauptvorteil der Gewichtswirkung zum Teil wieder vernichtet wird (vgl. Absatz 109).

100. Der Gewichtskuppelapparat von Ernst Heckel.

Bei ihm, den die Abb. 169 in einer Ausführung für Unterseil darstellt, endet die eine nach unten verlängerte Wange des aus Stahlformguß hergestellten Laufwerkes in einer senkrechten Führung für das Gleitstück, dessen Kuppelrolle aus seinem Unterteil herausragt. In einer gekrümmten Aussparung des Gleitstückes bewegt sich nun ein Stein, der auf einen geraden zweiarmigen Hebel einwirkt, dessen zweiten Arm die bewegliche Klemmbacke bildet.

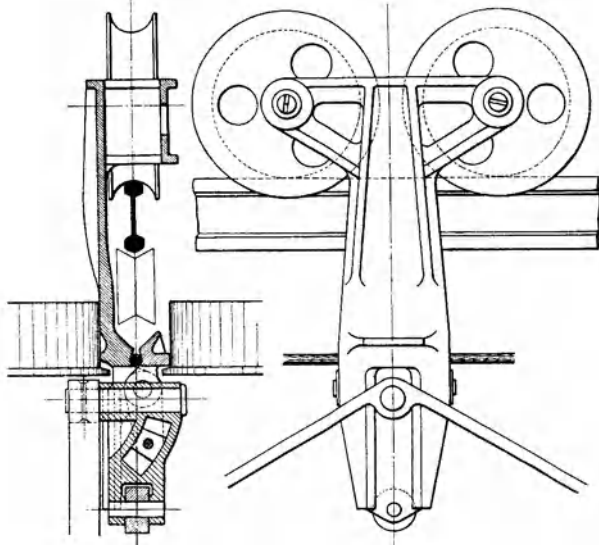


Abb. 169. Gewichtskuppelapparat von Ernst Heckel.

101. Der Gewichtskuppelapparat von Kaiser & Co.

Als bewegliche Klemmbacke dient bei dem Apparat für Oberseil nach Abb. 170 der Winkelhebel. Die Grobeinstellung auf den Zugseildurchmesser, die deshalb erforderlich ist, weil derselbe Apparat für alle

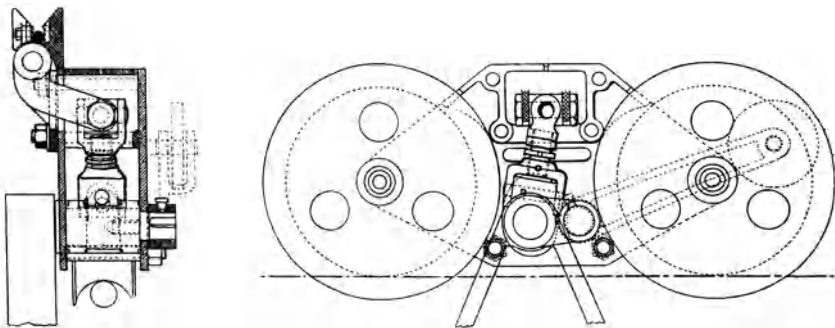


Abb. 170. Oberseilkuppelapparat von Kaiser & Co.

beliebigen Seildurchmesser benutzt wird, besorgt eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde in der kurzen Zugstange, die hier das Gleitstück ersetzt. Die Kuppelrolle und ihre Betätigung entspricht der an der Abb. 168 beschriebenen.

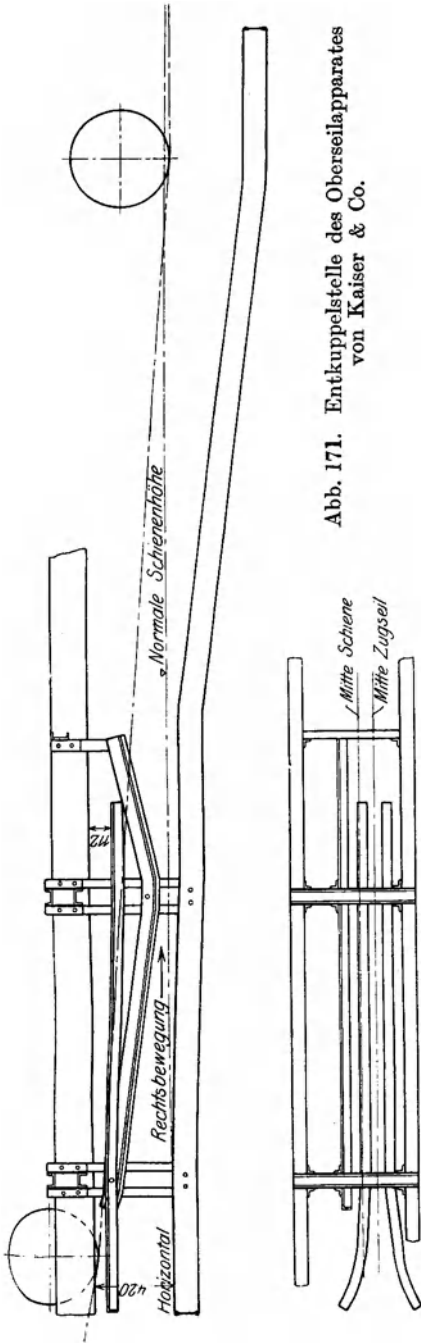


Abb. 171. Entkuppelstelle des Oberseilapparates von Kaiser & Co.

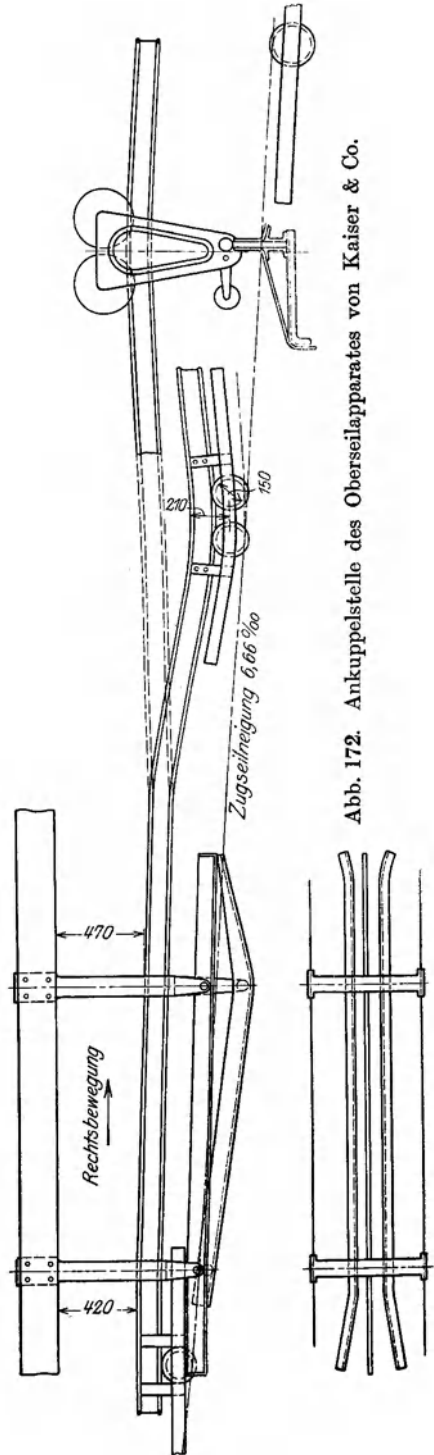
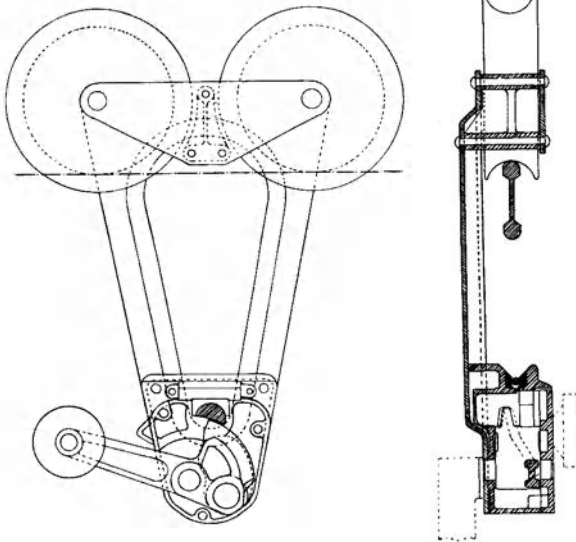


Abb. 172. Ankuppelstelle des Oberseilapparates von Kaiser & Co.

Die in Abb. 171 wiedergegebene Skizze der Entkuppelstelle zeigt die Zugseilführung, die hinter der eigentlichen Kuppelstelle stark nach unten durchgebogene Laufschiene, damit das Laufwerk unter der vorderen Zugseilführungsrolle vorbeifahren kann, zwei



Führungsschienen für die Klemmbakken, um ein seitliches Pendeln des Wagens oder ein Schiefziehen durch den Wagenschieber zu verhüten, und die weit heruntergezogene Druckschiene für die Kuppelrolle

Die Ankuppelstelle (Abb. 172) baut sich ähnlich, nur ist die Zugseilführung eine einfachere: es hebt sich von selbst aus dem Apparat, sowie die Klemme sich öffnet.

Abb. 173. Unterseilkuppelapparat von Kaiser & Co.

Den Unterseilapparat von im übrigen gleicher Wirkungsweise stellt die Abb. 173 dar und eine Skizze der zugehörigen Einkuppelstelle die Abb. 174.

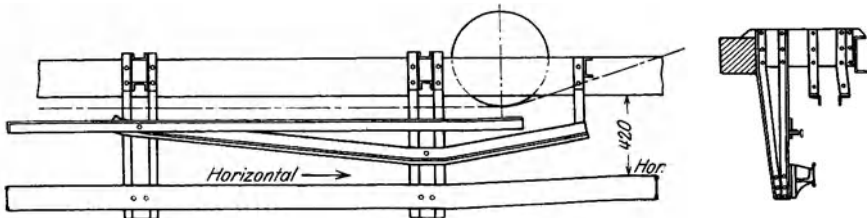


Abb. 174. Ankuppelstelle des Unterseilapparates von Kaiser & Co.

102. Die Gewichtskupplung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft.

Bei dem in Abb. 175 wiedergegebenen Apparat für Unterseil ist wieder die eine Stahlgußwange des Laufwerkes nach unten heruntergezogen und das Gehänge hängt in der Fahrtrichtung frei pendelnd, mit dem Hauptzapfen in der langen Nuß eines Stahlgußhebels, den die Abb. 176a veranschaulicht. An diesem Hebel sitzt ein Schraubensegment, das die mit einem entsprechenden Ausschnitt versehene Klemmbacke (Abb. 176b) an den Wangenkörper herandrückt. Der

Apparat ist geschlossen, wenn die am äußersten Ende des Hebels angebrachte Kuppelrolle hoch liegt, und geöffnet, wenn sie von der Kuppelschiene nach unten heruntergedrückt wird.

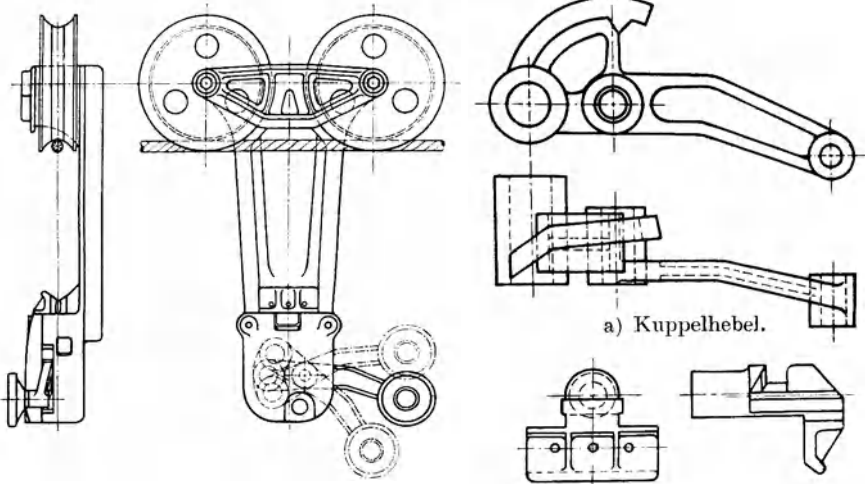


Abb. 175. Unterseilkupplung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft.

b) Bewegliche Klemmbacke der ATG.
Abb. 176.

103. Die Gewichtskuppelapparate von J. Pohlig A.-G.

Der Bau dieses ganz eigentümlichen Apparates, den die Abb. 177 nach der Patentschrift zeigt, wurde erst 1908 aufgenommen. Die Wangen des Laufwerkes bestehen aus zwei Hebelpaaren A und A' ,

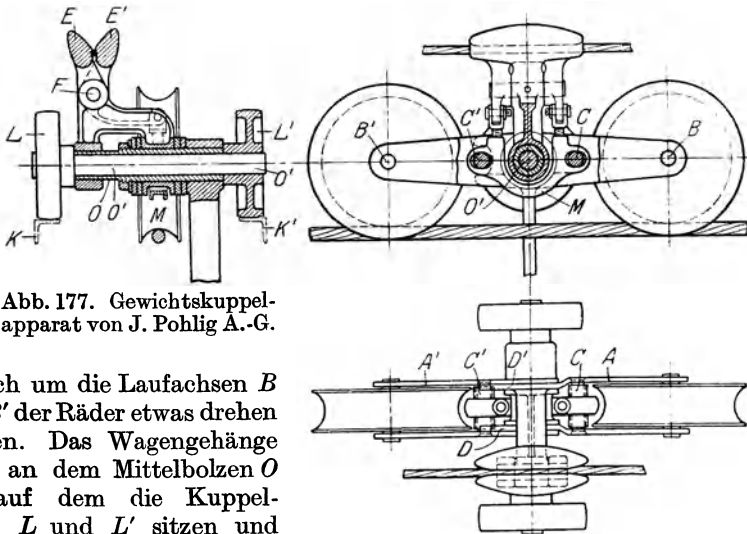


Abb. 177. Gewichtskuppelapparat von J. Pohlig A.-G.

die sich um die Laufachsen B und B' der Räder etwas drehen können. Das Wagengehänge greift an dem Mittelbolzen O an, auf dem die Kuppelrollen L und L' sitzen und

mit dem die eine Klemmbacke E verbunden ist. Die andere Klemmbacke E' ist der zweite Arm eines um F drehbaren Winkelhebels; sie wird, wenn die Kuppelrollen von ihren Leitschienen ablaufen, durch zwei Zugstangen angezogen, die an den Zapfen C und C' angreifen. Letztere machen beim Senken des Gehänges einen kürzeren Weg als der Mittelbolzen O , da sie dem Drehzapfen B bzw. B' näher sind, und dadurch wird die Kupplung geschlossen. Die Bewegung der

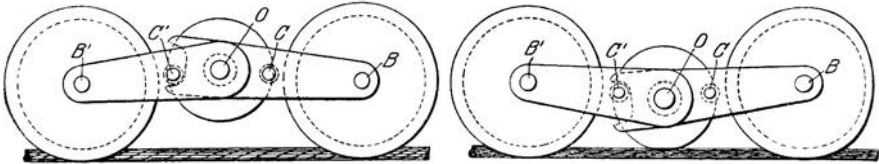


Abb. 178. Wangenbewegung beim Pohl'schen Kuppelapparat.

den Hebelmechanismus bildenden Wangenteile veranschaulicht die Abb. 178, deren obere Figur den Mittelbolzen in der höchsten Lage zeigt, während die untere die gegenseitige Lage bei vollzogener Ankupplung darstellt.

Ein Schaubild des ganzen Laufwerkes, das naturgemäß nur für geringe Bahnneigungen verwendet wird, aber für die Durchfahrung beliebiger Kurven sehr vorteilhaft ist, bringt die Abb. 179.

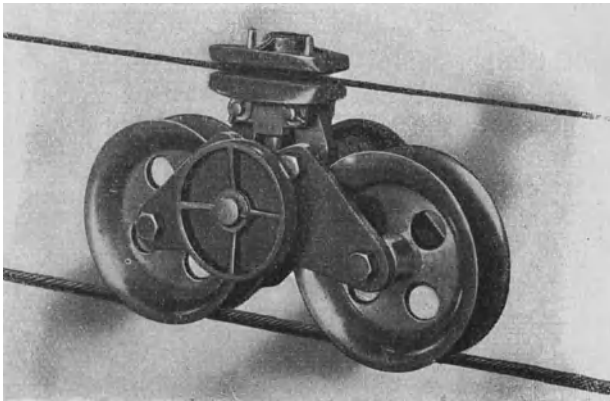


Abb. 179. Pohl'sches Laufwerk mit Gewichtskupplung.

Bei dem in Abb. 180 wiedergegebenen Pohl'schen Oberseilkupplungsapparat für das Doppelaufwerk ist eine doppelte Hebelüber-

setzung vorgenommen worden. Der Mittelbolzen mit den Kuppelrollen ist der bekannte. An dem zwischen den beiden Laufwerkswangen geführten Gleitstück greift eine Stangenverbindung an, deren letzter Drehbolzen durch eine Lasche in gegebenem Abstand von einem am Gestell festen Bolzen gehalten wird. Bei Aufwärtsbewegung des Gleitstückes schiebt sich deshalb der letzte Zapfen der Stangenverbindung von der Mitte des Laufwerkes weg, und eine daran angesetzte Druckstange, die durch eine Schraube auf den betreffenden Seildurchmesser eingestellt wird, bewegt die als zweiarmigen Hebel ausgebildete Klemmbacke, die das Seil gegen die zweite mit dem Gestell aus einem Stück bestehende drückt. Die in die Stahlformgußhebel eingelegten

eigentlichen Klemmstücke sind wieder so geformt, daß jedes das Seil an zwei Stellen erfaßt. Dadurch wird die Klemmwirkung noch weiter erhöht, so daß sich eine im ganzen sechsfache Übersetzung ergibt.

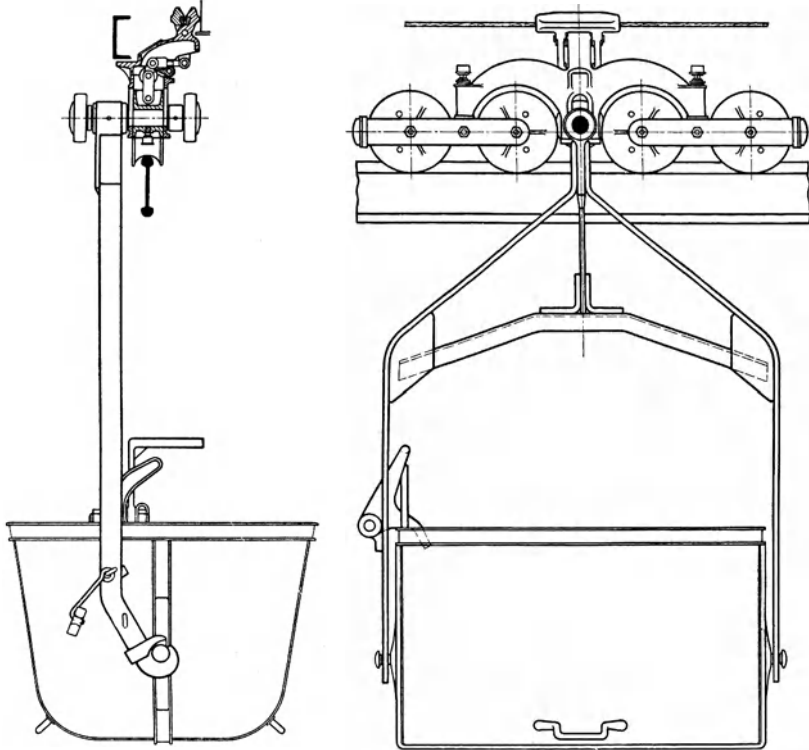


Abb. 180. Wagen mit Oberseilkupplungsapparat von Pohlig.

104. Kuppelapparat mit Schrauben- und Gewichtswirkung.

Eine beachtenswerte Vereinigung beider Hauptkupplungssysteme hat Heinold angegeben¹⁾. Ihre erste Ausführung als Unterseilkupplung ohne Übersetzung der Gewichtswirkung zeigt die Abb. 181. Der untere gegabelte Teil der Stahlformguß-Hängewange *a* trägt an den beiden Zapfen *l* die untere Klemmbacke *c* derart, daß sie um *l* frei schwingen kann. In der oberen Klemmbacke *d* ist die Spindel *e* gelagert, die von der Gewichtsrolle *f* an dem zweiarmigen Hebel *h* mittels Leitschienen nach Abb. 149 bewegt wird. Das Gehänge *g* sitzt lose drehbar an dem Tragzapfen *l* der Klemmbacke *d*. Die Klemmbacke *c* faßt nun mit zwei Zapfen *i* in Ausbohrungen der Spindelmutter *k* ein und stützt sich so darauf. Beide Klemmbacken werden noch durch einen zahnartigen Eingriff der einen in die andere so geführt, daß das Mittelstück von *c* am Vorderteil von *d* entlanggleitet, während

¹⁾ Z. d. V. d. I. 1915.

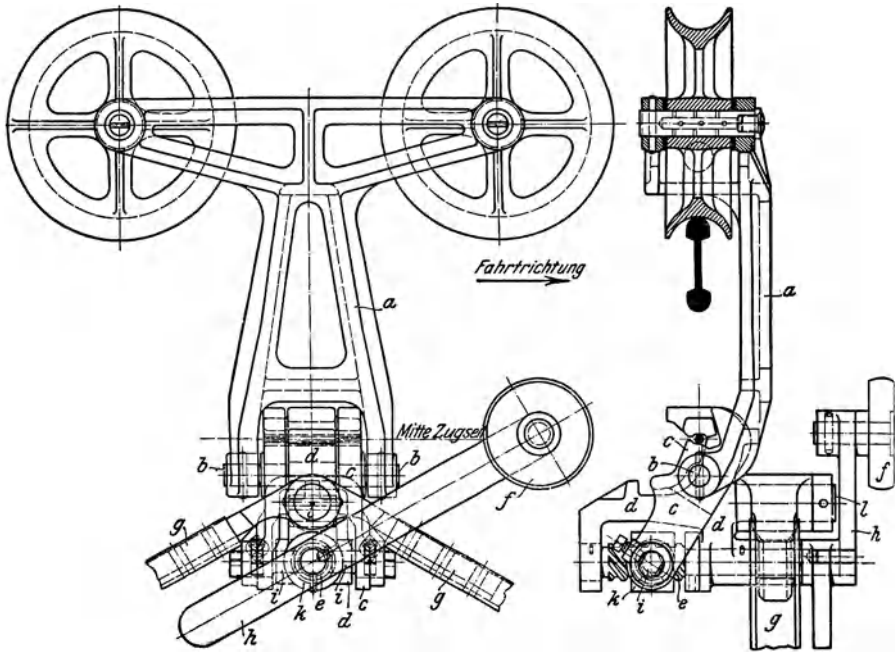


Abb. 181. Kupplung mit Schrauben- und Gewichtswirkung.

sich bei entgegengesetzter Kraftrichtung zwei hakenförmige Fortsätze von *c* an entsprechende Ohren von *l* legen. Das Zugseil wird von der Seite her in die Kupplung eingeführt, und die Klemmblocke *d* hat das Bestreben, sich unter dem

Einfluß des Gehängegewichtes der Backe *c* zu nähern, während zunächst noch die auf Druck beanspruchte Spindel *e* das Schließen verhindert. Letzteres tritt erst ein, wenn die Rolle *f* angehoben und damit die Spindel *e* gelüftet wird. In dem Augenblick, wo das Zugseil gerade erfaßt wird, wechselt die Kraftrichtung; der tote Gang der Spindel wird überwunden und der Gewichtshebel *h* schlägt herum. Die vom Lastgewicht hervorbrachte Kuppelkraft wird so um die der Schraube vermehrt.

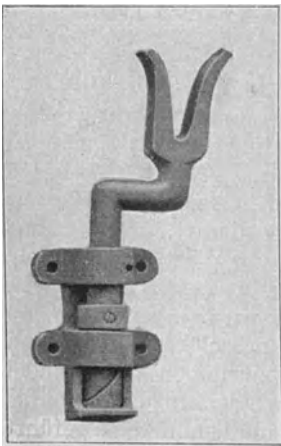


Abb. 182. Mitnehmergabel für Hängebahnen.

105. Die Mitnehmergabel.

Für Hängebahnanlagen, die auf der ganzen Strecke nahezu wagerecht verlaufen, genügt oft eine viel einfachere Verbindung mit dem Seil. Es ist dies die in Abb. 182 wieder-

gegebene gekröpfte Mitnehmergabel, die besonders bei den auf dem Erdboden laufenden Förderwagen vielfach benutzt wird. Ihre Anwendung zeigt z. B. die Abb. 134.

106. Die Gewichte von Laufwerken.

Befindet sich die Zugseilkupplung am Wagengehänge, so fällt das Laufwerksgewicht naturgemäß klein aus. So wiegt ein gewöhnliches Laufwerk von Pohlitz mit beiderseitigen Stahlblechwangen 30 kg, mit Stahlgußgestell 28 kg. Wird der Schraubenkupplungsapparat damit verbunden, so beträgt das Gewicht 54 bzw. 51 kg.

Ein gewöhnliches Laufwerk mit Stahlblechwangen und Oberseil-Gewichtskupplung wiegt demgegenüber je nach Bauart 75 bis 80 kg; beim Unterseil-Gewichtsapparat etwa 85 bis 100 kg, in Stahlguß ausgeführt rund 90 kg. Dafür sind dann die Gehänge entsprechend leichter.

Das neue Bleichertsche Doppellaufwerk mit Rädern von 25 cm Durchmesser und Unterseilkupplung wiegt etwa 200 kg. Das schwerste Pohlitzsche mit Kugellagern und Oberseilapparat für 2 t Belastung wiegt 205 kg, die gleiche Bauart mit Rädern von 20 cm Durchmesser 160 kg. Eine besonders leichte Bauart für Belastungen bis 1,2 t, mit Rädern von 25 cm, aber mit Unterseilkupplung, wiegt nur 65 kg.

107. Die Herstellung in Massenfabrikation.

Die vielgestaltigen Ausführungsformen der Wagen lassen erkennen, daß bei Kasten und Gehänge wegen der verschiedenartigen Anforderungen, die die Art des Transportgutes und sonstige besondere Verhältnisse stellen, wohl eine Schematisierung möglich ist, jedoch keine eigentliche Massenfabrikation nach ein für allemal feststehenden Normalien, die das Ideal des heutigen Fabrikbetriebes ist. Sie ist nur beim Laufwerk durchführbar, da aber auch bis in die geringste Kleinigkeit; und welchen Wert sie hat, ergibt sich aus folgendem.

Trotz des besten Materials ist naturgemäß Abnutzung und schließlich Verschleiß unvermeidlich, wo bewegte Teile aufeinanderlaufen. Ein sofort passender Ersatz — und nur der ist ja allein brauchbar — kann aber nur durch Massenerzeugung nach einmal festgelegten, unveränderlichen Normalien erfolgen. Nur auf diese Weise ist es möglich, selbst nach vielen Jahren Teile zu liefern, die ohne jede Nacharbeit mit den vorhandenen richtig zusammenwirken, sobald sie in das Laufwerk eingeschoben sind. Selbstverständlich müssen die Werkstatteinrichtungen einer Arbeit von immer gleicher Genauigkeit besonders angepaßt sein, was heutzutage nur in Spezialfabriken geschehen kann, und dann muß eine entsprechend scharfe Kontrolle jedes einzelnen Arbeitsstück während der Erzeugung und noch einmal nach der Fertigstellung prüfen.

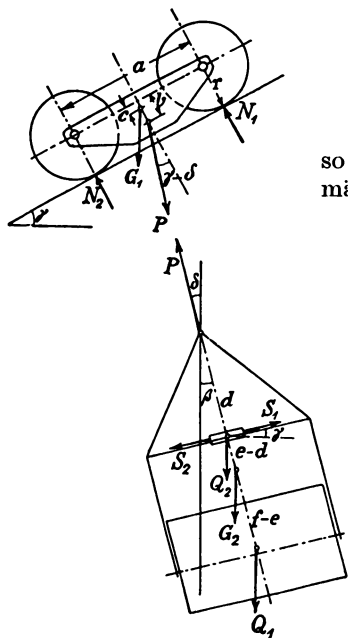
Dazu dienen die sogenannten Toleranzlehren in der Hand eigens dafür angestellter Leute. Ein solches Meßwerkzeug mit gehärteten Stahlflächen, das z. B. zum Prüfen von Bolzen eines bestimmten Durchmessers dient, hat zwei Öffnungen, von denen die eine beispielsweise

$\frac{1}{100}$ mm kleiner, die andere um denselben Betrag größer ist als das richtige Maß. Letzteres ist nun von der Werkstatt mit ausreichender Genauigkeit innegehalten worden, wenn die weitere Lehre über den Bolzen geht, die engere aber nicht mehr. Gehen beide Lehren darüber, so ist der Bolzen zu dünn, läßt sich keine von beiden herüberschieben, ist er zu dick. In beiden Fällen wird das Stück von dem Materialverwalter zurückgewiesen. Entsprechende bolzenähnliche Lehren werden für Bohrungen usw. benutzt.

Die sich immer wiederholende gleichmäßige Herstellung aller Einzelstücke und Ersatzteile ist naturgemäß sowohl für die Fabrik, als auch die Abnehmer von hohem Wert. Sie bringt aber auch einen gewissen Nachteil mit sich, daß nämlich eine später als zweckmäßiger oder günstiger erkannte Ausführungsform kaum oder gar nicht einzuführen ist, ohne das ganze Normengebäude umzuwerfen oder mindestens unübersichtlich zu machen. Aus dem Grunde bleiben die Firmen solange, als irgend zugänglich, bei der einmal festgelegten Bauart, und es ist deshalb eine recht zwecklose Mühe, etwa Neuerungen auf dem Gebiete auszuarbeiten.

108. Die Raddrücke auf geneigter Strecke.

Bezeichnet



- G_1 das Gewicht des Laufwerkes in kg,
 G_2 das Gewicht des Gehänges in kg,
 Q_1 das Gewicht des Kastens einschließlich der Ladung in kg,
 Q_2 das Gewicht des von dem betreffenden Wagen getragenen Zugseilstückes in kg,

so ergeben die Gleichgewichtsbedingungen gemäß Abb. 183 die Raddrücke zu

$$N = \frac{G_1}{2} \cdot \left\{ \cos \gamma \mp \frac{r-c}{a/2} \cdot \sin \gamma + \frac{1}{\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \gamma} \cdot \left[\sin \gamma + \operatorname{tg} \delta \cdot \left(\frac{1}{\cos \gamma} - \cos \gamma \right) \mp \frac{r-c}{a/2} \cdot \left(\frac{1}{\cos \gamma} - \cos \gamma - \operatorname{tg} \delta \sin \gamma \right) \right] \right\},$$

worin das obere Vorzeichen für das auf der Steigung obere Rad gilt. Der Einfachheit halber ist hierbei der geringe Einfluß des Bewegungswiderstandes des Laufwerkes außer Ansatz gelassen worden.

Für die Neigung der vom Gehänge auf das Laufwerk ausgeübten Kraft P gegen die Lotrechte erhält man

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{Q_1 + Q_2 + G_1 + G_2}{(Q_1 + Q_2 + G_2) \cdot \cot \gamma - G_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma}$$

Abb. 183. Kräfte am Wagen und Gehänge auf geneigter Bahn.

und damit den Unterschied der beiden Zugseilspannkraften

$$S_1 - S_2 = \frac{G_1}{\cos \gamma} \cdot \frac{\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \gamma}$$

bzw. die Neigung des Gehänges gegen die Lotrechte aus

$$\operatorname{cotg} \beta = \operatorname{cotg} \delta + \left[\frac{Q_1}{G_1} \cdot \left(\frac{f}{d} - 1 \right) + \frac{G_2}{G_1} \cdot \left(\frac{e}{d} - 1 \right) \right] \cdot (\operatorname{cotg} \gamma - \operatorname{cotg} \delta).$$

Greift das Zugseil, wie bei allen Gewichtskuppelapparaten und auch verschiedenen Schraubkupplungen am Wagen an, so ergibt eine gleiche Rechnung¹⁾ mit den Bezeichnungen der Abb. 184 die Radrücke

$$N = \frac{1}{2} \cdot (Q_1 + Q_2 + G_1) \cdot \cos \gamma \pm \left(Q_1 \cdot \frac{b + c + d}{a} + G_1 \cdot \frac{d}{a} \right) \cdot \sin \gamma,$$

worin das obere Vorzeichen wieder für das obere Rad gilt. Die Sicherheit gegen Abheben des weniger belasteten Rades von der Fahrbahn bestimmt sich aus

$$\varnothing = \frac{\frac{1}{2} \cdot (Q_1 + Q_2 + G_1)}{Q \cdot \frac{b + c + d}{a} + G_1 \cdot \frac{d}{a}} \cdot \operatorname{cotg} \gamma.$$

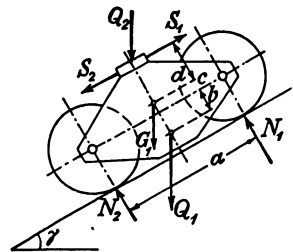


Abb. 184. Kräfte am Wagen auf geneigter Bahn.

Hiernach wäre die Anordnung mit über dem Tragsseil angebrachten Kupplungsapparat noch auf recht großen Steigungen mit hinreichender Sicherheit verwendbar. Es muß jedoch beachtet werden, daß das Zugseil dabei seitlich vom Tragsseil angreift, wodurch eine gewisse Schiefstellung des Laufwerkes auf dem Tragsseil entsteht, die übertrieben durch die Abb. 185 veranschaulicht wird.

Aus der Momentengleichung

$$N_0 \cdot a = (S_1 - S_2) \cdot g$$

erhält man mit

$$S_1 - S_2 = (Q_1 + Q_2 + G_1) \cdot \sin \gamma$$

und den obigen Werten für die Radrücke N die Neigung des Gesamtradruckes gegen die Lotrechte aus

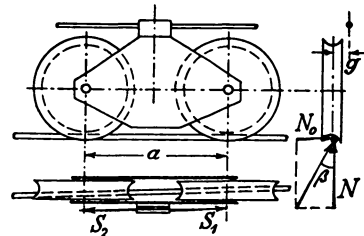


Abb. 185. Verstellung des Wagens auf dem Tragsseil.

$$\operatorname{cotg} \beta = \frac{N_{\min}}{N_0} = \frac{a}{2 \cdot g} \cdot \operatorname{cotg} \gamma - \frac{Q_2 \cdot \frac{d + b + c}{g} + G_1 \cdot \frac{d}{g}}{Q_1 + Q_2 + G_1}.$$

Man läßt nun für diesen Winkel β nicht mehr als 30° zu, um noch eine hinreichende Sicherheit beim Anfahren der Wagen auf etwa ver-eisten Tragsseilen zu haben. Hieraus ergibt sich erst bei gegebenen

¹⁾ Stephan: Dinglers polytechn. Journal 1909.

Abmessungen und Belastungen die größte Neigung $\operatorname{tg} \gamma$, die noch mit Sicherheit befahren werden kann.

Die Verhältnisse werden auf größeren Steigungen sofort wesentlich günstiger, wenn der Kupplungsapparat unter dem Tragseil angebracht wird, weil dann der Ausschlag $g \approx 0$ gemacht werden kann. Im übrigen gelten dieselben Formeln wie oben, nur sind die Hebelarme d und c mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen. Die Folge hiervon ist, daß jetzt das obere Rad mit dem kleineren Druck auf dem Tragseil lastet.

109. Kritische Bemerkungen.

Die vorstehenden Beschreibungen und Untersuchungen deuteten schon gewisse Nachteile und Vorzüge der beiden Hauptkuppelsysteme, des Schraub- und des Gewichtssapparates, an. [Die zuletzt, in Absatz 103, beschriebene Verbindung beider Systeme hat aus dem am Schluß des Absatzes 107 genannten Grund keine Bedeutung erlangen können.] Es ist nun ganz ausgeschlossen, etwa zu sagen, welches von beiden Systemen das beste ist; sie haben eben beide bestimmte Mängel und ebenso gewisse Vorzüge. Dazu treten noch konstruktive Maßnahmen, die die eine oder andere Wirkung mehr oder weniger ausgleichen. Immerhin lassen sich folgende Hauptunterschiede aufführen.

Die Schraubkupplung greift das Zugseil immer mit derselben Kraft, gleichgültig, ob die Last groß oder klein ist. Dagegen ist der Griff der Gewichtskupplung von der Größe der angehängten Last abhängig. Das Zugseil wird also unter sonst gleichen Umständen durch die Gewichtskupplung mehr geschont. Ein Ausgleich entsteht dadurch, daß die Gewichtssapparate gewöhnlich ziemlich flache Klemmbacken haben, die das Zugseil von zwei Seiten fassen und so flach drücken, während z. B. Pohlig es bei der Schraubkupplung an vier Stellen angreifen läßt, so daß es rund bleibt.

Daß bei plötzlichem Auskippen des Wagenkastens auf der Strecke, etwa beim Ausschütten einer Halde, wobei das Tragseil etwas in die Höhe schnellt, die Gewichtskupplung vorübergehend lose wird, ist nicht zutreffend, denn die dabei auftretenden Beschleunigungen sind gegenüber der Erdbeschleunigung viel zu klein. Die bei nicht selbst-sperrenden Apparaten dabei eintretende Verringerung des Kupplungsdruckes ist nur für die Schonung des Zugseiles vorteilhaft. Allerdings haben sie auf starken Steigungen den schon in Absatz 99 angegebenen Mangel.

Da beim Schraubapparat die Backe mit dem Feingewinde die eigentliche Preßkraft liefert und sie nur eine geringe Verschiebung auf der Spindel machen kann, so ist eine sorgfältige Einstellung auf den Seildurchmesser nötig, der sich im Betriebe dauernd, zu Anfang stark, später weniger verkleinert. Es dürfen eben nur i. M. Unterschiede von 3 mm gegenüber der Ersteinstellung vorhanden sein. Demgegenüber braucht der Gewichtssapparat keine Nachstellung; er greift sogar Seile recht verschiedener Stärke gleich gut, was wertvoll ist, wenn etwa nur ein besonders verschlissenes Stück des Zugseiles erneuert wird,

Bei Bahnen mit größeren Neigungen wird die Schraubkupplung stets am Gehänge angebracht. Das bietet nach den Angaben des Absatzes 108 den Vorteil, daß die beiden Raddrücke N_1 und N_2 der Abb. 183 bei jeder Neigung der Bahn nur wenig voneinander abweichen. Dagegen sind die Unterschiede der beiden Raddrücke bei dem Gewichtsapparat, wo das Zugseil immer am Wagen angreift, unter Umständen ziemlich erheblich. Sie werden allerdings nur klein, wenn das Maß d der Abb. 184 negativ gemacht wird und nur wenig kleiner als $b + c$, was bei größeren Neigungen heutzutage stets geschieht. Gleichzeitig fällt dann $\cotg \gamma$ sehr groß aus. Auf nahezu wagenrechten Strecken ist der Raddruck bei beliebiger Anordnung nur wenig verschieden, weil dann $\sin \gamma$ sehr klein ist.

Die am Gehänge angebrachte Kupplung stellt es immer etwas schief, wie das die Abb. 183, zur Verdeutlichung der Verhältnisse übertrieben, darstellt. Bei zweckmäßiger Wahl aller in Betracht kommender Größen ist dieser Fehler aber unbedeutend. Bei ungünstiger Anordnung kann er allerdings so groß werden wie die Abb. 186 nach einer amerikanischen Ausführung zeigt. Naturgemäß kann dann der Rauminhalt des Wagenkastens nicht voll ausgenutzt werden.

Die vorstehenden Darlegungen lassen jedenfalls erkennen, daß die allgemeinen Mängel jedes Systems durch geeignete konstruktive Durchbildung der Einzelheiten so weit herabgesetzt werden können, daß sie nicht mehr ausschlaggebend sind.



Abb. 186. Ansicht einer amerikanischen Bahn.

g) Die End- und Zwischenstationen.

110. Die Grundforderung.

Wesentlich mehr als die Einzelteile der Wagen und Streckenausrüstung passen sich die baulichen Einrichtungen der Stationen den Bedürfnissen des einzelnen Falles an, so daß man wohl eine Anzahl von Normalfällen aufstellen kann, jedoch kaum zwei Stationen verschiedener Anlagen findet, die sich völlig gleichen. Eine immer gestellte wichtige Forderung, die jedesmal wieder eine andere Anordnung bedingt, ist die, daß die Wege vom Stationseinlauf bis zu den Belade- oder Entladestellen möglichst kurze sind, damit man mit einer kleinen Bedienungsmannschaft für die hier notwendige Verschiebung von Hand auskommt. Bei geringeren Fördermengen und einfachen Be- bzw. Ent-

ladeverhältnissen soll oft ein Mann zur Bedienung der ganzen Station genügen.

111. Die obere Station von Bremsseilbahnen.

Eine typische Form der wohl meistens in Holz gebauten Station stellt die Abb. 187 nach einer Bleichertschen Skizze dar. Die beiden Tragseile *a* und *b* werden am ersten Querbinder der Station durch entsprechend geformte Ablenkungsschuhe nach der Mitte zusammengeführt, wo sie die freie Durchfahrt der Wagen und die Bewegungen des Personales nicht hindern, und dort an dem Querbalken *c* des zweiten Binders verankert, der seinerseits durch eine Strebe *d* gegen das

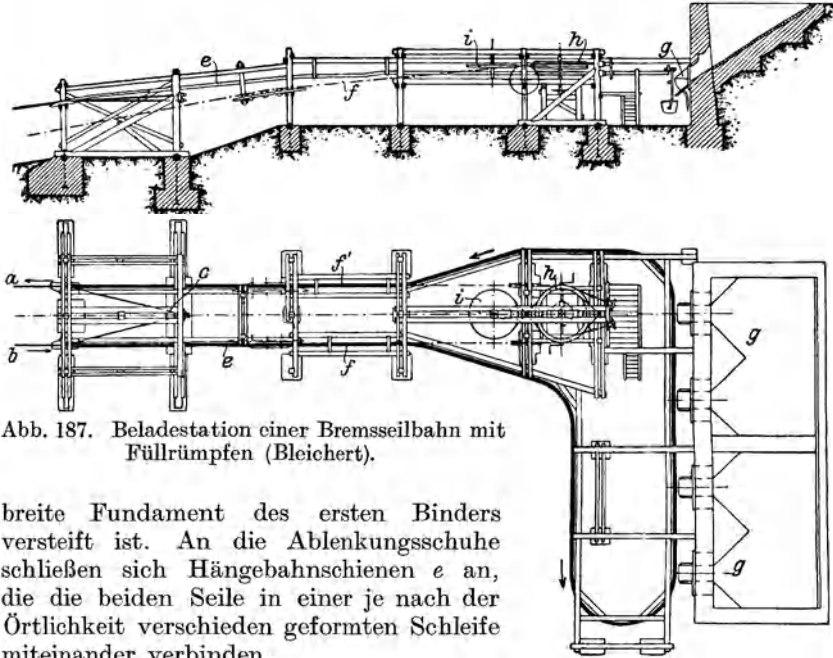


Abb. 187. Beladestation einer Bremsseilbahn mit Füllrumpfen (Bleichert).

breite Fundament des ersten Binders versteift ist. An die Ablenkungsschuhe schließen sich Hängebahnschienen *e* an, die die beiden Seile in einer je nach der Örtlichkeit verschieden geformten Schleife miteinander verbinden.

An der mit *f* bezeichneten Stelle kuppeln sich die leer heraufkommenden Wagen vom Zugseil ab, werden hier von einem Arbeiter in Empfang genommen und vor eine der Auslaufschnauzen *g* der Füllrumpfe gefahren, deren Verschlusschieber vom Arbeiter durch einen mit einer Zugstange verbundenen Hebel geöffnet wird, worauf die Ladung in die Wagen hineinrutscht. Der Mann schiebt nun nach Schließung des Schiebers den Wagen bis zur Ankuppelstelle *f'* zurück, die der ersten gegenüberliegt, um dann wieder nach *f* überzutreten und einen neu einlaufenden Wagen zu empfangen.

Hinter der Kuppelstelle geht das Zugseil in der Station über die Scheibe *h*, und zwar zweimal derart, daß es zuerst die Scheibe *h* auf etwa $\frac{5}{8}$ ihres Umfanges umgibt, dann in entgegengesetzter Richtung um die vorgelagerte Scheibe *i* läuft und von dort wieder in demselben

Sinne über den Bogen von etwa $\frac{5}{8}$ des Umfanges in der zweiten Rille der Hauptscheibe herumgeht, wie die frühere Abb. 54 deutlicher zeigt. Auf der Welle der Seilscheibe h sitzen noch zwei Bremsscheiben, deren Bänder durch Handräder angespannt werden und je nach der Besetzung der Bahn mit Wagen, nach Wind, Schmierung und Feuchtigkeitsgrad des Seiles mehr oder weniger fest gezogen werden müssen, wenn die Anlage mit gleichmäßiger Geschwindigkeit laufen soll.

Die in Abb. 188 nach einer Zeichnung von Th. Otto & Comp. dargestellte Station ist im allgemeinen ähnlich ausgeführt. Die Tragseile

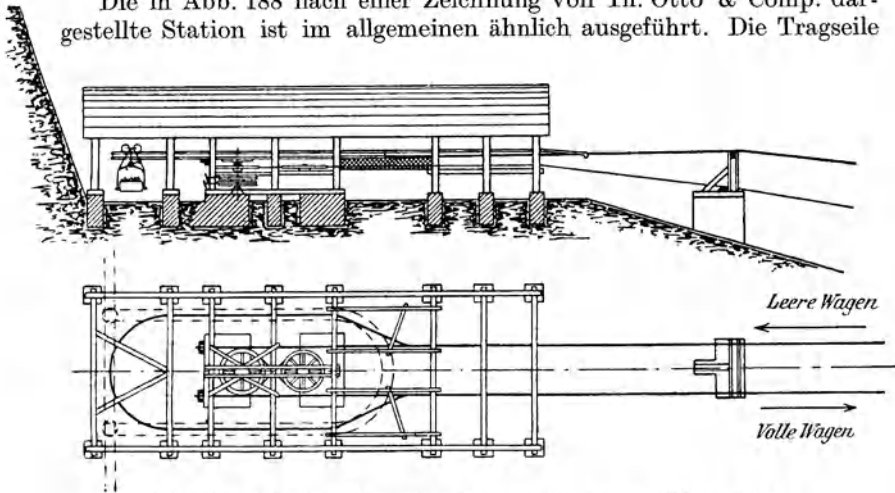


Abb. 188. Beladestation einer Bremsseilbahn mit Unterwagen.

sind hier an dem festen Gestell verankert, das die Hauptzugseilscheibe mit den Bremsscheiben trägt. Auf Anfordern der Gewerbeinspektion ist — unnötigerweise — unter dem Zugseil noch ein Schutznetz ausgespannt, das den von der einen Seite nach der anderen übertretenden Arbeiter schützen soll, falls das Seil einmal zu Bruch geht.

112. Die Beladung der Wagen.

Statt der Entnahme des Fördergutes aus einem Füllrumpf (Abb. 187), der etwa von einer höhergelegenen Schmalspurbahn aus gespeist wird, erfolgt hier die Zufuhr und Beladung in derselben Ebene. Die Wagenkasten werden beim Einlaufen in die Station auf Unterwagen gesetzt, deren Gleise in der Abb. 188 gestrichelt sind, und zwar einfach dadurch, daß das Gleis der Unterwagen sich an der betreffenden Stelle etwas anhebt. Sie werden dann in den Steinbruch geschoben und kehren über Drehscheiben beladen nach der anderen Seite der Seilbahn zurück. Dort besitzt das Gleis der Unterwagen etwas Gefälle, und die Wagengehänge, die von einem Arbeiter in richtiger Lage gehalten werden, greifen unter die Zapfen der Kasten, sobald der Unterwagen auf der schiefen Ebene genügend weit vorgeschoben wird, wie das die Abb. 189 angibt.

Die Beladung aus dem Silo hat den Vorteil, daß sie einen flotten und gleichmäßigen Betrieb der Seilbahn gewährleistet, auch wenn die Arbeit im Steinbruch einer Sprengung wegen unterbrochen werden muß. Der Absturz des Fördergutes in die Füllrumpfe erfolgt dann gewöhnlich vermittels Kippwagen. Die Beladung mit Hilfe von Unterwagen vermeidet das Umladen; die Wagenkasten der Seilbahn können ja auf den leicht verlegbaren Schmalspurgleisen an jede beliebige Stelle

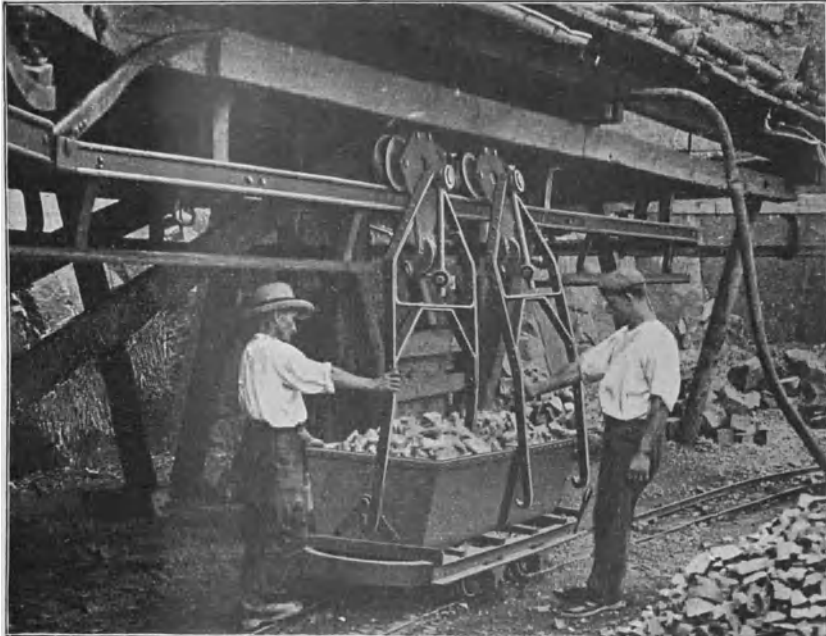


Abb. 189. Einhängen der Wagenkasten in die Gehänge (Bleichert).

des Steinbruches gebracht werden. Sie hat ferner den Vorteil, daß die Seilbahnwagen sehr geschont werden, deren Zapfen und Achsen bei dem plötzlichen Hineinstürzen der Last aus den Füllrumpfverschlüssen stark beansprucht werden, besonders wenn das Fördergut nicht gleichmäßig ist, sondern aus großen und kleinen Steinen besteht. Man hat deshalb in solchen Fällen mehrfach wieder den Unterwagen vor die Siloausläufe gestellt, dessen Schienen so wenig steigen, daß er nur eben die Gehänge der Seilbahnwagen entlastet.

113. Die vereinigte Brems- und Antriebsstation.

Benötigt die Bahn zu ihrem Antrieb Arbeit, so tritt an die Stelle der Bremsscheibe ein großes Kegelrad, das von einem Antriebsvorlege aus bewegt wird, auf welches ein Elektromotor, eine Lokomobile oder auch eine vorhandene Transmission einwirkt. Wenn der Kraft-

überschuß einer abwärts fördernden Bahn nur gering ist, wird auch beides miteinander vereinigt, Bremsvorrichtung und Antrieb, damit bei ungenügender Besetzung der Strecke oder bei vereisten Seilen keine Schwierigkeiten auftreten, die sich am ersten bei der Ingangsetzung bemerkbar machen.

Ein Beispiel einer solchen Vereinigung enthält die Abb. 190, die die mit Ausnahme der Bedachung in Eisenkonstruktion ausgeführte Belade-

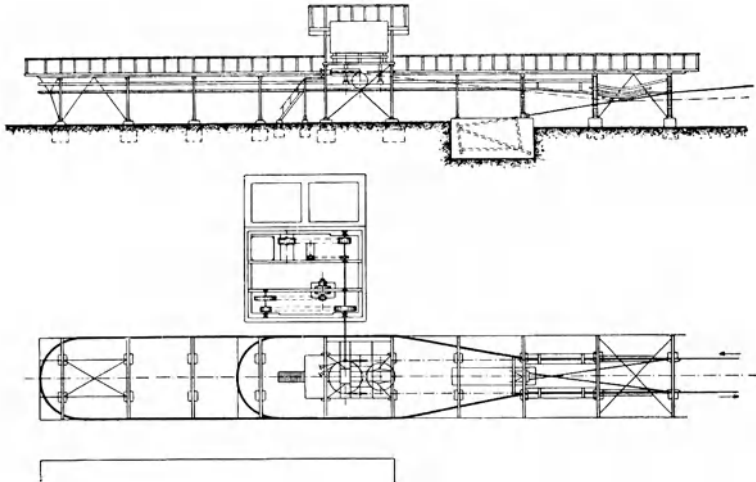


Abb. 190. Beladestation der Usambara-Gebirgsbahn (Bleichert).

station der von A. Bleichert & Co. für die Firma Wilkins & Wiese in Ostafrika gebauten Bahn darstellt. Trotzdem die Anlage die steilste zurzeit vorhandene Drahtseilbahn ist, mußte doch ein Antrieb eingebaut werden, weil sie auch zum Bergtransport aller möglichen Waren dient und im oberen Teil eine Gegensteigung von 90 m Höhe besitzt (vgl. das Profil Abb. 101). Es hat sich tatsächlich mehrfach ergeben, daß, wenn die großen bergabgehenden Lasten sich zufällig in ungünstiger Stellung, z. B. auf der Gegensteigung und in den Zwischenstationen befanden, bei gleichzeitiger Förderung nach oben vorübergehend eine nicht unbedeutende Antriebsleistung gebraucht wurde.

114. Die Endladestation ohne Antrieb.

Die Normalform zeigt die Abb. 191. Hier werden die beiden sich kreuzenden Tragseile nach Übergang der angeschlossenen feindrätigen Spannseile über die Rollen m durch angehängte Spannungsgewichte k angespannt. Die herankommenden Wagen werden von der Kuppelstelle p aus von Hand über einen der sich seitlich anschließenden Füllrumpfe gefahren, dort durch Umkippen entleert und dann nach der Ankuppelstelle q zurückgebracht. Damit die für die ersten Füllrumpfe bestimmten Wagen nicht einen unnötig langen Weg zurückzulegen haben, werden sie über Weichen sogleich hinter dem dritten Füllrumpf nach der Gegen-

seite geschoben. Aus den Behältern gelangt das Fördergut über auslegbare Schurren oder Rutschen, wie im Schnitt *AB* angegeben, in die Eisenbahnwagen. Das Zugseil geht über die Leitscheibe *o*, die auf

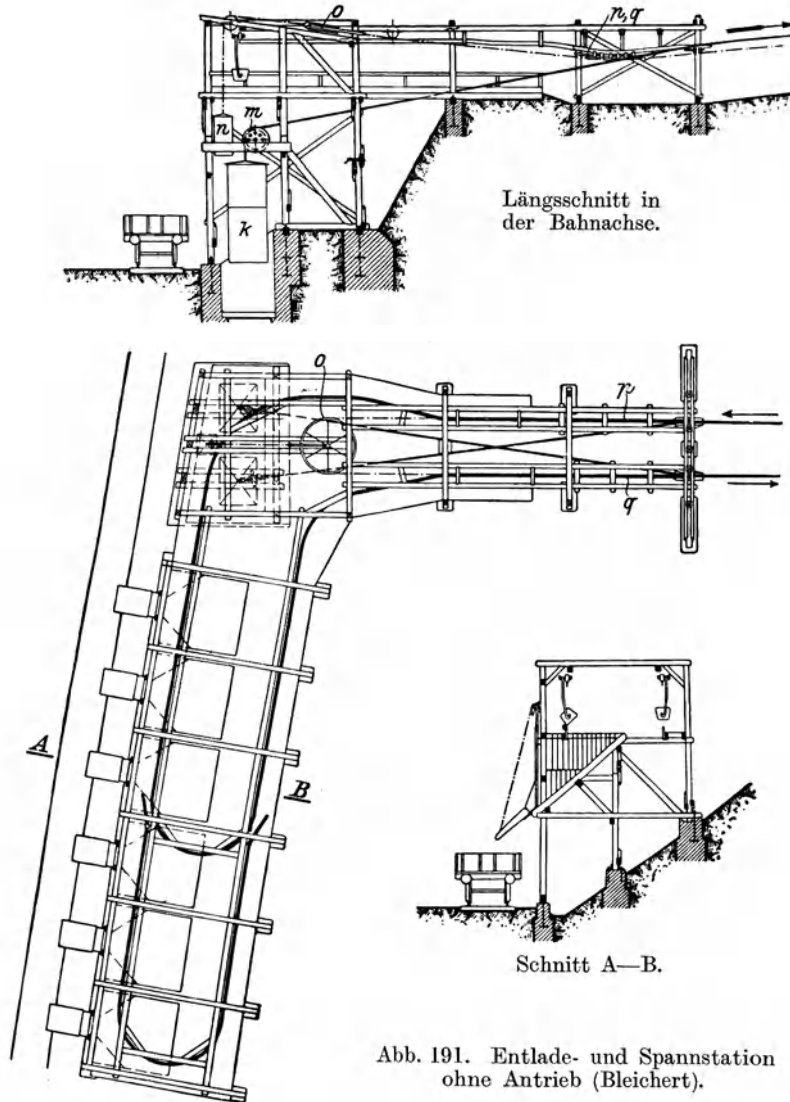


Abb. 191. Entlade- und Spannstation ohne Antrieb (Bleichert).

einem verschiebbaren Schlitten gelagert ist, so daß es durch das darauf einwirkende Gewicht *n* immer die gleiche Anspannung erhält, wenn es sich auch im Betriebe allmählich verlängert oder wenn seine Durchhänge bei wechselndem Wagenabstand Änderungen erfahren.

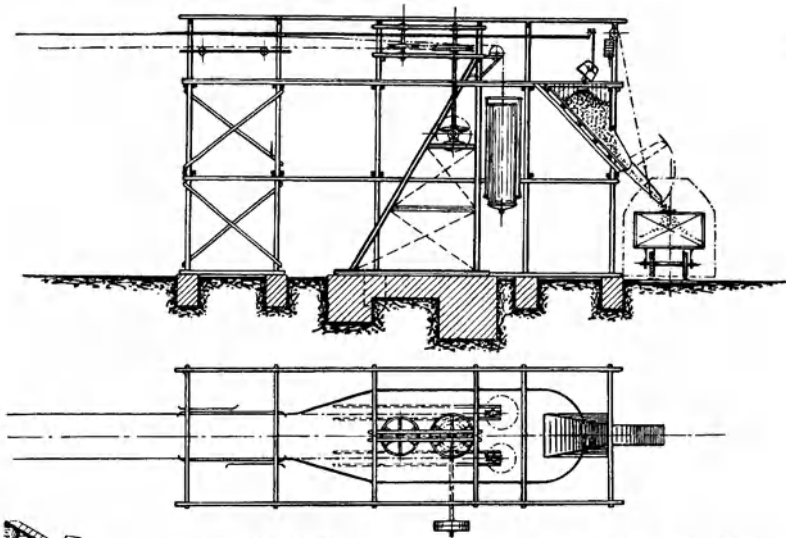


Abb. 192. Einfachste Entlade- und Antriebsstation (Pohlig).

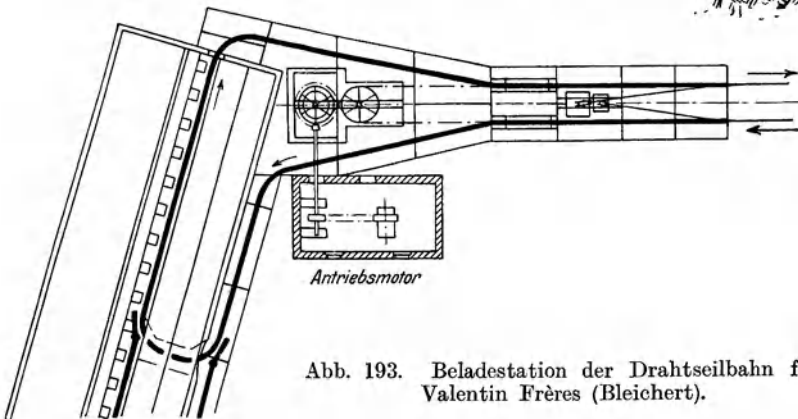
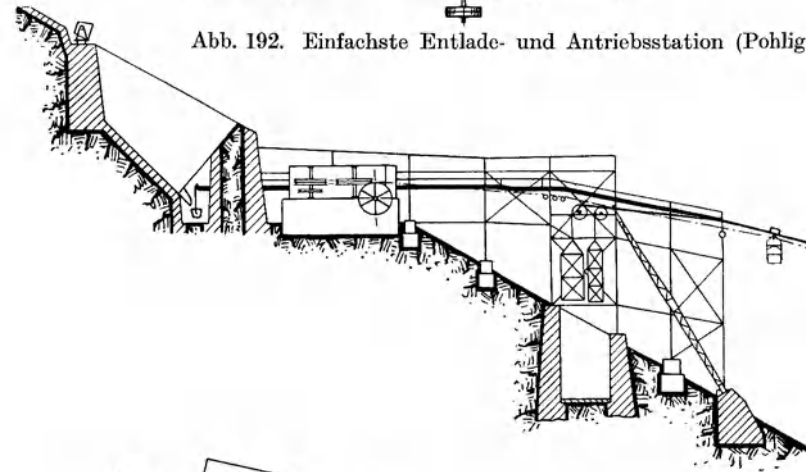


Abb. 193. Beladestation der Drahtseilbahn für Valentin Frères (Bleichert).

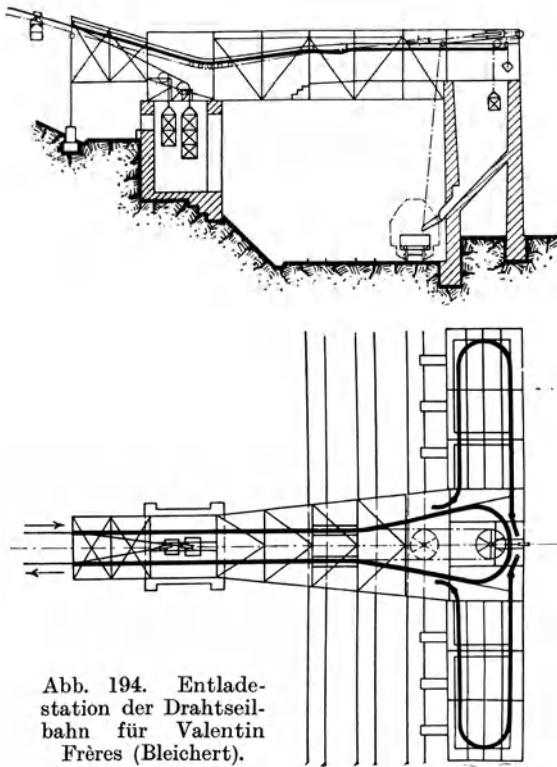


Abb. 194. Entlade-
station der Drahtseil-
bahn für Valentin
Frères (Bleichert).

Noch einfacher, freilich auch seltener, ist die Entlade- und Antriebsstation, die Abb. 192 nach einer Skizze von J. Pohlig A.-G. darstellt. Im allgemeinen wird die Drahtseilbahn erst völlig ausgenutzt durch mitunter weitverzweigte Hängebahnanschlüsse, die sich in jedem einzelnen Fall den örtlichen Bedingungen leicht anpassen.

Den oben als Normalformen bezeichneten Ausführungen entsprechen ungefähr die Be- und Entladestationen der von Bleichert & Co. für Valentin Frères gebauten Drahtseilbahn, die in den Abb. 193 und 194 dargestellt sind. Beide Stationen sind in Eisenbau ausgeführt,



Abb. 195. Entladestation an der Eisenbahn in Eisenbetonbau (Heckel).

und der Unterschied ist im wesentlichen der, daß die Trageispannvorrichtung sich auch in der oberen Station befindet. Immerhin ergeben sich im einzelnen noch verschiedene weitere Abweichungen, die zum Teil durch die örtlichen Verhältnisse und besondere Anforderungen des Betriebes bedingt wurden. So liegt hier der Antrieb in der Beladestation, während die Entladestation als einfache Spannstation ausgebildet ist. Auch die Anordnung der Entladefüllrumpfe zu beiden Seiten der eigentlichen Endstation ist weniger gebräuchlich, wie auch die folgenden Abbildungen lehren.

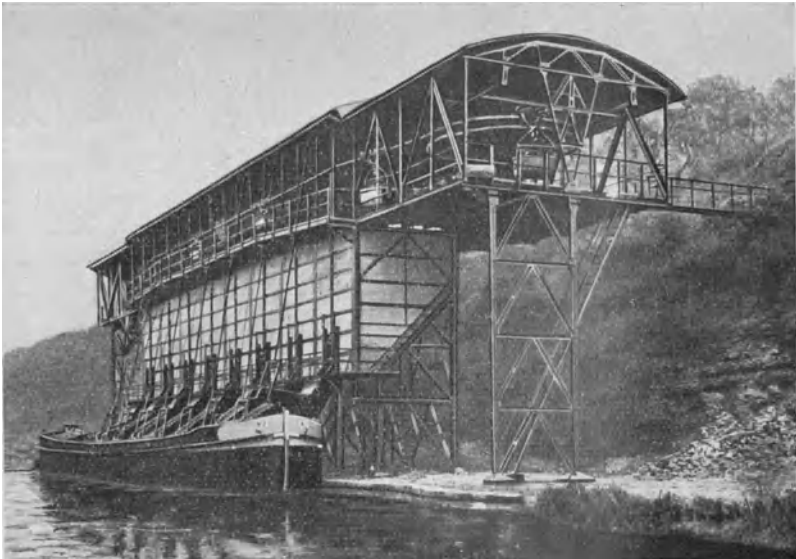


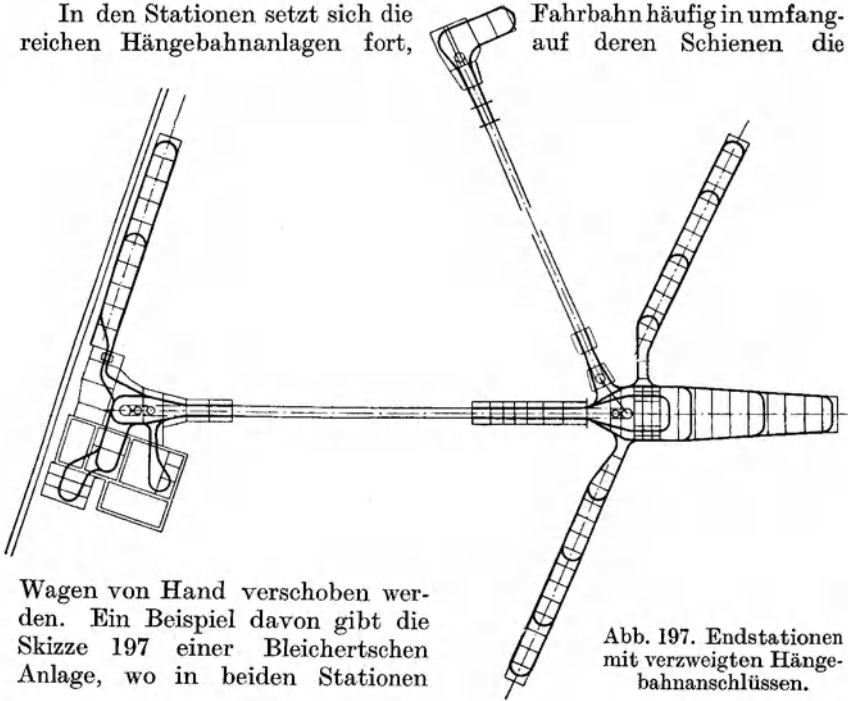
Abb. 196. Entladestation in Eisenbau an einem Kanal
(Heckel).

Eine ähnliche Entladestation mit Füllrumpfen, ebenfalls an der Eisenbahn liegend, gibt die Abb. 195 nach einer Ausführung von Ernst Heckel wieder. Sie ist besonders durch den bei Drahtseilbahnstationen seltenen Aufbau in Eisenbeton bemerkenswert, der der ganzen Anlage ein eigenartiges Gepräge gibt. Die Station steht am Abhang des Eisenbahndammes, und die Einführung der Bahn entspricht ziemlich genau der der Abb. 193.

Eine Entladestation von annähernd derselben Gesamtanordnung an einem verhältnismäßig tief eingeschnittenen Kanalufer, ebenfalls von Ernst Heckel in Eisenbau ausgeführt, zeigt die Abb. 196. Nur die Wände der Füllrumpfe sind hier aus Eisenbeton gebildet. Für die am Gegenende der Abbildung im stumpfen Winkel herankommende Seilbahn mußte ein tiefer Geländeeinschnitt hergestellt werden.

115. Die Anschlußhängebahnen.

In den Stationen setzt sich die reiche Hängebahnanlagen fort, Fahrbahn häufig in umfang- auf deren Schienen die



Wagen von Hand verschoben werden. Ein Beispiel davon gibt die Skizze 197 einer Bleichertschen Anlage, wo in beiden Stationen

Abb. 197. Endstationen mit verzweigten Hängebahnan schlüssen.

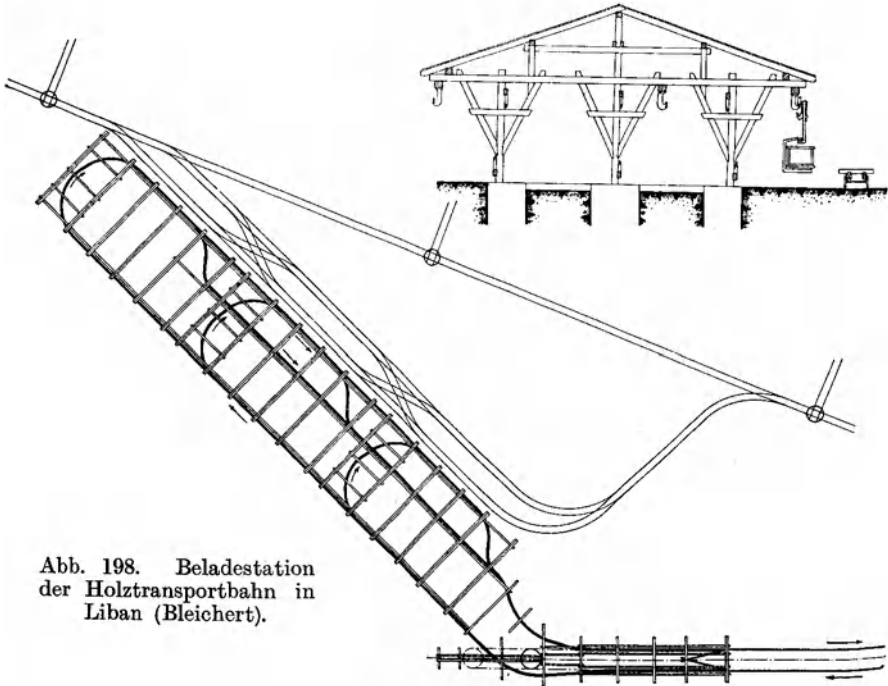
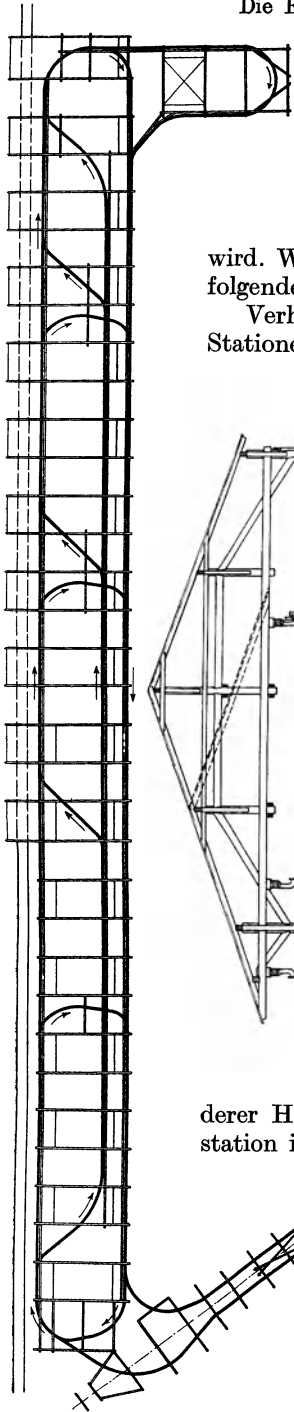


Abb. 198. Beladestation der Holztransportbahn in Liban (Bleichert).



eine weitgehende Verzweigung der anschließenden Hängebahnen vorliegt. An die Beladestation ist sogar noch eine zweite Zubringe-Drahtseilbahn angeschlossen, deren Antrieb von der Hauptanlage aus erfolgt, ohne daß dafür eine besondere Antriebsmaschine usw. nötig wird. Weitere Ausführungen der Art werden noch im folgenden Abschnitt eingehender beschrieben werden.

Verhältnismäßig einfache Beispiele derartiger Stationen geben die Abb. 198 und 199, die die Be-

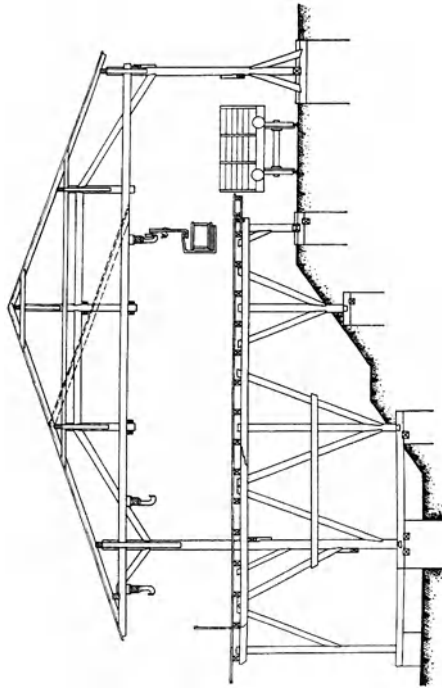


Abb. 199. Entladestation der Holztransportbahn in Liban (Bleichert).

und Entladestationen einer von A. Bleichert & Co. für die Libaner Forstindustrie in Budapest errichteten Seilbahn im Grundriß und Querschnitt zeigen. Das Lang- und Schnittholz wird auf Schmalspurwagen hergebracht und auf dem dritten Beladestrang der Station übernommen, das deshalb angeordnet ist, um während der Beladung die Durchfahrt anderer Hängebahnwagen zu gestatten. In der Gegenstation ist die Anordnung der drei Hängebahngleise etwa die gleiche. Auf der Rückseite der Station wird das geschnittene Holz unmittelbar in Eisenbahnwagen über leichte Schuppen abgegeben, auf der Vorderseite gleitet es über schräge Balken auf das Lager hinunter, wie das die Abb. 200 nach einer photographischen Aufnahme genauer veranschaulicht.

Eine entsprechende Anordnung einer Holzverladestation zeigt noch die Abb. 201 nach einer Zeichnung von Carstens & Fabian. Die ankommenden Stämme laufen auf einem hochgelegenen Hängebahngleise bis zur Entladestelle, werden dort



Abb. 200. Ansicht der Entladestation in Liban (Bleichert).

auf Entlade-Unterwagen gesetzt und so auf das Holzlager heruntergerollt, wie es der Querschnitt andeutet. Die leeren Gehänge können dann von Hand bis an das Stationsende verschoben werden, wo sie auf einem Bremsfahrstuhl in das

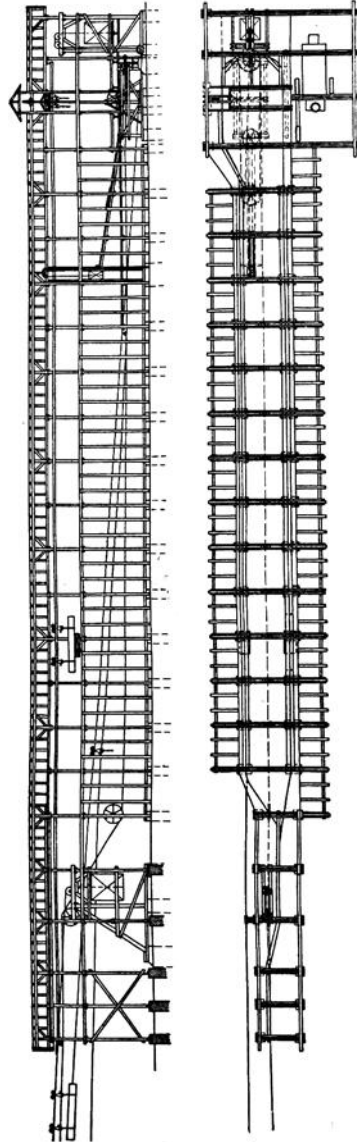
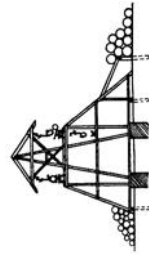


Abb. 201. Holzverladestation (Carstens & Fabian.)

untere Stockwerk heruntergelassen werden. Dort findet die Beladung mit Brennholz od. dgl. statt und sogleich wieder die Ankupplung an das Zugseil. Sie werden dann auf dem zweiten, bis hinten durchgeführten Tragseil wieder in die Höhe und an das Ende der Station geschafft. Die Einzelheiten der Seilführung und der Anordnung des Antriebes ergibt die Abb. 201 ohne weiteres.

116. Die Aufnahme und Abgabe schwerer Holzstämme.

Die Beladung der Drahtseilbahngehänge mit den schweren Holzstämmen erfolgt mit Hilfe von kleinen Windenwagen, auf die die Stämme nach Abb. 202a hinaufrollen, worauf die Wagenplattform gesenkt wird, sobald die Gehängeketten um den Stamm geschlungen sind.

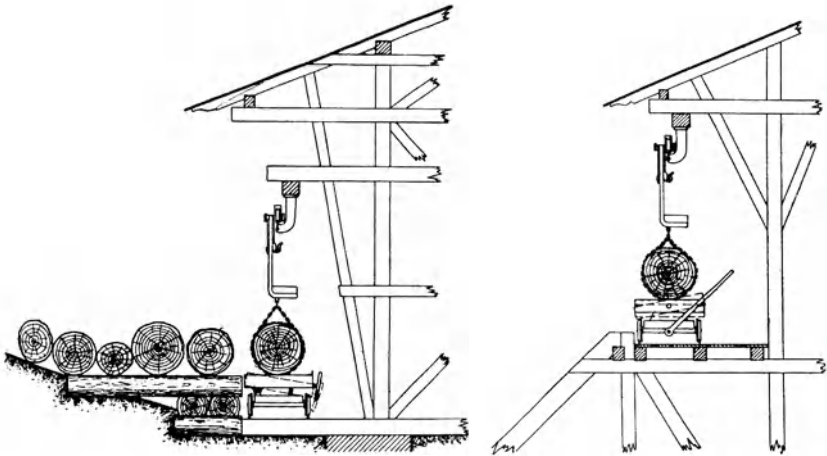


Abb. 202 a und b. Be- und Entladung der Drahtseilbahnen für Rundholzstämme.

Die Entladung zeigt die Abb. 202 b. Der Windenwagen wird unter den freihängenden Stamm geschoben, darauf wird seine Plattform gehoben, so daß die Ketten schlaff werden und leicht abgenommen werden können, und nun wird die Plattform einfach nach außen umgekippt, worauf der Stamm die schrägen Balken der Station herunterrollt.

117. Die Verbindung der Endstation mit der Fabrik.

Sehr häufig wird verlangt, daß die eine Station unmittelbar an die Fabrikanlage des betreffenden Werkes herangebaut wird. Darin eben liegt ein großer Vorteil der Drahtseilbahn gegenüber den Feld- und Industriebahnen, daß sie in bequemer Weise, ohne den Raum zu beengen, bis ins Innere der Fabrik- und Werksanlagen an die jedesmalige Gebrauchsstelle herangeführt werden kann.

Deutlich veranschaulichen das die photographischen Wiedergaben der Entladestation der Chlorkaliumfabrik Heiligenroda (Abb. 203 und 204), die bis zum obersten Stockwerk des Fabrikgebäudes hinauf-



Abb. 203. Außenansicht der Entladestation in Heiligenroda.

geführt ist, um das Material von oben in die Mühlen zu bringen, wobei für die Spannungswichte der Trag- und Zugseile mehr als genügend Höhe zur Verfügung steht. Die Innenansicht der Station zeigt verschiedene,

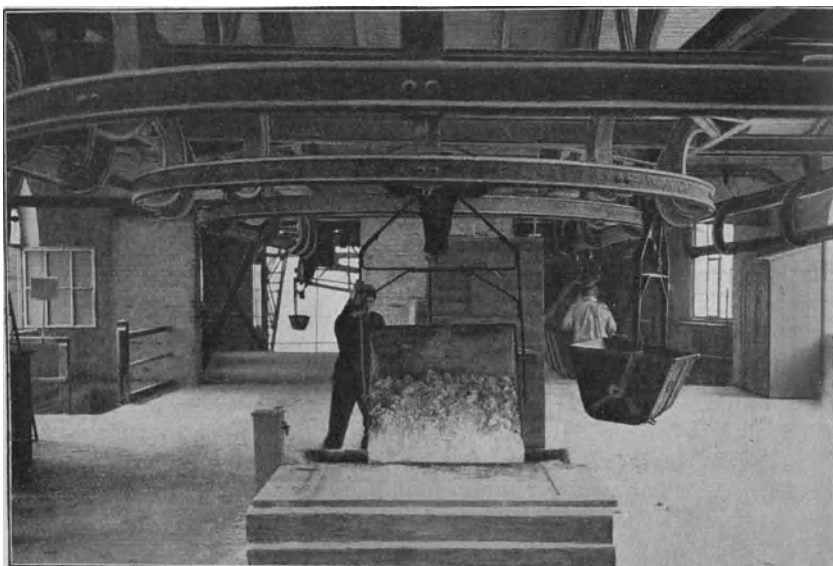


Abb. 204. Blick in die Entladestation in Heiligenroda.

durch Weichen voneinander abschaltbare Stränge, die unmittelbar über die Beschicktrichter der Salzbrecher hinweggehen.

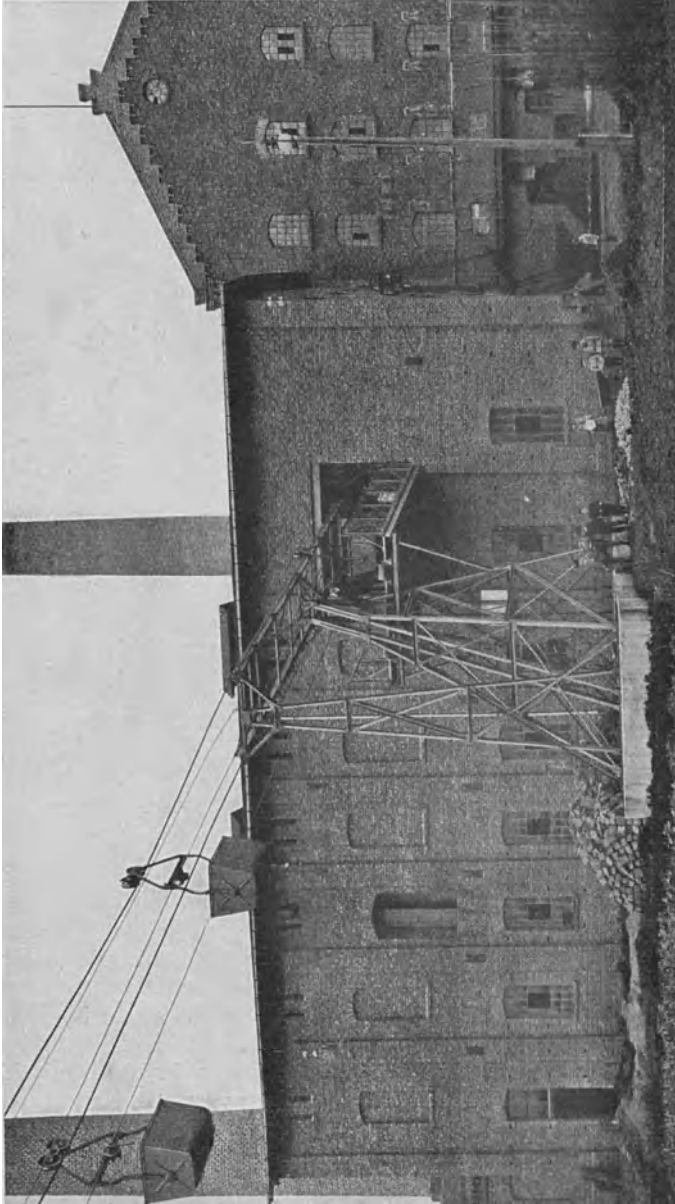


Abb. 205. Endstation der Drahtseilbahn Brühl (Pohlig).

Unter Umständen kann der Einlauf der Drahtseilbahn in das Fabrikgebäude noch einfacher gestaltet werden, wie z. B. die Abb. 205 zeigt,

die die von J. Pohlig A.-G. gebaute Entladestation der Zuckerfabrik Brühl darstellt. Am einfachsten ist jedenfalls die durch Abb. 314 veranschaulichte Einführung.

118. Die Feldbahn als Zubringemittel.

Andererseits macht sich die Drahtseilbahn den unbestreitbaren Vorteil der einfachen Feldbahn, bei jedem Wechsel der Arbeitsstelle schnell und bequem verlegt werden zu können, häufig zunutze, indem sie sie als Zubringemittel verwendet. Ein Beispiel dafür gibt die Abb. 206

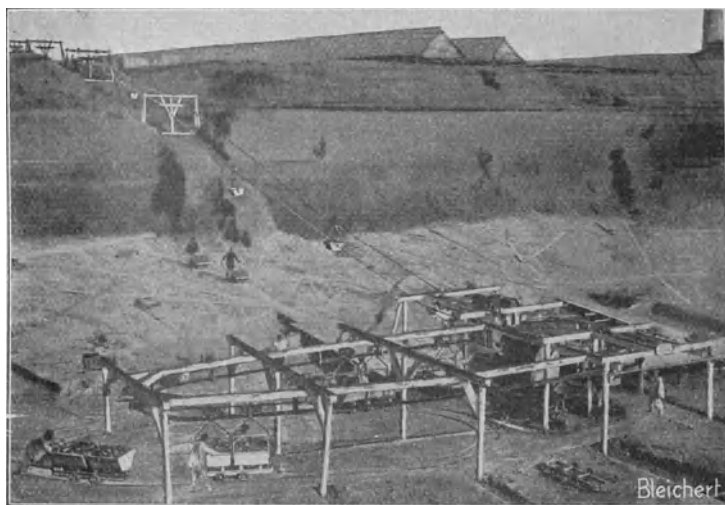


Abb. 206. Beladestation mit Zubringefeldbahn.

wieder, die im Vordergrund den bereits in Abb. 189 genauer dargestellten Übergang von der Feldbahn zur Drahtseilbahn zeigt. Die Abbildung läßt deutlich erkennen, daß die Anlage einer maschinell betriebenen Feldbahn hier große Schwierigkeiten und Kosten verursacht hätte, ohne daß sich eine so zentrale, die Abbaustelle überall freilassende Lage der Endstation ergeben hätte.

Oft geht man aber auch in Fällen wie dem vorliegenden mit langen Hängebahnschleifen bis dicht an die Gewinnungsstellen, aus dem einfachen Grunde, weil die hochgelagerte Hängebahnschiene stets frei von Schmutz usw. bleibt und sich der Geländegestaltung nicht genau anzupassen braucht, so daß die Wagen immer leicht und bequem verschoben werden können, was naturgemäß die Leistung des einzelnen Arbeiters wesentlich steigert. Als Beispiel einer solchen Anlage sei die Beladestation der Abb. 197 genannt.

119. Verladestation für böhmische Brennkohle.

Als Sonderbauart sei noch der Querschnitt durch eine Braunkohlenverladestation wiedergegeben (Abb. 207). Da die böhmische Braunkohle durch hartes Aufschlagen auf den Boden des Eisenbahnwagens leicht in kleine Stücke von geringerem Wert zerfällt, so ist es wesentlich, sie langsam aus den Seilbahnkasten herausgleiten

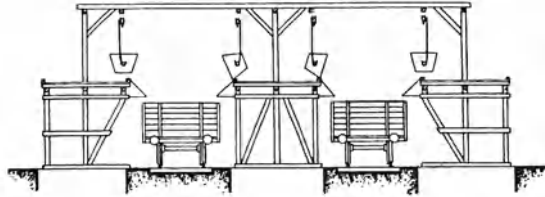


Abb. 207. Braunkohlenverladestation.

zu lassen, und die Entladestationen dieser Drahtseilbahnen haben aus dem Grunde ganz bestimmte Abmessungen, die sich den Maßen der Eisenbahnwagen aufs genaueste anschließen.

120. Die selbsttätigen Endumführungsstationen.

Sie werden gebaut, wenn die Entladung eines Fördergutes, das durch den Absturz nicht geschädigt wird, schon vor der Station oder

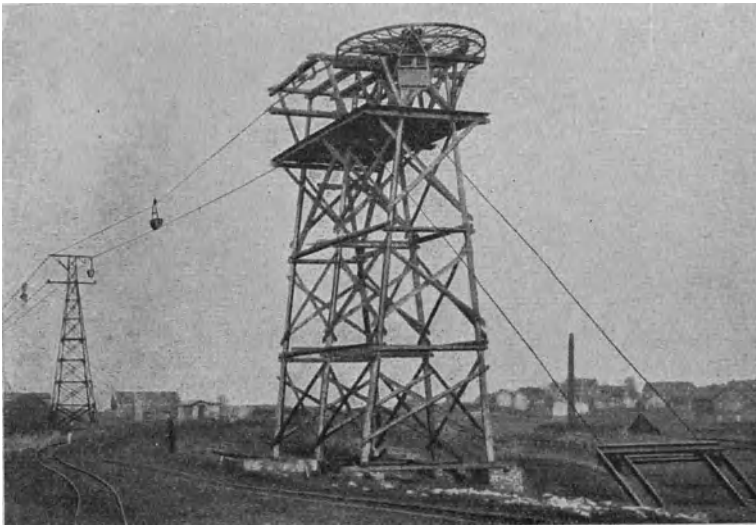


Abb. 208. Endumführungsstation einer Haldenbahn.

irgendwo auf freier Strecke geschehen soll. Sie finden also namentlich bei Haldenbahnen und oberhalb von Siloanlagen Verwendung.

Dabei umfahren die Wagen, ohne sich vom Zugseil zu lösen, eine entsprechend vergrößerte, festgelagerte Endscheibe.

Eine einfache Endstation dieser Bauart in Holzkonstruktion, die allerdings durch kräftige Spannseile an einem schweren Betonfundament verankert ist, zeigt z. B. die Abb. 208 nach einer Ausführung der Benrather Maschinenfabrik.

Eine entsprechende Umführung am Ende eines großen Stapelplatzes gibt die Abb. 209 ebenfalls nach einer Benrather Ausführung für Wagen mit Oberseilkupplung wieder.

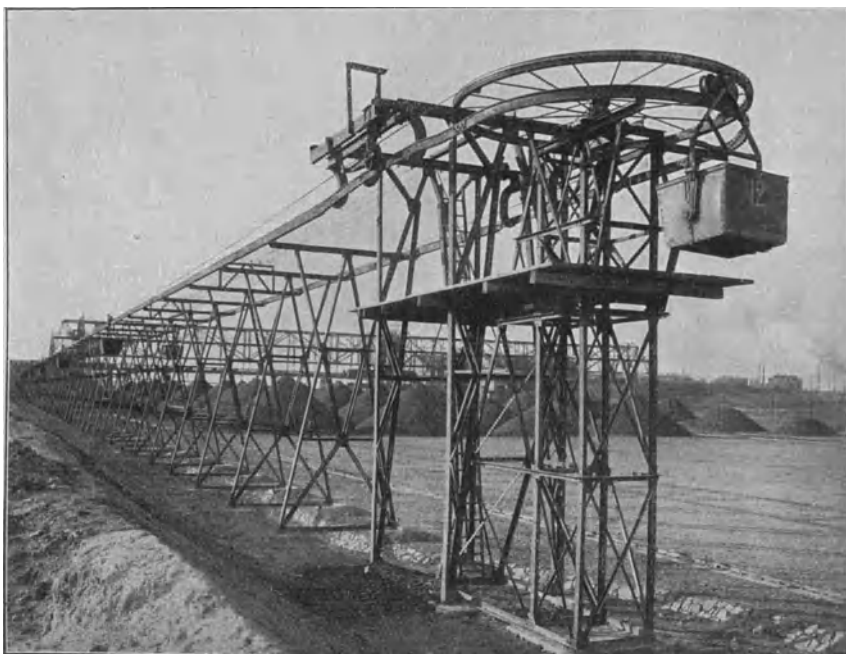


Abb. 209. Umführungsstation mit Ablenkung um 180°.

Die Bauart der Seilscheibe und die ganze Anordnung bei Wagen mit Unterseilkupplung zeigt die Abb. 210 nach einer Skizze von Ernst Heckel G. m. b. H. Eine Reihe weiterer Ausführungen wird noch im folgenden beschrieben werden.

In der Gegenstation muß dann der Antrieb mit der Zugseilspannung vereinigt werden, was durch die in Abb. 211 skizzierte Seilführung mit einer auf der doppelrilligen Antriebsscheibe liegenden losen Leitscheibe geschieht. Diese Anordnung wird immer gewählt, wenn die Endscheibe der Gegenstation aus irgendeinem Grunde feststehen muß.

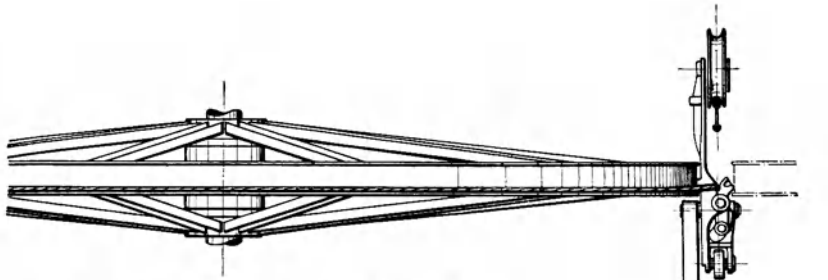


Abb. 210a. Umführungsseilscheibe (Heckel).

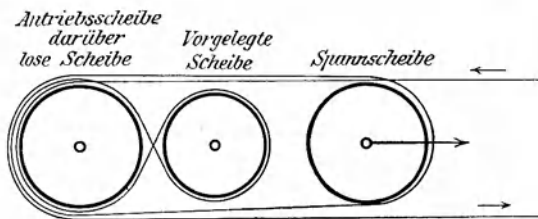


Abb. 211. Zugseilführung mit Spannscheibe.

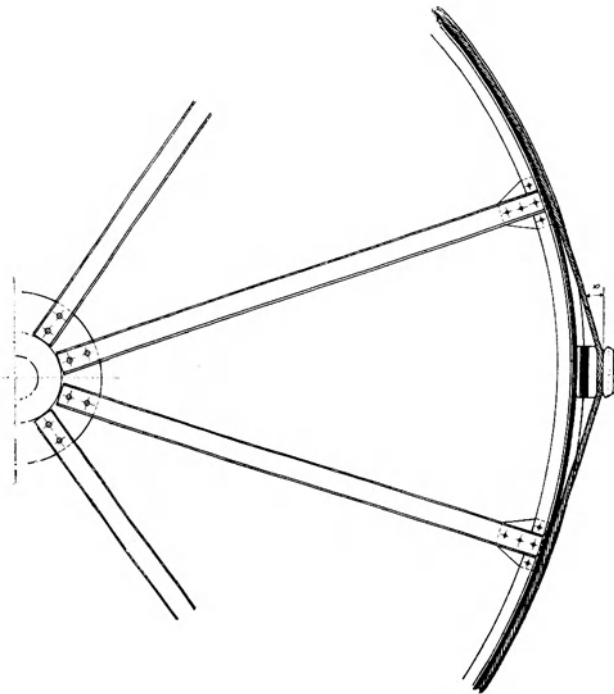
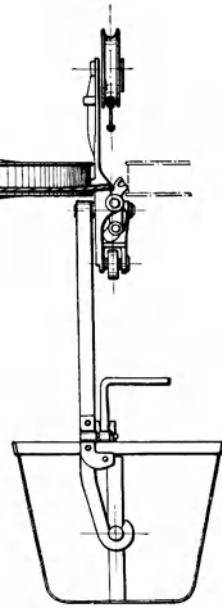


Abb. 210b. Umführungsseilscheibe.

121. Die Ufer-Beladestationen.

Eine von den vorbeschriebenen äußerlich stark abweichende Ausbildung der Endstation ergibt sich, wenn die Beladung der Seilbahn von einem Schiff aus erfolgen soll. Die entsprechend hochgebaute Station enthält dann einen Füllrumpf, der von einem Selbstgreifer oder einem einfachen Kübel vom Schiff aus mit Hilfe eines Kranes gefüllt wird, aus dem die Wagen der Seilbahn in gleichmäßiger Folge gespeist werden. Eine derartige Anlage mit einer Führerlaufkatze, die den Greifer vom Ausleger bis zum Füllrumpf und zurück verfährt, und dazwischen verlaufender Drahtseilbahn veranschaulicht die Abb. 212.

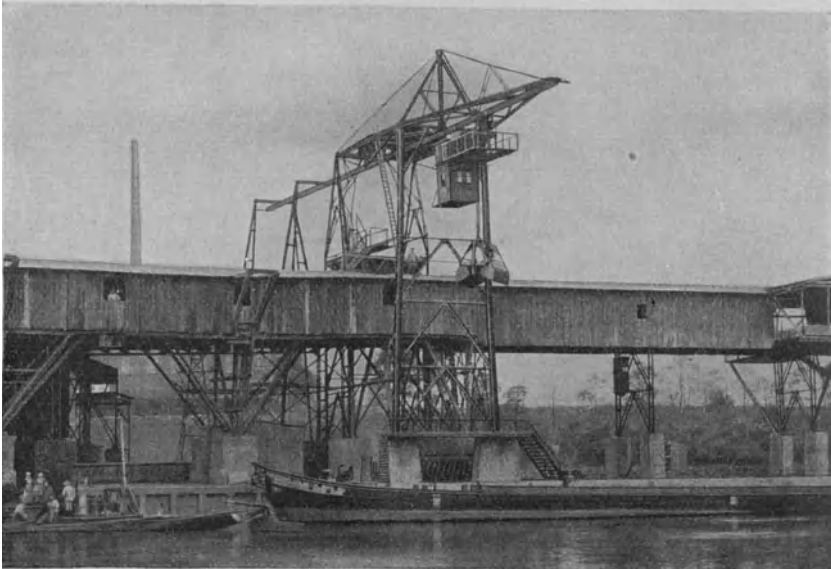


Abb. 212. Beladestation am Wasser mit Führerlaufkatze und Füllrumpf (Carstens & Fabian).

Man ist sogar soweit gegangen, die ganze Beladestation mit dem Füllrumpf in bewegliche Verladekrane einzubauen. Beispiele dafür bilden die Abb. 419 und 422. Im letzteren Falle sind auch die Kuppelstellen der Drahtseilbahn mit in dem fahrbaren Kran untergebracht. Bei derartigen Anordnungen besteht die Laufbahn der Seilbahnwagen mindestens im Verschieberegion des Verladekranes aus festen Hängeschienen, auf welchen die Anschlußstellen der im Krangestell befindlichen Endstation vermittels beweglicher und federnder Weichen gleiten, so daß der Betrieb der Bahn durch das Verfahren des Kranes in keiner Weise gestört wird.

Daß jedoch eine gleiche Gestaltung bei minder großen Fördermengen auch mit sehr einfachen Mitteln möglich ist, lehrt z. B. die Abb. 213. Hier kommt Kies und Sand in Kähnen heran und das Material wird

entweder vermittels eines Drehkranes oder durch ein Becherwerk in den Füllrumpf der Station gefördert. Die ganze Anlage ist, soweit irgend möglich, in Holzbau errichtet, so daß die Beschaffungskosten recht gering sind.

Bisweilen wurde auch, besonders wenn Umladungen den Wert des Fördergutes beeinträchtigen können, der leere Drahtseilbahnwagen in das Schiff heruntergelassen und nachher durch einen maschinell bewegten Drehkran wieder in die Höhe gezogen, wie die Abb. 214 ebenfalls nach einer Bleichertschen Ausführung zeigt. Die Wagen erhielten dann eine Öse, in die der Kranhaken eingriff. Da aber der Betrieb der Seilbahn von der Schnelligkeit der Beladung des einzelnen Wagens abhängig wird, so ist man gänzlich von dieser einfach scheinenden Betriebsweise zurückgekommen, sobald eine größere stündliche Förderleistung der Bahn verlangt wird.



Abb. 213. Uferstation mit Beladekran und Becherwerk (Bleichert).

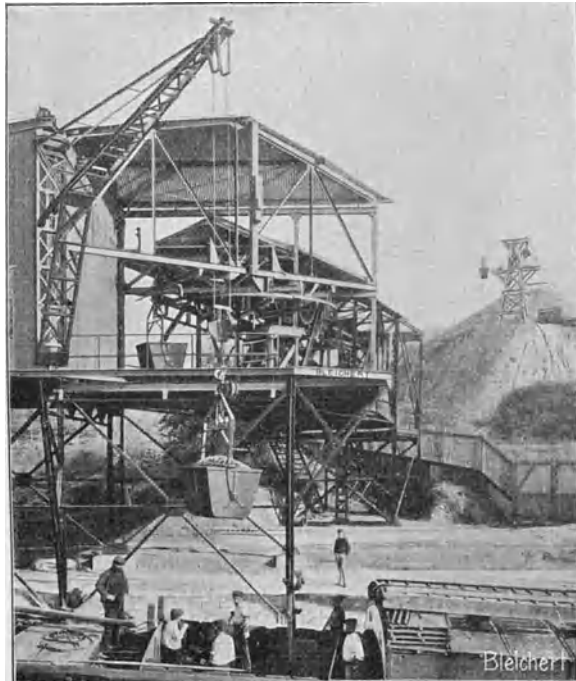


Abb. 214. Schiffsentladung mit Hilfe eines Drehkranes.

122. Die Winkelstationen mit Zugseilunterbrechung.

Die Zwischenstationen langer Drahtseilbahnen, die eingeschaltet werden, um die Abmessungen des Zugseils nicht über praktisch bequeme Stärken anwachsen zu lassen, bestehen im Grunde aus zwei zusammengebauten Endstationen.

Es kommt allerdings selten vor, daß die Station in der geraden Linie der Bahn ohne jede Ablenkung liegt. Gewöhnlich pflegen derartige Zugseilunterbrechungen gleich mit einer Richtungsänderung der Bahn zusammenzufallen, wie das z. B. die Abb. 215 darstellt. Sie gibt

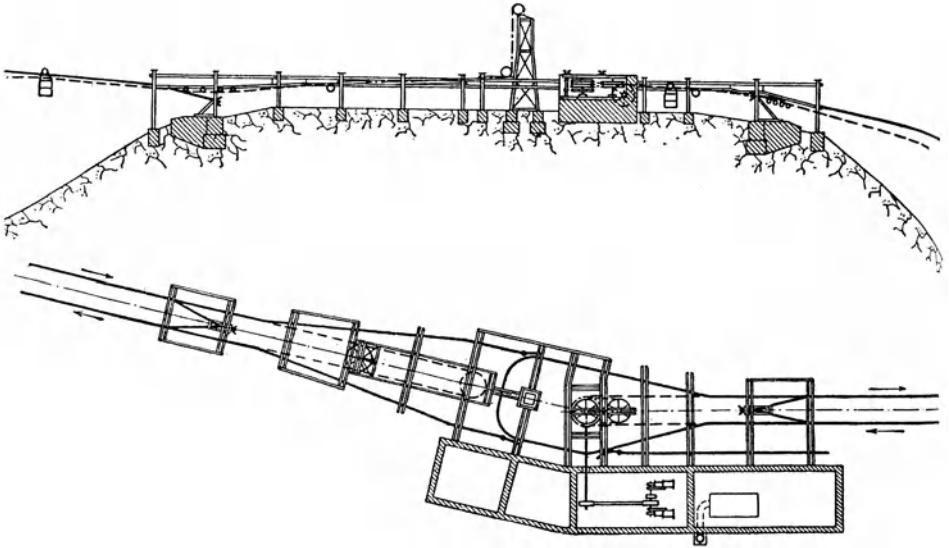


Abb. 215. Winkelstation VI der Argentinischen Drahtseilbahn (Bleichert).

eine Winkelstation der von Bleichert gebauten Argentinischen Bahn wieder. Die Station befindet sich auf einer Bergkuppe, und es war das Gegebene, die Trageile auf beiden Seiten fest zu verankern, da man den Raum für die Spanngewichte erst durch Sprengungen hätte gewinnen müssen. Das eine Zugseil hat hier seine Endspannscheibe, während das zweite seinen Antrieb von einer Dampfmaschine aus erfährt.

Zerfällt das Zugseil nur in zwei gesonderte Kreisläufe und ist die Leistung, die dem zweiten zu- oder abzuführen ist, nur gering, so verbindet man gewöhnlich seine Treib- bzw. Bremscheibe mit der dann natürlich festgelagerten Endscheibe des ersten Zugseiles. Bei älteren Ausführungen wurde diese Verbindung meist durch eine Übertriebswelle bewirkt, an deren beiden Enden Zahnritzel sitzen, die in größere, auf den Wellen der betreffenden Zugseilscheiben sitzende Kegelräder eingreifen. Eine derartige Anordnung enthält z. B. die nach einer Zeichnung von Carstens & Fabian hergestellte Abb. 216.

Eine neuere Ausführung desselben Grundgedankens gibt die Abb. 217 nach einer Bleichertschen Zeichnung wieder. Das Zugseil der oberen Strecke, die in der Endstation Bremsung bzw. Antrieb erfährt (vgl. Abb. 190), geht beim Einlauf in die Winkelstation über eine Rollenbatterie, die es so weit herunterdrückt, wie für die Neigung auf der dahinterliegenden An- und Abkuppelstelle erforderlich ist, läuft dann über zwei Führungsrollen nach der hier doppelrilligen Endseilscheibe mit fester, vorgelegter Scheibe — damit der umspannte Winkel auch unter den ungünstigsten Umständen für den Antrieb bzw. die Bremsung der zweiten Strecke ausreicht — und darauf über eine verschiebbare Spannscheibe mit langem Hub und eine lose Umführungsscheibe wieder zurück. Die Anordnung entspricht also genau der Skizze 211.

Das auf die Spannscheibe einwirkende Gewicht hängt hier, um seinen Hub auf die Hälfte zu

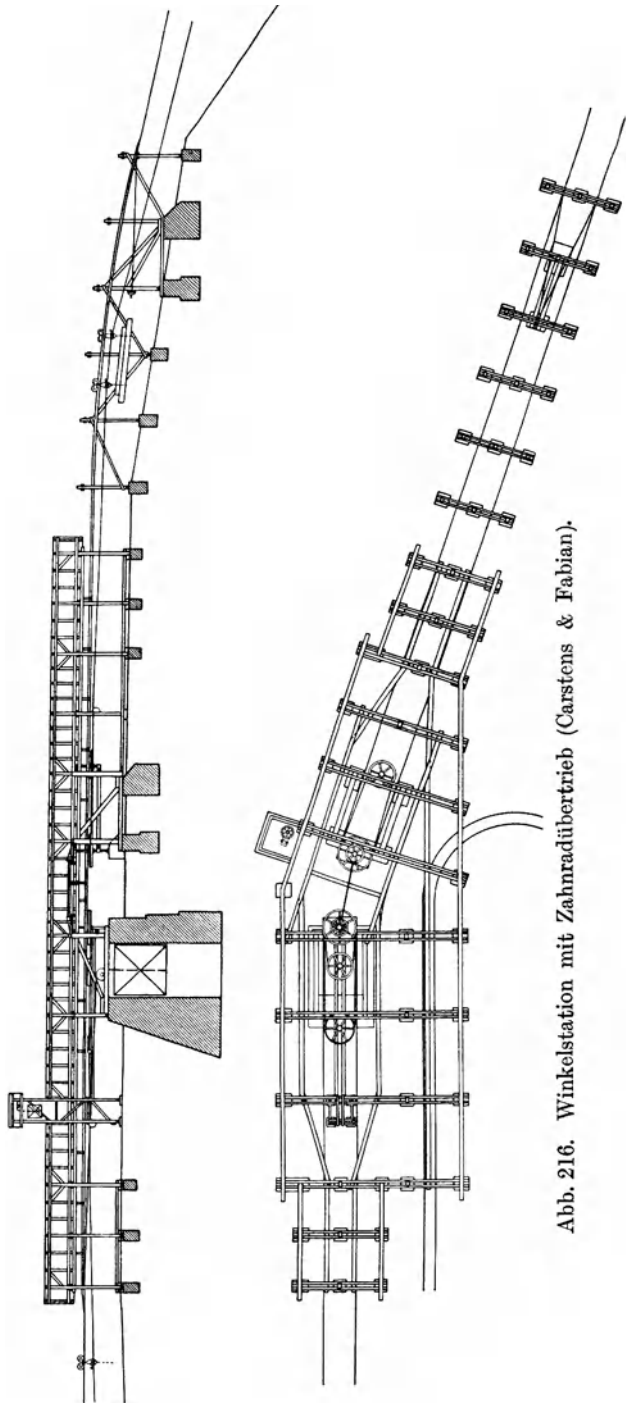


Abb. 216. Winkelstation mit Zahnradübertrieb (Carstens & Fabian).

verringern, in einer Schleife und befindet sich in demselben in den Fels eingesprengten Schacht, der die Tragseilspanngewichte aufnimmt. Die gleichfalls doppelrillige Hauptscheibe des zweiten Zugseiles sitzt fest auf derselben Welle wie die Endscheibe des oberen Kreislaufes, im übrigen entspricht die Seilführung hier der Skizze 54. Da sich

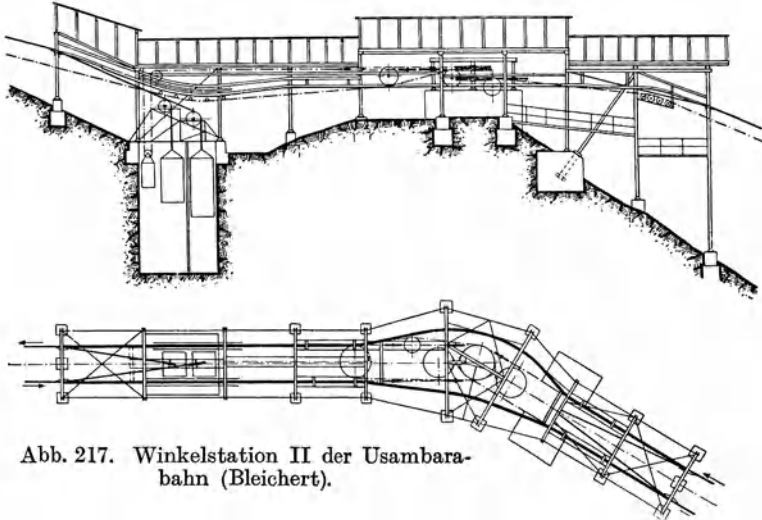


Abb. 217. Winkelstation II der Usambara-
bahn (Bleichert).

hinter der Station gleich wieder ein starkes Gefälle befindet, so ist das Zugseil auch beim Auslauf über eine Rollenbatterie geleitet, die die richtige Neigung für die Kuppelstelle sichert.

Eine erwähnenswerte Ausführung einer zur Anspannung und zum Antrieb der beiden anschließenden Zugseilstrecken dienenden Winkelstation zeigt noch die Abb. 218 nach einer Skizze von J. Pohlig A.-G. Die beiden Antriebe erfolgen von derselben Königswelle aus in ver-

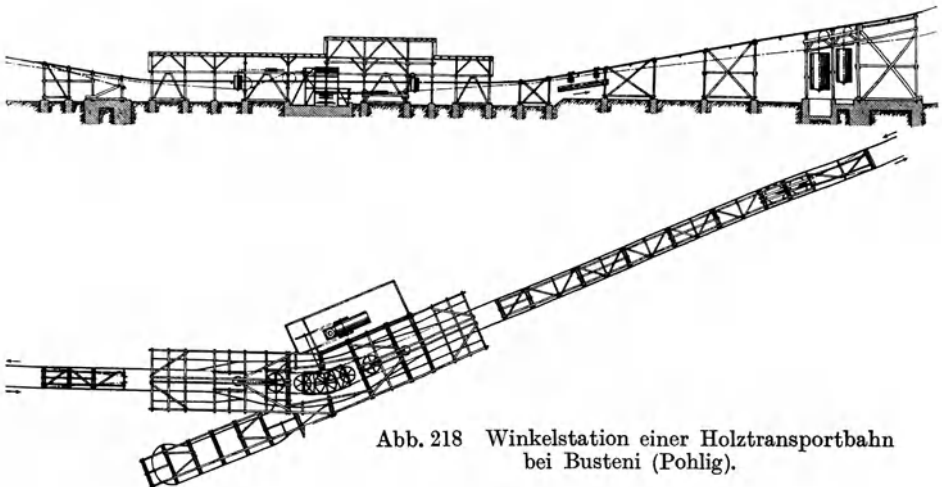


Abb. 218 Winkelstation einer Holztransportbahn
bei Busteni (Pohlig).

schiedener Höhe. Um bei dem ungünstigen Baugrund die Herstellung tiefer Gruben für die Spanngewichte der Tragseile zu vermeiden, werden diese bereits in einigem Abstand von der Station abgespannt.

123. Die Winkelstationen mit durchlaufendem Zugseil.

Die vorbeschriebenen Anordnungen kommen jedoch nur für lange Bahnen in Betracht, wo das Zugseil zerlegt werden muß. Im allgemeinen gilt für Winkelstationen die Regel, daß das Zugseil ununterbrochen durchgeführt wird.

Auch hierfür enthält die Bleichertsche Usambaraabahn ein Beispiel in der durch die Abb. 219 veranschaulichten Winkelstation I, deren

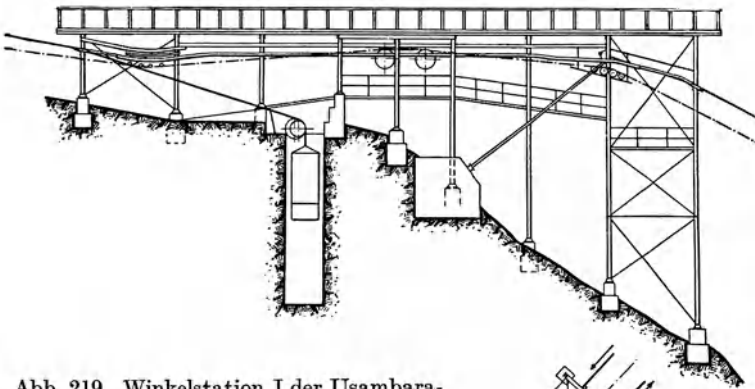
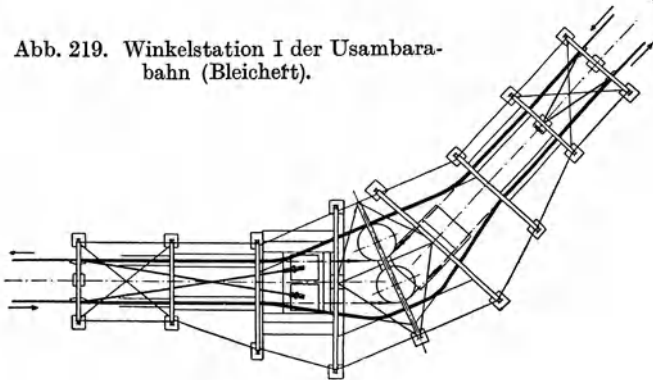


Abb. 219. Winkelstation I der Usambaraabahn (Bleichert).



Lage am Abhang einer ganz steilen Bergkuppe die Abb. 299 wiedergibt. Die Tragseile der oberen Strecke sind wieder durch in einen tiefen Schacht hineinhängende Gewichte gespannt, die der unteren an dem Eisenbau verankert, der den Zug auf einen entsprechend schweren Betonklotz überträgt. Das Zugseil wird vor den Kuppelstellen durch Rollenbatterien in passender Weise geführt und außerdem vor und hinter den Ablenkungsscheiben von 1,8 m Durchmesser durch große Tragrollen unterstützt. Die Wagen werden hier, da die Arbeitslöhne niedrig sind, ebenso wie bei den Ausführungen der Abb. 215 bis 218 auf Hängebahnschienen von Hand an der Winkelstelle vorbeigeschoben.

124. Die selbsttätigen Winkelstationen.

Das gebräuchlichste ist allerdings in Gegenden, wo die Arbeitskräfte nicht ganz besonders billig sind, daß man die Wagen nicht vom Zugseil abkuppelt, sondern sie am Seilgreifer mit um die Umführungs-

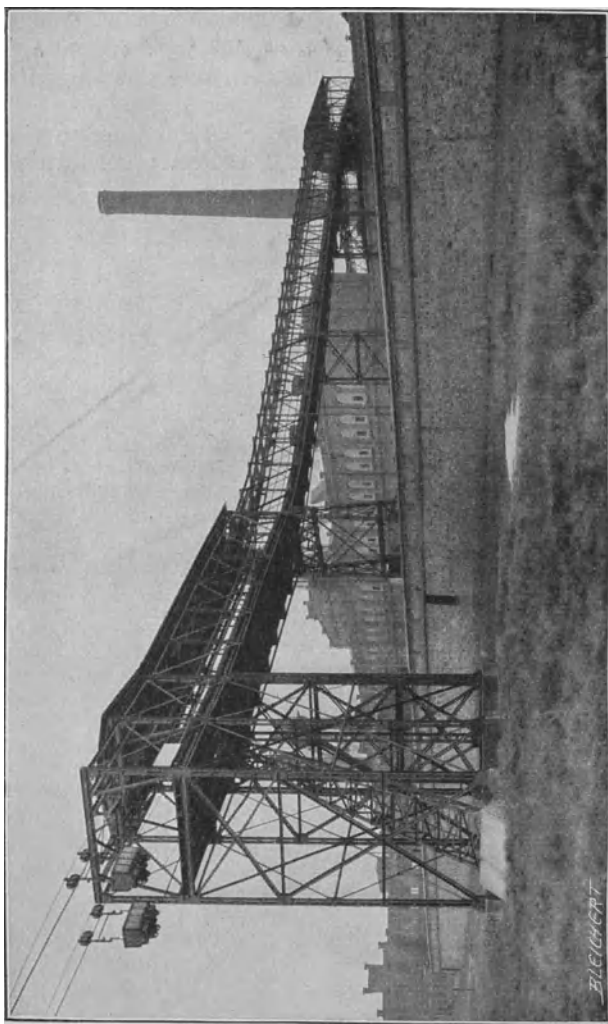


Abb. 220. Selbsttätige Winkelstation mit S-förmigem Grundriß.

scheiben gehen läßt. Die Ablenkung erfolgte gewöhnlich durch eine Reihe von hintereinander angeordneten Seilscheiben und darunter angebrachte Führungsschienen für das Wagengehänge. Derartige Stationen arbeiten vollkommen selbsttätig, ohne daß auch nur eine Aufsichtsperson dabei bleibt.

Eine besonders umfangreiche, trotzdem ohne jede Beaufsichtigung arbeitende Anlage der Art mit zwei gegenläufigen Krümmungen, die durch ein gerades Zwischenstück miteinander verbunden sind, ist die in Abb. 220 dargestellte, von A. Bleichert & Co. für die Zeche Scharnhorst gebaute.

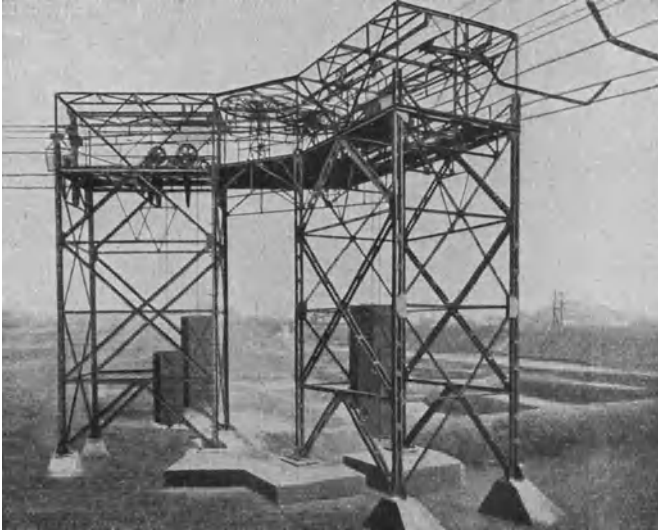


Abb. 221. Winkelstation mit je einer Umführungsscheibe für jeden Strang.

Neuerdings geht man mehr und mehr, wenn es angängig ist, davon ab, die Ablenkung durch eine Reihe von Seilscheiben zu bewirken, sondern läßt den Wagen um eine einzige, hinreichend groß ausgeführte Scheibe die ganze Ablenkung bis zu 180° machen. Eine Winkelstation der Art zeigt z. B. die Abb. 221 nach einer Benrather Ausführung.

h) Die Stationseinzelheiten.

125. Die einfache Zugseilführung bei ziemlich wagrechtem Streckenanschluß.

Die Führung des Zugseiles beim Einlauf in die Station ist, wie schon aus den vorstehenden Angaben hervorgeht, sehr verschieden. Sie richtet sich in erster Linie nach der Neigung der sich an die Station anschließenden Strecke.

Ist der vor der Station befindliche Teil der Strecke annähernd wagerecht, so kann die Kuppelstelle nahezu bis an den Stationsbeginn vorgeschoben werden, wie das etwa die Abb. 222 nach einer Bleichertschen Skizze für Wagen mit Oberseilkupplung darstellt. Unter der vorn am Ein- bzw. Auslauf befindlichen Rolle ist die Fahrbahn etwas

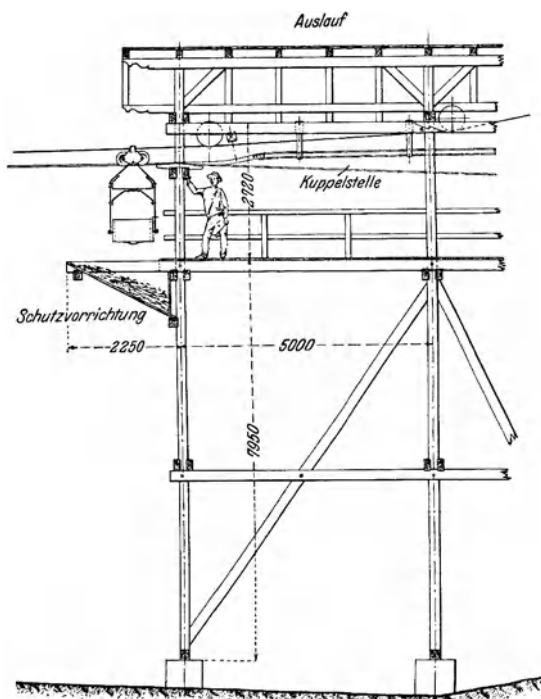


Abb. 222. Stationsauslauf mit Kuppelstelle (Bleichert).

nach unten durchgebogen, damit der Wagen unter dieser Führungsrolle hindurchfahren kann. Das Zugseil steigt dann etwas an derart, daß es etwa in der Mitte der Kuppelstelle beim Einlauf aus der Kupplung herausgerissen wird bzw. beim Auslauf sich darin einlegt, und wird dann weiter bis zur Antriebs- bzw. Spannscheibe geleitet.

Diese einfachste Anordnung ist freilich nur dann brauchbar, wenn sich das Seil noch mit einem gewissen, auch nicht zu hohem Druck von unten gegen die vordere Führungsrolle legt, falls nicht ein gerade darunter befindlicher Wagen es davon abzieht.

126. Die Zugseilführung mit Rollenbatterie bei stark geneigtem Streckenanschluß.

Ist die Strecke vor der Station stärker nach oben oder unten geneigt, wobei dann, gemäß den Darlegungen des Absatzes 108, gewöhnlich Wagen mit Unterseilkupplung zur Verwendung gelangen, so muß das Zugseil in einem hinreichend großen Bogen in die Station eingeführt werden. Es wird also eine Rollenbatterie zur Führung nötig, die z. B. der vordere Teil der Abb. 223 nach einer Zeichnung der Seilbahngesellschaft für eine Umföhrungsstation mit Endseilscheibe zeigt. Die davorliegende Strecke fällt stark nach unten ab (Abb. 400), und so ist die Zahl der Führungsrollen ziemlich groß. Eine entsprechende Rollenbatterie für eine vor der Station stark ansteigende Strecke gibt die Abb. 224 nach einer Ausführung von Ernst Heckel wieder. Um jedes Pendeln des Wagens und damit etwa ein Herausspringen des Seiles aus der Führung zu verhüten, wird er in der oberen Rille noch durch eine Flacheisenschiene geführt und unten am Gehänge durch eine weitere Winkeleisenschiene.

Die Rollenführung wurde bisher in jedem einzelnen Fall nach einem eigenen, für die betreffende Stelle gezeichneten Entwurf hergestellt. Hieraus ergeben sich gelegentlich Schwierigkeiten, wenn die

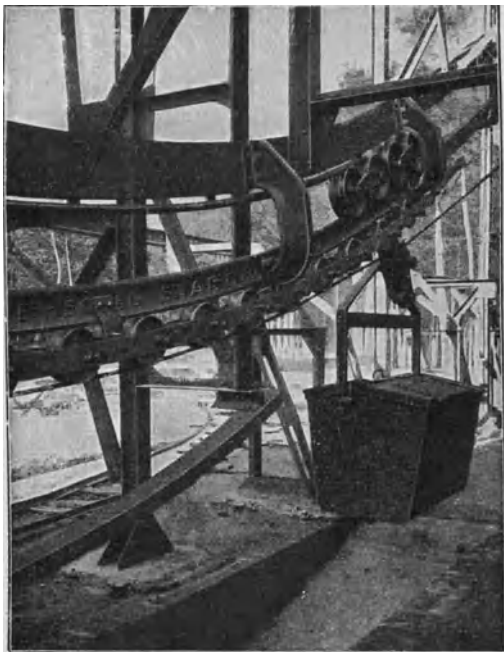


Abb. 224. Rollenbatterie bei steigender Strecke.

von einem Nichtfachmann aufgenommene Vermessung des Geländes gerade an dem fraglichen Punkt ungenau war, was bei Bahnen für die Kolonien oft genug vorkommt, oder wenn erst beim Aufbau der Stationen vom Bauherren eine Verschiebung nach der einen oder anderen Richtung vorgeschrieben wird. Um ihnen zu entgegen, setzt A. Bleichert & Co. nach einer neueren, patentierten Anordnung die Rollenbatterie aus einzelnen, kurzen Segmentstücken von gleicher Länge zusammen, die durch passende Einstellung der Klemmlaschen beliebig gegeneinander geneigt werden können.

127. Die End- und Spannseilscheiben.

Eine Endumführungsscheibe von dem meist benutzten Durchmesser 4 m mit einem aus zwei Winkeleisen und einem darübergelegten Flacheisenband gebildeten Kranz und Eisenspeichen brachte bereits die Abb. 210. Eine andere, ebenso große Ausführung der Benrather Maschinenfabrik mit



Abb. 225. Endumführungs-Seilscheibe.

Winkelseisenspeichen, die gegeneinander noch durch aufgenietete Flacheisenstäbe versteift sind, gibt die Abb. 225 wieder.

Die Spannseilscheiben haben

gewöhnlich 2 m Durchmesser, entsprechend dem Abstand beider Zugseilträger auf der Strecke. Bei den gebräuchlichsten Anordnungen drehen sie sich um einen lotrecht stehenden kurzen Achsenstumpf, der in einem Lagerschuh befestigt wird, dessen unterer Teil

zu Gleitplatten ausgebildet ist, die sich auf gußeisernen Gleitschienen unter dem Einfluß eines Spanngewichtes verschieben.

Um die Beweglichkeit der Spannscheibe zu vergrößern, setzte sie die Benrather Maschinenfabrik auf einen kleinen Spannwagen, den die Abb. 226 veranschaulicht. Das Spannschleifgewicht greift hier vermittels einer Kette an, was man mit Rücksicht auf den Verschleiß schlecht geschmierter Ketten unter den ständigen kleinen Bewegungen heutzutage meist vermeidet. In einem Falle hat die Seilbahn-Gesellschaft die Scheibe selbst gleich als Spanngewicht ausgebildet. Die Achse der 2 t wiegenden Gußeisenscheibe nach Abb. 227 wird zwischen zwei \square -Eisen lotrecht geführt.

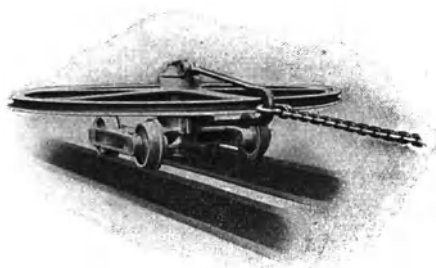


Abb. 226. Endseilscheibe mit Spannwagen.

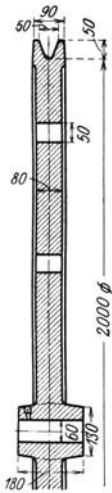


Abb. 227. Endseilscheibe als Spanngewicht.

Im allgemeinen sucht man natürlich die Scheiben so leicht wie möglich zu machen, wie schon die Abb. 225 und 226 erkennen lassen, und mit möglichst geringer Werkstattarbeit auszukommen. Eine nach diesen Gesichtspunkten ganz in Schmiedeeisen hergestellte Seilscheibe veranschaulicht die Abb. 228.

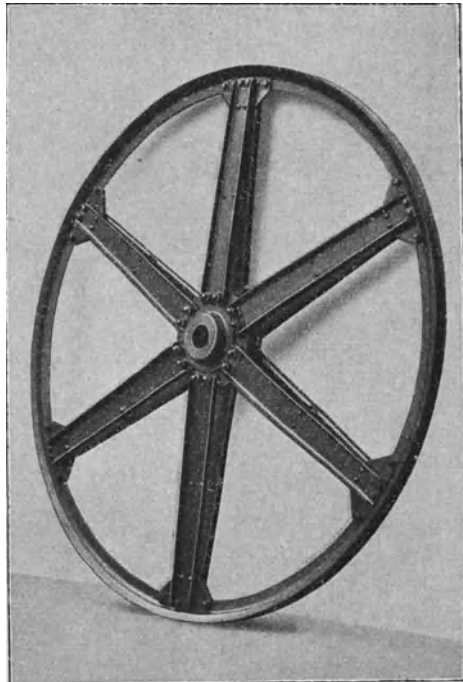


Abb. 228. Seilscheibe aus Schmiedeeisen (Bleichert).

Die Länge der Gleitschienen wird entsprechend der Bahnlänge und bisweilen auch der

Dichtigkeit der Wagenfolge gewählt. Gewöhnlich wird für Bahnen von etwa 1 km Länge der Weg der Spannscheibe zu 2 bis 3 m angenommen, für jeden km Bahnlänge mehr wird 1 m zuge schlagen.

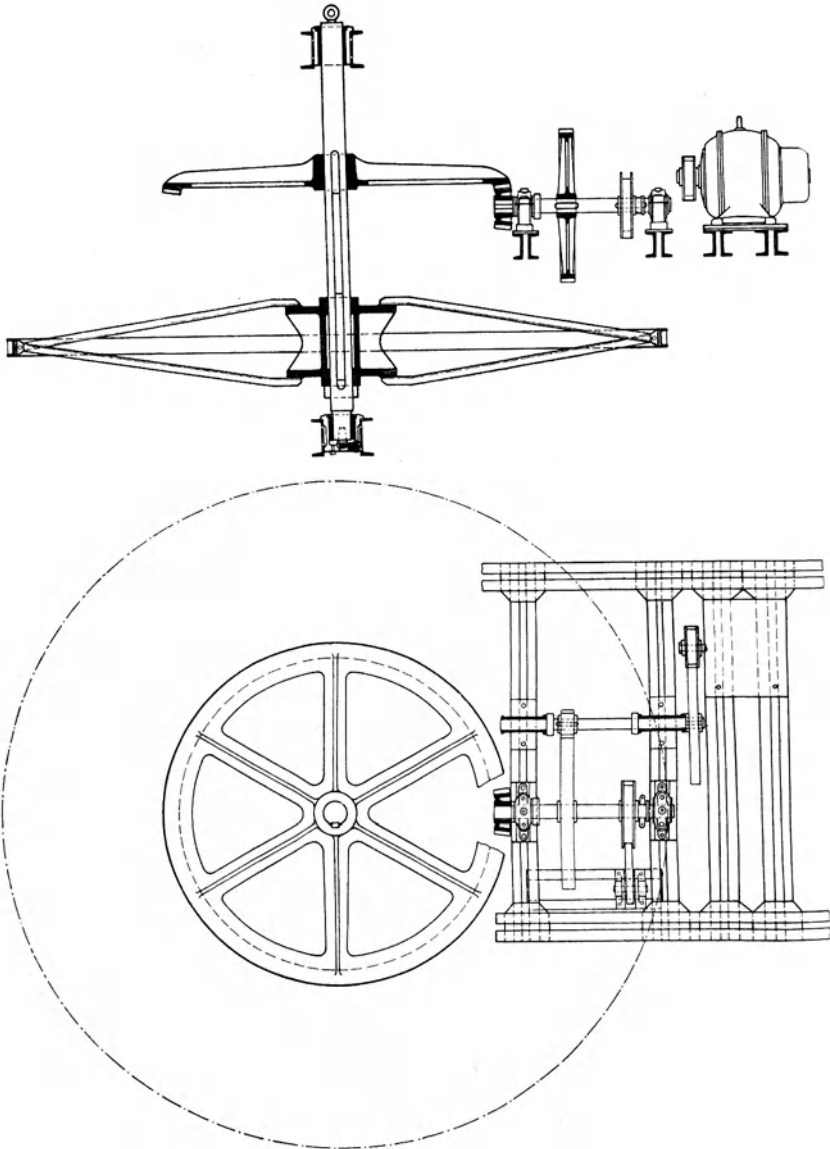


Abb. 229. Zugeilantrieb mit wagerechter Scheibe.

128. Der einfache Bahnantrieb.

Den Antrieb einer Bahn mit großer Seilscheibe von 4 m Durchmesser stellt die Abb. 229 nach einer Benrather Zeichnung dar. Der 750 Umdrehungen in der Minute machende Elektromotor wirkt mit einem Rohhautritzel auf ein Gußeisenzahnrad mit der Übersetzung

30 : 100 ein, daran schließt sich ein zweites Rädervorgelege im Verhältnis 15 : 90 und hierauf folgt die Kegelradübersetzung im Verhältnis 20 : 160. Die Scheibe macht also

$$750 \cdot \frac{30}{100} \cdot \frac{15}{90} \cdot \frac{20}{160} \approx 4,8$$

Umdrehungen in der Minute, denen eine Zugseilgeschwindigkeit von 1 m/sek entspricht, die gewöhnlich bei Betrieben für Lagerplätze u. dgl. mit solchen Umführungen gewählt wird.

Um beim Stillsetzen der Anlage eine Rückwärtsbewegung

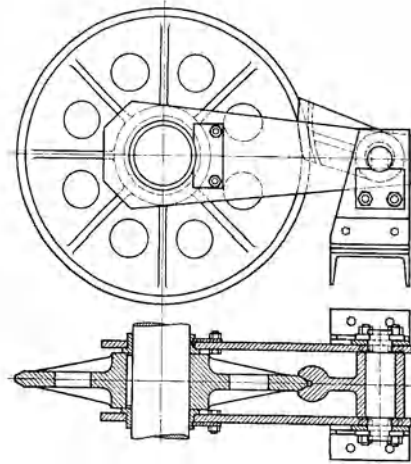


Abb. 230. Stummes Rückwärtsgesperre.

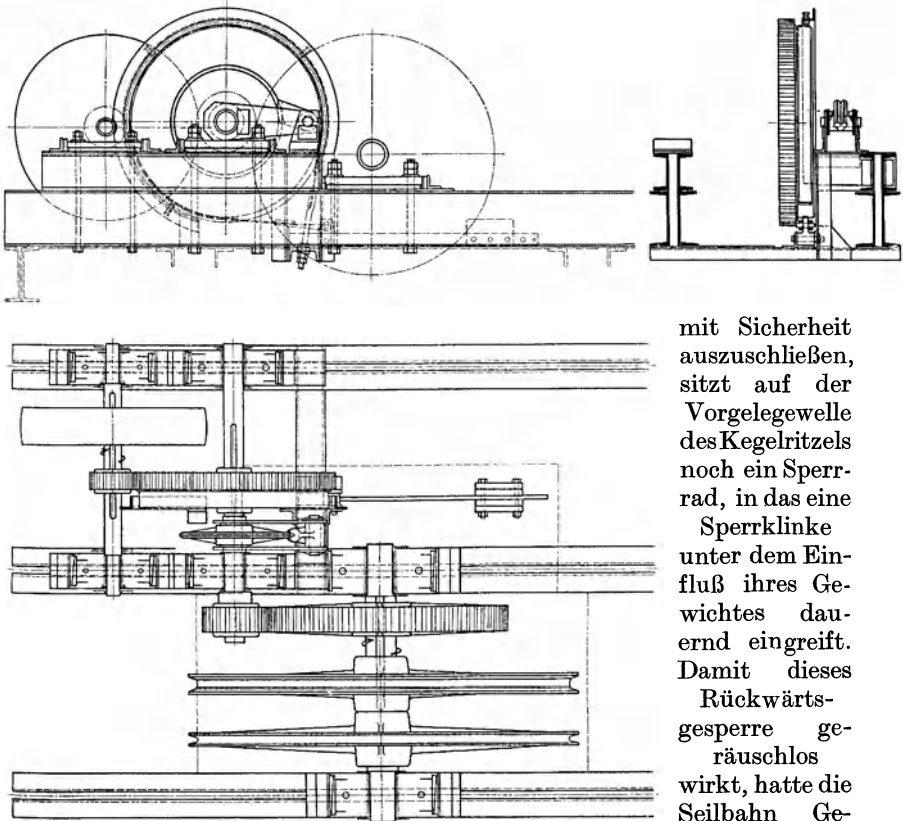


Abb. 231. Zugseilantrieb mit lotrechter Scheibe.

mit Sicherheit auszuschließen, sitzt auf der Vorgelegewelle des Kegelritzens noch ein Sperrrad, in das eine Sperrklinke unter dem Einfluß ihres Gewichtes dauernd eingreift. Damit dieses Rückwärtsgesperre geräuschlos wirkt, hatte die Seilbahn Gesellschaft die

Ausführung der Abb. 230 getroffen. Die Zapfen der Reibungsklinke sind behufs Verstärkung der Wirkung noch exzentrisch gelagert.

Den gesamten Antrieb mit der seltener vorkommenden Anordnung der Seilscheibe in lotrechter Ebene zeigt die Abb. 231. Die Bewegung geschieht mittels Riemen von dem Antriebsmotor aus. Es folgt dann

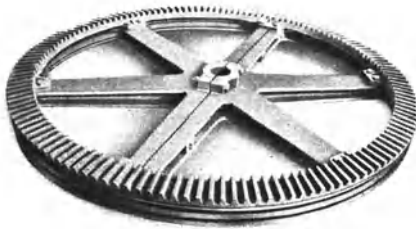


Abb. 232. Antriebsseilscheibe mit Zahnkranz.

eine Zahnräderübersetzung im Verhältnis 1 : 5, darauf eine zweite im Verhältnis 1 : 4 derart, daß die mit Holzfütterung versehene Antriebsseilscheibe die Umfangsgeschwindigkeit 1,6 m/sek erhält. In die Scheibenrinne legt sich das Zugseil zweimal — die vorgelegte Scheibe ist nicht mehr auf der Zeichnung enthalten. Da hier die Spannvorrichtung mit dem Antrieb gemäß Abb. 211 verbunden ist, so sitzt auf der Hauptwelle noch eine lose Umlenkungsscheibe. Mit dem Zahnrad der Zwischenvorgelegewelle ist eine Bremsscheibe zusammengewossen, an die sich ein Stahlbremsband legt; ferner sitzt auf derselben Welle noch das stumme Gesperre der Abb. 230.

Bei der meist üblichen Anordnung gemäß Abb. 229 mit wagerecht liegender Seilscheibe macht es sich für die gebräuchlichen Seilgeschwindigkeiten von 2 bis

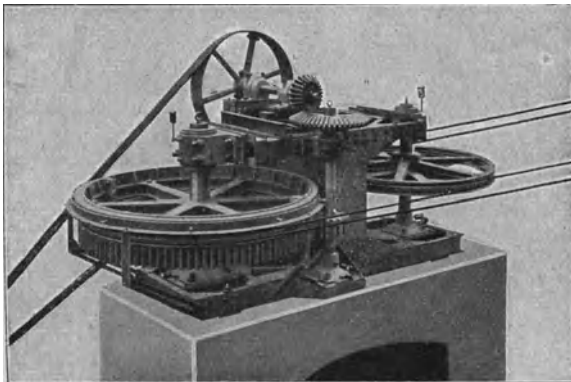


Abb. 233. Unverrückbar zusammengebauter Antrieb (Bleichert).

2,5 m/sek sehr leicht, daß das große Kegelrad ungefähr dieselben Abmessungen, etwa 2,1 m Außendurchmesser, erhält, wie die Seilscheibe, und es liegt nahe, der Einfachheit halber den Zahnkranz seitlich auf den Seilscheibenkranz aufzuschrauben

(Abb. 232).

Von A. Bleichert & Co. wird bei

neueren Ausführungen das Kegelradgetriebe gleich hinter der Antriebsriemenscheibe angeordnet, so daß es recht kleine Abmessungen erhält, wie die Abb. 233 erkennen läßt. Daran schließt sich dann eine große Stirnradübersetzung, deren großes Rad in der vorherbeschriebenen Weise mit der zweirilligen Seilscheibe für das Zugseil verbunden ist. Sie

trägt hier auf der oberen Seite noch einen Bremskranz, auf den ein mit Holzklötzen ausgelegtes Bremsband einwirken kann. Es ersetzt beim Stillsetzen der Bahn die obengenannten Rückwärtsesperre.

Der ganze Antrieb mit der vorgelegten Scheibe befindet sich auf einem aus Profileisen zusammengesetzten Gestell, das auf einem Betonfundament gelagert wird. Man erreicht so, besonders bei hölzernen Stationsbauten, eine sichere und vor Verschiebungen und Zwängungen geschützte Festlegung der Wellen. Außerdem vereinfacht sich der Aufbau bedeutend, da das ganze Getriebe fertig zusammengebaut versandt wird.

129. Das Verhalten des Zugseiles in den Seilscheibenrillen.

Die Spannung des Zugseiles sinkt beim Übergang über die Treib- bzw. Bremsseilscheibe von ihrem Höchstwert bis auf den niedrigsten, und es findet dadurch eine elastische Zusammenziehung bzw. Ausdehnung statt, die zur Folge hat, daß das Seil immer etwas auf der Scheibe gleitet. Nun wird die Kraft hauptsächlich in der ersten Umschlingung der Scheibe, von der Seite der größeren Kraft aus gerechnet, übertragen derart, daß bei der Anordnung gemäß Abb. 54 die zweite Umschlingung ganz oder nahezu unbeteiligt ist, wenn das Verhältnis der beiden Endspannkkräfte in der Nähe von 2 liegt. Nur wenn das Verhältnis den größtmöglichen Wert 3,7 erreicht (vgl. S. 64), wird auch die zweite geringer gespannte Umschlingung voll ausgenutzt.

Das ziemlich stetige elastische Gleiten findet also hauptsächlich auf der ersten Umschlingung statt und ruft dort eine bestimmte Abnutzung der Ledereinlage oder des Holzbelages hervor. Da das Seil in der zweiten Umschlingung bei kleinem Verhältnis der Seilspannkkräfte unbewegt und mit geringer Kraft anliegt, so liegt dort kein Grund zur Abnutzung vor, und die Scheiben erhalten dann mit der Zeit verschiedene Durchmesser. Dabei hat aber das lose gespannte Seiltrum in der zweiten Rille derselben Scheibe eine größere Umfangsgeschwindigkeit als das erste. Da das nicht möglich ist, so rutscht das lose Trum in seiner Rille beim geringsten Unterschied beider Rillendurchmesser, und zwar oft ruckweise, so daß dadurch schon Wellenbrüche vorgekommen sind. Das hört erst wieder auf, wenn beide Rillen sich so abgearbeitet haben, daß der Gesamtverschleiß dem aus dem elastischen Gleiten in der ersten Rille folgenden entspricht.

Tatsächlich werden auch bedeutendere Unterschiede in den Rillendurchmessern gewöhnlich nicht gefunden. Dieses ruckweise Rutschen des loseren Trumes wird natürlich noch vergrößert, wenn dort ein Seilstück von stärkerem Durchmesser aufläuft, wie etwa eine Spleißstelle.

130. Der Antrieb mit Ausgleichgetriebe.

Der nur Energie verzehrende Verschleiß der Scheibenrille für das losere Trum, der bei dem Spannkraftverhältnis 2 die Hälfte des ganzen Verschleißes beträgt, kann vermieden werden, wenn man die beiden

Rillen nicht wie gewöhnlich fest miteinander kuppelt, sondern ein Planetengetriebe zwischenschaltet¹⁾.

Die nach den Angaben von Ohnesorge ausgeführte Bleichertsche Anordnung des Antriebes zeigt z. B. die Abb. 234. Das Zugseil läuft stark gespannt bei 1 auf die Seilscheibe 1 auf, deren Antriebszahnrad von dem Ritzel 10 bewegt wird. Nach einer halben Umschlingung

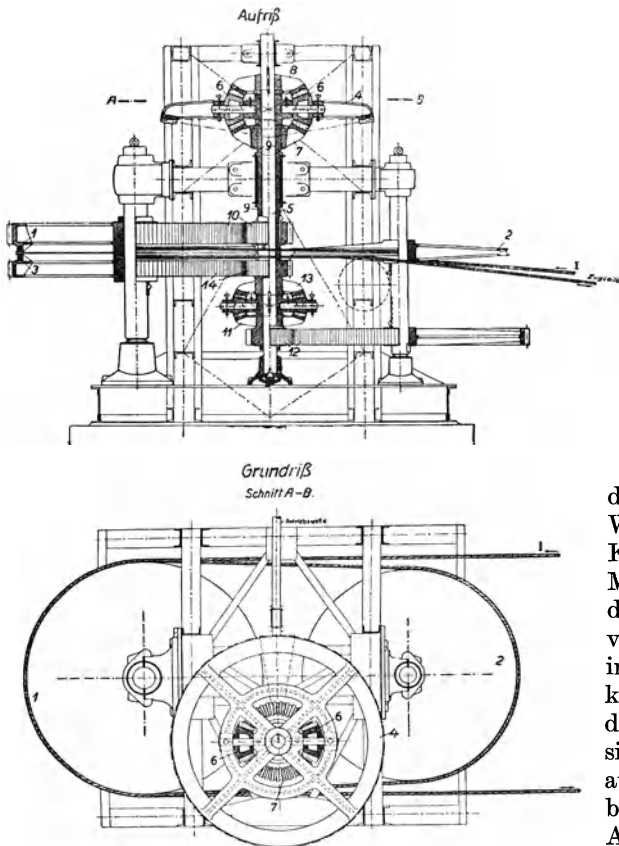


Abb. 234. Antrieb mit Ausgleich nach Ohnesorge (Bleichert).

läuft das Seil über die vorgelegte Scheibe 2 und von dort zurück auf die Seilscheibe 3, die nur lose auf derselben Welle wie Scheibe 1 sitzt und deren Antriebszahnrad von dem Ritzel 14 gedreht wird. Auf der entweder unmittelbar oder durch Riemenantrieb bewegten, wagerechten Antriebswelle sitzt ein Kegelritzel, das in das lose auf Welle 5 laufende große Kegelrad 4 eingreift. Mit diesem sind fest die Differentialräder 6 verbunden, die sowohl in das Kegelrad 8 einkämmen, das fest auf der Vorgelegewelle 5 sitzt, als auch in das auf der Hohlwelle 9 befestigte Kegelrad 7. Auf der Hohlwelle sitzt ferner das die Seilscheibe 1 bewegende Ritzel 10. Ferner ist

auf der Welle 5 noch ein zweites Differentialräderpaar angebracht, das in die Gegenräder 11 und 13 einkämmt. Mit dem Rad 11 ist das Übersetzungsräderpaar 12 verbunden, das die vorgelegte Scheibe 2 antreibt, und mit dem Rad 13 das Ritzel 14 der Seilscheibe 3.

Wenn die günstigen Verhältnisse vorliegen, daß das Zugseil auf den beiden Hauptscheiben 1 und 3 dieselbe Umfangsgeschwindigkeit hat, so wirken die Differentiale 6 und 11 als feste Kupplungen, und

¹⁾ Ohnesorge: Z. d. V. d. I. 1919; D. R. P. 263 931.

vom Antriebszahnrad 4 wird durch das Kegelrad 8 die Welle 5 mit der halben Antriebsleistung gedreht und durch das Kegelrad 7 die Hohlwelle 9 und damit die Seilscheibe 1, ebenfalls mit der halben Antriebsleistung. Von der Welle 5 wird dann durch die feste Kuppelung 11/13 sowohl die zweite Seilscheibe 3, als auch die vorgelegte 2 mit genau gleicher Geschwindigkeit und Leistungsaufnahme wie Scheibe 1 bewegt.

Sind die Durchmesser der beiden Seilscheiben 1 und 3 etwas voneinander verschieden oder gleitet das Zugseil auf der einen mehr als auf der anderen, so verdrehen sich die beiden Differentiale und dadurch findet der gewünschte Ausgleich statt, bei dem das Zugseil auf beiden Scheiben dieselbe Geschwindigkeit besitzt. Damit es nicht etwa auf der vorgelegten Scheibe gleitet, wird deren Geschwindigkeit mit Hilfe des Differentialanschlusses und des Getriebes 12 entsprechend geregelt.

Ein ähnlicher Antrieb mit lotrecht stehenden Seilscheiben und Stirn-Planetenrädern ist in Abb. 236 nach einer Zeichnung von Ernst Heckel wiedergegeben, und zwar für eine Seilführung nach Skizze 235, die keine vorgelegte Scheibe nötig hat und doch denselben Winkel umfaßt wie die Anordnung der Abb. 54.

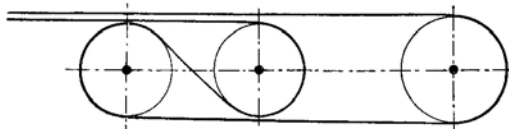


Abb. 235. Seilführung bei zwei getrennten Scheiben.

An dem auf der Zwischenwelle lose sitzenden Zahnrad vom Halbmesser $r_0 = 72$ cm, das auch durch eine Riemenscheibe ersetzt werden kann, befinden sich zwei Planetenräderpaare von den Halbmessern $r_1 = 12$ cm bzw. $r_2 = 18$ cm, die mit je einem Zahnrad $r_3 = 24$ cm bzw. $r_4 = 18$ cm auf der Zwischenwelle in Eingriff stehen.

Wird nun das Hauptantriebsrad 0 durch ein bestimmtes Drehmoment M_0 mit n_0 Umdrehungen in der Minute gedreht, so ist bei vorläufig fest gedachtem Rad 3 die Drehzahl n_4 des Rades 4 bekanntlich

$$n_4 = n_0 \cdot \left(1 - \frac{r_3}{r_1} \cdot \frac{r_2}{r_4} \right).$$

Mit den gegebenen Zahlenwerten folgt hieraus $n_4 = n_0 \cdot (-1)$. Es läßt sich also bequem erreichen, daß $n_4 = n_0 \cdot (-\frac{1}{2})$ wird und dabei das Rad 3 mit $n_3 = n_0 \cdot (+\frac{1}{2})$ Umdrehungen in der Minute umläuft, daß mithin beide Ritzel und damit beide Seilscheiben sich mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzten Richtungen drehen. Zwischen den Zahndrücken P_4 am Rade 4, P_3 am Rade 3 und P_0 am Rade 0 bestehen nun die Zusammenhänge

$$+ P_0 = -P_4 + P_3$$

und

$$+ P_0 \cdot r_0 = -P_4 \cdot r_4 + P_3 \cdot r_3.$$

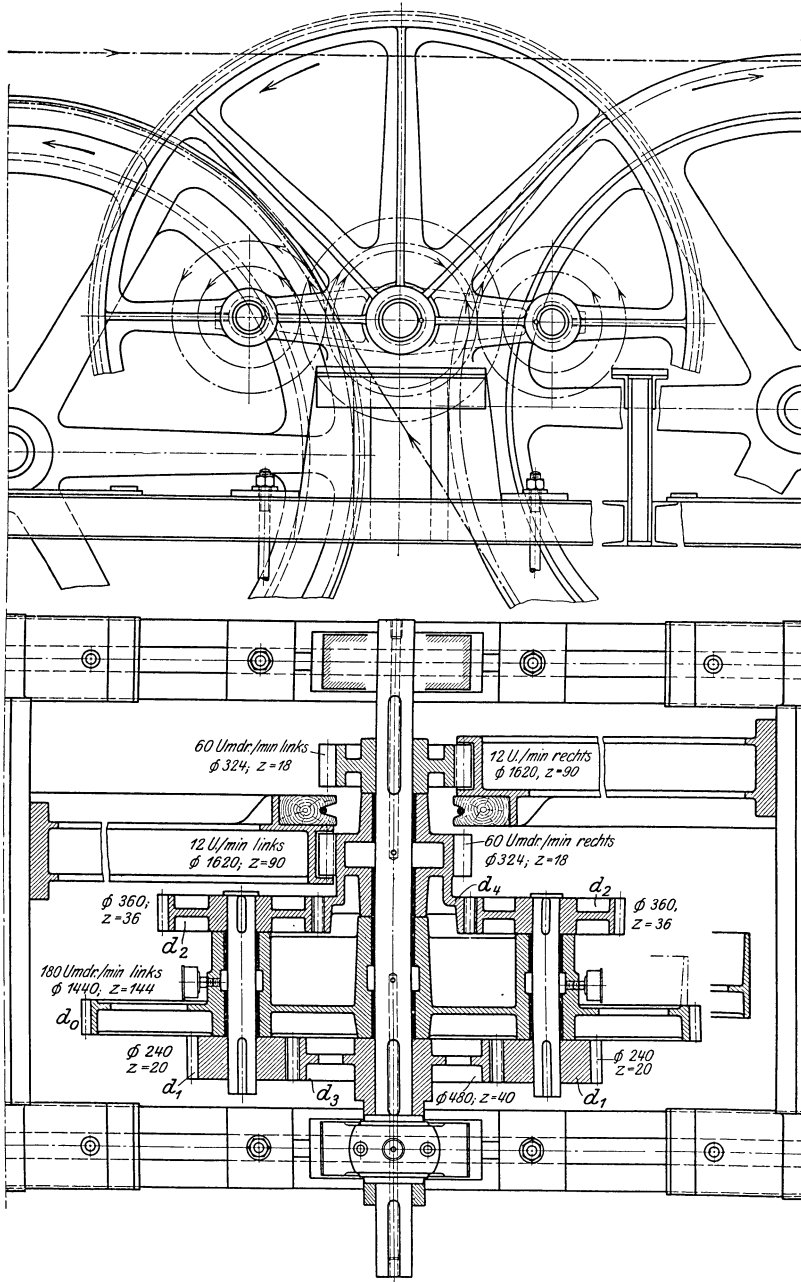


Abb. 236. Seilscheibenantrieb mit Stirn-Planetengetriebe (Heckel).

Hieraus ergibt sich

$$P_4 = P_0 \cdot \frac{r_0 - 1}{\frac{r_3}{r_4} - 1}, \quad P_3 = P_0 \cdot \frac{r_0 - 1}{\frac{r_4}{r_3} - 1}$$

oder mit den gegebenen Zahlenwerten

$$P_4 = 6 \cdot P_0 \text{ und } P_3 = 9 \cdot P_0,$$

so daß die Antriebsmomente betragen

$$M_1 = 1,5 \cdot P_0 \text{ und } M_2 = 3 \cdot M_0,$$

also

$$M_1 : M_2 = \frac{1}{2}.$$

Es ist ein allgemeines Merkmal des Planetenräderausgleiches, daß mit der Übersetzung der Geschwindigkeiten auch gleich eine derartige Übersetzung der Drehmomente verbunden ist, wie sie für die volle Ausnutzung beider Scheiben nötig ist. Freilich ist in dem Fall die Abnutzung schon ungefähr die gleiche. Das Getriebe bietet aber auch dann noch den Vorteil, daß zufällige Ungleichmäßigkeiten der Seildurchmesser und auch der Rillendurchmesser in einfacher Weise durch Änderung der gegenseitigen Scheibengeschwindigkeiten ausgeglichen werden.

Neuerdings hat Heckel den Antrieb gemäß der schematischen Skizze 237 ausgebildet. Das auf der Motorwelle sitzende Rad *A* vom Halbmesser $r_1 = 1$ ist in Eingriff mit dem Rad *B* vom Halbmesser $r_2 = 2$ und übt darauf das Drehmoment 1 und den Zahndruck 1 aus. Auf der anderen Seite ist *B* in Eingriff mit dem auf der Achse von *A* lose laufenden, innen verzahnten Rad *C* vom Halbmesser $r_3 = 5$, auf das es mit der Kraft 1 und dem Moment 5 einwirkt. Die Achse des Rades *B* bewegt sich auf dem Kreis vom Halbmesser $r = 3$ unter der Kraft 2 und getrieben vom Moment 6. Mit dem Arm *AB* ist nun ein Ritzel *D* vom Halbmesser $r_4 = 1,5$ fest verbunden, das in das Zahnrad der Treibscheibe *I* eingreift. Sein Moment ist unverändert 6, dagegen der Zahndruck 4. Mit dem Rad *C* ist ferner das Ritzel *E* vom Halbmesser $r_5 = 2$ fest verbunden, das die Treibscheibe *II* entgegengesetzt mit dem Moment 5 und dem Zahndruck 2,5 bewegt.

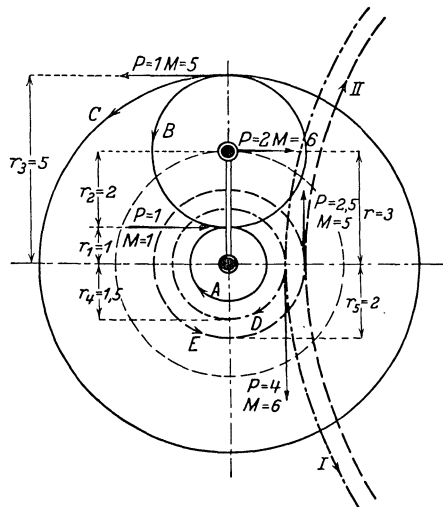


Abb. 237. Schema des neuen Planetenrad-Antriebes von Heckel.

131. Die Bremsvorrichtung bei selbsttätig laufenden Bahnen.

Bei Anlagen mit starkem Gefälle, die also keinen Antrieb brauchen, sondern meistens noch kräftig gebremst werden müssen, sitzen auf der Hauptseilscheibe gewöhnlich zwei Bremscheiben von annähernd demselben Durchmesser. Darüber sind Bremsbänder gelegt, die mit leicht auszuwechselnden Holzeinlagen versehen sind.

Die eine Bremscheibe dient zur Aushilfe und wird nur beim Stillsetzen der Bahn angezogen. Das andere Bremsband wird soweit angezogen, daß es annähernd die untere Leistung der Bahn abbremst. Die sich je nach der Laststellung und -größe dann noch ergebenden Spitzen werden von einer zweiten selbsttätig wirkenden Vorrichtung vernichtet.

132. Der hydraulische Bremsregler.

Eine sehr viel benutzte Einrichtung dieser Art ist der mit Wasserdruck arbeitende Bremsregler von Schrieder, den die Abb. 238 darstellt. Ein entsprechend der abzubremsenden Leistung bemessener Riemen setzt die Riemenscheibe des Apparates von der Vorgelegewelle der Seilbahn aus in Bewegung und treibt so ein Kapselradpumpwerk. Dieses saugt Wasser aus

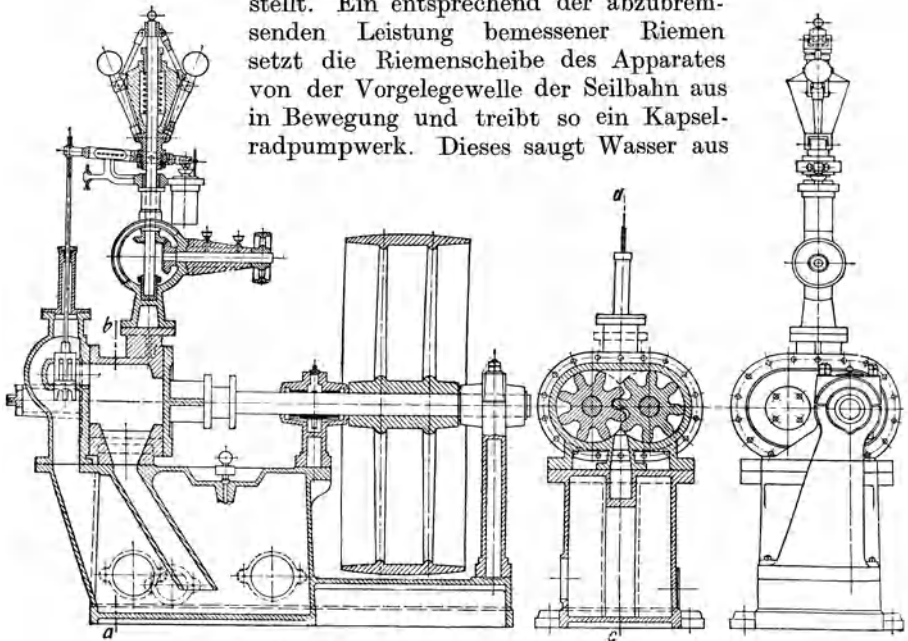


Abb. 238. Wasserdruckbremsregler von Schrieder.

dem als Behälter ausgebildeten Fundamentrahmen des Apparates und drückt es durch ein entlastetes Drosselventil wieder in den Kasten zurück. Ein zweiter kleiner Riemen bewegt den über dem Pumpwerk angeordneten Schwungkugelregler, von dessen Muffe das Drosselventil verstellbar wird, sobald die Umdrehungsgeschwindigkeit der Vorgelegewelle etwa infolge der vergrößerten Zugwirkung einzelner ins Gefälle gekommener Wagen zu steigen beginnt. Das Ventil wird dann mehr

oder weniger geschlossen und hemmt so die Drehung des Kapselwerkes, das jetzt als kräftige Bremse auf die Vorgelegewelle zurückwirkt.

133. Die Hängebahnschienen.

An die Trageile der Strecken schließen sich in den Stationen feste Hängebahngleise an. Als Schienenprofil wurde in erster Zeit allgemein ein oben abgerundetes Flacheisen verwendet, das auch jetzt noch bei leichten Einzellasten oft genug benutzt wird. Ein solches von 10 cm Höhe und 3,5 cm Breite zeigt die Abb. 239 mit der zugehörigen Verlaschung. Bei einem Eigengewicht von 26 kg/m besitzt diese Schiene ein Widerstandsmoment von 55 qcm.

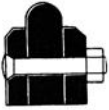


Abb. 239. Flacheisenhängebahnschiene.

Infolge der geringen Tragfähigkeit der Flacheisen ist man bald zu Doppelkopfprofilen gemäß den Abb. 240 und 241 übergegangen. Hierfür gilt die folgende Zusammen-

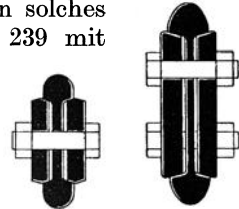


Abb. 240. Abb. 241. Doppelkopfhängebahnschienen.

stellung aus dem Profilbuch der Hüstener Gewerkschaft, Abt. Soest. Die Schienen von 14 und 16 cm Höhe werden auch von der König Albert-Hütte in Zwickau gewalzt, die von 20 cm Höhe vom Phoenix in Ruhrort.

Höhe <i>h</i> cm	Kopfbreite <i>b</i> cm	Stegstärke <i>s</i> cm	Gewicht der		Widerstandsmoment cm ³
			Schiene kg/m	Lasche kg/m	
12	2,8	0,6	11,8	6,0	44
	3,0	0,8	13,6		47
	3,0	0,6	14,0		62
13	3,0	0,7	16,0	6,4	64
	3,2	0,9	18,0		67
14	4,0	0,6	20,8	9,6	92
	4,2	0,8	23,0		93
	4,0	0,6	20,1		106
16	4,1	0,7	21,4	11,2	107
	4,2	0,8	22,7		108
	4,0	0,7	22,4		203

Die Länge der Laschen beträgt bei den drei ersten Profilen gewöhnlich 30 cm, bei dem von 16 cm Höhe 35 cm und bei dem letzten 40 cm.

Da diese Schienen nur eine geringe seitliche Steifigkeit besitzen, so werden bisweilen auch Schienen nach Skizze 242 verwendet. Die Gewerkschaft Deutscher Kaiser liefert z. B.:

- $h = 21$ cm, Gewicht der Schiene 30,8 kg/m,
- $b_0 = 4$ cm, Gewicht der Laschen 18,8 kg/m,
- $b_u = 9,7$ cm, Widerstandsmoment $W_x = 196$ cm³,
- $s = 1$ cm, Widerstandsmoment $W_y = 22,3$ cm³.

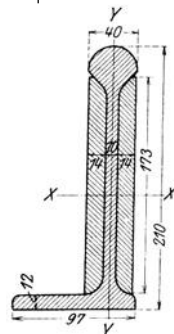


Abb. 242. Kopfschiene mit Verstärkungsfuß.

134. Die Hängeschuhe.

Getragen werden die Hängbahnschienen meistens von gußeisernen Hängeschuhen, wovon die Abb. 243 eine amerikanische Ausführung wiedergibt, bei der die Last der oben nicht einmal abgerundeten Flacheisenschiene unmittelbar von dem Schraubenbolzen aufgenommen werden muß.

Die einschlägigen deutschen Firmen lassen die Schiene mit der Unterkante auf einem Vorsprung des Hängeschuhes aufliegen, wodurch

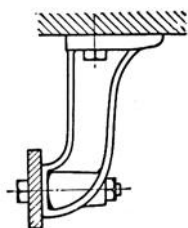


Abb. 243.
Amerikanischer
Hängeschuh.

die Befestigungsschrauben entlastet werden. Eine solche Konstruktion zeigt z. B. die Abb. 244 für die Befestigung an hölzernen Tragbalken oder auch Γ -Eisen, bei der die an der oberen Endplatte angreifenden Zuganker das ganze Gewicht aufzunehmen haben.

Wird die Station aus Profileisen gebaut, so wählt man als Träger für die Schuhe meist Γ -Eisen, an denen sie zur Entlastung der Befestigungsschrauben mit einer übergreifenden Leiste hängen, wie Abb. 245 nach einer Bleichertschen Zeichnung darstellt.

Das Gewicht derartiger Schuhe beträgt je nach ihrer Größe zwischen 18 bis 24 kg. Bisweilen werden die Schienen auch mit Hilfe ganz niedriger Stützschuhe von etwa 7 kg Gewicht oben auf die Tragkonstruktion gesetzt, wie das z. B. die Abb. 87 veranschaulicht.

Gelegentlich hat man auch die gußeisernen Hängeschuhe



Abb. 245. Hängeschuh für
Eisenbauten (Bleichert).

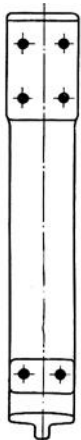


Abb. 244.
Hängeschuh für
Holzbauten.

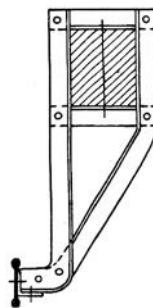


Abb. 246.
Winkleisenauf-
hängung der
Schiene.

vermieden und sie an Ort und Stelle aus Winkeleisen zusammengesetzt, wenn der Bauherr eine dafür eingerichtete Schmiede zur Verfügung hatte. Eine solche Anordnung zeigt z. B. die Abb. 246.

Neuerdings, wo die Fracht- und Anfuhrkosten gegen früher ganz erheblich angestiegen sind, ist man bei A. Bleichert & Co. allgemein zu einer aus Blechen und Winkeleisen zusammengesetzten Ausführung übergegangen, die Abb. 247 für die Anbringung an Holzbalken und Abb. 248 für die Befestigung an Γ -Eisentragern veranschaulicht. Sie sind unter den heutigen Verhältnissen von einer auf Massenherstellung eingestellten Fabrik billiger zu liefern als Gußeisenschuhe, fallen wesentlich leichter aus und können auf dem Transport auch bei rohester Behandlung nicht zu Bruch gehen.

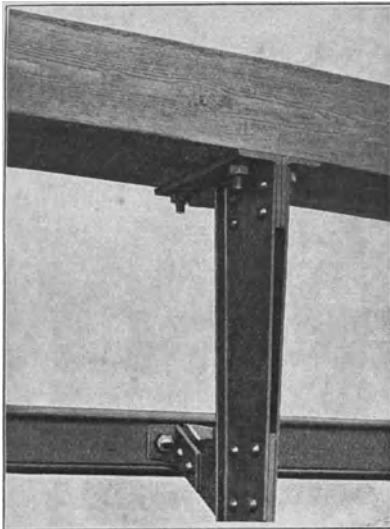


Abb. 247.

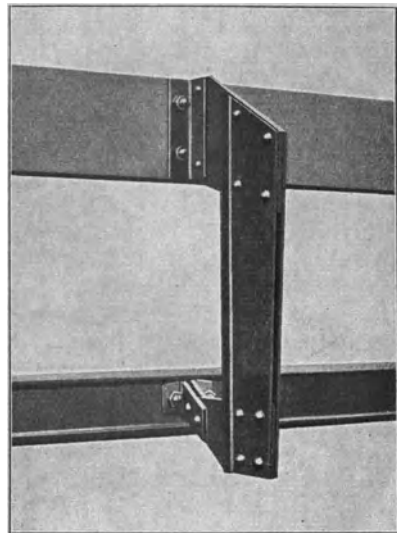


Abb. 248.

Schmiedeeiserne Hängeschuhe (Bleichert).

135. Der Übergang vom Trageil auf die Schiene.

Den Anschluß an die Trageile vermittelt eine gewöhnlich 1 bis 1,5 m lange, unten ausgehöhlte Übergangsweiche, die meistens auf den Trageilen aufliegt. Hiermit pflegt jedoch eine ungünstige Beanspruchung der Seile verbunden zu sein, und man legt deshalb heutzutage häufig die Übergangsweiche auf den Ablenkungsschuh für das Trageil gemäß der nach einer

Pohlighschen Zeichnung hergestellten Abb. 249.

Bei einer der Firma A. Bleichert & Co. geschützten Ausführung laufen die Wagenräder auf der Zunge mit dem Außenteil ihrer Rille wie auf den Tragschuhen der Stützen, wodurch ein stoßfreier und etwaige Schwankungen dämpfender Einlauf der Wagen erzielt wird.

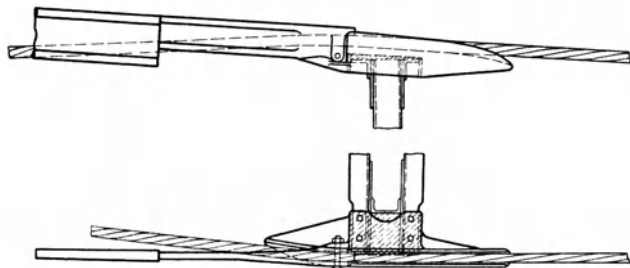


Abb. 249. Ablenkungsschuh und Übergangsweiche (Pohligh).

Von der Seilbahn-Gesellschaft ist in geeigneten Fällen das Trageil unmittelbar an der anschließenden Hängebahnschiene verankert worden, was die Abb. 250 genauer wiedergibt.

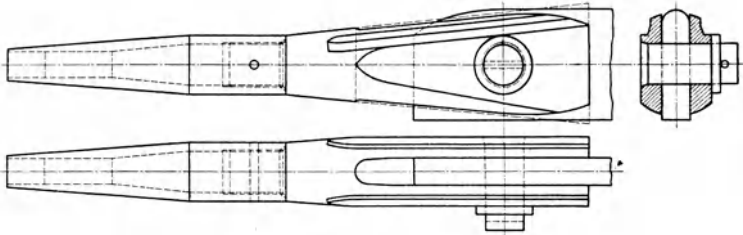


Abb. 250. Tragseilverankerung der Hängebahnschiene.

136. Die Anordnung der Hängebahnschienen in der Station.

Dicht hinter der Kuppelstelle biegen die Schienen gewöhnlich seitlich ab mit einem Halbmesser, der bei den einlaufenden Wagen für die Seilgeschwindigkeit 1,5 m/sek im allgemeinen 5 m, für Seilgeschwindigkeiten über 2 m/sek etwa das Doppelte beträgt. Auf der Seite der auslaufenden Wagen, die von Hand herangeschoben werden, hat die Abbiegung fast immer 5 m Halbmesser.

Um die Wagengeschwindigkeit beim Einlaufen schnell zu verringern und beim Auslaufen ohne besondere Anstrengung des Arbeiters zu erhöhen, verlegt man die Schienen am vorderen Teil der Station mit einer geringen Neigung nach der Strecke hin, die bei den kleinen Wagengeschwindigkeiten etwa 1 : 100, bei den großen bis 1 : 50 beträgt.

Stets liegt die Oberkante der Schienen 1,8 bis 2,0 m über dem Fußboden, so daß der freie Durchgang darunter nicht behindert wird.



Abb. 251. Drehweiche in einer Station (Bleichert).

137. Die Drehweichen.

Zur Verbindung der einzelnen Stränge der Hängebahnanlage miteinander dienen die Weichen. An sie werden in erster Linie die beiden Forderungen gestellt, daß sie einerseits leicht zu bedienen sind und andererseits vollkommene Sicherheit gegen die infolge verkehrter Zungenstellung möglichen Unglücksfälle bieten.

Die weitaus gebräuchlichste Weichenform ist

Eine Drehweiche mit besonderen Sicherungsvorrichtungen bringt die Abb. 252 nach der Ausführung von Kaiser & Co. *a* ist die um den Bolzen *f* schwingende Weichenzunge, *b* der Hauptstrang, *c* der in gerader Richtung weitergehende Abzweig (vgl. z. B. Abb. 191), *d* das an dem Hängeschuh *e* angebrachte Hebegelenk, durch das die Zunge von dem Hauptstrang *a* abgehoben wird. Soll die Zunge offen gehalten werden, so greift die Sperrklinke *h* in den mit der Zunge verbundenen Feststellhebel *g* ein. Wenn die Weiche von *c* nach *b* befahren wird, wird die Sperrung selbsttätig dadurch gelöst, daß der Wagenradflansch den Hebel *m* herunterdrückt. Für die beiden anderen Fahrtrichtungen wird die passende Einstellung durch die beiden Seilzüge *i* und *k* bewirkt.

Trotz ihrer vielfachen Verwendung — es ist unbedingt die weitaus gebräuchlichste Bauart — hat die Drehweiche den Nachteil, daß die Wagen auf der schrägen Spitze der Weichenzunge in die Höhe gedrückt werden müssen.

138. Die Klappweichen.

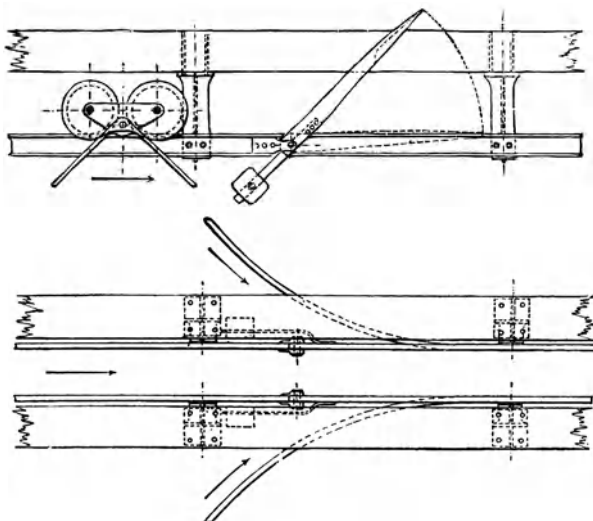


Abb. 253. Von rückwärts befahrene Klappweiche (Bleichert).

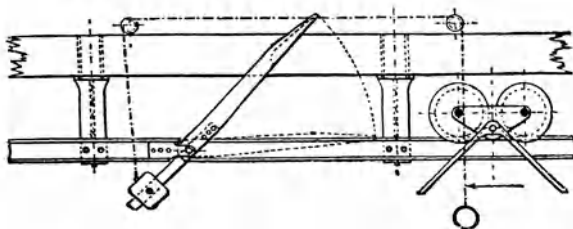


Abb. 254. Gegen die Spitze befahrene Klappweiche (Bleichert).

Er fällt weg bei den von A. Bleichert & Co. vorgeschlagenen Klappweichen nach Abb. 253, in der die Aufsicht von oben sowohl für die Rechts-, wie für die Linksweiche gezeichnet ist. Die Zunge schwingt hier in einer senkrechten Ebene und ist für gewöhnlich geöffnet, so daß sie beim Befahren des Nebenstranges in Ruhe bleibt. Wird der Wagen vom Hauptstrang herangeschoben, so drückt er von rückwärts kommend die Zunge von selbst herunter, die hinter ihm durch das Gegengewicht sofort wieder angehoben wird. Soll der Wagen in umgekehrter Richtung auf das Neben-

gleis übergehen, so schließt der Arbeiter die Zunge, während er den Wagen vorbeiführt, durch Ziehen an einer Kette (Abb. 254).

139. Die Hängebahngleiskreuzung mit Klappweichen.

Mit Hilfe dieser Klappweiche läßt sich auch die ganz selbsttätig wirkende Kreuzung zweier Schienenstränge ausbilden, ohne daß der Wagen herunterfallen kann. In dem Fall hat sie auch ein größeres Anwendungsgebiet gewonnen.

Werden beide Schienenstränge immer nur in einer Richtung befahren, so werden die Klappweichen derart angeordnet, daß der Wagen sie von rückwärts kommand auflegt. Wenn kein Wagen da ist, lassen sie die Durchfahrt auf dem kreuzenden Strang frei (Abb. 255).

Die Ausführung für die Durchfahrt nach jeder

Richtung, also auch gegen die „Weichenspitze“, zeigt die Abb. 256.

Der von rückwärts kom-

wende Wagen hebt die um den Zapfen *o* drehbare Winkeleisen-schiene *S* an, die vermittle der Hebelverbindung *m* die Klappweiche *K* niederdrückt. Für den Fall, daß der Wagen in der eingezeichneten Stellung von der anderen Seite herangeschoben wird, ist dort ein Anschlag *H* angebracht, der sich um den Bolzen *Z* dreht und vermittle des an dem Hebel *L* angreifenden abgefederten Schnurzuges die Weiche herunterschlägt. Der andere Strang enthält genau die gleiche Einrichtung; die Durchfahrt ist also jederzeit frei und der, gleichgültig von welcher Seite, herankommende Wagen schließt selbsttätig die

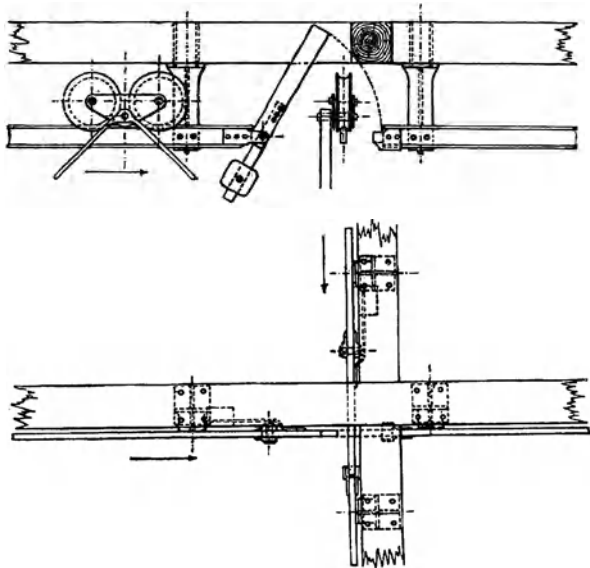


Abb. 255. Gleiskreuzung mit Klappweichen, von rückwärts befahren (Bleichert).

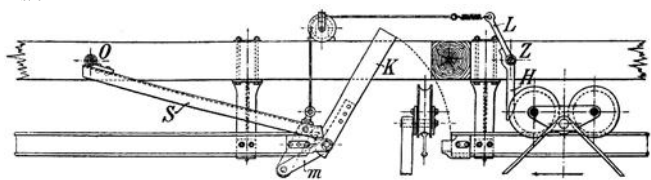


Abb. 256. Gleiskreuzung mit gegen die Spitze befahrenen Weichen (Bleichert).

Verbindung, die sich hinter ihm sofort wieder öffnet. Die Abb. 257 gibt noch ein Bild der praktischen Ausführung wieder.

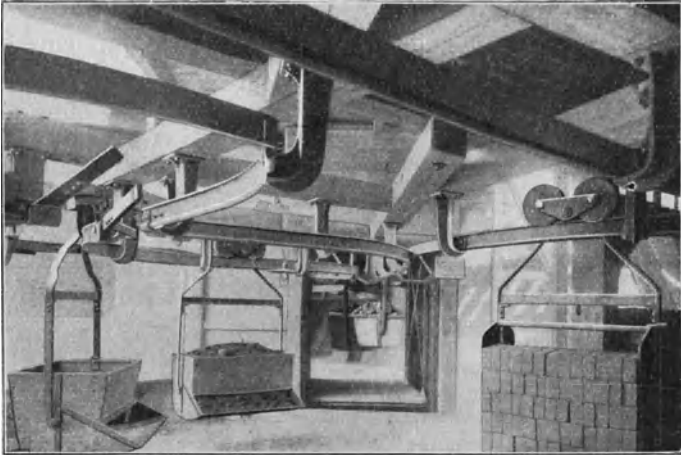


Abb. 257. Ansicht einer Gleiskreuzung (Bleichert).

140. Die Hängedrehscheiben.

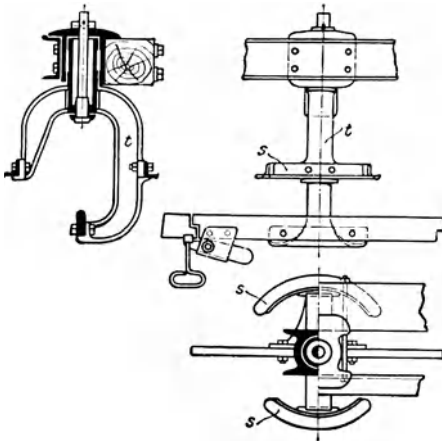


Abb. 258. Hängedrehscheibe (Pohlig).

Sie werden neuerdings bei rechtwinkligen Kreuzungen oft an Stelle der Weichen benutzt. Eine Ausführungsform stellt z. B. die Abb. 258 nach einer Pohlig'schen Zeichnung dar. An dem Drehscheibenträger *t* befindet sich ein kurzes Schienenstück, auf das der Wagen geschoben wird. Eine damit verbundene selbsttätige Einfallklinke sorgt dafür, daß sich die Drehscheibe nicht unter dem Wagen bewegt. Die am Schienenträger angebrachter Winkeleisenstücke *s* versperrt die Einfahrt auf dem unterbrochenen Schienenstrang.

141. Die Niederlaßvorrichtungen und Aufzüge.

Wenn es sich darum handelt, die Hängbahnschienen zweier verschiedener Stockwerke miteinander zu verbinden, so kann dies etwa nach Abb. 201 geschehen, falls genügend Länge zur Entwicklung der schiefen Ebene verfügbar ist. Gewöhnlich wird man jedoch senkrechte Aufzüge oder Niederlaßvorrichtungen einschalten müssen.

Am einfachsten vollzieht sich der Vorgang, wenn die beladenen Wagen in ein tieferes Stockwerk zu schaffen sind und die leeren wieder zurück. Die Niederlaßvorrichtung wird dann allein von dem Gewicht der Nutzlast betätigt, und es ist nur eine Bremsvorrichtung nötig, die ein zu schnelles Fahren verhindert, wozu natürlich die Schachtverschlüsse mit ihren Sicherheitsverriegelungen oben und unten treten.

Sollen die beladenen Wagen nach aufwärts geschafft werden, so ist ein von einer Wellenleitung aus vermittels Riemen oder gewöhnlich elektrisch angetriebener Aufzug der üblichen Bauart zu verwenden. Die Einleitung der Bewegung erfolgt von Hand, und die Verriegelung der Türen ist so eingerichtet, daß sie nur geöffnet werden können, wenn die Schalen in richtiger Höhe dahinterstehen. Eine solche Ausführung zeigt z. B. die Abb. 259 im Betriebe.

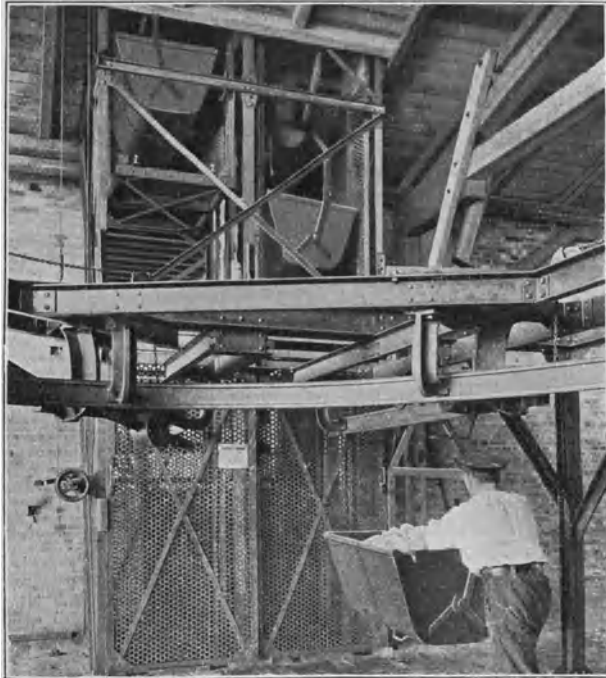


Abb. 259. Aufzug in einer Hängbahnanlage.

Gegen die Anordnung derartiger Aufzüge in von Hand betriebenen Hängbahnanlagen ist nichts einzuwenden, da die Steuerung des Aufzuges und das Öffnen bzw. Schließen der Türen von dem den Wagen hineinschiebenden Arbeiter einfach mit übernommen wird. Anders ist es jedoch in selbsttätig arbeitenden Anlagen, deren Wagen sich ohne Aufsicht entweder am Zugseil oder als Elektrohängbahnen bewegen. Dort erfordert der Aufzug gleich zwei Bedienungsleute, in jedem Stockwerk einen, deren Arbeitskraft nicht genügend ausgenutzt wird.

142. Der Schnekenaufzug.

Für den Fall hat man in Schraubenlinie steigende Hängbahnschienen vorgeschlagen, auf denen die Wagen von einer sich in der Mitte drehenden Spindel in die Höhe geschoben oder auch herunter-

gelassen werden. Eine der besten Anordnungen dieser Art von Tobias stellt die Abb. 260 nach der Patentzeichnung dar. Auf der Drehspindel sitzen oben und unten Querarme mit Rollen, über die je eine endlose Kette gelegt ist. Die Kette legt sich einfach gegen den in den Aufzug hineinfahrenden Wagenkasten und schiebt ihn nach aufwärts vor sich her, während sie, entsprechend der Steigung der Schienen, über die Endrollen läuft. Bei Abwärtsförderung legt sich die Kette mit ihrer Führung vor den Wagenkasten und wirkt so bremsend. Selbstverständlich ist eine Anhaltevorrichtung anzubringen, die den Wagen oben nur dann auf die Schraubenschienen laufen läßt, wenn die Haltekette mit ihrer Führung gerade davorsteht.

Die Bleichertsche Ausführung eines Schneckenauzuges, der in eine Elektrohängebahn eingeschaltet ist, gibt die Abb. 261 wieder.

Die Einrichtung hat sich nicht allgemeiner eingeführt, weil für jede Bewegung nach oben

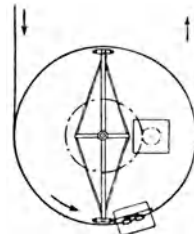
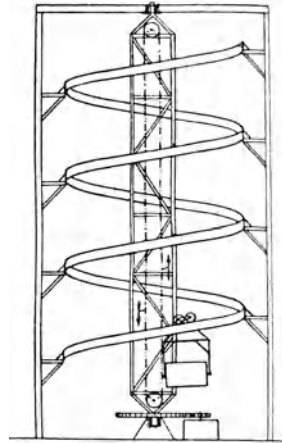


Abb. 260.
Selbst-
tätiger
Schnecken-
aufzug.

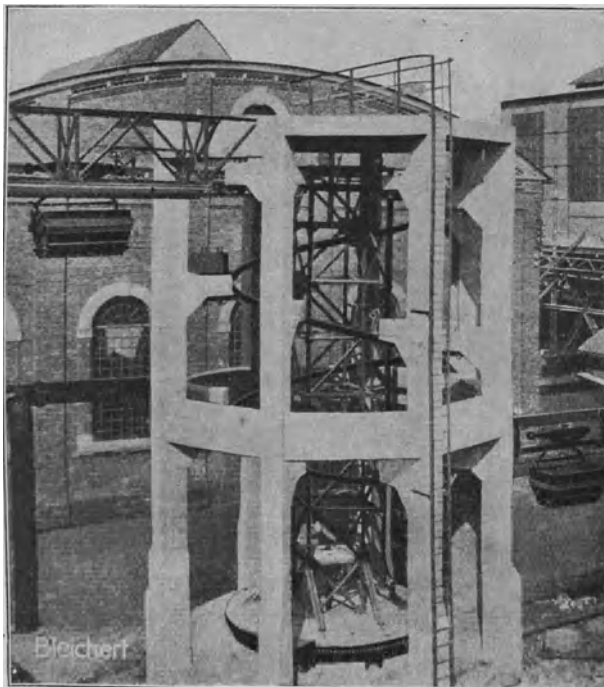


Abb. 261.
Schnecken-
aufzug.

und unten ein getrennter Apparat erforderlich ist, wenn die Sicherheitsvorrichtungen nicht sehr verwickelt werden sollen.

143. Der Paternosteraufzug.

Mehr Erfolg haben die Paternosterwerke gehabt, wovon die Abb. 262 eine Ausführung der J. Pohlig A.-G. für das Hochofenwerk in Dillingen wiedergibt. Die beiden Laschenketten mit ziemlich langen Gliedern laufen oben und unten über entsprechende Scheiben und tragen eine Anzahl kurzer Schienenstücke, auf die die Seilbahnwagen hier von Hand aufgeschoben werden. Es bietet aber nicht die geringsten Schwierigkeiten, Haltevorrichtungen vor dem Aufzug anzubringen, die den von selbst herankommenden Wagen nur dann auflaufen lassen, wenn sich eine Aufzugschiene in richtiger Stellung davor befindet. Die Einzelheiten der Kette zeigt die Abb. 263.

144. Die verfahrbare Kuppelvorrichtung.

In größeren Hängebahnanlagen mit Zugseilbetrieb soll die Be- oder auch Entladung häufig an wechselnder Stelle erfolgen, zu welchem Zweck die Wagen gerade an dem betreffenden Ort angehalten werden müssen. Es ist dann eine verfahrbare Kuppelvorrichtung anzuordnen, in der das Zugseil so geführt wird, daß der Wagen sich beim Einlaufen abkuppelt und kurz darauf nach der Beladung wieder angekuppelt wird.

Eine derartige Ausführung für den Oberseilapparat einer mit Gewichtswirkung arbeitenden Wagenkupplung zeigt z. B. die Abb. 264 nach einer Ausführung von Kaiser & Co.

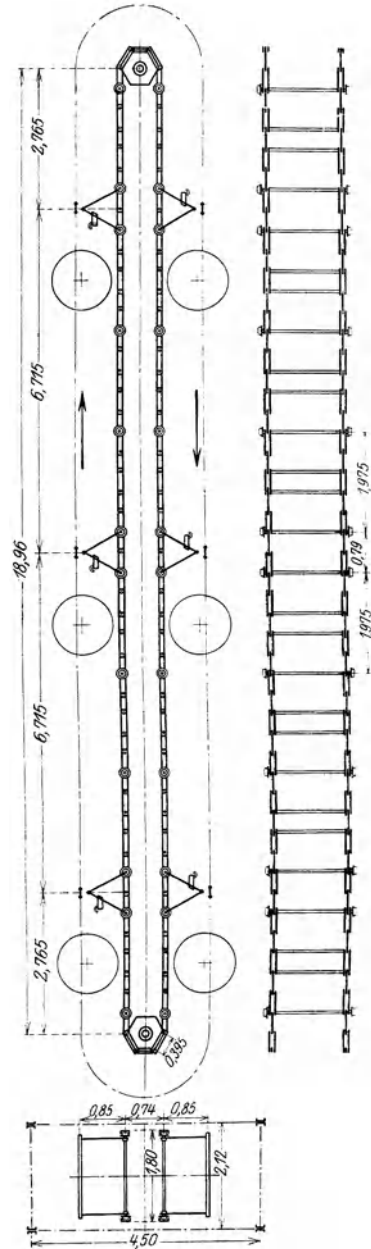


Abb. 262. Paternosterwerk in Dillingen (Pohlig).

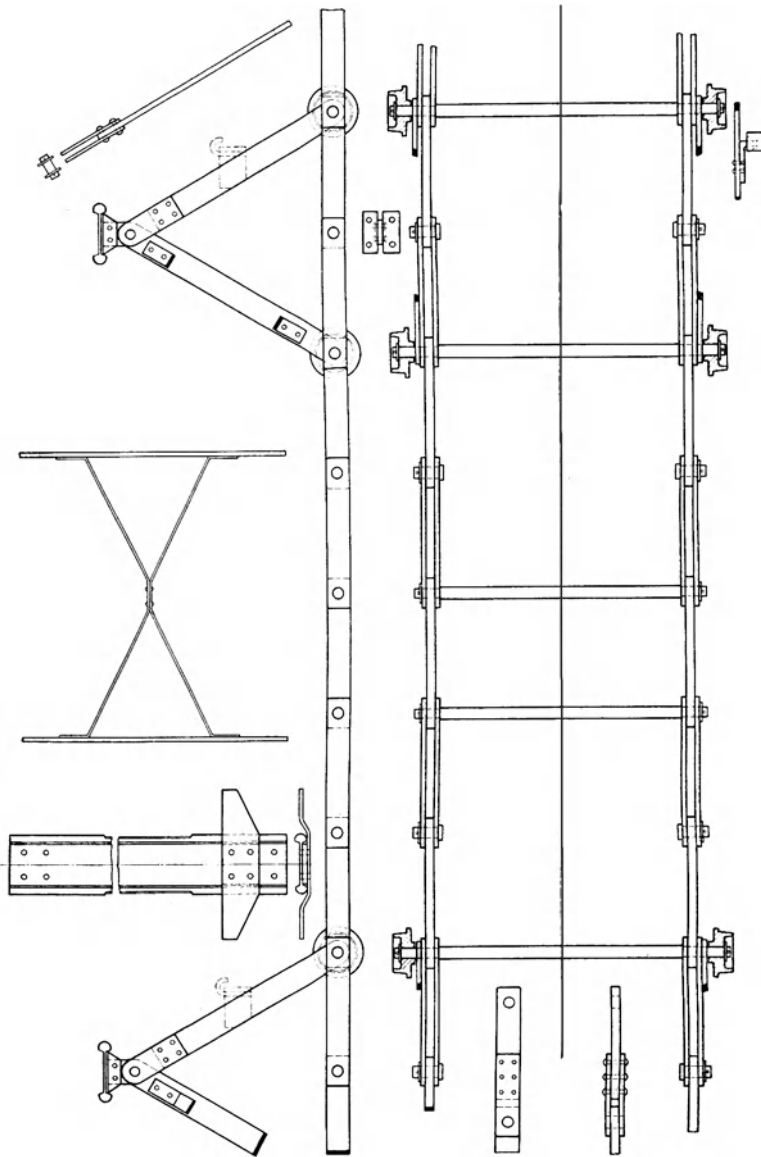


Abb. 263. Kette des Paternosterwerkes (Pohlig).

145. Der Wagenabstandregler.

Für einen gleichmäßigen Betrieb ist es, hauptsächlich bei Bremsseilbahnen, von wesentlicher Bedeutung, daß der vorgesehene Wagenabstand auch annähernd innegehalten wird. Das macht bei ziemlich dichter Wagenfolge keine Schwierigkeiten, denn die Verschiebearbeiter der End-

stationen gewöhnen sich dabei sehr schnell an das gleichmäßige Ablassen der Wagen im richtigen Abstände. Bei großen Wagenabständen, wie sie z. B. bei Holztransporten die Regel bilden, ist jedoch der vorübergehende Wagen häufig schon hinter einem Bergücken, mitunter auch im Nebel den Blicken entschwunden, so daß hier ein hörbares Signal zur Ankündigung der Abblauzeit erforderlich wird.

Es besteht vielfach aus einer von der Hauptwelle der Seilbahn aus durch einen Schnurtrieb bewegten Schraube, deren zweiteilige Mutter sich in einer Führung verschiebt, bis sie nach einer eingestellten Zahl von Umdrehungen von einem Keilstück auseinandergespreizt wird und dabei einen Klöppel anhebt. Eine von ihr beim Hingang zusammengespreizte Spannfeder schiebt dann die offene Mutter wieder zurück, wobei der fallende Klöppel das Glockenzeichen gibt. Am Anfang der Schraube wird die Mutter wieder geschlossen, wenn der Radflansch des Wagens einen Hebel niederdrückt. Hinter dem vorüberfahrenden Wagen hebt sich ein Sperrarm an, der erst beim Ertönen des Glockenzeichens wieder sinkt. Die äußere Ansicht einer Bleichertschen Vorrichtung der Art bringt die Abb. 265 bei.



Abb. 264. Verfahrbare Kuppelschienen (Kaiser & Co.).

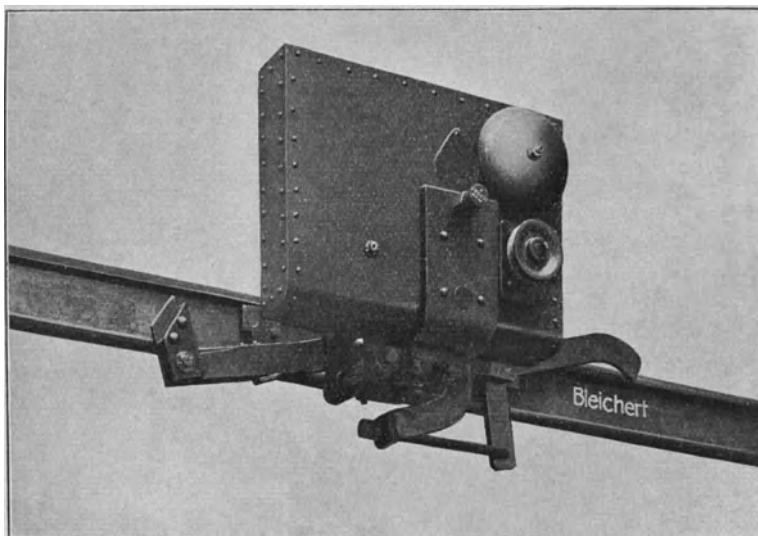


Abb. 265. Wagenabstandsregler.

146. Der Wagenzähler.

Bei Massengütern, deren Einzelwert gering ist, wie z. B. bei Kohle, Erz, Gestein u. dgl., genügt es häufig, die gelieferte Menge durch Zählung der in einer Schicht abgelassenen Wagen zu bestimmen. Natürlich darf der Apparat nicht etwa von Hand beliebig oft in Bewegung gesetzt werden können oder durch mehrfaches Hin- und Herschieben des Wagens an der Zählstelle, ferner soll er ungenügend gefüllte oder leere Wagen nicht mitzählen.

Die einfachste Ausführung besteht aus einem kurzen Schienenstück, das auf einem besonders geformten Hängebahnschuh federnd gelagert ist (Abb. 266). Mit der Schiene ist ein Zählapparat gewöhnlicher Bauart verbunden, der sich in einem verschlossenen Schranke befindet. Die Feder wird so gewählt, daß sie nur bei annähernder Vollfüllung des Wagens hinreichend nachgibt, um den Zähler vorwärts zu schalten. Damit nun jeder Wagen nur einmal über die Zählstelle ge-



Abb. 266. Zählapparat.

bracht werden kann, ist dahinter ein Sperrarm angeordnet, der sich nur nach einer Richtung drehen kann.

147. Die selbsttätige Wage.

Genauere Ergebnisse liefert natürlich eine selbsttätige Wage, wovon die Abb. 267 eine schematische Skizze nach Angaben von Carl Schenk wiedergibt. Die leeren Seilbahnwagen werden alle auf das gleiche Gewicht gebracht und dieses mit dem Gewicht des beweglichen Schienenstückes in der Wage selbst ausgeglichen, so daß stets nur die reinen Nettogewichte gewogen und durch einen Zählapparat addiert werden. Das kleinste Nettogewicht, das in dem betreffenden Betrieb vorkommt, wird durch Aufsetzen von Gewichten auf die in der Skizze oben angeordnete Schale ausgeglichen, so daß nur noch die jeweiligen Unterschiede der wirklichen Last gegen dieses Mindestgewicht durch Verschieben des Laufgewichtes bis zur wagenrechten Einstellung des Wagebalkens festzustellen sind.

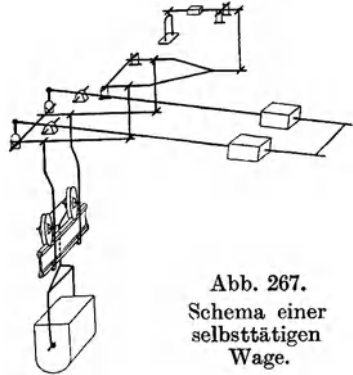


Abb. 267.
Schema einer selbsttätigen Wage.

Bei einzelnen Konstruktionen werden nun diese Gewichtsunterschiede vom Zählwerk unmittelbar addiert, und die Anzahl der abgewogenen Wagen wird durch einen zweiten Apparat gezählt. Bei den neueren Ausführungen wird jedoch sofort das Gesamtgewicht der Nettolasten addiert.

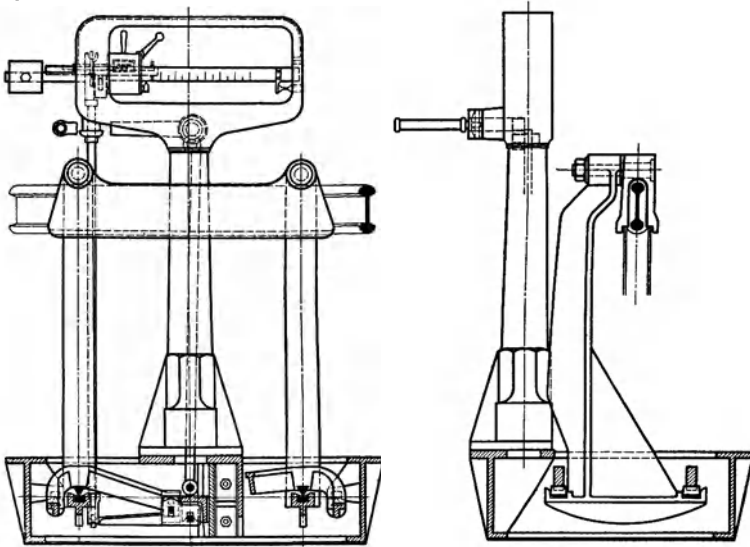


Abb. 268. Selbsttätige Wage (A. Spieß).

Vor und hinter der Wägeschiene werden Sicherheitsknaggen eingebaut, die verhüten, daß ein auf oder über die Wage geschobener Lastwagen noch einmal zurückfahren kann und so doppelt gewogen wird. Die Gesamtanordnung einer Wage von A. Spieß G. m. b. H. gibt die Abb. 268 wieder.

i) Die Schutzbrücken und Schutznetze.

148. Ihr Zweck und ihre vorteilhafte Bauweise.

Selbstverständlich wird nicht jeder von der Drahtseilbahn überschrittene Weg durch eine Schutzbrücke abgedeckt, denn wenig befahrene Feld- und Nebenwege haben den Schutz ebensowenig nötig wie die angrenzenden Äcker. Nur Straßen mit stärkerem Verkehr, der sich nicht von den Zwischenräumen zwischen zwei Drahtseilbahnwagen abhängig machen kann, werden überbrückt, ebenso natürlich alle Eisenbahnstrecken mit Ausnahme selten befahrener Anschlußgleise u. dgl., ferner unter der Drahtseilbahn gelegene Gehöfte oder von ihr in größerer Höhe überschrittene Fabrikhöfe, wenn häufig unter der Bahnstrecke gearbeitet werden muß.

Die gewöhnlichen Schutzbrücken und Schutznetze haben, worauf ausdrücklich hingewiesen sei, den Zweck, den Verkehr unterhalb der Seilbahn gegen etwa herabfallende Teile aus übertoll beladenen Wagen zu schützen. Ein Schutz gegen herabfallende Wagen wird in der Regel nicht beansprucht, weil er überflüssig ist, denn bei richtig gebauten und gut unterhaltenen Drahtseilbahnen werden die Wagen, wegen der tiefen Auskehlung der Laufwerksräder, überhaupt nicht entgleisen. Allerdings muß bemerkt werden, daß bei der Kreuzung von Eisenbahnlinien bisweilen auch diese Forderung des Schutzes gegen herabfallende Wagen gestellt wird.

Im allgemeinen können deshalb die Schutzbauten leicht gehalten werden, und zwar um so leichter, je näher sich die Schutzflächen den Tragseilen befinden, weil dann die Aufschlaggeschwindigkeit etwa herausfallender Körper nur klein ist. Das muß sogar geschehen, weil es hier nicht darauf ankommt, daß jeder Teil der Konstruktion möglichst starr und widerstandsfähig ist, sondern vielmehr so ausgebildet sein soll, daß seine elastische Federung einen möglichst großen Anteil des Arbeitsvermögens des fallenden Körpers aufnimmt. Natürlich müssen Holzbelag und Tragbalken so stark sein, daß sie die etwaige betriebsmäßige Belastung durch die Seil- und Wagengewichte, das Eigengewicht, Schneedruck oder Windkraft bzw. Arbeiter mit ihren Werkzeugen ohne unzulässige Durchbiegungen aushalten. Dagegen kann der herabfallende Körper eine weitgehende Formänderung hervorrufen, die aber selbstverständlich nicht zum Bruch führen darf. Diesen Bedingungen entspricht eine ziemlich große freie Länge der betreffenden Träger.

149. Die Breite der Schutzbrücken.

Sie richtet sich in erheblichem Maße nach den örtlichen Verhältnissen. Wenn die Seilbahn die betreffende Straße ungefähr rechtwinklig



Abb. 269. Hölzerne freie Schutzbrücke (Pohlig).

kreuzt, genügt gewöhnlich eine Breite von 4 bis 4,2 m. Bisweilen kommt es jedoch vor, daß Straße und Seilbahn nur einen ganz kleinen Winkel miteinander bilden, was bei Straßen von nur 4,5 m Breite Schutzbrücken oder ähnliche Bauten bis zu 35 m Länge erfordern kann.

150. Die einfachen Schutzbrücken.

Befindet sich der zu überbrückende Weg ziemlich weit unterhalb der Tragseile der Drahtseilbahn, so wird die Ausführung besonders einfach, wie die Abb. 269 nach einem Pohligschen Bau darstellt. Derartige Brücken werden meistens in Holz errichtet. Im vorliegenden Fall, wo die Spannweite über einer Straße I. Klasse ziemlich

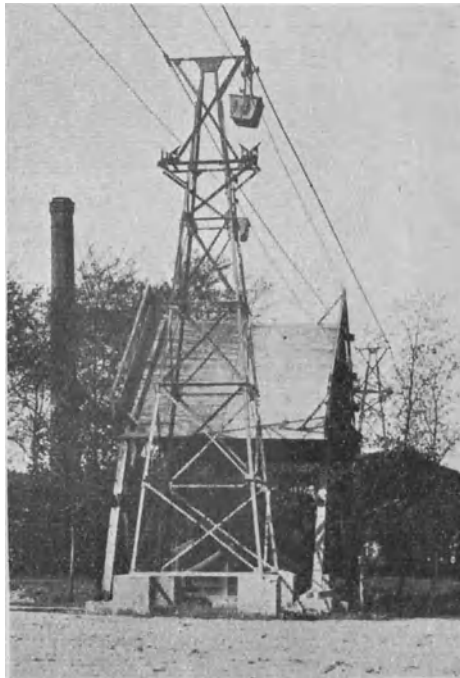


Abb. 270. Dachförmige Schutzbrücke aus Holz (Carstens & Fabian).

groß ist, besteht der Bau aus zwei vereinigten Hänge- und Sprengwerken. Um das Abrollen irgendeines auf die Brücke gestürzten Stückes zu verhüten, erhält sie seitlich hinreichend hohe Bretterwände.

Bei weniger breiten Straßen wird das Dach oft mit starker Neigung nach beiden Straßenseiten ausgeführt, weil die schrägen Flächen, selbst

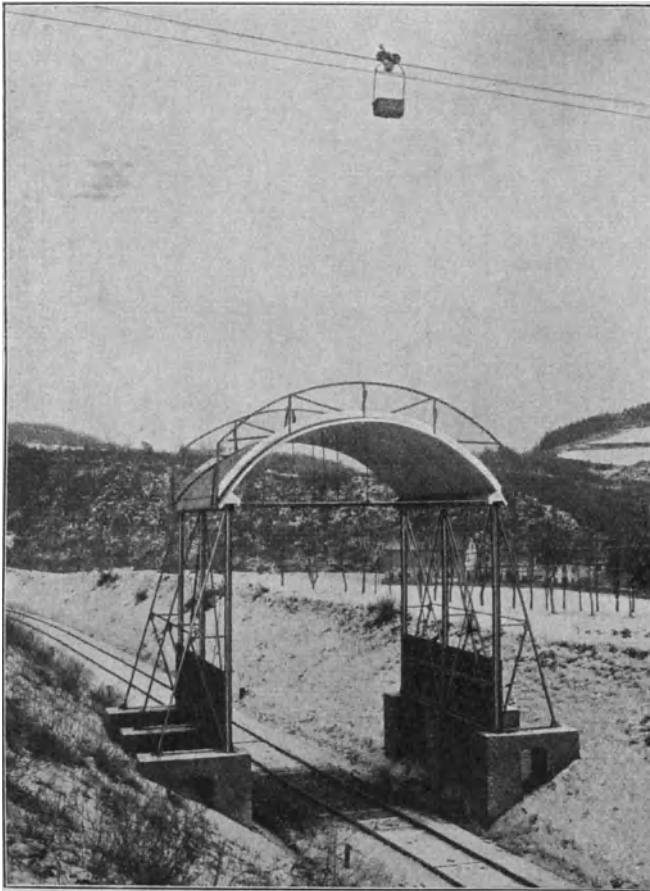


Abb. 271. Eiserne Schutzbrücke von kleiner Spannweite (Pohlig).

bei leichtestem Bau, auch von recht schweren, etwa herabfallenden Stücken nicht durchschlagen werden. Die Abb. 270 bringt eine solche Ausführung von Carstens & Fabian bei.

Oft genügt bei geringer Spannweite ein leichtes Schutzgerüst aus bombiertem Wellblech (Abb. 271).

151. Die Schutzbrücken mit Seilbahnstützen.

In sehr vielen Fällen liegen die Tragseile der Seilbahn so tief, daß die Brücke mit einer Stütze vereinigt werden kann oder auch muß. Eine einfache Ausführung der Art in Holzkonstruktion gibt die Abb. 272 nach einer Zeichnung von Th. Otto & Comp. wieder. Hier ist zum Schutz gegen das Abrollen einzelner Stücke eine seitliche Bretterverschalung angeordnet. Freilich ist zu bemängeln, daß die Balkenlage viel zu dicht und schwer angeordnet ist, um genügende Elastizität zu haben (vgl. Absatz 156).

Einen größeren Bleichertschen Bau, der der gestellten Forderung gut entspricht, zeigt die Abb. 273. Die Tragkonstruktion ist ein doppeltes Hängewerk. Wie vielfach bei Brücken von größerer Spannweite sind die Tragseile an beiden Enden der die Straßeschiefwinklig kreuzenden Brücke in gewöhnlicher Weise gelagert.

Oft führt man bei größeren Spannweiten der Brücken die Hauptträger als Parallelträger aus, was z. B. die Abb. 274 nach einer Ausführung von Kaiser & Co. darstellt.

Werden die Stützen der Drahtseilbahn in Eisen ausgeführt, so errichtet man auch meist eiserne Schutzbrücken. Eine derartige Normal-

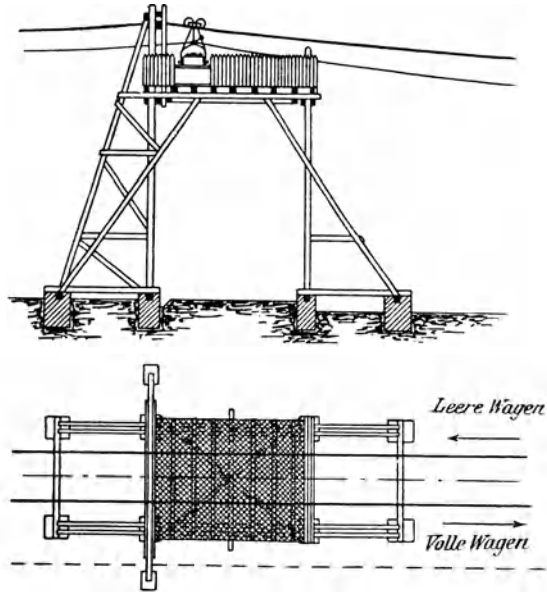


Abb. 272. Hölzerne Schutzbrücke mit Stütze.

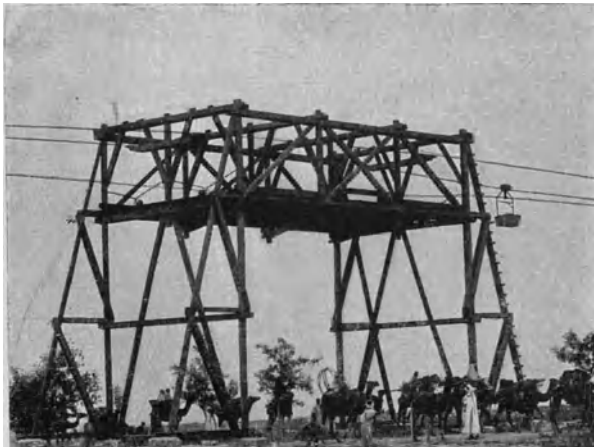


Abb. 273. Hölzerne Schutzbrücke mit beiderseitiger Tragseilunterstützung (Bleichert).

ausführung Bleichertscher Bauart mit doppeltem Bohlenbelag und Unterstützung der Tragseile an jedem Brückenende ist z. B. in Abb. 275 dargestellt. Man erkennt daraus noch, daß die Drahtseilbahn die Feldarbeit nicht behindert.

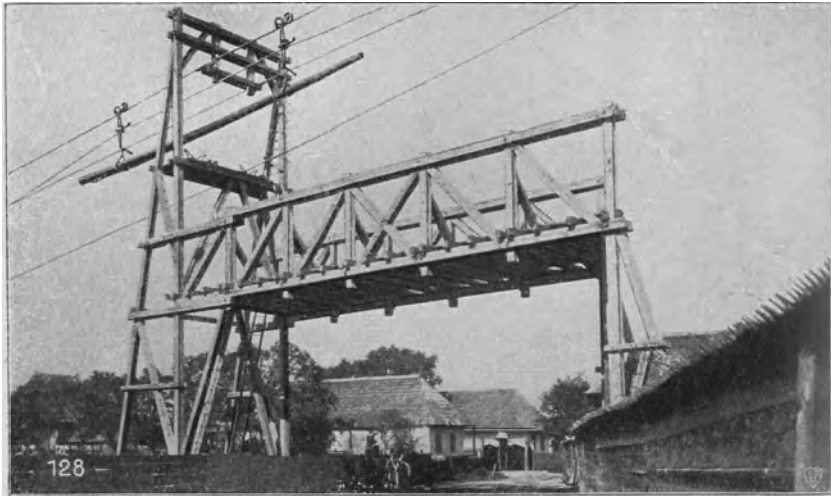


Abb. 274. Hölzerne Schutzbrücke mit Stütze (Kaiser & Co.).

Eine entsprechende Ausführung mit nach außen weit übergreifendem Schutzdach, deren Tragseilunterstützung wegen der besonders schweren Lasten, die darüber hinweggehen, stark versteift worden ist, zeigt die Abb. 276. Im Gegensatz zu den anderen Abbildungen fehlen hier die



Abb. 275. Eiserne Schutzbrücke (Bleichert).

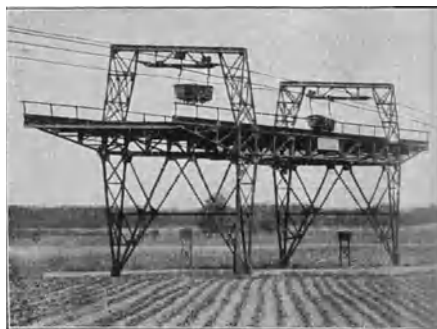


Abb. 276. Eiserne Schutzbrücke mit Kragdach (Bleichert).

Zugseiltragrollen, da bei der dichten Wagenfolge der Bahn nicht zu erwarten ist, daß das Zugseil zum Aufliegen kommt.

Gelegentlich kommen natürlich auch ganz aus dem üblichen Rahmen herausfallende Bauarten vor, wie z. B. im Fall der Abb. 277. Hier ist

von der Seilbahn-Gesellschaft die Schutzbrücke über eine Straße von 12 m Breite in glücklicher Weise mit einer Stütze von 24 m Höhe vereinigt worden.

Eine andere Ausführung für eine stark ansteigende Haldenseilbahn zeigt die Abb. 278. Bei diesem Bau der Allgemeinen Transportanlagen - Gesellschaft liegt sogar die Schutztafel in der Neigung der Bahn.

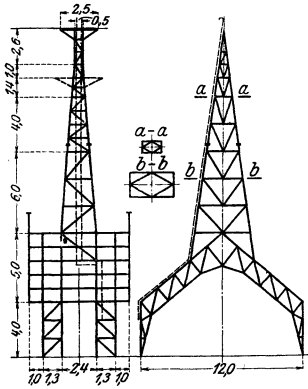


Abb. 277. Eiserne Schutzbrücke mit Mittelstütze.

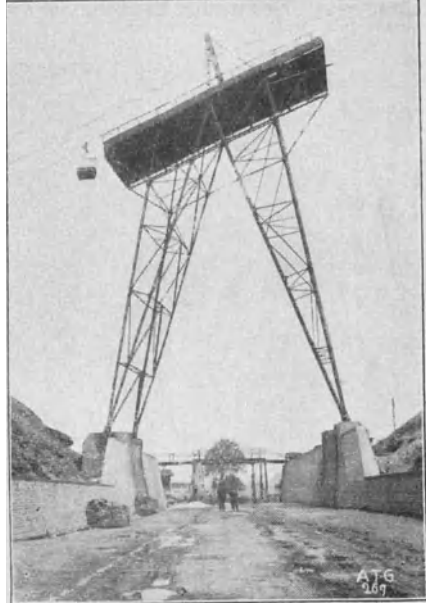


Abb. 278. Eiserne Schutzbrücke mit Trageisilunterstützung (ATG.).

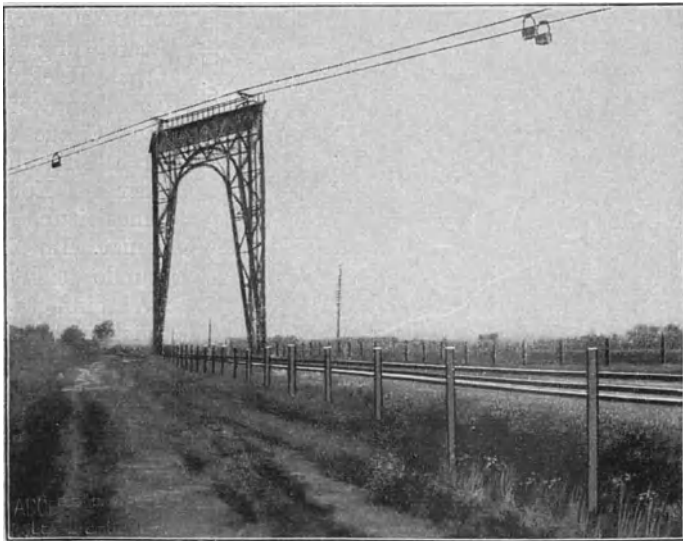


Abb. 279. Hohe Schutzbrücke über einer Eisenbahnlinie (Bleichert).

Sehr hohe und deswegen gar nicht mehr so leichte Bauten ergeben sich, wenn die Tragseile der Bahn hoch über der betreffenden Straße oder Eisenbahn liegen und nun gefordert wird, daß die Schutzbrücke auch beim etwaigen Herabfallen ganzer

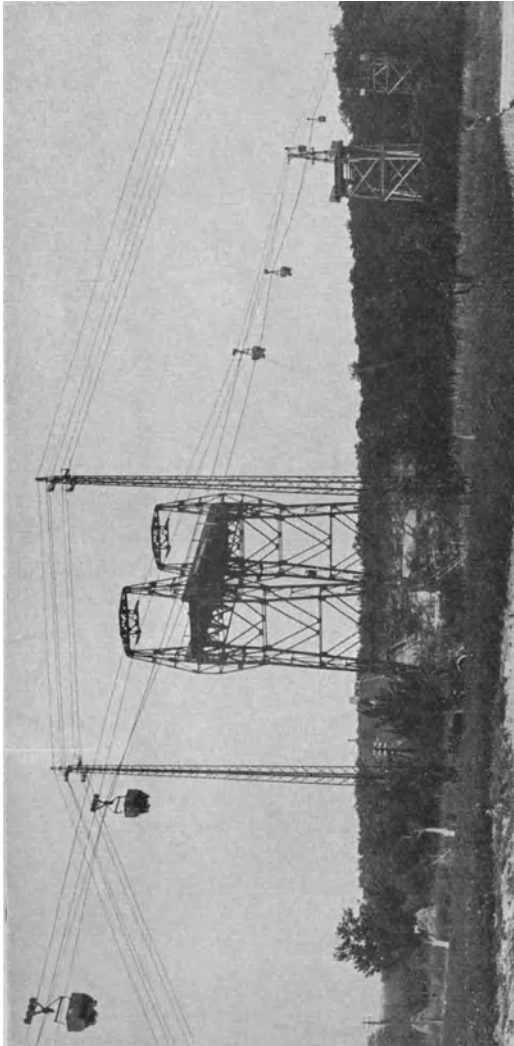


Abb. 280. Hohe Schutzbrücke über einer Straße (Heckel).

Wagen hinreichende Sicherheit bietet. Da das Längsprofil der Seilbahn wohl immer gestattet oder gar verlangt, daß an der fraglichen Stelle eine Stütze steht, so führt man dann die Schutzbrücke im Interesse der Leichtigkeit des ganzen Baues bis oben hinauf. Man kommt so zu Ausführungen, wie sie z. B. die Abb. 279 nach einer von Bleichert in Belgien erbauten Anordnung wiedergibt.

Einen entsprechenden Übergang über eine Straße 1. Ordnung zeigt die Abb. 280 nach einer Ausführung von Ernst Heckel. An derselben Stelle werden Chaussee und Drahtseilbahn von einer Hochspannungsleitung gekreuzt. Im Hintergrunde sieht man zwei einfache Holzbrücken über Straßen von geringerer Bedeutung.

152. Die Hängebrücken.

Bei besonders großen Längen ist bisweilen die Hängebrücke sehr vorteilhaft, die mit den Seilbahnstützen vereinigt wird, wie Abb. 281 nach einer Ausführung von A. W. Mackensen zeigt. Die Tragkabel

der Brücke, die vermittels kurzer Auflageschuhe auf dem oberen Querbalken der Stützen aufliegen, werden an entsprechend schweren Fundamentblöcken aus Beton verankert.

Einen ähnlichen Bau in Verbindung mit der an der Eisenbahn gelegenen Endstation gibt die Abb. 282 nach einer Zeichnung von Th. Otto & Comp. wieder.

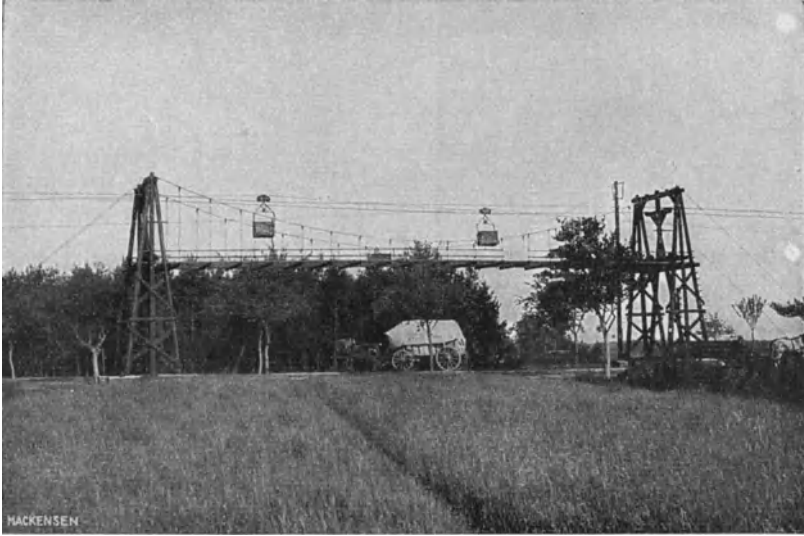


Abb. 281. ' Hängebrücke.

Eine auffällig leichte Hängebrücke, deren Schutztafel nur aus einem Drahtnetz besteht, veranschaulicht die Abb. 283. Sie ist besonders dadurch bemerkenswert, daß der Zug der Schutztafel unmittelbar von deren anschließenden Eisenkonstruktionen aufgenommen wird und die Trageile nur auf der einen Seite in Fundamenten verankert sind.

153. Die Schutzbrücken mit Hängebahnschienen.

Bei größerer Ausdehnung des zu schützenden Gebietes, z. B. beim Übergang über Fabrikhöfe oder andere Baulichkeiten, ist die Schutzbrücke im allgemeinen nicht geeignet. Wenn man sie schon ausführt, so besteht die Fahrbahn nicht mehr aus Seilen, sondern, um die ganze Anlage so niedrig wie möglich zu bauen, aus Hängebahnschienen. Gewöhnlich erhält der Bau dann noch einige schmale Zwischenunterstützungen. Eine derartige Ausführung von Carstens & Fabian zeigt z. B. die Abb. 284.

Eine entsprechende, 90 m lange, von J. Pohlig A.-G. gebaute Schutzbrücke über mehrere Eisenbahngleise, bei der die Trageile neben den Hängebahnschienen durchlaufen, bringt die Abb. 285 bei.

und Garten überspannt, stellt die Abb. 286 dar. Eine ähnliche Ausführung, bei der die Hauptstütze zur Aufnahme des seitlichen Winddruckes noch durch Zuganker gehalten wird, gibt die Abb. 287 nach einem Pohlighschen Bau wieder. Ein auf Holzstützen lagerndes Schutznetz mit drei nebeneinander verlegten Tragseilen, zum Schutz einer Straße I. Klasse, zeigt die Abb. 288 nach einer Zeichnung von Th. Otto & Comp.

Da die einzelnen Abteilungen des Schutznetzes schon für sich eine Mulde bilden, wie die Abb. 288 andeutet, und die einzelnen Maschen des Netzes dem Rollen etwa aufgefallener Stücke ziemlich erheblichen Widerstand bieten, so ist im allgemeinen ein seitlicher Schutz gegen herabrollende Stücke nicht nötig. Er wird jedoch oft, besonders von J. Pohlig A.-G., vorgenommen, wie die Abb. 287, 289, 290 ergeben. Das Drahtnetz ruht auf entsprechend aufgebogenen Winkel-eisenträgern, die hier von vier parallel ausgespannten Spiralseilen getragen werden.

Bei der von J. Pohlig A.-G. auf dem Bahnhof Köln-Gereon erbauten Drahtseilbahn

wurde an einer Stelle, wo die Personenzuggleise gekreuzt werden, eine vollkommen dichte Abdeckung mit Wellblech vorgeschrieben. Außer-

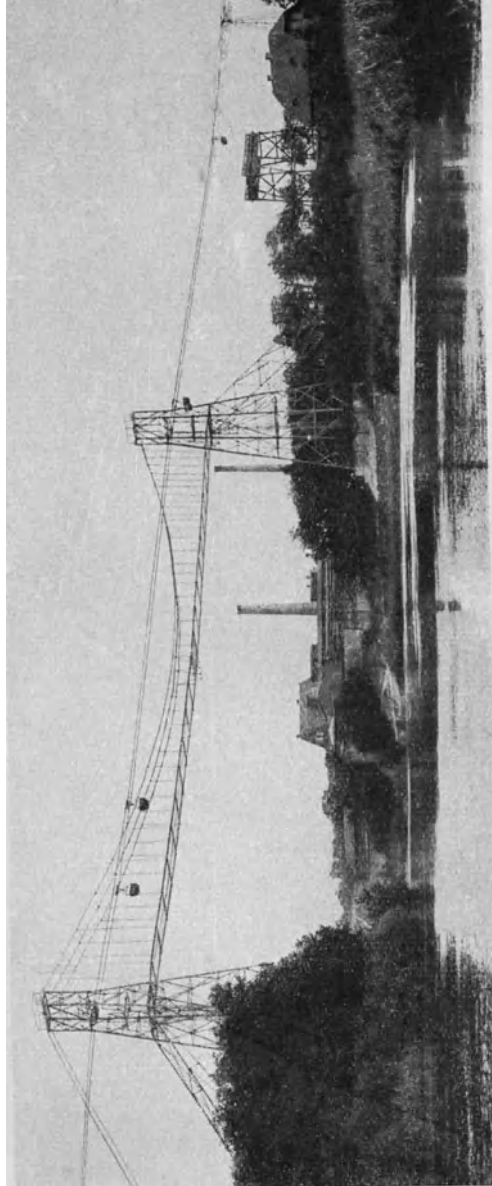


Abb. 283. Hängebrücke über die Saale (Heckel).
Spannweite 110 m, Netzhöhe 25 m, Netzbreite 5,5 m, Stützenhöhe 39 m.

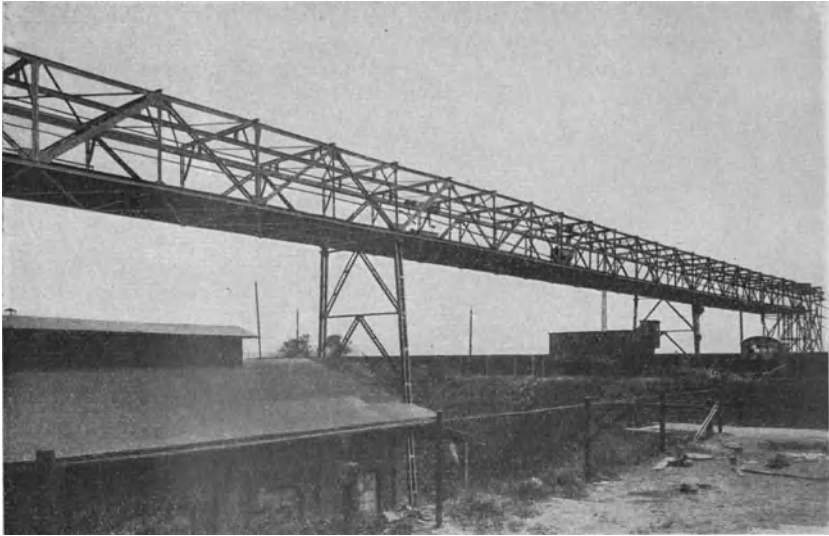


Abb. 284. Lange Schutzbrücke mit Hängebahngleisen (Carstens & Fabian).

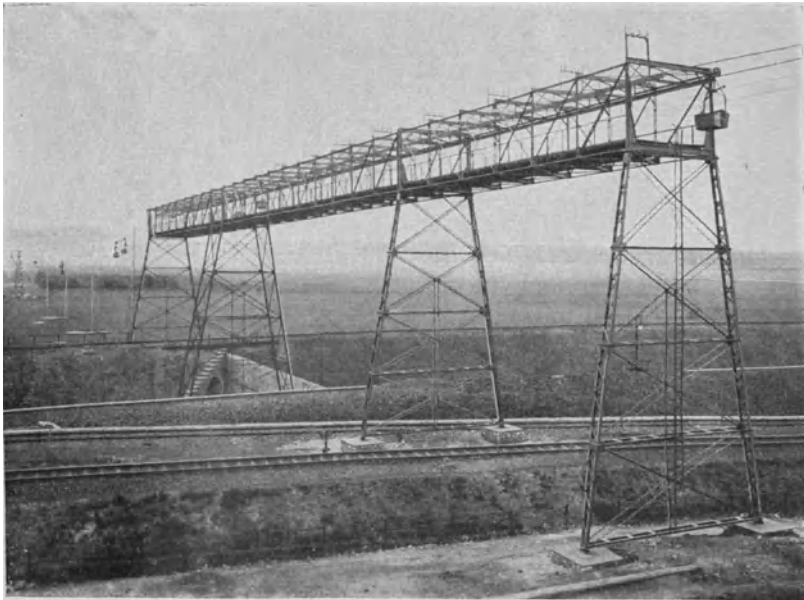


Abb. 285. Schutzbrücke mit Hängebahngleisen (Pohlig).

dem mußten die Stützen für die Seilbahn und das Netz sich dem verfügbaren, oft sehr knappen Raum anpassen, so daß die Ausführung entstand, von der das Schaubild 289 einen Überblick gibt. Einige Einzelheiten des Baues enthält die Abb. 290 in technischer Darstellung.

Eine eigenartige Ausführung ist auch die von A. Pohlig A.-G. für das Stahlwerk Hoesch in Dortmund errichtete gemäß Abb. 291, wo das Schutznetz in der Mitte noch einen Laufsteg besitzt, der von den Arbeitern nicht nur zur Begehung der Strecke, sondern auch für den Verkehr von einer Station zur anderen benutzt wird.

Während die meisten Schutznetze an den zugehörigen Drahtseilbahnstützen angebracht werden, indem man nötigenfalls bei weit auseinanderstehenden Stützen den Teil, der nicht zu schützen ist, ungedeckt läßt, bringt die Abb. 292 ein für sich errichtetes Netz nach einer Zeichnung der Seilbahn-Gesellschaft bei. Es ist beiderseits auf eisernen

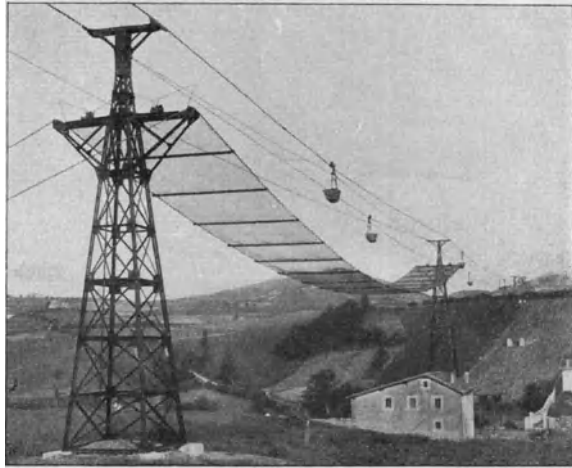


Abb. 286. Schutznetz über einem Gehöft (Bleichert).

Pendelstützen gelagert, und die vier Spiralseile, die es tragen, sind in kräftigen Betonfundamenten verankert, deren eines noch in ganz eigenartiger Weise gestützt wird.

155. Die Berechnung der Schutznetze.

Da gewöhnlich die erforderliche Höhe zur Verfügung steht, so wählt man den Durchhang der Schutznetze in der Mitte zu etwa 5 bis 6 vH der Spannweite.

Als Belastung ist natürlich das Eigengewicht in Rechnung zu stellen. Dazu kommt meistens eine Schneelast, die nicht mit dem vollen Betrag der sonst bei Bauten vorgeschriebenen angesetzt wird; sondern da ein Teil des Schnees durch die Maschen fällt, so genügt gewöhnlich, je nach der Höhenlage des betreffenden Ortes, die Annahme von 50 bzw. 75 kg/m^2 . Oft kann man die Schneelast ganz außer acht lassen und rechnet nur mit einer Rauhrefbelastung, die nach den praktisch erprobten Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker bei einer Draht- bzw. Seilstärke von d cm zu

$$q' = 0,5 \cdot d + 0,19 \text{ kg/m}$$

anzusetzen ist.

Zu berücksichtigen ist noch die Spannungserhöhung in den Tragseilen, die durch die Verringerung des Durchhanges infolge der Zu-

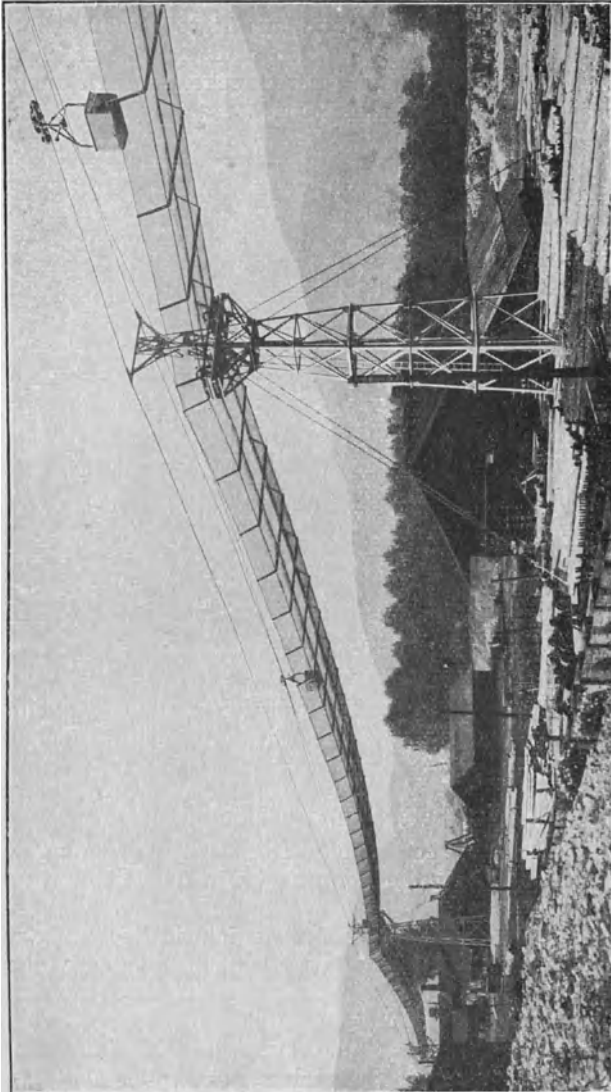


Abb. 287. Mehrteiliges Schutznetz mit Seitenschutz.

sammenziehung des Stahlmaterials bei einer Temperaturerniedrigung von etwa 20 bis 35° C je nach dem Ort der Aufstellung eintritt.

Bezeichnet

l die auf der geraden Verbindungslinie gemessene Länge der Schutznetztragseile zwischen den beiden Stützen in m,

f den Durchhang bei der Verlegung in der Mitte des Schutznetzes in m,

q die Gesamtbelastung eines Tragseiles in kg/m,

t den Temperaturunterschied in °C,

$\alpha = \frac{0,01123}{1000}$ die Ausdehnungsziffer des Stahlmaterials,

H die parallel zu l wirkende Seilspannkraft bei der Verlegung in kg,

H_t die entsprechende Seilspannkraft nach der Temperaturerniedrigung um t° ,

so gilt, wenn die Seile in den Auflagerschuhen festgeklemmt sind,

$$\frac{H_t}{H} = \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha^2 \cdot t^2 \cdot \left(\frac{4,9 \cdot H}{q \cdot l}\right)^2}}$$

bzw.

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{3}{8} \cdot \alpha \cdot t \cdot \left(\frac{l}{f}\right)^2}}$$

Da die Höchstbelastung nur gelegentlich einmal vorkommt, so kann man die Sicherheit gegen Bruch zu der im Hochbau in solchen Fällen üblichen 2,5fachen ansetzen.

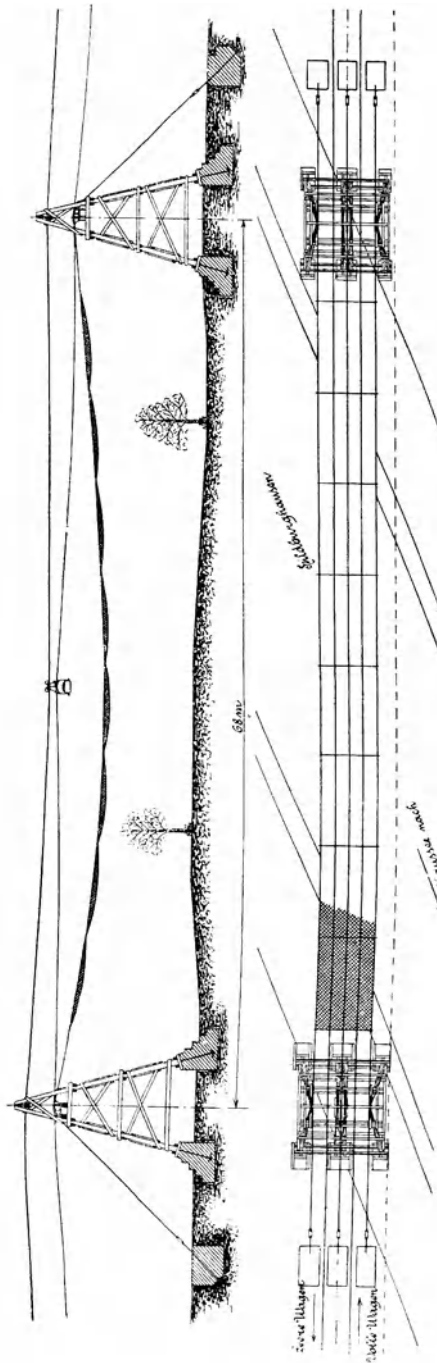


Abb. 288. Schutznetz über einer Straße.

156. Die Berechnung von Schutzbrücken.

Das gleiche gilt für die Schutzbrücken, besonders wenn verlangt wird, daß sie für den Absturz eines Wagens berechnet werden. Als fallender Körper ist dann nur der Wagenkasten mit Inhalt anzusetzen, denn das Gehänge und Laufwerk sind nach einem bekannten Grundsatz der Mechanik im Augenblick des Fallens lose und spannungslos mit dem Kasten verbunden, so daß sie frei weiterfallen, wenn der Wagenkasten bereits aufgehalten wird, und erst dann mit ihrem Gewicht entsprechend geringerer Wucht aufschlagen, wenn der bei weitem größere Stoß des Kastens schon beendet ist.

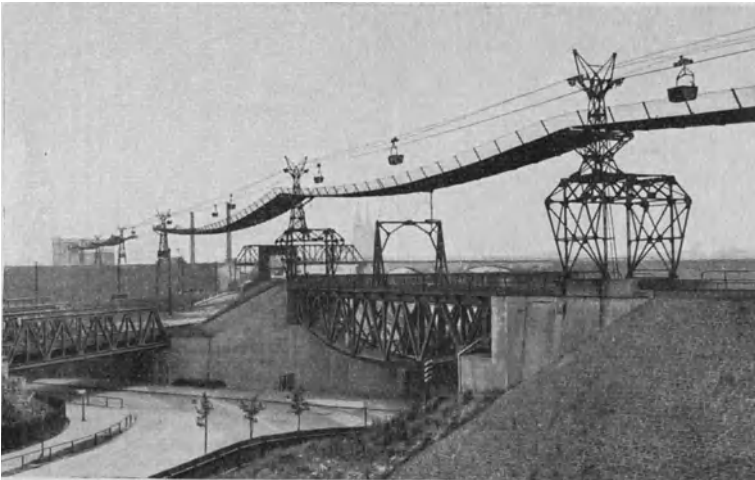


Abb. 289. Schutznetz auf dem Bahnhof Köln-Gereon (Pohlig).

Bezeichnet

G_1 das Gewicht des Kastens und seiner Füllung in kg,

G_2 das Gewicht des getroffenen Gliedes der Tragkonstruktion in kg,

s die freie Fallhöhe des Kastens in cm,

f die Durchbiegung des getroffenen Trägers unter der auf fallenden Last in cm,

η den Wirkungsgrad des Stoßes,

so ist die auf die Tragkonstruktion übertragene Fallarbeit in cmkg

$$A = G_1 \cdot (s \cdot \eta + f)$$

und hierin ist bekanntlich

$$\eta = 1 - \frac{G_2}{G_1 + G_2},$$

wenn der Stoß als unelastisch aufgefaßt wird. Das trifft hier zu, denn das lose Fördergut im Kasten wird unelastisch zusammengerüttelt,

außerdem treten örtliche Verbiegungen und Eindrücke sowohl am Kasten, als auch an dem Bohlenbelag der Brücke auf, so daß ein nennenswerter Rückprall nicht stattfindet. Auch wenn eine geringe Elastizität des Stoßes vorausgesetzt wird, ändert sich das Ergebnis innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Rechnung gar nicht.

Es ist nun die Frage, was als Gewicht der getroffenen Konstruktion anzusetzen ist. Wenn der betreffende Teil unter dem Stoß gleichmäßig vorwärts getrieben würde, wäre natürlich das ganze Gewicht zu rechnen. Nun liegt der Träger aber gewöhnlich an beiden Enden frei auf und wird dazwischen von der fallenden Last getroffen. Seine Biegelinie kann vorläufig, wie alle nicht zu stark gewölbten Bogen, ohne merklichen Fehler als gewöhnliche Parabel angesehen werden, und die durchschnittliche Verbiegung ist demnach $\frac{2}{3} f$. Entsprechend ist also das Gewicht der vom Stoß bewegten Masse zu $\frac{2}{3} G_2$ anzusetzen. Der anderweitig angegebene¹⁾ Faktor $\frac{1}{2}$ ist unzutreffend, da er eine geradlinig begrenzte, dreieckförmige Biegelinie voraussetzt.

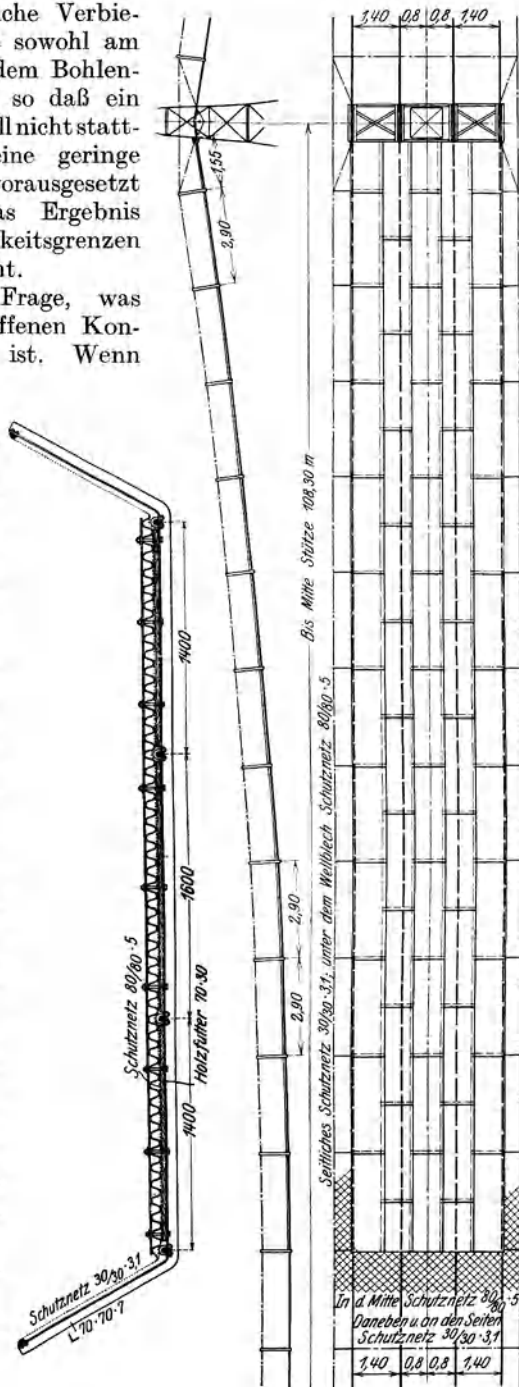


Abb. 290. Einzelheiten des Schutznetzes mit Wellblechabdeckung (Pohlzig).

¹⁾ Müller: Z. d. B. 1913.

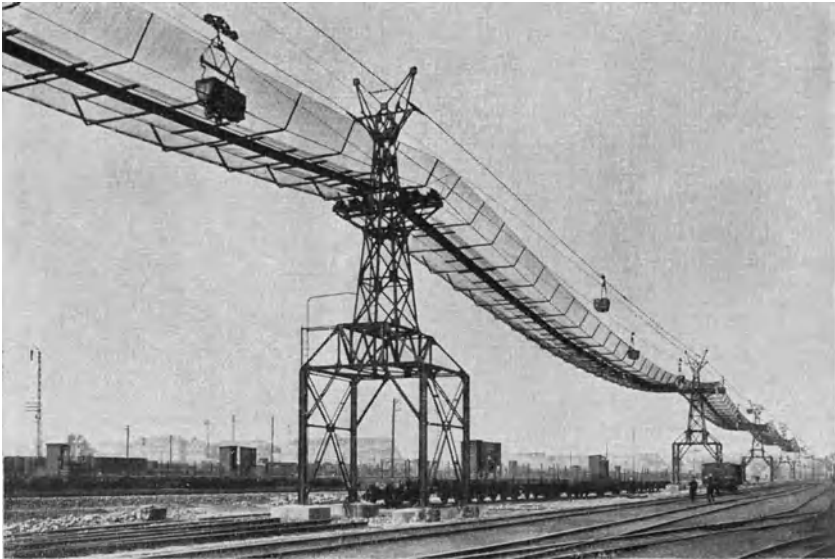


Abb. 291. Schutznetz mit Laufsteg (Pohlig).

Damit wird schließlich die Fallarbeit

$$A = \left(\frac{G_1 \cdot s}{G_1 + \frac{2}{3} G_2} + f \right) \cdot G_1.$$

Ihr muß die Biegearbeit des getroffenen Trägers entsprechen:

$$A = \frac{1}{2} \cdot P \cdot f,$$

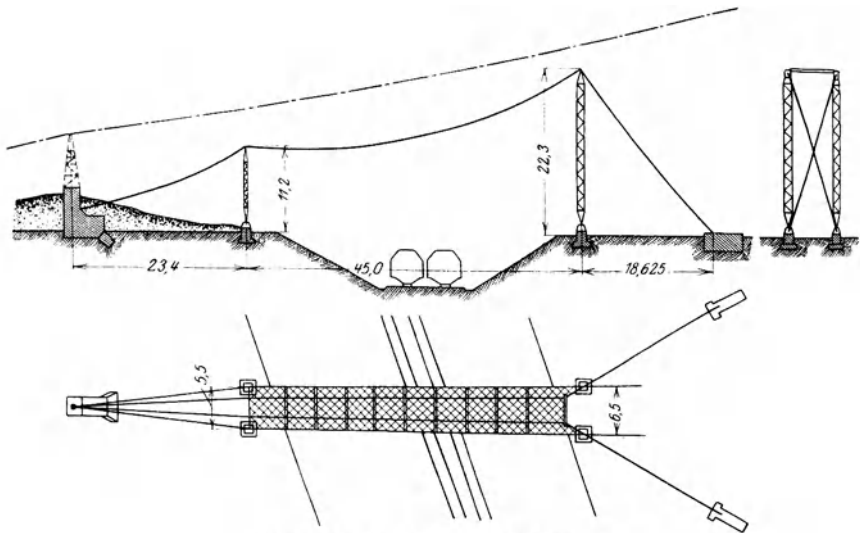


Abb. 292. Freistehendes Schutznetz.

worin P die am Ende der Durchbiegung vom Träger ausgeübte Gegenkraft ist, die sich stets ganz erheblich größer ergibt als das Gewicht G_1 , da ja $\frac{1}{2} f < f + s \cdot \eta$ ist.

Setzt man demnach an $P = n \cdot G_1$, so wird die Durchbiegung f , wenn die auffallende Last die Länge l zwischen den beiden Auflagern in die Abschnitte a_1 und a_2 teilt, bekanntlich

$$f = \frac{n G_1}{3} \cdot \frac{1}{E \cdot J} \cdot \frac{a_1^2 \cdot a_2^2}{l} = n \cdot f_0,$$

worin f_0 die durch die statisch wirkende Belastung G_1 hervorgerufene Durchbiegung an der betreffenden Stelle darstellt.

Durch Gleichsetzen der beiden Ausdrücke für A erhält man hiermit

$$G_1 \cdot (s \cdot \eta + n \cdot f_0) = \frac{1}{2} \cdot n^2 \cdot G_1 \cdot f_0,$$

also

$$n = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \eta \cdot s}{f_0}}$$

als sogenannten dynamischen Faktor¹⁾. Er gilt jedoch nur so lange genau, als die Beanspruchung unterhalb der Proportionalitätsgrenze des Materials bleibt.

Genau so wenig, wie man nun etwa eine Eisenbahnbrücke so berechnet, daß die Konstruktionsglieder bei einer Zugentgleisung nicht über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht werden, kann unter Außerachtlassung aller wirtschaftlichen Gründe gefordert werden, daß die Schutzbrücken der Drahtseilbahnen, die ebenso häufig oder selten von abstürzenden Wagen getroffen werden wie Eisenbahnbrücken von entgleisenden Lokomotiven, dabei keine über die Elastizitätsgrenze des Materials hinausgehende Beanspruchung erfahren²⁾. Wenn aber die Streckgrenze des Materials überschritten wird, ist die Spannungsverteilung über irgendeinen Querschnitt des getroffenen Trägers etwa die durch Abb. 293 gegebene, wobei vorausgesetzt wird, daß die Dehnungskurven des Trägermaterials für Zug und Druck wenigstens annähernd gleich sind. Zur Erleichterung der Rechnung wird ferner die nur einen geringen Fehler ausmachende Vereinfachung der Dehnungskurven durch zwei Gerade vorgenommen.

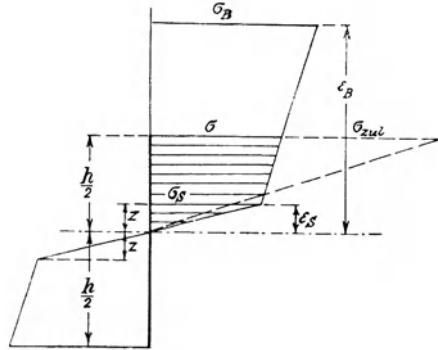


Abb. 293. Biegungsspannungen bei Überschreitung der Streckgrenze.

Es ist nun reichlich sicher gerechnet, wenn man von der ganzen Dehnungsarbeit \mathcal{A} des Materials bis zum Bruch den $\mathcal{E} = 2,5$ ten Teil als höchstzulässige Anstrengung ansetzt²⁾, so daß von der Gesamt-

¹⁾ Zschetsche: Z. V. d. I. 1894; Müller: Z. d. B. 1913.

²⁾ Pfütze: Z. d. B. 1913; Senft: Z. d. B. 1915.

dehnungsfläche auf jeder Hälfte des stärkst beanspruchten rechteckigen Trägerquerschnittes etwa ein Stück bis zur Beanspruchung σ abgeschnitten wird (Abb. 293). Ersetzt man es durch die gestrichelte Dreieckfläche von der Höhe σ_{zul} , so ist σ_{zul} so zu wählen, daß das Moment der Dreieckfläche in bezug auf die Nullachse gleich dem Moment der bis σ reichenden Trapezfläche in bezug auf dieselbe Achse ist.

Man entnimmt der Abb. 293 den Zusammenhang

$$\frac{\sigma - \sigma_S}{\sigma_B - \sigma_S} = \frac{\frac{h}{2} - z}{(\varepsilon_B - \varepsilon_S) \cdot \frac{z}{\varepsilon_S}}$$

oder

$$\frac{\sigma}{\sigma_S} - 1 = \frac{\frac{\sigma_B}{\sigma_S} - 1}{\frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_S} - 1} \cdot \left(\frac{h}{2z} - 1 \right) = \varphi \cdot \left(\frac{h}{2z} - 1 \right).$$

ferner als Inhalt der Biegungsfläche

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{2} z \cdot \sigma_S + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{z} - z \right) \cdot (\sigma_S + \sigma) \\ &= \frac{1}{2} \cdot z \cdot \sigma_S \cdot \left\{ \frac{h}{2z} + \left[1 + \varphi \left(\frac{h}{2z} - 1 \right) \right] \cdot \left(\frac{h}{2z} - 1 \right) \right\}, \end{aligned}$$

der gleichzusetzen ist dem \mathfrak{S} ten Anteil der Dehnungsarbeit \mathfrak{U} ;

$$F = \frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{S}} \cdot \frac{z \cdot E}{\sigma_S}.$$

Hieraus ergibt sich dann

$$\frac{h}{2z} - 1 = \frac{1}{\varphi} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 - \varphi + \frac{2 \cdot \varphi \cdot E \cdot \mathfrak{U}}{\mathfrak{S} \cdot \sigma_S^2}} \right).$$

Nun ist das Moment der Biegungsfläche in bezug auf die Nullachse

$$M = \frac{1}{2} \cdot z \cdot \sigma_S \cdot \frac{2}{3} z + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{z} - z \right) \cdot (\sigma_S = \sigma) \cdot \left[z + \left(\frac{h}{z} - z \right) \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{2\sigma + \sigma_S}{\sigma + \sigma_S} \right],$$

das gleich dem Moment der gestrichelten Dreieckfläche sein muß:

$$M = \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2} \cdot \sigma_{zul} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{h}{2}.$$

Hieraus folgt schließlich

$$\sigma_{zul} = \sigma_S \cdot \left[\varphi \cdot \frac{h}{2z} + (1 - \varphi) \cdot \left(3 - \frac{6z}{h} - \frac{4z^2}{h^2} \right) \right].$$

Zu beachten ist, daß dies ein rein ideeller Wert ist, der meistens größer als die Bruchfestigkeit des Materials ausfällt, wie schon die Abb. 293 andeutet. Z. B. fand Verfasser an feuchtem Kiefernholz

$$\begin{aligned} \sigma_S &\approx 390 \text{ at}, & \varepsilon_S &\approx 0,0061, & E &\approx 63\,000 \text{ at}, \\ \sigma_B &\approx 405 \text{ at}, & \varepsilon_B &\approx 0,0225. \end{aligned}$$

Damit wird $\varphi = 0,0144$ und bei $\mathfrak{S} = 2,5$ facher Sicherheit gegen Bruch

$$\frac{2z}{h} = 0,28, \text{ somit } \sigma_{zul} = 820 \text{ at.}$$

III. Beispiele aus der Anwendung der Drahtseilbahnen.

157. Die Begründung des Abschnittes.

Die Darlegungen des Abschnittes II geben zwar Aufschluß über die Konstruktionseinzelheiten und ihre Benutzung, vermögen jedoch nicht einen ausreichenden Überblick über die vielgestaltige Verwendung der Drahtseilbahnen zu verschaffen. Deshalb sollen im folgenden Gesamtbeschreibungen von Einzelanlagen zusammengestellt werden, die nach irgendeiner Richtung hin als typische oder hervorragende Beispiele angesehen werden können.

a) Große Gebirgsbahnen.

158. Die Bahn der Prometna Banka in Serbien.

Die ersten Drahtriesen haben der Erschließung von sonst für Fuhrwerke unzugänglichen Gebirgsstellen gedient (vgl. z. B. Abb. 11), und das ist auch heute noch der Zweck vieler vorhandener und zum Bau

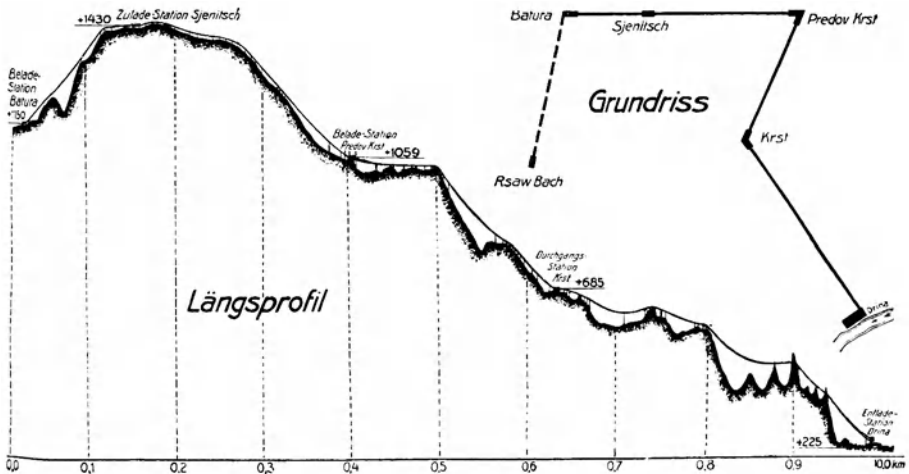


Abb. 294. Längsprofil und Plan der Holztransportbahn Prometna Banka (Bleichert).

kommender Drahtseilbahnen. Naturgemäß können gerade in gebirgigen Gegenden die Verkehrsstraßen — sowohl Eisenbahnen wie Chausseen — nicht ein so dichtes Netz bilden wie etwa in der Ebene, und deshalb haben wenigstens die neueren Anlagen der Art gewöhnlich eine recht bedeutende Länge.

So ist z. B. die von A. Bleichert & Co. gebaute Holztransportbahn der Prometna Banka, die Holzstämmen bis zu 18 m Länge und 3000 kg Einzelgewicht befördert, 9,75 km lang. Sie durchzieht ein äußerst schwieriges und anderweitig überhaupt unzugängliches Gebirge, wie das Längsprofil der Abb. 294 deutlich erkennen läßt, dessen Höhen



Abb. 295. Hohe Holzstütze der serbischen Bahn (Bleichert).

im $2\frac{1}{2}$ -fachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Die drei Beladestationen Batura, Sjenitsch und Predov Krst liegen in einer geraden Linie, die erstere am Fuße eines hohen Gebirgskammes, die zweite auf dem Kamm selbst und die dritte wieder hinter dem Kamm an seinem Fuße. In der letzteren biegt die Seilbahn in einem Winkel von etwa 110° um, jedoch ist auf $\frac{4}{10}$ der Endstrecke bis zur Entladestation am Drinafluß noch eine Winkelstation Krst eingeschaltet,

um günstigere Unterstützungs- und Steigungsverhältnisse zu erzielen. Die Anlage soll später noch eine annähernd rechtwinklige und etwa 2,6 km lange Fortsetzung bis zum Rsawbach erhalten.

Einen Einblick in die Gestaltung des Geländes gewähren die Abb. 295 und 296. Im Vordergrund der ersteren sieht man eine besonders hohe, aus Holz gezimmerte Stütze. Die zweite Abbildung zeigt ein Stück einer weiten, das Gebirgstal ohne Zwischenstützen überschreitenden Spannweite von 800 m, die auf der einen Seite von einer so schroffen Bergkuppe begrenzt wird, daß zur Gewinnung eines guten und sicheren Überganges in das dahinterliegende Gefälle ein Tunnel durchgeschlagen werden mußte.

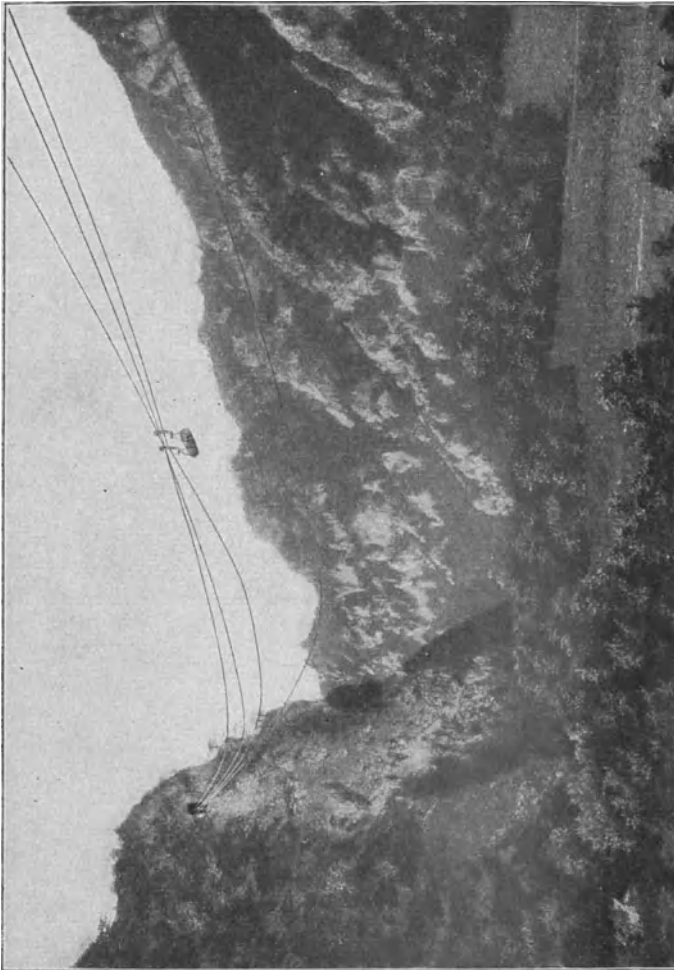


Abb. 296. Talübergang der serbischen Holztransportbahn.

159. Die Endladestationen von Stammholzbahnen.

Sie erhalten gewöhnlich eine größere Länge, als sonst üblich ist, um die Hölzer nach Art und Verwendungszweck von vornherein ohne besondere Mehrarbeit auf dem Platze zu trennen. Die Station wird dann so hoch gelegt, daß die Stämme nach Lösung von den Seilbahnwagengehängen mit Hilfe eines daruntergefahrenen Schmalspurwagens (vgl. die Abb. 202) auf einem schrägen Balkenrost sogleich nach der Lagerstelle rollen bzw. gleiten, wie die Abb. 297 nach einer Bleichertschen Ausführung darstellt. Eine besonders hochgebaute Station dieser Art, die ausgedehnte Balkenroste für das Abrollen der Stämme besitzt, zeigt die Abb. 298, ebenfalls nach einer Bleichertschen Ausführung.



Abb. 297.
Entladestation einer Rundholztransportbahn (Bleichert).

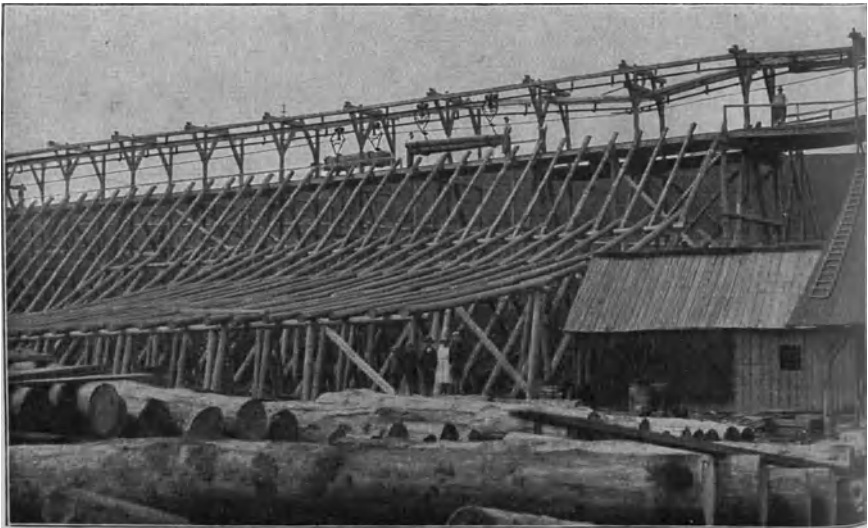


Abb. 298.
Entladestation einer Rundholztransportbahn (Bleichert).

160. Die Bahn im Siebenrichter-Wald.

Eine ähnliche Anlage, nur von wesentlich größerer Länge, insgesamt 26,3 km, wurde von Kaiser & Co. in den Siebenrichter-Waldungen an der Grenze zwischen Ungarn und Rumänien errichtet. Ihr Längsprofil ist bereits in Abb. 100 wiedergegeben worden. Die stündliche Gesamtförderleistung beträgt bei voller Inanspruchnahme 1000 cbm Rundholz, davon werden 400 cbm in der Endstation im Lobrutal aufgegeben, die 1005 m über dem Meeresspiegel liegt.

Die nächste Station befindet sich in nur 1,15 km Abstand auf der Furnikahöhe, 375 m über der Ausgangsstation. Dort werden der Bahn auch noch Stämme zugeführt, und die steigende Strecke I erhält hier ihren Antrieb durch eine Heißdampflokobile. Dahinter ist ein breites Tal mit einer Spannweite von 805 m bei 105 m Steigung zu überschreiten bis zur Antriebs- und Winkelstation Strikatu, die ebenfalls wieder als Zuladestation dient und wo eine Lokobile den Antrieb der II. und III. Teilstrecke bewirkt.

Die folgende Winkelstation Dobrunlac ist nur eine Durchgangsstation. In der anschließenden längsten Teilstrecke IV findet sich eine freie Spannweite von 1112 m, der eine starke Steigung von rund 200 m Höhenunterschied folgt. Von dem Grenzkamm zwischen Ungarn und Rumänien fällt die Strecke dann wieder um 130 m bis zur Station Magura-Jidului, in der sich der Antrieb für diese 5,7 km lange Strecke befindet. Auch von hier werden wieder Stämme aus den umliegenden Waldungen weiterbefördert, und eine 1,3 km lange Zubringestrecke bringt außerdem Hölzer von der Station Renczco heran. Der Anschluß mußte so ausgebildet werden, daß die Nebestrecke über die Hauptstation Magura hinweggeführt wird, um die etwa in zu großer Menge von dort einlaufenden Hölzer erst einmal zu lagern. Dabei war auch der Fall zu berücksichtigen, daß die Nebestrecke arbeitet, während die Hauptstrecke außer Betrieb ist.

Die nächste Station an der höchsten Stelle der Bahn, 1606 m über dem Meeresspiegel, ist Bucec. Hier ist wieder eine Lokobile aufgestellt, die den Antrieb für die Teilstrecken V—IX übernimmt, soweit für die letztere bei etwa nur heraufgehenden Lasten, wie Lebensmittel usw., ein Antrieb nötig ist. Um günstige Bau- und Betriebsverhältnisse für die Bahn zu erlangen, mußten in die abfallende Strecke noch die Winkelstationen Panto, Ivan und Bodalu eingeschaltet werden. Die beiden letzteren sind mit kräftigen Wasserdruck-Bremsreglern ausgerüstet. Bemerkenswert sei, daß die den Antrieb besorgenden Lokobilen Leistungen von 70 bzw. in Bucec 100 PS entwickeln. Die Fördergeschwindigkeit beträgt 2 m/sek.

Eine mehrfach auf den letzten Strecken vorkommende Stütze von 40 m Höhe zeigt die Abb. 68. Die Entladestation Riusadului befindet sich 686 m über dem Meeresspiegel.

161. Die Bahn im Usambara-Gebirge.

Eine wegen der Ungunst des Geländes wohl noch schwierigere Anlage der Art ist die von A. Bleichert & Co. gebaute 8,9 km lange Bahn

in Ostafrika, die die Hochfläche des Schummewaldes mit der Usambara-Eisenbahn verbindet. Diese Hochebene Westusambaras, die sich mit einzelnen Kuppen bis auf 2500 m über dem Meeresspiegel erhebt, liegt

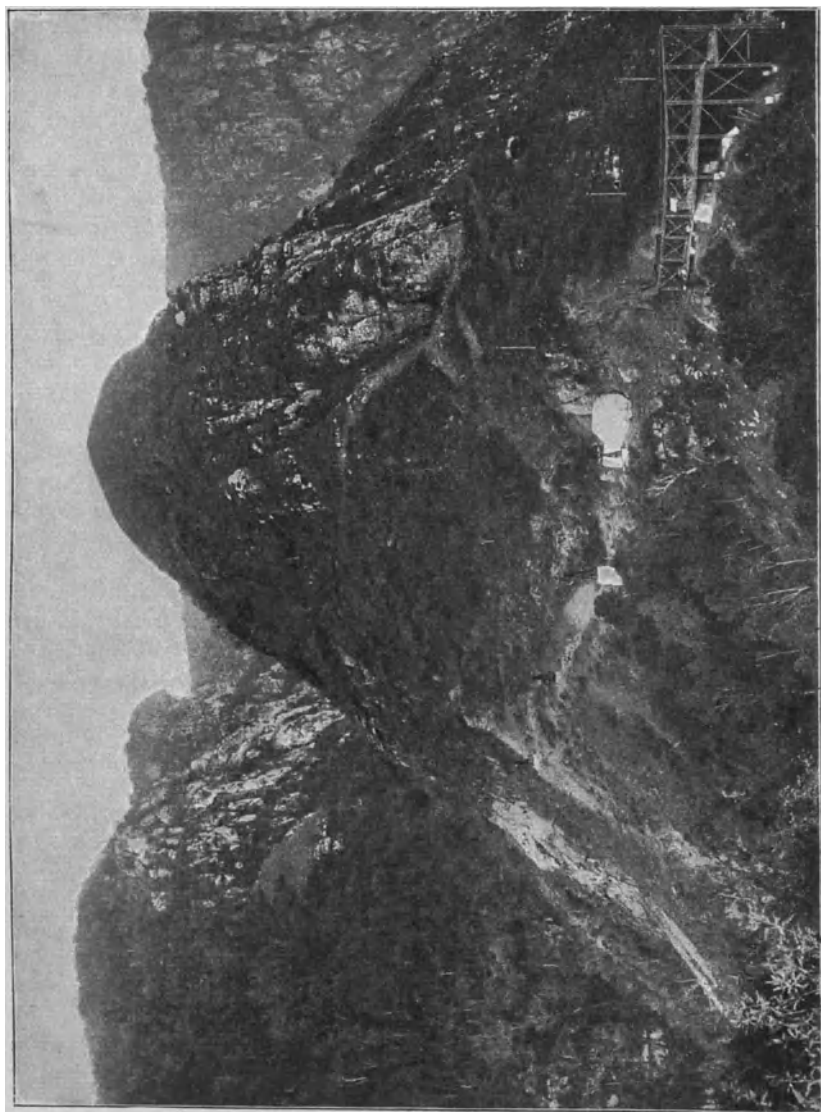


Abb. 299. Winkelstation I der Usambara-Gebirgsbahn.

i. M. etwa auf 2000 m Höhe, und ihre Ränder fallen an vielen Stellen nahezu senkrecht (vgl. Abb. 299) bis in die Massai-steppe ab, die sich auf ungefähr 500 m Höhe über dem Meeresspiegel ausbreitet. Da dem

Hauptgebirgsstock, durch tiefe Schluchten davon getrennt, noch einzelne niedrigere, wenn auch fast ebenso steile Höhenrücken vorgelagert sind, so war es äußerst schwierig, sogar eine für die Drahtseilbahn geeignete Linie ausfindig zu machen. Es gelang nur dadurch, daß die Linie zweimal an den steilen Abhängen zweier Bergkegel durch Winkelstationen abgelenkt wurde, für die der geringe erforderliche Platz nur durch größere Sprengarbeiten zu gewinnen war. So ist schließlich das bereits in Abb. 101 dargestellte Profil erhalten worden, dessen Höhen im doppelten Maßstab der Längen aufgetragen sind, und das die bei der Festlegung der Strecke und dem Bau der Bahn entstandenen Schwierigkeiten kaum ahnen läßt.

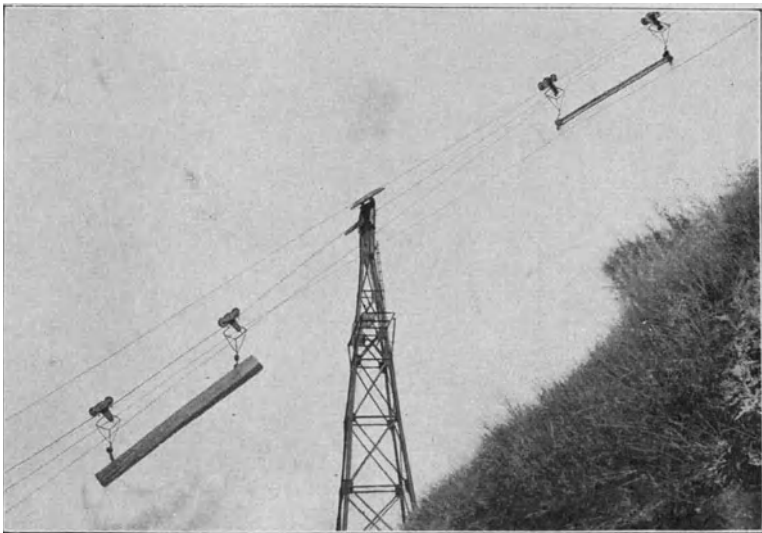


Abb. 300. Steilste Strecke der Usambara-Gebirgsbahn.

Die Anlage ist zur Zeit die steilste Seilbahn der Welt: Ihr Hauptteil von dem noch erhöhten Rande der Hochebene bis an die unten in der Steppe gelegene Eisenbahnstation Mkumbara hat das Gesamtgefälle 1:4,8, und unterhalb der ersten Winkelstation befindet sich ein Gefälle von 41° oder 86%. Die Winkelstation selbst mit dem umgebenden Gebirgs Gelände ist auf dem Schaubild 299 dargestellt, eine technische Skizze davon ist die Abb. 219. Von dem anschließenden Streckenteil gibt die Abb. 300 ein anschauliches Bild; nach abwärts geht gerade ein geschnittener Stamm, nach oben werden Wasserleitungsrohre geschafft. Die größte freie Spannweite der Bahn mußte trotz der geschickten Anordnung der Winkelstationen noch eine Länge von 900 m erhalten, die Abb. 301 wiedergibt. Im Hintergrunde des Bildes erkennt man die untere Winkelstation und oben auf der Höhe die obere, im Vordergrund erscheint ein Teil der Spannvorrichtung für die Tragseile.

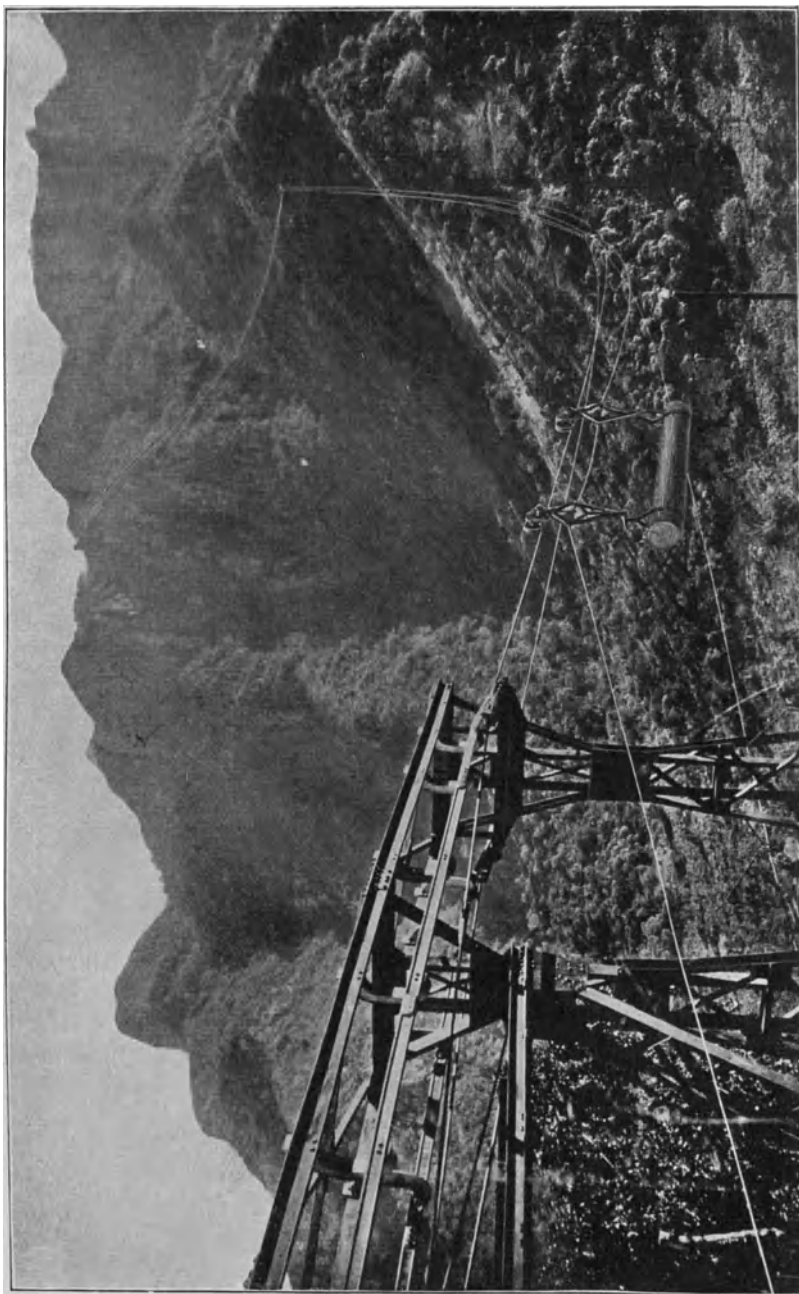


Abb. 301. Größte Spannweite der Usambara-Gebirgsbahn.

Um einen Begriff von den steilen Gebirgsabfällen und der Linienführung zu erhalten, muß man sich vergegenwärtigen, daß die wagerechte Länge zwischen den Endpunkten der Strecke, soweit diese auf dem Bilde erkennbar ist, noch keine 2 km beträgt bei 710 m, also fast $\frac{3}{4}$ km Höhenunterschied von der Spannstation bis zur oberen Winkelstation.

Die Bahn dient einem doppelten Zweck, einmal soll sie die in dem Urwald vorhandenen Zedern- und Podocarpusstämme bis zu 2 t Einzelgewicht unzerlegt zur Eisenbahn ins Tal befördern, und dann hat sie Nahrungsmittel und sonstige Waren nach oben zu bringen. Da es nicht vorgesehen wurde, ganz starke Stämme von häufig 2 m Durchmesser am Stammende in einer Ladung zu befördern, so ist von den

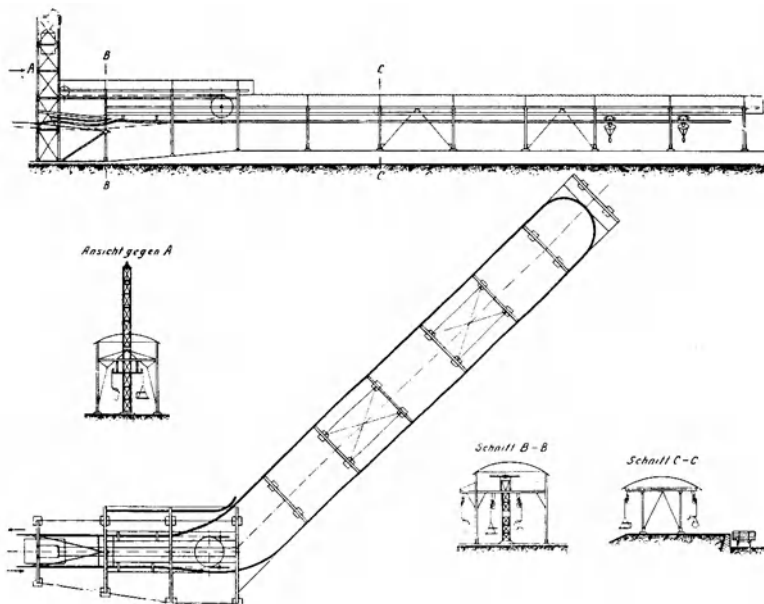


Abb. 302. Entladestation der Usambarabahn.

Erbauern Wilkins & Wiese am Ausgangspunkt der Seilbahn ein vollständiges, modern eingerichtetes Sägewerk angelegt worden.

Das Zugseil der Anlage ist wegen der großen Länge der Bahn in zwei einzelne Kreisläufe zerlegt worden, die in der unteren Winkelstation II zusammentreffen, aber zwangsläufig miteinander verbunden sind, wie Abb. 217 angibt. Die Entladestation, deren Hängebahngleis neben dem Beladegleis der Eisenbahn verläuft, zeigt die Abb. 302.

Bei reinem Abwärtstransport arbeitet die Bahn selbsttätig und entwickelt einen ziemlich erheblichen Energieüberschuß; da jedoch der oberste Teil der Strecke eine nicht unbedeutende Gegensteigung besitzt (vgl. Abb. 101) und die Aufwärtstransporte mitunter größer sind als die abwärts gehenden, so ist auch maschineller Antrieb durch einen Elektromotor vorgesehen. Weil ja in den Abfallhölzern Brennmaterial

im Überfluß zur Verfügung steht, wird die überschüssige Energie durch einen selbsttätigen Bremsregler nach Abb. 238 aufgezehrt.

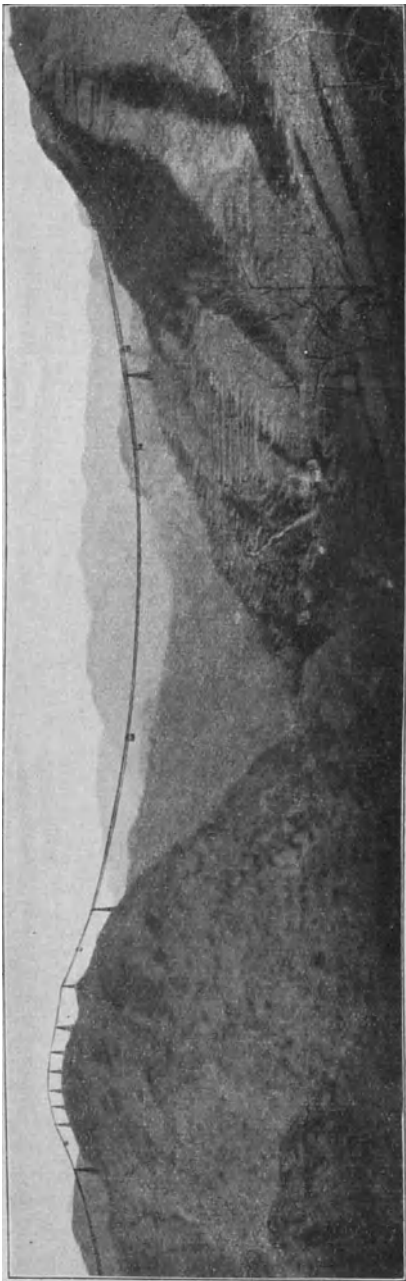


Abb. 303. Streckenbild der Kohlentransportbahn bei Peking.

162. Die Bahn bei Peking.

Während hier wertvolle Hölzer als Ladegut und die Besiedlungsfähigkeit des Hinterlandes den Bau einer solchen außergewöhnlich kühnen Bahnanlage rechtfertigen, hat anderwärts die große Wirtschaftlichkeit der Drahtseilbahnen umfangreiche Anlagen dieser Art in schwierigen Gebirgsgegenden hervorgerufen, selbst wenn es sich um verhältnismäßig billige Fördergüter, wie beispielsweise Kohle, handelte. So ist in China ein Bleichertsches Drahtseilbahnnetz von insgesamt 23 km Länge erbaut worden, das sich weit in den Gebirgen westlich von Peking verzweigt, um die dort befindlichen Kohlenlager aufzuschließen und die Kohle nach der Station Toli, dem Endpunkt einer Zweigstrecke der chinesischen Zentralbahn, zu schaffen.

Ein Stück einer Teilstrecke zeigt die Abb. 303, die auch die Unzugänglichkeit des Gebirges gut erkennen läßt. Wie zerklüftet und für jedes andere maschinelle Transportmittel einfach unwegsam es ist, geht noch genauer aus den Profilen der drei Strecken hervor, die die Abb. 104 enthält. Die Höhen sind darin im 4fachen Maßstab der Längen dargestellt. Da die Berge gänzlich von Wald entblößt sind, so wird die ganze Gegend nicht selten durch Stürme in ein einzi-

ges Staubmeer gehüllt, wodurch z. B. die Vermessungsarbeiten, die außerdem mitten im harten Winter vorgenommen werden mußten, für die europäischen Ingenieure zeitweise unmöglich gemacht wurden.

Die Ausbeutung dieser Kohlenlager ist schon eine ziemlich alte, freilich erfolgter Transport bisher auf den Rücken von Eseln und Kamelen, die in langem, endlosem Zug die schmale Straße zu Tal zogen. Jedoch haben jetzt die Speditoren, die einflußreiche Gilde der Pekinger Salzkaufleute, begonnen, den Transport im großen nach europäischer Weise zu betreiben und die Grubenbesitzer zu sachgemäßem Bergbau zu veranlassen.

163.

Die argentinische Kordillerenbahn.

Die erste große Anlage dieser Art und noch immer die bedeutendste ist die von Blei-

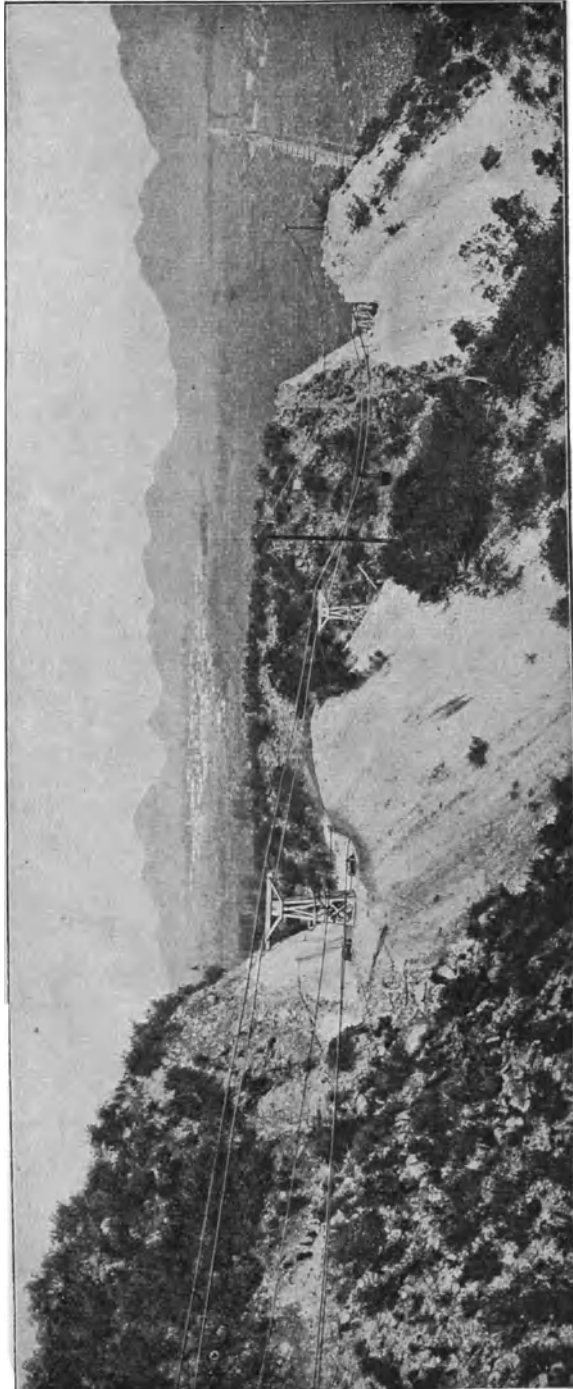


Abb. 304. Untere Strecke der Kordillerenbahn (Bleichert).

chert für die Argentinische Republik zur Erschließung der hoch in den Kordilleren, 4600 m über dem Meeresspiegel, also fast auf der Höhe der Montblanc-Kuppe gelegenen Famatina-Minen im Jahre 1904 vollendete Seilbahn. Schon seit Jahrhunderten wurde in dieser kaum zugänglichen Einöde Kupferbergbau betrieben, dessen Erträge auf schmalen Saumpfadern durch Maultiere zu Tal geschafft werden

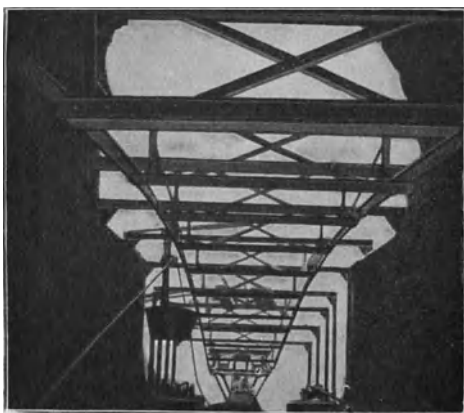


Abb. 305. Ende einer Tunnelstrecke der Kordillerenbahn (Bleichert).

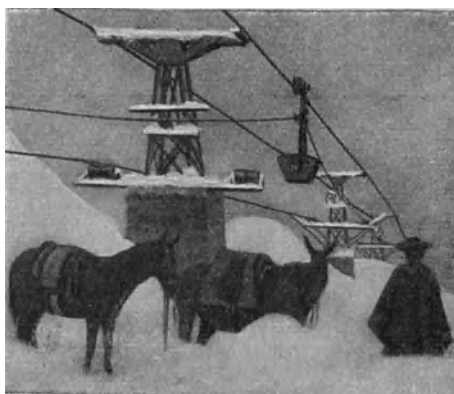


Abb. 306. Obere Strecke der Kordillerenbahn im Schnee (Bleichert).

mußten, was ungefähr 3 Tage in Anspruch nahm und die Tonne Erz um 54 Mark verteuerte. Als die Minen an eine englische Gesellschaft zu scharfer Ausbeutung verpachtet wurden, forderte diese eine gute Bahnverbindung mit der nächsten Stadt Chilecito, bei der Schmelzwerke zur Verhüttung der Erze angelegt werden sollten. Jedoch scheiterten alle vorgeschlagenen Projekte an den Schwierigkeiten des Geländes, und selbst den Amerikanern, die als wagemutige Eisenbahnpioniere bekannt sind, schien die Herstellung einer regelmäßigen, sicheren Verbindung unausführbar, bis man sich entschloß, die deutsche Seilbahntechnik zu Hilfe zu rufen.

Die auf Grund eingehender Geländestudien erbaute 34 km lange Drahtseilbahn schließt sich in Chilecito auf 1080 m Meereshöhe, noch im Gebiet der brennenden Tropensonne, an die Eisenbahn an und steigt anfänglich, in der Ebene sich hinziehend, nur wenig an, bis sie bei Kilometer 9 die erste Zwischenstation erreicht, von denen im ganzen sieben vorhanden sind, die die Bahn in

acht miteinander verbundene und durch besondere Maschinen angetriebene Teilstrecken zerlegen. Hier beginnt das eigentliche Gebirge (Abb. 304), in dem die Linie dauernd ansteigt, oft im Verhältnis 1:2, wobei sie zwischenliegende Täler mit Spannweiten von 700—800 m mehrere 100 m über der Talsohle überschreitet, wie das Längsprofil der Anlage (Abb. 111) erkennen läßt.

An zwei Stellen mußte man, um zu scharfe Bruchpunkte der Seillinie zu vermeiden, entgegenstehende Bergkuppen durchtunneln. Der größere dieser Tunnels hat eine Länge von 275 m, und die Laufbahn besteht darin, um das Tunnelprofil möglichst klein zu halten, aus Hängebahnschienen, die vermittels einer Eisenkonstruktion an der Decke des Tunnels aufgehängt sind (Abb. 305). Im ganzen besitzt die Bahn 275 Seilstützen, von denen einige die bedeutende Höhe von 50 m aufweisen.

Die Anlage hat nach ihrer Fertigstellung den Erfolg gezeitigt, daß die Fracht für 1000 kg sich bei einer stündlichen Leistung von 40 t auf 5,30 Mark stellt, also auf den 10. Teil des früheren Betrages. Dabei kann die frühere Jahresförderung von 4000 t jetzt mit Hilfe der Seilbahn in 4 Tagen erledigt werden; sie hat also die Ausnutzung der Minen ganz riesig gesteigert. Außerdem gestattet die Bahn, die auch während der schlimmsten Schneestürme arbeitet (Abb. 306), das ganze Jahr hindurch zu fördern, während man vorher, mit Rücksicht auf die Witterungsverhältnisse, den Frachtverkehr und damit den Betrieb der Minen höchstens 4 Monate aufrechterhalten konnte. Die Durchhaltung des Bergbaubetriebes ist nicht nur dadurch möglich geworden, daß die Drahtseilbahn ununterbrochen die Erze zu Tal fördert, sondern auch die für den gesamten Betrieb der Minen nötigen Baustoffe, Arbeitsgeräte und Materialien, die Lebensmittel und sogar das Wasser für die Arbeiter usw. nach oben schafft. Auf die Weise ist der Wagenpark der Bahn ein für eine Drahtseilbahn selten reichhaltiger geworden.

b) Die Verbindung der Gewinnungsstelle mit der Eisenbahn, dem Wasserwege oder dem Werk in der Ebene.

164. Der Unterschied gegenüber den Gebirgsbahnen.

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen großen Gebirgsbahnen erschließen mehr oder weniger das ganze benachbarte Gebiet und ein ausgedehntes Hinterland. Sie werden daher selten für ein einziges Transportgut allein benutzt, wenn auch eins natürlich den größten Anteil an der Verfrachtung hat. Ihr Erfolg ist der, daß die sonst den größten Teil des Gewinnes verschlingenden Förderkosten auf einen geringen Bruchteil herabgesetzt werden, der allerdings infolge der Tilgung und Verzinsung des Anlagekapitales an sich noch immer hoch erscheint, da dieses im Verhältnis zu dem an anderen Stellen aufzuwendenden durch die Bauschwierigkeiten in die Höhe getrieben wird.

Die geringsten Betriebsausgaben und Transportkosten — auf die Tonne des geförderten Materials umgerechnet — ergeben die Drahtseilbahnen in einem nur hügeligen oder auch ebenen Gelände. Der Grund dafür ist der, daß dort die technischen Schwierigkeiten der Linienführung, der Heranschaffung des gesamten Baumaterials und der Aufstellung fortfallen, ohne daß im übrigen die Bahnen eine geringere Länge zu haben brauchen. So ist z. B. im Wolgagebiet Rußlands eine Drahtseilbahn von mehr als 80 km Länge errichtet worden. Gewöhnlich

pfllegt die **Bahnlänge** allerdings kleiner zu sein, weil die betreffenden Gebiete meist von geeigneten Schienen- oder Wasserwegen in dichterem Netz durchzogen sind; am häufigsten liegt sie zwischen 0,2—4 km.

Im folgenden sollen nun einige Beispiele solcher Bahnen vorgeführt werden, die an Stellen errichtet wurden, wo auch andere Beförderungsmittel technisch anwendbar waren und die Drahtseilbahn doch wegen ihrer einfachen Anlage und des billigen und bequemen Betriebes vorgezogen wurde.

165. Die Bahnen für Steinbrüche usw.

Eine häufig vorkommende Aufgabe ist die, Steinbrüche oder Tonlager u. dgl. mit der nächstgelegenen Eisenbahnstation zu verbinden. Die Steinbrüche pflegen vielfach an einem Abhang zu liegen, während die Eisenbahn in einiger Entfernung davon durch die Täler oder die vorgelagerte Ebene geht. In dem Fall ist die Drahtseilbahn entschieden von vornherein das vorteilhafteste Beförderungsmittel insofern, als sie oft von selbst läuft, ohne Energiezufuhr durch einen Motor, da die beladenen Wagen die leichten leeren Wagen wieder zur Beladestelle zurückziehen.

166. Die Bahn in Dossenheim an der Bergstraße.

Die Abb. 91 zeigte schon das Längsprofil einer solchen, seit einer Reihe von Jahren immer gleichmäßig arbeitenden Anlage, die von A. Bleichert & Co. zum Transport von Porphyrbruchsteinen gebaut worden ist. Der an der Bergstraße gelegene Steinbruch zerfällt in mehrere Galerien, die sich in etwa 130—180 m Höhe über der Rheinebene befinden. Die dort abgesprengten und grob von Hand zerkleinerten Steine werden in jeder Galerie auf Kippwagen zu einer Siloanlage gebracht und in die durch Abb. 307 veranschaulichten einzelnen Abteilungen derselben abgestürzt. Den Silos entnimmt die Drahtseilbahn von insgesamt 620 m Länge die Bruchsteine und schafft sie nach den an der Eisenbahn und Landstraße stehenden Brechern, von wo das fertige Chausseematerial verladen wird.

Bei dem Höhenunterschied von etwa 100 m zwischen Beladestation und der Beschickbühne der Steinbrecher und dem fast gleichmäßig abfallenden Gelände wäre auch noch die Anlage eines Bremsberges möglich gewesen, wie er in Tonwerken besonders häufig vorkommt, wobei die weitere Verbindung durch eine Schmalspurbahn herzustellen gewesen wäre. Dann hätte man aber am Brechwerk noch Elevatoren aufstellen müssen, die die Bruchsteine vom Erdboden aus auf die Höhe der Einwurftrichter der Steinbrecher förderten. Dazu wäre als weiterer besonderer Nachteil der größere Raumbedarf der Bremsberganlage und Schmalspurbahn getreten, der gerade im vorliegenden Falle, wo zur Zeit des Baues das Quadratmeter des dortigen vorzüglichen Ackerbodens mit etwa 3 Mark bewertet wurde, recht erhebliche Grund-erwerbskosten verursacht hätte. Außerdem hätte die Überschreitung

der vorhandenen Verkehrswege ohne Störung des beiderseitigen Betriebes nur mit einer bedeutenden Erhöhung der Anlage- bzw. Betriebskosten bewerkstelligt werden können.

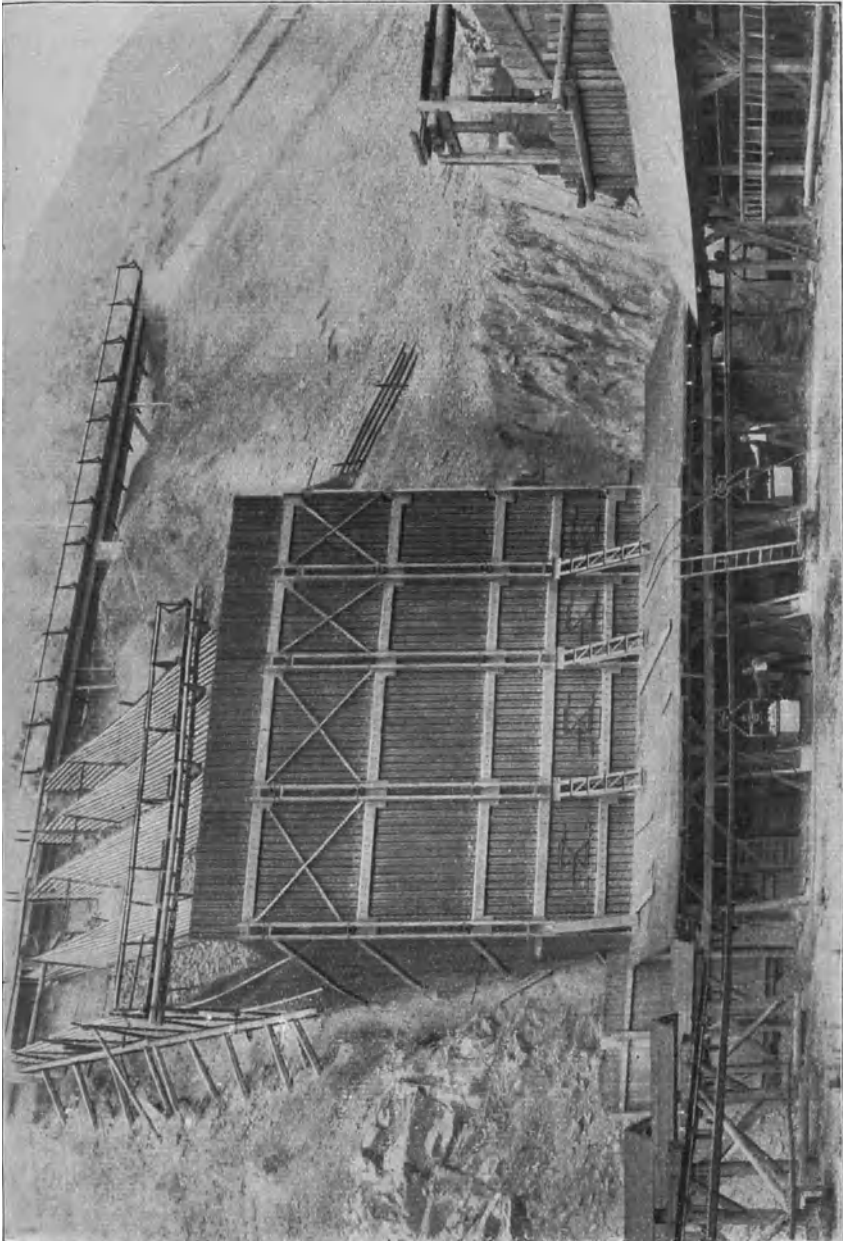


Abb. 307. Siloanlage und Beladestation in Dossenheim (Bleichert).

Der mit der höchsten Galerie des Porphybruches in Verbindung stehende Silo ersetzt seinerseits wieder einen Bremsberg von etwa 60 m Förderhöhe und gewährleistet vor allen Dingen eine vollkommen gleichmäßige, von den selbstverständlichen Unregelmäßigkeiten des Steinbruchbetriebes unabhängige Materialentnahme. Die Kuppelstation der Seilbahn ist davon mit Rücksicht auf besondere örtliche Verhältnisse etwa 40 m entfernt, und man hat nun die Kuppelstelle der leer ankommenden Wagen höher angeordnet als die der abgehenden vollen, derart, daß die ersteren von der Einlaufstelle aus dem Füllort mit Gefälle zulaufen und umgekehrt die vollen wieder von selbst im gleichen Gefälle nach der Kuppelstelle zurückkehren.

In der Entladestation entkuppeln sich die Wagen selbsttätig und laufen den Fülltrichtern der verschiedenen Steinbrecher oder den beiden dort angeordneten Silos für rohe Bruchsteine zu. Die entsprechenden Weichen werden von den die Steinbrecher bzw. Silos bedienenden Arbeitern, die von ihrem Platze die Art des im herankommenden Wagen enthaltenen Materials frühzeitig genug erkennen können, von dort aus durch dünne Zugseile eingestellt. Für die unmittelbare Bedienung der Seilbahn sind also nur zwei Mann, in jeder Kuppelstation einer, erforderlich.

167. Die Bahn der Portlandzementfabrik Alsen bei Itzehoe.

Außerordentlich kennzeichnend ist auch diese ebenfalls von A. Bleichert & Co. erbaute Anlage, weil sie eine der längsten in der Ebene gebauten Seilbahnen ist und außer verschiedenen Feldwegen und öffentlichen Straßen ein schiffbarer Fluß, der Stör, überschritten werden mußte. Da gefordert war, daß die Schiffe mit ihren hohen Masten

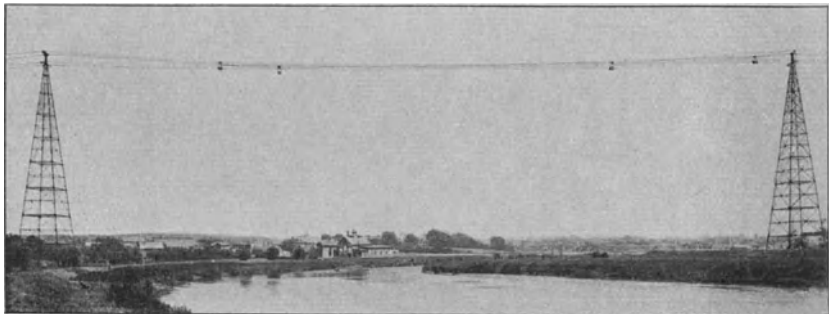


Abb. 308. Flußübergang der Drahtseilbahn Itzehoe (Bleichert).

ungehindert unter der Drahtseilbahn durchfahren sollten, war es nötig, die Stützen auf beiden Ufern des Flusses so hoch auszuführen, daß das Zugseil, das ja infolge seiner geringen Spannung wesentlich mehr durchhängt als das Tragseil, im ungünstigsten Falle noch immer 46 m über dem Wasser frei läßt. Das erforderte eine Höhe der Stützen von 52 m, die Abb. 308 im Gelände zeigt. Naturgemäß verteuern derartige

außergewöhnlich hohe Stützen die Anlage etwas, jedoch wäre jede andere Transportvorrichtung, z. B. eine durch Dampfkraft oder elektrisch betriebene Schmalspurbahn, wegen der erforderlichen Grunderwerbskosten und des Umweges über die nächstgelegene Straßenbrücke von vorn-



Abb. 309. Seilförderanlage für die Drahtseilbahn Itzehoe (Bleichert).

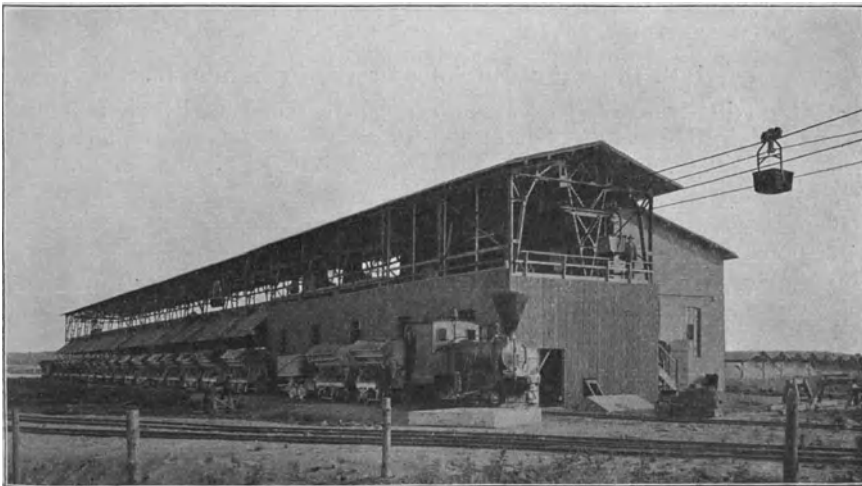


Abb. 310. Entladestation der Drahtseilbahn Itzehoe.

herein unlohnend gewesen, abgesehen davon, daß die unmittelbaren Betriebskosten einer Drahtseilbahn wegen ihres selbsttätigen Arbeitens verschwindend gering sind gegenüber denen einer Schmalspurbahn.

Der Zweck der Drahtseilbahn ist die Verbindung eines mächtigen Tonlagers mit der zur Zementfabrik führenden Nebenbahn. Jedoch ist die Schwebebahn nicht bis in die Grube hineingeführt, sondern schließt sich an eine doppelte Seilförderanlage an, die die Schmalspurwagen aus der Grube hinauf zur Seilbahnstation bringt (Abb. 309). Die leichten Schmalspurgleise und auch die ganze Seilförderanlage können nötigenfalls einfacher von einem Punkt, der abgebaut ist, nach einer anderen Stelle umgelegt werden als die Hängebahnen oder die Endstation der Drahtseilbahn, die feste Tragkonstruktionen braucht, um die schweren und stark angespannten Tragseile zu halten. Aus dem gleichen Grunde werden oft Schienenseilbahnen als Zubringer zur Drahtseilbahn benutzt (vgl. Abb. 344).

Die leer auf der Drahtseilbahn zurückkommenden Wagenkasten werden aus dem Gehänge herausgehoben und in der bei Abb. 189 beschriebenen Weise auf Unterwagen abgesetzt. Es ist dies die übliche Verbindung einer Schmalspurbahn mit einer Drahtseilbahn. Die Arbeiter erlangen sehr bald eine große Geschicklichkeit im An- und Abhängen der Kasten, so daß auch diese Arbeit von einigen wenigen Leuten ausgeführt wird.

Die Entladestation der Anlage ist ein langgestreckter, hochliegender Bau, den die Abb. 310 darstellt. An seinem Eingang lösen sich die Wagen selbsttätig vom Zugseil, worauf sie von Hand bis an die Rutschen geschoben werden, auf denen das Material in die bereitstehenden Kleinbahnwagen fällt.

168. Die Bahn der Solvaywerke in Dombasle.

Eine in den gestellten Anforderungen entsprechende, wenn auch nur kurze Bahn von 575 m Länge ist die von Bleichert gelieferte der

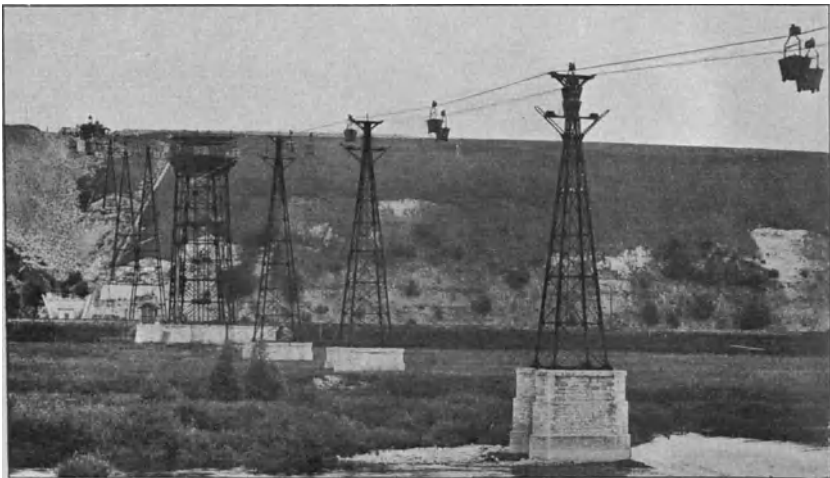


Abb. 311. Übergang der Drahtseilbahn Dombasle über das Flußtal (Bleichert).

Solvaywerke in Dombasle an der Meurthe, die stündlich 200 t Kalksteine vom Steinbruch nach dem Fluß zu fördern hat, wo die Entladung in Kähne erfolgt. Einen Teil der Strecke zeigt die Abb. 311. Sie überschreitet das Flußtal und den danebenliegenden Kanal auf einer Reihe eiserner Stützen, deren Fundamente so hoch aufgebaut sind, daß sie bei Überschwemmungen noch immer aus der Flut emporragen. Auch wird eine im Tal entlanglaufende Eisenbahnlinie überschritten, die durch eine hohe, gleichzeitig als Doppelstütze ausgebildete Schutzbrücke gegen etwa herabfallende Teile der Last gesichert ist.

Die Bahn geht am Ende auf einer festen Brücke über den Fluß und Kanal hinweg und biegt dann im rechten Winkel ab, um so die sich am Ufer entlangziehende Stapelanlage zu bestreichen (Abb. 312).

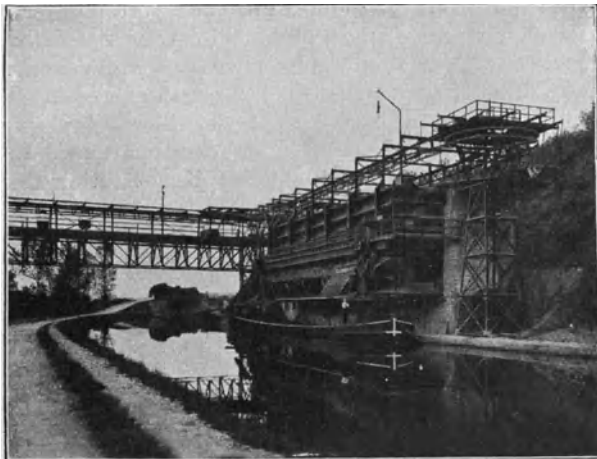


Abb. 312. Entladestation der Drahtseilbahn Dombasle (Bleichert).

Die Wagen umfahren sowohl die Ablenkungsscheibe der Winkelstation als auch die Endumführungsscheibe ohne Lösung vom Zugseil, so daß an der Entladestelle nur ein Mann gebraucht wird, der von Zeit zu Zeit den Anschlag versetzt, der die Wagen über den Silos selbsttätig zum Auskippen bringt.

Als Transportgefäße dienen hier vollständige Förderwagen von 1000 kg Inhalt, die in der durch Abb. 126 veranschaulichten Weise in die Seilbahngehänge eingehängt werden. Sie folgen sich bei der großen Stundenleistung der Bahn in Zeitabschnitten von i. M. 18 Sekunden oder, da die Zugseilgeschwindigkeit 1,25 m/sek beträgt, in 22,5 m Abstand.

169. Die Lage des Werkes zur Eisenbahn.

In den beiden vorherbesprochenen Fällen bildet die Drahtseilbahn nur ein Glied des ganzen Transportsystems, indem sie die Lagerstelle des Materials mit der Eisenbahn oder dem Fluß verbindet, während die

Fernverkehrswege den Weitertransport zum Werk übernehmen. Wenn möglich, wird man suchen, diesen Zwischentransport mit der Eisenbahn oder zu Schiff zu vermeiden, und wird das Werk entweder an den Endpunkt der Drahtseilbahn legen, die Eisenbahn also nur für den Abtransport der fertigen Erzeugnisse benutzen oder aber das Werk am Lagerort des Rohmaterials errichten und die Produkte mit der Drahtseilbahn zur Eisenbahnstation schaffen. Da man die Fertigfabrikate, die oft eine sorgfältige Verpackung erfordern, ungern mehr als nötig umladet, ist die erstgenannte Anordnung die häufigere, wenigstens bei Neuanlagen.

170. Die Bahn der Tonsteinwerke in Liebertwolkwitz.

Die Drahtseilbahn ist oft auch dann noch vorteilhafter als andere Transportmittel, wenn die Grube schon dicht bei der Eisenbahn bzw. dem Werk liegt, wie es z. B. bei den Sächsischen Tonsteinwerken in Liebertwolkwitz der Fall ist, deren Bleichertsche Bahn nur eine Länge von 200 m besitzt. Das Tonlager erstreckt sich hier bei geringer Breite über eine ganz beträchtliche Länge in gerader Richtung, und die ziemlich schnell ab- und wieder aufzubauende Beladestation der Seilbahn



Abb. 313. Beladestation der Drahtseilbahn in Liebertwolkwitz (Bleichert).

(Abb. 313) wird von Zeit zu Zeit, dem fortschreitenden Abbau folgend, nach hinten zurückgezogen.

Jede andere Transportvorrichtung würde den Ton unten in der Fabrik abgeben, und es wären noch Aufzüge bzw. Elevatoren nötig, um ihn nach den Aufgabetrichtern der Verarbeitungsmaschinen zu schaffen. Die Seilbahn mündet dagegen ungezwungen oben in das Fabrikgebäude ein (Abb. 314), und in dieser zweckmäßigsten und zugleich einfachsten Zubringung des Transportgutes liegt gerade bei kurzer Bahnlänge ihr wesentlichster Vorteil.

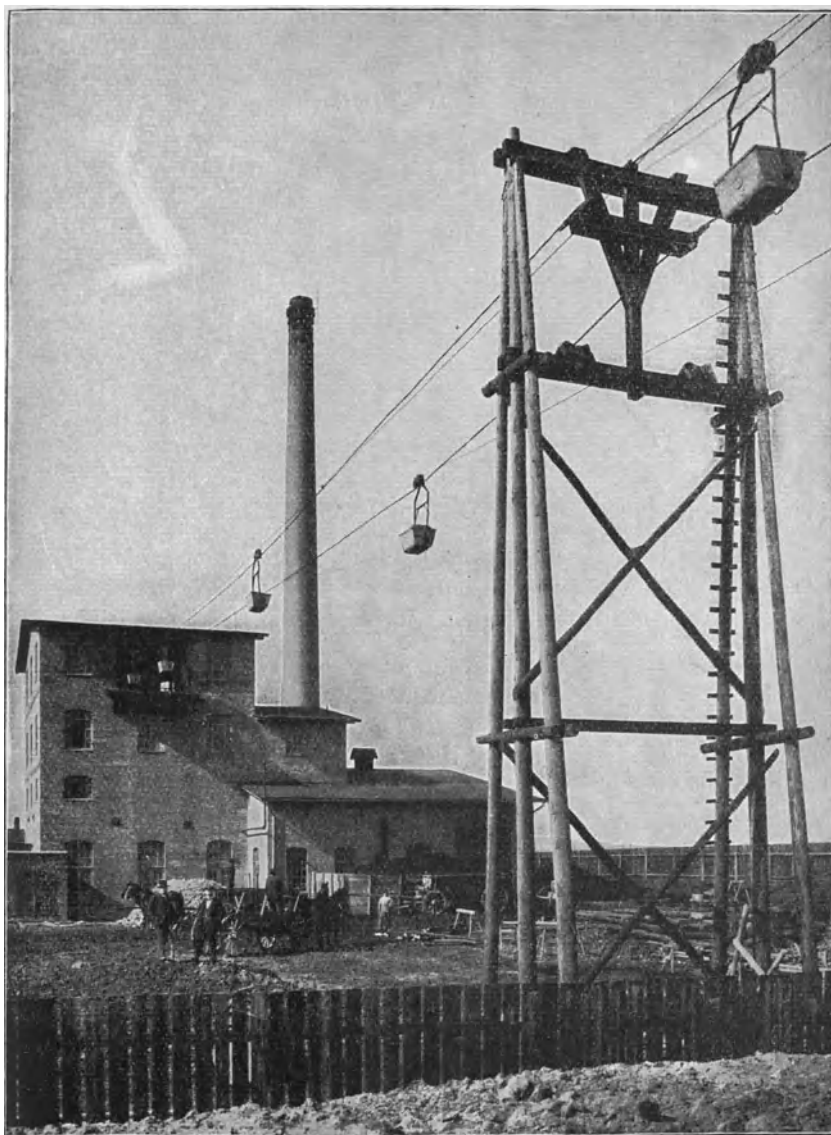


Abb. 314. Einmündung der Drahtseilbahn Liebertwolkwitz in das Fabrikgebäude (Bleichert).

171. Die Bahn der Hüttenroder Kalkwerke bei Blankenburg am Harz.

Sie ist nach einer anderen Richtung beachtenswert. Hier war zunächst zu entscheiden, ob man das Werk an den 4 km von der Eisenbahnstrecke Blankenburg—Rübeland entfernten Steinbruch oder an die

Station Hüttenrode legen sollte. Man entschloß sich zu dem letzteren Platz, weil sich dadurch auch für die ankommenden Güter, wie Baumaterialien und Kohlen, die geringsten Frachtkosten ergaben. Und gerade dieser Umstand pfllegt bei Neuanlagen von Fabriken oft

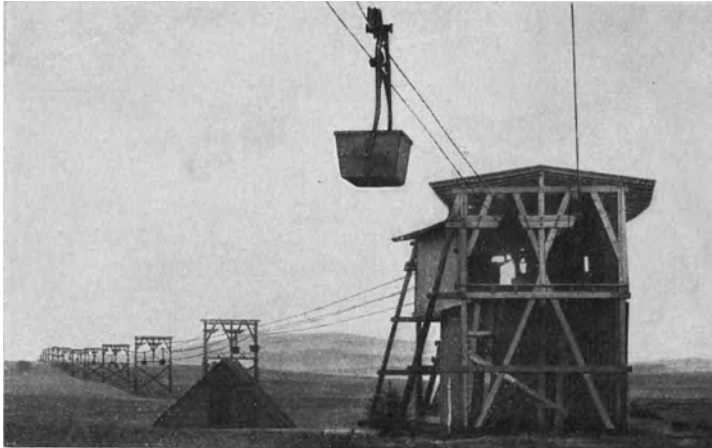


Abb. 315. Winkelstation und Streckenbild der Bahn Hüttenrode (Bleichert).

entscheidend zu sein, wenn größere Mengen von Kohlen oder Rohstoffen mit der Eisenbahn ankommen.

Ursprünglich hatte man die Absicht, zur Zubringung der Kalksteine nach der Fabrik eine Schmalspurbahn zu bauen, kam jedoch davon ab,

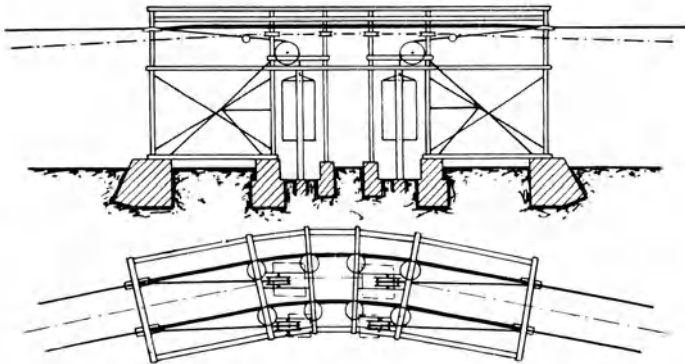


Abb. 316. Anordnung der Winkelstation Hüttenrode (Bleichert).

weil die Linie über eine freiliegende, unwirtliche Hochebene führt und daher im Winter häufigen Betriebsstörungen durch Schneeverwehungen und Rauheif ausgesetzt gewesen wäre. Auch stellte sich bei genauer Durchprüfung heraus, daß eine Schmalspurbahn im Betrieb teurer ge-

wesen wäre als die schließlich von A. Bleichert & Co. errichtete Drahtseilbahn, deren stündliche Förderleistung 75 t beträgt.

Der im Steinbruch gewonnene Kalkstein wird in den Drahtseilbahnwagenkästen auf untergesetzten Unterwagen bis an die Belade-

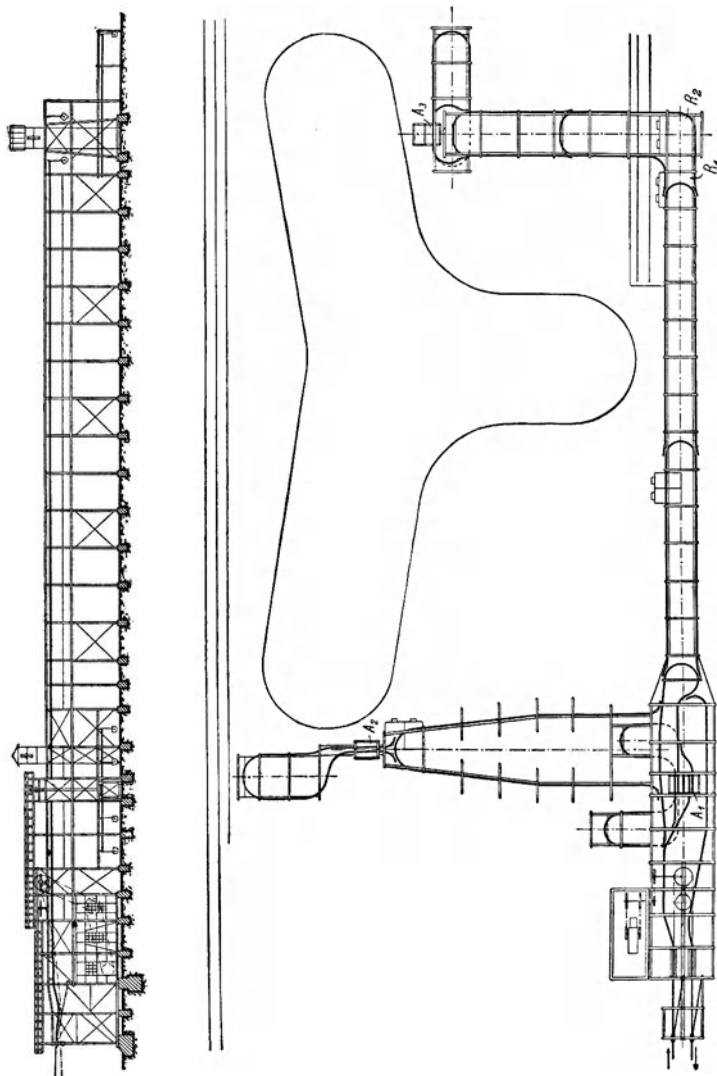


Abb. 317. Entladestation Hüttenrode (Bleichert).

stelle der Seilbahn gebracht, wo die Kästen in der üblichen Weise in die Gehänge eingehängt werden. Das Profil und den Lageplan der Seilbahn gibt die Abb. 99 wieder. Infolge von Schwierigkeiten, die von einigen Grundstücksbesitzern gemacht wurden, war es nicht möglich, die Seilbahnlinie in gerader Richtung zwischen Steinbruch und Werk



Abb. 318. Längsprofil und Lageplan der Bahn der Zuckerfabrik Königslutter (Mackensen).

zu ziehen, vielmehr mußte in der Mitte der Strecke die in Abb. 315 abgebildete Winkelstation eingeschaltet werden, die zwar die Anlagekosten etwas erhöhte, aber den Betrieb in keiner Weise verteuert oder erschwert, da sie von den Wagen ganz selbsttätig am Zugseil durchfahren

wird. Die Trage-seile sind in der Winkelstation abgesehen und durch Hängebahnschienen ersetzt, während das Zugseil über einige wagerecht liegende Führungsscheiben, sowohl auf der Voll- wie auf der Leerseite, allmählich aus der neuen Richtung in die andere übergeführt wird. Die ganze Anordnung geht aus der technischen Darstellung der Abb. 316 deutlich hervor.

In die Endstation bei der Ziegelei mündet die Seilbahn ziemlich hoch ein (Abb. 317); ihr Antrieb erfolgt dort von einer Lokomobile aus vermittels zweier Riemenvorlege und einer Zahnradübersetzung. An die Station schließen sich ausgedehnte Hängebahnstrecken an, auf denen die vom Zugseil bereits vor der Antriebsstelle gelösten Wagen von Hand bis zu einer der drei Niederlaßvorrichtungen A_1 , A_2 , A_3 geschoben werden. In diesen Doppelaufzügen gehen die vollen Wagen abwärts und die leeren aufwärts; infolge dessen arbeiten sie ohne Antriebsmotor, denn der herabgehende volle Wagen zieht den unten auf die Gegenschale geschobenen leeren von selbst in die Höhe. Es ist nur ein Bremsgetriebe nötig, um die Geschwindigkeit in angemessenen Grenzen zu halten und die Förderschalen rechtzeitig stillzusetzen.

Im unteren Stockwerk gelangt der Wagen auf eine kurze Gleisschleife, wo sein Kasten mit Hilfe geneigter Gleise auf Unterwagen gesetzt wird, die den Kalkstein auf den Schmalspurgleisen nach den Ringöfen befördern. In das hochgelegene Hängebahngerüst sind noch einige Füllrumpfe eingebaut, in die die Hängebahnkästen ausgekippt werden können und aus denen die Verladung in Landfuhrwerke bzw. bei R_1 und R_2 in Eisenbahnwagen stattfindet. Die umfangreiche Hängebahnanlage mit ihren Bremsaufzügen ist errichtet worden, um das in Abb. 317 angedeutete Lager bequem beschütten zu können, so daß der Ringofenbetrieb sowohl wie die Verladung von dem Steinbruch gänzlich unabhängig geworden ist und dieser wieder von der Abnahme des gewonnenen Materials durch die Öfen.

172. Die Drahtseilbahn der Zuckerfabrik Königslutter.

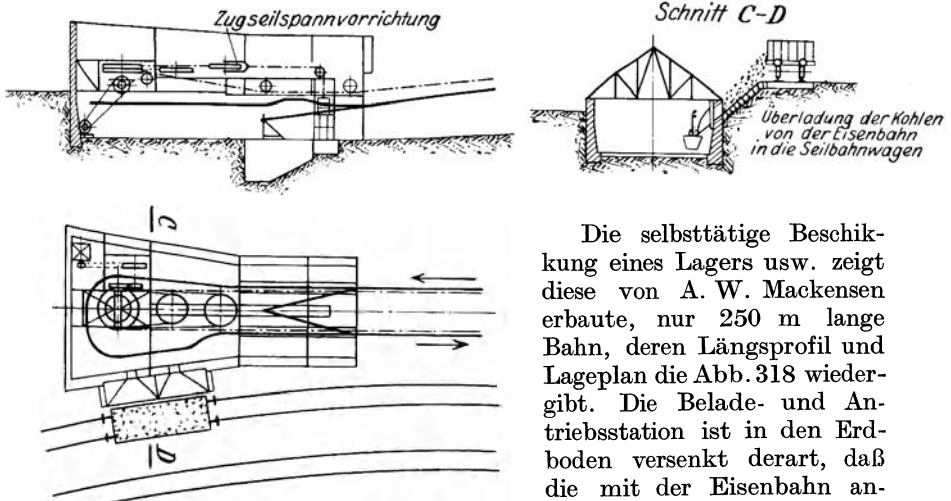


Abb. 319. Beladestation der Bahn der Zuckerfabrik Königslutter (Mackensen).

Die selbsttätige Beschickung eines Lagers usw. zeigt diese von A. W. Mackensen erbaute, nur 250 m lange Bahn, deren Längsprofil und Lageplan die Abb. 318 wiedergibt. Die Belade- und Antriebsstation ist in den Erdboden versenkt derart, daß die mit der Eisenbahn ankommenden Kohlen und Rüben vom Anschlußgleis in

Füllrumpfe abgegeben und von dort unmittelbar in die Seilbahnwagen abgezogen werden können. Die Einzelheiten des Aufbaues veranschaulicht die Abb. 319. Die Bahn steigt dann ziemlich steil an, damit eine Wegekreuzung hinter der zweiten Stütze in genügen-

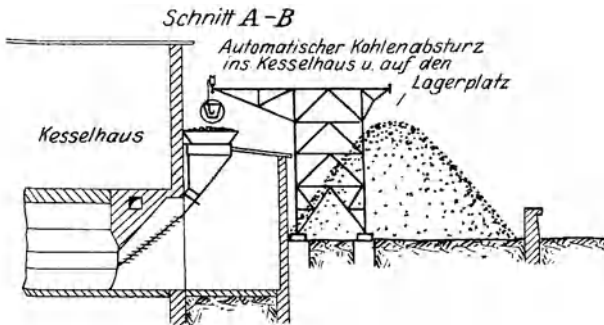


Abb. 320. Schnitt durch das Kohlenlager der Zuckerfabrik Königslutter (Mackensen).

der Höhe überschritten wird, und entladet die Rüben selbsttätig in die Rübenschwemme hinter der dritten Stütze. Den Rest des Weges durchlaufen die Wagen leer, wenn Rüben gefördert werden. Sie durchlaufen dann eine Schutzbrücke, in deren Mitte der Abzweig nach dem Kesselhaus und Kohlenlager stattfindet, dessen Anordnung die Abb. 320 im Schnitt darstellt. Am Ende des Kohlenlagers be-

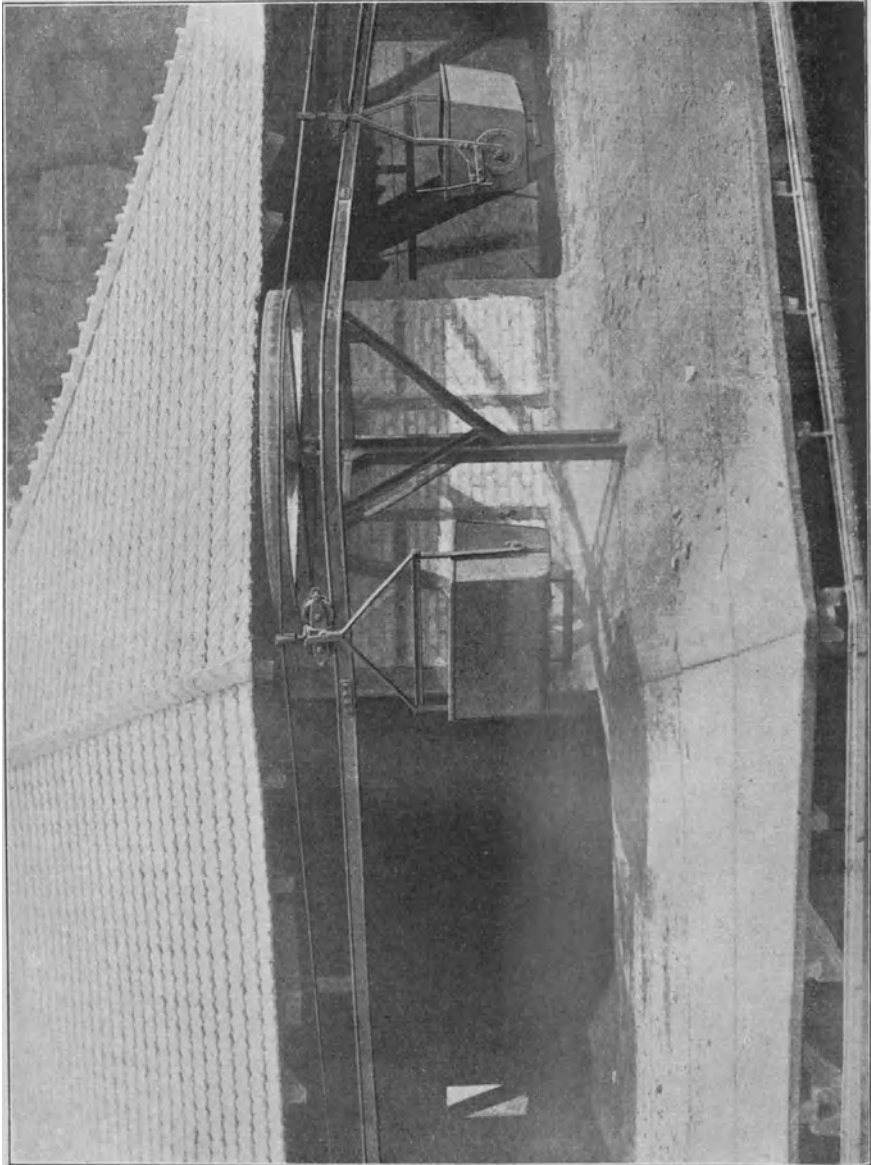


Abb. 321. Hängebahn mit Seilbetrieb und Gabelkuppelung (Carstens & Fabian).

findet sich eine selbsttätige Endumführung, von wo aus die Wagen zum Rückwärtsstrang auf der Schutzbrücke zurückkehren.

Die stündliche Förderleistung beträgt bei 0,75 m/sek Wagengeschwindigkeit 15 t, wozu i. M. 11 PS elektrischer Energie nötig sind. Zur Bedienung der Anlage genügt ein Mann in der Beladestation, alles übrige vollzieht sich nach Einstellung eines Anschlages vollkommen selbsttätig.

173. Die Anschlußhängebahnen der Zementfabrik in Schelklingen.

Oft finden sich noch weit ausgehntere Anschlußhängebahnen als etwa die in Absatz 171 beschriebenen, um das Fördergut unmittelbar zu den Verbrauchsstellen zu bringen, so z. B. in der Stuttgarter Zementfabrik in Schelklingen. Außer verschiedenen Bleichertschen Drahtseilbahnen besitzt

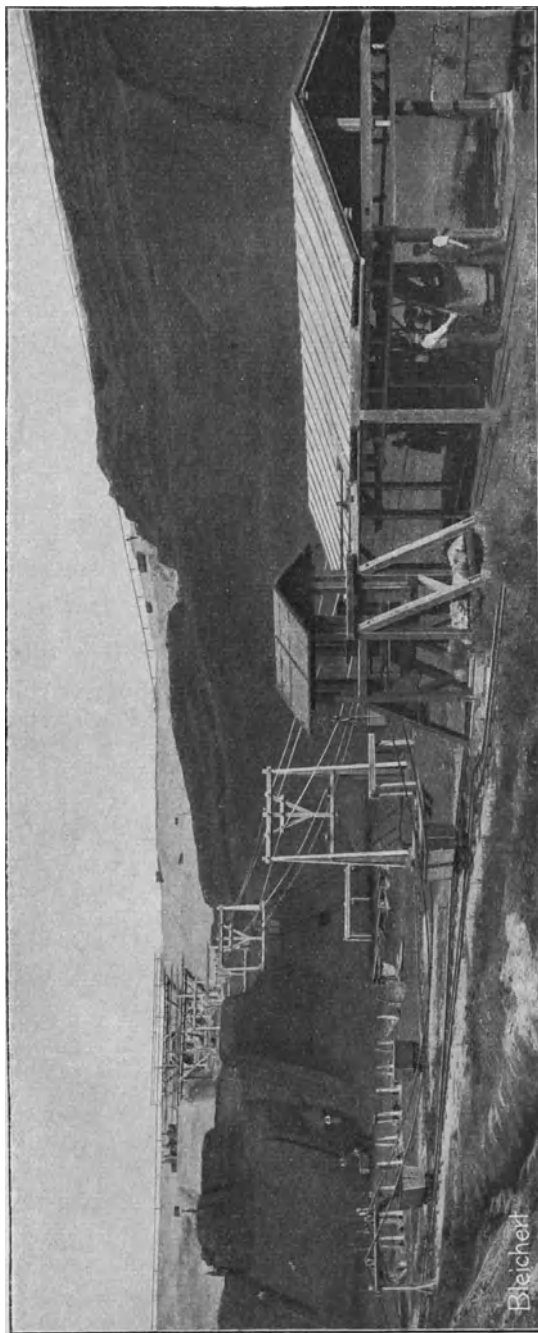


Abb. 322. Beladestation mit Zubringe-Kettenförderanlage.

das Werk ein weitverzweigtes Hängebahnnetz für die folgenden Förderungen:

1. der Rohsteine von den Trockenschuppen und den Lagerräumen für die Mischung nach den Steinbrechern,
2. der Preßsteine nach den Ringöfen,
3. der Klinker vom Klinkerschuppen nach der Mühle,
4. der Kohle vom Lagerplatz nach den Trocken- und Ringöfen.

174. Hängebahnen mit Seilbetrieb.

Natürlich ist es nicht nötig, sich bei diesen Verbindungsbahnen auf die Weiterbewegung von Hand zu beschränken. Die Hängebahnen lassen sich in einfacher Weise mit Hilfe eines ständig umlaufenden Zugseiles betreiben, besonders wenn keine erheblichen Neigungen zu befahren sind. Es genügt dann schon zur Kupplung mit dem Zugseil die einfache Gabel, und eine solche Hängebahn mit selbsttätiger Kurvenumführung zum Kohlentransport für ein Kalkwerk zeigt z. B. die Abb. 321 nach einer Ausführung von Carstens & Fabian.

175. Andere Zubringemittel.

In erster Linie kommen Seil- und Kettenbahnen in Betracht, beispielsweise im Steinbruch, um die auf Untergestelle abgesetzten Kasten nach und von den Arbeitsplätzen zu befördern (Abb. 322), oder in

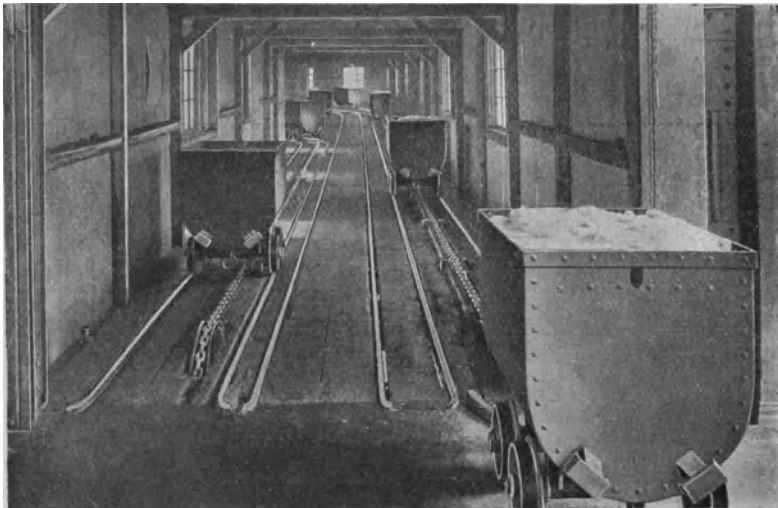


Abb. 323. Zubringekettenbahn für eine Zeche.

Bergwerken, um die Wagen vom Schacht zur Drahtseilbahnstation zu schaffen (Abb. 323).

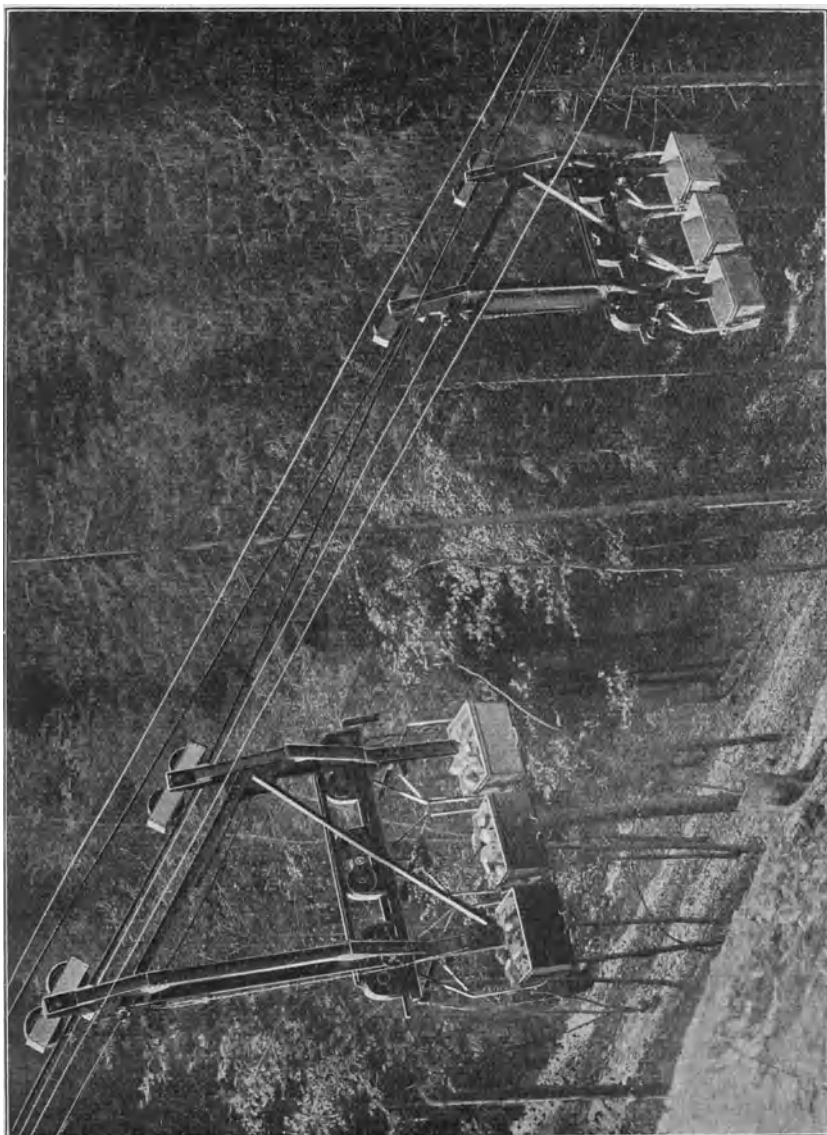


Abb. 324. Drahtseilbahn-Bremsberg (Carstens & Fabian).

Eine eigenartige Anlage ist ein Drahtseilbahn-Bremsberg als Zubringer der Hauptbahn, den die Abb. 324 nach einer Ausführung von Carstens & Fabian veranschaulicht.

176. Die Drahtseilbahn der Zementfabrik Labatlan.

Nicht selten werden besondere Drahtseilbahnen angelegt, um das Material auf die Lagerplätze zu stürzen.

Falls die Hauptbahn mit erheblichem Gefälle arbeitet, läßt sich die durch die abwärtsgehende Ladung erzeugte überschüssige Kraft zum Antrieb dieser Verteilanlagen vorteilhaft ausnutzen, wie es z. B. bei der Zementfabrik Labatlan in Ungarn geschieht.

Längsprofil und Lageplan dieser von A. Bleichert & Co. erbauten Anlage sind in den Abb. 325 u. 326 wiedergegeben. Die nahezu $3\frac{1}{2}$ km lange Hauptstrecke verbindet den älteren, zuerst in Angriff genommenen Kalksteinbruch mit einer Zentralstation auf dem Fabrikhofe. An die Beladestation des unteren Steinbruches schließt sich eine Zweigbahn von 240 m Länge an, die zu einem rund 100 m höher gelegenen Steinbruch führt, dessen Endstation die Abb. 327 darstellt. Von der Zentralstation in der Fabrik zweigen zwei Entladestrecken von je 115 m Länge ab, auf welchen die Wagen während der Fahrt selbsttätig ausgekippt werden (Abb. 328), indem beliebig verstellbare Anschläge die entsprechend verlängerte Festhaltung des Wagenkastens umlegen. Die Umführungsseilscheiben am Ende der Abzweigstrecken werden von den Wagen, ohne jede Bedienung durch Menschenhand, am Zugseil umfahren, so daß nur in der Zentralstation Bedienungsmannschaft gebraucht wird.

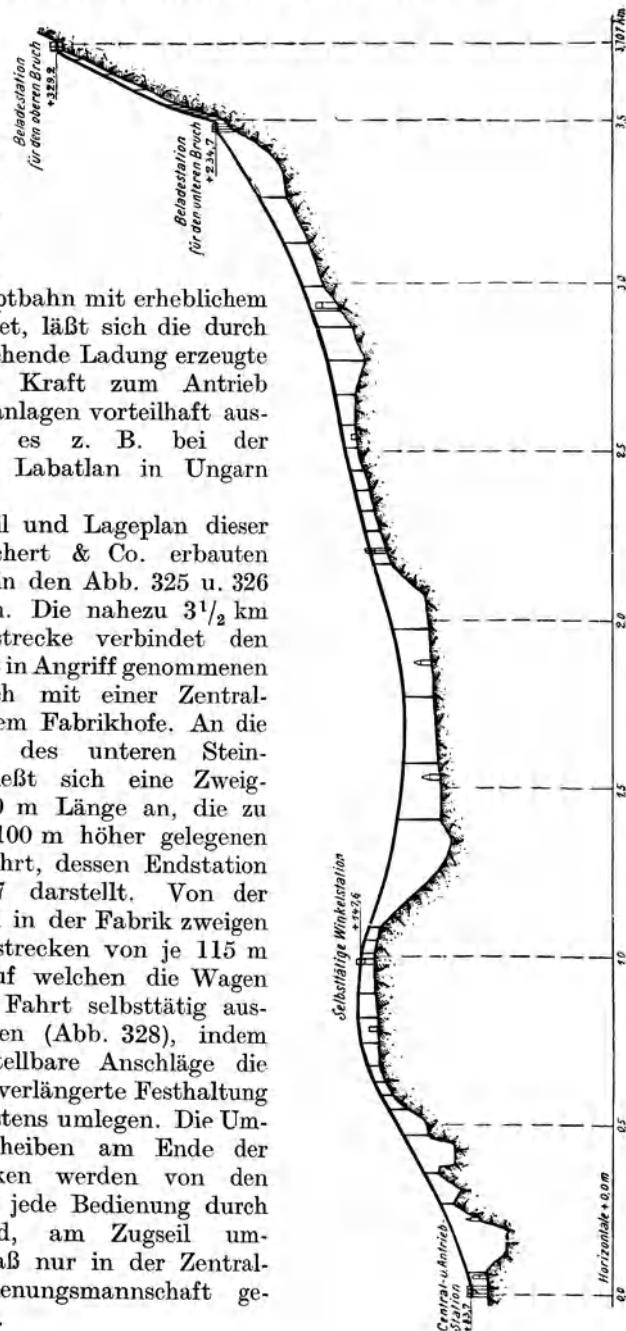


Abb. 325. Längsprofil der Drahtseilbahn Labatlan (Bleichert).

Die überschüssige Energie der schweren abwärtsgehenden Lasten der Abzweigbahn für den oberen Steinbruch wird durch Bremsen vernichtet. Da auch die Hauptbahn beträchtliches Gefälle hat, wird ein Teil der hier freiwerdenden Energie zum Antrieb der beiden Zweigstrecken in der Fabrik benutzt, indem die Hauptseilscheiben der Zweigstrecken durch eine Wellenleitung mit der Endseilscheibe der Hauptbahn verbunden sind. Außerdem ist noch ein Motor vorgesehen, der dann in Tätigkeit tritt, wenn die Förderleistung der Hauptstrecke aus irgendeinem Grunde bedeutend verringert wird.

177. Die Elektroseilbahn in Vöcklabruck.

In vollkommenster Weise läßt sich die Verteilung des Materials bis zu den einzelnen Arbeitsstätten durchführen, wenn das Laufwerk der Wagen außer der Seilklemme noch mit einem Elektromotor versehen ist, der die Fortbewegung des Wagens auf den

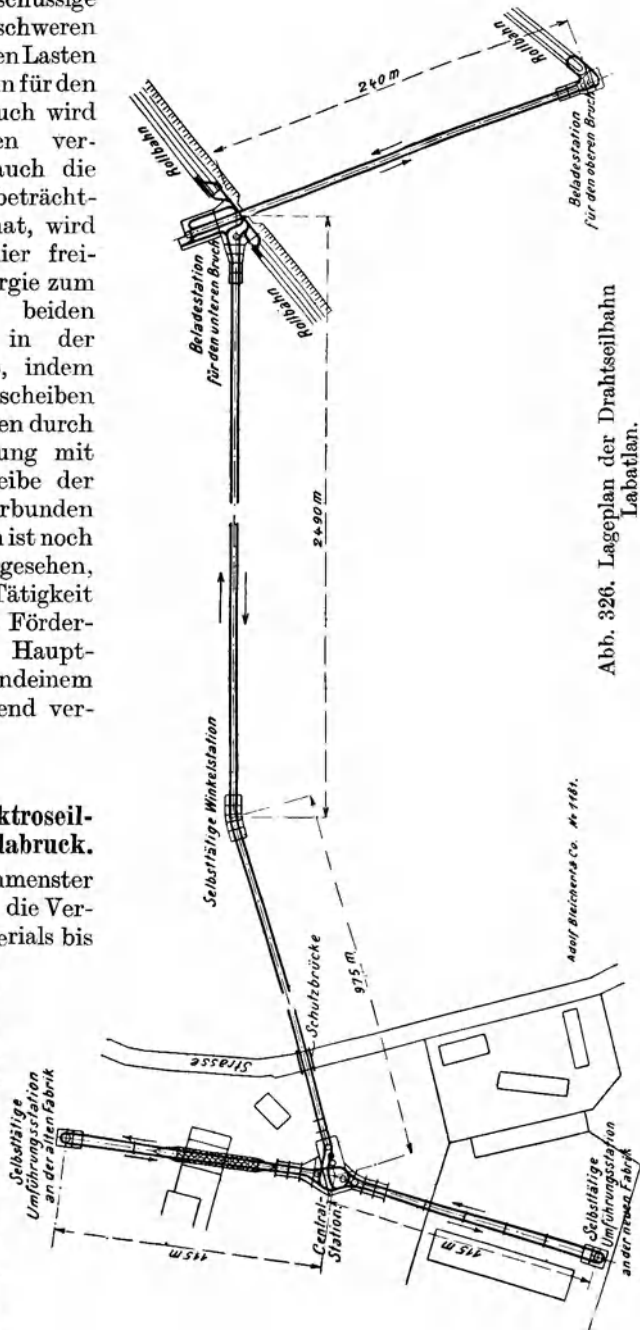


Abb. 326. Lageplan der Drahtseilbahn Labatlan.

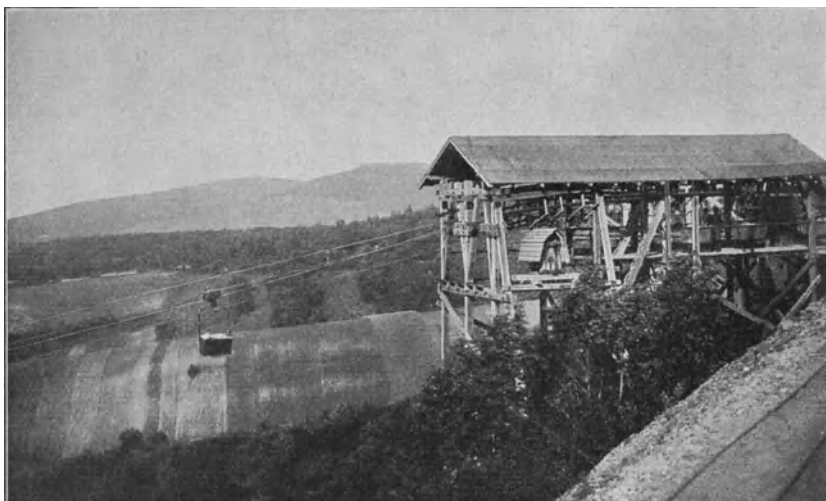


Abb. 327. Beladestation der Drahtseilbahn Labatlan.

beliebig verzweigten Hängebahnstrecken des Werkes übernimmt (vgl. Anhang). Ein Beispiel dafür bildet die Bleichertsche Anlage in den Eternitwerken Vöcklabruck.

Der Mergelbruch, von dem das Material zur Fabrik zu bringen ist, liegt von dieser etwa 300 m entfernt und ein gut Teil höher, wie das Längsprofil der Abb. 329 zeigt, so daß die Steigung für den rein elektrischen Antrieb zu groß wird, der zudem gewöhnlich nicht auf Seilen

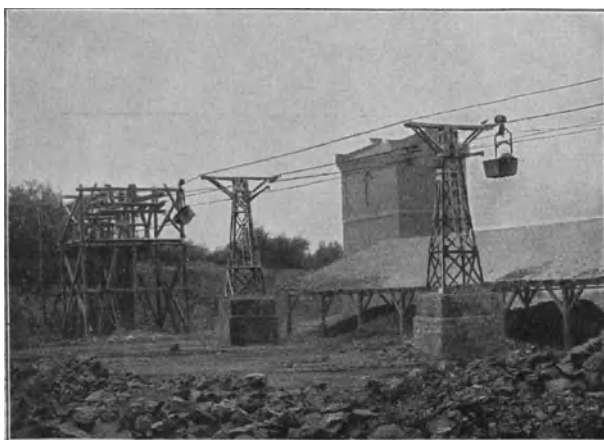


Abb. 328. Absturzstelle der Drahtseilbahn Labatlan.

als Fahrbahn durchführbar ist. In diesem Falle fahren die Wagen, wie die Abb. 330 veranschaulicht, am Zugseil über die geneigte Strecke bis zum Lager-schuppen, kuppeln sich hier selbsttätig ab und berühren gleichzeitig mit dem Gleitbügel die Stromleitung, worauf sie elektrisch be-

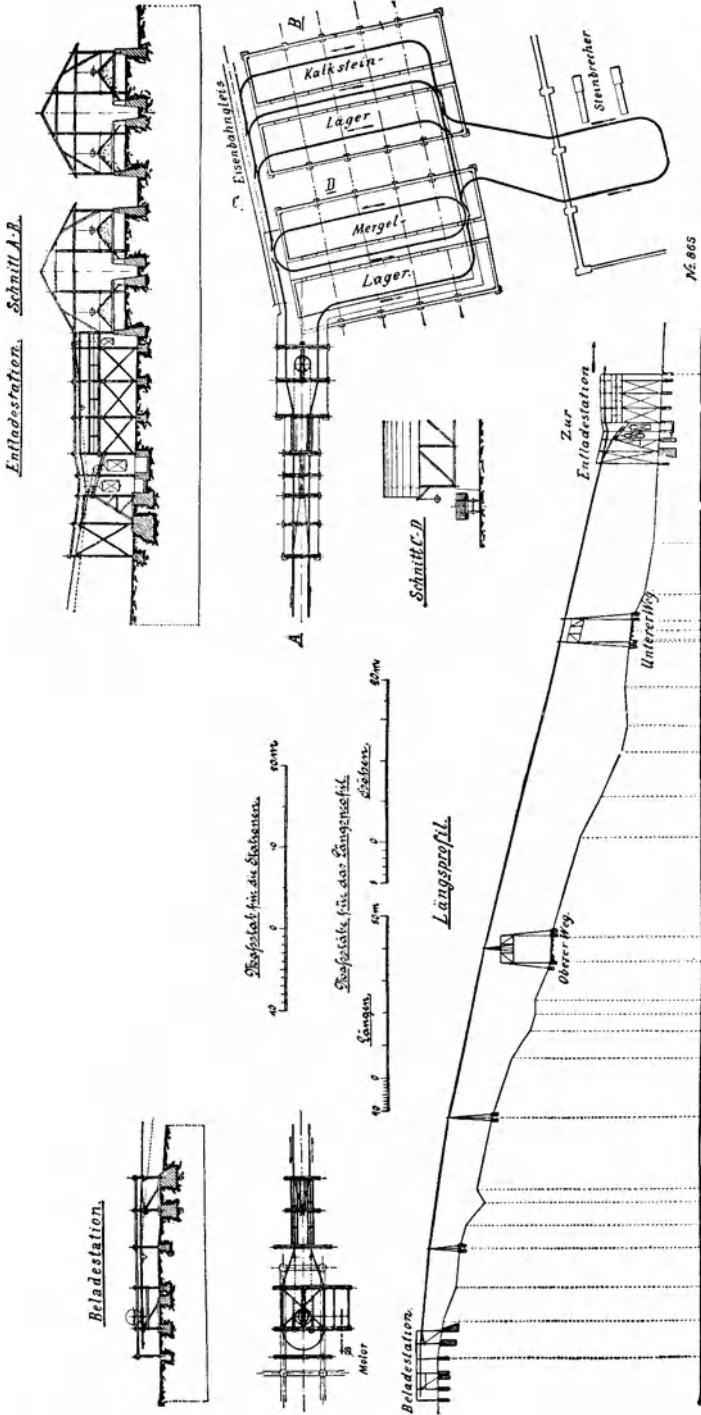


Abb. 329. Bleichertsche Elektrosilbahn und Elektrohängebahn zum Transport von Mergel und Kalkstein für die Eternitwerke Ludwig Halschek in Vöcklabruck.

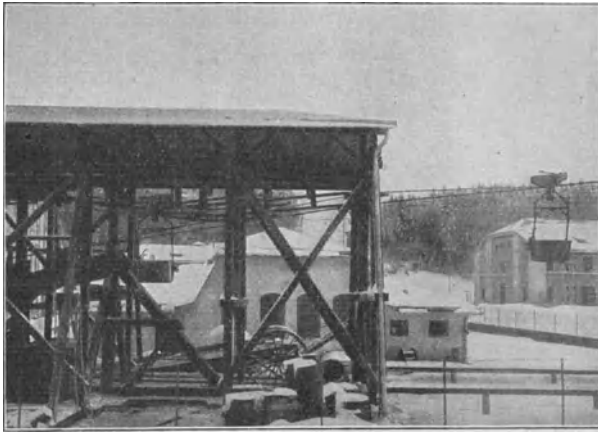


Abb. 330. Beginn der ansteigenden Strecke in Vöcklabruck.

trieben in den Schuppen fahren. Hier entleeren sie ihren Inhalt auf einem der verzweigten Gleise an bestimmter Stelle, oder sie fahren durch den Schuppen zur Fabrik, wo die Entleerung in einem Steinbrecher erfolgt. Um auch vom Schuppen in die Fabrik mechanisch fördern zu

können, ist ein Elektrohängebahnwagen mit Windwerk vorgesehen, der von einem einzigen Arbeiter bedient wird (vgl. S. 542).

c) Besondere Anwendungen in der Berg- und Hüttenindustrie.

178. Die Drahtseilbahnen in Tagebauen.

Die Berg- und Hüttenindustrie stellt an alle Zweige der Maschinentechnik ihre besonderen Anforderungen und so finden sich auch bei den Drahtseilbahnen, die gerade hier eine reichliche Verwendung erfahren, Eigentümlichkeiten, die an anderer Stelle nur ausnahmsweise wiederkehren, so daß eine eingehende Erörterung derselben durchaus am Platze ist.

Am nächsten kommen den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Anlagen die Drahtseilbahnen für Tagebaue, besonders Braunkohlengruben und Erzlagerstätten. Der Abbau ist derselbe wie in Steinbrüchen und Tongruben, so daß auch hier die leer ankommenden Seilbahnwagenkästen gewöhnlich auf Unterwagen gesetzt und nach der eigentlichen Abbaustelle auf Schmalspurgleisen gerollt werden. Bei vorgeschrittenem Abbau wird die Station dann meist durch eine anschließende Hängebahn verlängert, wie z. B. die Abb. 331 erkennen läßt, die ein schon weit abgebautes Braunkohlenfeld mit einer Bleichertschen Drahtseilbahn zeigt.

Allerdings besteht gewöhnlich der Unterschied, daß die Fördermenge erheblich größer ist als die von Steinbrüchen u. dgl. So ist die dargestellte Anlage für eine Leistung von 143 Wagen in der Stunde mit je 7 hl Inhalt gebaut. Die stündliche Fördermenge beträgt also mindestens 100 m³ Braunkohle. Häufig wird diese Förderung noch um ein

gut Teil überschritten, so daß täglich bei Tag- und Nachtschicht bis 2000 t über die Strecke gehen.

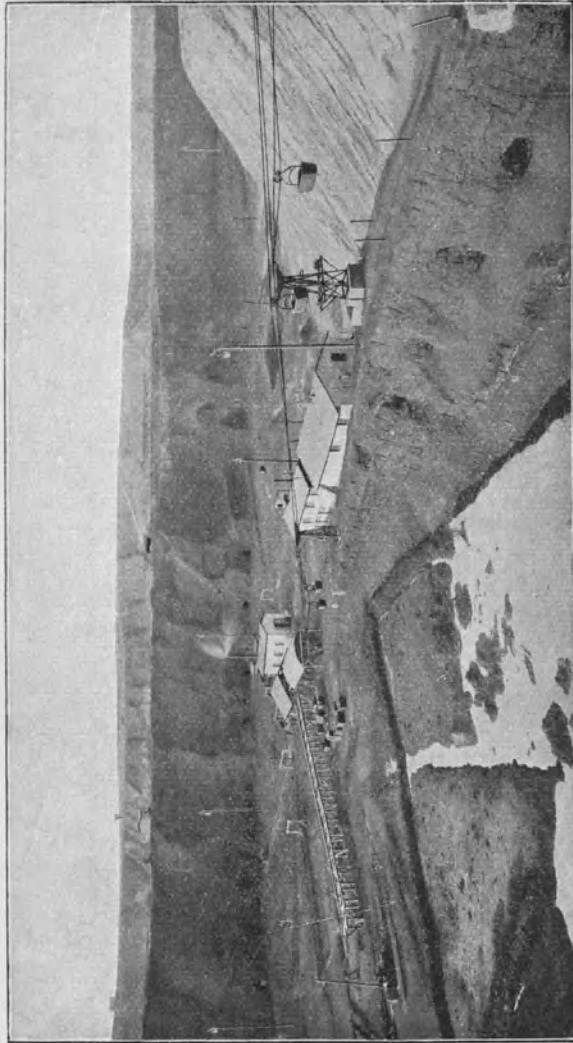


Abb. 331. Drahtseilbahn mit Hängbahnanschluß in einer Braunkohlengrube (Bleichert).

179. Die Bahn der Orconera Iron Ore Co. in Biscaya.

Sie ist eine der bemerkenswertesten Drahtseilbahnanlagen in bezug auf die tonnenkilometrische Leistung. Während man dort früher nur die Lager reicher Erze abbaute, ist man jetzt dazu übergegangen, auch die umfangreichen ärmeren Lager zu verwerten, deren Erz durch einen

Waschprozeß angereichert werden muß. Da es große Schwierigkeiten machte, das zum Waschbetrieberforderliche Wasser bis zum Erzfeld Carmen zu bringen und von dort wieder abzuführen, so entschloß man sich, die mit Lehm, Ton usw. ver-

setzten Erze erst einmal über eine Entfernung von 8,1 km bis zu einem Hügel in der Nähe der Meeresküste bei Povena zu transportieren. Dort, wo die Wasserzu- und -abführung leichter zu bewerkstelligen war, wird das Fördergut gewaschen und darauf das angereicherte Erz wieder zurück zu einer Zwischenstation Pucheta geschafft. Von hier aus erfolgt die Beförderung vermittels einer Zweigbahn nach der Station Gallarta der der Gesellschaft gehörigen Eisenbahnlinie zur Verfrachtung.

Die von A. Bleichert & Co. gebaute Drahtseilbahn wurde wegen der hohen Förderleistung, die verlangt wurde, auf der Hauptstrecke als Doppelbahn ausgebildet. Ihr Längsprofil und den Lageplan zeigt die Abb. 332; ferner ist die Anordnung der drei Stationen in Abb. 333 wiedergegeben.

Bei der Beladestation Carmen befindet sich eine große Füllrumpfanlage, vor deren Auslaufschurren sich ein Hängebahnstrang entlangzieht, auf dem die Seilbahnwagen beider Linien durch Öffnung der Füllrumpferschlüsse beladen werden. Die Wagen werden dann an das Zugseil angekuppelt, fahren daran durch die Zwischenstation Pucheta hindurch und werden in der Entladestation Poverna von einer Absturzbrücke auf das Lager entleert. Dieses ist mit mäßig geneigter Sohle angelegt, so daß das Material den darunterstehenden Trommeln der Wäsche allein infolge seines Eigengewichtes zurutscht. Ein der Absturzbrücke parallellaufender Gurtförderer sammelt nachher das gewaschene Erz wieder und führt es zu zwei weiteren, im Zickzack angeordneten Förderbändern, die es um ungefähr 30 m anheben und in einen Überladerrumpf werfen. Aus ihm wird dann ein Teil der von der Absturzbrücke leer zurückkehrenden Drahtseilbahnwagen wieder beladen.

Die zum Rücktransport bestimmten Wagen unterscheiden sich von den anderen durch eine etwas andere Gestaltung der selbsttätigen Auslösevorrichtung, die beim Durchlaufen der Zwischenstation Pucheta durch einen Anschlag betätigt wird. Dort erfolgt die Entleerung während der Fahrt der Wagen in einen großen Füllrumpf, aus dem das Erz wieder in die Wagen der Nebenlinie abgezogen wird. Diese kippen es schließlich bei der Eisenbahnstation Gallarta in Füllrumpfe aus, die es in die Selbstentlader der nach Bilbao führenden Eisenbahn abgeben. Ihren Ausbau zeigt die Abb. 334.

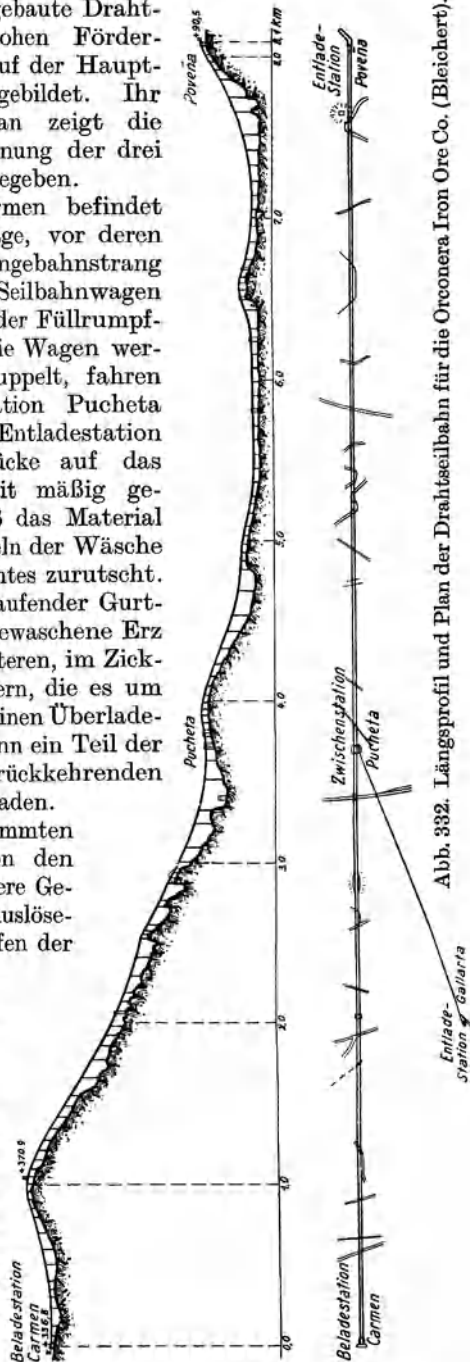


Abb. 332. Längsprofil und Plan der Drahtseilbahn für die Orconera Iron Ore Co. (Bleichert).

Die Abb. 335 und 336 gewähren ein anschauliches Bild der Hauptstrecke und zeigen auch, wie stark besiedelt das Land ist. Auf der ersten ist links oben noch die Endstation Povena sichtbar, auf der zweiten eine große Spannweite von 200 m nahe der Zwischenstation Pucheta.

Zum Antrieb der Hauptstrecke dienen zwei in Povena aufgestellte 100 pferdige Elektromotoren. Die Rückförderung der gewaschenen Erze bis Pucheta erfolgt über eine Länge von 4,3 km, von wo bis zur Eisenbahnstation Gallarta noch 1,8 km sind. Die verlangte Förderleistung beträgt 210 t ungewaschener und 105 t gewaschener Erze für die Stunde. Damit ergibt sich eine stündliche Gesamtleistung von

$$210 \cdot 8,1 + 105 \cdot (4,3 + 1,8) = 2430 \text{ t km,}$$

wohl die bedeutendste tonnenkilometrische Leistung, die mit Drahtseilbahnen bisher erzielt worden ist.

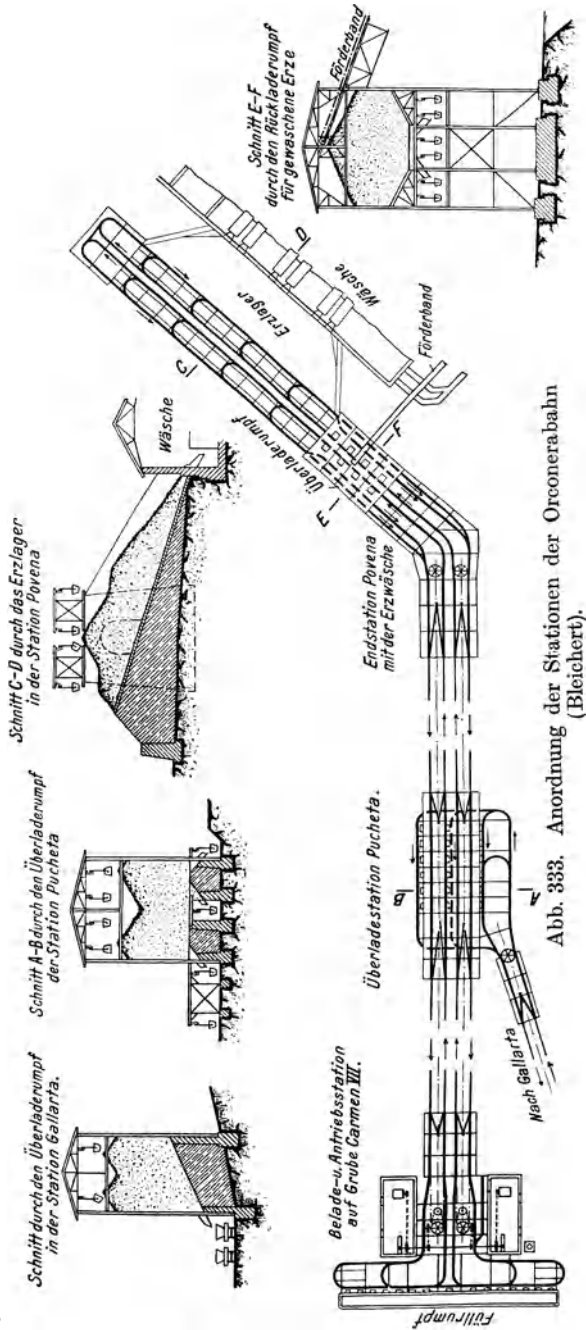


Abb. 333. Anordnung der Stationen der Orconerabahn (Bleichert).



Abb. 334. Füllrumpfanlage der Endstation Gallarta.



Abb. 335. Streckenbild der Orconerabahn bei Povena (Bleichert).

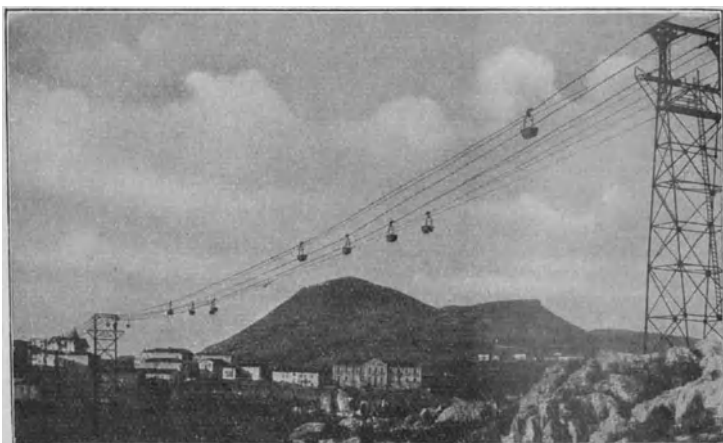


Abb. 336. Streckenbild der Orconerabahn bei Pucheta (Bleichert).

180. Die Bahn der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges. in Differdingen.

Eine Anlage, die mit der gewöhnlichen Anordnung und dem einfachen zweirädrigen Laufwerk eine Förderleistung von 150 t/St und da-

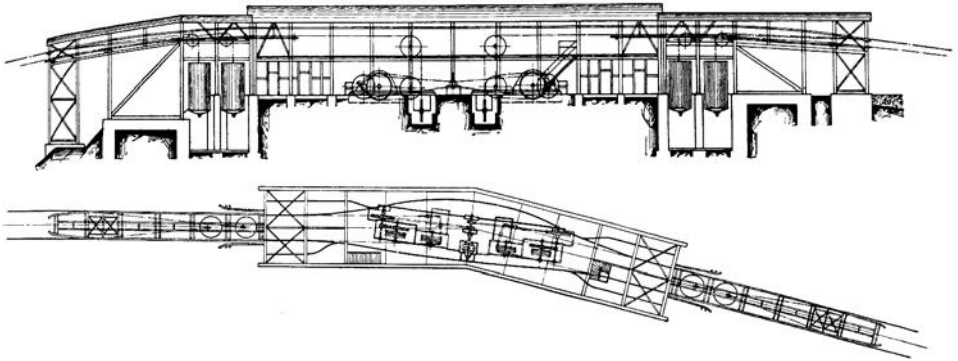


Abb. 337. Winkel- und Antriebsstation der Bahn Oettingen-Differdingen (Pohlig)

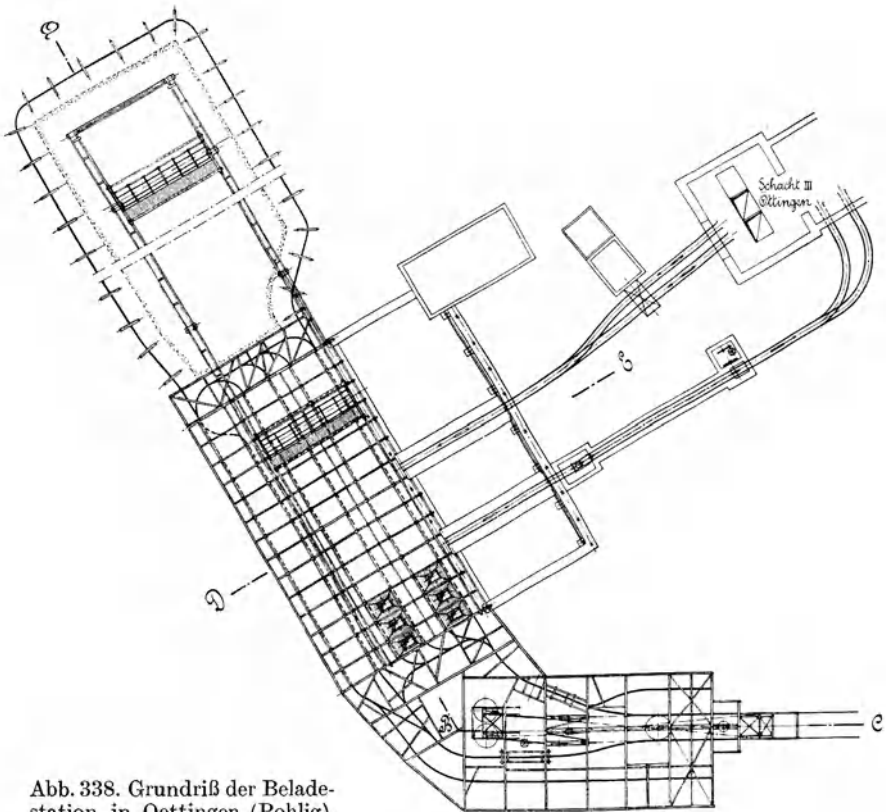


Abb. 338. Grundriß der Beladestation in Oettingen (Pohlig).

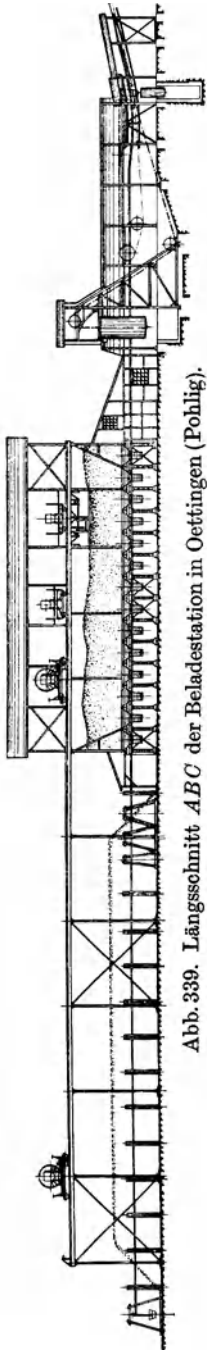


Abb. 339. Längsschnitt ABC der Beladestation in Oettingen (Pohlig).

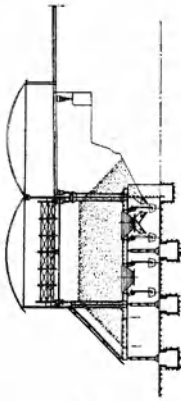


Abb. 340. Querschnitt DE der Be-

ladestation in Oettingen (Pohlig).

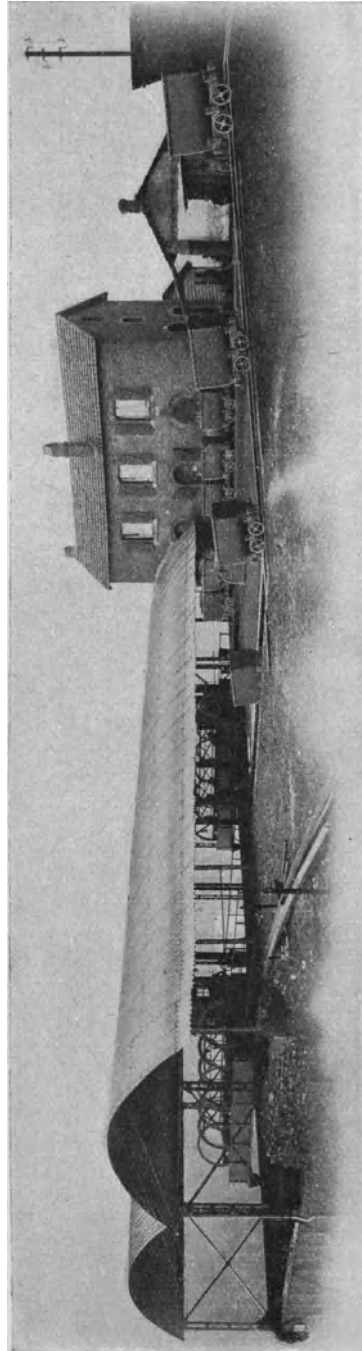


Abb. 341. Beschickung der Füllrumpfanlage in Oettingen (Pohlig).

mit wohl die Grenze des auf die Weise Möglichen erreicht, ist die 1906 von J. Pohlig A.-G. gebaute $12\frac{3}{4}$ km lange Bahn zur Förderung von Minette aus den in der Nähe von Oettingen gelegenen Erzgruben zur Hochofenanlage in Differdingen¹⁾. Vorher wurde die Minette dem Hochofenwerk von der Prinz-Henri-Bahn zugeführt, wobei sich die Förderkosten einschließlich der notwendigen Umladung auf rund 1,30 M/t stellten. Die in der kurzen Zeit von nur 10 Monaten errichtete Drahtseilbahn setzte sofort die Hauptausgaben für die Antriebsenergie, Arbeiterlöhne, Erneuerungen, Pacht des überschrittenen Geländestreifens, auf noch nicht 0,20 M/t herab, obwohl die Bahn noch nicht voll ausgenutzt wurde.

Eine Eigentümlichkeit der Anlage ist noch die, daß das Tragsseil des Leerstranges ebenso stark wie das des Laststranges, 45 mm ver-

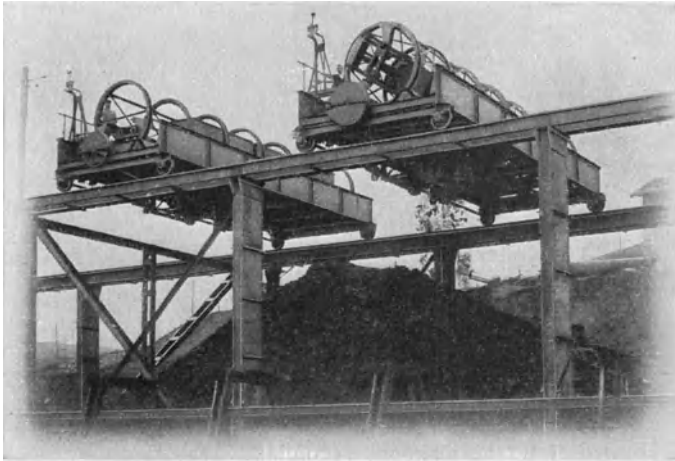


Abb. 342. Lagerplatz mit Mehrfachkreiselwippen (Pohlig).

schlossen, ausgeführt wurde, um später ohne Schwierigkeiten einen etwa wünschenswerten Rücktransport einrichten zu können.

Etwa in der Mitte der Strecke erfährt die Bahnlinie eine geringe Ablenkung in der Winkel- und Antriebsstation, die Abb. 337 darstellt. Den Antrieb des mit 2,5 m/sek umlaufenden Zugseiles von 20 mm Durchmesser bewirkt dort ein Elektromotor von 70 PS Leistung, der die in lotrechten Ebenen liegenden Seilscheiben beider Antriebe vermittels Riemen und Zahnradvorgelege bewegt. Die Umführung der 5 hl = 750 kg fassenden Seilbahnwagen um den Antrieb erfolgt von Hand.

Die Anordnung der Beladestation in Oettingen zeigen die Abb. 338–340. Am Abhang des vor der Schachanlage aufgeschütteten Geländeteiles ist eine Füllrumpfanlage errichtet, der die Grubenwagen von der Hänge-

¹⁾ Pietrowski, Glückauf 1907.

bank aus im Gefälle zulaufen, wie das im Hintergrund der Abb. 341 zu erkennen ist. Über den Füllrumpfen befinden sich zwei, ebenfalls von Pohlig gelieferte Kreiselwipper, in denen gleichzeitig je 6 Grubenwagen ausgekippt werden können. Damit die Grubenwagen auch selbsttätig wieder aus den Wipfern zurückrollen, ist das vor dem Abfahrgeleis gelegene Schienenstück für die Wipperbrücke beweglich angeordnet und wird vermittels eines Handhebels gesenkt, so daß sich die Brücke entsprechend schräg stellt. Da die entlastete Brücke unter der Einwirkung eines Gegengewichtes von selbst wieder in die wagerechte Lage zurückkehrt und die Grubenwagen sich selbsttätig an eine Förderkette anschlagen, die sie wieder auf die Höhe der Hängebank zurückbringt, so ist zur Bedienung des Wippers usw. nur ein Mann erforderlich. An die Füllrumpfanlage schließt sich noch ein längerer Lagerplatz an, um den die Hängebahngleise der Drahtseilbahn herumgeführt sind (Abb. 338 und 342).

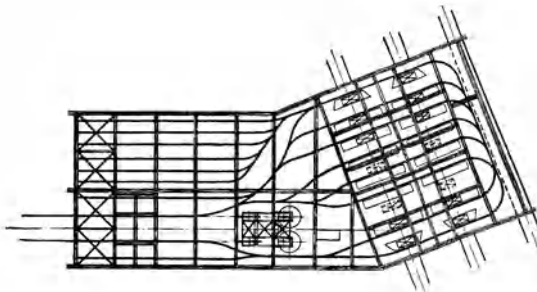
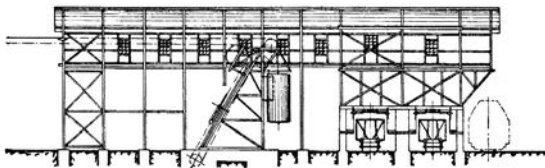


Abb. 343. Entladestation in Differdingen (Pohlig).

Auch die in Abb. 343 gezeichnete Entladestation besitzt wieder eine Füllrumpfanlage von 1000t Fassungsvermögen mit einer Reihe von darüber hinweggeführten Hängebahngleisen. Die Erze werden daraus in daruntergeschobene Eisenbahnwagen abge-

zogen. Man beabsichtigte, die Seilbahn später zu verdoppeln, und hat den für die zweite Endstation schon vorgesehenen Raum vorläufig mit Aufstellgleisen ausgefüllt, die sämtliche Wagen der bestehenden Anlage für Untersuchungen und Ausbesserungen aufnehmen können.

181. Die Bahn der Buderusschen Eisenwerke.

Sie ist im Gegensatz zu den vorgenannten von recht kurzer Länge und dient zum Transport von Kalksteinen aus dem unterirdischen Bruch entweder nach dem Silo des Eisenwerkes oder dem Lager in der Zementfabrik. Besonders auffällig ist an ihr, daß sie auf einem von Industriebauten nahezu vollständig besetzten Gelände errichtet ist und aus dem Grunde mehrfach Ablenkungen von der geraden Linie erfahren mußte.

Die leeren Kippkästen der Seilbahn werden in der Beladestation, die auf dem Lageplan (Abb. 344) als Winkelstation I bezeichnet ist,

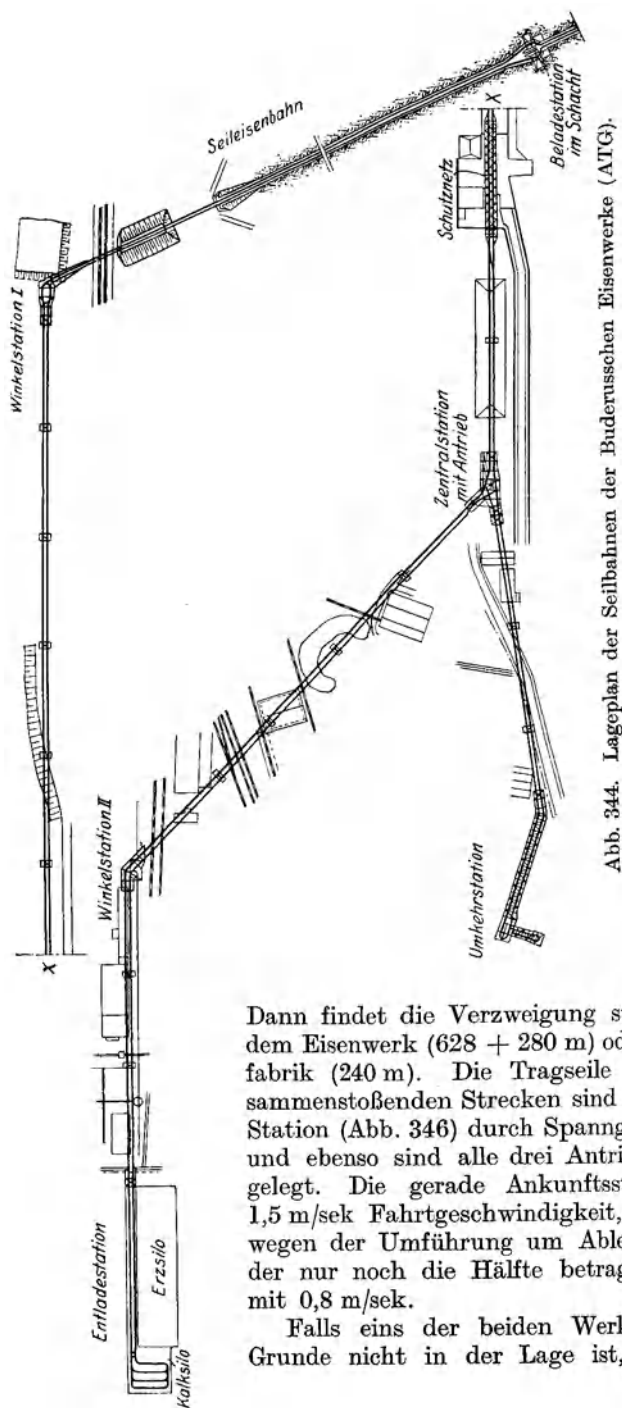


Abb. 344. Lageplan der Seilbahnen der Buderusschen Eisenwerke (ATG).

in üblicher Weise auf Unterwagen gesetzt und auf einer mit Zugseil betriebenen Standbahnstrecke bis unten an den Schacht des Kalkbruches gebracht. Die Standbahn hat 960 m Länge, wovon 854 m in einem Tunnel liegen. Stündlich werden 62,5 t in Kästen von je 4,3 hl = 0,6 t Ladung gefördert, die auf der Standbahn mit 0,7 m/sek Geschwindigkeit fahren. Eine Skizze der Beladestation mit dem 30 PS-Antrieb der Standseilbahn und ihrer freien Strecke, die mehrere Eisenbahngleise und eine Straße überquert, bringt die Abb. 345 bei.

Die erste Teilstrecke hat nur 575 m Länge.

Dann findet die Verzweigung statt, entweder nach dem Eisenwerk (628 + 280 m) oder nach der Zementfabrik (240 m). Die Trageisele der drei hier zusammenstoßenden Strecken sind in der hochgebauten Station (Abb. 346) durch Spanngewichte abgespannt, und ebenso sind alle drei Antriebe hier zusammengelegt. Die gerade Ankunftsstrecke arbeitet mit 1,5 m/sek Fahrtgeschwindigkeit, die beiden anderen wegen der Umföhrung um Ablenkungsscheiben und der nur noch die Hälfte betragenden Fördermenge mit 0,8 m/sek.

Falls eins der beiden Werke aus irgendeinem Grunde nicht in der Lage ist, die Förderung des

Kalkbruches aufzunehmen, wird ein Teil davon vor der Zentralstation auf Halde gestürzt. Die Absturzstelle mit dem verschiebbaren und durch Handzüge einzustellenden Entladeanschlag zeigt die

Abb. 347. Zur Wiederaufnahme ist an die Station ein Doppelaufzug angeschlossen, der die auf Unterwagen gesetzten Seilbahnkasten auf ein 30 m langes, an der Halde entlanggeführtes Aufnahmegleis bringt, wo sie von Hand beladen werden, und dann wieder auf die Seilbahnstation schafft.

Die Bahn nach dem Eisenwerk hat etwa auf $\frac{2}{3}$ des Weges noch eine selbsttätige Winkelstation II mit Umführungsscheiben von 4 m Durchmesser. An die Endstation schließen sich Handhängebahnen, die unmittelbar über die Kalksteinsilos gehen. Die Tragseile sind vor den Erzsilos verankert und der Rest der Strecke besteht aus Hängebahnschienen. Einen Blick auf die letzte Strecke von den Erzsilos aus zeigt die Abb. 348 mit der Winkelstation II im Hintergrunde.

Auch die kürzere Teilstrecke nach der Zementfabrik enthält noch eine ähnliche Winkelstation, nur mit geringerer Ablenkung.

Da der größte Teil der Anlage über Fabrikhöfe usw. geht, mußte die Strecke fast überall mit Schutznetzen von 3,5 m Breite unterspannt werden. Gebaut wurde die Anlage von der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft.

182. Die Drahtseilbahn der Kohlenzeche „Konstantin der Große“.

Auch in allen anderen Bergbaubetrieben sieht man Drahtseilbahnen in großer Menge, namentlich in den Kohlenbezirken, wo sie oft verhältnismäßig nahe bei-

einander aufgestellt sind, wenn auch die Dichtigkeit des Eisenbahnnetzes in diesen Gebieten größere Längen der einzelnen Drahtseilbahnen meist ausschließt. Ihr Zweck ist gewöhnlich nur, die Kohlen

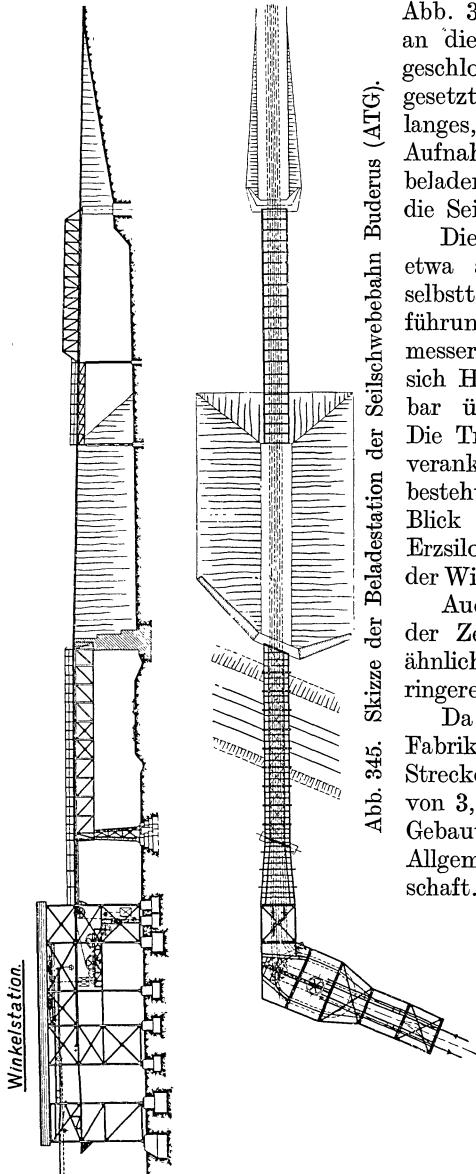


Abb. 345. Skizze der Beladestation der Seilschwebebahn Buderus (ATG).

von der Schachtanlage nach der Separation bzw. der Kokerei zu bringen oder die Waschberge usw. zu entfernen, und es erscheint natürlich von vornherein als das vorteilhafteste, wenn irgendmöglich dieselbe Anlage für beide Transporte zu benutzen.

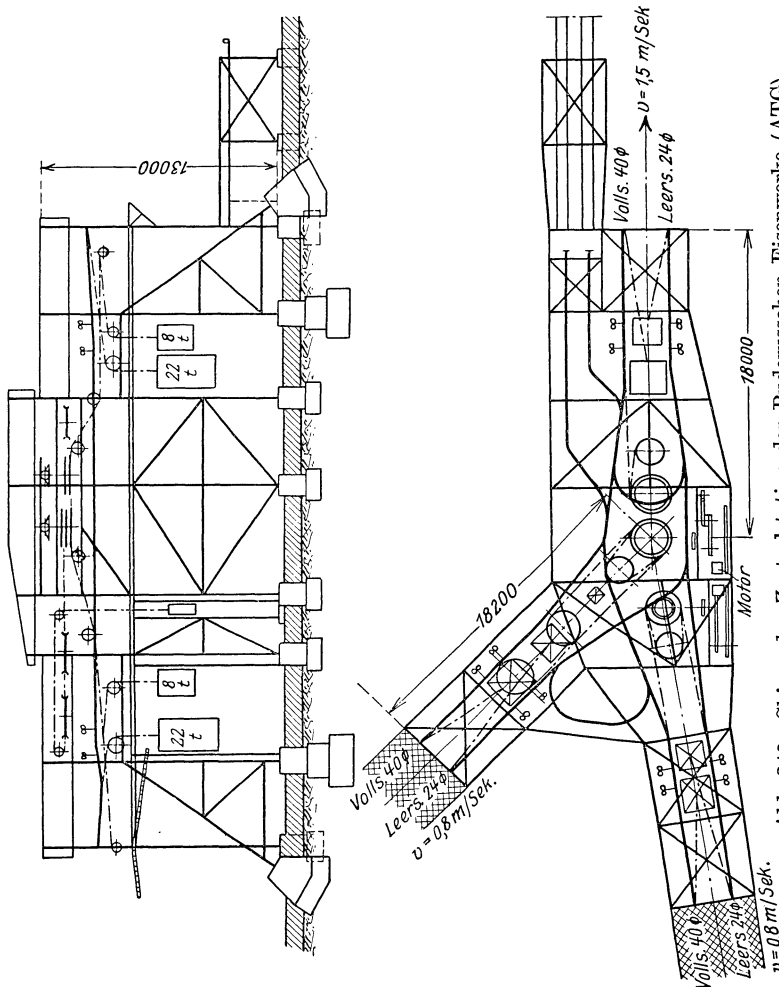


Abb. 346. Skizze der Zentralstation der Baderusschen Eisenwerke (ATG).

Ein Beispiel dafür bietet die von A. Bleichert & Co. gebaute Drahtseilbahn der Zeche „Konstantin der Große“. Die aus Schacht VI der Zeche zutage kommenden Grubenwagen werden von der Hängebank aus zuerst unter das Hängebahngleis der an das Schachtgebäude angebauten Drahtseilbahnstation gefahren und dort mittels Ketten an die Laufwerke angehängt. Sie gehen dann über die Seilbahn bis nach der rund 1,6 km entfernten Station in der Schachtanlage I, von

wo sie auf Hängebahngleisen von Hand bis zur Wäsche gestoßen, dort vom Gehänge gelöst, in den Wipper gefahren und entleert werden. Hierauf werden sie sofort wieder mit Waschbergen zum Versatz der zu Schacht VI gehörigen abgebauten Strecken gefüllt, an die Laufwerke gehängt und zur Station zurückgestoßen.

Der Transport der schweren Grubenwagen über die Drahtseilbahn belastet zwar die Seilbahn wesentlich höher, da die sonst gebräuchlichen Seilbahnkübel ein gut Teil leichter sind. Er ergibt aber den



Abb. 347. Kalksteinhalde bei der Zentralstation Buderus (ATG).

Vorteil, daß keinerlei Umladungen mit ihren besonderen Einrichtungen wie Füllrumpfen, Bedienung usw. erforderlich werden, daß also das Material auf dem ganzen Wege von der Gewinnungs- bis zur Verbrauchsstelle in demselben Gefäß bleibt. Die Anlage ist noch dadurch bemerkenswert, daß die Grubenwagen an einem einzigen gewöhnlichen Seilbahnlaufwerk aufgehängt werden, während man bei etwas größeren und schwereren Ausführungen die Last gewöhnlich, wie in Absatz 77 auseinandergesetzt ist, auf 4 Räder verteilt, um so schwächere Tragseile verwenden zu können.

183. Die Bahn der Schachtanlage Brefeld in Staßfurt.

Dabei gelangte man aus den in Absatz 77 erörterten Gründen nach dem Vorbild von A. Bleichert & Co. mehr und mehr zu den dort veranschaulichten Plattformwagen. Der Betrieb gestaltet sich dann in folgender Weise:

In der Endstation läuft der Seilbahnwagen, nach dem er sich selbsttätig vom Zugseil abgekuppelt hat, auf der Hängebahnschiene bis nach dem Beladepunkt hin, wird dort durch eine Verriegelung vor den Ablaufschienen des Grubenwagens angehalten, wo sich

gleichzeitig, ebenfalls selbsttätig, der den Grubenwagen festhaltende Rahmen anhebt, und nun kippt der Arbeiter mit Hilfe einer Zugstange die Plattform etwas nach vorn, so daß der schwere Wagen mit Leichtigkeit heruntergezogen werden kann. Den Vorgang veranschaulicht die Abb. 349 nach der von A. Bleichert & Co. für die Schachtanlage Brefeld der staatl. Berginspektion in Staßfurt gebauten Anlage.

Umgekehrt kippt sich beim Aufschieben des Wagens die Plattform von selbst etwas nach der hinteren Seite, so daß der vollbeladene Wagen sich ebenfalls leicht aufschieben läßt und sogleich die richtige Stellung einnimmt, bei der der überfallende Sicherungsrahmen ihn ohne weiteres festhält. Dabei stellt sich gleichzeitig noch das Stück der Hängebahnschiene, auf der das Seilbahnlaufwerk steht, etwas schräg, so daß es nach Lösung seiner Verriegelung mittels des zweiten Handhebels selbsttätig bis zum Auslauf der Station abrollt und sich dort, ebenfalls ohne menschliche Mitwirkung, mit dem Zugseil kuppelt. Infolge dieser Einrichtung, deren Einzelheiten die Abb. 350 in technischer Darstellung wiedergibt, braucht die ganze Drahtseilbahn bei einer stündlichen Förderleistung von 45 t nur einen Mann zur Bedienung, d. h. die ganze

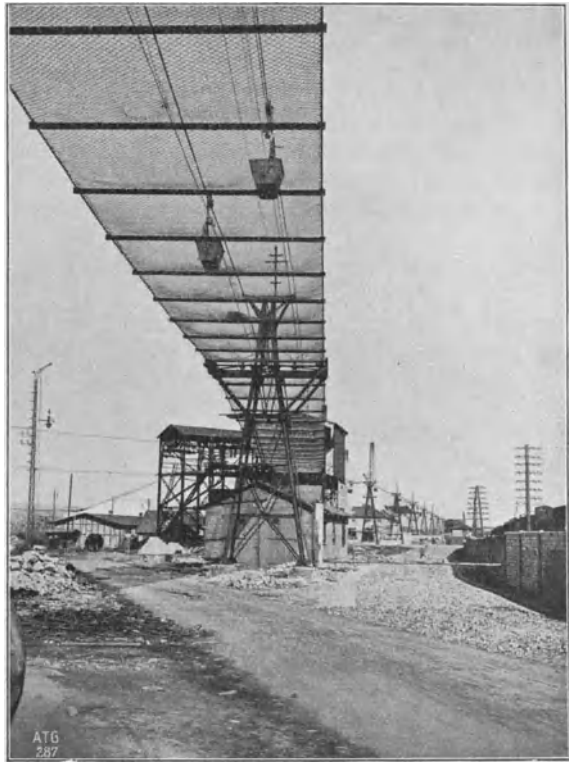


Abb. 348. Endstrecke im Eisenwerk Buderus (ATG).

Arbeit wird von den sowieso im Werk tätigen Leuten ausgeführt, ohne daß sie nennenswert Zeit verlieren.

184. Die Bahn der Kohlengruben Grand Hornu in Belgien.

Neben der Kohlen-, Erz- oder Salzförderung kann die Drahtseilbahn ohne jede Änderung gleichzeitig auch zum Aufschütten der Berge auf die Halde benutzt werden, wie es z. B. bei der von A. Bleichert & Co. gebauten Bahn der Kohlengruben von Grand Hornu der Fall ist. In

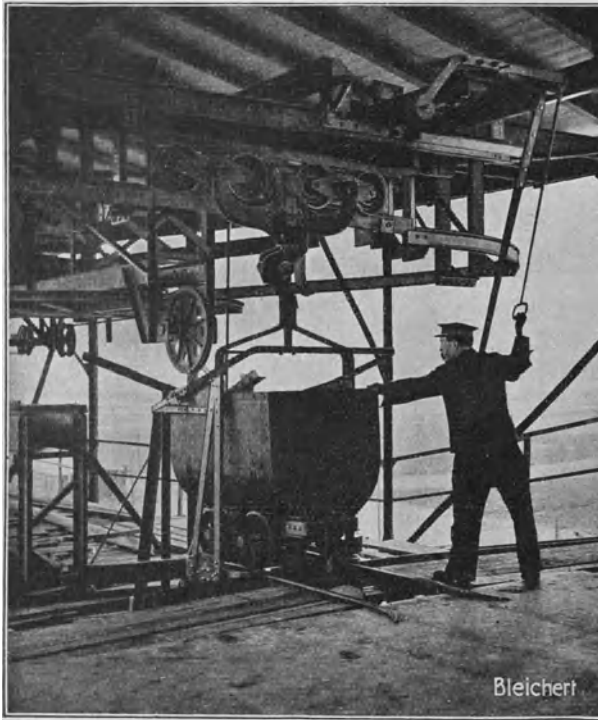


Abb. 349. Aufschieben des Grubenwagens in der Station.

der Separation des Werkes werden die Kohlen in Seilbahnwagenkasten abgezogen und dann darin nach einer 2 km entfernten Schiffsbeladestelle am Condé - Mons - Kanal geführt, von der die Abb. 351 eine Gesamtansicht und Abb. 352 verschiedene Einzelheiten nach einer technischen Zeichnung wiedergibt. Hier werden die Seilbahnwagen mit Gehänge und Laufwerk auf 2 Niederlaßvorrichtungen, die sich an die

Hängebahnschienen der Station anschließen, in die Kähne heruntergelassen und dort ausgekippt. Die ohne Antrieb allein infolge des Übergewichtes der heruntergehenden Kohlen arbeitenden Vorrichtungen können beliebig längs des Ufers verschoben werden, so daß der Kahn ohne Verhaken und die dadurch verursachten Betriebsunterbrechungen, Zeitverluste und Unkosten beladen wird.

Die Waschberge werden ebenfalls in der Separation aufgegeben und gehen über die Seilbahn mit nach der Endstation. Hier werden die Bergewagen in der Regel wieder auf das Rückkehrgleis geschoben und entleeren sich dann selbsttätig beim zweiten Überschreiten der Halde, über die die Seilbahn hinweggeht (Abb. 380). Für den Fall, daß einmal

auf längere Zeit nur Berge zu fördern sind, kann auch auf dem zum Kanal führenden Strang der Seilbahn ein sonst zurückgezogener Anschlag eingerückt werden, so daß die Entleerung gleich auf dem Hinweg stattfindet.

Die Bahn befördert stündlich 150 Wagen, die je 500 kg Kohle oder 750 kg Berge fassen, so daß die gesamte Stundenleistung 75 t Kohlen bzw. 110 t Berge beträgt. Vor Errichtung der Seilbahn wurde die ganze Förderung durch eine Schmalspurbahn mit Lokomotivbetrieb bewirkt, deren Leistung wegen des nur eingleisigen Ausbaues recht gering

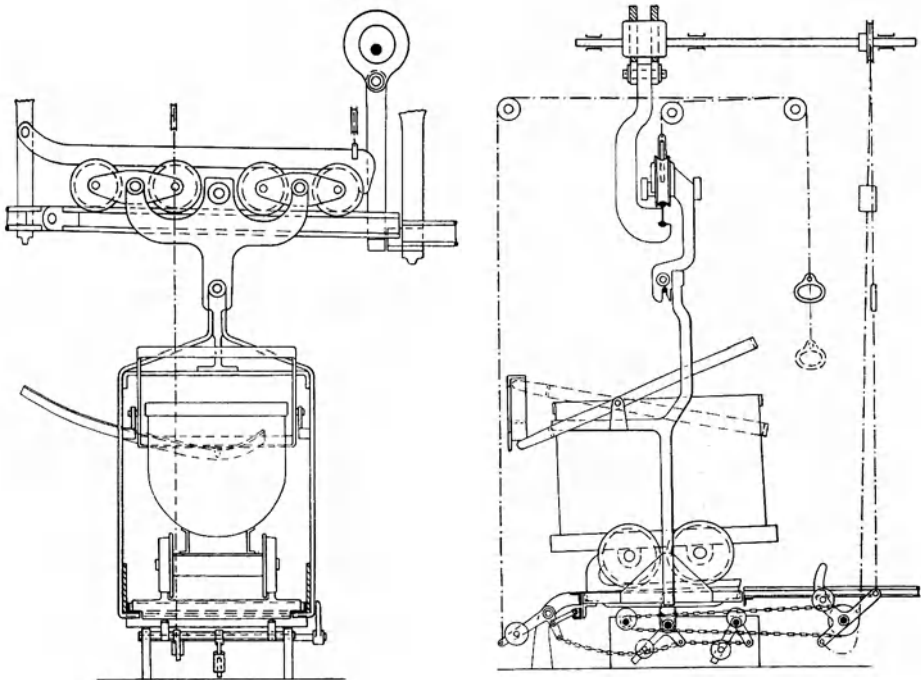


Abb. 350. Anordnung der Beladestelle der Plattformwagen (Bleichert).

war. Außerdem ergab die Kreuzung mehrerer Landstraßen und zweier Staatsbahnlinien eine Reihe von Unbequemlichkeiten, die sich noch vermehrten, als die Halden immer höher anwuchsen, so daß die Verteilung des Materials anfangs, große Schwierigkeiten und vor allen Dingen unverhältnismäßig hohe Kosten zu machen.

185. Die Bahn der Zeche Dannenbaum.

Mitunter kommt auch der umgekehrte Fall vor, daß eine Kohlen-transportbahn an irgendeinem Zwischenpunkte Material von einer vorhandenen Halde zu Versatzzwecken aufnehmen soll. Dann ist eine entsprechende Zwischenstation nötig, wie bei der Bleichertschen An-

lage der Zeche Dannenbaum bei Bochum, die zur Verbindung der Schächte Schiller und Eulenbaum mit Dannenbaum I dient.

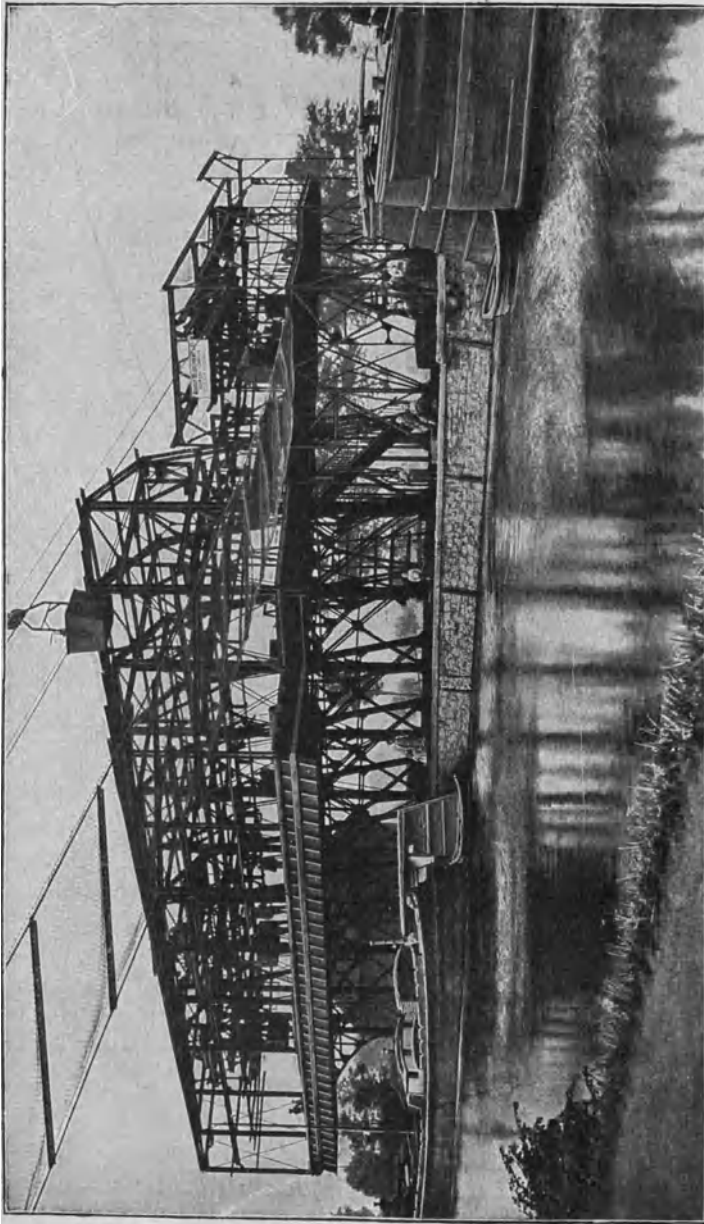


Abb. 351. Ansicht der Schiffsladestelle der Drahtseilbahn Grand Hornu.

Die Bahn ist zur Aufnahme von Bergen in einem Winkel geführt derart, daß an der Knickstelle die Zwischenstation liegt. Hier werden

die zurückkehrenden Wagen vom Zugseil abgekuppelt, beladen und wieder angekuppelt. Soll kein Versatzmaterial aufgenommen werden, so laufen die Wagen durch die Station selbsttätig hindurch, ohne daß die dann ausgerückten Kuppelstellen in Wirkung treten.

186. Die Bahnen der Zechen Courl und Scharnhorst.

Seitdem die abgebauten Grubenbaue in immer größerem Maßstabe versetzt werden, sind recht bedeutende Anlagen entstanden, die nur der Heranschaffung von Versatzmaterial dienen. Zuerst und in größtem Maßstabe ist diese Aufgabe von der Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft durchgeführt worden.

Ihre beiden Zechen Scharnhorst und Courl sind jede etwa 4,7 km von einer großen Schlacken- und Bergehalde entfernt, die dem Hörder Werk des „Phönix“ gehört und bei der Zeche Schleswig unweit Dortmund gelegen ist. Hier werden schon seit langer Zeit die von der Zeche Schleswig geförderten Berge und die Aschen und Schlacken des Hörder Hochofenwerkes zugebracht und abgestürzt, so daß mittlerweile ein Lager entstanden ist, das sich noch ständig schnell vergrößern würde, wenn man den Betrieb in der bisherigen Weise fortsetzte. Da nun der „Phoenix“ das Gelände für andere Zwecke frei bekommen möchte und andererseits die Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft für ihre beiden neuen Zechen große Mengen von Versatzmaterial benötigt, ist zwischen beiden Gesellschaften ein Vertrag abgeschlossen worden, wonach Harpen das neu herangeschaffte Material sofort weiterbefördert und die Halde allmählich ganz abbaut.

Als Beförderungsmittel konnten im vorliegenden Fall nur Drahtseilbahnen in Frage kommen, da das zwischenliegende Gelände intensiv bewirtschaftet wird und eine Reihe von öffentlichen Wegen und Straßen in der Nähe mehrerer sich stark entwickelnder Ortschaften sowie zwei Staatsbahnlinien zu kreuzen sind. Eine Standbahn wäre wegen der Grunderwerbskosten und sonstigen Sicherheitsmaßnahmen unerschwinglich teuer geworden.

Um lästige Umladungen zu vermeiden, senden beide Zechen leere Grubenwagen, die mittels Ketten an je 2 Laufwerken hängen (Abb. 126),

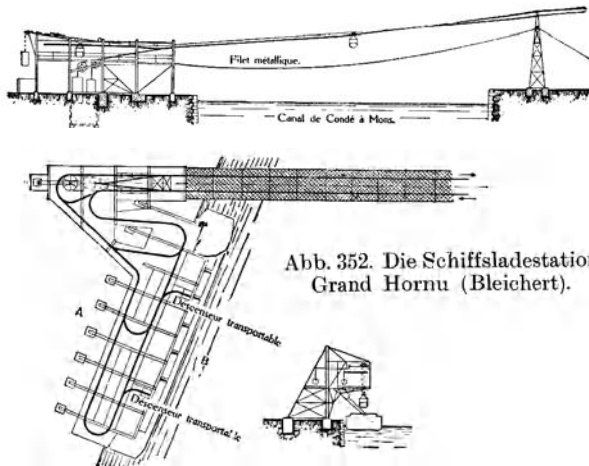


Abb. 352. Die Schiffsladestation Grand Hornu (Bleichert).

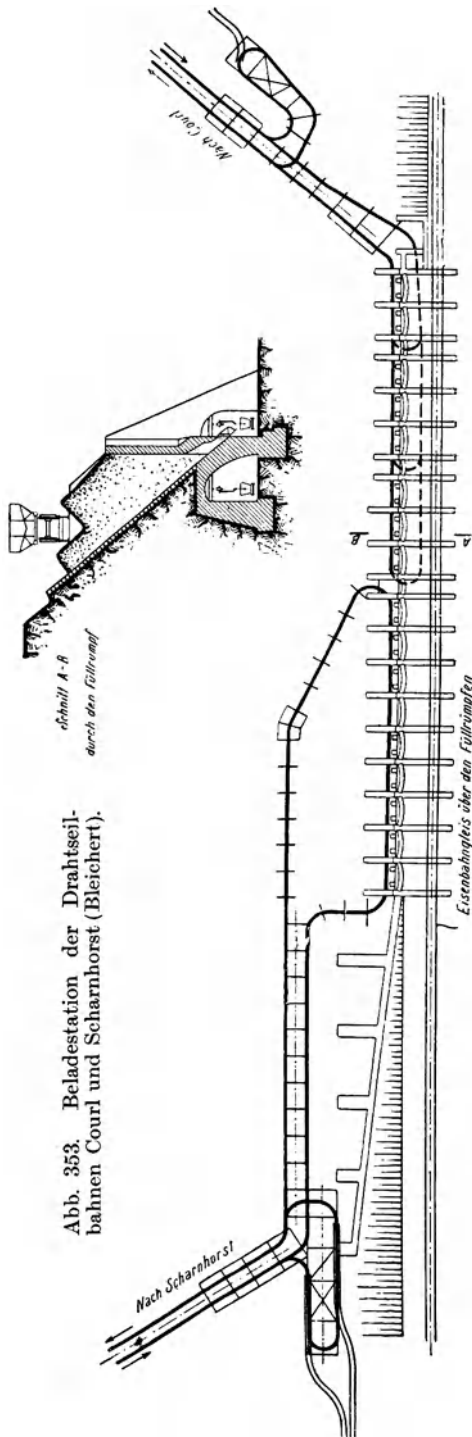


Abb. 353. Beladestation der Drahtseilbahnen Courel und Scharnhorst (Bleichert).

nach der Halde, wo sich die Beladestationen befinden. Die Grubenwagen werden hier von den Gehängen gelöst und auf Feldbahngleisen zu den jeweiligen Förderpunkten gefahren, wo sie vollgeschaufelt werden.

Für die Verladung des in Eisenbahnwagen — in der Hauptsache in Talbot-Selbstentladern — neu herankommenden Materials ist das Entladegleis der Eisenbahn über eine Reihe von 22 großen gemauerten Füllrumpfen hinweggeführt, die, wie Abb. 353 zeigt, an die Halde herangebaut sind. Ihr Fassungsvermögen beträgt 3300 m³ Versatzmaterial, eine Menge, die zum Ausgleich der Schwankungen in An- und Abfuhr ausreicht. Die Eisenbahnwagen werden auf den oberen Verschiebe- und Entladegleisen durch ein Rangierspill bewegt.

Vor den Entladeschuppen der Füllrumpfe laufen zwei getrennte Hängebahnzweige entlang, auf denen die Wagen zur Ersparnis von Bedienungsmannschaften mit Hilfe eines Knotenseiles mit etwa $\frac{1}{7}$ m/sek Geschwindigkeit herumbewegt werden. Die ziemlich langen Grubenbahnwagen werden nun während der Fahrt beladen, indem ein Mann die Verschlussklappe des Füllrumpfes mittels einer Zugkette für wenige Sekunden öffnet. Dabei häuft sich die Ladung gewöhnlich im vorderen Teil des Wagens etwas an, während der hintere nicht ganz voll wird, weshalb eine Abstreichvorrichtung eingebaut wurde, die die Ladung gleichmäßig verteilt.

Die Bleichertsche Seilbahn nach der Zeche Courel hat eine

Gesamtlänge von 4725 m bei einem Gefälle von 28,5 m. Sie ist dadurch besonders beachtenswert, daß sie nicht geradlinig, sondern in einem schwachen Bogen von 10 km Halbmesser verlegt ist. So konnten bestimmte Grundstücke umgangen werden, ohne daß eine Winkelstation nötig wurde. Vor der Endstation überschreitet die Seilbahn die Verladegleise und Koksöfen der Zeche (Abb. 354), die durch Schutznetze abgedeckt sind. Am Schacht werden die Grubenwagen auf Schienen gesetzt und auf der vorhandenen Bergebrücke der Hängebank zugeführt.

Die zweite, etwas später, ebenfalls von Bleichert & Co. gebaute Drahtseilbahn zur Zeche Scharnhorst ist geradlinig und besitzt eine Länge von 4620 m bei 25,5 m Gefälle. Ursprünglich war geplant, daß sie in die Vorderseite des in Abb. 220 sichtbaren Schachtgebäudes eintreten sollte, später wurde jedoch beschlossen, sie von der anderen Seite in das Ge-

bäude einzuführen, so daß eine mehrmalige Ablenkung stattfinden mußte. Auch diese, bereits in Abb. 220 wiedergegebene Umführung erfolgt vollkommen selbsttätig, ohne daß überhaupt jemand zur Überwachung dabei ist. Nachdem die Seilbahnlauf-

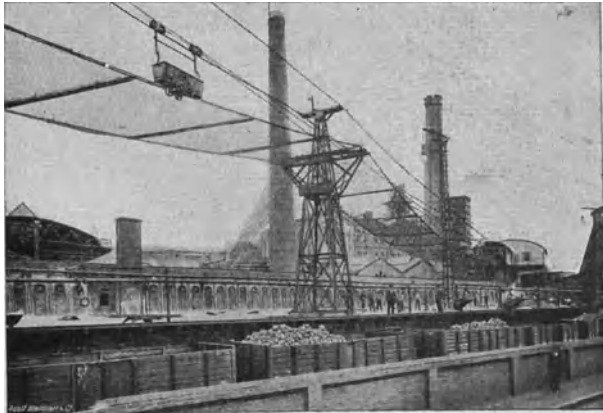


Abb. 354. Übergang über die Eisenbahngleise auf Zeche Courl (Bleichert).

werke vom Zugseil abgekuppelt sind, werden die Grubenwagen auf Schienen abgesetzt und laufen nun entweder im Gefälle nach dem einen Schacht oder werden von einer Kettenbahn nach dem zweiten Schacht geschleppt. Die leeren Wagen laufen an einer weiter zurückliegenden Kuppelstelle der Drahtseilbahn wieder zu, bis wohin die Laufwerke und Gehänge vom Zugseil zurückgebracht werden. Hier hängt man die Grubenwagen wieder an die Laufwerke an und bringt sie zur Halde zurück.

Zu beachten ist die bis dahin bei Seilbahnen ganz ungewöhnlich hohe Leistung der Anlage: Es werden auf jeder Bahn stündlich 170 Wagen gefördert, die, je nachdem nun Erde, Asche oder granuliertete Schlacke geladen ist, eine Nutzlast von 800—1300 kg enthalten. Durchschnittlich kann mit 1 t Nutzlast gerechnet werden, so daß die stündliche Förderleistung bei 2 m/sek Fahrgeschwindigkeit 170 t beträgt. Diese Ziffer ist um so bemerkenswerter, als statt leichter Hängebahnkästen die schweren Grubenwagen hin- und hertransportiert werden müssen. Die

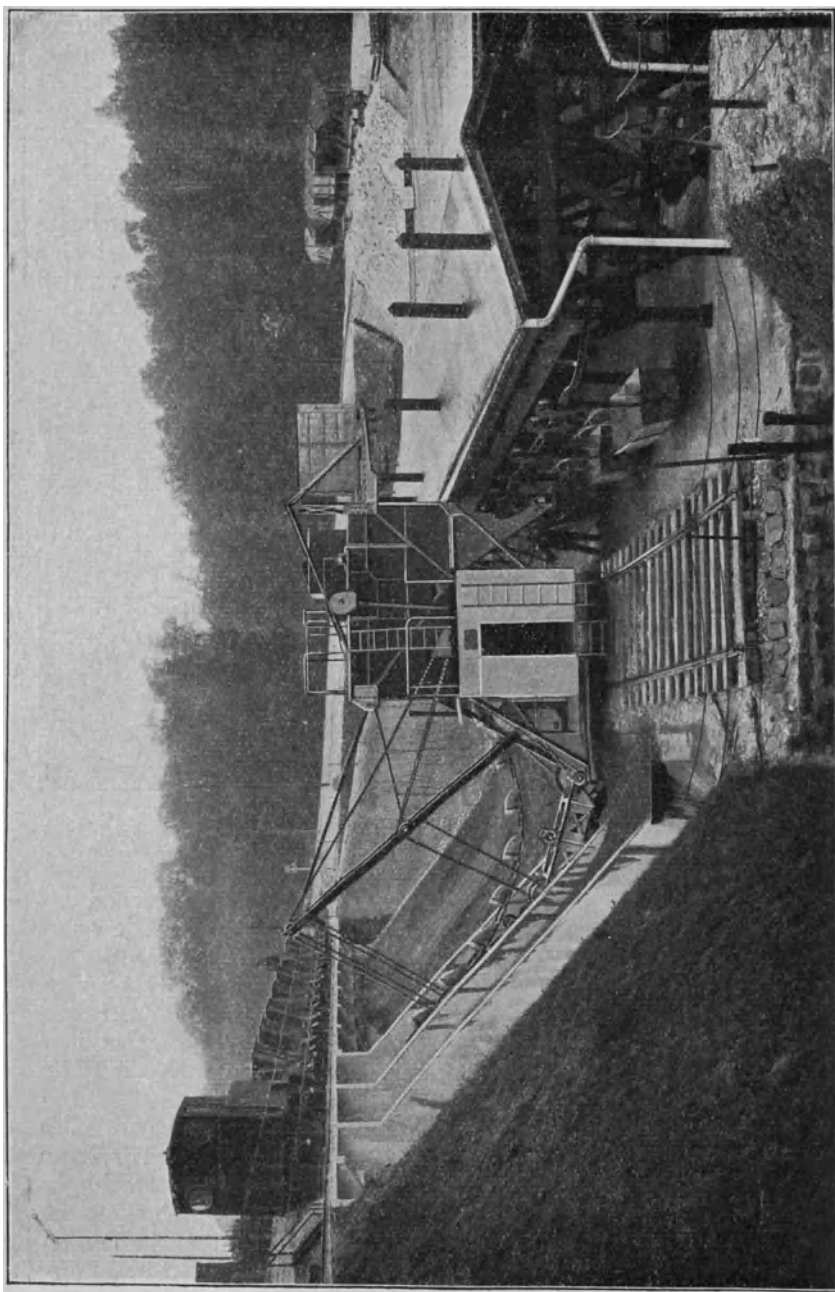


Abb. 355. Beladestation der Sandtransportbahn Oberrothenbach (Bleichert).

Kosten der Förderung belaufen sich einschließlich Tilgung und Verzinsung auf 34 Pf/t, einen Betrag, der mit Rücksicht auf die schwierigen Verhältnisse und kostspieligen Bauten in den Endstationen als gering bezeichnet werden muß.

187. Die Bahn des Erzgebirgischen Steinkohlen-Aktien-Vereins in Oberrothenbach.

Es ist ebenfalls eine recht bedeutende Anlage zur Heranschaffung von Versatzmaterial, bei der es sich um die Überwindung von Schwierigkeiten ganz anderer Art handelte. Die abgebauten Grubenfelder sollten nach dem Spülversatzverfahren mit Sand wieder ausgefüllt werden. Die beiden Sandarten in der Nähe der Schächte des Vereins bei Schedewitz und Zwickau sind nun in so hohem Grade tonhaltig, daß sie mit dem Spülwasser einen schlammigen Brei bilden, aus dem sich das Wasser nach dem Einbringen in die Grube nicht wieder genügend abscheidet. Erst in größerer Entfernung entsprach ein Sandlager den Anforderungen.

Hier wurde nun ein Löffel- und ein Eimerkettenbagger aufgestellt, die den Sand in Züge von Kippwagen oder Bodenentleerern verladen. In diesen wird er mit Hilfe einer Lokomotive nach der Verladestation einer Seilbahn gebracht, wo er in große, aus Beton aufgeführte Taschen von oben abgestürzt wird (Abb. 355).

Nun enthält auch dieser Sand noch reichlich tonige Beimischungen und klebt infolgedessen zusammen, so daß er nicht mit Füllschnauzen in die in regelmäßiger Folge herankommenden Seilbahnwagen abgezogen werden kann. Die nach dem natürlichen Böschungswinkel des Materiales abgeschrägten Taschen sind deshalb vorn offen, und ein davor verschiebbarer Eimerkettenbagger zieht den Sand heraus und läßt ihn über seine hintere Schüttrinne in die Seilbahnwagen der Draht-



Abb. 356. Lageplan der Drahtseilbahn Oberrothenbach (Bleichert).

seilbahn laufen. Der elektrisch betriebene Bagger verfährt sich nach einer einfachen Umschaltung selbst von einer Tasche zur andern; auch kann auf diese Weise die eine Tasche, in die der an einigen Stellen der Grube gewonnene Formsand entladen wird, für sich bedient werden.

Die von A. Bleichert & Co. gelieferte Seilbahn hat ferner die Aufgabe, die Kohlen für den Betrieb der in der Sandgrube arbeitenden Lokomotive heranzuschaffen. Zu dem Zwecke verläuft neben der Beladestation in einem Geländeeinschnitt ein Eisenbahngleis, auf dem ein Kippwagen verkehrt, in den die Kohlen aus den Seilbahnwagen abgestürzt werden. Der volle Kohlenwagen wird dann auf einer Schrägstrecke mit Hilfe einer Winde emporgezogen und in einen hölzernen Silo ausgekippt, von dem aus die Versorgung der Lokomotive stattfindet.

Den Lageplan der gesamten Anlage zeigt die Abb. 356. Etwa 2,5 km vor der Beladestation befindet sich eine selbsttätig durchgeführte Winkel-

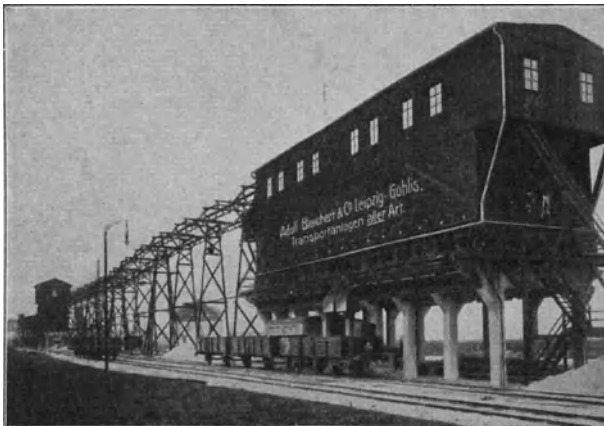


Abb. 357. Entladestation der Drahtseilbahn Oberrothenbach (Bleichert).

station, die von der Antriebsstation noch 412 m entfernt ist. An die Endstation schließt sich eine 290 m lange, maschinell betriebene Zweigstrecke mit festen Hängebahnschienen als Gleisen an, die die Sandwäsche *A* durchläuft und in einer großen Füllrumpfanlage *B* für die Ver-

ladung des Sandes in die Eisenbahnwagen endet (Abb. 357).

Der Betrieb geht nun in folgender Weise vor sich: Während der Morgenstunden durchlaufen die ankommenden, gefüllten Sandwagen die Wäsche ohne anzuhalten und kippen dabei ihre Ladung in die Endfüllrumpfe aus. So werden je nach dem Bedarf der Schächte allmorgendlich 365—900 Sandwagen in den Verladesilo entleert. Die Auslaufschurren jedes einzelnen Behälters sind nun so groß gebaut, daß der ganze Inhalt einer Tasche auf einmal in einen darunterstehenden offenen Eisenbahnwagen hinausschießen kann, denn, weil der Sand backt, ist eine andere Entleerung mit geringerer Geschwindigkeit nicht möglich. Auf die Weise nimmt die Beladung eines ganzen Zuges von 16 Selbstentladern noch nicht 15 Minuten in Anspruch.

In die Sandwäsche, die zum Zwecke einer möglichst vollkommenen Ausnutzung des angelegten Kapitals errichtet wurde, fördert die Seilbahn nur mittags etwa 200—300 Wagen. Der ankommende Sand wird

nach Einstellung eines entsprechenden Anschlages selbsttätig in einen Füllrumpf abgestürzt, aus dem ihn ein Elevator aufnimmt und in das Dachgeschoß der Wäsche fördert. Hier gelangt er in eine Reihe von Trommelsieben mit verschiedener Maschenweite, worin er nach Korngröße sortiert wird, während die anhaftenden Lehm- und Tonteile durch Wasserspülung entfernt werden. Der sortierte Sand kann auf der Vorderseite der Wäsche aus den entsprechenden Taschen über Schurren unmittelbar in Eisenbahnwagen abgezogen werden.

188. Die Bahn der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G. bei Dortmund.

Die von J. Pohlig A.-G. ausgeführte Anlage¹⁾, deren Lageplan die Abb. 358 wiedergibt, ist in mancher Beziehung eigenartig und erwähnenswert. Die von der Zeche Wiendahlsbank abgebaute Magerkohle kann erst nach Mischung mit Fettkohle, wie sie in größerer Menge nur auf der Zeche Kaiser Friedrich gewonnen wird, mit Vorteil verkocht werden. Die Zeche benötigt ferner, da ihre Abbaubetriebe unmittelbar unter der Stadt Dortmund liegen, schon seit Jahren große Mengen fremden Versatzmaterials, die ihr bislang von dem Dortmunder Hochofenwerk des „Phoenix“ für den Preis von 0,10 M/t durch eine Drahtseilbahn angeliefert wurden. Als nun die Zechen Glückauf Tiefbau, Kaiser Friedrich, Tremonia und das Eisenwerk Union in eine Hand kamen, veranschlagte man den Gewinn, der durch die Verbindung der Zechen miteinander und mit dem Hochofenwerk der Union

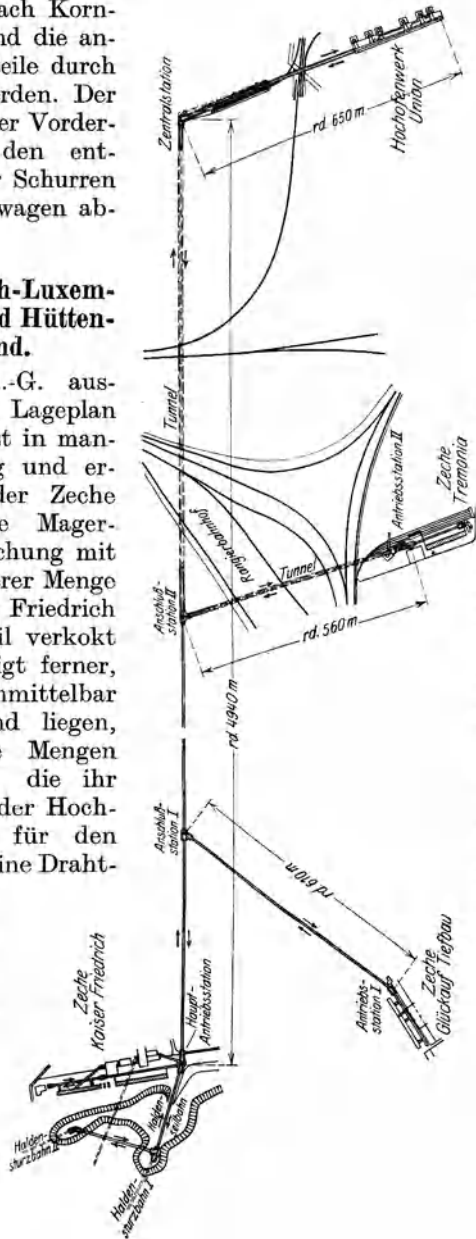


Abb. 358. Lageplan der Tunnelbahnen bei Dortmund (Pohlig).

¹⁾ Rath, Glückauf 1913.

infolge der unmittelbaren Anlieferung des Kokes an die Hochöfen und die Rücklieferung des Schlackensandes an die Zechen entsteht, auf jährlich 400 000 Mark.

Die übliche oberirdische Ausführung wurde dadurch unmöglich, daß nicht nur 4 Eisenbahnstrecken mit starkem Verkehr überschritten wurden, sondern auch der Verschiebebahnhof Dortmunderfeld zweimal gekreuzt werden mußte. Denn von seiten der Eisenbahnverwaltung wurde gefordert, daß bei den Überquerungen des Bahnhofes jedesmal eine starre Schutzbrücke aufgestellt würde, deren Stützen den Bahnkörper nicht berühren durften, was für diese Brücken freitragende Spannweiten von 300 m ergab. Daß die Überquerung von Bahnhöfen

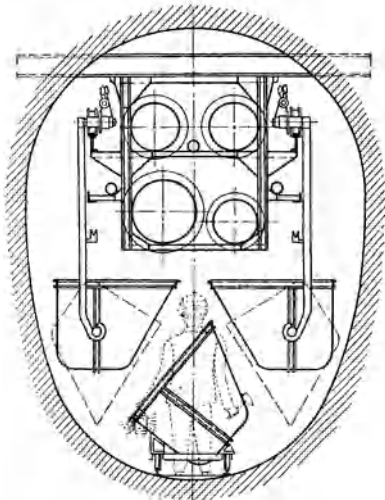


Abb. 359. Querschnitt der Tunnelstrecken bei Dortmund (Pohlig).

mit lebhaftem Verkehr und Betrieb keine solchen Schwierigkeiten bereitet, wenn die Anlage von der Eisenbahn selbst gebaut wird, lehrt z. B. die Abb. 460. Eine vollkommen unterirdische Verbindung in einer Tiefe von 40–50 m unter Tage erwies sich ebenfalls als unausführbar, da hierbei eine Wasserentziehung der durchfahrenen Gebiete der Emscher und des Rüpingbaches zu befürchten war, was unabsehbare Schwierigkeiten verursacht hätte. Man entschloß sich schließlich zu der Anlage oberirdischer Drahtseilbahnen lediglich mit Untertunnelung der gekreuzten Bahnstrecken und Bahnhöfe.

Die 1630 m lange Strecke Wiendahlsbank-Kaiser Friedrich ist unabhängig von den anderen und bietet keine Besonderheiten. Sie fördert in täglich 8 Stunden 450 t Feinkohle von der Wäsche auf Wiendahlsbank zur Kokerei auf Zeche Kaiser Friedrich. Der Inhalt der Wagenkasten beträgt 450 kg, die Fördergeschwindigkeit 1,5 m/sek und die Antriebsenergie 15 PS.

Die Länge der Hauptstrecke Kaiser Friedrich—Zentralstation beträgt 4340 m, der Anschluß Glückauf Tiefbau—Anschlußstation I 610 m, der Anschluß Tremonia—Anschlußstation II 560 m, die Strecke von der Zentralstation bis zum letzten Hochofen der Union 650 m.

Um die Arbeiten schnell durchzuführen, wurden die Erdarbeiten und Tunnelbauten an fünf Unternehmer vergeben, die ihre Tätigkeit ungefähr gleichzeitig aufnahmen. Der Haupttunnel wurde von beiden Enden und von der Mitte aus durch einen 22 m tiefen Schacht in Angriff genommen. Der Vortrieb im mittleren Teil erfolgte nach dem Schildverfahren mit Hilfe von Preßluft. Die Gesamtkosten der Erdarbeiten und Tunnelstrecken betragen rund 1 200 000 Mark, so daß im Durchschnitt 1 lfd. m 723 Mark kostete.

Einen Querschnitt durch die Tunnelstrecke zeigt die Abb. 359. Die Laufschiene haben ein der Abb. 242 entsprechendes Profil, die Wagenkasten sind für das Auskippen und hauptsächlich die Ausnutzung des Tunnelraumes besonders günstig geformt. Im oberen Teil des Tunnels können verschiedene Wasserleitungsrohre usw. auf der Tragkonstruktion der Seilbahn gelagert werden.

Auf den oberirdischen Strecken haben die verschlossenen Tragseile auf beiden Seilen der Bahn 50 mm Durchmesser, nur auf der Leerseite des Abzweiges nach der Zeche Glückauf Tiefbau, wo keine Schlackewagen verkehren, liegt ein Seil von 30 mm Durchmesser.

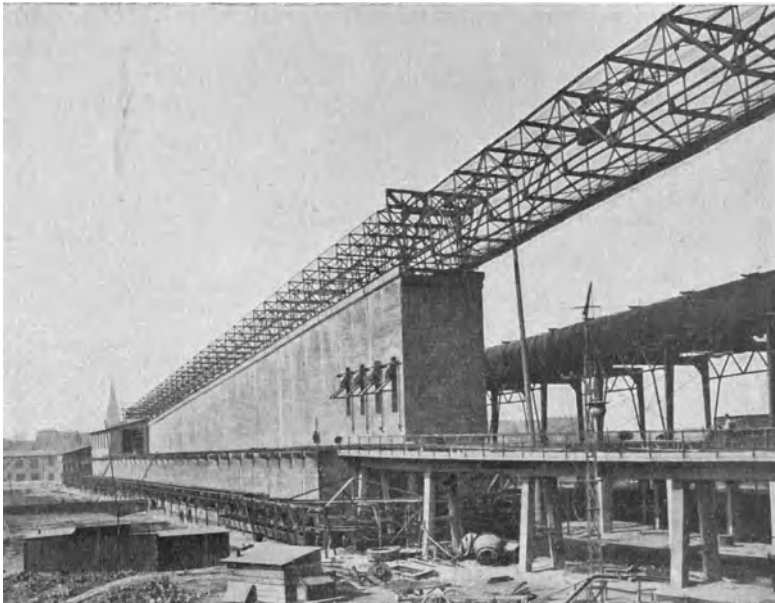


Abb. 360. Kohlen- und Koksunker der Union (Pohlig).

Um das Kreuzen der Wagen in den Anschlußstationen zu vermeiden, sind diese zweistöckig ausgeführt worden. In dem oberen Stockwerk verkehren die von dem Hochofenwerk Union kommenden Wagen, in dem unteren die dahin zurückkehrenden. Vor den Anschlußweichen sind selbsttätige Blockeinrichtungen, und ebenso sind selbsttätige Umstellvorrichtungen der Anschlußweichen angeordnet, so daß in jedem Stockwerk der Station nur ein Mann zur Bedienung nötig ist.

Die stündliche Leistungsfähigkeit der Anlage beläuft sich auf 102 t Koks, 56 t Kohle und 63 t Schlacke bei der Fördergeschwindigkeit 2,5 m/sek. Sie verteilt sich derart, daß die Zeche

Kaiser Friedrich . .	47 t/St Koks und 24 t/St Kohle,
Glückauf Tiefbau . .	28 „ „ „ 16 „ „
Tremonia	27 „ „ „ 16 „ „

liefert. Jeder vierte zurückkehrende Wagen wird mit Schlacke gefüllt. Das Fassungsvermögen der Wagenkästen beträgt 1,3 cbm, so daß ein Wagen 650 kg Koks oder 1000 kg Kohle oder 1300 kg Schlacke fördert.

Eine Ansicht der Strecke zwischen dem Hochofenwerk und der Zentralstation gewährt die Abb. 360. Von dem Untergeschoß der im Hintergrund sichtbaren Zentralstation steigt die Seilbahn zuerst ziemlich steil auf die in Beton ausgeführten Kohle- und Koksunker an und dann mit geringerer Neigung, der sich die Abschlußfläche der Silos anschließt, bis zur Höhe der Hochofengichten. Unten ist auf jeder Seite der Bunker an ihren Auslaufschurren ein Hängebahnstrang, ebenfalls mit Seilbetrieb, vorbeigeführt, der die dort entnommenen Vorräte in das obere Stockwerk der Zentralstation zurückführt.

189. Die Bahn der Zeche Caroline.

Eine ebenfalls eigenartige, von A. Bleichert & Co. errichtete Anlage stellt die Abb. 361 dar, deren Höhe im vierfachen Maßstab der Längen aufgezeichnet sind. Es ist das Längsprofil einer 1,2 km langen Drahtseilbahn gewöhnlicher Bauart, die jedoch in einen tonnlägigen

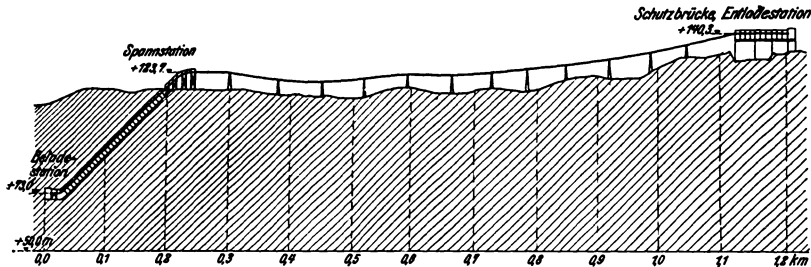


Abb. 361. Längsprofil der Drahtseilbahn der Zeche Caroline (Bleichert).

Schacht von 200 m Länge und 50 m Tiefe hineingeht. Auf die Weise wird das Fördergut unmittelbar von der Drahtseilbahn aus dem Hauptstollen des Bergwerks zutage und dann weiter fortgeschafft, ohne daß dazwischen eine Schachtförderung mit ihrer Fördermaschine und den sonstigen kostspieligen, eine dauernde Überwachung bedürfenden Einrichtungen nötig wird.

190. Drahtseilbahnen für Stapelplätze.

Da die Förderung der Zeche von der Eisenbahn nicht immer gleichmäßig abgenommen werden kann, so ist man häufig gezwungen, einen Teil der Förderung vorläufig zu lagern und später bei Mehrbedarf oder besserer Stellung von Eisenbahnwagen wieder aufzunehmen. Wenn es sich um den regelmäßigen Ausgleich mit Hilfe eines dauernd oder häufiger benutzten Lagerplatzes handelt, erweist sich die Drahtseilbahn als vorteilhafteste Transportvorrichtung. Sie allein gestattet ohne irgendwelche Schwierigkeiten, daß der Stapelplatz an beliebiger Stelle, unter Umständen ziemlich weit von der Zeche entfernt, angelegt werden

kann, und stürzt das Fördergut je nach Wunsch klassiert an bestimmter Stelle ab, ohne daß dort dafür Bedienung gebraucht wird.

Allerdings haben derartige Anlagen nur noch selten Drahtseile als Fahrbahnen, höchstens in dem Zubringeteil zwischen Zeche und Lagerplatz. Es sind gewöhnlich sogenannte Hängebahnen mit festen Schienen, die im übrigen wie Drahtseilbahnen betrieben werden.

191. Seilbahnen mit Tragbrücken für die Hängebahnschienen.

Bisweilen sind solche Hängebahnen auch an Stellen ausgeführt worden, wo man heutzutage eine Schwerlastdrahtseilbahn mit vier-rädrigen Laufwerken bauen würde. Eine derartige, von J. Pohlig A.-G. für die Ungarische Allgemeine Kohlenbergbau-A.-G. in Tatabanya errichtete Anlage hat z. B. eine Gesamtlänge von 2,10 km, und die einzelnen Trägerstützen stehen je 20 m voneinander entfernt. Der Grund zu dieser Ausführung war die damals, als vierrädrige Laufwerke noch unbekannt waren, große Förderleistung von 292,5 t/St Kohlen. Da jeder Wagen von 7,5 hl Inhalt 0,65 t faßt, so folgen sich die Wagen bei 2,5 m/sek Geschwindigkeit noch in 20 m Abstand.

Ein ähnliche Anlage, von 640 m Gesamtlänge, mit rechteckigem Querschnitt des Gerberschen Hauptträgers, die von A. W. Mackensen gebaut ist, veranschaulicht die Abb. 362.

192. Die Hängebahn des Schachtes Rheinelbe III.

Die Gesamtanordnung einer Stapelplatz-Hängebahn, die von A. Bleichert & Co. für den Schacht Rheinelbe III der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. entworfen und ausgeführt worden ist, stellt die Abb. 363 dar.

Die Beladung der Drahtseilbahnwagen erfolgt aus dem Füllrumpf *E*, der sich in einem Anbau des Schachtgebäudes III befindet und in den die Kohle aus den Förderwagen mittels der Kreiselwipper *D* abgegeben wird. Die Wagen fahren dann am Zugseil auf der an der Außenwand des Gebäudes *C* mit Auslegerkonsolen befestigten Schrägstrecke hinauf, werden um die Umführungsscheibe *F* am Zugseil mitgenommen und gehen ebenso über die verfahrbare Absturzbrücke *G*, wo ihre Kasten durch einstellbare Anschläge an jeder beliebigen Stelle ausgekippt werden können. Die entleerten Wagen müssen eine doppelte Seilscheibenumführung *H*, *J* durchlaufen, um wieder auf der höher gelegenen wagerechten Strecke an dem Gebäude *C* vorüberzukommen, und sind nun auf der kurzen Länge, die zwischen diesem Gebäude und der Beladestation bleibt, auf die Ausgangshöhe zu senken. Dazu dient eine Zickzackstrecke mit den beiden Umführungsscheiben *K* und *L*.

Soll die Kohle vom Lagerplatz zurückverladen werden, so nimmt sie der auf der Fahrbrücke *G* hin und her laufende Drehkran *M* mittels eines Selbstgreifers auf und gibt sie in den auf der Mitte der Brücke angeordneten Füllrumpf ab, von dem aus die darunter angehaltenen Seilbahnwagen beladen werden. Die Wagen fahren dann auf demselben Wege wie vorher wieder mit dem Zugseil gekuppelt nach der Station

am Schachtgebäude zurück, werden jedoch schon vor der Umführungsscheibe *K* wieder abgekuppelt und von Hand auf dem Hängebahn-

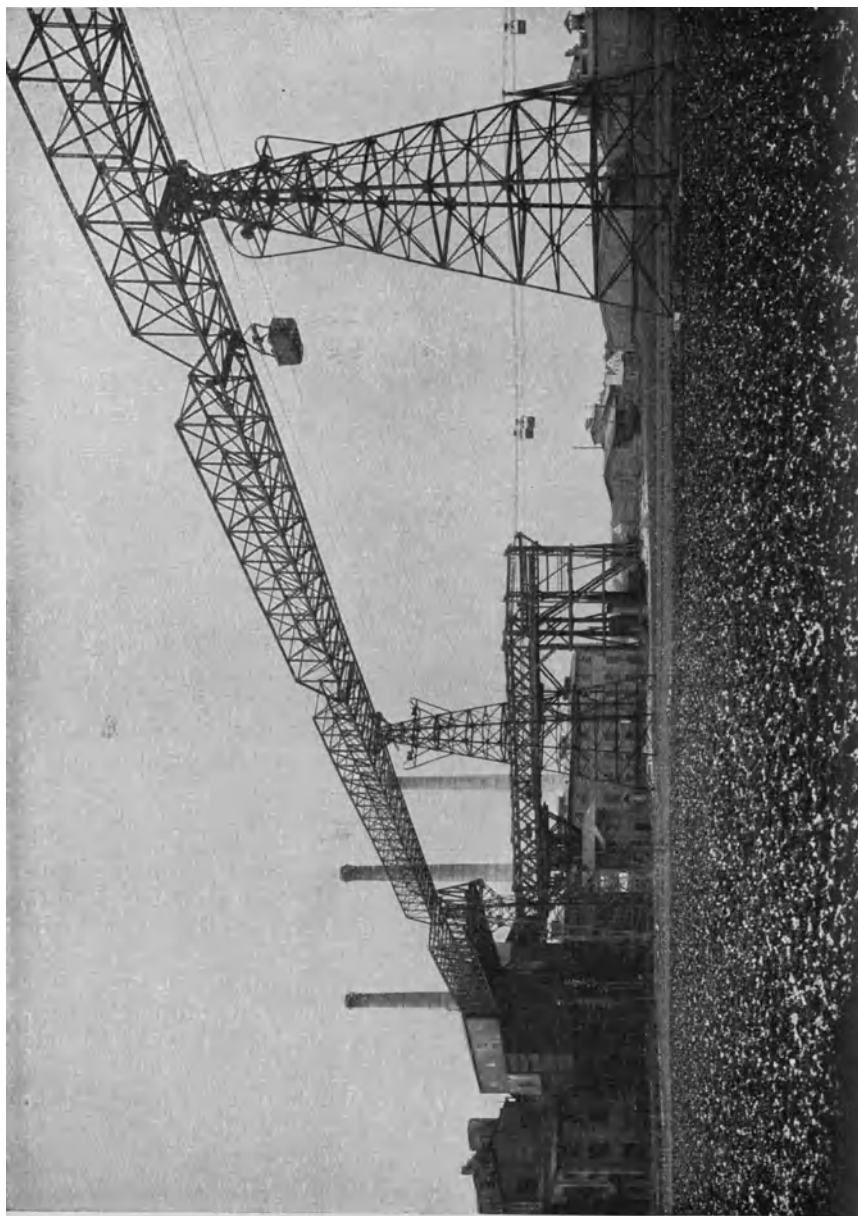


Abb. 362. Schwere Hängebahnanlage.

gleis *N* über die Aufbreitung geschoben, in deren Apparate sie die Kohle mittels Fülltrichter ausschütten.

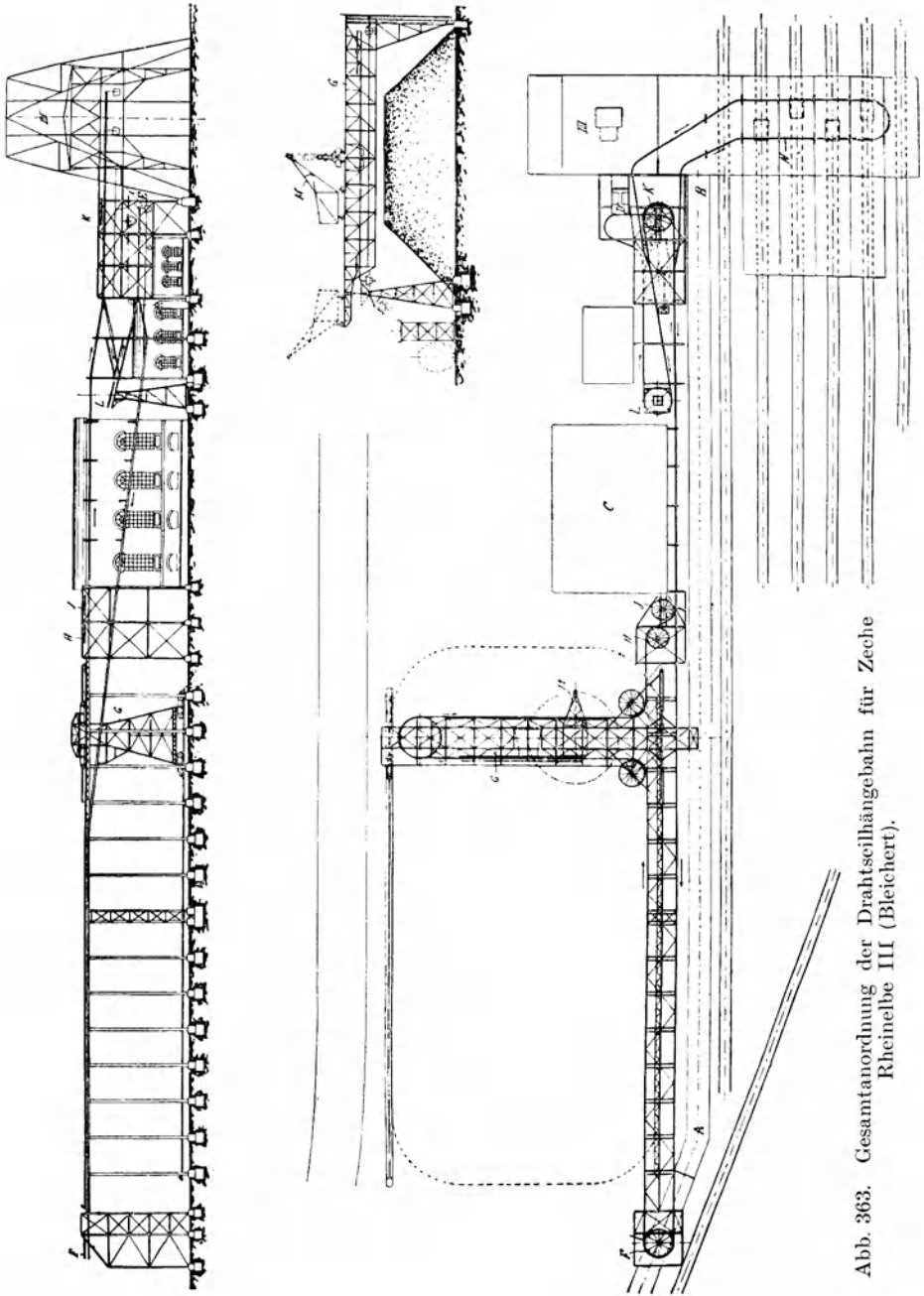


Abb. 363. Gesamtanordnung der Drahtseilhängebahn für Zeche Rheinelbe III (Bleichert).

unterstützten Hängebahn am Lager entlang geführt. Ein Bild der Hängebahnstrecke am Hillebrandschacht zeigt die Abb. 209. Sie läßt die Einzelheiten, darunter auch die pendelnde Tragrolle zur Führung des Zugseils, deutlich erkennen.

Von der Innenseite der Bahn werden die Wagen vermittels Weichen, die auf den durchlaufenden Schienen schleifen, auf eine in der Längsrichtung des Stapelplatzes verschiebbare Absturzbrücke von 120 m Länge vollkommen selbsttätig am Zugseil übergeführt. Auf der Brücke befinden sich, entsprechend den acht Kohlensorten, acht verschieden lange Anschlaghebel, und zwar auf dem ersten von den Wagen be-

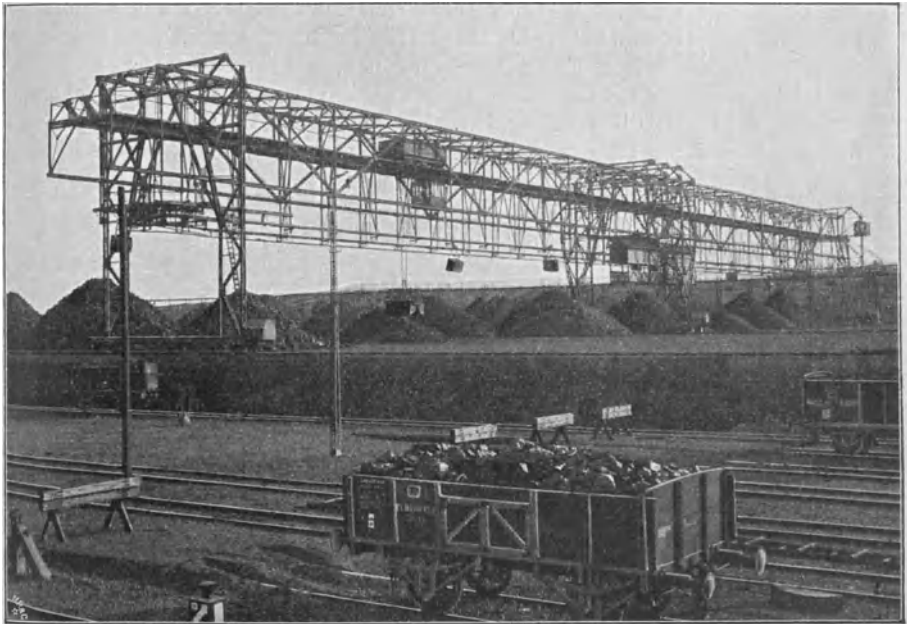


Abb. 365. Verladebrücke am Hillebrandschacht.

fahrenen Strang. Der Auslösehebel am Wagenkasten ist verstellbar und wird von dem Arbeiter, der den Wagen zum Ankuppeln ans Zugseil in die Kuppelstelle der Separation schiebt, mit Hilfe einer dort angebrachten Lehre je nach der Kohlensorte eingestellt. Je nachdem nun der Hebel am Wagen höher oder tiefer steht, löst sich der Kasten auf der Brücke an dem entsprechenden Anschlagseisen selbsttätig aus und stürzt seinen Inhalt ab.

Auf dem zweiten rücklaufenden Strang der Brücke kann der Lauf der Wagen in der Mitte unterbrochen werden, wo eine Bühne für die dort erforderlichen Arbeiter angebracht ist. An jener Stelle findet die Wiederbeladung aus einem kleinen Füllrumpf statt, falls Kohlen nach der Separation zurückgebracht werden sollen. Die Kuppelstellen sind

ausrückbar, so daß die Wagen ohne jede Bedienung glatt durchlaufen, wenn sie leer zur Separation zurückkehren sollen.

Auf dem oberen Teil der Brücke bewegt sich in der ganzen Länge eine Laufkatze mit Selbstgreifer, der die Kohlen vom Platze aufnimmt und entweder am freien Ende direkt in Eisenbahnwagen abgibt, oder in den in der Mitte befindlichen Füllrumpf. Eine Ansicht der Brücke und des Stapelplatzes am Hillebrandschacht enthält die Abb. 365, eine technische Darstellung des Lagers am Menzelschacht mit der zugehörigen Brücke die Abb. 366.

Sie ist als Fachwerksparallelträger ausgebildet und liegt auf drei Stützen auf, deren beide äußeren entsprechend den Längenänderungen des Brückenträgers infolge von Temperaturschwankungen auspendeln können. Die Gesamtlast ruht auf 16 Stahlgußlaufrädern, von denen je vier auf die beiden Endstützen entfallen, während der Druck der Mittelstützen durch 8 Laufräder auf zwei, in einem Abstand von 2 m verlegte Schienen übertragen wird. Verfahren wird die ganze Brücke durch drei auf den Unterwagen der Stützen gesetzte Drehstrommotoren

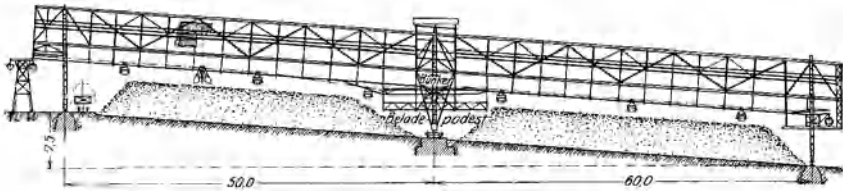


Abb. 366. Verladebrücke am Menzelschacht.

von 16 PS Höchstleistung, die den Laufrädern von 0,8 m Durchmesser die Fahrtgeschwindigkeit 30,6 m/Min erteilen. Der gleichmäßige Gang aller Motoren wird dadurch erreicht, daß die drei Anlasser durch einen einzigen Hebel gesteuert werden. Dabei ist jedoch die Einrichtung getroffen, daß der Kranführer auch jeden Motor einzeln bedienen kann, um auf die Weise eine Stütze wieder heranzuholen, die aus irgendeinem Grunde, z. B. Schleifen der Laufräder infolge von Eis od. dgl. zurückgeblieben sein sollte. Die Steuerung der Fahrmotoren erfolgt von einem festen Führerhaus aus, das über der Pendelstütze bei der Seilbahnstrecke in die Brücke eingebaut ist.

Die Laufkatze besteht aus einem genieteten Gerüst, auf dem das Hub- und das Katzenfahrwerk befestigt sind; daran hängt das wetterdicht verschaltete Führerhaus, in dem alle Steuerapparate untergebracht sind. Das Fahrwerk wird angetrieben durch einen gleichen Motor wie die Brückenverschiebung; ein Schneckengetriebe mit dem Übersetzungsverhältnis 1:12 und ein Stirnräderpaar mit den Zähnezahlen 38:39 gibt den Laufrädern von 0,6 m Durchmesser eine Fahrtgeschwindigkeit von 3 m/sek. Bei der Brücke am Menzelschacht liegt die äußerste Tragschiene 7,5 m tiefer als die an der Hängebahn befindliche, so daß die ganze Brücke eine Neigung von $6\frac{1}{4}$ vH erhalten mußte. Infolgedessen war das Katzenfahrwerk mit einer Winde auszurüsten, deren

Seilscheiben sich auf zwei parallel ausgespannten und an den Brückenenden fest verankerten Zugseilen abrollen, die je einmal um die Scheiben geschlungen sind.

Das Hubwerk besitzt einen Antriebsmotor von 50 PS Höchstleistung, der dem daranhängenden Selbstgreifer die Geschwindigkeit 35 m/Min erteilt. Der Zweikettengreifer hat ein Fassungsvermögen von 3 cbm und kann in jeder beliebigen Höhenlage geöffnet werden. Die Kohle wird dadurch sehr geschont, weil der Kranführer sie sanft aus dem Greifer herausgleiten lassen kann, was bei Einkettengreifern nicht so bequem möglich ist.

194. Eine einfache Stapelplatzbahn.

Eine langgestreckte Stapelanlage, bei der sich infolgedessen die Brücke erübrigt, ist die in Abb. 367 nach einer Ausführung von Ernst

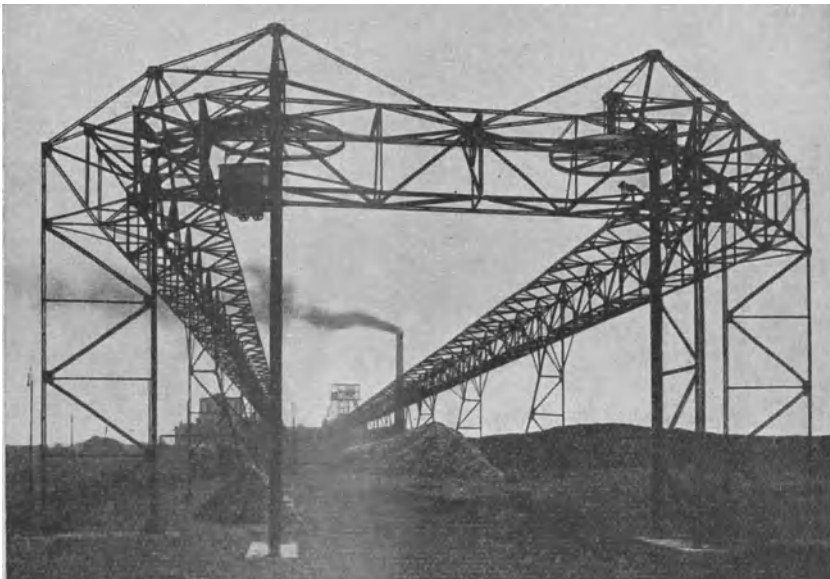


Abb. 367. Hängebahnanlage um einen langgestreckten Stapelplatz (Heckel).

Heckel G. m. b. H. dargestellte. Sie empfiehlt sich freilich nur dann, wenn die Wiederaufnahme in Landfuhrwerke erfolgt.

195. Die Seilbahnen der Koks- und Hochöfen in Duisburg-Meiderich.

Wie die Bergwerke machen auch die Hüttenwerke für den Transport ihrer Rohmaterialien und Erzeugnisse ausgedehntesten Gebrauch von Drahtseilbahnen jeder Bauart.

Eine der häufigsten Anwendungen ist die für den Betrieb der Kokerei und für ihre Verbindung mit den Hochöfen, die z. B. von

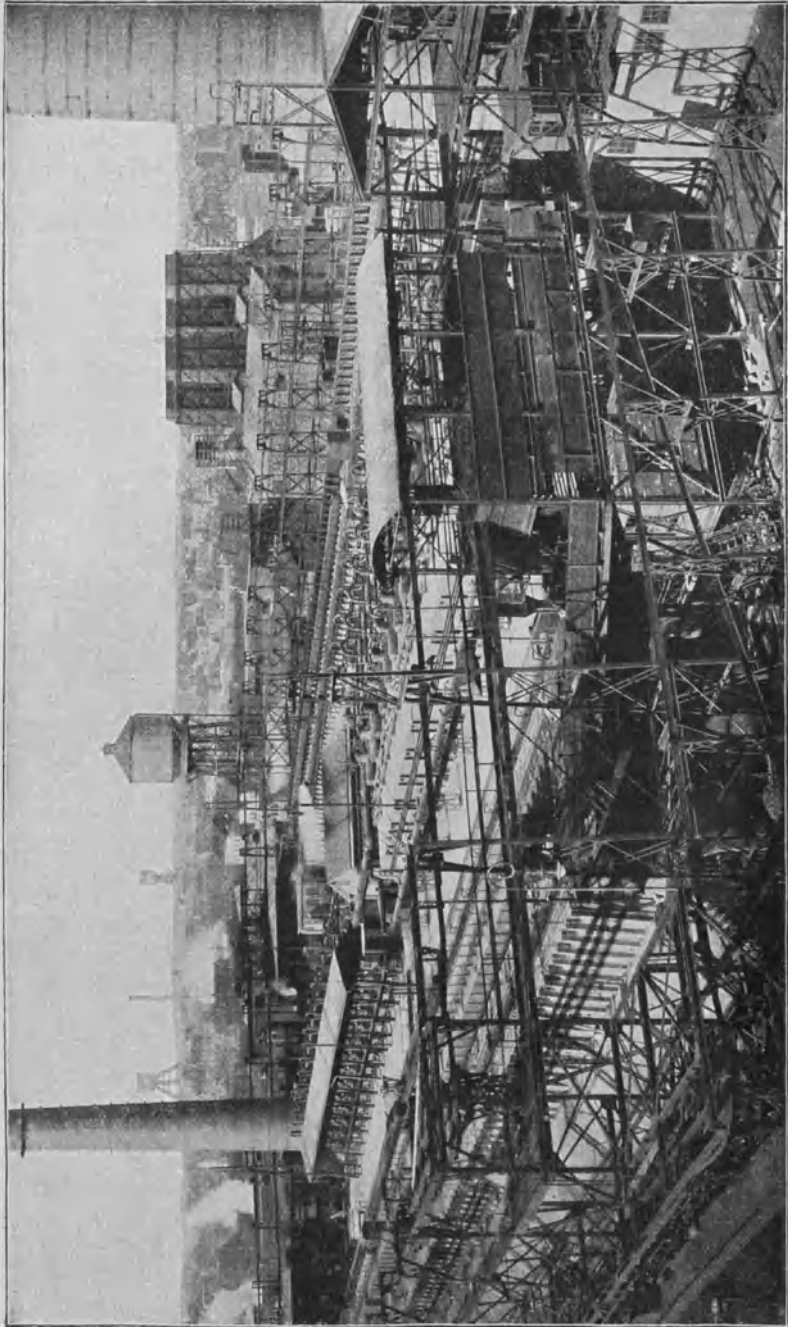


Abb. 368. Ansicht der Seilbahnanlage bei den Koksöfen in Duisburg-Meiderich.

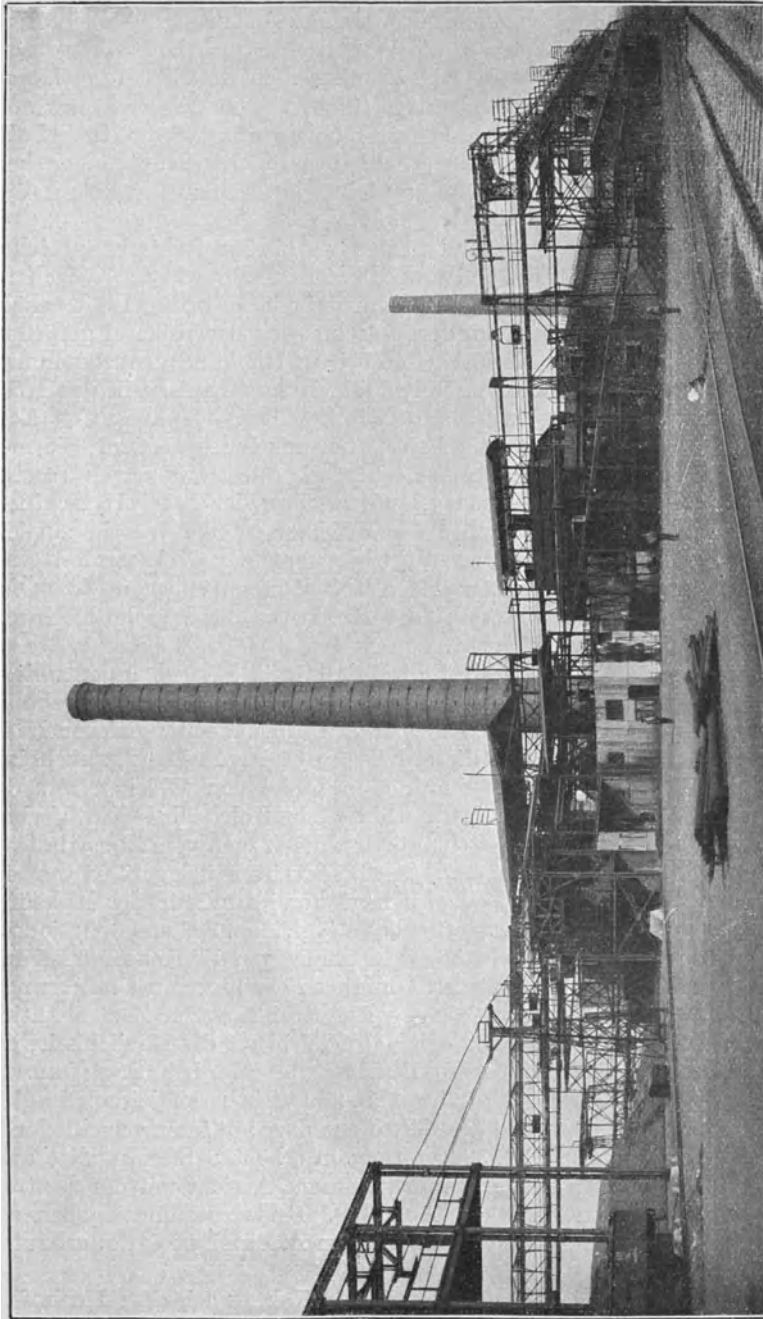


Abb. 369. Zweite Ansicht der Seilbahnanlage bei den Koksöfen in Duisburg-Meiderich (Bleichert).

der Aktiengesellschaft für Hüttenbetrieb in Duisburg-Meiderich in größartigstem Maßstabe durchgeführt worden ist. Aus den Kohlenbehältern der Wäsche wird die Kohle in die Wagen einer mehrfach verzweigten Hängebahn abgezogen, an die sich eine kurze, mit Drahtseil betriebene Linie anschließt, die zur Mischanlage führt, wo die Wagen wieder ausgekippt werden. Die hier verarbeitete Kohle wird auf einer Hängebahn weiterbefördert, die sich in einer Schleife unter der Mischanlage herzieht und durch ausrückbare Kuppelrichtungen mit einer zweiten Drahtseilbahn in Verbindung steht.

Diese führt etwas ansteigend zu der in Abb. 368 rechts befindlichen Zentralstation an der Kokerei und ist rückwärts nach der Wäscherei verlängert, wo sie ihren Antrieb gemeinsam mit der ersten Linie erhält, so daß auch unmittelbar von der Wäsche nach der Kokerei gefördert werden kann, wenn die Kuppelstellen bei der Mischanlage ausgeschaltet werden. Die zweite Linie umschließt die Koksofenanlage in der Höhe vollständig, wobei die Wagen am Zugseil selbsttätig um in den Eckpunkten angeordnete Kurvenscheiben herumgeführt werden. Sie entleeren sich dann auf der Strecke, ebenfalls selbsttätig durch Anstoß an einen einstellbaren Anschlag, in eine der vier Stampfmaschinen, und kehren schließlich leer nach der Mischanlage oder Wäsche zurück. Die Stampfmaschinen werden auf Gleisen an den Koksofenbatterien entlangefahren und schütten ihren Inhalt unmittelbar in die Öfen aus, so daß der ganze Transport der Kohle von der Wäsche bis in die Öfen maschinell vor sich geht.

Der abgelöschte Koks wird gleichfalls mit Hängebahnen weitertransportiert, indem er von den Rampen der Koksöfen in Hängebahnwagen übergeladen wird, deren Oberkante in ungefähr gleicher Höhe mit den Rampen liegt, und die auf ihrem Gleis von Hand verschoben werden. Dieses Gleis steht durch eine Reihe von Weichen mit der unten um die Ofenbatterie herumführenden Koksseilbahn in Verbindung, und an jeder Abzweigstelle können die Wagen vom Zugseil dieser vierten Bahn abgekuppelt und auf den Beladestrang übergeführt werden. Das innere Gleis der Koksseilbahn liegt auf jeder Seite der Koksöfen senkrecht unter der Kohlenzubringebahn (vgl. Abb. 368 und 369), jedoch werden die Wagen nicht vollständig im Kreise um die Koksöfen herumgeleitet, sondern sie kehren nach Umfahren der hinteren Umföhrungsscheiben auf einem äußeren, höher gelegenen Strang zur Zentralstation zurück. Dieser äußere Strang der Bahn IV bietet die Möglichkeit, die Hängebahnwagen über fahrbare Rutschen in Eisenbahnwagen auszulernen, die auf dem rechten, in Abb. 369 sichtbaren Eisenbahngleis stehen. Eine Gesamtansicht der Koksofenanlage mit ihren verschiedenen Seilbahnen liefert die Abb. 368 von einem erhöhten Standpunkte aus; eine von der Hüttensohle aus aufgenommene Ansicht mit der Zentralstation in der Mitte bietet die Abb. 369. Beide zusammen geben ein äußerst anschauliches Bild der ganzen von A. Bleichert & Co. erbauten Anlage.

Gewöhnlich erfolgt der Transport des Kokes nach dem Hochofenwerk auf einer fünften Drahtseilbahn, die sich ebenfalls an die Zentral-

station anschließt, derart, daß jede Umladung vermieden wird. Die Wagen durchfahren zunächst eine Koksieberei, wo Koks vollkommen selbsttätig abgestürzt werden kann, überschreiten dann das Koksbeladegleis unter einem recht spitzen Winkel und werden dann wieder selbsttätig über die Ablenkungsscheiben einer Kurvenstation geleitet bis zur End- und Antriebsstation der Linie bei den Hochöfen, vor der die darunter befindlichen Eisenbahngleise durch Brücken und Schutznetze gegen etwa herabfallende Stücke gesichert sind, wie die Abb. 370 auf der rechten Seite erkennen läßt.

In der Endstation werden sämtliche Wagen abgekuppelt und über eine selbsttätig wirkende Wage mit Schreibwerk auf die sechste Linie übergeschoben, die sich neben den Hochöfen etwas über der Gichtbühne hinzieht. Darunter befinden sich an den Öfen Füllrumpfe, in die sich die Kokswagen von selbst je nach Einstellung der betreffenden An-

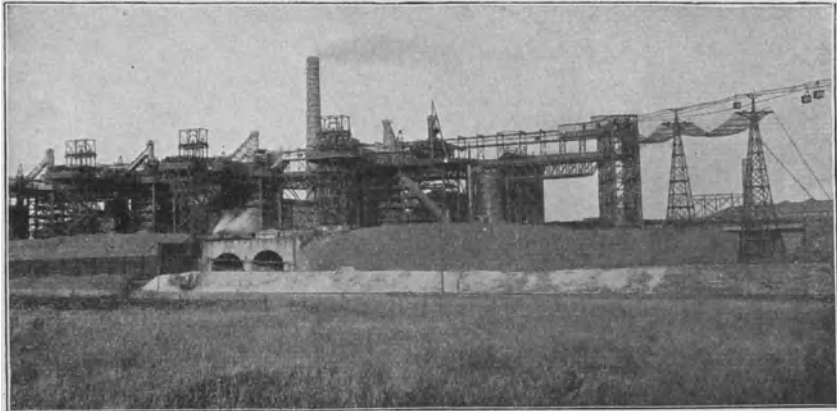


Abb. 370. Drahtseilbahn zu den Hochöfen in Duisburg-Meiderich (Bleichert).

schläge entleeren, worauf sie bis zur Ausgangsstelle zurückkehren und von da wieder zur Kokerei gehen. Auf der Gichtbrücke ist noch eine von Hand betriebene Hängebahn vorhanden, deren Wagen aus den Füllrumpfen beladen, dann nach dem betreffenden Ofen gefahren und in die Gicht ausgekippt werden.

Wird ausnahmsweise Koks mit der Eisenbahn befördert, so wird er entweder unmittelbar aus den Eisenbahnwagen in Hängebahnwagen übergeladen oder auch auf eine schräge Rampe geworfen, von der er sich ebenfalls in die Hängebahnwagen abziehen läßt. Diese fahren am Zugseil bis an das Ende einer siebenten Drahtseilbahnstrecke und werden von hier aus auf einer sich quer zur Achse der Füllrumpfe hinziehenden achten Linie nach Aufstellgleisen gebracht, von wo aus sie in der Reihe der Erzwagen durch Aufzüge auf die Gichtbühne gehoben werden.

Die herankommenden, die Erze zuführenden Eisenbahnwagen werden über die in Beton ausgeführten Füllrumpfe gefahren, die in Abb. 371 links sichtbar sind, und dort senkrecht nach unten entladen. Unter

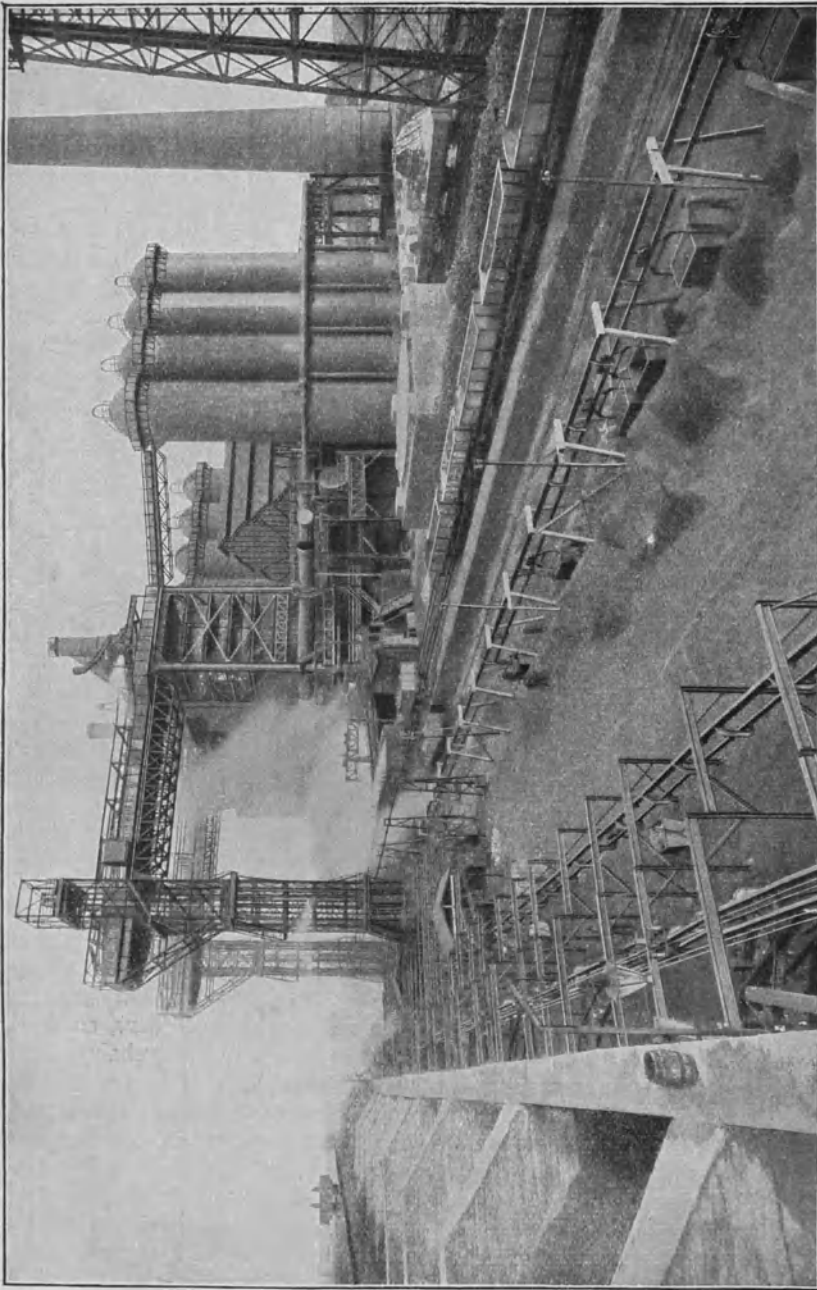


Abb. 371. Ansicht der Seilbahnanlage bei den Hochöfen in Duisburg-Meiderich (Bleichert).

den Füllrumpfen laufen quer zu den oberen Eisenbahngleisen Tunnel entlang, in welchen die Hängebahnwagen vermittelt einfacher in den Bodenflächen der Erztaschen angeordneter Verschußöffnungen beladen werden, worauf man sie auf die neunte Seilbahnlinie schiebt, auf der sie am Zugseil nach den Gichtaufzügen fahren. Vor jedem Aufzug befindet sich eine Reihe paralleler Aufstellgleise, auf denen die Wagen nach Chargen zusammengestellt und je nach Bedarf abgefertigt werden. Für den Fall, daß ein Aufzug stillgelegt werden muß, sind die einzelnen Gichtbühnen miteinander durch Hängebahngleise verbunden, so daß die Möllierung dann von einem benachbarten Aufzuge herangebracht werden kann. Die leeren Wagen werden in den Aufzügen wieder herabgelassen, auf eine Linie X geschoben und gelangen von dort über Umföhrungsscheiben auf die andere Seite der Füllrumpfe, wo sie an irgend-einem der Querstränge wieder abgekuppelt und von neuem beladen werden.

Die ganze, von A. Bleichert & Co. entworfene und ausgeführte Anlage läßt an Einheitlichkeit und Einfachheit des Transportes nichts zu wünschen übrig, obwohl die beschriebenen Seilbahnen und Hängebahnen nicht gleichzeitig entstanden sind, sondern erst im Laufe der Zeit auf den heutigen Stand gebracht wurden. Am ältesten ist die Erzförderanlage, dann entstanden die Bahnen bei der Kokerei, während die Verbindungslinie V, das Schlußglied in der Kette des mechanischen Transportes, zuletzt in Betrieb gesetzt wurde. Die Länge aller Drahtseilbahnen beträgt rund 3,1 km, ihre stündliche Gesamtleistung 280 t.

196. Die Hochofenbegichtung.

Die Förderung des Erzes auf die Gicht durch senkrechte Aufzüge war hier durch die Verhältnisse geboten, bringt aber gewisse Nachteile mit sich. Denn einmal sind oben und unten Leute erforderlich, um die Aufzüge zu bedienen, die bei Anordnung einer selbsttätigen, stetig wirkenden Transportvorrichtung entbehrt werden können. Andererseits ist die Leistungsfähigkeit von Transportvorrichtungen mit hin und her gehendem Betrieb immer eine ganz bestimmte, die sich auch vorübergehend nicht steigern läßt, denn mit dem Absenden einer Ladung muß immer gewartet werden, bis die vorhergehende am Ziel angelangt und ein leeres Fördergefäß wieder auf den Aufzug geschoben ist. Da die ganzen Übersetzungsverhältnisse des Getriebes vom Motor bis zur Windentrommel für eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit eingerichtet sind, so sind Änderungen nur durch zeitraubende, langwierige Arbeiten möglich, so daß eine gelegentliche Steigerung der Leistung so gut wie ausgeschlossen ist.

Infolgedessen sind Drahtseilbahnen mit ihrem stetigen Betrieb, die durch schnelleres Einschleppen von Wagen beliebig überlastet werden können, für große Anlagen das Gegebene. Sie haben sogar vor Schrägaufzügen, die den ganzen, unten zusammengestellten Möller mit einem Male auf die Gicht heben und dort entleeren, den Vorzug, daß sie sich gegenseitig als Aushilfe dienen, da man die verschiedenen Öfen mit-

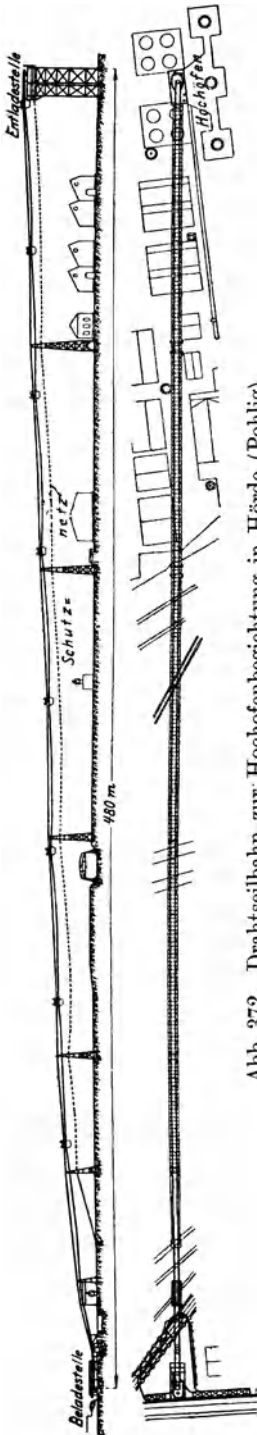


Abb. 372. Drahtseilbahn zur Hochofenbegichtung in Hörde (Pohlig).

einander durch leichte Brücken verbindet, über die von Hand bediente Hängebahnen gehen, welche alle Öfen in einfachster Weise an jede beliebige Zuführungsseilbahn anschließen.

197. Die Seilbahn zur Hochofenbegichtung in Hörde.

Am einfachsten wäre es, das Erz gleich von der Grube aus mit einer Drahtseilbahn auf die Gicht der Hochofen zu bringen. Dazu wird man aber nur ausnahmsweise einmal in der Lage sein. Im allgemeinen muß es erst irgendwo auf dem Hüttenboden aufgestapelt und gemischt werden. Wenn das betreffende Lager einen gewissen Abstand von den Hochofen hat, so ergibt sich ganz von selbst die in Abb. 372 dargestellte Anlage, die von J. Pohlig A.-G. für das Hörder Hochofenwerk des Phoenix erstellt worden ist.

198. Die Schrägbrückenbahn in Unterwellenborn.

Befindet sich das Erzlager, wie es meistens der Fall ist, dicht vor den Hochofen, so erhält die Drahtseilbahn die Form einer verhältnismäßig leichten Schrägbrücke mit festen Hängebahnschienen, über die das Zugseil die Förderwagen hinaufzieht. Die älteste Ausführung der Art ist die von A. Bleichert & Co. 1900 für die Maximilianshütte in Unterwellenborn gebaute, die Abb. 373 wiedergibt. Aus den Erzbehältern wird das Material in die Seilbahnwagen abgezogen und dann über die Schrägbrücken selbsttätig bis auf die Gicht gebracht, wo einige wenige Arbeiter die Wagen auf ebenfalls maschinell betriebene, zu den einzelnen Gichten führende Seilbahnstränge ablenken. Die Oberkante der Vorratstaschen liegt nur wenig über der Hüttensohle, so daß sie bequem mit Hilfe von darüber weggeführten Eisenbahn- und Schmalspurgleisen mit Erz, Kalkstein und Koke gefüllt werden können.

Die Länge der Seilförderung beträgt, von Seilscheibe zu Seilscheibe gemessen, 95 m bei der Gesamtsteigung von 30,6 m. Die stündliche Fördermenge jeder Schrägbrücke beträgt

150 Wagen von je 4,5 hl Inhalt, die sich bei 1 m/sek Fahrtgeschwindigkeit in etwa 24 m Abstand folgen. Bei der Förderung von Erzen braucht jede Brücke etwa 20 PS zum Antrieb.

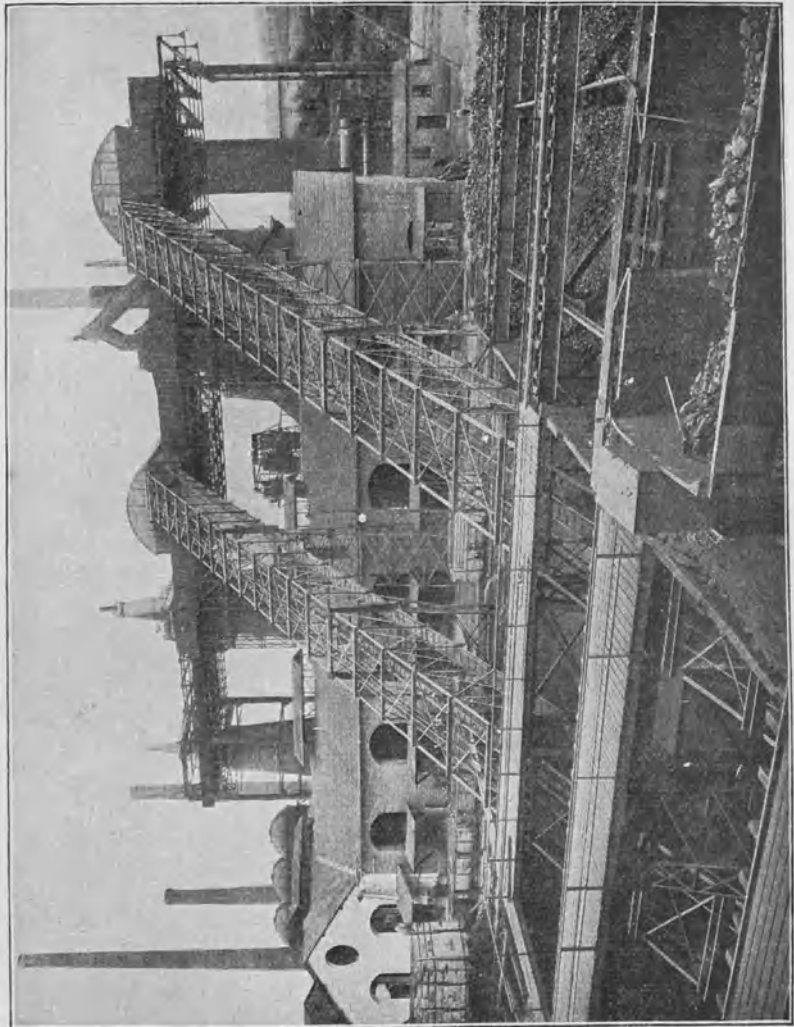


Abb. 373. Schrägseilbahn zur Hochofenbegichtung in Unterwellenborn (Bleichert).

199. Die Schrägbrückenbahnen der Dillinger Hüttenwerke.

In gewissem Sinne eine Verdoppelung der beschriebenen bildet die auf Tafel I nur zur Hälfte dargestellte Anlage der Dillinger Hüttenwerke, die von J. Pohlig A.-G. gebaut worden ist. Die auf der einen Seite der vier Hochöfen befindlichen Erztaschen werden von vier darüber der Länge nach hinweggeführten Eisenbahngleisen aus gefüllt



Abb. 374. Die Erzzuführungsbrücken der Dillinger Hüttenwerke (Pohlig).

Darunter verlaufen quer kurze Hängebahngleise, in deren Wagen die Erze aus Füllschnauzen abgezogen werden und die sich an je ein vor und hinter den Erztaschen entlang geführtes Verbindungsgleis anschließen. Auf jeden Hochofen fördert von hier aus eine Schrägbrücke, deren Antrieb sich dicht vor den Erzrumpfen befindet. Eine eingebaute selbsttätige Wage stellt das Gewicht jeder auf die Gicht gehenden

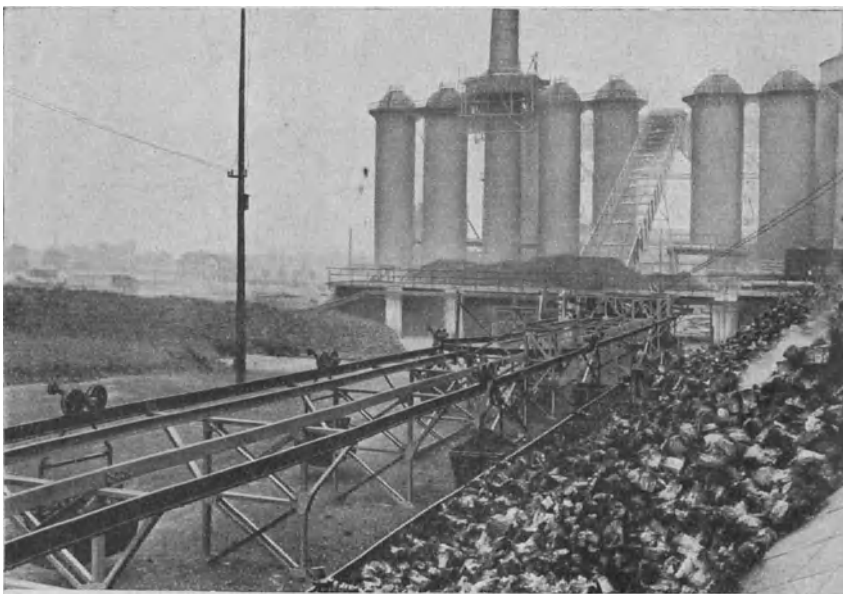


Abb. 375. Die Koksofenbahnen der Dillinger Hüttenwerke (Pohlig).

Wagenladung fest und summiert das Ergebnis. Neben der Antriebsstation ist noch ein Abstellgleis angeordnet, auf dem die Möllierung vollständig zusammengestellt werden kann, ehe sie dann in kurzen Abständen hintereinander abgelassen wird. Ein Gesamtbild der vier Erzzuführungsbrücken mit der darunter gelegenen Gichthalle gibt die Abb. 374.

Auf der anderen Seite der Hochöfen befinden sich die Koksöfen, auf deren Ausdrückseiten wieder handbetriebene Hängebahnen entlang gezogen sind. Auch hier sind durch eingelegte Kurven mit Weichenanschlüssen die von Hand zu durchstoßenden Strecken in bequemer Weise unterteilt. Zwischen je zwei Hochöfen ist eine Gichtbrücke in die Höhe geführt, deren Einzelheiten völlig denen der Erzbrücken entsprechen. Durch Verbindungen mit den benachbarten Hängebahnen und Brücken sowohl unten auf der Hüttensohle als auch oben auf der Gichtbrücke sind alle etwa erforderlichen Aushilfen geschaffen. Eine Ansicht der Koksofenbahn bringt die Abb. 375 bei.

200. Die Elektro-Seilbahn in Neunkirchen.

Das System hat sich ausgezeichnet bewährt und ist in zahlreichen Ausführungen wiederholt worden, bis es durch die Einführung des elektrischen Einzelantriebes für Hängebahnwagen eine bedeutende vervollkommnung erfahren hat, indem dadurch die Bewegung auf den wagerechten Strecken wesentlich vereinfacht und erleichtert wurde. Eine besonders übersichtliche und planmäßig durchgebildete Anlage der Art ist die des Hüttenwerkes der Gebrüder Stumm in Neunkirchen, die von A. Bleichert & Co. entworfen und ausgeführt wurde.

Erz und Kalksteine werden dem Werk in Eisenbahnwagen zugeführt, deren Gleise über einer dreifachen Reihe von großen, aus Beton erbauten Taschen endigen, in die das Material abgeworfen wird. Unter diesen bedeckten Erztaschen verlaufen der Länge nach drei Tunnel, die die Gleise von Elektrohängebahnen enthalten, deren Wagen durch Rutschen mit Rundschieberverschlüssen von einigen wenigen, allein dafür angestellten Arbeitern beladen werden. Den Blick in einen solchen Beladetunnel mit den Rutschen und ihren Verschlüssen gibt die Abb. 376 wieder. Die dort beschäftigten Arbeiter haben nur die Klappe zu öffnen und gelegentlich etwas nachzuhelfen, wenn sich große Erzstücke etwa stauen. Mit der Bewegung der Wagen haben sie nichts zu tun; diese halten vor der Auslauföffnung an, wenn der Arbeiter vermittels eines kleinen Handschalters die elektrische Schleifleitung an der Stelle stromlos macht, und werden nach beendeter Füllung durch Einschalten des Stromes wieder in Bewegung gesetzt. Wenn etwa während des Füllens weitere Wagen herankommen, so bleiben sie im richtigen Abstand von selbst stehen, so daß ein Zusammenstoß ausgeschlossen ist, und fahren ebenfalls selbsttätig näher heran, sobald der erste Wagen sich in genügender Entfernung befindet.

Die Beladegleise vereinigen sich auf einem kurzen Strang, wo das Gewicht der einzelnen Wageninhalte gewogen und summiert wird. Dann werden die Wagen durch eine Kehre mit anschließenden Weichen

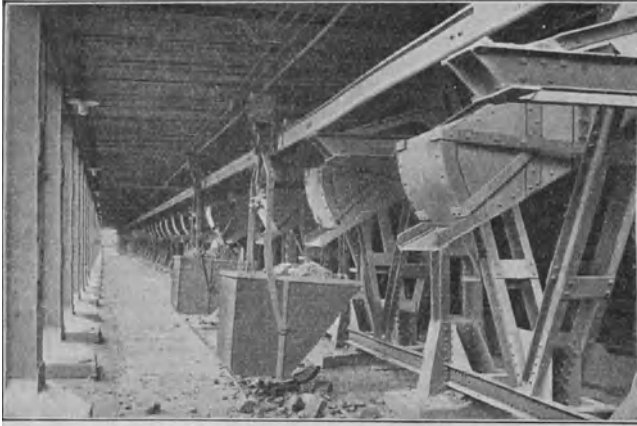


Abb. 376. Beladetunnel unter den Erzfüllrumpfen in Neunkirchen (Bleichert).

auf eines der vier Aufstellgleise geleitet, deren Ansicht die Abb. 377 zeigt, und dort nach Chargen für die einzelnen Öfen hintereinander geordnet. Hier warten sie so lange, bis der Mann, der am Fuße

der Schrägbrücke seinen Stand hat, durch Einschalten des Stromes den ersten Wagen eines Stranges in Bewegung setzt, worauf die anderen in dem durch das Blocksystem vorgeschriebenen Abstand selbsttätig nachrücken. Jeder Wagen ist ferner mit dem Kuppelapparat für Unterseil versehen, der, ohne daß die Wagen ihre Fahrt unterbrechen, die Kupplung mit dem ständig auf der Schrägbrücke umlaufenden Zugseil herstellt, das dort den Antrieb übernimmt. Einen Überblick von

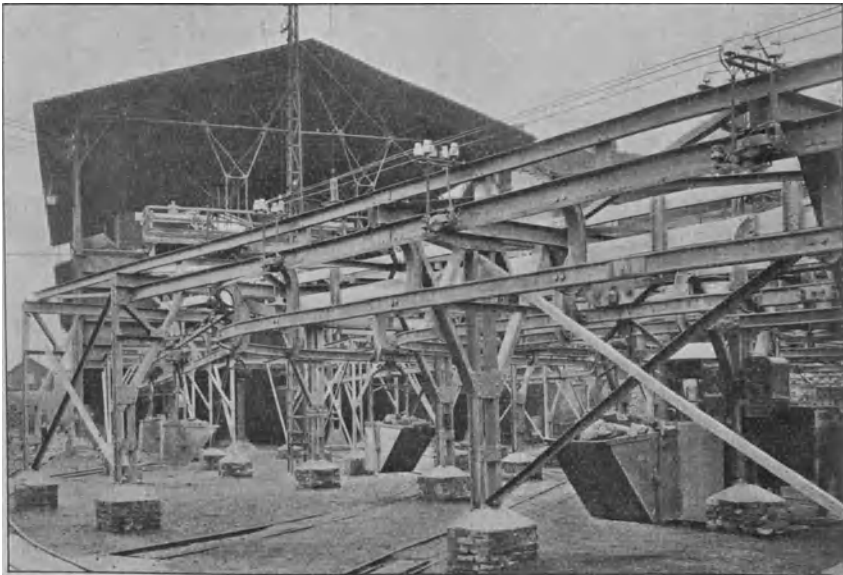


Abb. 377. Aufstellgleise für die Hochofenbegichtung in Neunkirchen (Bleichert).



Abb. 378. Blick auf die Füllrumpfe und Aufstellgleise in Neunkirchen.

der 12 m über Hüttensohle befindlichen Hochofenbühne auf den unteren Teil der Schrägbrücke, die Aufstellgleise und das Erz- bzw. Kalksteinlager gewährt die Abb. 378, einen Blick in die Schrägbrücke herunter gibt Abb. 379 wieder.

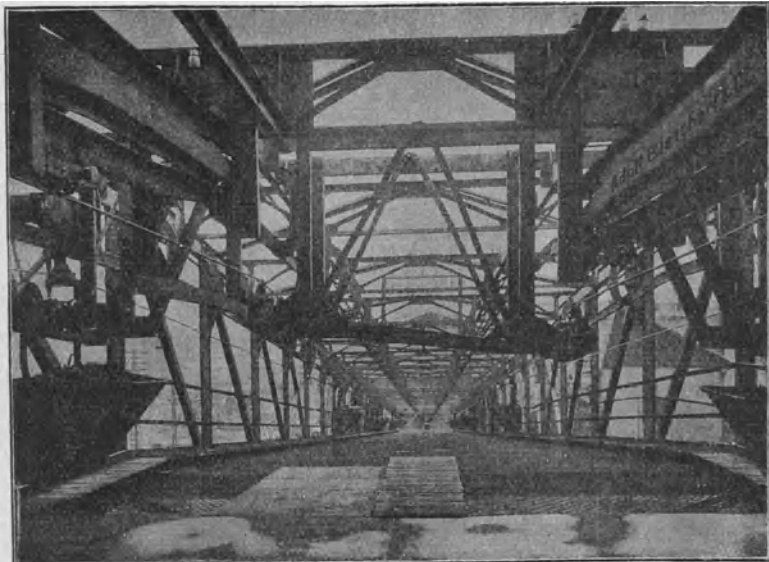


Abb. 379. Schrägbrücke in Neunkirchen (Bleichert).

Die Wagen kuppeln sich oben wieder selbsttätig vom Zugseil ab und fahren auf der Wagerechten unter Strom weiter. Durch Einstellen der verschiedenen Weichen werden sie von einem obenstehenden Mann nach den einzelnen Öfen abgelenkt und dann in die Gichtschüssel ausgekippt, um darauf zur Schrägbrücke zurückzukehren und am Zugseil wieder herunterzufahren. Unten gelangen sämtliche Wagen auf einem neben den Füllrumpfen entlanglaufenden Strang nach der Hinterseite des Lagergebäudes, wo sie von dem Quergleis aus durch Einstellen der Weichen wieder auf einen der drei Beladestränge geführt werden.

Die notwendige, vom Betrieb immer geforderte Aushilfe ist durch doppelte Ausführung der Schrägbahn getroffen. Sowohl für das Hinauffahren als auch die Abwärtsfahrt stehen je zwei Stränge zur Verfügung, so daß, selbst wenn nur eine Sicherung durchschmelzen sollte, der Betrieb ungehindert auf der danebenliegenden Strecke weitergehen kann.

Zur gesamten Erz- und Kalksteinförderung werden von der Elektrohängebahn in der Schicht nur 16 Arbeiter benötigt, während man vorher bei Handmöllerei und senkrechten Aufzügen in jeder Schicht 78 Arbeiter für dieselbe Tätigkeit brauchte. Da der Betrieb naturgemäß Tag und Nacht durchgeht, ergibt sich eine tägliche Ersparnis von 124 Arbeitern, für die Löhne und Unfallkosten in Wegfall kommen, die früher durch gegenseitiges Anfahren der von Hand gestoßenen Wagen und durch die verschiedenen mit dem Betrieb der Aufzüge in Verbindung stehenden Unfälle einen recht bedeutenden Betrag ergaben.

201. Die Kosten der Hochofenbegichtung.

Es ist klar, daß derartige umfangreiche Anlagen mit ihren großen Kunstbauten und den zwar stark verminderten, aber immer noch ziemlich zahlreichen Bedienungsmannschaften einen nicht unerheblichen Anteil an den Erzeugungskosten des Roheisens haben. Die gesamten Förderkosten einschließlich Tilgung und Verzinsung, Löhne und soziale Lasten, Ausbesserungsarbeiten und Energiebedarf beliefen sich im Jahr 1912 im Durchschnitt auf 1,40—1,50 M. für die Tonne erzeugten Roheisens bei Anwendung von Schrägbrücken und Elektrohängebahnen, während die Kübelbegichtung mit Schrägaufzügen in einem Fall 1,40, sonst 1,60—1,75 M. für die Tonne Roheisen ergab¹⁾.

202. Die Hochofenbegichtung durch Kettenförderer.

In Fällen, wo die räumliche Entwicklung die Anordnung einer Schrägbrücke nicht gestattet, muß man notgedrungen auf die Förderung in lotrechter Richtung zurückkommen. Jedoch geht man mehr und mehr aus den schon S. 199 erörterten Gründen von den üblichen Aufzügen ab und ersetzt sie durch stetig arbeitende Kettenförderer, was z. B. die Abb. 262 nach einer von J. Pohlitz A.-G. für den Versuchshochofen der Dillinger Hütte ausgeführten Skizze zeigt.

¹⁾ Lilje: Hochofenbegichtungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit. Berlin 1913.

203. Die Haldenseilbahnen.

Bergbau- und Hüttenbetriebe erzeugen gewaltige Mengen von Rückständen.

Oben war bereits kurz darauf hingewiesen, wie man die zur Beförderung der gewonnenen Kohle dienenden

Drahtseilbahnanlagen mit Vorteil gleichzeitig zum Abtransport der Waschberge benutzt, und ein Streckenbild der dort

(S. 272) beschriebenen Anlage mit der Halde gibt die Abb. 380. Meist werden jedoch besondere Einrichtungen hierfür erforderlich.

Von dem alten System der Gleisbahnen kommt man mehr und mehr ab, weil es nicht möglich ist, damit größere Steigungen und Gefälle zu nehmen und so das Gelände auf die günstigste Weise auszunutzen. Drahtseilbahnen, die eigens für den Transport von Schiefer oder Hochofenschlacke gebaut werden, haben sich deshalb schon seit langen Jahren eingebürgert und

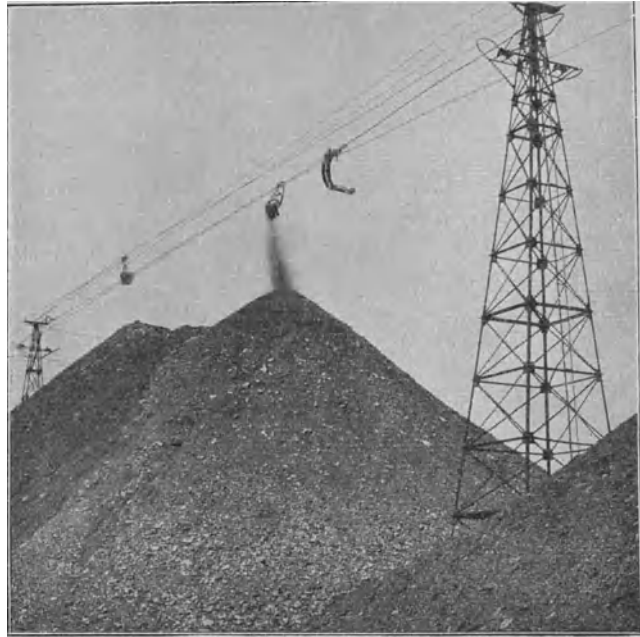


Abb. 380. Halde bei Grand Hornu (Bleichert).

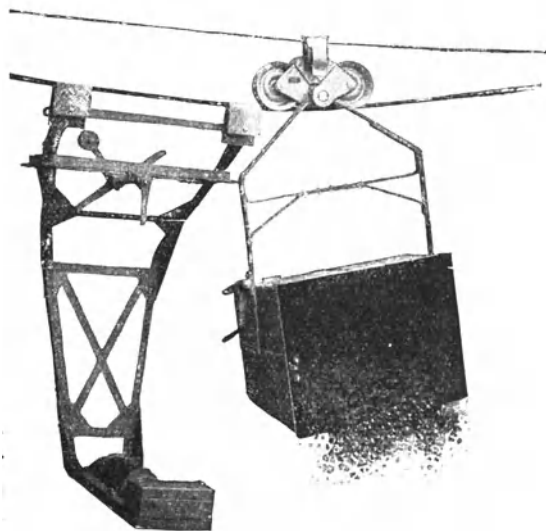


Abb. 381. Langer Anschlag zum Auskippen der Wagenkasten (Bleichert).

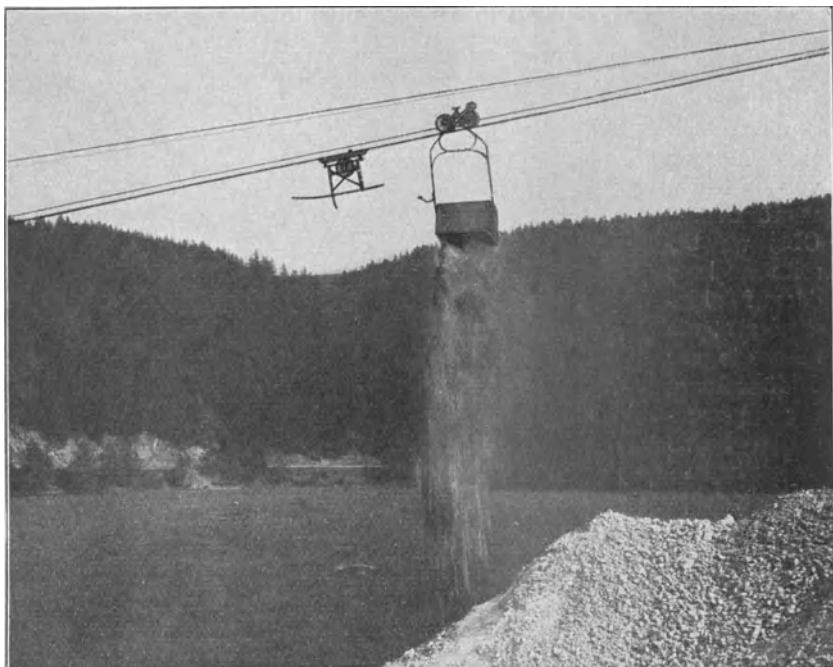


Abb. 382. Kurzer Anschlag auf der Strecke.



Abb. 383. Umföhrungsstation einer Haldenseilbahn.

finden immer mehr Verbreitung.

Sie unterscheiden sich häufig gar nicht von den gebräuchlichen Drahtseilbahnen. Hinzu kommt allein auf jedem der beiden Tragseile, die in derselben Stärke ausgeführt werden, ein Anschlag, der die Verriegelung der Wagenkasten während des Vorbeifahrens auslöst und so den Kasten zum Auskippen bringt. Damit sich das im Winde seitlich ausschlagende Zugseil nicht verfängt, wird der Anschlag häufig bis unter den freien Raum der Wagenkasten verlängert und trägt dort außer dem die richtige Lage bestimmenden Gegengewicht eine Zugseilleitrolle, wie Abb. 381 nach einer Bleichertschen Ausführung angibt.

Bisweilen wird dieser Anschlag auch nur soweit heruntergeführt, wie es nötig ist, um den Verriegelungshebel des Kastens herumzuschlagen. Um auch bei stärkeren Pendelungen von Wagen und An-

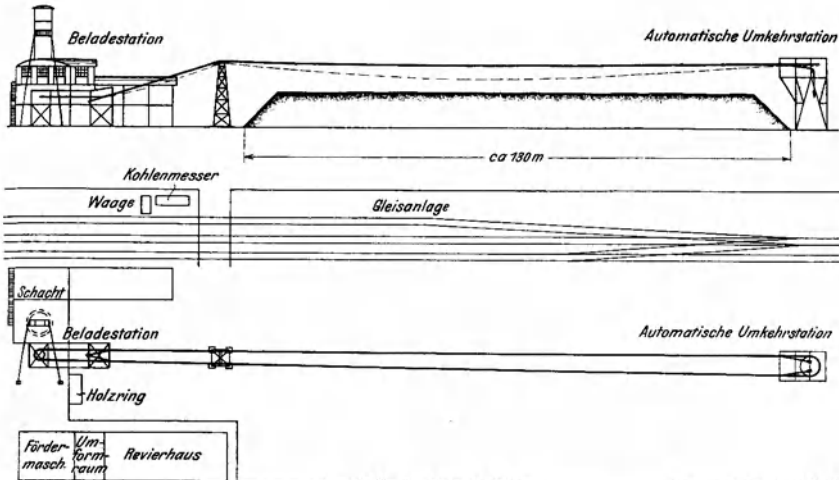


Abb. 384. Haldenseilbahn in Oschersleben (Bleichert).

schlagvorrichtung im Winde das Entladen mit Sicherheit zu erreichen, erhält er dann eine hinreichend lange Führungsschiene, wie es z. B. die Ausführung von Th. Otto & Comp. in Abb. 382 zeigt. Er wird von Zeit zu Zeit von einem langsam bis an die betreffende Stelle in einem festgebundenen Wagenkasten mitfahrenden Mann versetzt, und das ist, mit Ausnahme der Wagenschieber in der Beladestation, die einzige Bedienung, die die Anlage erfordert. Andere Formen von Entladeanschlügen enthalten die Abb. 347 und 385.

Die Endstation am Schluß der Halde enthält nur eine Umführungsseilscheibe von gewöhnlich 4 m Durchmesser, um welche die Wagen am Zugseil herumgehen, wie die Abb. 383 nach einer Ausführung der Seilbahn-Gesellschaft veranschaulicht.

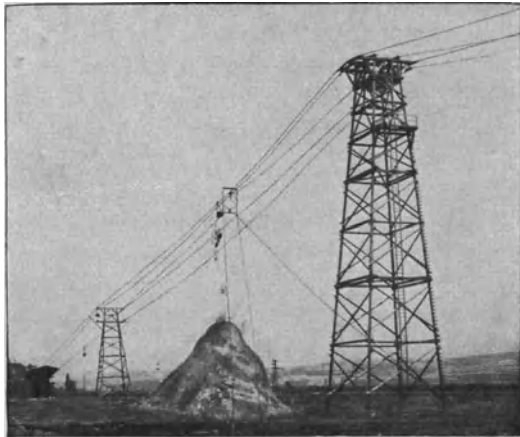


Abb. 385. Haldenseilbahn in Heringen (Bleichert).

204. Einige Dammhalden.

In der Weise aufgeschüttete Halden nehmen die Form eines langen Dammes an. Ein Beispiel zeigt die Abb. 384, die Aufriß und Lageplan einer von A. Bleichert & Co. für die Kalizeche Marie Louise in

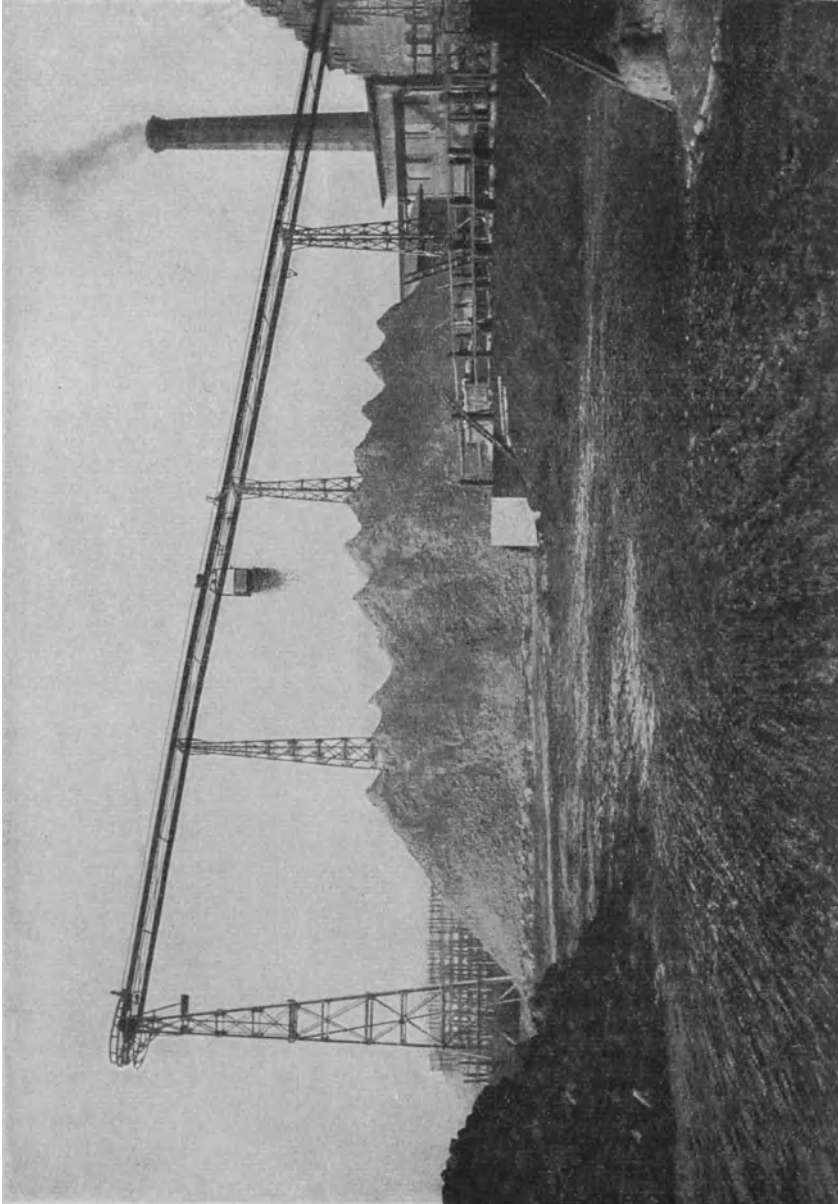


Abb. 386. Haldenhängebahn einer chemischen Fabrik.

Beladestation.

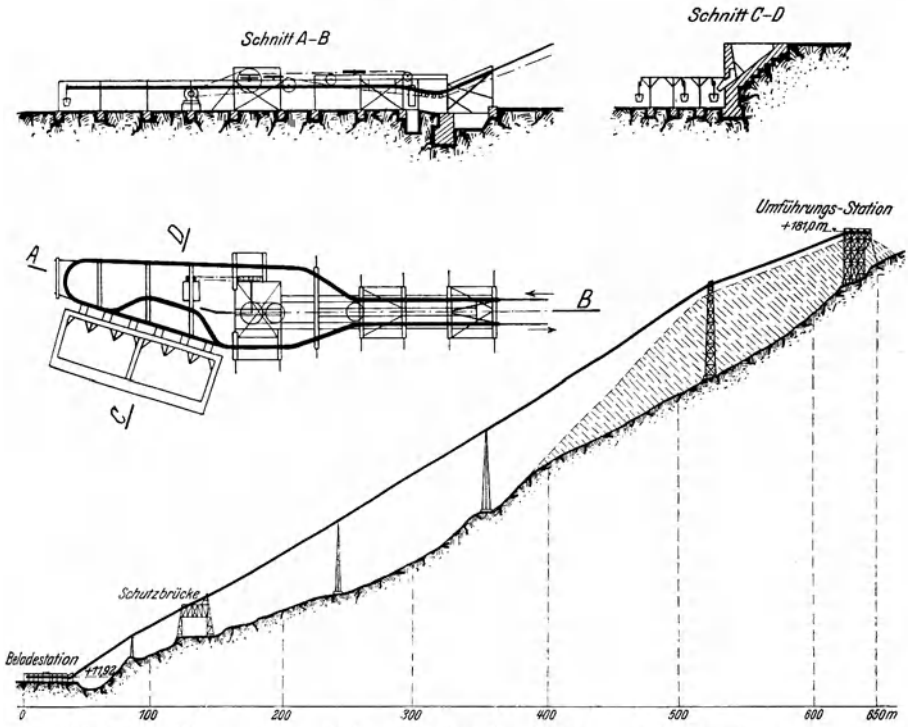


Abb. 387. Längsprofil und Beladestation der Haldenseilbahn in Glamorgan (Bleichert).

Oschersleben errichteten Haldenseilbahn wiedergibt. Die Tragseile liegen hier in der verhältnismäßig geringen Höhe von 15 m.

Eine andere, ebenfalls nach einer Bleichertschen Ausführung aufgenommene Abb. 385, stellt die eben begonnene Halde der Kali-Gewerkschaft Wintershall in Heringen mit einer 30 m hohen Holzstütze und einem rahmenförmig ausgebildeten Entladeanschlag dar. Die Stütze wird später wie die rechts und links von ihr gelegenen Unterstützungen von dem abgestürzten Schlamm eingeschüttet werden.

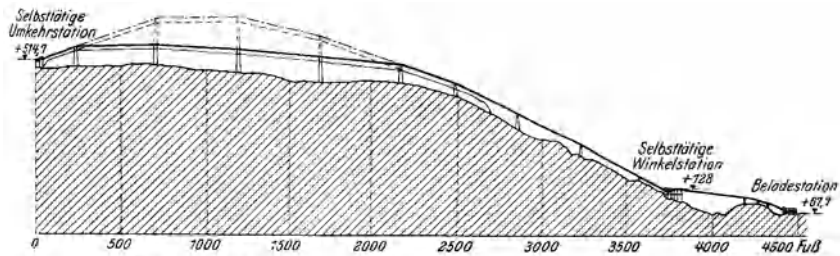


Abb. 388. Haldenseilbahn in Aberaman (Bleichert).

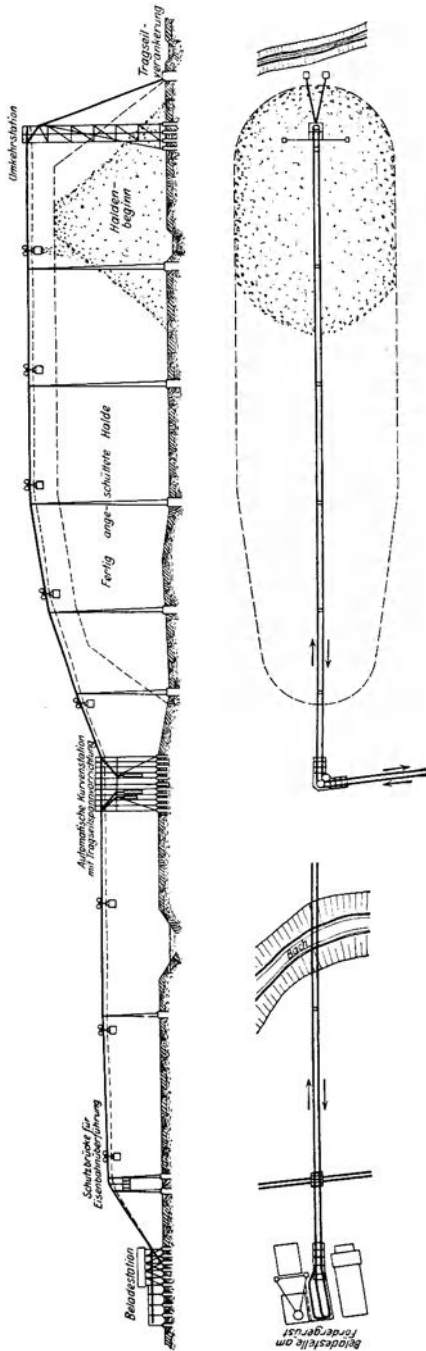


Abb. 389. Lageplan und Längsprofil der Haldenseilbahn der Deutschen Erdöel A.-G. Wietze (Mackensen).

Für kleine Verhältnisse, z. B. zur vorläufigen Ablagerung der Rückstände chemischer Fabriken, genügt oft eine kurze Hängebahn-anlage, wie sie etwa die Abb. 386 nach einer Ausführung von A. W. Mackensen wiedergibt.

Eine durch die Lage der Halde im Verhältnis zur Beladestation bemerkenswerte Anlage ist die in Abb. 387 dargestellte einer von A. Bleichert & Co. in Glamorgan (Schottland) errichteten Haldenseilbahn. Die Höhen der Hauptzeichnung sind im doppelten Maßstab der Längen aufgetragen, so daß die eiserne, später zuzuschüttende Mittelstütze eine Höhe von 35 m besitzt. Die Entnahme des Schüttmaterials aus Füllrumpfen und den Gesamtaufbau der Antriebsstation veranschaulichen die Nebenzeichnungen.

Wenn die Aufschüttung der Halde bis zur vollen Höhe längere Jahre erfordert, kann man die Stützen der Drahtseilbahn zuerst niedriger halten und erhöht sie erst später, dem Bedarf folgend. Eine solche, ebenfalls Bleichertsche Ausführung für die Powell Steam Coal Co. in Aberaman zeigt die Abb. 388, deren Höhen ebenfalls doppelt so groß wie die Längen gezeichnet sind. Die Absturzstelle liegt auch wieder auf einer Anhöhe, und die Wagen müssen aus örtlichen Gründen erst eine allerdings keine Aufsicht erfordernde Winkelstation durchlaufen, um zur Halde zu gelangen, die vorläufig nur auf 17 m Höhe angeschüttet werden soll, jedoch mit der Zeit bis auf 45 m, entsprechend etwa 50 m Stützhöhe ansteigen wird. Die Stützen werden natürlich von vornherein demgemäß stark bemessen.

205. Die Bahn der Deutschen Erdoel A.-G., Wietze.

Sie besteht aus zwei verhältnismäßig kurzen Zweigen. Die Verladestrecke ist 270 m lang, die Entladestrecke 360 m. Beide stehen ungefähr rechtwinklig zueinander (Abb. 389). Die Winkelstation in der Mitte (Abb. 391) wird von den Wagen bei 1,25 m/sek Geschwindigkeit am Zugseil selbsttätig durchfahren. Die Belade- und Antriebsstation (Abb. 390) befindet sich dicht neben dem Fördergerüst. Die Tragseile steigen von dort im Verhältnis 1:4,5 an, um ein kurz davor durchlaufendes Eisenbahngleis in ausreichender Höhe mit

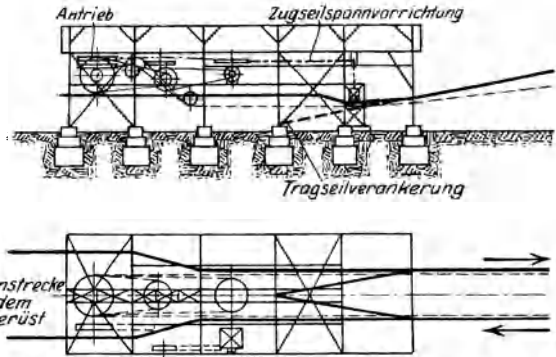


Abb. 390. Beladestation der Haldenbahn der Deutschen Erdoel A.-G. Wietze (Mackensen).

einer Schutzbrücke zu überschreiten. Sie sind dann in der Winkelstation, ebenso wie die der zweiten Entladestrecke, abgespannt. Die Schienen der am Ende der Halde gelegenen Umkehrstation liegen 25 m über dem Gelände. Die Tragseile sind dort nach unten durchgeführt und ergeben so gleich die feste Verankerung. Freilich muß die Mittelkraft der Seilzüge durch eine nach vorn gehende Druckstrebe noch besonders aufgenommen werden. Bei 20 m Höhe hat die Halde 85 m Breite.

Die Förderleistung beträgt vorläufig 30 t/St und soll später bei Bedarf auf das Doppelte erhöht werden. Die erforderliche Antriebsleistung ist zur Zeit 10 PS und wird später auf 15 PS ansteigen. In jeder Station arbeitet nur ein Bedienungsmann.

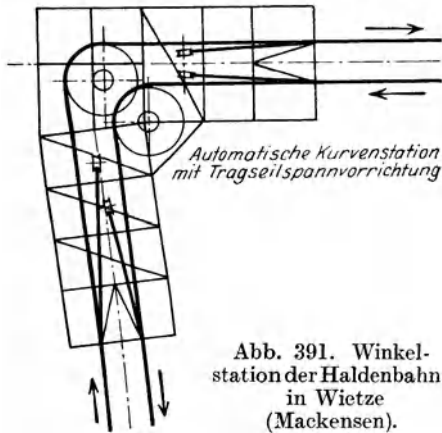


Abb. 391. Winkelstation der Haldenbahn in Wietze (Mackensen).

206. Von der Drahtseilbahn umfahrene Halde.

Ist der für die Halde verfügbare Raum von beschränkter Länge, dafür aber von größerer Breite, so werden gelegentlich wohl die sonst dicht nebeneinanderliegenden beiden Stränge der Seilbahn auseinander gezogen, wie z. B. im Fall der Abb. 392, die eine von J. Pohlig A.-G.

für ein belgisches Hüttenwerk erbaute Anlage darstellt. Die Bahn verläuft vom Werk aus in der üblichen Bauweise bis zu der in der Mitte

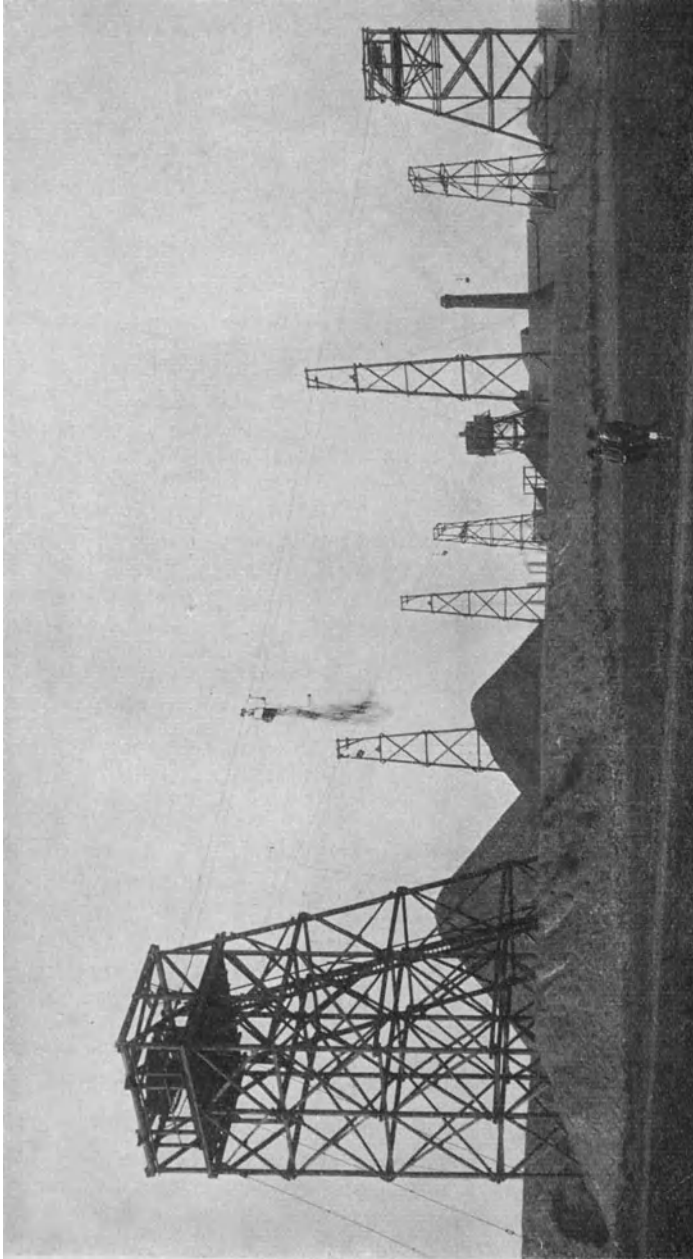


Abb. 392. Dreieckförmige Halde in Belgien (Pohlig).

der Abb. 392 sichtbaren Trennungsstation. Dort teilen sich die beiden Stränge derart, daß die Wagen eine Dreiecksfläche umfahren, deren beide Eckstationen in der Abbildung links und rechts als gut verankerte Umführungsstellen erscheinen.

207. Die Haldenseilbahnen mit Handhängebahnen.

In weitaus den meisten Fällen legt man die Endstation der Drahtseilbahn auf Stützen möglichst hoch und schließt an sie, nachdem dahinter einmal ein bis zu ihrer Höhe gehender Haufen angeschüttet ist, eine Hängebahn mit niedrigen, auf der Halde stehenden Stützen an, auf der die Wagen von Hand weitergeschoben und entleert werden. Hiervon macht man besonders dann Gebrauch, wenn die Längsachse des Haldenplatzes etwa winkelrecht zur Achse der Drahtseilbahn verläuft, wie das die Abb. 393 einer von J. Pohlig A.-G. für die Société Anonyme des Charbonnages du Nord de Charleroi in Roux gelieferten Anlage veranschaulicht.

Diese Handhängebahnen können leicht immer weiter ausgebaut, mit Zweigstrecken versehen oder auch im Kreise herumgeschwenkt werden. Es ist das ein recht gebräuchliches System der Haldenbeschickung, weil die Beschaffungskosten für den Ausbau der Handhängebahnen sehr gering sind. Dafür erfordert es aber unter Umständen ganz bedeutende Ausgaben für Arbeitslöhne, die z. B. im Jahre 1910 bei einer Anlage des belgischen Hochofenwerkes Providence bei Marchienne au Pont täglich rund 60 Franken, also im Jahr über 22 000 Franken betragen.

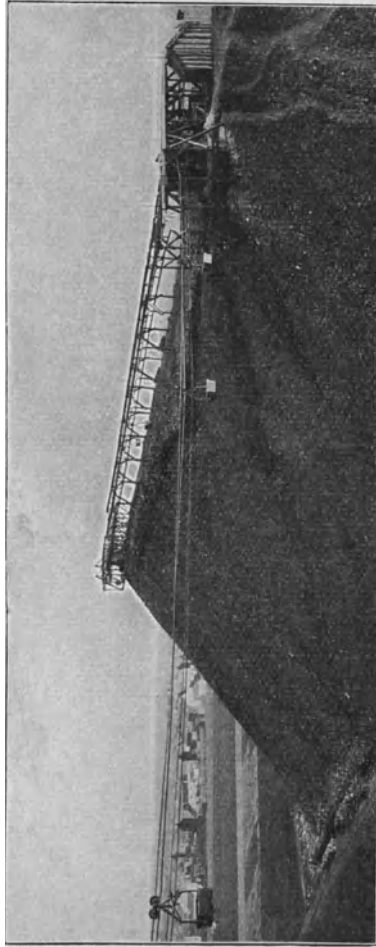


Abb. 393. Halde mit Hängebahnanlage in Roux (Pohlig).

208. Die Haldenseilbahnen mit Turmstation.

Um die Halde möglichst hoch aufschütten zu können, muß man die Endstation von vornherein recht hoch bauen. So hat z. B. die in Abb. 394 dargestellte, von J. Pohlig A.-G. für ein westfälisches Kohlen-

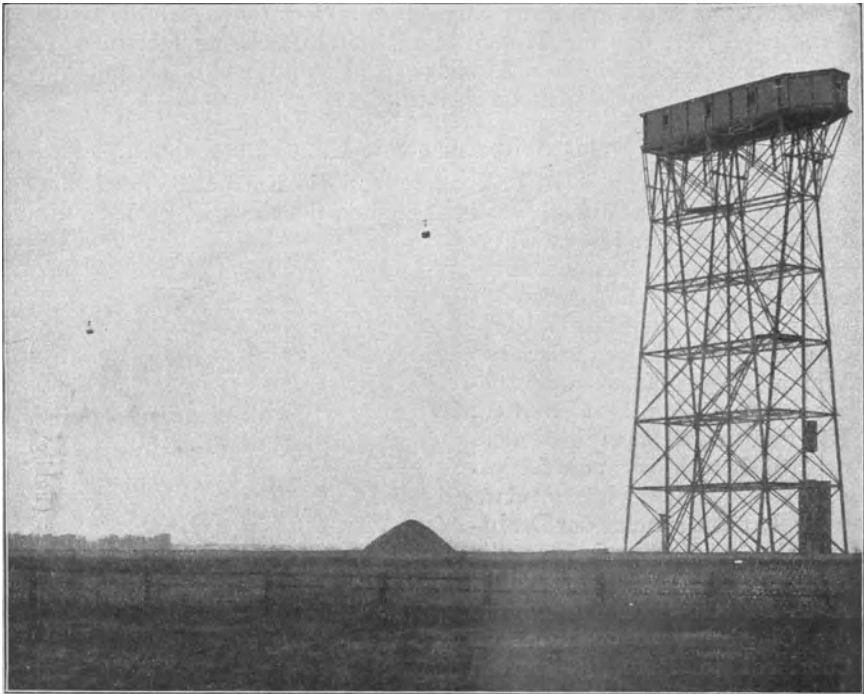


Abb. 394. Endstation von 45 m Höhe (Pohlig).

bergwerk in Eisen errichtete Endstation eine Höhe von 45 m. Sie ist noch dadurch auffällig, daß darin auch die übliche Tragseilspannvorrichtung angebracht ist und ferner das Zugseil durch das in der Abbildung erscheinende kleinere Gewicht gespannt wird. Die Umführung der Wagen

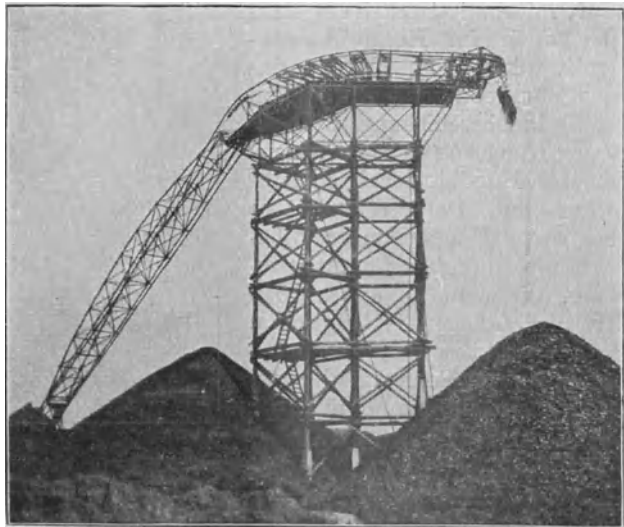


Abb. 395. Haldenseilbahn mit drehbarer Kurvenstation (Bleichert).

von der einen Bahnseite auf die andere erfolgt also hier ausnahmsweise durch Bedienungsmannschaften.

Da Eisenbauten gegen das Anschlagen herabfallenden Gesteines sehr empfindlich sind, so darf bei voller Aufschüttung der Fuß der Halde, wie es seit der Aufnahme schon geschehen ist, nur bis an die Station heranreichen. Um ein beengtes Gelände besser auszunutzen, hat deshalb A. Bleichert & Co. die in Abb. 395 wiedergegebene Sonderbauart gebaut. Die Wagen gelangen auf die Höhe der Endstation über eine Schrägbrücke, und die Endumführungsscheibe, bei deren Umfahrung das Auskippen des Wagenkastens erfolgt, um jedes Pendeln zu vermeiden, wird von Zeit zu Zeit um ein Stück herumgeschwenkt, so daß schließlich ein Bogen von 150—180° beschüttet werden kann. Die Umführungsseilscheibe kragt soweit aus, daß herunterfallende Steine nur eben bis an den Fuß des eisernen Aufbaues rollen können.

209. Die Anlage der Zeche Freie Vogel und Unverhofft.

Um den Eisenbau gegen Beschädigungen und den Rostangriff infolge der Anlagerung feuchter Berge zu schützen, hat die Seilbahn-

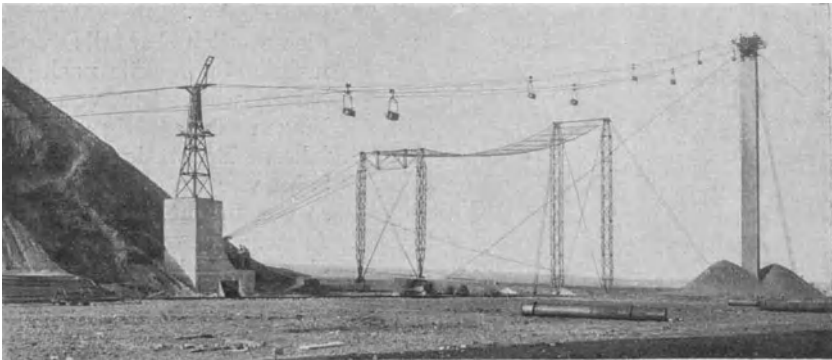


Abb. 396. Eiserne Turmstation mit Umbetonierung.

Gesellschaft bei Hörde¹⁾ den in der Mitte der kegelförmig anzuschüttenden Halde stehenden Stationsturm durch vollständige Umbetonierung gesichert (Abb. 396).

Die Abspannung gegen den Zug der Tragseile erfolgt durch vier unter 45° geneigte rückwärtige Spannseile von je 40 mm Durchmesser. Da das Schüttmaterial unter Umständen in Brand geraten und dann ein Besteigen der Halde gefährlich werden kann, so sind diese vier Seile als Steigleiter ausgestaltet worden, indem die beiden unteren die Sprossen tragen und die beiden oberen als Geländer dienen. Ausgleichrollen bewirken, daß die Zugkraft sich gleichmäßig über die Seile verteilt. Außerdem nehmen noch zwei, in der Aufsicht von oben gegen

¹⁾ Heinold: Der Bergbau 1915.

die Seilbahnstrecke einen Winkel von je 60° einschließende Spannseile den auf den Turm kommenden Winddruck auf. Um die Endverschlüsse der Abfangeseile gut zugänglich zu machen, hat man die Seile in den Betonfundamenten durch gebogene Rohre wieder nach oben geführt, so daß sie dort senkrecht zur Fundamentoberfläche austreten, und am Ende in üblicher Weise durch Schellen gefaßt und in einer Stahlmuffe vergossen.

Der Stationskopf enthält eine Umführungsseilscheibe von 5 m Durchmesser und ist insgesamt 10 m lang bei 5 m Breite. Abgestürzt wird das Material gleichmäßig an zwei sich schräg gegenüberliegenden Ecken des Turmes einfach dadurch, daß die Hälfte der Wagengehänge den Auslösehebel nach rechts und die andere Hälfte nach links abgebogen hat. Da die Abb. 396 ungefähr $\frac{3}{4}$ der ganzen Bahn wiedergibt, so genügte für die nachgiebige Verankerung der Trageile die Einschaltung von kräftigen Federn.

210. Die Bahn des Röchlingschen Hochofenwerkes in Völklingen.

Von Ernst Heckel G. m. b. H. wurde ein entsprechender Turm aus Kesselschüssen zusammengesetzt und dann innen ausbetoniert, so daß

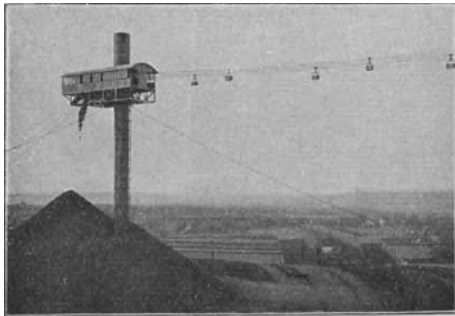


Abb. 397. Turm aus Kesselschüssen von 110 m in Völklingen.

eine starke Säule entstand, die natürlich ebenfalls durch mehrere Spannseile noch gehalten wird. Die von den Wagen selbsttätig durchgefahrene Endstation der Seilbahn war an diesem Turm so angebracht, daß sie bei Ansteigen der Halde nach oben verschoben werden konnte. Bei dem ersten Ausbau hatte der Turm die Höhe von 50 m. Nach vierjährigem Betrieb wurde er dann auf 110 m erhöht und die Station

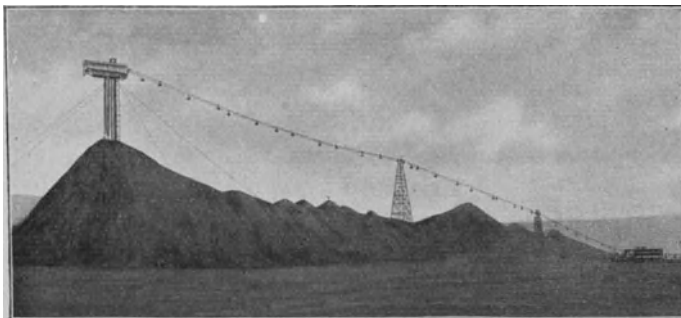


Abb. 398. Gesamtbild der Halde in Völklingen.

sogleich bis oben hingehoben, wie die Abb. 397 zeigt. Es ergab sich jedoch, daß bei stärkerem Wind das Schüttmaterial zu weit verweht wurde, und man hat deshalb an jeder Seite der Endstation einen entsprechend weiten Schlauch heruntergehängt, der das Gut bis ungefähr auf die Haldenhöhe leitet (Abb. 398).

211. Die Bahn der Zeche Adolph von Hansemann.

Zu einem eigenartigen Ausbau der Endstation wurde die Seilbahn-Gesellschaft bei dieser Haldenseilbahn auf dem Wege über die Kabelkrane (vgl. S. 453) geführt¹⁾. Die alte, bereits 35 m hohe Halde war nur nach vorn erweiterungsfähig. Als günstigste Form erwies sich ein die Grenzen des verfügbaren Geländes berührender Kegel von 79,5 m Höhe. Bei

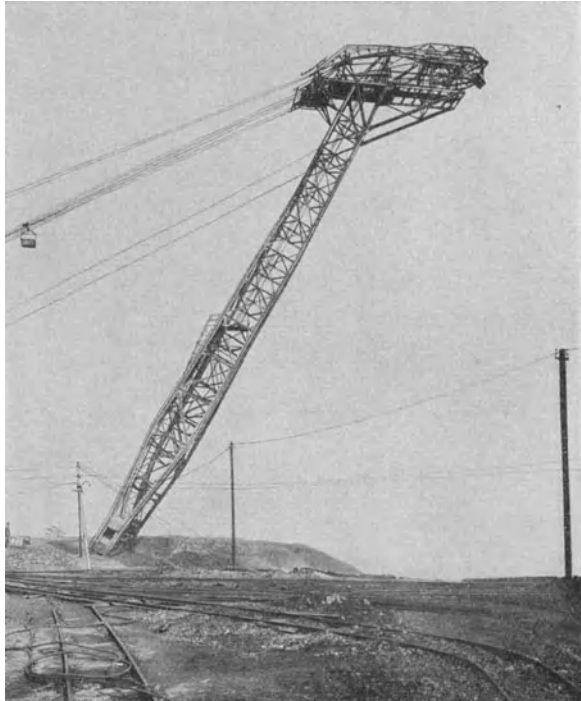


Abb. 399. Pendelnde Endstütze der Zeche Adolph von Hansemann.

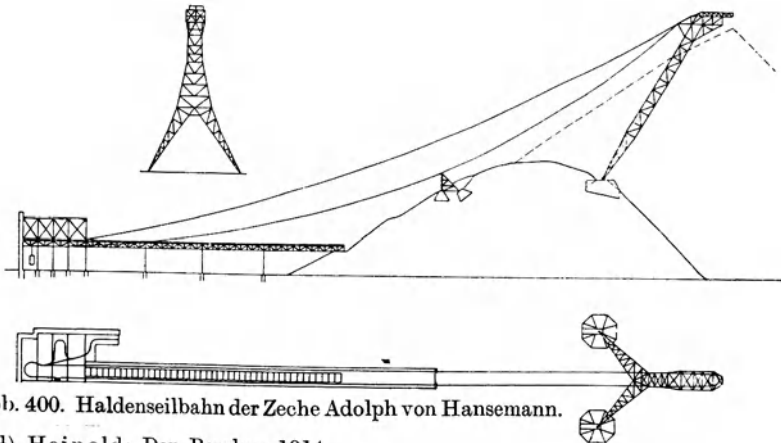


Abb. 400. Haldenseilbahn der Zeche Adolph von Hansemann.

¹⁾ Heinold: Der Bergbau 1914.

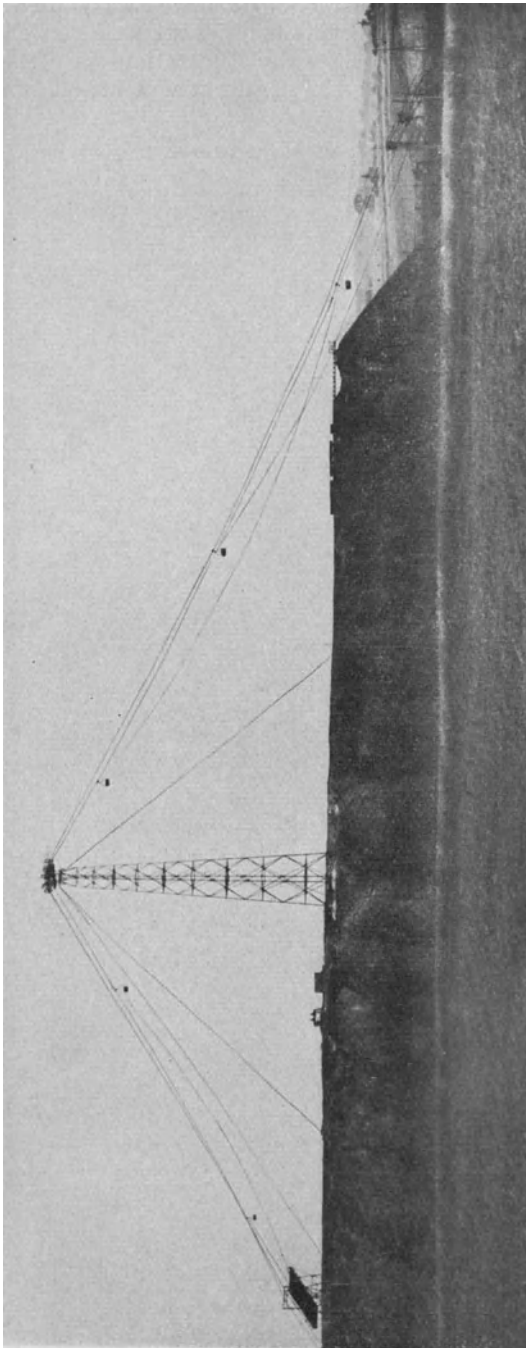


Abb. 401. Haldenseilbahn der Zeche Wiendahlsbank (ATG).

der riesigen Menge von 185 t/St, die gelegentlich abzustürzen ist, kam nur eine Drahtseilbahn in Frage, deren Turm von 80 m Höhe aber bei einer den obigen entsprechenden Ausführung die Anlage unverhältnismäßig verteuert hätte. Man entging der Schwierigkeit durch ein nur 68 m langes und 56 m hohes Stützgerüst nach Abb. 399 und 400, dessen Kopf die Abb. 223 in technischer Darstellung brachte.

Den Gesamtaufbau der Gruben- und Waschberge aus den über der Antriebstation angeordneten Füllrumpfen in einer einzigen Spannweite von 210 m fördernden Anlage zeigt die Abb. 400. Die Eisenbahngleise bei der Zeche werden durch ein Schutznetz von 116 m Spannweite und 94 m Netzlänge abgedeckt und außerdem noch durch die alte, zum Anschütten der ersten Halde dienende Förderbrücke. Um die Fundamente der

Pendelstütze auf der Halde so sicher wie möglich festzulegen und voneinander unabhängig zu machen, sind die beiden Fußpunkte der Säule 30 m auseinandergesetzt worden.

Zur Vermeidung umfangreicher Holzbauten wurde die Stütze bis zu der Stelle, wo der eigentliche Kopf ansetzt, in lotrechter Stellung zusammengebaut. Dann wurden die verschlossenen Tragseile der Bahn von 37 bzw. 26 mm Stärke daran befestigt, ebenso die 6 Rückhaltseile, von denen sich 4 nach unten hin als Schutznetztragseile fortsetzen, während die beiden anderen an einem Zwischenspannbock verankert sind. Hierauf wurde die Stütze in die Schräglage von 60° gegen die Wagerechte gesenkt. Damit sich die Zugkräfte der Seile gleichmäßig auf den Eisenbau übertragen, endigen die Abfangeseile in Muffen mit nachstellbaren Spannankern, die ihrerseits wieder von je einer kräftigen Bufferfeder gehalten werden.

212. Die Haldenbahn der Zeche Wiendahlsbank.

Eine besondere Lösung der Haldenaufschüttung zeigt auch die Abb. 401 nach der Ausführung der Allgemeinen Transportanlagen-

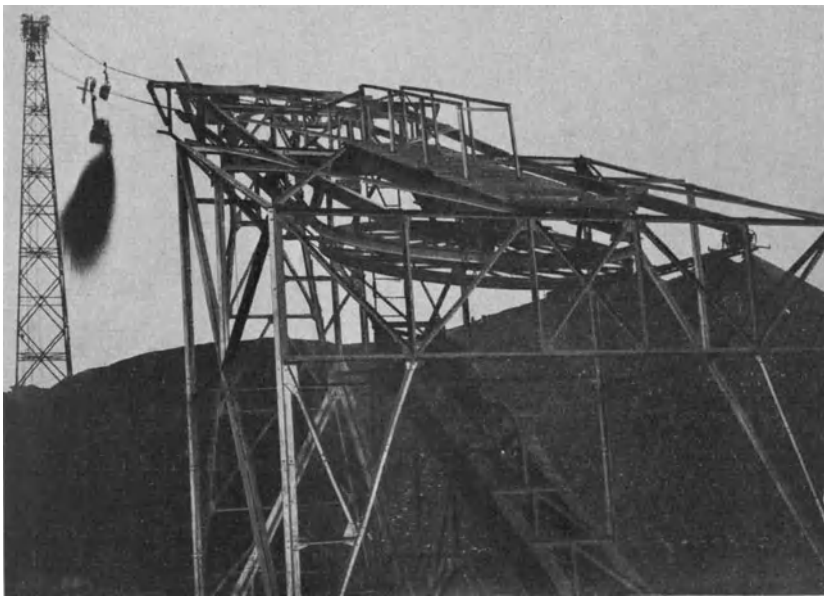


Abb. 402. Endstation der Haldenseilbahn Wiendahlsbank (ATG).

Gesellschaft. Vorhanden war bereits eine ziemlich hoch angeschüttete Halde, deren weitere Aufschüttung nach dem bisher geübten, auf dem Bild rechts erkennbaren Verfahren zu große Kosten verursachte. Es wurde deshalb mitten auf der Halde ein Turm von 60 m Höhe

errichtet, nach dem die Seilbahn von der Zeche aus ansteigt. Die im Hintergrunde links sichtbare Schutzbrücke ist die in Abb. 278 dargestellte.

Die Bahn erfährt auf dem Turm eine scharfe Ablenkung wieder nach unten, wofür die Auflagerschuhe der Abb. 58 Verwendung fanden, und geht dann zu der am Haldenende aufgebauten selbsttätigen Umkehrstation, die Abb. 402 deutlicher veranschaulicht. Der schwere Gitterträger in der Stationsmitte trägt die Umlenkscheiben für die Abspannung der Trageile.

213. Die Haldenbahn der Gewerkschaft Siegfried.

Die nur 400 m lange, bei Gießen errichtete Bahn fördert Kalirückstände von der im Hintergrunde der Abb. 403 sichtbaren Schacht-

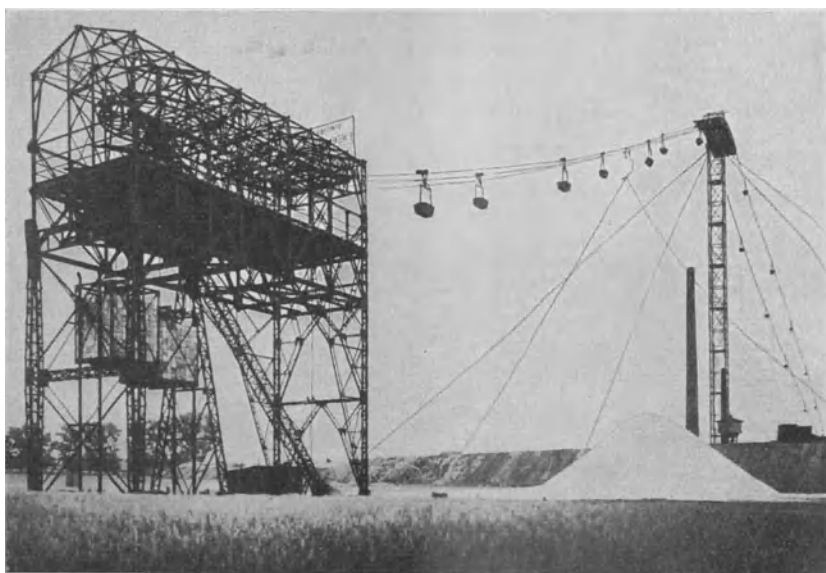


Abb. 403. Ansicht der Haldenbahn der Gewerkschaft Siegfried (Heckel).

und Fabrikanlage auf die Halde. Sie ist entstanden aus einer von der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H. umgebauten älteren Anlage, von der die beiden Endstationen wenigstens teilweise wieder verwendet werden mußten.

Ihre Trageile steigen von der Beladestation aus auf die 65 m hohe Maststütze der Abb. 404, die auf der älteren Halde steht. Oben auf dieser Stütze, deren Kopf von 4 langen Spannseilen gehalten wird, befinden sich auf jeder Bahnseite 25 Ablenkungsrollen mit Kugellagerung für das Zugseil, um es allmählich über den scharfen Bruchwinkel zu bringen und seinen Druck möglichst zu verteilen.

Die im Vordergrund der Abb. 403 erscheinende Endumführungsstation wird von den Wagen ohne jede Bedienung selbsttätig durchfahren. Die Entleerung geschieht während der Fahrt durch Anschlag an die ebenfalls wieder von besonderen Spannseilen gehaltene Entladevorrichtung, die auf der Strecke beliebig verschoben werden kann.

Bemerkt sei, daß freistehende pyramidenförmige Stützen für derartige Bahnen nicht in Frage kommen, weil ihre weitausladenden Füße die Absturzfläche der Halde wesentlich verkleinern würden.

214. Die Brückenseilbahnen für Kegelhalden.

Die freilich vielfach ausgeführten und entschieden zur Zufriedenheit arbeitenden Turmseilbahnen haben den einen Nachteil, daß der Turm bzw. die Endstation sehr bedeutende Anschaffungs- und Baukosten verursacht, die meistens von vornherein in ganzer Höhe verauslagt werden müssen. Oft ist es vorteilhafter, den Haldenkegel mit einer kurzen Schrägbahn von einem Ende her zu beginnen und ihn durch den wenig Kosten und Arbeit machenden Anbau eines weiteren Endstückes allmählich zu vergrößern.



Abb. 404. Mittelstütze der Haldenbahn bei Gießen (Heckel).

Aus dieser Überlegung ging das Bleichertsche Haldenseilbahnsystem hervor, das skizzenhaft durch die Abb. 405 veranschaulicht wird. Den Kopf der Haldenseilbahn in Ansicht und Querschnitt zeigt die Abb. 406 deutlicher.

Es wird eine unter dem Böschungswinkel ϱ des Materials ansteigende Brücke errichtet, auf der die Wagen durch ein Zugseil bewegt werden, um am höchsten Punkte, wo die Umkehrscheibe angebracht ist, selbsttätig auszukippen und dann entleert zurückzukehren. Wenn die Flanke des entstehenden Kegels die Unterseite der Brücke erreicht hat und deren auskragenden Feldern Unterstützung gewährt, wird dann ein

neues Glied angebaut und die Umkehrscheibe entsprechend hinausgeschoben.

Eine nach diesem Verfahren im Entstehen begriffene Halde stellt z. B. die Abb. 407 dar, eine schon ältere, nämlich die des Eisenwerks Providence, die auf eine vorhandene flache Halde aufgesetzt worden

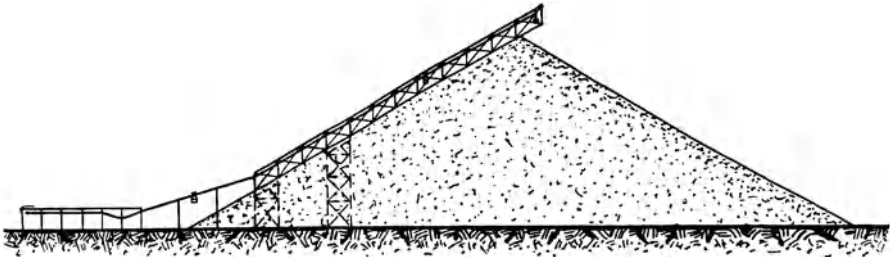


Abb. 405. Brückenordnung zur Aufschüttung kegelförmiger Halden.

ist, die Abb. 408, eine entsprechende Ausführung von J. Pohlig A.-G. für ein belgisches Hüttenwerk die Abb. 409.

Das Einbauen neuer ansteigender Brückenglieder kann so lange fortgesetzt werden, bis die Fußpunkte des Kegels den Rand des Schüttgeländes berühren. Nun kann man, falls das Gelände einen in Richtung der Seilbahn verlaufenden längeren Streifen bildet, wagerecht weiterbauen, oder, wenn das Gelände sich senkrecht zur Richtung der Schrägbrücke weiter ausdehnt, die Brücke zur Seite ablenken bzw. seitwärts Ausleger mit kleinen Seiltrieben oder auch Transportbändern u. dgl. ansetzen. Jedenfalls wird auf diese Weise das verfügbare Gelände ohne mehr Handarbeit, als das gelegent-

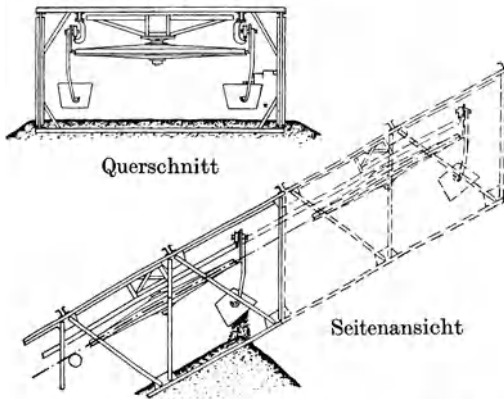


Abb. 406. Schema der Haldenbeschickungsbrücke (Bleichert).

liche Ansetzen neuer Brückenglieder erfordert, am besten und mit den geringsten Beschaffungskosten ausgenutzt.

Was für gewaltige Mengen mit einer nach diesen Gesichtspunkten von vornherein errichteten Haldenbahn aufgestapelt werden können, veranschaulicht die Tabelle auf Seite 324, der der gewöhnliche Böschungswinkel von 35° und eine durchschnittliche Tagesleistung von 200 m^3 Material zugrunde gelegt ist.

Die Zeit, die zwischen dem Ansetzen von zwei weiteren Brückengliedern entsprechend einer jedesmaligen Erhöhung um etwa 5 m verstreicht, beträgt also bei 30 m Haldenhöhe ungefähr ein halbes Jahr, bei 70 m Höhe dagegen schon 3 Jahre und nimmt beständig zu. Die Kosten für die Erweiterung der Anlage sind daher ganz außerordentlich gering und stehen in gar keinem Verhältnis zu den Ausgaben, die der Ausbau und das Umsetzen einer Hängebahnanlage mit Handbetrieb erfordert, ganz abgesehen von den dabei aufzuwendenden Löhnen.

Statt in Eisen, wie es bei den vorhergehenden Berechnungen angenommen wurde, kann die stückweise vorgeschobene Schrägbrücke auch in Holz ausgeführt werden, wie es z. B. die Abb. 410 nach einer Zeichnung von Kaiser & Co. angibt. Da die Brücke hier in bequemster Weise um je ein Feld verlängert werden kann, so ist die Zugseilspannvorrichtung, um das An-

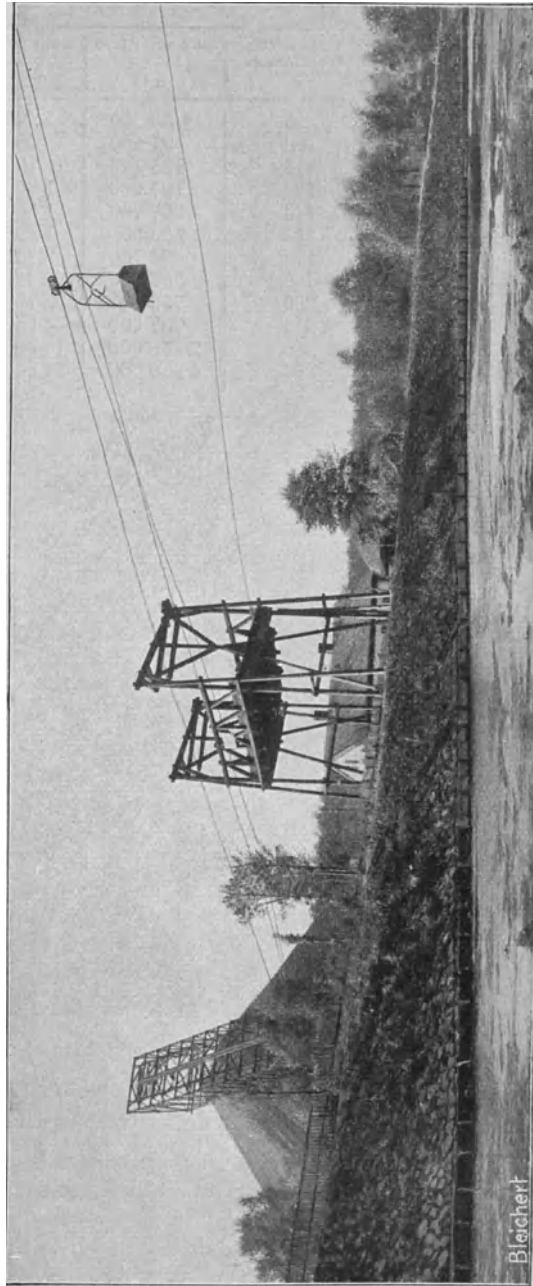


Abb. 407. Seilbahn mit Haldenbrücke.

spleißen ganz kurzer Stücke zu vermeiden, weit auf die Schrägbrücke hinaufgelegt worden.

Haldenhöhe m	Grundkreis- durchmesser m	Aufgeschüttete Menge m ³	Zum Aufschütten verbrauchte Zeit		
			Tage =	Jahre +	Monate
30	86	58 100	290	1	—
35	100	91 600	460	1	5,5
40	115	138 500	700	2	3,5
45	129	197 000	1 000	3	3,5
50	143	267 700	1 350	4	5
55	158	359 500	1 800	6	—
60	172	464 700	2 350	7	9,5
65	186	588 700	2 950	10	—
70	200	733 100	3 700	12	3,5
75	215	907 600	4 550	15	2
100	286	2 150 000	10 800	36	—
125	358	4 200 000	21 000	70	—

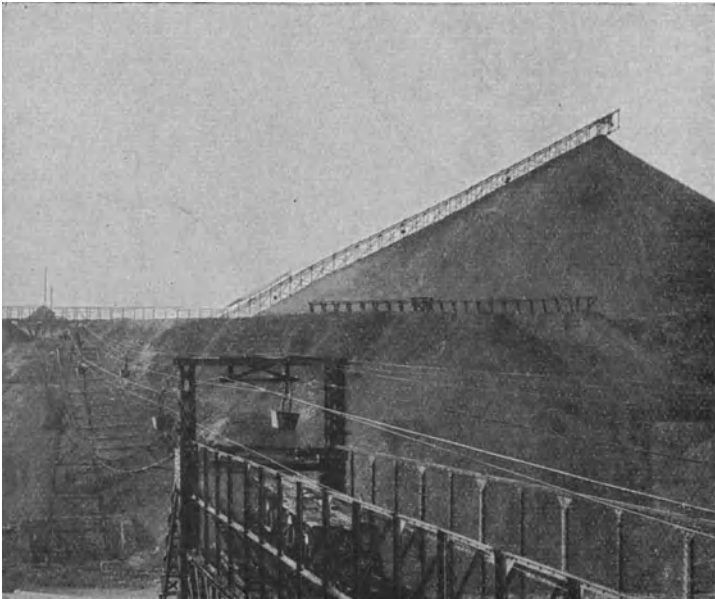


Abb. 408. Seilbahn mit Haldenbrücke in Marchienne au Pont (Bleichert).

215. Die Haldenseilbahn der Brakpan-Goldmine (Südafrika).

Das Bleichertsche System hat allerdings bei Anlagen, die sehr große Mengen auf die Halde stürzen, dadurch eine gewisse Abänderung erfahren, daß man dann die Schrägbrücke mit der ersten Stütze gleich für den Bedarf der ersten Jahre hinstellt. Beispielsweise ist das bei der in Abb. 411 dargestellten, von A. Bleichert & Co. im Jahre 1911 gebauten Anlage geschehen, deren einzige Stütze eine Höhe von nicht

weniger als 50 m hat und die in der Stunde 180 t ausgelaugte Goldquarze auf die Halde schüttet. Die Stütze, die 9 Jahre später, zur Zeit der Aufnahme der Abb. 411, schon nahezu eingeschüttet war, wurde zuerst aufgestellt, während das unterste, 80 m lange und 80 t schwere Glied der Schrägbrücke auf dem Boden zwischen der Stütze zusammengebaut wurde. Dann wurden die Querverbindungen der Stütze nacheinander wieder gelöst und die Brücke in drei Absätzen nachgezogen, bis sie in die richtige Lage gekommen war und mit der Stütze vereinigt werden konnte.

216. Die Erz- und Abraumbahn der preußischen Berginspektion Grund.

Unter Umständen kann die Haldenbahn nebenher noch andere Transporte über-

nehmen, wie im vorliegenden Fall. Die von A. W. Mackensen gebaute Anlage besteht aus zwei Zubringebahnen, deren Antriebe in einer Zentralstation dicht vor der Absturzhalde zusammengelegt sind. Die

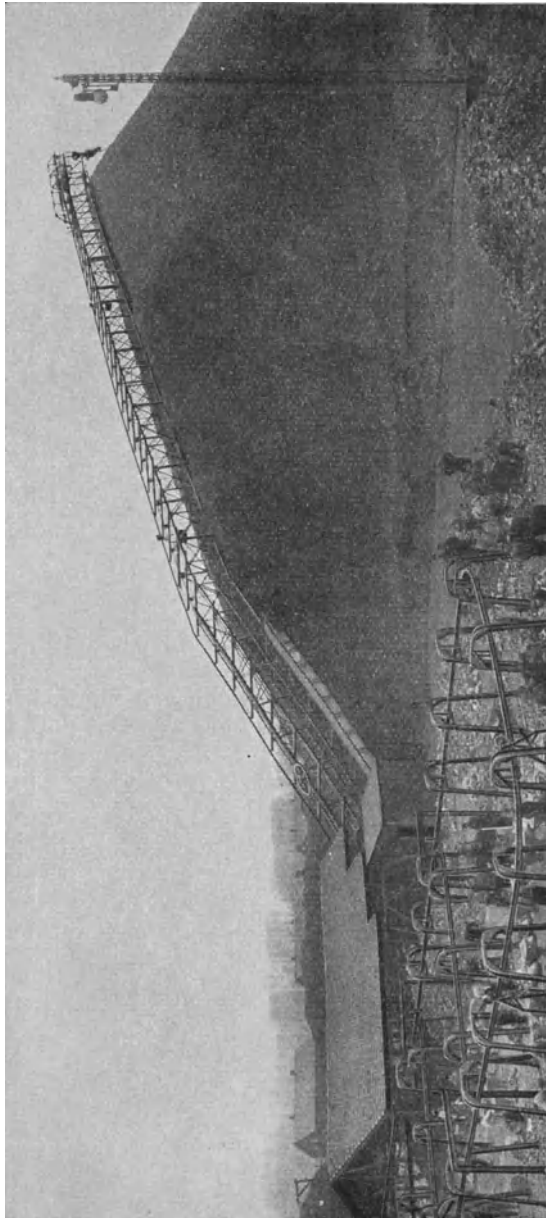


Abb. 409. Halde mit Schrägbrücke in Belgien (Pohlzig).

Grundrißanordnung beider Bahnen und das Längsprofil der 275 m langen Hauptbahn vom Medingschacht nach der Halde enthält die Abb. 412.

Die vom Förderschacht kommenden Grubenwagen mit Erzen bzw. Abraum werden über die beiden Beladebunker der Beladestation der Drahtseilbahn gestoßen und dort mittels Kreiselschwiper entleert (Abb. 413). Das Fördergut wird unten über Auslaufschurren in die Seilbahnwagen abgezogen. Für die Erzladung sind die üblichen Kippkasten vorgesehen, für den Abraum die in Absatz 73 beschriebenen Muldenkübel mit kleinen Bohrungen

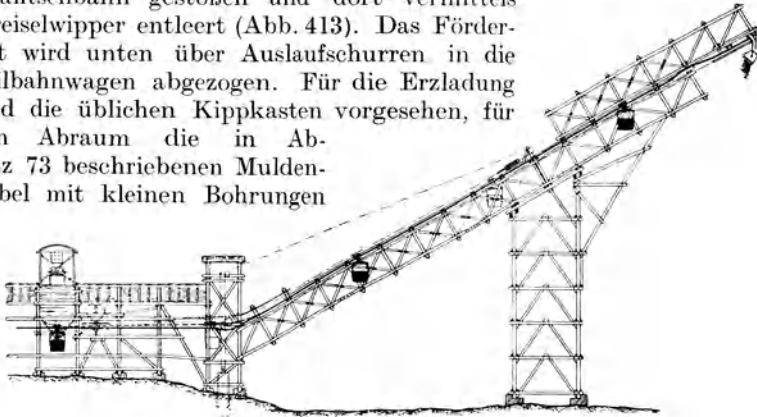


Abb. 410. Schrägbrücke in Holz (Kaiser & Co.).

in den Wänden. Den eigenartigen Aufbau der Station läßt die Abb. 414 noch deutlicher erkennen.

Die Erzladungen werden dicht vor der Antriebstation selbsttätig in Erzbunker entleert, von wo aus das Gut mittels eines Bremsberges nach der Aufbereitungsanlage geschafft wird. Die dort abfallenden Rückstände werden auf der nur 125 m langen zweiten Bahn wieder nach der Zentralstation zurückgefördert. Zur Überleitung der verschiedenen Wagen nach der Halde genügt dort ein Mann, da die ganze Förderleistung auf der Hauptstrecke nur $12,5 \text{ m}^3/\text{St}$ und auf der zweiten Strecke nur $6 \text{ m}^3/\text{St}$ beträgt.

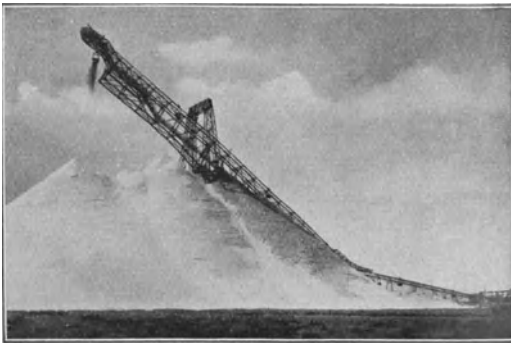
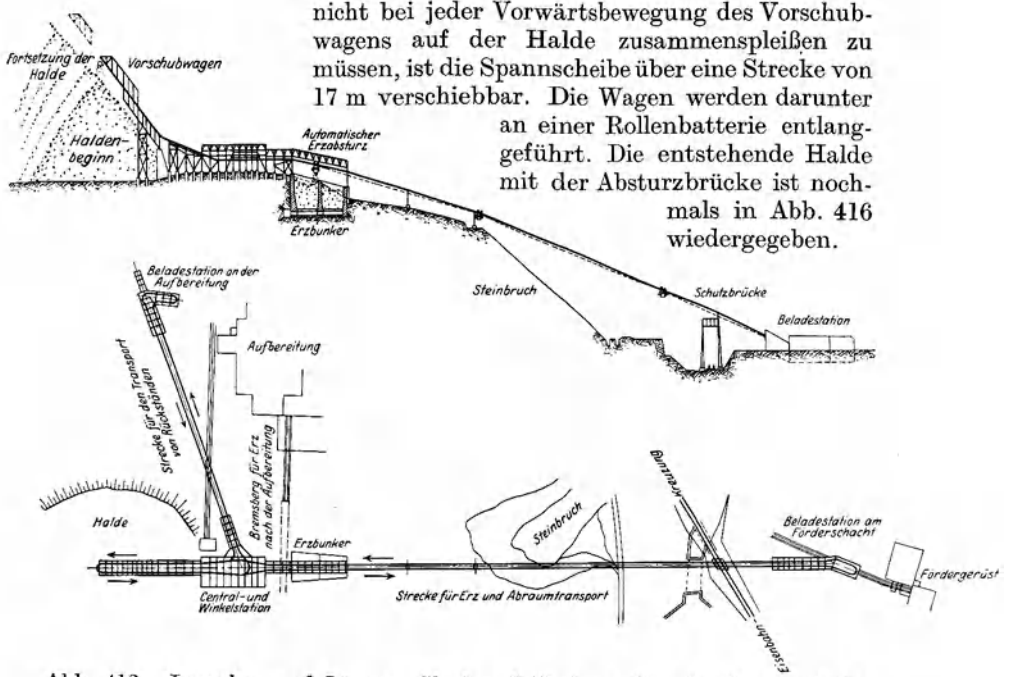


Abb. 411. Schrägbrücke der Brakpan-Mine mit Stütze von 50 m Höhe (Bleichert).

Die Anordnung der Haldenbahn und der Hauptstation zeigt die Abb. 415. Zum Antrieb der Hauptstrecke vom Schacht bis zur Winkelstation dient ein Elektromotor von 12 PS Leistung, zum Antrieb der Aufbereitungs- und Haldenstrecke ein 35 pferdiger. Um das Zugseil



nicht bei jeder Vorwärtsbewegung des Vorschubwagens auf der Halde zusammenspleißen zu müssen, ist die Spanscheibe über eine Strecke von 17 m verschiebbar. Die Wagen werden darunter an einer Rollenbatterie entlanggeführt. Die entstehende Halde mit der Absturzbrücke ist nochmals in Abb. 416 wiedergegeben.

Abb. 412. Lageplan und Längsprofil der Seilbahnen für die Berginspektion Grund (Mackensen).

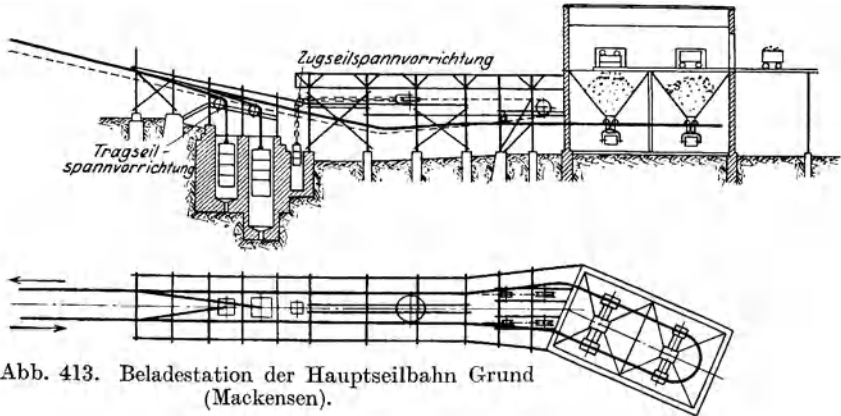


Abb. 413. Beladestation der Hauptseilbahn Grund (Mackensen).

d) Drahtseilbahnen in Gasanstalten und Elektrizitätswerken.

217. Die allgemeine Bauart.

Die Anlagen für die Koks- und Erzförderung der Hüttenwerke finden ihr Gegenstück bei ungefähr der gleichen Fördermenge und auch sonst ähnlicher Ausbildung in den Transportvorrichtungen der

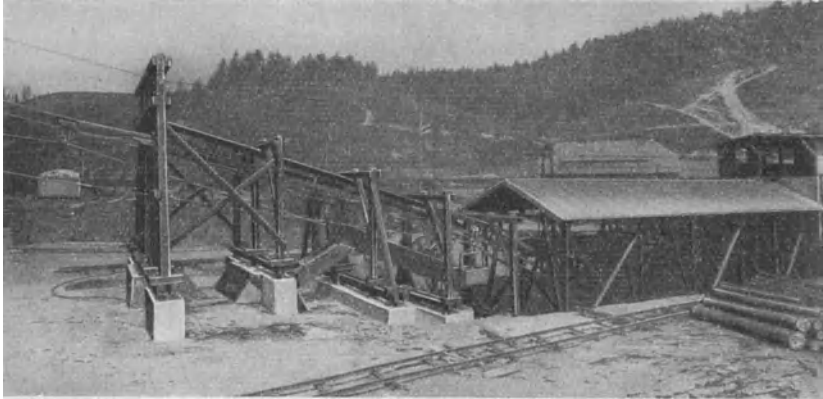


Abb. 414. Vorderteil der Beladestation der Hauptseilbahn Grund (Mackensen).

Gasanstalten und Elektrizitätswerke. Namentlich solche Werke, die am Wasser liegen, brauchen für die Heranschaffung der Kohlen vom Ufer bis zum Lager und den Verbrauchsstellen sowie zur Lagerung der Koksmengen mehr oder weniger ausgedehnte Anlagen. Freilich kommen wirkliche Drahtseilbahnen mit ausgespannten Laufseilen dafür



verhältnismäßig selten in Frage, da die örtlichen Verhältnisse häufig mehrfache seitliche Ablenkungen bei oft recht kurzen Längen vorschreiben, für deren Bewältigung feste Hängebahnen vorteilhafter sind.

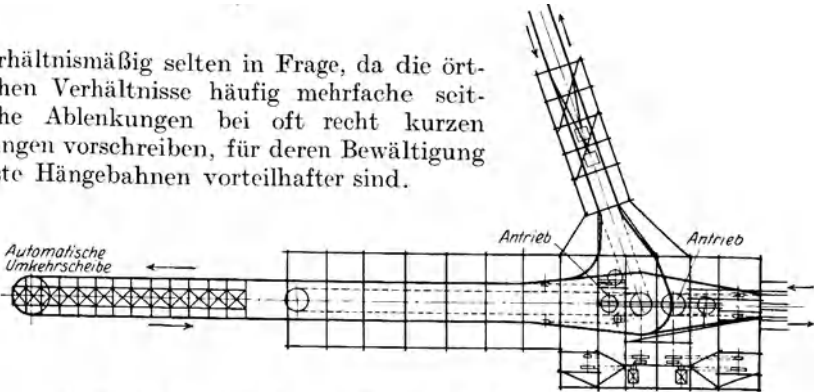


Abb. 415. Hauptstation und Halde der Berginspektion Grund (Mackensen).

218. Die Anlage des Gaswerkes Königsberg.

Sie bietet noch ein Beispiel einer größeren Drahtseilbahnanlage. Wiedergegeben ist die von J. Pohlig A.-G. gebaute Anlage auf Tafel III. Am Ufer befinden sich zwei seitlich verfahrbare Hunsche Schrägaufzüge, die die Kohlen den Kähnen vermittelt Honescher Selbstgreifer entnehmen und in einen kleinen, auf dem Aufzugsgerüst angebrachten Füllrumpf abgeben, aus dem sie in die Wagen der darunter entlanglaufenden Hängebahn abgezogen werden. Nach Überschreitung der Uferstraße auf zwei Eisenkonstruktionen gehen die Wagen auf die Tragseile über und vollführen den Kreislauf *L K N G B D P L*. Dabei kann die Kohle in den gedeckten Lagern von einer der Absturzbühnen auf dieses Lager abgegeben oder bei *Q* in einen Füllrumpf abgeworfen

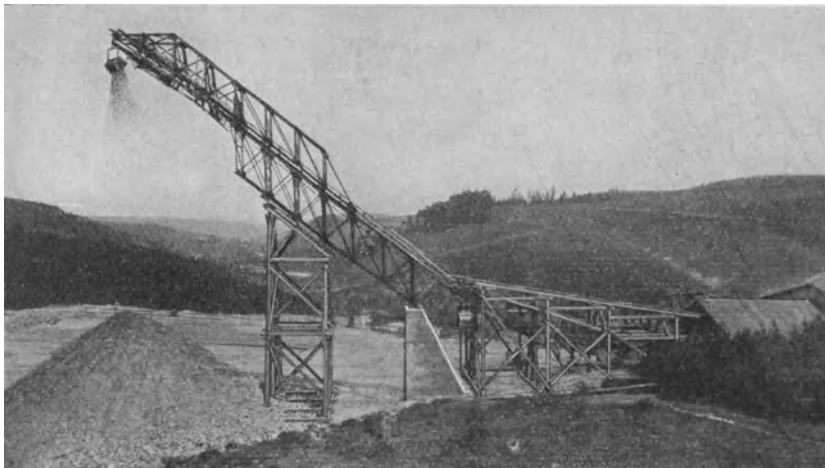


Abb. 416. Absturzbrücke der Berginspektion Grund (Mackensen).

werden, von dem sie in die Wagen einer zweiten Drahtseilbahn *Q A C E* gelangt, die sie in die Retortenhäuser bei *A* fördert. Die Strecke *Q J* geht so niedrig durch das Kohlenlager, daß die mittels Selbstgreifer von den Kranbrücken aus aufgenommenen Kohlen darin bequem abgegeben und so wieder in den Kreislauf gebracht werden können.

Mit Hilfe eines Aufzuges kann übrigens die mit der Eisenbahn eintreffende Kohle ebenfalls auf die Absturzbühne der Retortenhäuser geschafft werden. Ferner befindet sich an der Ecke des Kohlenschuppens bei *K* ein Becherwerk, das die von den Eisenbahnwagen heruntergeschaukelten Kohlen auf die Verteilungsseilbahn bringt.

219. Die Anlage des Gaswerkes Kiel II.

Eine wesentlich gedrängtere, sonst aber dem Sinne nach gleichartige Anlage mit festen Hängebahnschienen wurde von Kaiser & Co. für das Kieler Gaswerk gebaut. Ihren Grundriß nach der 1920 vor-

genommenen Erweiterung zeigt die Abb. 417, die Ansichten und Schnitte der einzelnen Strecken die Abb. 418. Sie zerfällt nämlich in vier, allerdings zusammengeführte und zusammenarbeitende Einzelbahnen, deren erstere den Transport der auf dem Wasserwege herankommenden Kohlen übernimmt.

Der sich am Ufer entlang ziehende Hängeseilbahnstrang wird überspannt von zwei Fachwerkportalen, auf denen je ein aufklappbarer

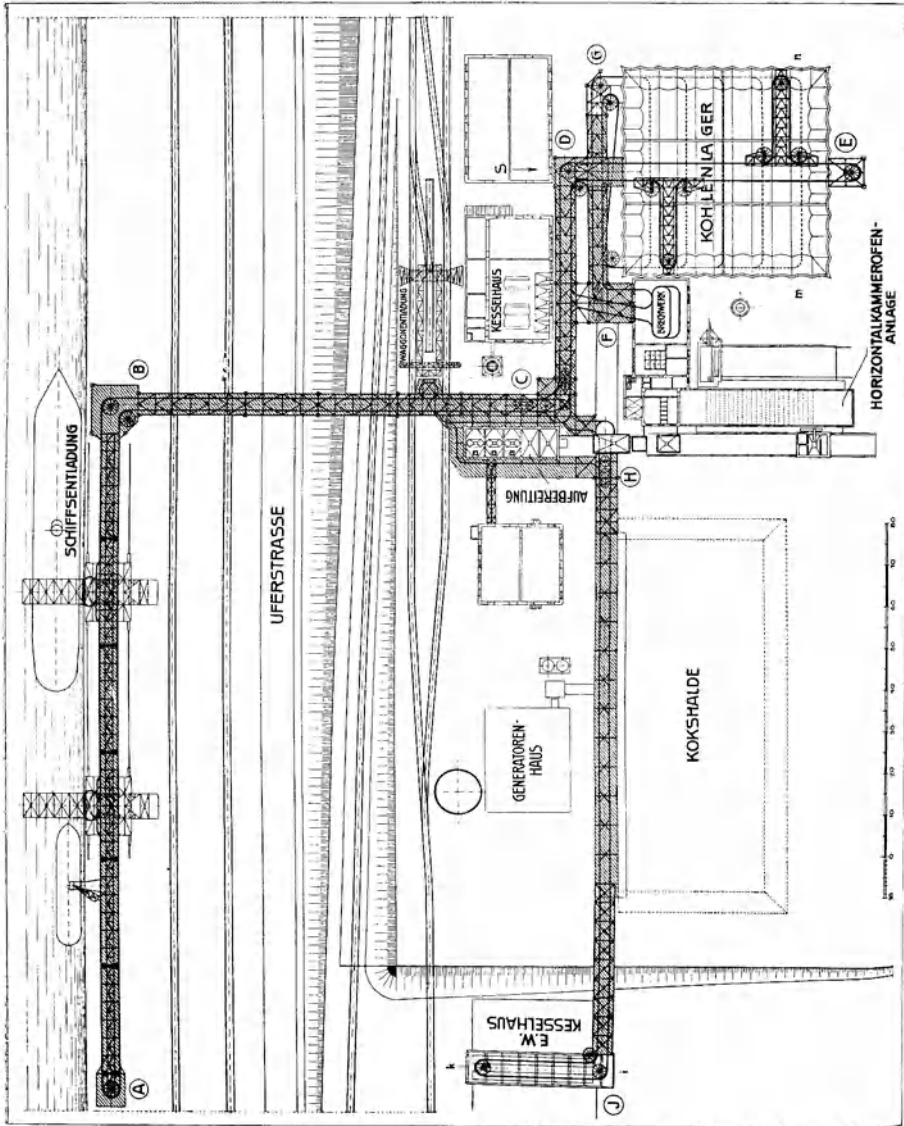


Abb. 417. Grundriß der Kohlentranportanlage des Gaswerks Kiel (Kaiser & Co.).

Ausleger auch seitlich verstellbar werden kann (Abb. 419). Die Kohle wird den davor anlegenden Dampfmaschinen mit Selbstgreifern von $2\frac{1}{4}$ m³ Fassungsvermögen entnommen und in einen kleinen, an das Portal herangebauten Zwischenbunker ausgeschüttet. Die herankommenden Seilbahnwagen werden über Schleppweichen auf die Beladebühne des Portals abgelenkt, nachdem sie sich selbsttätig vom durchlaufenden Zugseil gelöst haben, dort aus Fülltrichtern beladen und kuppeln sich

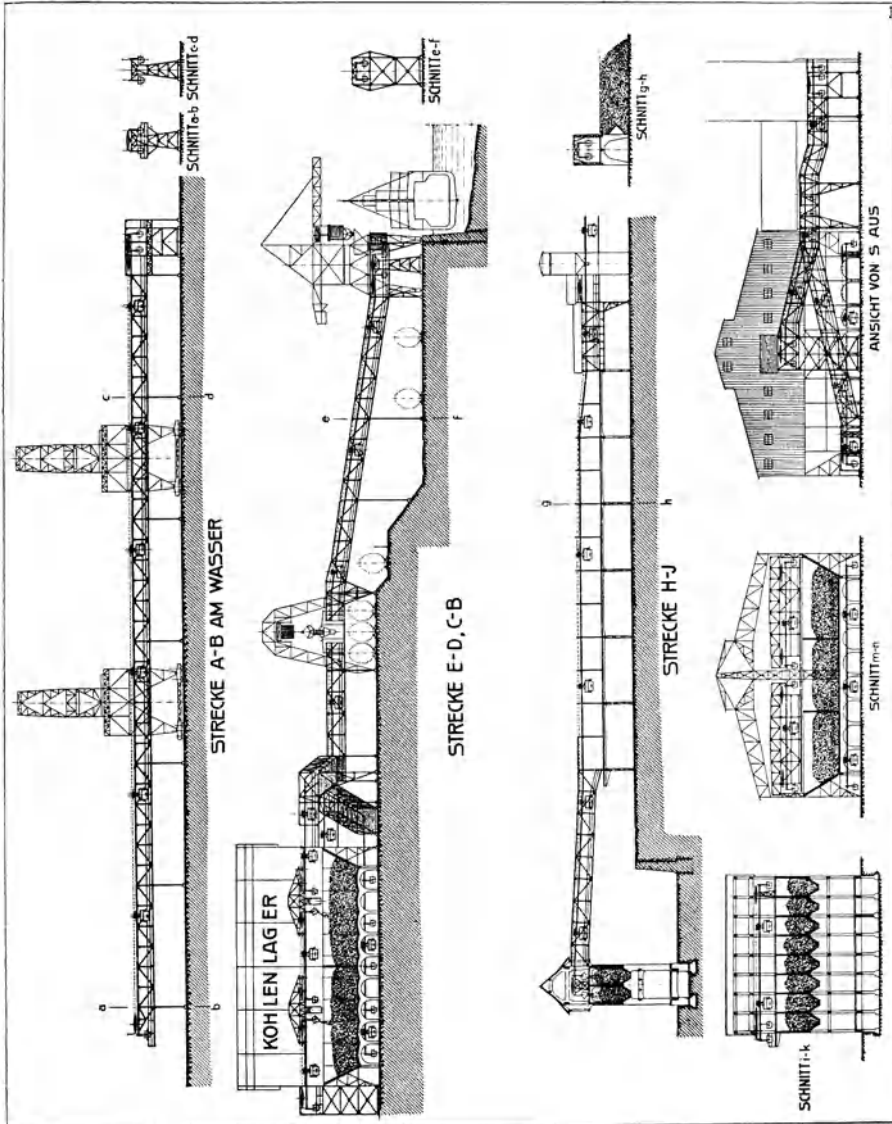


Abb. 418. Ansichten und Schnitte der Anlage des Gaswerks Kiel (Kaiser & Co.).

dann, von Hand bis an die Hauptbahn geschoben, wieder mit dem Zugseil. Die Schiffe bleiben also während der Entladung fest ver-

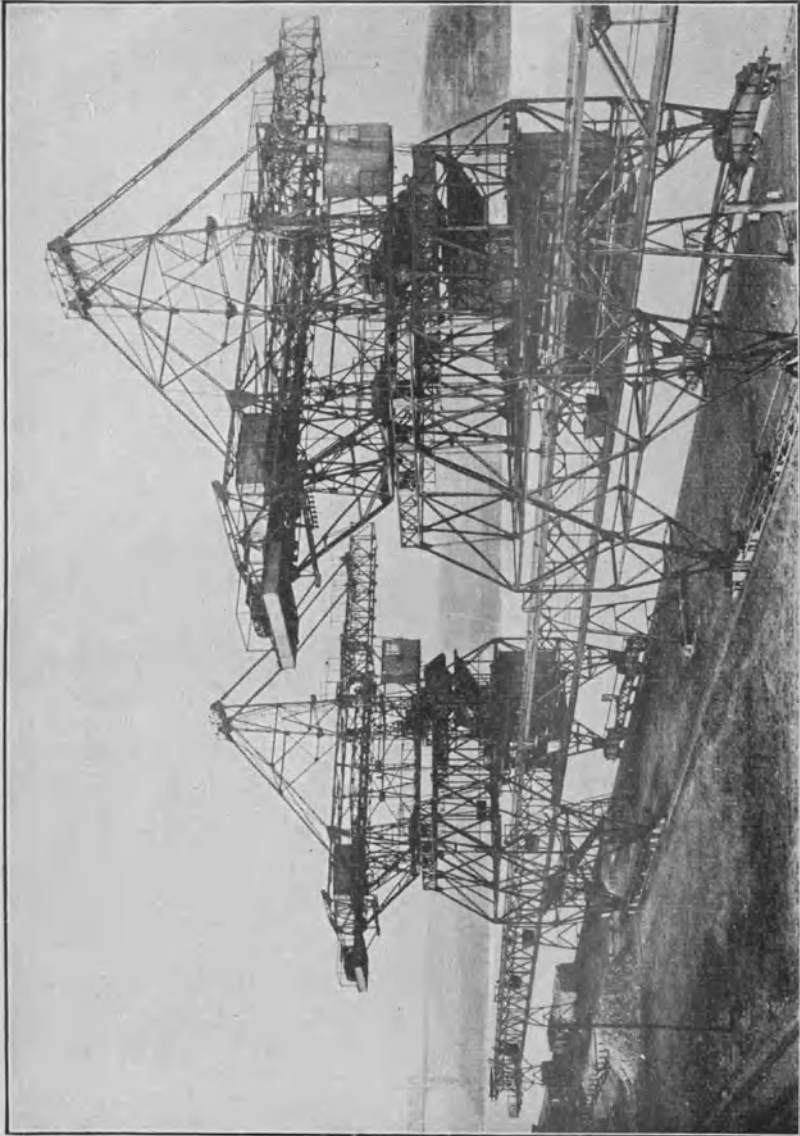


Abb. 419. Entladekrane am Ufer im Gaswerk Kiel (Kaiser & Co.).

ankert, dagegen bewegen sich die Ausleger bzw. die Portale den Luken entsprechend.

Die Hängebahn biegt dann mit Hilfe großer Ablenkungsscheiben rechtwinklig ab und steigt über die Uferstraße hinweg auf das erhöhte

Gelände der Gasanstalt an, wo die Entladung der mit der Eisenbahn ankommenden Kohlenwagen mittels Selbstgreifer stattfindet. Auch hier wird mit einem Zwischenbunker gearbeitet, damit Greifer und Seilbahn unabhängig voneinander sind. Die betreffende Stelle ist in Abb. 420 dargestellt.

Dicht dahinter liegt die Antriebstation für den ersten Hängebahnkreis mit einer Abstell- und Ablenkungsweiche. Unmittelbar daran schließt sich rechtwinklig der auf das gedeckte Kohlenlager führende Hängebahnkreislauf an, von dem die Wagen über zwei verfahrbare Absturzbrücken geleitet werden, die eine völlig gleichmäßige Beschickung des Lagers gestatten.

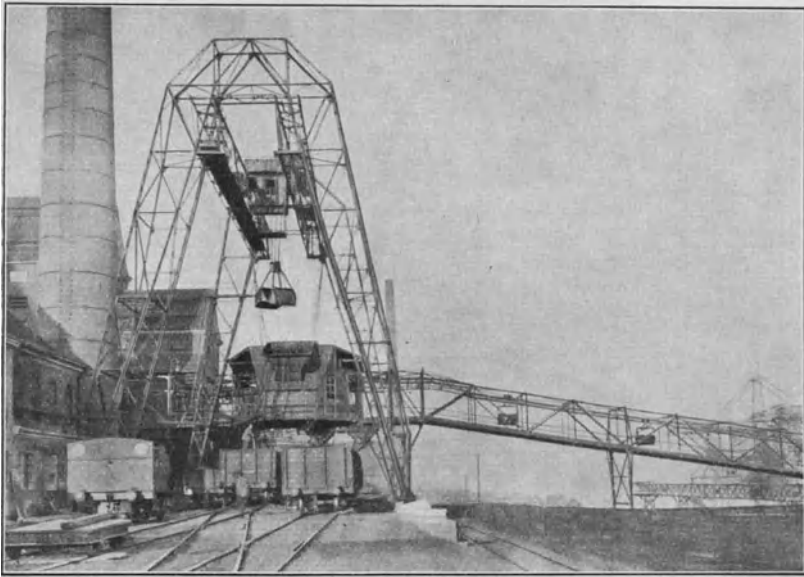


Abb. 420. Entladung der Eisenbahnwagen im Gaswerk Kiel (Kaiser & Co.).

Vom Lager wieder aufgenommen wird die Kohle aus Füllverschlüssen auf handbetriebene Hängebahnen, die sich quer darunter entlang ziehen und in je eine Hauptstrecke mit Zugseilbetrieb münden. Vor der Stirnwand des Lagers steigt diese Strecke schräg an, um wieder die Höhe der anderen Bahnen zu erreichen und die Kohle dem oberen Geschoß des Brechergebäudes zuzuführen, wohin sie übrigens auch unmittelbar von dem zweiten Hängebahnkreis aus gelangen kann.

Eine vierte Strecke bringt die Kohle unmittelbar in die Bunker des benachbarten Elektrizitätswerkes.

Die Schienenlänge der Bahnen beträgt 1480 m. Die Wagen können je 1 t Kohle bzw. 600 kg Koks fassen. Sie folgen sich mit 0,8 m/sek Geschwindigkeit in 17 m Abstand, so daß sich die stündliche Förderleistung auf 100 t beläuft.

Das Ganze ist eine großzügige, neuzeitliche Transportanlage, die nur wenig Bedienungspersonal erfordert. Trotzdem kann sie als verkleinerte Wiedergabe der unten beschriebenen Anlage des Tegeler Gaswerkes der Stadt Berlin bezeichnet werden.

220. Die Seilhängebahnen des Gaswerkes II Charlottenburg.

Eine in mancher Beziehung einfachere Anordnung ist die aus dem Umbau einer älteren Anlage entstandene, die Tafel II nach einer Zeichnung von J. Pohlig A.-G. wiedergibt.

Für gewöhnlich soll die Kohle auf dem Wasserwege herankommen. Sie wird dort mit Hilfe leichter Drehkrane durch Honesche Greifer aus

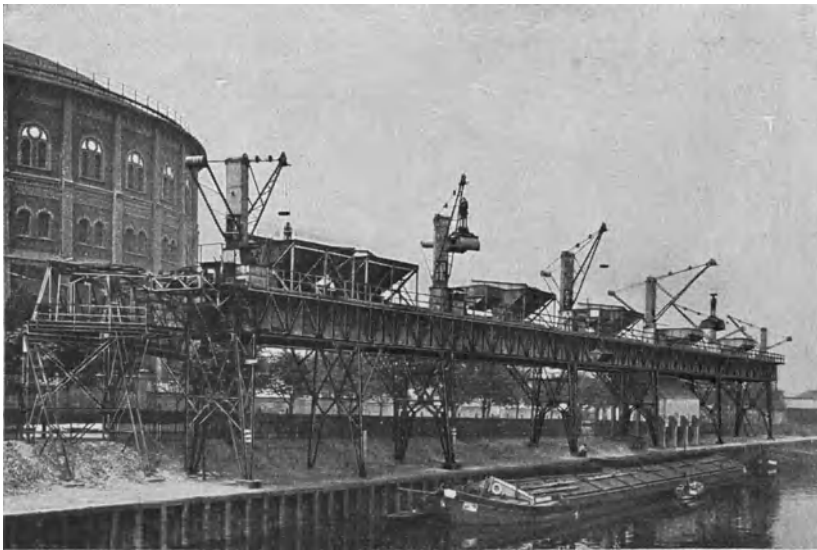


Abb. 421. Entladeanlage am Landwehrkanal in Charlottenburg (Pohlig).

den Kähnen gehoben und in dahinter angeordnete Füllrumpfe von je 50 t Inhalt geschüttet (Abb. 421). Unter den Füllrumpfverschlüssen ist eine Hängebahn mit Seilbetrieb entlang geführt, deren beide Stränge nach Überschreitung einer öffentlichen Straße das langgestreckte, rechtwinklig zum Kanal gelegene offene Kohlenlager umgeben. Die Wagen können dort auf eine der beiden verfahrbaren unteren Absturzbrücken geleitet werden, wo sie ihren Inhalt auf das Lager ausschütten. Sie können sich jedoch auch in einen Füllrumpf von 180 t Inhalt entladen, von wo die Kohle auf ein Transportband zur Weiterschaffung in ein entfernteres Retortenhaus fällt, oder in die am Ende des einen Ofenhauses angebrachten Bunker bzw. bei *N* auf mehrere Förderbänder.

Die Wiederaufnahme vom Lager erfolgt mittels Selbstgreifer von den höheren, die Absturzbrücke umfassenden Greiferbrücken (Schnitt *C D*)

aus, von deren Zwischenbunkern die Kohle wieder in die Wagen der Hängebahn gleitet. Die Greiferbrücken kragen nach der anderen Seite soweit aus, daß sie zwei Eisenbahngleise überspannen und so das Lager auch von der Eisenbahn aus beschicken können. Außerdem kann von dem ersten Gleis aus ein unmittelbares Entladen in das tiefergelegene Lager erfolgen.

221. Die Anlage des Gaswerkes Tegel.

Noch erheblich größer sind die Drahtseilbahnanlagen in den Gaswerken Mariendorf und Tegel. In dem erstgenannten wird nur die Kohle, im zweiten auch der Koks mit Drahtseilbahnen befördert, und zwar beträgt die stündliche Leistung zur Zeit 200 t, die später bei vollem Ausbau der Werke je auf 600 t erhöht werden soll. In beiden Werken sind die Transporteinrichtungen von A. Bleichert & Co. erstellt worden. Die Tegeler Anlage, deren gesamte Gleislänge bei vollem Ausbau 40 km betragen wird — bis jetzt sind 18 km ausgeführt —, ist wohl, soweit Transporte innerhalb von Werken in Frage kommen, immer noch als die umfangreichste Förderanlage der Welt anzusehen. Sie wird übrigens zur Zeit in eine Elektrohängebahn umgewandelt.

Der größte Teil der Kohlen und sonstigen Massengüter, wie Schamotte, Reinigermasse usw., kommt auf dem Wasserwege an das Werk heran. Der mit dem Tegeler See in Verbindung stehende Hafen gestattet das gleichzeitige Entladen zweier Kohlenkähne von je 600 t Ladefähigkeit, eines dritten Fahrzeuges mit anderen Gütern und noch das Beladen eines vierten Kahnens mit Koks.

Die zur Kohlenentladung dienenden Krane mit durchlaufender Laufkatze und Greiferbetrieb stehen zu je zweien nebeneinander auf einem Untergestell, das auf einem Hochgerüst am Ufer verfahren werden kann (Abb. 422); außerdem ist jeder Kran für sich um einen bestimmten Winkel schwenkbar, so daß das ganze Untergestell nur dann verfahren zu werden braucht, wenn der betreffende Teil des Kahnens gänzlich entleert ist. Der Greifer schüttet die aufgenommene Kohle in einen Füllrumpf, der etwa in der Mitte des Untergestells eingebaut ist (Abb. 423) und woraus sie in die Wagen der zum Kohlenspeicher gehenden Drahtseilbahn abgezogen wird. Die Wagen werden von dem mit dem Kranuntergestell fest verbundenen Füllgleis mittels federnder Weichenzungen auf das Hauptgleis der Seilbahn von Hand übergeschoben, kuppeln sich dort selbsttätig mit dem Zugseil und wandern nun nach dem Hauptstrang, der den Kohlenschuppen von 574 m Länge und 52 m Breite in der Mitte durchzieht (vgl. den Lageplan Abb. 425).

Die Verteilung der Kohlen im Speicher geschieht vermittels vier durch den ganzen Schuppen in der Längsrichtung verfahrbarer Absturzbrücken, über die das Zugseil der Bahn die Wagen ablenkt (Abb. 424). Die Brücken verschieben sich nach der Entleerung eines jeden Wagens selbsttätig um ein geringes Stück, so daß die frisch hereinkommende Kohle über der alten in dünner Schicht ausgebreitet wird und Zeit hat, völlig zu trocknen. Dadurch werden Selbstentzündung und die sonst bei der Vergasung infolge feuchter Kohle stattfindenden Ver-

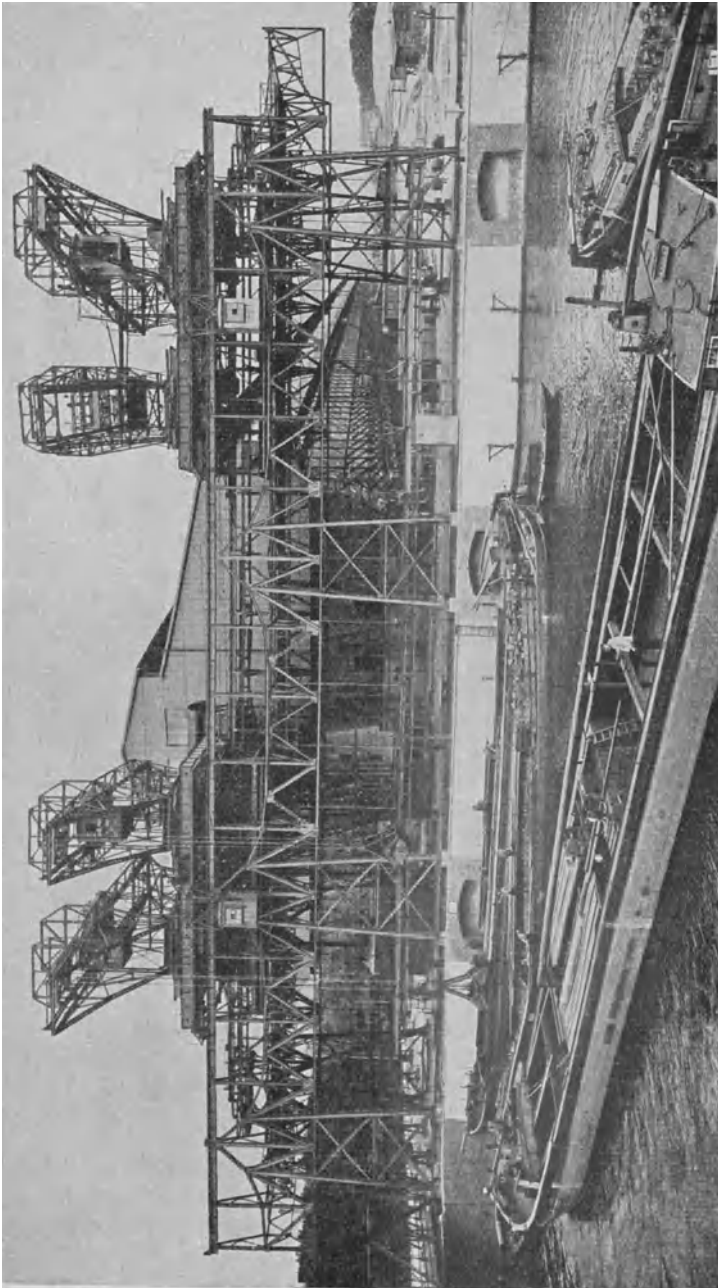


Abb. 422. Schiffsentladeanlage in Tegel.

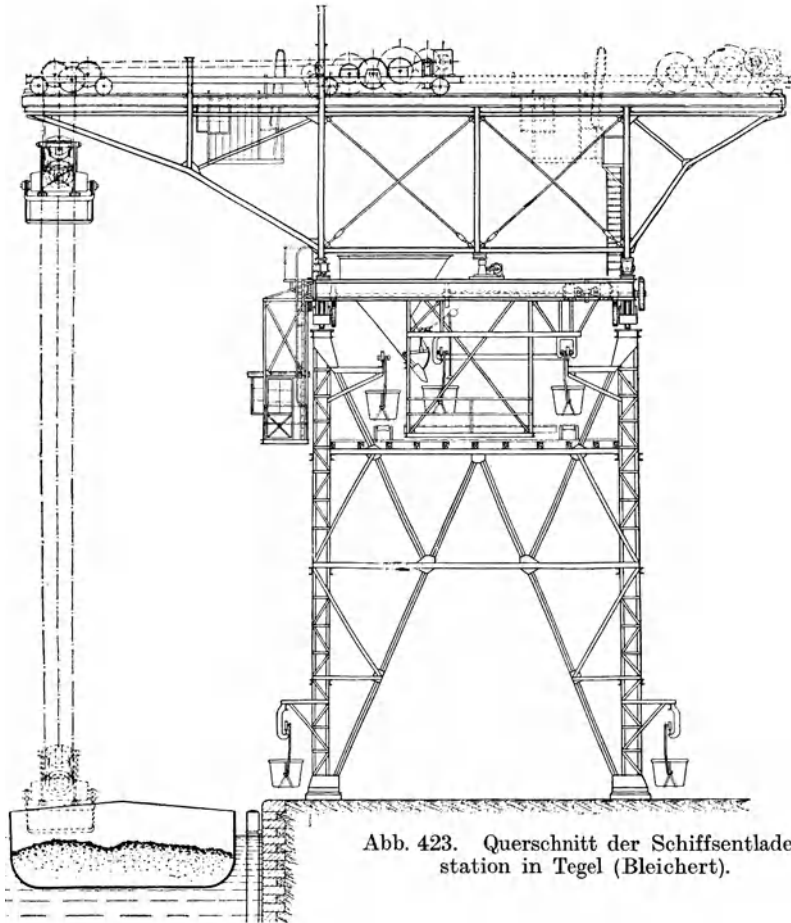


Abb. 423. Querschnitt der Schiffsentladestation in Tegel (Bleichert).

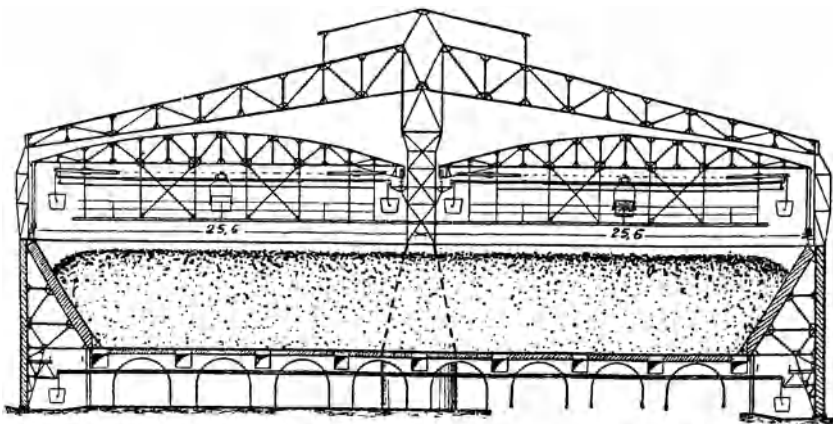


Abb. 424. Querschnitt durch den Kohlenlagerschuppen Tegel (Bleichert).



Abb. 425. Gesamtanordnung der Seilbahnen des Gaswerkes Tegel.

luste und Gasverschlechterungen mit Sicherheit vermieden. Als Aushilfe für alle Fälle befindet sich am Hafen zur ebenen Erde noch eine handbetriebene Hängebahnanlage (vgl. Abb. 423), deren Wagen durch einen mit Dampftrieb versehenen Aufzug auf die Höhe der Schuppenladebahn gehoben werden können.

Erwähnt sei, daß die erste Verteilungsbrücke für das Lager einer Gasanstalt u. dgl. von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. gebaut wurde. Jedoch kuppelten sich die Seilbahnwagen schon auf dem geraden Strang vom Zugseil ab und rollten nach dem Übergang auf die Brücke auf ihren etwas geneigten Fahrschienen frei herunter, bis sie sich am Ende der Brücke wieder an das Zugseil angeschlossen. Hiermit waren natürlich gewisse Unzuträglichkeiten verbunden, und die von A. Bleichert & Co. bewirkte Einführung der mit drei Umföhrungsseilscheiben versehenen Absturzbrücke mit wagerechter Laufbahn, auf der die Wagen mit dem Zugseil fest verbunden bleiben, bildete, wie die vorhergehenden Darlegungen schon zeigten, einen wesentlichen Fortschritt der Seilbahntechnik.

Der Eisenbahnanschluß der Gasanstalt Tegel mündet an der entgegengesetzten Seite in das Werk ein, wie aus dem Lageplan ersichtlich ist. Die dort ankommenden Kohlen werden vermittelst eines Wagenkippers in einen Füllrumpf entladen, aus dem sie wieder in hier unter der

Geländesohle entlang geföhrte Drahtseilbahnwagen abgezogen werden, die dann über mehrfache

stumpfwinkelige Ablenkungen nach dem am Ende des großen Kohlenschuppens gelegenen Kohlenverteilungsgerüst gehen, von dem sie entweder nach den Retortenhäusern oder auch in den Speicher weiter wandern. Haben die Eisenbahnwagen keine aufklappbaren Stirnwände, so daß sie für den Wagenkipper nicht geeignet sind, so werden sie auf ein Entladegleis geschoben und dort von Hand in die danebenstehenden Seilbahnwagen entleert.

Aus den Lagerkammern des Speichers werden die Kohlen unten entnommen. Es sind 50 solcher Kammern vorhanden mit je 20 in zwei Reihen angeordneten Entleerungsöffnungen im Boden, so daß 1000 Füllrumpfverschlüsse gewöhnlicher Bauart nötig gewesen wären. Um die Beschaffungs-

kosten zu verringern, hat man deshalb in jedem Entleerungsgang nur einen fahrbaren Abziehtrichter angeordnet, der vor die mit Rost-

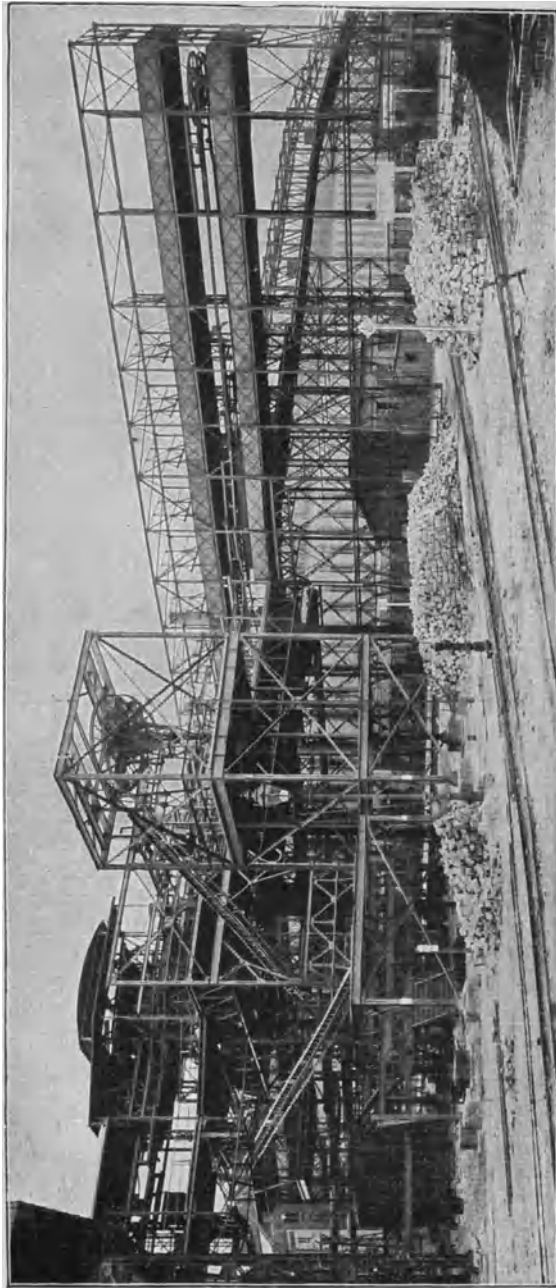


Abb. 426. Zickzackstrecke und Verteilungsgerüst in Tegel (Bleichert).

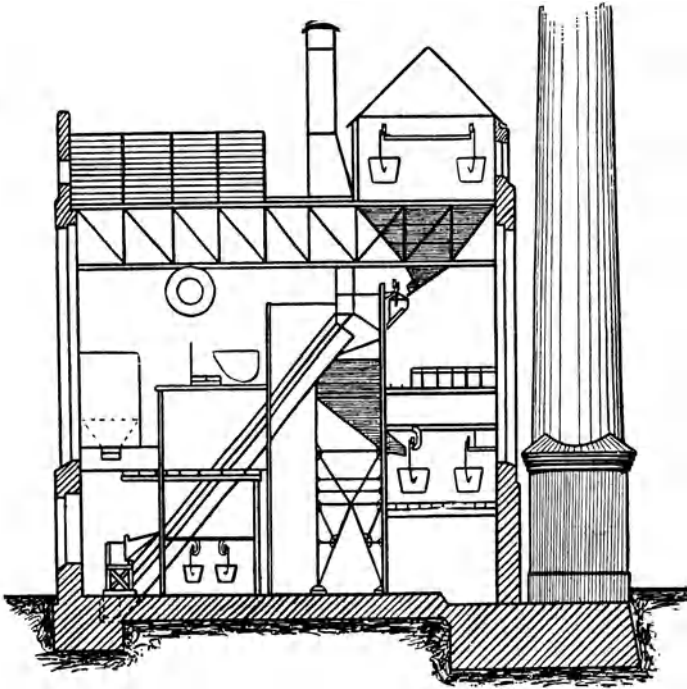


Abb. 427. Querschnitt durch das Retortenhaus in Tegel (Bleichert).

stäben abgeschlossene Öffnung gefahren, daran verschraubt wird und dann nach Wegnahme der Stäbe betriebsfertig ist. Dieser patentierte Verschluss gestattet, wie durch Versuche an Ort und Stelle nachge-

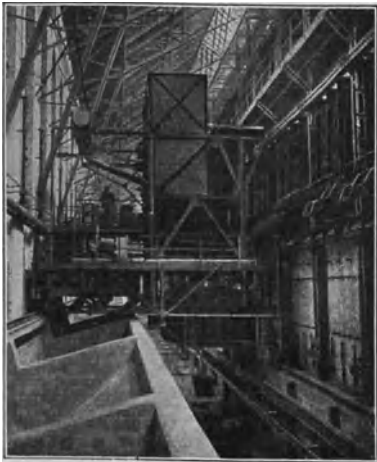


Abb. 428. Löschwagen im Retortenhaus Tegel (Bleichert).

wiesen wurde, stündlich bis zu 120 t Förderkohle abzuziehen. Die mit Kohle gefüllten Seilbahnwagen werden von Hand bis an den das Gebäude seitlich durchlaufenden Strang (Abb. 424) geschoben, kuppeln sich dort mit dem Zugseil und werden am Ende des Kohlenschuppens mittels einer im Zickzack ansteigenden Seilbahnstrecke auf das in Höhe der Absturzbahn angeordnete Verteilungsgerüst gebracht (Abb. 426), auf das auch die vom Hafen und vom Eisenbahnanschluß kommenden beiden Seilbahnen ausmünden.

In dieser Verschiebestation wird die von den drei genannten Stellen herangeschaffte Kohle über die

ein Stockwerk tiefer aufgestellten Kohlenbrecher gleichmäßig verteilt, und man hat es hier in der Hand, jede beliebige der drei Zubringebahnen je nach Bedarf mehr oder weniger mit Wagen zu besetzen. Als Aushilfe für die Schrägstrecken im Fall der Auswechslung eines Zugseiles od. dgl. befindet sich hier noch ein lotrechter Aufzug. Aus den Brechern gelangt die Kohle wieder in Drahtseilbahnwagen, die nun über die langgestreckten Bunker der Retortenhäuser hinweggeführt werden, wo sie sich in bekannter Weise durch Anstöße an Anschläge entladen. Aus diesen Bunkern wird die Kohle in fahrbare Ladefäße übernommen, die gerade die Ladung einer Schrägretorte enthalten (Abb. 427).

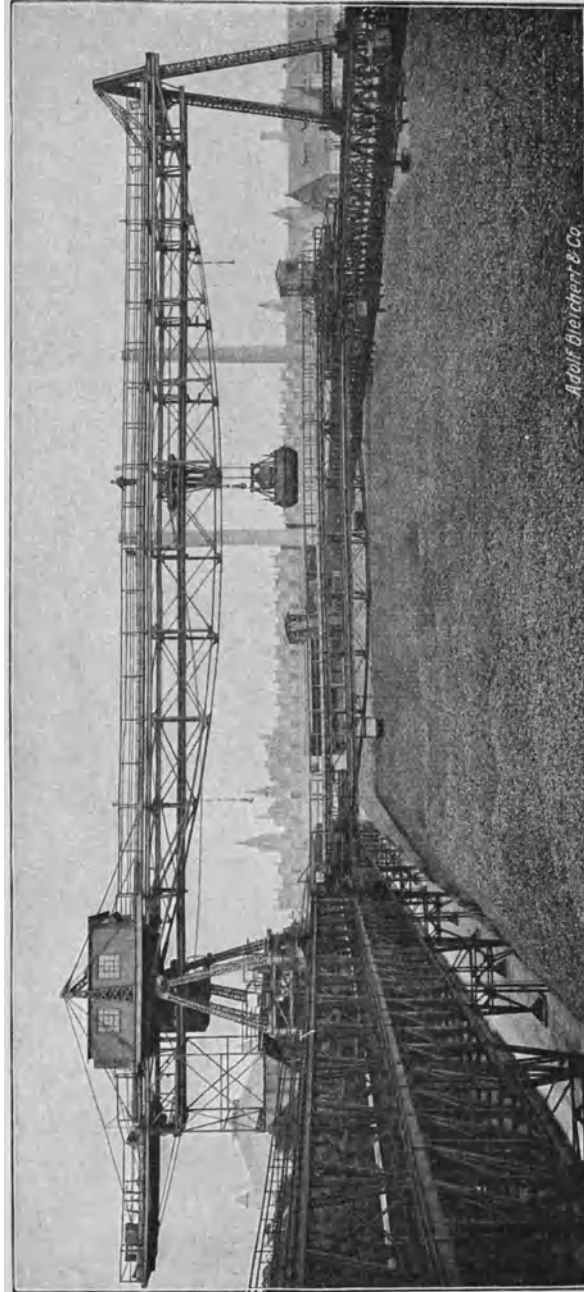


Abb. 429. Kokslagerplatz in Tegel.

gerade die Ladung einer Schrägretorte enthalten (Abb. 427).

Der aus den Retorten abgezogene Koks fällt im alten Retortenhaus in eine Brouwersche Schlepprinne, in der er abgelöscht und zu mehreren über das Gebäude verteilten Becherwerken geschafft wird, die ihn in höhergelegene Füllrumpfe abgeben. Von hier aus gelangt er wieder in die Wagen einer Seilbahn, die senkrecht unter der Kohlenzubringebahn durch das Gebäude geht und in Abb. 425 punktiert angegeben ist.

Im neuen Retortenhause wird der Koks durch einen Löschwagen aufgenommen (Abb. 428), in einem heb- und senkbaren Wassergefäß abgelöscht und dann an eine große Anzahl seitlich angeordneter Füllrumpfe abgegeben, aus denen er in die Wagen einer Drahtseilbahn abgezogen wird. Bei diesem Verfahren bleibt der Koks während der Transporte im allgemeinen in Ruhe; es wird somit dadurch, daß keine großen Grusverluste auftreten, ein wertvolleres Erzeugnis erzielt.

Die beiden Koksbahnen führen aus den Retortenhäusern zum Kokslagerplatz (Abb. 429), der von einer im Hintergrunde des Bildes sichtbaren niedrigen Verschiebebrücke überspannt ist, auf die die Wagen am Zugseil übergehen, falls sie nicht unmittelbar nach der Koksauflagerungsanstalt wandern und ihre Ladung dort abgeben.

Zur Wiederaufnahme des Koks dient die zweite, im Vordergrund der Abb. 429 erscheinende, auf dem Eisenbau der Zubringebahn laufende Brücke mit einer Pendelstütze an dem einen Ende, auf der eine Laufkatze für einen Selbstgreifer von $3\frac{1}{2}$ m³ Inhalt verkehrt. Der Greifer fördert in einen in die Hauptstütze eingebauten Füllrumpf, aus dem der Koks in die Wagen einer zweiten, den ganzen Platz umspannenden Seilbahn abgezogen wird, die im Lageplan (Abb. 425) strichpunktiert gezeichnet ist, und die ihn dann zur Aufbereitungsanlage schafft.

Hinter der Aufbereitungsanlage befindet sich wieder eine Hauptverschiebestation der Drahtseilbahn für die Koksförderung, an die sich außer den bisher beschriebenen Koksbahnen noch die am Rande des Grundstückes verlaufende, nach dem Hafen führende Bahn anschließt, die dort eine Entladestelle auf der Wasserseite gegenüber der Kohlenaufnahmestelle und auf der anderen Seite an der Spandauer Straße besitzt. Außerdem zweigt davon eine nach der anderen Richtung verlaufende Strecke ab, die an der Beladestelle für Landfuhrwerk in der Berliner Straße vorüber, durch das Kesselhaus über die Bunker für die Kesselfeuerung hinweg bis zur Koksladestelle des Eisenbahnanschlusses geht.

Zur Abführung der Asche und Schlacke aus den mit Koks geheizten Generatoröfen ist im Retortenhaus noch eine weitere Hängebahn zur ebenen Erde angeordnet, die wegen ihrer geringen Leistung von Hand betrieben wird und bis zu dem Kohlenverteilungsgerüst geht, von wo aus die Weiterbeförderung in die nach dem Hafen zurückkehrenden Wagen erfolgen kann.

222. Die Kohlentransportbahn des Gaswerkes Mariendorf.

Sie entspricht im allgemeinen der Tegeler. Es sind dort am Ufer zwei Greiferkrane mit Laufkatzenbetrieb auf einem verschiebbaren Unterbau aufgestellt, der jedoch auf dem festen Erdboden steht, da

für die Steigung der Drahtseilbahn auf die Höhe des Lagers eine hinreichende Längenentwicklung möglich war. Die über den freien Kohlenlagerplatz gehende Seilbahn ist an Parabelträgerbrücken aufgehängt. Die Wiederaufnahme der Kohle erfolgt durch Drehkrane, die auf der Obergurtung der fahrbaren Verteilungsbrücke hin und her laufen (Abb. 430).

223. Die Kohlenförderanlage des Elektrizitätswerkes Rummelsburg.

Die ebenfalls von A. Bleichert & Co. erbaute Anlage bot besondere Schwierigkeiten, weil das Gelände äußerst unregelmäßige Grenzen besitzt und durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften zerlegt wird. Nur die Schwebeseilbahn war in der Lage, die beiden Geländeflächen organisch miteinander zu verbinden, und nur dank ihrer Anpassungsfähigkeit war es möglich, die Anlage in naturgemäßer Weise ohne jede Betriebserschwerung so auszubauen, daß der unmittelbar an der Spree gelegene Teil des Grundstückes für die Lagerung der Kohle und die andere Hälfte hauptsächlich für das Kessel- und Maschinenhaus und die zugehörigen Anlagen ausgenutzt wurde, wobei sogar noch vor dem Kesselhaus ein ziemlich großer Kohlenlagerplatz frei blieb.

Im Kesselhause selbst befindet sich unter dem Dach, in Eisenkonstruktion ausgeführt, ein durchlaufender Kohlenbunker von 1500 t Inhalt, in dessen Boden für jeden Kessel zwei Auslaufschuppen mit Schieberverschlüssen angebracht sind, durch die die Kohlen selbsttätig in die Trichter der mechanischen Feuerung rutschen.

Bei der Durchbildung der Förderanlage ging man von der Forderung aus, daß bei einer Leistung von 50 t/St folgende vier Transporte mög-

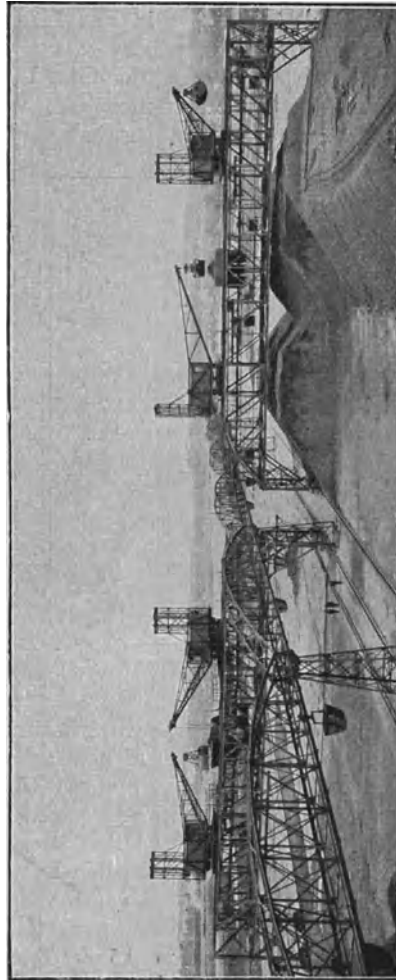


Abb. 430. Kohlenlager im Gaswerk Mariendorf.

lich sein sollten: vom Schiff in den Kesselhausbunker, vom Schiff auf einen der drei Lagerplätze, von einem der Lagerplätze nach dem Kesselhaus bzw. im Fall eines Kohlenbrandes auch auf einen anderen Lagerplatz, vom Eisenbahnwagen des nur als Aushilfe des Wassertransportes in Frage kommenden Eisenbahnanschlusses in das Kesselhaus oder auf eines der Lager. Ferner sollte die Förderung vom Kahn auf einen der beiden an der Spree gelegenen Lagerplätze und die Überladung von dem dritten Lager in das Kesselhaus gleichzeitig möglich sein. Diese letzte Bedingung führte dazu, die Seilbahn in zwei Strecken zu zerlegen, wofür außerdem noch der Umstand maßgebend war, daß man bei kürzeren Transporten nicht die ganze Bahn in Betrieb halten wollte, was unnötigen Energieverbrauch und Verschleiß ergeben hätte.

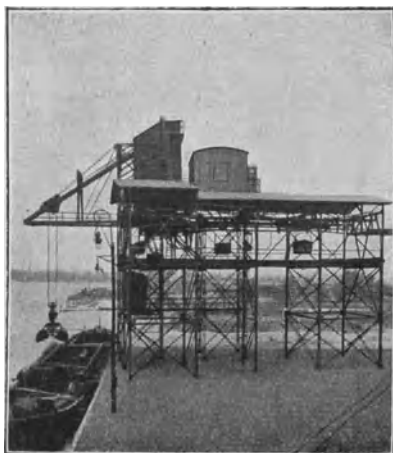


Abb. 431. Schrägbahnkran und Beladestation in Rummelsburg (Bleichert).

Zur Entnahme der Kohle aus dem Kahn dient ein Huntscher Kran mit schräg ansteigender Laufbahn und feststehender Winde (Abb. 431), der mit einem Selbstgreifer Bleichertscher Bauart von 2 m³ Fassungsvermögen arbeitet. Er wirft die Kohlen in einen Füllrumpf, aus dem sie in regelmäßiger Folge in Hängbahnwagen abgezogen werden. Die Wagen werden beim Weiterstoßen über eine selbsttätig summierende Wage geleitet und dann in der neben dem Kran angeordneten Uferstation der Hängbahn mit Drahtseilbetrieb an das Zugseil angekuppelt. Sie zweigen auf der Strecke selbsttätig auf die in Abb. 432 dargestellte, über das Lager in der

Längsrichtung verschiebbare Absturzbrücke ab, auf der sie durch Anstoßen des Entleerungsriegels an einen verstellbaren Anschlag auskippen, werden dann auf der am Ende des Lagerplatzes befindlichen Antriebsstation der Bahn von Hand auf die Leerseite übergeleitet und kehren so schließlich zur Uferstation zurück.

Soll die Kohle weiter auf den Lagerplatz am Kesselhaus oder direkt in dessen Bunker gefördert werden, so laufen die Wagen in der Winkel- und Antriebsstation auf die zweite Seilbahnstrecke über, die gemeinsam mit der ersten durch einen 15 pferdigen Elektromotor angetrieben wird; vermittels ausrückbarer Kupplungen kann aber jede Bahn für sich allein betrieben werden. Von der zweiten Strecke gehen die Wagen nach Einstellung der Ablenkungsweichen der Verladebrücke des dritten Lagerplatzes auf diese über und kippen dort selbsttätig aus, oder sie gehen am Lager bis zur Umkehrscheibe entlang und kommen nach zweimaliger Ablenkung um je 90° ins Kesselhaus, wo die Entleerung ebenfalls durch verstellbare Anschläge selbsttätig während der Fahrt erfolgt

(Abb. 433). Um die groben Stücke zurückzuhalten, die für die Beschickungsvorrichtung der Kessel ungeeignet sind, hat man die Bunker durch einen Rost aus Flachstäben abgedeckt, auf dem die betreffenden

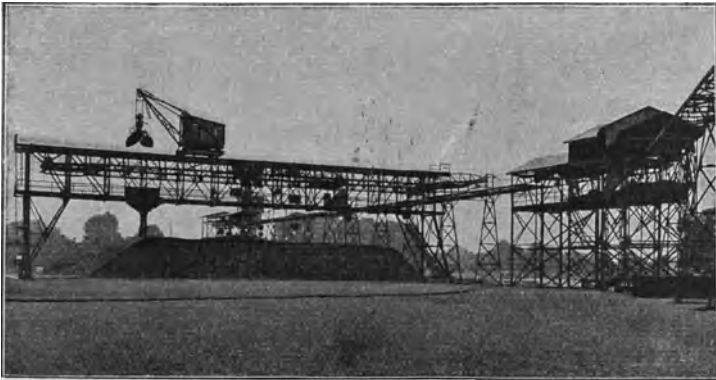


Abb. 432. Absturz- und Beladebrücke in Rummelsburg (Bleichert).

Stücke liegen bleiben und gelegentlich von einem die Aufsicht ausübenden Mann zerschlagen werden.

Die Rückverladung vom Lager in die Seilbahn und von da ins Kesselhaus oder auf einen anderen Lagerplatz erfolgt durch Drehkrane



Abb. 433. Selbsttätige Entladung in die Kesselhausbunker in Rummelsburg.

mit Selbstgreifern, die oben auf den Brücken entlangfahren und so jeden Punkt des Platzes bequem erreichen können. Sie werfen die aufgenommene Kohle in Füllrumpfe, die in der Mitte der Brücke ange-

bracht sind und aus denen sie wieder den Seilbahnwagen über Entladeschuppen zufließt.

Die Beförderung der Kohle vom Eisenbahnwagen aus nach den Bunkern geschieht in der Weise, daß sie vom Wagen in eine Kohlengrube des dritten Lagerplatzes geschaufelt wird, aus der sie der Greifer des Drehkranes entnimmt und in die Seilbahnwagen mittels des mittleren Füllrumpfes der Verladebrücke übergibt.

Nach einer Aufstellung der Betriebsleitung des Werkes beliefen sich im Jahre 1913 die Förderkosten, die alle Arbeitslöhne und Gehälter, die Antriebsenergie, Schmiermaterial und Ausbesserungskosten umfassen, auf 25,7 Pf/t bei Förderung der Kohle vom Kahn auf das Lager oder ins Kesselhaus und auf 20,2 Pf/t bei Förderung vom Lager ins Kesselhaus. Dabei sind in dem betreffenden Jahre mit dem Greifer der Uferstation 61 000 t aufgenommen worden, wovon 17 150 t unmittelbar in die Bunker des Kesselhauses gingen; vom Lager nach dem Kesselhaus wurden 26 600 t geschafft.

224. Die Anlage des Gaswerkes Dresden-Reick.

Wenn so, wie im vorstehenden gezeigt wurde, die Drahtseilbahn den gesamten Materialtransport eines Werkes ganz oder nahezu allein mit

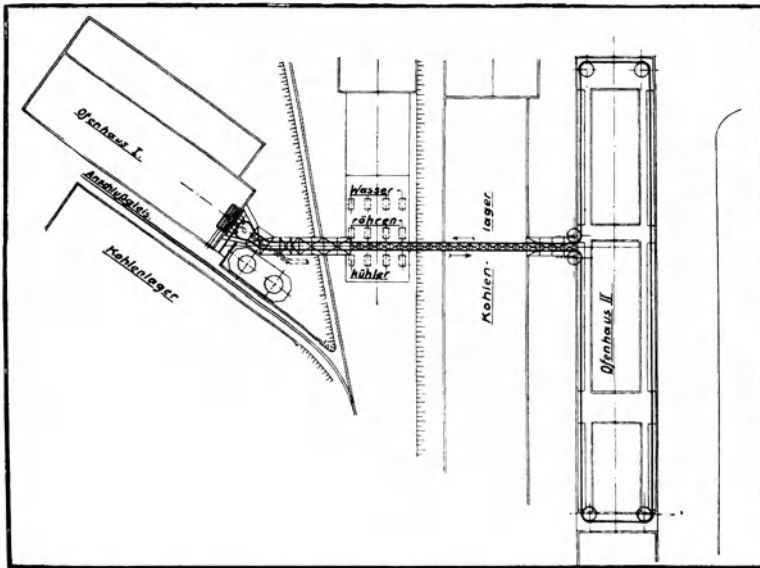


Abb. 434. Lageplan der Anlage im Gaswerk Dresden-Reick (Mackensen).

dem besten Erfolg bewirken kann, so kommen immerhin genug Ausführungen vor, in denen sie nur ein Glied eines zusammengesetzten Transportsystems bildet. Ein Beispiel der Art ist die im folgenden beschriebene, von A. W. Mackensen gebaute Anlage. Sie hat den Zweck,

den Ofenblock 2 des Werkes, der keinen Eisenbahnanschluß hat, vom Ofenblock 1 her mit Kohle zu versorgen, die dann selbsttätig in die ringsum im Ofenhaus 2 angeordneten Bunker zu verteilen war.

Da dem Ofenblock 1 die Kohle von der Waggonwippergrube des Eisenbahnanschlusses aus vermittels eines Elevators zugeführt wird, so wurde an seinem oberen Ende nur ein kleiner Überladerumpf angebracht. Aus ihm wird die im Ofenblock 2 gebrauchte Kohle über zwei Auslaufschuppen mit Klappausschlüssen in die Hängewagen abgezogen. Den Verlauf der Hängbahn gibt der Lageplan Abb. 434 wieder.

Eine Ansicht der Verbindungshängbahn mit Seilbetrieb zwischen den beiden Ofenhäusern zeigt die Abb. 435. Die

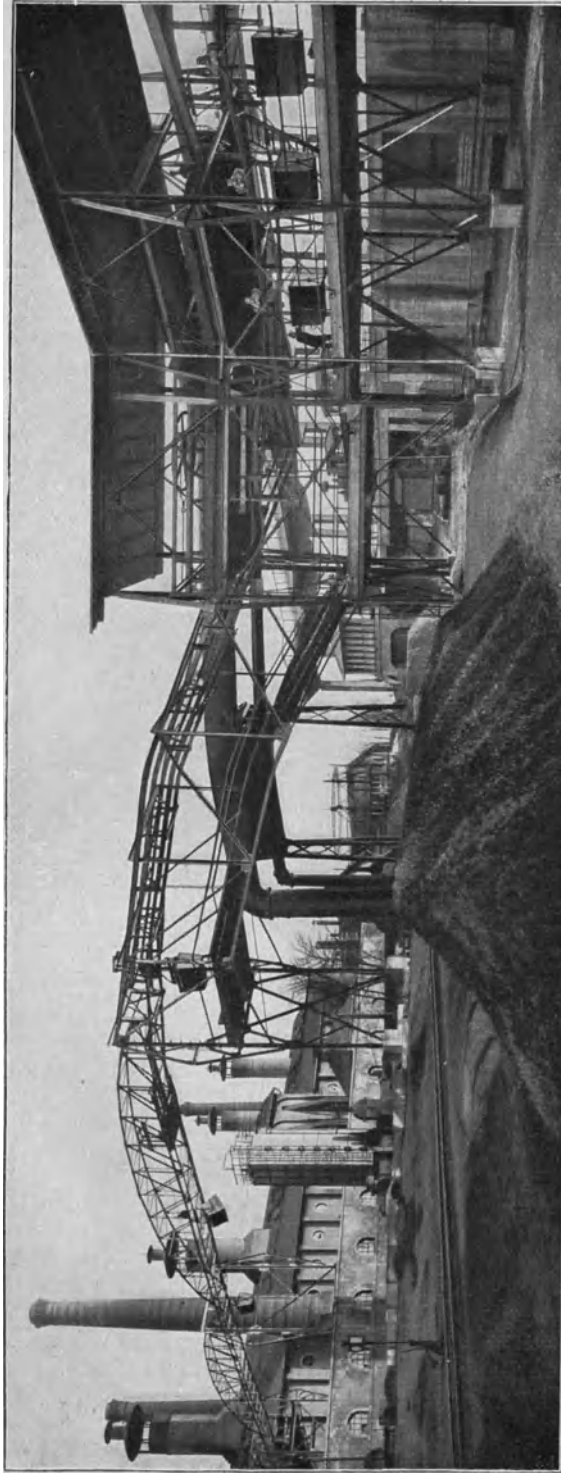


Abb. 435. Verbindungstrecke über den Hof Dresden-Reick (Mackensen).

frei tragenden Brückenbauten wurden deshalb gewählt, um den Fabrikhof für andere Zwecke möglichst frei zu lassen. Die Überleitung nach dem Ofenblock 2 erfolgt wegen eines dort zu überschreitenden Eisenbahngleises mit 40% Neigung, wohl der größten, die bisher auf Hängebahnen mit Oberseilkupplungsapparaten zur Ausführung gekommen ist. Die Abb. 436 veranschaulicht noch die selbsttätige Eckumführung an der Stirnwand des Ofenhauses 2.

Die Anlage leistet zurzeit stündlich bis 50 t Kohle. Durch Vermehrung der Wagen kann ihre Förderleistung leicht bis auf das doppelte gesteigert

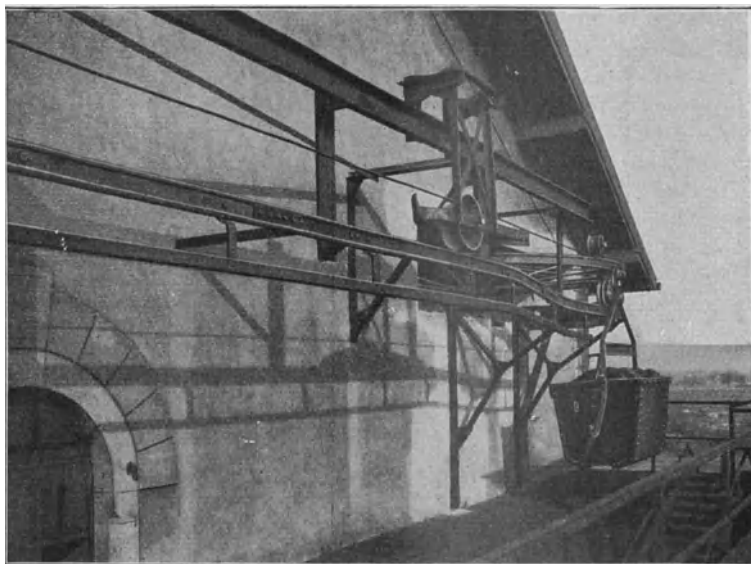


Abb. 436. Eckumführung im Gaswerk Dresden-Reick (Mackensen).

werden. Zur Bedienung genügen drei Mann, die damit aber nur wenige Stunden des Tages beschäftigt sind, weil die vorläufig verlangte Fördermenge in verhältnismäßig kurzer Zeit geschafft wird. Vor dem Einbau der Seilhängebahn arbeiteten dafür 20 Mann den ganzen Tag über mit Muldenkippern auf Schmalspurgleisen.

225. Das Aushilfskohlenlager des Stickstoffwerkes Golpa.

Die Kohlenbeschaffungsanlage des Stickstoffwerkes Golpa zeigt mit besonderer Deutlichkeit, daß auch bei Anwendung ganz anderer Transportmittel für die Heranschaffung und Verteilung der Kohlen, doch die Hängebahn mit der Lagerplatzbrücke das vorteilhafteste Fördergerät bleibt, selbst wenn es sich um einen verhältnismäßig so nebensächlichen Teil der Gesamtanlage handelt wie das Aushilfslager.

Die Braunkohlen werden aus dem Tagebau an das Werk vermittels einer Standbahn mit Treibkette herangebracht. Diese mündet in dem

oberen Stockwerk des Brechergebäudes, wo die Förderwagen von zwei Wippen unmittelbar auf die Walzenbrecher ausgekippt werden. Bei starkem Bedarf wird das ganze herankommende Brennmaterial sofort gebrochen und fällt dann in einen großen Füllrumpf, aus dem es auf zwei Stahltransportbänder gleitet. Nach dem Übergang über eine selbsttätige Wage steigen die Bänder unter einem Winkel von etwa 45° auf einen vor der Mitte der Kesselhäuser stehenden Turm an, von dem aus die weitere Verteilung ebenfalls durch Förderbänder stattfindet.

Ist die Zufuhr größer als der augenblickliche Bedarf, so wird durch Umstellung einiger Klappen in den Schüttrichtern der Wipper ein Teil der Kohlen ungebrochen in einen kleinen Nebenbunker geleitet, aus dem sie in die Wagen einer Hängebahn mit Zugseilbetrieb abgezogen werden. Der Antrieb des Zugseiles befindet sich unmittelbar neben der Füllstelle, so daß dort ein Mann die ganze Bedienung und Überwachung ausüben kann.

Die Hängebahn zieht sich an dem 160 m langen und 28 m breiten Stapelplatz entlang. Die bereits in Abb. 116 dargestellten Wagen mit Bodenentleerung gehen von ihr in bekannter Weise auf eine Verteilungsbrücke über, von der das Lager gleichmäßig 5,5 m hoch beschickt werden kann (Abb. 437).

Zur Wiederaufnahme läuft oben auf der Brücke ein Drehkran von 14 t Tragfähigkeit mit einem Selbstgreifer von 9 m^3 Inhalt. Er schüttet die aufgenommenen Kohlen in einen kleinen Zwischenbunker aus, der in der Mitte der Kranbrücke angeordnet ist, von wo aus sie wieder

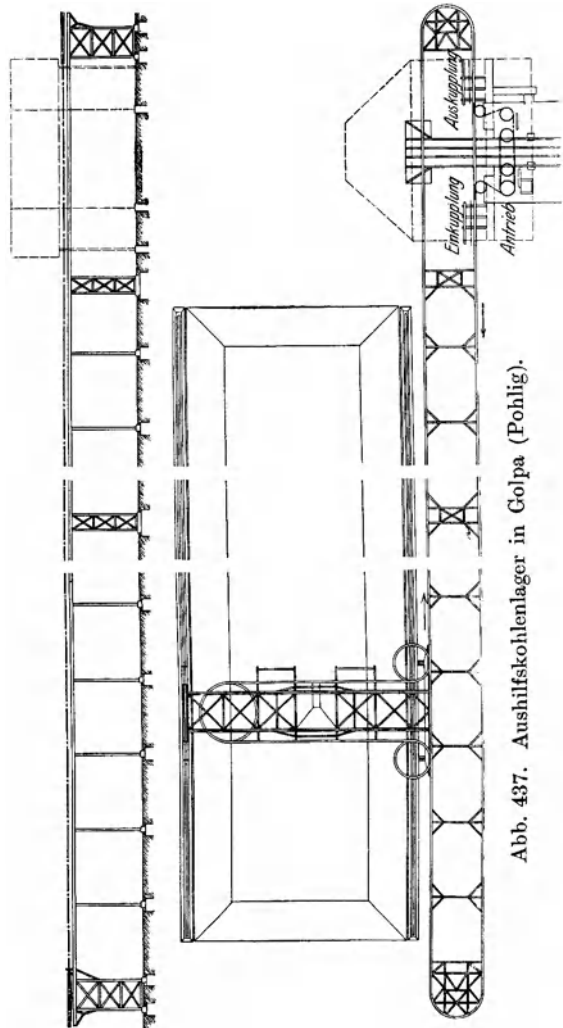


Abb. 437. Aushilfskohlenlager in Golpa (Pohlig).

in die Seilbahnwagen gleiten, die sich dann an jener Stelle vom Zugseil lösen und nach erfolgter Füllung von dem den Füllrumpfverschluß bedienenden Mann durch Weiterschieben um ein kurzes Stück wieder angekuppelt werden.



Abb. 438. Absturz- und Aufnahmebrücke in Golpa (Pohlig).

e) Drahtseilbahnen zur Beladung und Entladung von Schiffen.

226. Allgemeine Angaben.

Die Beladung von Schiffen durch Drahtseilbahnen wird häufig in ähnlicher Weise durchgeführt, wie es im vorstehenden für Eisenbahnwagen schon verschiedentlich beschrieben worden ist. Hier hat sich die Drahtseilbahn ein neues, außerordentlich dankbares Anwendungsfeld geschaffen, denn sie macht den Bau großer Hafenbecken oder Landungsbrücken überflüssig. Wenn auch solche Anlagen naturgemäß in Hafenstädten zur Verfügung stehen, würde sich ihr Bau für ein einzelnes Unternehmen, das beispielsweise Erz vom nächsten besten Küstenpunkt aus verfrachten will, bei nicht besonders günstigen Naturverhältnissen verbieternd teuer stellen.

In solchen Fällen kann man mit der Drahtseilbahn weit von der Küste ab bis in das tiefe Wasser gehen, wo Schiffe ungefährdet anlegen können, oder auf leichten Stützen bei Flüssen und Kanälen am Ufer entlang einen Verladestrang führen, von dem aus die Wagen selbsttätig in Rumpfe kippen. Man kann aber auch die Wagen von Hand weiterbewegen und an geeigneter Stelle durch Auskippen über eine Schurre in die Schiffe entleeren, wobei die Schurre je nach dem Fortschreiten der Beladung verschoben oder verstellt wird. Dabei lassen sich ganz beträchtliche Leistungen erzielen, weil sich die Seilbahnwagen hinreichend schnell und dicht folgen können, so daß die Beladung keine lange Zeit in Anspruch nimmt. Die Liegekosten der Schiffe lassen sich so außerordentlich vermindern.

In Fällen, wo das geförderte Material nur zeitweise in die Schiffe verladen werden kann, während die Drahtseilbahn dauernd fördert, legt man Füllrumpfe am Ufer an. Damit ist die Beladung des Schiffs völlig unabhängig von der augenblicklichen Förderung der Schwebbahn und bei richtiger Bemessung der Füllrumpfe in äußerst kurzer Zeit durchführbar. Derartige Anlagen sind z. B. schon in den Abb. 196 und 312 dargestellt worden.

Die Beladung und Entladung sowohl von Schiffen wie von Eisenbahnen vermittels Schwebbahnen erfordert bei größter Leistungsfähigkeit doch nur eine kurze Ufer- oder Gleisstrecke, weil die Verbindung mit dem rückwärts gelegenen Lagerplatz ohne besonderen Raumbedarf durch die Drahtseilbahn erfolgt. Daher sind hierfür auch nur geringe Grunderwerbskosten nötig, ganz im Gegensatz zu Krananlagen. Denn während hier ein umfangreicher Lagerplatz unter der Kranbrücke unmittelbar am Ufer oder am Gleis vorhanden sein muß, also dort, wo die Grundfläche den höchsten Wert hat, kann sich der Lagerplatz bei Schwebbahnen weitab vom Ufer oder Gleis befinden, wobei entgegenstehende Hindernisse, wie Häuser und Straßen, anstandslos überschritten werden.

Bei der Beladung von Schiffen, die wegen seichten Wassers weitab vom Ufer Anker werfen müssen, ist die Drahtseilbahn, wie schon kurz erwähnt, überhaupt das einzig mögliche Mittel, wenn man nicht kostspielige Pieranlagen einrichten will.

227. Die Drahtseilbahn in Spitzbergen.

Ein Beispiel dafür gibt die Abb. 439 nach der von A. Bleichert & Co. in Spitzbergen erbauten Anlage wieder. Eine amerikanische Gesellschaft

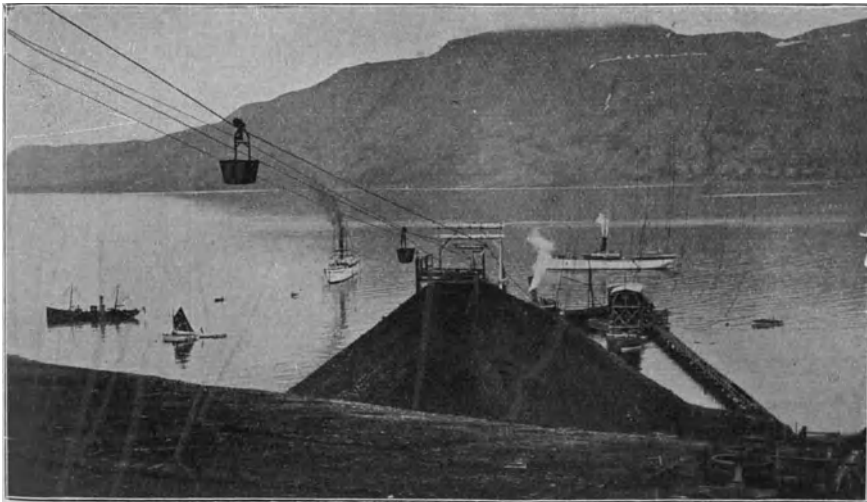


Abb. 439. Entladestation der Kohlentransportbahn in Spitzbergen.

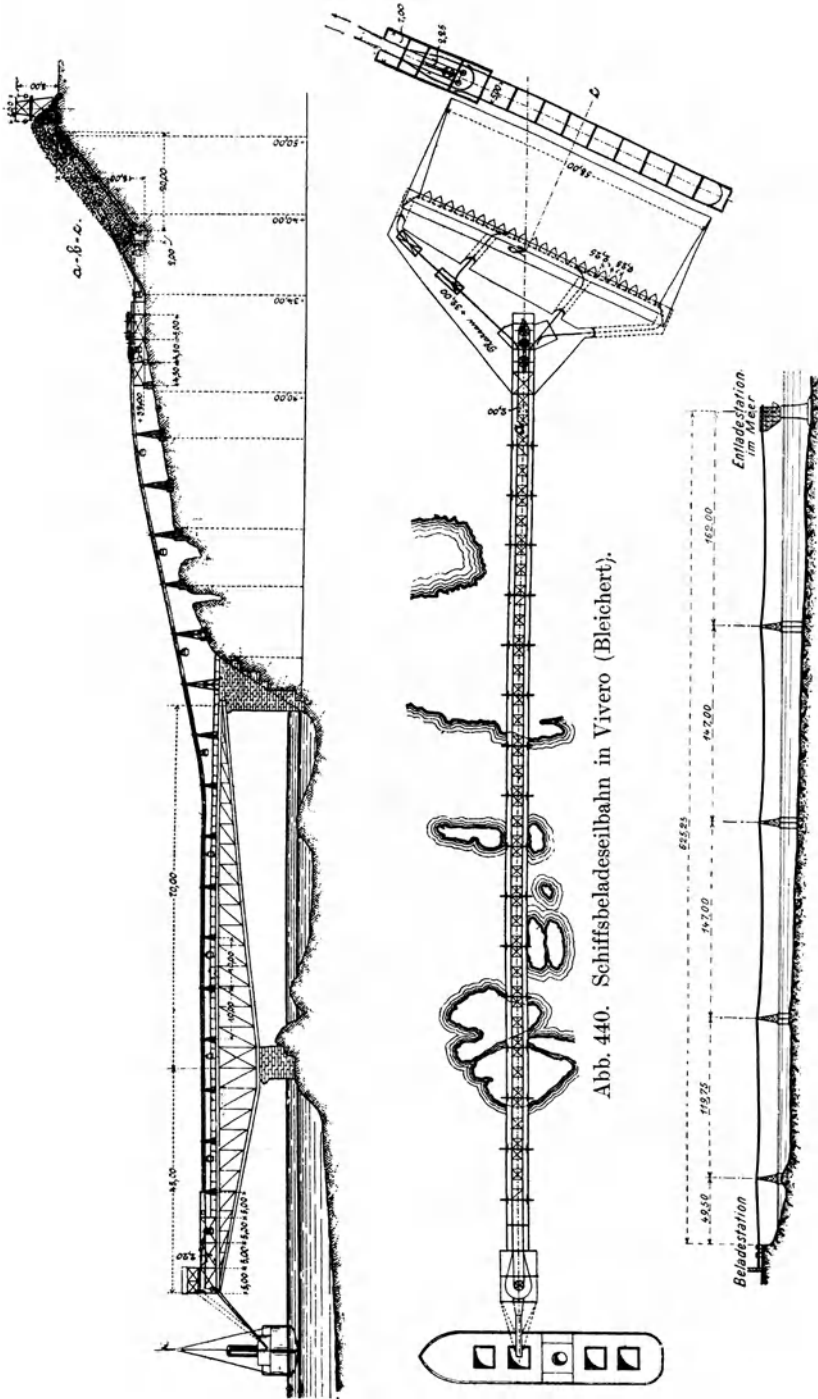


Abb. 440. Schiffsbeladeseilbahn in Vivero (Bleichert).

Abb. 441. Schiffsbeladeseilbahn Flamanville (Bleichert).

beutet die auf der Insel vorkommenden Kohlenlager aus, deren hochwertiges Material von den jene Gegend aufsuchenden Walfischfängern und Touristendampfern gern übernommen und an der ganzen Nordküste von Norwegen gehandelt wird. Die Kohle wird in einem großen Behälter

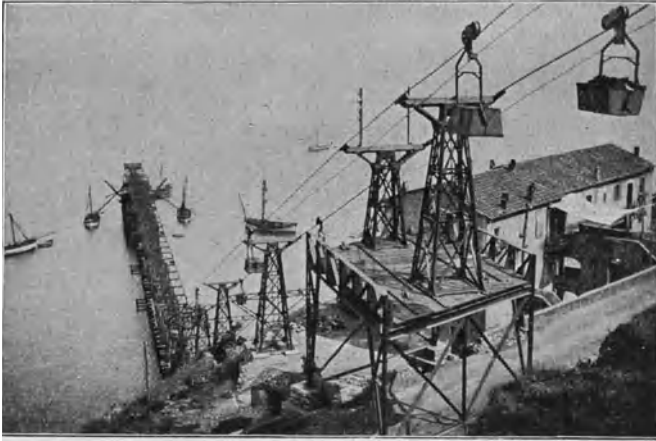


Abb. 442. Schiffsbeladeseilbahn auf Elba.

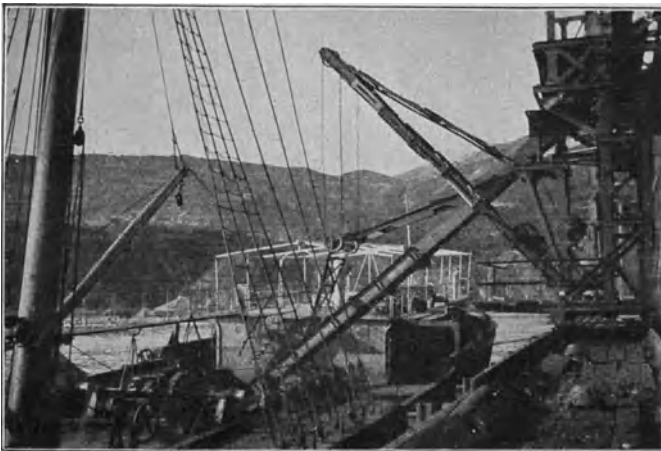


Abb. 443. Schiffsbeladung auf dem Pier in Elba.

bei der Grube aufgespeichert und von dort aus durch die Drahtseilbahn unmittelbar in das Schiff gefördert, das vor der in der Bucht ziemlich weit vom Land erbauten Beladestation anlegt.

Während des Winters, wo der Zugang zur Insel für die Schiffe durch Eis gesperrt ist, ruht die Förderung im Bergwerk nicht. Jedoch kann

der Silo vor dem Stollenmundloch die ganze Wintererzeugung nicht fassen, daher wird die Kohle während dieser Zeit von der Seilbahn aus

am Gestade auf Halde gekippt. Im Sommer wird sie dann wieder aufgenommen und durch eine leichte Schienenseilbahn zu der Schiffsbeladestation geschafft.

Bemerkt sei, daß der Bau dieser nördlichsten Bahn der Erde recht erhebliche Schwierigkeiten machte, da daran nur wenige Monate im Jahre gearbeitet werden konnte und z. B. die Fundamentlöcher für die Stützen sämtlich in den hartgefrorenen Erdboden eingesprenzt werden mußten.

228. Die Anlage der Vivero Iron Ore Co. bei Bilbao.

Da die Beladung von Seeschiffen wegen des hohen, so lange brach liegenden Anlagekapitals schnell erfolgen muß, so wird für solche Anlagen eine sehr bedeutende Stundenleistung verlangt. So hat z. B. die in Abb. 440 dargestellte, zur Verfrachtung von Eisenerz dienende Anlage der Vivero Iron Ore Co. eine Leistung von stündlich 250 Seilbahnwagen mit je 1 t Inhalt,

so daß alle $2\frac{1}{2}$ Minuten der Inhalt eines gewöhnlichen Eisenbahnwagens in die Bunker des Schiffes abgestürzt wird. Zur Beladung eines Erzdampfers von 3000 t Laderaum genügen somit 12 Stunden.

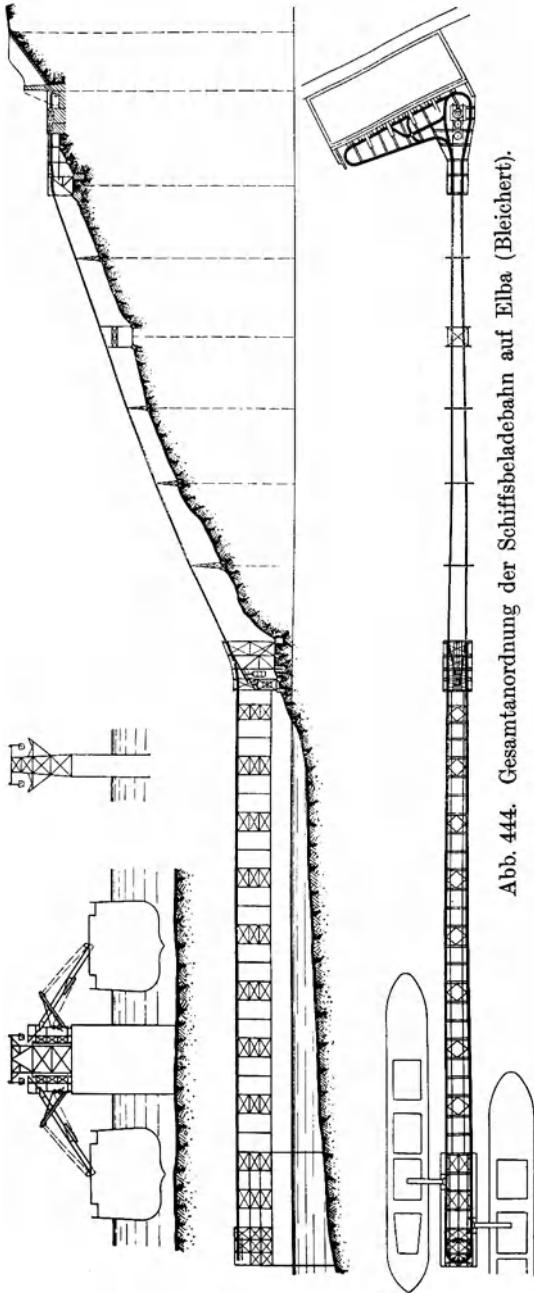


Abb. 444. Gesamtanordnung der Schiffsbeladebahn auf Elba (Bleichert).

Die Hängebahnschienen, auf welchen die Wagen laufen, sind auf der Landseite an leichten Brückenträgern befestigt, deren Stützsäulen auf den vorspringenden Klippen des Ufers stehen. Den letzten Teil bildet eine Kragträgerbrücke, die etwa in der Mitte auf einer aus dem



Abb. 445. Erzlager in Thio (Neukaledonien).

Wasser hervorragenden Klippe gelagert ist. Da die Einzellasten im Vergleich zu Eisenbahnlasten noch immer sehr geringe sind, so ist auch diese Brücke leicht gehalten.

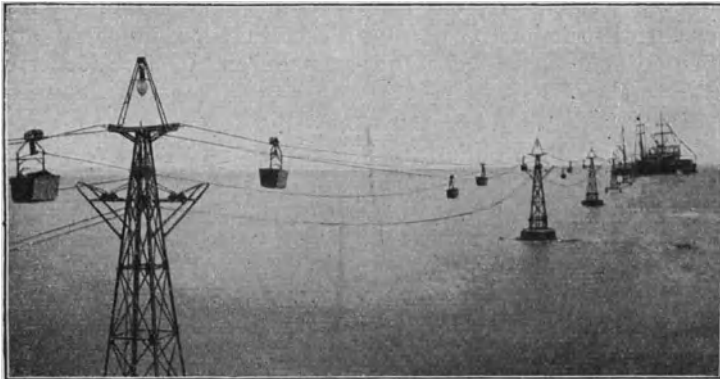


Abb. 446. Blick auf die Meeresstrecke bei Thio (Bleichert).

Entnommen werden die Erze einer Reihe gemauerter Füllrumpfe am Ufer, denen sie stetig von der Gewinnungsstelle aus durch mehrere im Zickzack das Grubengebiet erschließende Drahtseilbahnen zugeführt werden. Letztere haben naturgemäß eine geringere Förderleistung, da sie dauernd gleichmäßig arbeiten.

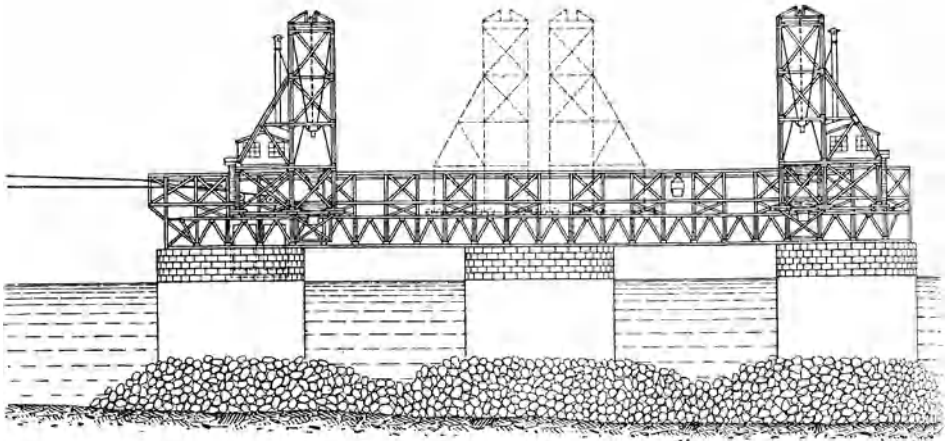


Abb. 447. Schiffsbeladestation

229. Die Doppelbahn bei Flamanville.

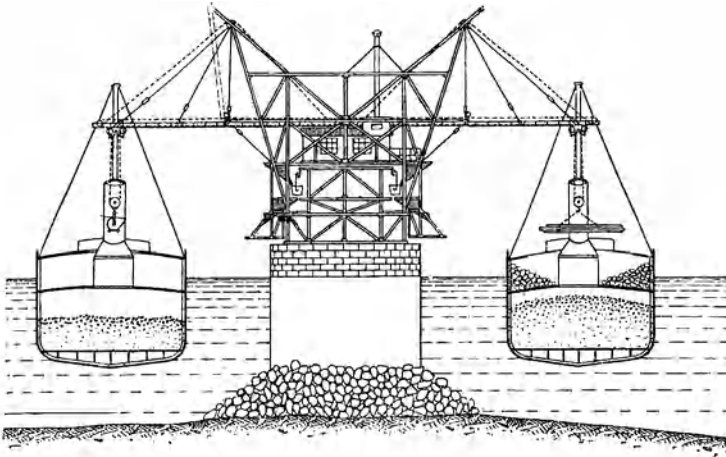
Inzwischen ist, ebenfalls von A. Bleichert & Co., eine Anlage von dem Doppelten dieser Förderleistung für die Société des Mines et Carrières de Flamanville gebaut worden, die aus einer Doppelbahn besteht, auf der stündlich 333 Wagen mit vierrädrigen Laufwerken von je 1,5 t Kasteninhalt verkehren.

Der Endpunkt der in Abb. 441 wiedergegebenen Linie liegt hier auf einer im tiefen Wasser geschaffenen künstlichen Insel, von der aus die Beladung der Schiffe erfolgt. Hier sind auch einige Drehkrane aufgestellt, die die für den Grubenbezirk bestimmten Frachten aus den Schiffen entnehmen und der Drahtseilbahn zur Weiterbeförderung an Land übergeben.

230. Die Verlade-Seilbahnen auf Elba.

Eine Leistung von 200 t/St besitzen die von A. Bleichert & Co. für die Società Anonima di Miniere e di Alti Forni „Elba“ bei Rio Albano und Giove Portello auf Elba errichteten beiden Verladeseilbahnen. Das im Tagebau gewonnene Erz wird hier beide Male vermittle Muldenkippern nach einer großen Füllrumpfanlage geschafft, aus der die Seilbahn das Fördergut entnimmt.

Die Wagen werden zunächst gewogen und fahren dann auf steiler Strecke (Abb. 442) nach dem Ufer herunter zu dem in das Meer hinausgebauten eisernen Verladepier, an dem Schiffe von beiden Seiten anlegen können. Dort kippen sie selbsttätig in einen auf dem Pier verschiebbaren Trichter aus, aus dem das Erz durch ein Teleskoprohr in das Schiff hinuntergleitet (Abb. 443). Der Trichter kann in kürzester Zeit vor eine andere Schiffsluke verfahren werden, ohne daß die Seilbahn dabei stillgesetzt wird. Da ein zweites Schiff schon auf der anderen Seite des Piers anlegen kann, während das erste noch beladen wird, und die



bei Thio (Bleichert).

Seilbahnwagen von je 1250 kg Inhalt von der vorn am Pier angeordneten Umkehrscheibe aus über einen zweiten, auf der Gegenseite verschiebbaren Trichter laufen, so kann die Verladung fast augenblicklich auf der einen Seite abgebrochen und auf der anderen fortgesetzt werden.

Die Gesamtanordnung dieser Bahn veranschaulicht in technischer Darstellung die Abb. 444, deren Nebenfiguren den doppelten Maßstab der Hauptzeichnung haben.

231. Die Meerseilbahn bei Thio (Neukaledonien).

Vielleicht die großartigste Drahtseilbahn-Verladeanlage hat sich die französische Gesellschaft „Le Nickel“ bei dem Städtchen Thio auf Neu - Kaledonien von A. Bleichert & Co. erbauen lassen. Von den nesterartig zerstreuten Nickellagern führen Drahtseilbahnen zu einem Sammelpunkt am Fuße des Gebirges. Hier be-

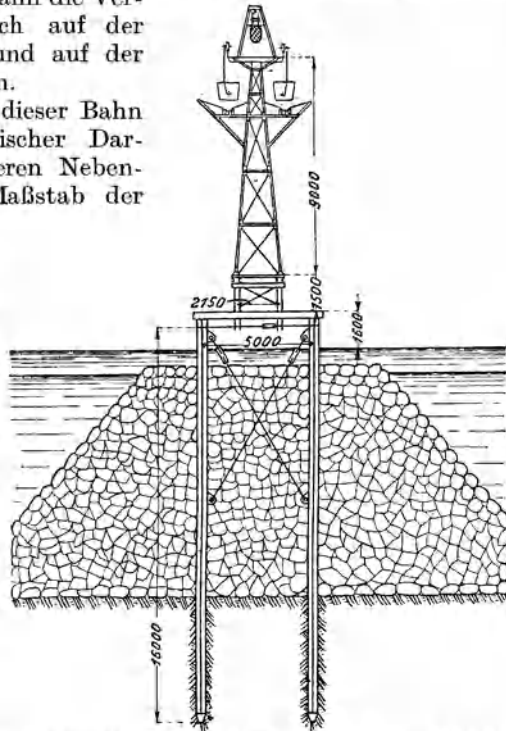


Abb. 448. Stützen der Meeresstrecke bei Thio

ginnt eine Kleinbahn, die die Zentralstation mit der Küste verbindet, wo ein ausgedehnter Lagerplatz angelegt ist, der von mehreren Seilbahnen bedient wird (Abb. 445). Die Stützen bei der Absturzstelle im Hintergrunde sind zur Schonung der Eisenkonstruktion mit Blechmänteln verkleidet.

Vom Lager aus führt eine Seilbahn von etwa 1 km Länge und 100 t stündlicher Leistung ins Meer hinaus (Abb. 446) bis an eine im tiefen Wasser errichtete Überladestation. Ihren Aufbau gibt die Abb. 447 wieder, während Abb. 448 die Ausführung einer der im Meer erbauten Seilbahnstützen zeigt. Auf der Endstation befinden sich zwei doppelte Verladekrane mit hochnehmbaren Auslegern und Zweisseillaufkatzen, die Heben, Senken und Anhalten an jeder Stelle der Fahrbahn zulassen.

Der Bau eines Hafens vermittlels einer Mole wäre hier nicht nur äußerst kostspielig, sondern auch wegen der vorhandenen Versandungsgefahr wahrscheinlich in kurzer Zeit zwecklos geworden, während die wenigen Fundamente für die Seilbahnstützen der Strömung des Wassers kaum ein nennenswertes Hindernis bieten und somit auch keine Veranlassung zur Sandablagerung geben. Mit der beschriebenen, nach den mitgeteilten Zahlen sehr bedeutenden Anlage wird jetzt ein Schiff, das früher wochenlang liegen mußte, ehe es von den Eingeborenen und Minenarbeitern mit Hilfe kleiner durch die Brandung geruderter Boote beladen war, in wenigen Tagen segelfertig gemacht.

232. Die Schiffsentladeseilbahnen bei Stralsund und Genua.

Eine ähnliche Anlage für allerdings wesentlich kleinere Verhältnisse ist übrigens auch in Deutschland schon vor Jahren von A. Bleichert & Co. für die Zuckerfabrik Stralsund ausgeführt worden, und zwar hier zur Entladung von Schiffen. Die herankommenden Rohmaterialien, wie Kalkstein, Kohle usw., werden an einem im Meer angelegten Pier durch Schwenkkrane den dort anlegenden Schiffen entnommen und dann mit der Seilbahn in die Fabrik gebracht (Abb. 449).

Ihr gleicht auch eine von J. Pohlig A.-G. in Vado bei Genua zur Förderung von Kohle aus den Leichtern nach der Koksofenanlage der Societa Anonima Lavorazione del Carboni Fossili gebaute Seilbahn, deren Entladekrane nur größer sind.

233. Die Entladeseilbahnen auf Elba.

Eine etwa der Abb. 442 entsprechende Schiffsentladeanlage mit anschließender Verteilung auf die verschiedenen Stapelplätze besitzt die Societa Anonima „Elba“ bei ihrem Hochofenwerk Portoferrayo. Die herankommenden Kohlendampfer und von den Bahnen bei Rio Albano und Giove Portello (Absatz 230) einlaufenden Erzschiffe legen an beiden Seiten des ebenfalls ins Meer hinausgebauten Piers an (Abb. 450). Das Material wird ihnen in großen eisernen Kübeln mit Hilfe von Schwenkkranen entnommen und in kleine Füllrumpfe, die hinter jedem Kran stehen, ausgeschüttet (Abb. 451). Aus den Füllrumpfen zapfen es zwei Bleichertsche Hängebahnen mit Seilbetrieb ab und bringen es nach den Lagerplätzen.

Die Gesamtanordnung der beiden Bahnen sowie Skizzen der Einrichtungen für die Stapelplätze gibt die Abb. 450 wieder.

234. Die Überladeanlage in Savona.

Eine von den bisher beschriebenen Anlagen völlig abweichende ist die von J. Pohlig A.-G. für die Société Anonyme des Transports de Savone gebaute. Es handelte sich darum, einen Teil (900 000 bis 1 200 000 t jährlich) der für die oberitalienische Industrie notwendigen Kohlen ohne Erweiterung des Hafens von Savona aufzunehmen und bis zu der 17,5 km entfernten Station San Giuseppe zu fördern, von wo sie weiter nach Mailand und Turin mit der Eisenbahn geschafft werden. Um die Handarbeit mit ausgesprochener Rücksicht auf die betreffende Arbeiterorganisation nicht völlig zu beseitigen, behielt man die übliche Überladung aus den Seeschiffen in Leichter bei ¹⁾. Die eisernen Leichter, die je nur 30 t Kohlen fassen, enthalten einen einzigen, leer 10 t wiegenden Klappkübel, der von besonderen Bockkranen aus dem Leichter in den Kohlensilo übergehoben und dort entleert wird.

Einen Querschnitt durch das Silogebäude sowie einen

¹⁾ Pietrkowski: Z. V. d. I. 1913.

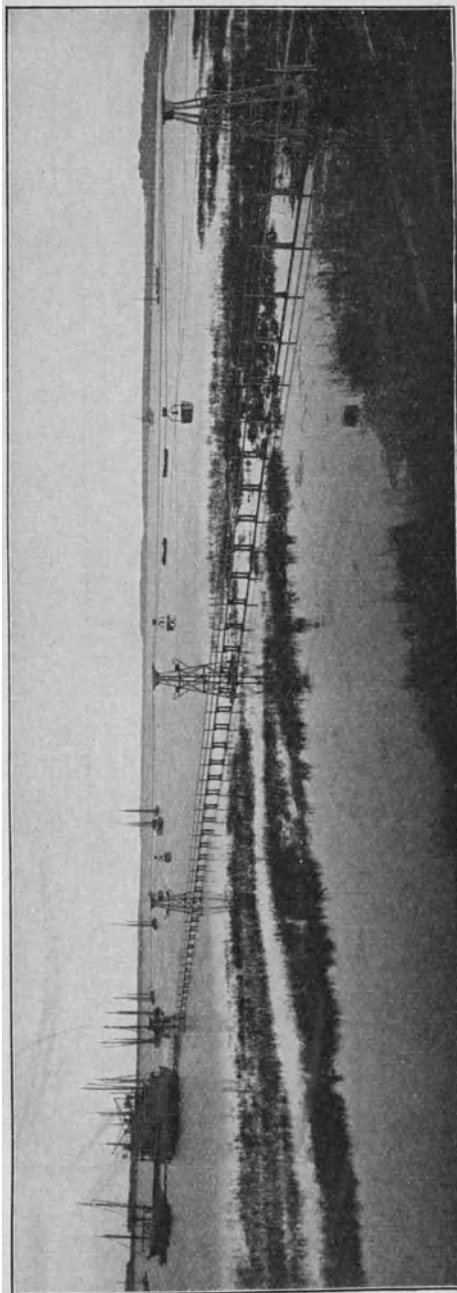


Abb. 449. Schiffsentladeanlage bei Stralsund (Bleichert).

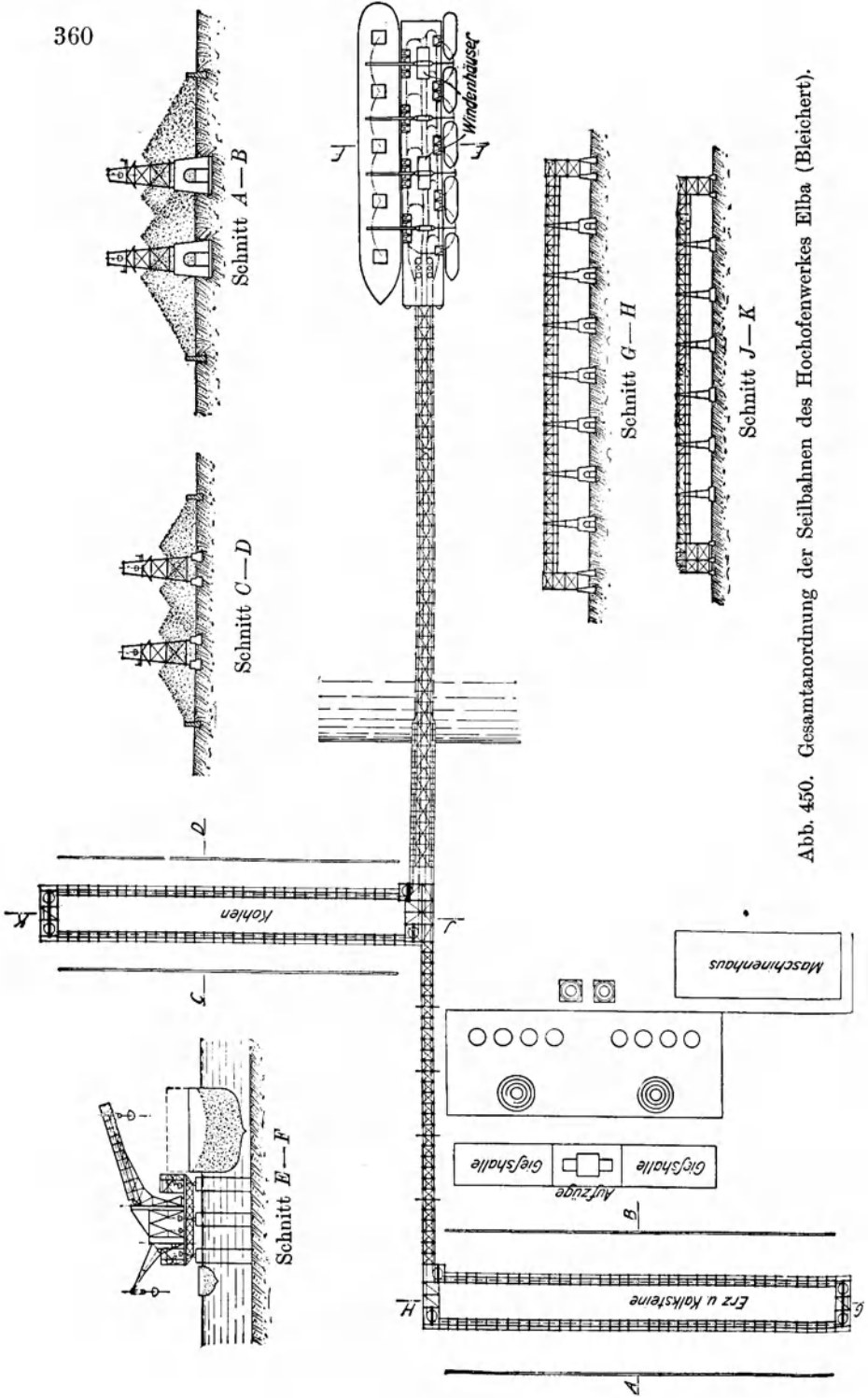


Abb. 450. Gesamtanordnung der Seilbahnen des Hochofenwerkes Elba (Bleichert).

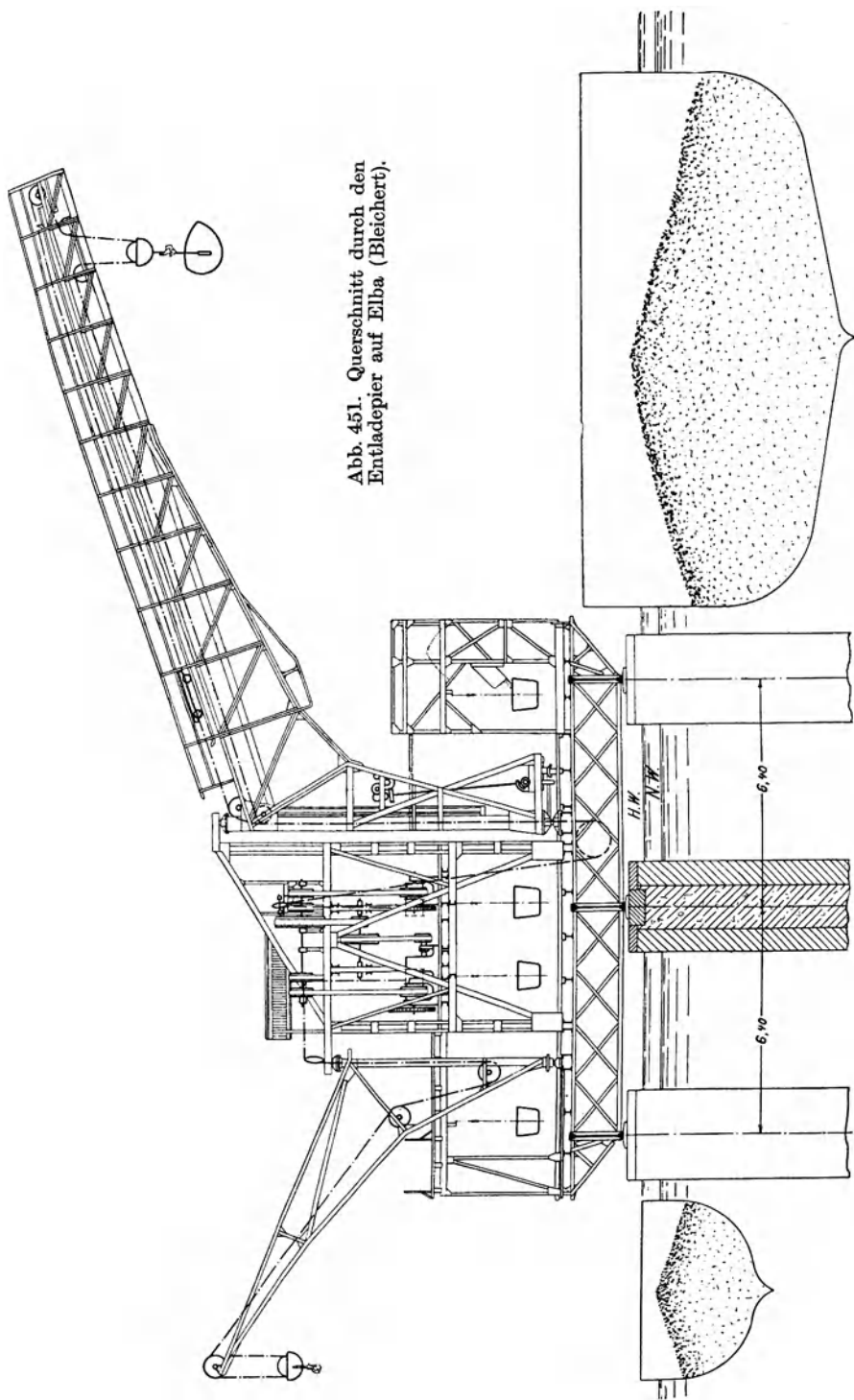


Abb. 451. Querschnitt durch den Entladepier auf Elba (Bleichert).

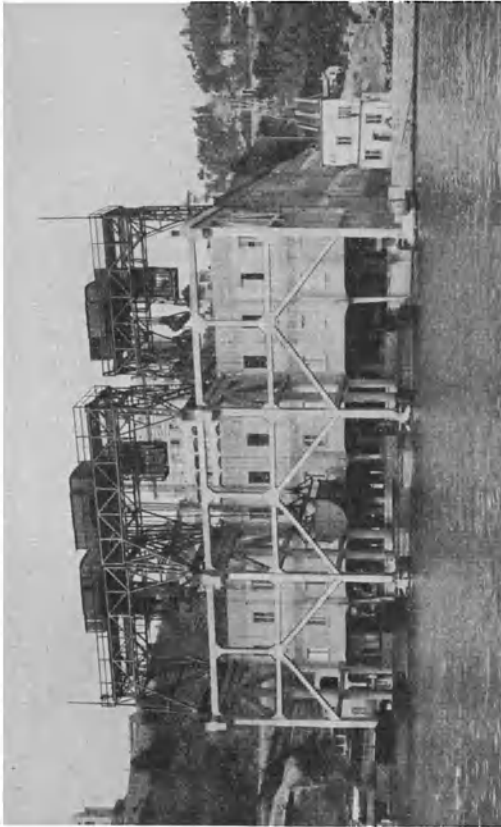
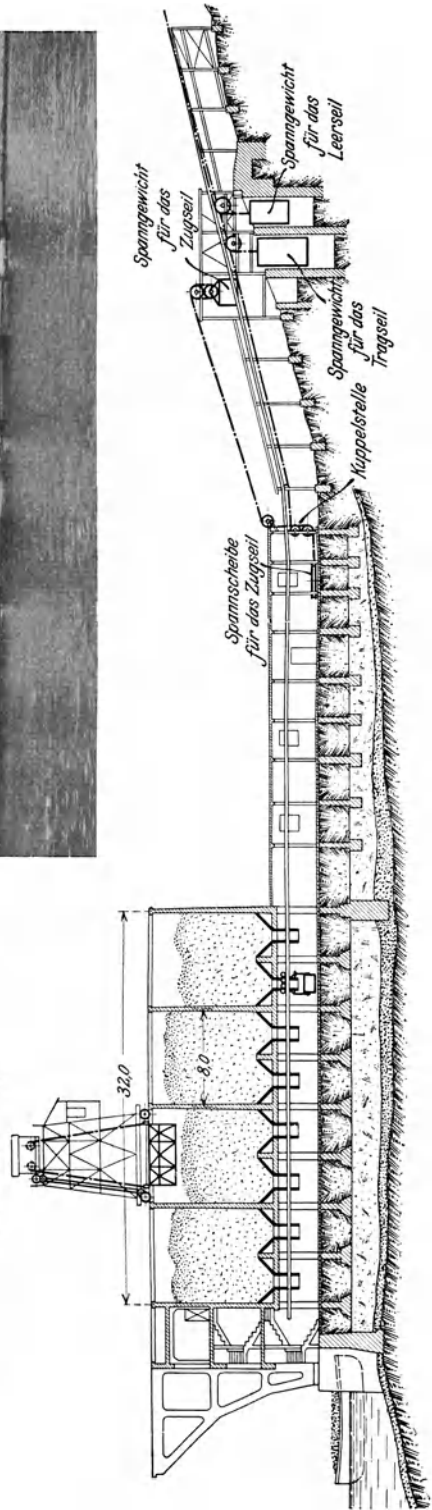


Abb. 452. Ansicht des Kohlensilos in Savona (Pohlrig). →

Abb. 453. Querschnitt der Überladeanlage in Savona (Pohlrig).



Grundriß mit den Hängebahngleisen der anschließenden Drahtseilbahnstation geben die Abb. 453 und 454. Das 24 Zellen von je 400 t Fassungsvermögen enthaltende Silogebäude ist aus Eisenbeton aufgeführt und wurde vollkommen in das Wasser hineingebaut, um den wertvollen Uferstreifen nicht zu verkleinern; eine Ansicht davon zeigt die Abb. 452. Die Ausführung der Bockkrane mit den Klappkübeln stellt die Abb. 453 dar. Der Kübel wird dadurch geöffnet, daß die seitlichen Halteseile festgehalten werden, während die mittleren nachgeben. Der zugehörige Hubmotor leistet 150 PS und erteilt der Last die Geschwindigkeit 12 m/min, die Kranlaufkatze wird mit 25 m/min durch einen Motor von 14 PS verfahren und der Kran mit 50 m/min durch einen 45 pferdigen Motor.

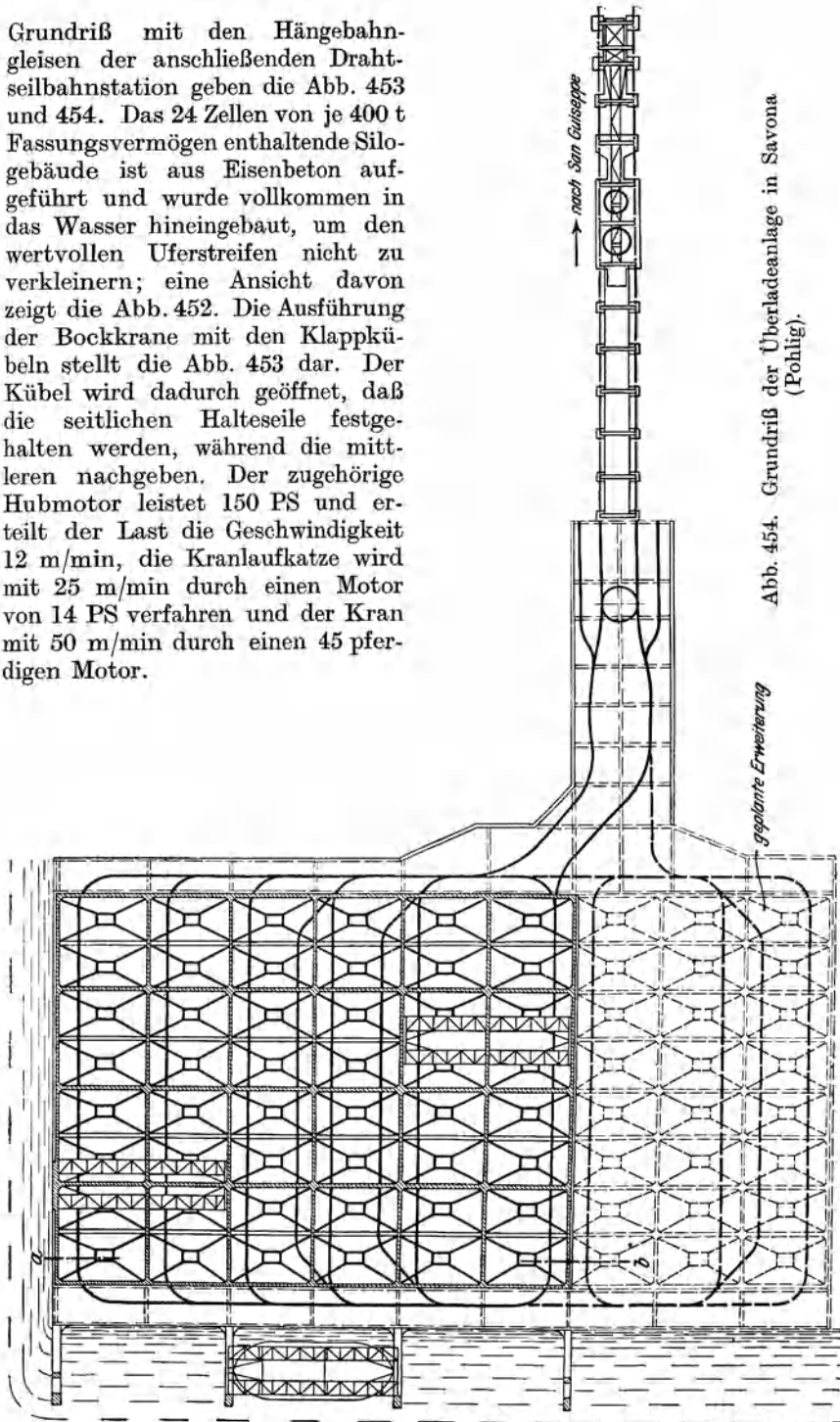


Abb. 454. Grundriß der Überladeanlage in Savona (Pohlzig).

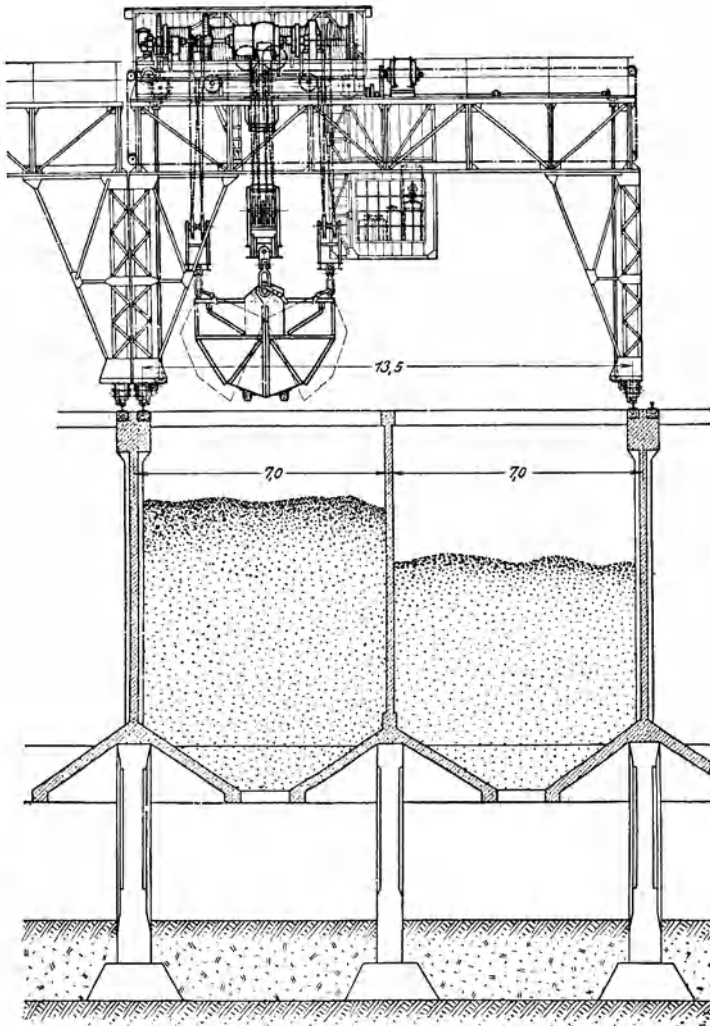
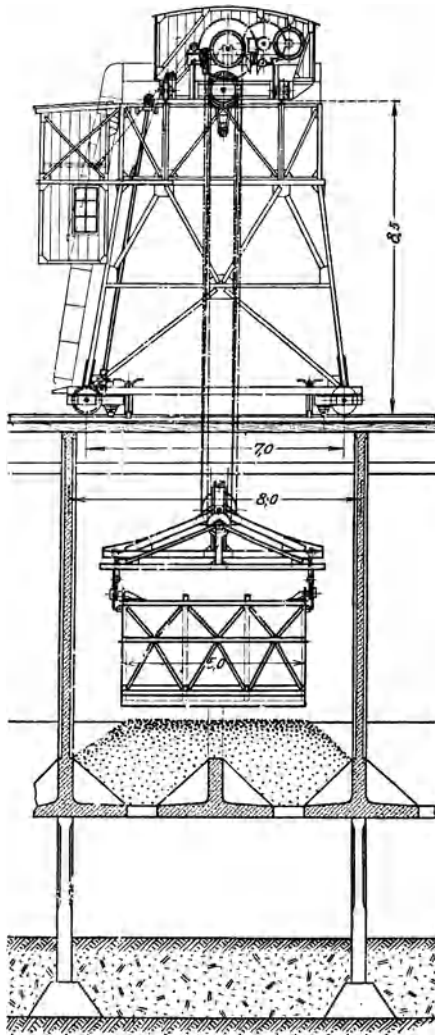


Abb. 455. Bockkran auf dem Silogebäude

235. Die Entladeanlage in Ludwigshafen.

Andere Entladevorrichtungen mit Selbstgreifern, die für Kanal- bzw. Flußschiffe Verwendung gefunden haben, sind bereits in den Abb. 419 und 422 dargestellt worden.

Eine weitere große Anlage der Art, die von A. Bleichert & Co. für die Badische Anilin- und Soda-Fabrik A.-G. gebaut worden ist, zeigt die Abb. 456 in einer schematischen Figur. Der Selbstgreifer



in Savona (Pohlig).

Kohle den ankommenden Schiffen mittels Selbstgreifer entnommen und in Füllrumpfe gegeben, aus welchen sie dann in gleichmäßiger Folge in die Wagen der Drahtseilbahn abgezogen wird, die über das Wasser hinweggeht. Sie schüttet das Material entweder auf das gleich am Werksufer beginnende Lager aus oder in den Aufnahmerumpf eines Becherwerkes, das die Förderung auf das zwischen den Kesseln entlang laufende Transportband übernimmt.

wird hier an einem schräg ansteigenden Ausleger in die Höhe gezogen und entleert sich in einen kleinen Füllrumpf, aus dem das Fördergut in die Seilbahnwagen abgezogen wird.

Die anschließende Drahtseilbahn besitzt eine stündliche Förderleistung von 200 t Kohle oder Schwefelkies, die sie auf mehrere ausgedehnte Lagerplätze verteilt.

236. Die Seilbahn in Sydvaranger (Norwegen).

Weitere Entladeeinrichtungen werden noch an späterer Stelle im Zusammenhang mit den anschließenden Fabrikbahnen beschrieben werden. Eine möge noch hier Platz finden, weil sie zeigt, wie man unter Umständen durch die Seilbahn den Vorteil haben kann, die Entladung nicht vorn am Ufer des Werkes, das vielleicht zu flach ist oder gegen dessen Benutzung andere Rücksichten sprechen, sondern an einer entfernteren Stelle vorzunehmen.

Bei der von A. Bleichert & Co. gebauten Kohlentransportanlage für die Aktiengesellschaft Sydvaranger in Norwegen (Abb. 458) wird die

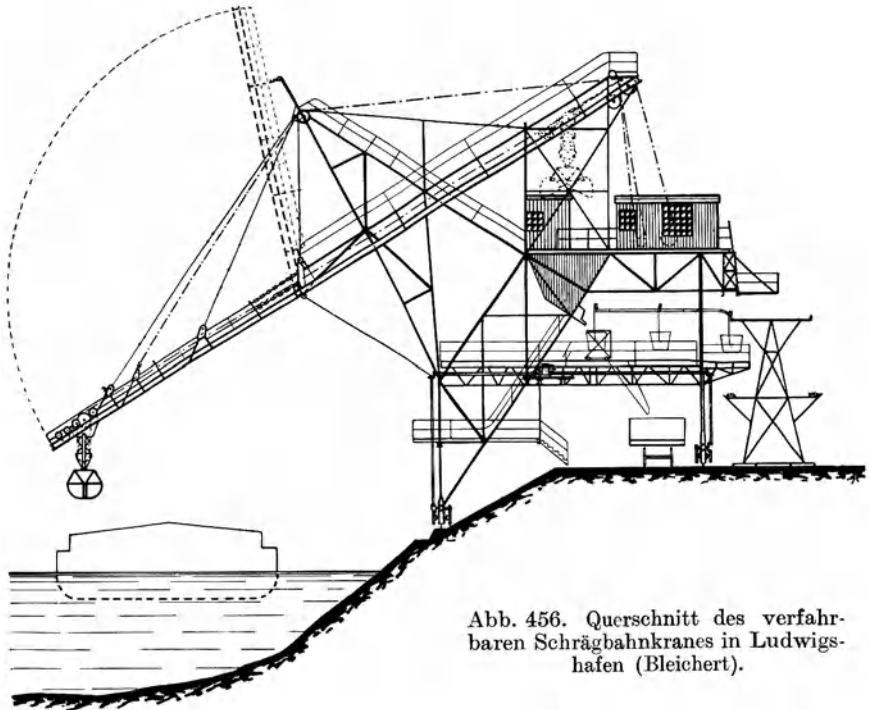


Abb. 456. Querschnitt des verfahrbaren Schrägbahnkranes in Ludwigs-hafen (Bleichert).

f) Hängebahnen für Innentransporte.

237. Die Bahn des Kokswerkes in Firminy.

In den vorhergehenden Abschnitten sind bereits verhältnismäßig umfangreiche und zum Teil recht vielgestaltige Anlagen beschrieben worden, die ausschließlich im Innern eines und desselben Werkes, ent-

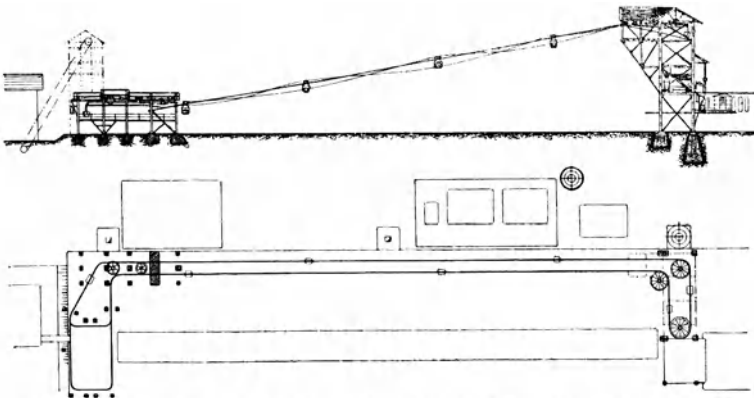


Abb. 457. Drahtseilbahn des Kokswerkes in Firminy (Kaiser & Co.).

weder der Berg- und Hüttenindustrie oder in einer Gasanstalt bzw. in einem Elektrizitätswerk, Verwendung finden. Auch sonst sind derartige Drahtseilbahnen keine Seltenheiten.

Eine besonders einfache Anlage, die nur den Zweck hat, Kohle von einem Speichergebäude aus, in das sie mit Hilfe eines Becherwerkes gefördert wurde, in die Bunker der benachbarten Fabrik zu schaffen, ist die durch Abb. 457 veranschaulichte, von Kaiser & Co. für die Société Française des Fours à Coke für ihr Werk in Firminy gebaute Drahtseilbahn. Bei nur 80 m Streckenlänge genügte eine federnde Verankerung der beiden Tragseile, an die sich in beiden Stationen kurze Be- und Entlade-Hängebahngleise anschließen. Bedienung ist nur in der Beladestation zum Füllen der Seilbahnwagen und Heranstoßen bis an die Kuppelstelle nötig. In der Entladestation fahren die Wagen am Zugseil über die rechtwinklig zur eigentlichen Linie verlaufenden Anschlußgleise und entleeren sich dabei durch Anschlag gegen eine einstellbare Auslösevorrichtung in die Bunker.

238. Die Seilbahnanlage der Coltnes Iron Co. in Newmains.

Eine ebenfalls recht kurze Drahtseilbahn mit Trag- und Zugseil ist die von A. Bleichert & Co. für die Coltnes Iron Co. in Newmains gebaute Anlage

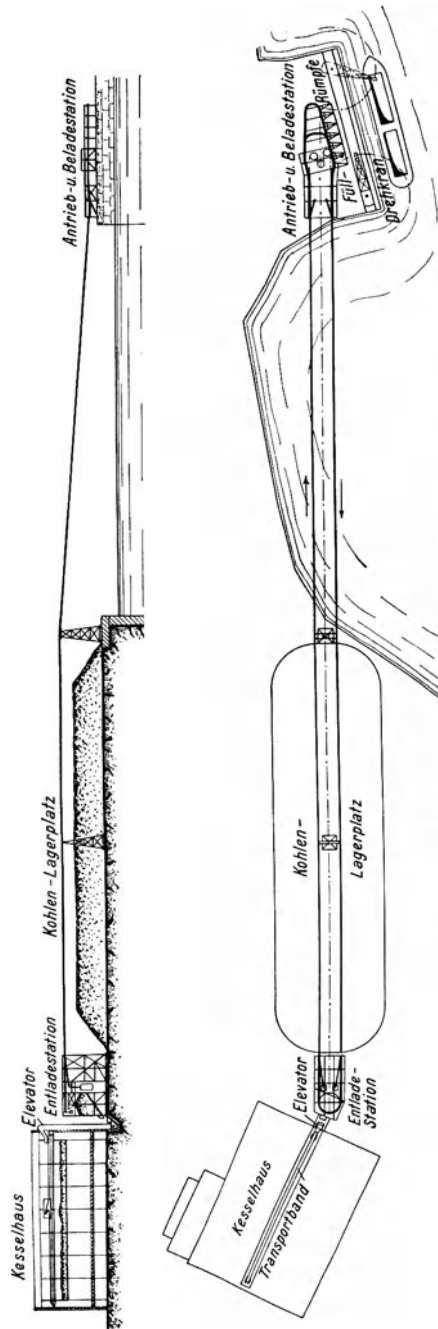


Abb. 458. Seilbahnanlage in Sydvaranger (Bleichert).

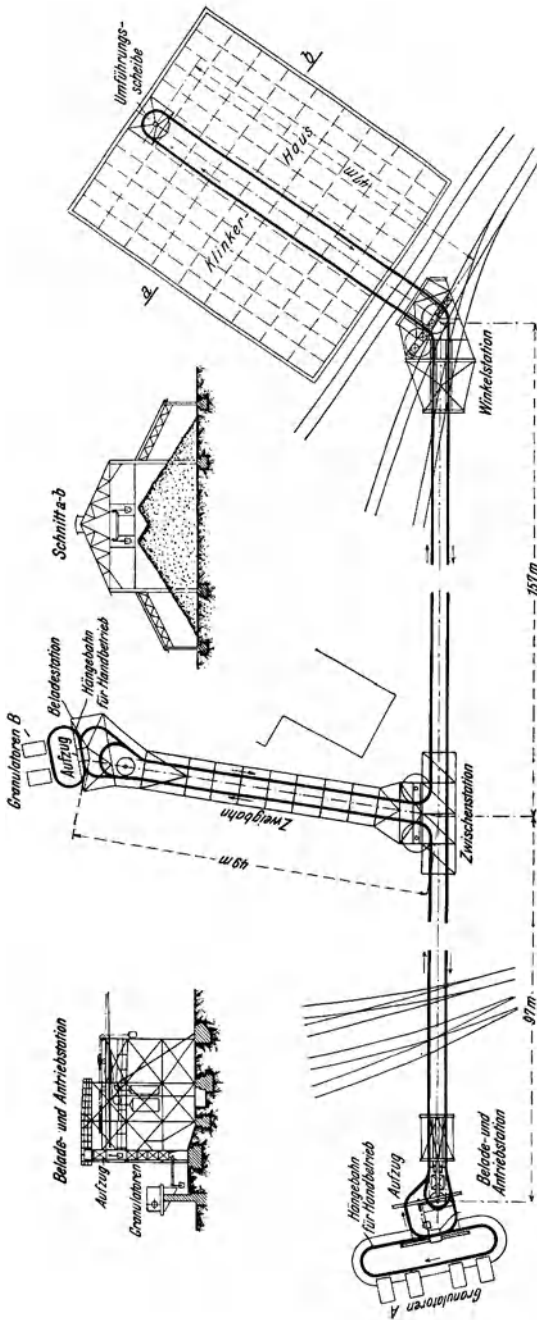


Abb. 459. Drahtseilbahn zum Schlackentransport in Newmans (Bleichert).

(Abb. 459). Sie hat den Zweck, granulierten Schlacke von den Granulatoren auf das Lager zu schaffen.

Vor den Granulatoren befindet sich eine Hängebahnschleife, auf der die Drahtseilbahnwagen aus Füllschnauzen beladen werden. Die Wagen werden dann in einen Aufzug geschoben, der die in die Beladestation hebt, und gehen darauf über die Strecke von nur 254 m Gesamtlänge zur selbsttätigen Winkelstation, in der die Tragseile abgespannt werden, und dahinter auf das Lager, dessen Hängebahnschienen an der Dachkonstruktion aufgehängt sind.

Etwa auf $\frac{3}{5}$ der Strecke schließt sich eine kurze, aus Hängebahnschienen bestehende Zweigstrecke an, die nach einer zweiten, ebenso eingerichteten Granulatorenanlage geht und über die sämtliche Wagen hinweggeführt werden, so daß nur ein Antrieb gebraucht wird. Zur Umführung der dort nicht benutzten Wagen dienen in beiden Stationen ganz kurze Hängebahnschleifen. An Bedienungsmannschaften sind auf die Weise

in jeder Beladestation nur zwei Mann erforderlich, einer unten und einer oben, im übrigen vollzieht sich der ganze Betrieb selbsttätig.

239. Die Seilbahn auf dem Bahnhof Köln-Gereon.

Von größerem Umfang und bemerkenswert durch die Schwierigkeiten, die das enge Gelände dem Ausbau der Stützen und Stationen bereitete, ist diese von J. Pohlig A.-G. erbaute Drahtseilbahn zur Förderung von Kohle und Briketts, deren Lageplan und Längsprofil die Abb. 460 wiedergibt. Die im ganzen 755 m lange Seilbahn schafft die Kohlen von einem Tagesbunker, der von einem darüber hinweggeführten Eisenbahngleis aus wieder aufgefüllt wird, und die Briketts von einer benachbarten Absturzstelle aus quer über den Bahnhof zu einem Kohlensilo dicht beim Lokomotivschuppen, in dessen Zellen sich die Wagen bei der Durchfahrt entleeren.

Stündlich werden 33 t in Wagen von

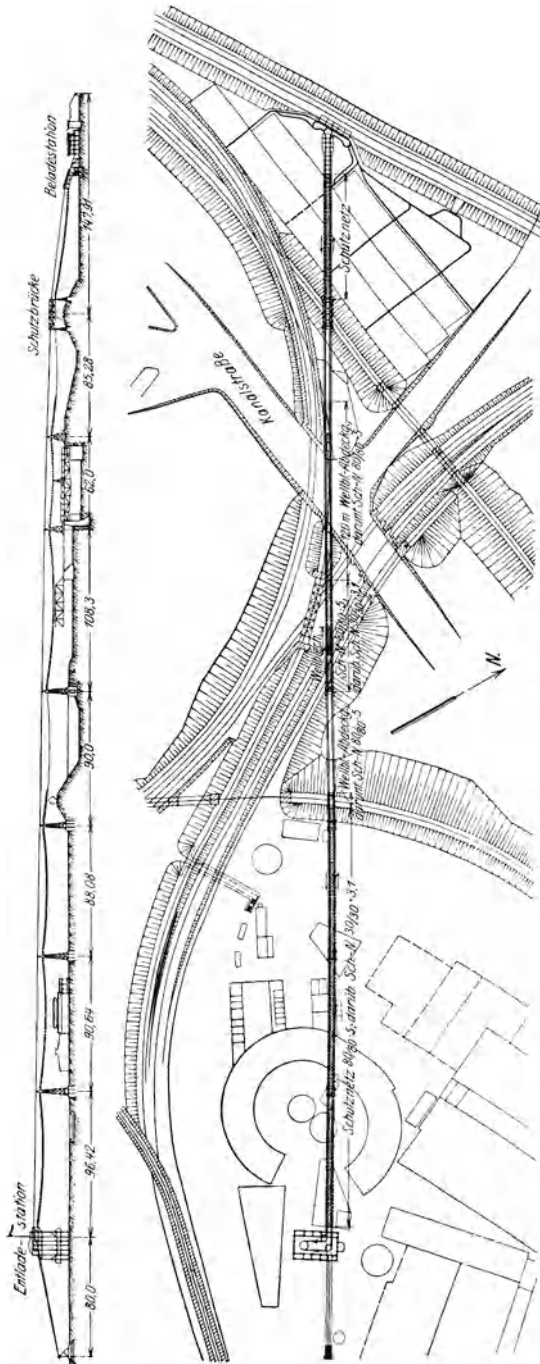


Abb. 460. Lageplan und Längsprofil der Drahtseilbahn Köln-Gereon (Pohlig).

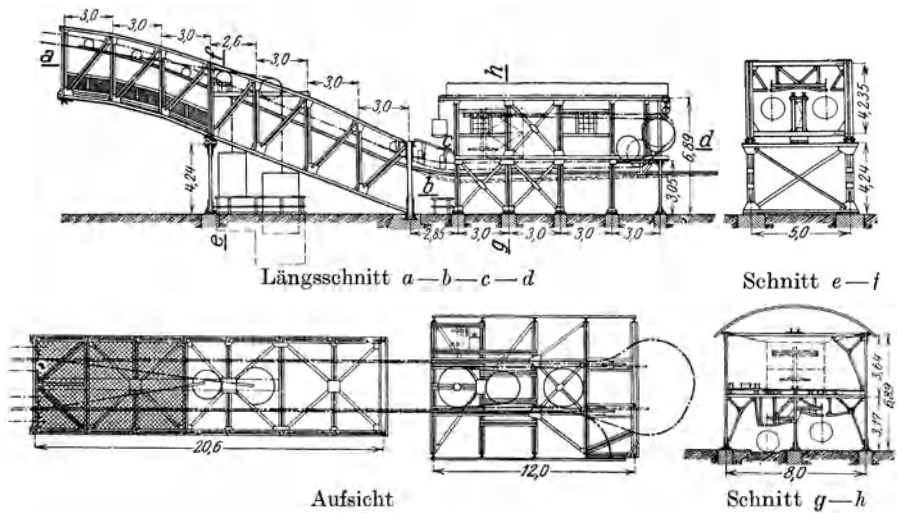


Abb. 461. Beladestation auf dem Bahnhof Köln-Gereon (Pohlig).

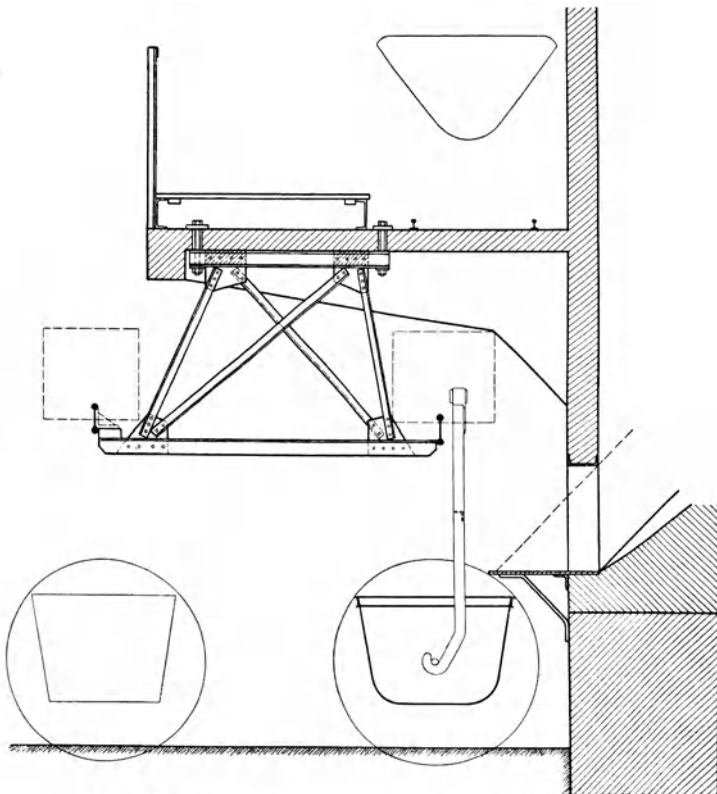


Abb. 462. Hängebahnkonsolen am Kohlenbunker (Pohlig).

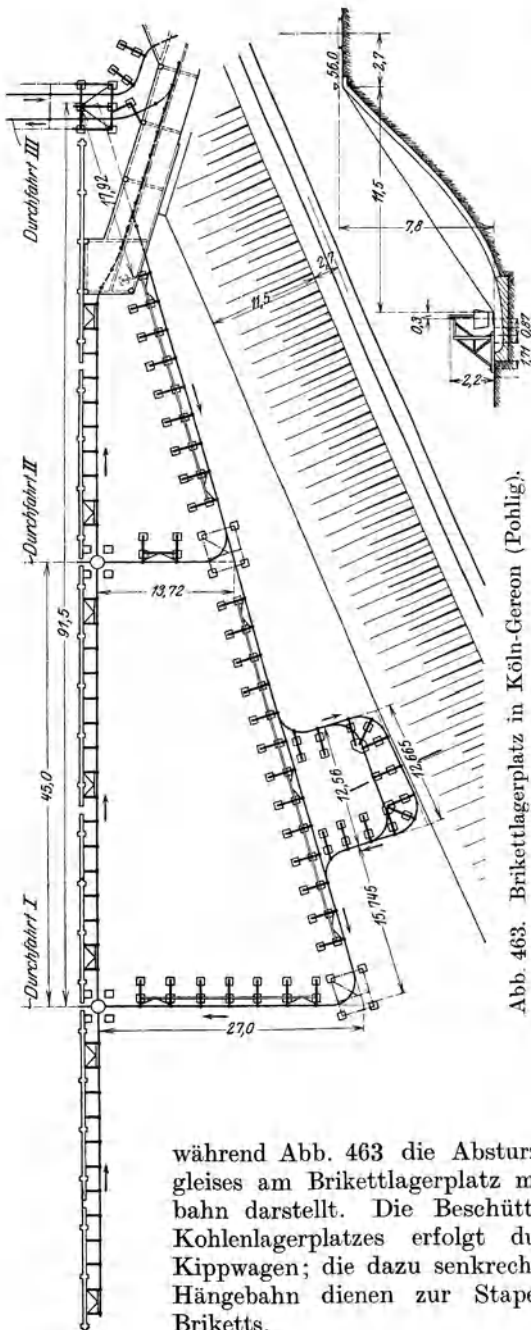


Abb. 463. Brikettlagerplatz in Köln-Gereon (Pohlig).

7 hl Inhalt = 560 kg Kohle mit der Geschwindigkeit 1 m/sek gefördert. Unter der Seilbahn befindet sich auf der ganzen Strecke ein Schutznetz, das der von der Eisenbahnverwaltung gewöhnlich gestellten Forderung entspricht, auch die Stoßwirkung eines herabfallenden Wagens einschließlich seiner Ladung ohne Schaden aufnehmen zu können.

Der Aufbau der Beladestation ergibt sich aus der Abb. 461. Aus Platzmangel wurde der gesamte Antrieb in das obere Stockwerk des Baues verlegt. Um die Bahn selbsttätig anzuhalten, sobald der Elektromotor aus irgendeinem Grunde stromlos wird, lüftet ein vom Motorstrom durchflossener Elektromagnet ein Bremsband, das, wie bei Kranen allgemein üblich, durch ein Gewicht angezogen wird. Außerdem ist noch ein Rückwärtsgesperre vorhanden.

Die Anbringung der Tragkonstruktion für die Hängebahnschienen an den Eisenbetonauslegern des Kohlenbunkers veranschaulicht die Abb. 462,

während Abb. 463 die Absturzstelle des Kohlenzubringegleises am Brikettlagerplatz mit der zugehörigen Hängebahn darstellt. Die Beschüttung und Entleerung des Kohlenlagerplatzes erfolgt durch eine Standbahn mit Kippwagen; die dazu senkrecht verlaufenden Stränge der Hängebahn dienen zur Stapelung bzw. Aufnahme von Briketts.

die genannte, von Kaiser & Co. errichtete Anlage zur Förderung von Kohlen, die Abb. 464 veranschaulicht.

Unter den drei Bunkern im Separationsgebäude verläuft der kurze Hängebahnstrang mit Handbetrieb, daran schließt sich die nur 125 m lange Strecke mit Zugseil, die über die Gebrauchsbunker im Kesselhause hinweggeht und am Ende über den Vorratsbunker für die Belieferung von Landfuhrwerk. Dort ist die Endseilscheibe von 3,5 m Durchmesser fest gelagert.

Trotz ihrer Kürze konnte die Strecke nicht geradlinig geführt werden, sondern es mußten noch drei stumpfwinklige Ablenkungen eingelegt werden, in welchen das Zugseil über mehrere trommelartig ausgestaltete Ablenkungsrollen von verhältnismäßig kleinem Durchmesser geht. Für die Bedienung der Bahn, die 25 t/St Kohle zu fördern hat, werden also nur zwei Mann an der Beladestelle gebraucht. Bei den hier vorliegenden örtlichen Verhältnissen hätte kein anderes Fördermittel die gestellte Aufgabe in gleich einfacher Weise lösen können.

241. Die Seilhängebahn der Zuckerfabrik Postelberg.

Sie ist besonders auffällig durch die scheinbaren Umwege, die die Bahn nimmt und die durch die örtlichen Verhältnisse bedingt sind. Erläuterungen zu dem nach einer Bleichertschen Zeichnung wiedergegebenen Lageplan (Abb. 465) der hauptsächlich zur Beförderung von Rübenschnitzeln dienenden Anlage dürften überflüssig sein. Hinweisen sei nur auf die 9 Ablenkungs- bzw. Umführungsscheiben der Bahn, um die die Wagen am Zugseil selbsttätig herumgeleitet werden.

242. Die Seilhängebahn der Zuckerfabrik Breda.

Eine entsprechende, ebenfalls Bleichertsche Ausführung ist die doppelte Hängebahn mit Drahtseilbetrieb für die Zuckerfabrik Breda und Bergen op Zoom in Holland (Abb. 466). In das Hafenbecken der Fabrik ist eine einfache Beladerampe eingebaut, wo die Seilbahnwagen von den Schiffen aus beladen und dann auf die Hauptstrecke übergeschoben werden, die ihren Antrieb hinter der Rübenschwemme hat, in die die Rüben vermittlems einstellbarer Anschläge ausgekippt werden. Die zweite, teilweise der ersten parallel laufende Anlage bringt die Rübenschnitzel entweder auf das Lager oder schüttet sie neben der Beladeweiche der Eisenbahn aus.

243. Zwei Seilhängebahnen am Rhein.

Eine andere Beladung der Art der Bahn vom Schiff aus ist bei der in Abb. 467 wiedergegebenen Hängebahn mit Seilbetrieb in Anwendung gekommen, die von A. Bleichert & Co. für eine chemische Fabrik geliefert wurde. Das Rohmaterial wird direkt unten im Schiff in die Drahtseilbahnwagen eingeladen, die mit Hilfe zweier Drehkrane von den Beladegleisen S_3 in die Kähne hinuntergesenkt und ebenso wieder heraufgehoben werden. Das Beladegleis steht durch die Weichen W_1, W_2, W_3 mit dem Hauptgleis S_1 in Verbindung. In der Antriebsstation ist natur-

244. Vergleich der Hängebahn mit anderen Fördermitteln.

Vielfach, besonders in chemischen Fabriken, wird die Beförderung von Schüttgütern gleicher Art von einem Teil der Fabrik zu einem anderen in recht bedeutenden Mengen nötig. Jedoch ist die Arbeitsweise

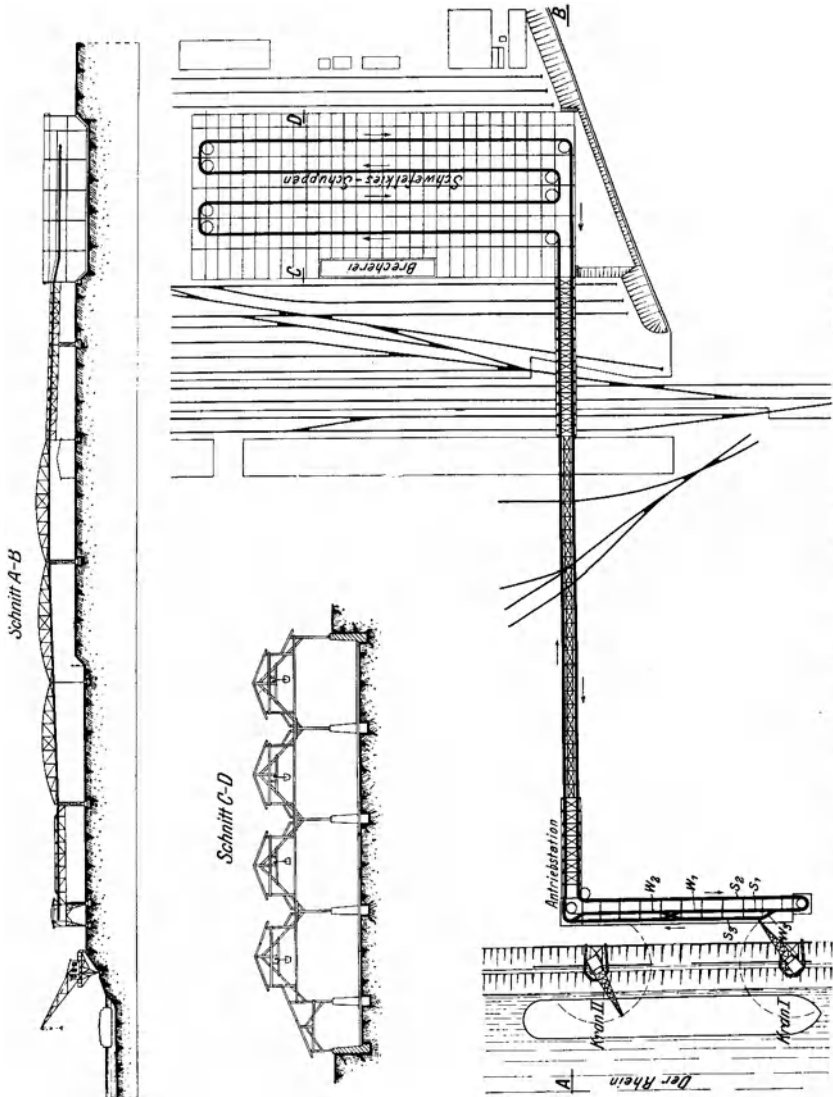


Abb. 467. Hängebahnen mit Seilbetrieb am Rhein (Bleichert).

in den seltensten Fällen eine stetige, indem gewöhnlich die in einem großen rechteckigen Raum hinter- und nebeneinanderstehenden Apparate nicht der Reihe nach und in größeren Zeitabständen entleert bzw. gefüllt werden.

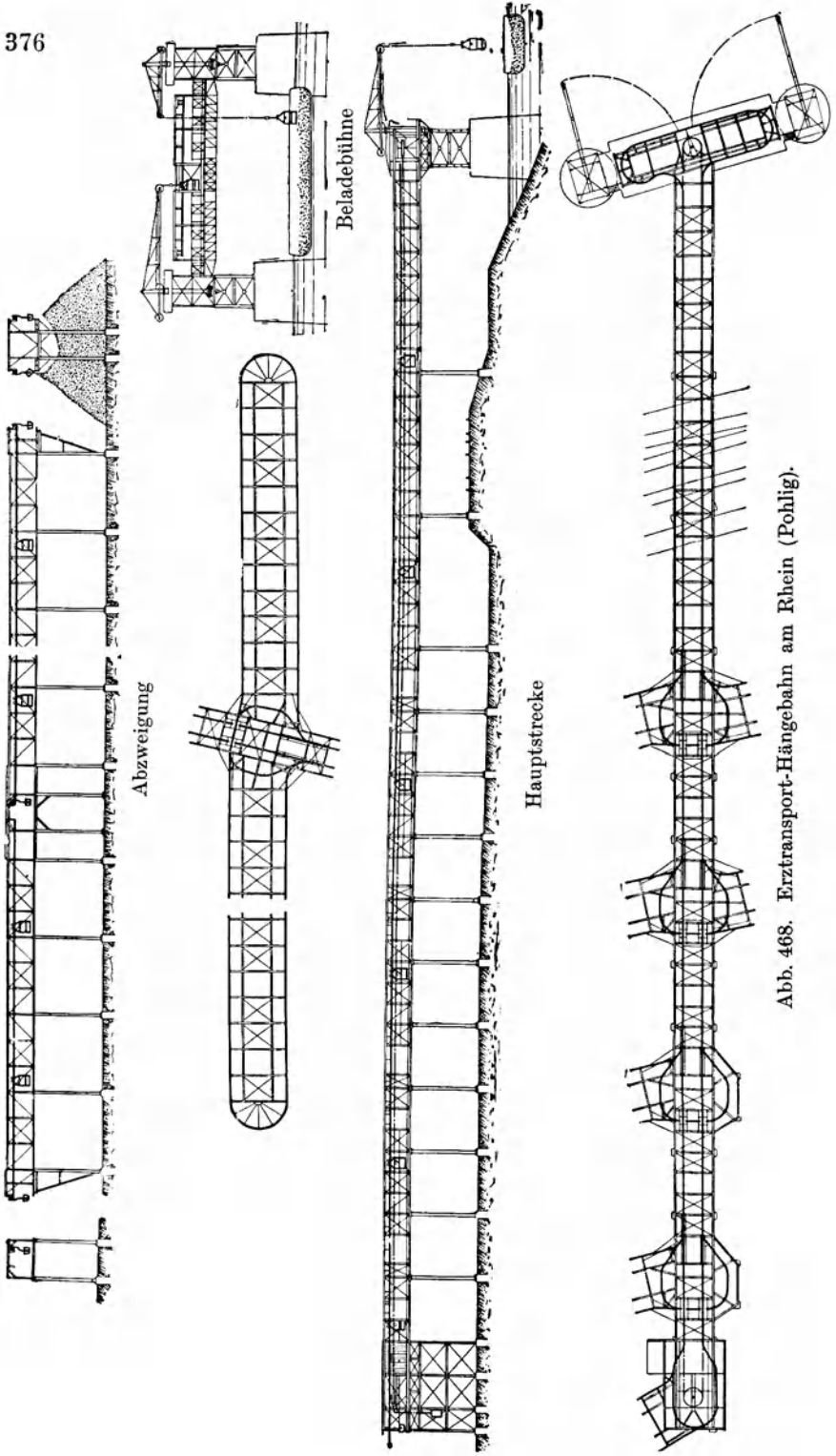


Abb. 468. Erztransport-Hängebahn am Rhein (Pohlrig).

Bandförderer u. dgl. erweisen sich in dem Fall nur als vorteilhaft, wenn alle für den Transport in Frage kommenden Apparate in einer Reihe hintereinander angeordnet sind; außerdem haben sie den Nachteil, daß sie den eingenommenen Raum dauernd voll in Anspruch nehmen.

Das Nächstgelegene und deshalb früher allgemein üblich Gewesene ist somit, auf Schienen laufende Förderwagen zu verwenden, deren Schienenbahn auch für den Verkehr der im Werk beschäftigten Arbeiter usw. benutzt wird. Leider machten sich die Nachteile dieser Standbahnen gerade in chemischen Fabriken besonders unangenehm bemerkbar. Die Schienen, Weichen und hauptsächlich die Drehsteller behindern und erschweren den Verkehr des Personals.

Außerdem erfordern Standbahnen große Sorgfalt bei der Reinigung des Raumes; und geringe, auf die Schienen gefallene Mengen des Transportgutes erhöhen den Widerstand der Wagen sehr bedeutend. Nun ist der Wagenwiderstand an sich schon ein recht hoher, da der Kraftangriff

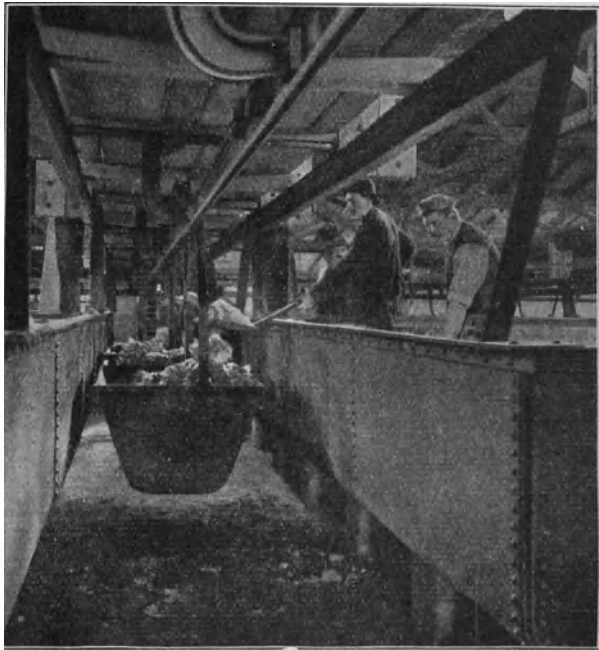


Abb. 469. Hängebahn im Kristallisationsraum in Schlettau.

des schiebenden Arbeiters nicht so gleichmäßig und zentral erfolgen kann, daß nicht zwischen den Radflanschen und den Schienen eine mindestens 100, oft bis 200 v. H. der sonstigen Widerstände betragende Reibung dauernd auftritt. Die Folge ist, daß ein kräftiger Arbeiter seine ganze Kraft aufwenden muß, um einen solchen Wagen auf nicht ganz sauberen Schienen fortzubewegen, und darum langsam und mit großen Pausen arbeitet.

Alle diese Übelstände fallen bei einer Hängebahn mit Handbetrieb fort. Der Boden des Raumes bleibt glatt und unverändert, die Hängebahnschienen und ihre Weichen stören den Durchgang in keiner Weise und sind ebensowenig wie die Laufwerke der Wagen Verschmutzungen

ausgesetzt. Die beiden hintereinanderstehenden Räder der Hängebahnlauferwerke haben keinerlei Spiel, so daß eine Schiefstellung, die bei Standbahnen oft vorkommt und den Fahrwiderstand stark erhöht, nicht möglich ist. Zwischen der Tragschiene und der großen Hohlkehle des Rades kann Flanschenreibung überhaupt nicht stattfinden. Aus diesen Gründen kann ein jugendlicher Arbeiter damit den Transport leicht bewerkstelligen, zu dem bei Standbahnen zwei entsprechend hoch bezahlte Vollarbeiter gebraucht werden.

245. Die Handhängebahnen der Kalifabrik in Schlettau.

In den meisten chemischen Fabriken, beispielsweise auch in dem Halleschen Kaliwerke in Schlettau, hat man daher auf Grund obiger

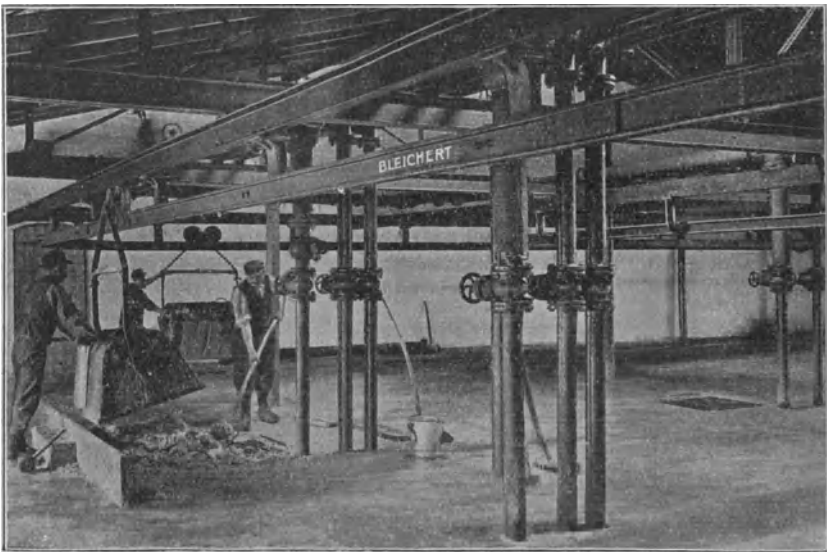


Abb. 470. Hängebahnanlage zur Beschickung der Deckbottiche in Schlettau.

Überlegungen die vorhandenen Standbahnen durch Hängebahnen ersetzt. Die Abb. 469 zeigt z. B. den Kristallisationsraum, wo das Salz aus den Kühlkästen in die davorgeschobenen Hängebahnwagenkasten ausgeschlagen wird, die dann bis zu einem am Ende des Raumes befindlichen Aufzug (Abb. 259) geschoben werden. Dort laufen die verschiedenen Hängebahnstränge zusammen und werden durch einige Weichen verbunden, die von dem Arbeiter mit Hilfe eines Kettenzuges verstellt werden.

Der elektrische Aufzug bringt die gefüllten Wagen in die oben gelegene Deckstation, wo sie einfach über den einzelnen Verschlussgittern der Deckbottiche ausgekippt werden (Abb. 470). Aus der Deckstation

wird dann das fertige, noch nasse Chlorkalium nach dem in derselben Höhe befindlichen Trockenofen befördert, und zwar hier zum Teil mit einem Förderband, teilweise aber auch wieder durch eine Hängebahn mit Handbetrieb.

Von dem Kalzinierofen geht das getrocknete Chlorkalium dann vermittels eines Elevators zu einem hochgelegenen Füllrumpf, aus dem es wieder durch Öffnen einer einfachen Verschlussklappe in Hängebahnwagen abgezogen wird (Abb. 471). Der Wageninhalt wird dann von einer selbsttätigen Wage festgestellt, die in die Hängebahnanlage eingebaut ist, worauf der Wagen über schräge Flächen in den großen Lagerbehälter ausgekippt wird. Da der Hängebahntransport leicht und schnell vor sich geht, so genügt für die gesamte Bedienung des Lagers ein einziger Arbeiter.

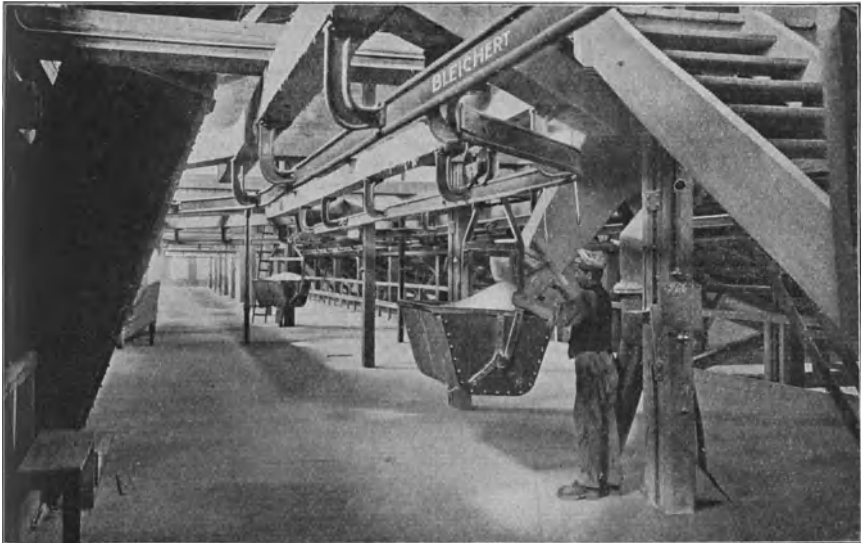


Abb. 471. Hängebahn im Lagerraum Schlettau (Bleichert).

246. Die Hängebahnen der Gewerkschaft Wintershall in Heringen.

In ähnlicher Weise arbeitet die ebenfalls von A. Bleichert & Co. gebaute Hängebahnanlage der Gewerkschaft Wintershall in Heringen a. d. Werra, die noch durch eine Elektrohängebahn und eine kurze Seilbahn vervollständigt ist.

Einen Blick in die Kühlhalle mit den Abzweigungen bis zu den einzelnen Bottichen, die im ganzen 250 m Gleis enthalten, gibt die Abb. 472 wieder. Im Bodenraum des Chlorkalium- und des Sulfatlagers sind je vier parallel laufende Hängebahnstränge vorhanden, die durch Weichen und Bogenstücke miteinander derart verbunden sind, daß die leeren Wagen immer wieder zurückgeführt werden können, ohne unnötige Umwege zu machen (Abb. 473). Beide Lager enthalten über 800 m Schienen.

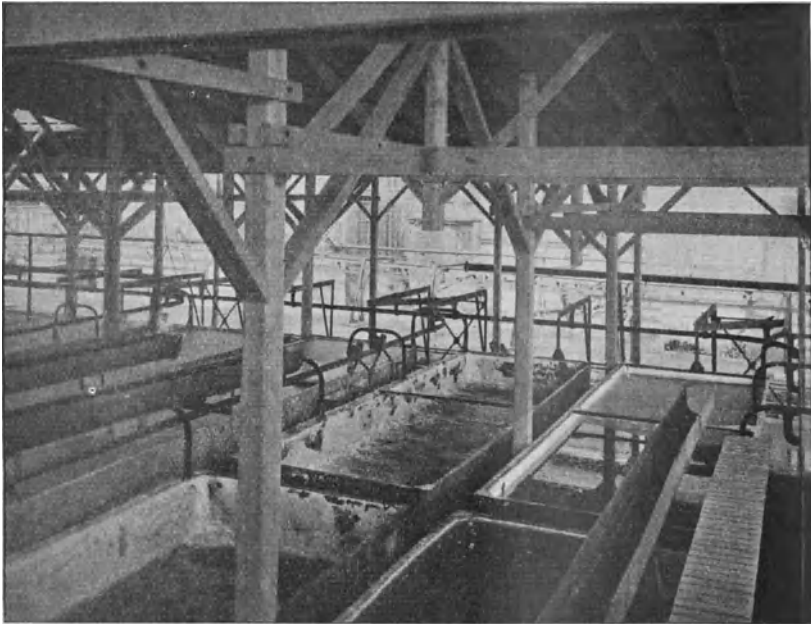


Abb. 472. Hängebahnen der Kühlhalle in Heringen (Bleichert).

247. Die Hängebahnen in der Gießerei von Munscheidt & Co.

Auch in anderen Betrieben, z. B. Maschinenfabriken und Gießereien, erweisen sich Hängebahnen mit Hand- oder elektrischem Betrieb eben deswegen so vorteilhaft, weil sie den Arbeits- und Lagerraum in keiner Weise einengen. Ein Beispiel dafür gibt die Abb. 474 nach einer Pohlischen Ausführung wieder, die einen Blick in die Gießerei der Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerke vorm. Munscheidt & Co. darstellt.



Abb. 473. Hängebahnen des Lager-
raumes in Heringen (Bleichert).

248. Verfahrbare Hängebahn- brücken für Gießereien usw.

Wenn man den Raum noch weiter frei halten will, so kann eine von Hand oder elektrisch verfahrbare Brücke eingebaut werden, die sich mit Weichen in bekannter Weise an die Längsstränge anschließt, wie das die Abb. 475 nach einer Bleichertschen Ausführung zeigt.

249. Die Zweischienenbahnen.

Eine Form für sich bilden die Zweischienen-Hängebahnen, die besonders von der Maschinenfabrik Kaiser & Co. gebaut werden. Sie sind hervorgegangen aus den Hängebahnen für Schlachthöfe und werden jetzt auch oft anderweitig benutzt.

Die Fahrbahn besteht hier gewöhnlich aus zweiebeneinander angeordneten I-Eisen, nur bei Anlagen für leichte Einzellasten aus zwei Hängebahnschienen. Sie werden durch Hängeeisen an entsprechend starken I-Tragschienen aufgehängt.

Die Laufkatze hat bei schweren Lasten vier Räder mit Kugellagerung, an welchen das Wagengehänge nach allen Richtungen beweglich befestigt ist, und zwar zwischen den Laufschienen herunterhängend. An den Hängestücken angebrachte kleine Rollensetzen das Gleiten beim An-

schleifen des Gehänges in den bekanntlich sehr geringen Rollwiderstand um. Man kann hiermit Lasten bis zu 3 t von einem Mann

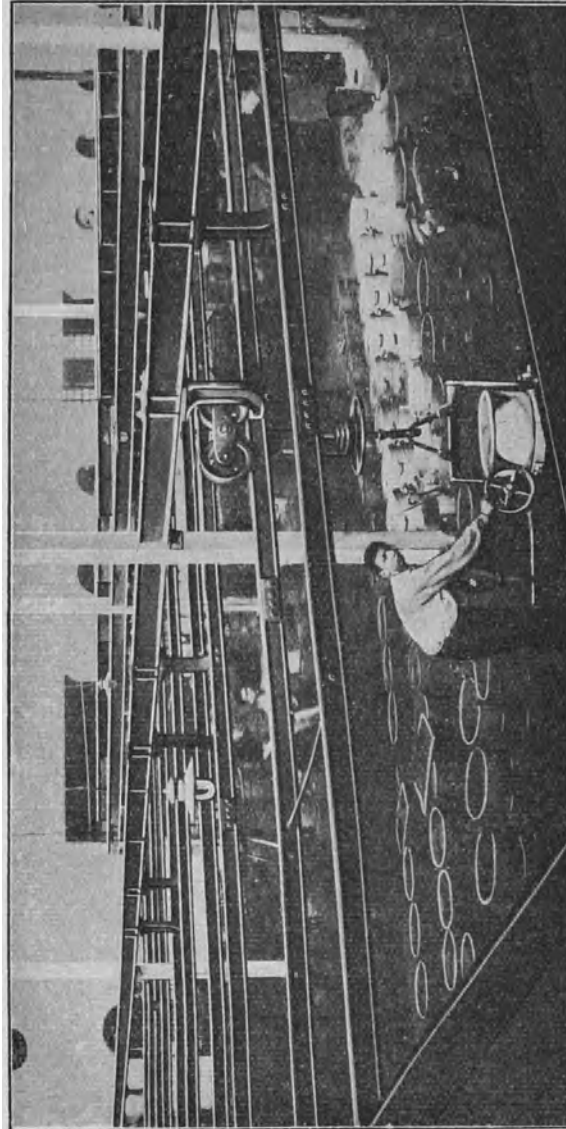
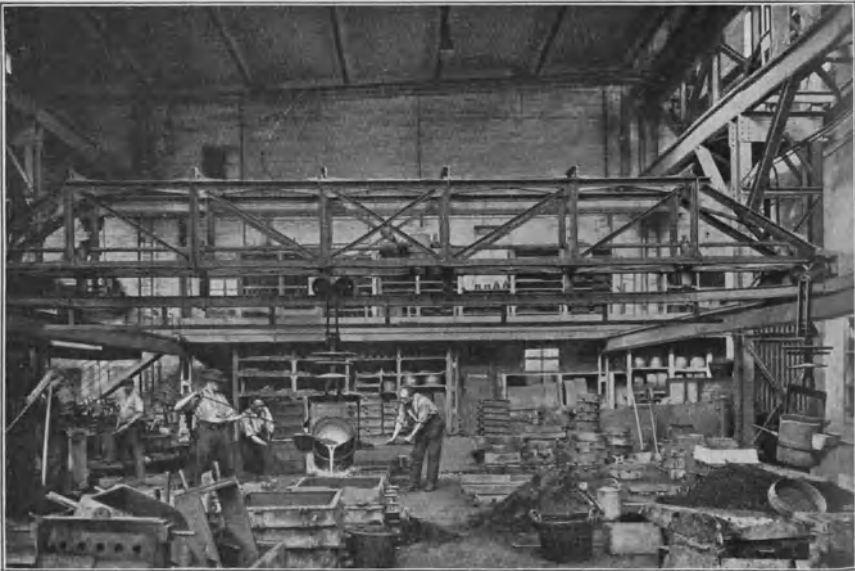


Abb. 474. Hängebahnen in der Gießerei von Munscheidt & Co. (Fohlig).

verschieben lassen. Leichte Lasten werden auch mit zweirädrigen Laufwerken gefahren.

Der Vorteil dieser Bauart ist, daß die Bahn mit festen Weichen und Kreuzungen arbeitet, die beliebig zusammengestellt werden können, wobei der Halbmesser der gekrümmten Schienen gewöhnlich nur 1 m beträgt. Die Weichenspitzen sind einfach in die Schienenenden eingesetzt und damit verfalzt, so daß die Durchfahrt stoßfrei stattfindet, ohne daß der Arbeiter mehr zu tun hat, als den Wagen nach der betreffenden Seite herüberzudrücken.

Natürlich ist der ganze Aufbau nicht unerheblich schwerer als der gewöhnlicher Hängebahnen.



bb. 475. Verfahrbare Hängebahnbrücke in einer Gießerei.

IV. Sonderbauarten von Drahtseilbahnen.

a) Die Drahtseilbahnen mit Pendelbetrieb.

250. Die allgemeinen baulichen Verhältnisse zweigleisiger Bahnen.

Bei verhältnismäßig kurzen Bahnen, die mindestens ein so großes Gefälle haben, daß sie unter allen Umständen von selbst gehen, wird oft die bisher beschriebene Anordnung mit einem ständig in derselben Richtung umlaufenden Zugseil verlassen, wenn die verlangte stündliche Förderleistung nur gering ist. Man verbindet dann mit dem Zugseil, das in der oberen Station über eine Bremsscheibe geht und in der unteren über eine Spansscheibe geführt wird, nur zwei Wagen, und zwar fest, ohne Benutzung einer lösbaren Kupplung. Der eine Wagen steht dann an der Beladestelle, wenn der zweite sich an der Entladestelle befindet. Die Einrichtung entspricht also einer Bremsberganlage (vgl. Abb. 324). Der heruntergehende volle Wagen zieht den leeren wieder in die Höhe und die Bahn muß jedesmal mit Hilfe der Bremsen stillgesetzt werden, wenn die Wagen in den Stationen angekommen sind.

Derartige Drahtseilbahnen mit Pendelbetrieb sind häufig wertvoll für kleinere Erzgruben, besonders von Kupfer, Nickel und anderen hochwertigen Erzen, deren Tagesförderung, in Kubikmetern ausgedrückt, eine verhältnismäßig kleine ist. Diese Gruben befinden sich ja gewöhnlich ziemlich hoch im Gebirge, während die Eisenbahn, der das geförderte Material zuzuführen ist, meistens in einiger Entfernung davon und wesentlich niedriger gelegen ist. Ebenso sind sie für den Transport von Holz aus sonst unzugänglichen Waldungen von Bedeutung.

Da auf beiden Seiten der Bahn dieselbe Last verkehrt, so werden die Tragseile, von Ausnahmefällen abgesehen, gewöhnlich in gleicher Stärke verlegt. Mit Rücksicht auf die ziemlich geringe Zahl von täglichen Transporten wählt man sie im allgemeinen schwächer als bei den bisher beschriebenen Anlagen; im Durchschnitt trifft etwa $d = 3 \cdot \sqrt[3]{2N}$ zu, worin N den Raddruck in kg angibt, während d in mm gemessen wird.

Um die Last unter allen Umständen sicher in der Gewalt zu haben, auch wenn etwa ein Bremsband reißen sollte, läßt man auf die obere Umführungsscheibe des Zugseils immer mehrere Bandbremsen einwirken, gewöhnlich drei, die so eingestellt werden, daß gerade die regelmäßige Fahrgeschwindigkeit innegehalten wird, die zwischen 3 und 6 m/sek zu liegen pfllegt.

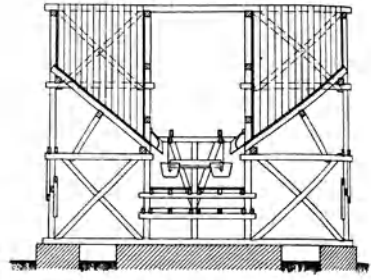
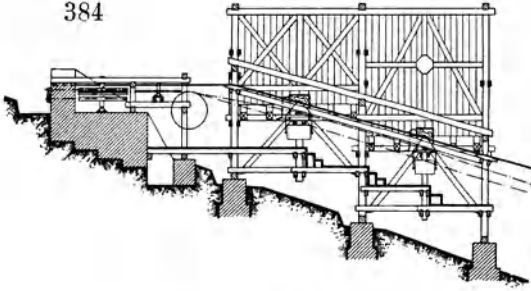
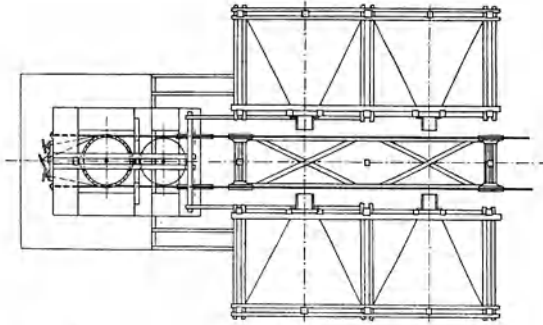


Abb. 476. Beladestation der
Erztransportbahn Catémou
(Bleichert).



251. Die Bahn der Kupfer- minen von Catémou (Chile).

Da der Wagen abwechselnd auf dem einen oder anderen Tragseil ankommt und nicht vom Zugseil gelöst wird, so müssen bei Erztransportbahnen sowohl die Füllrumpfe in der Beladestation als auch die Entladestellen zu beiden Seiten der Station angeordnet

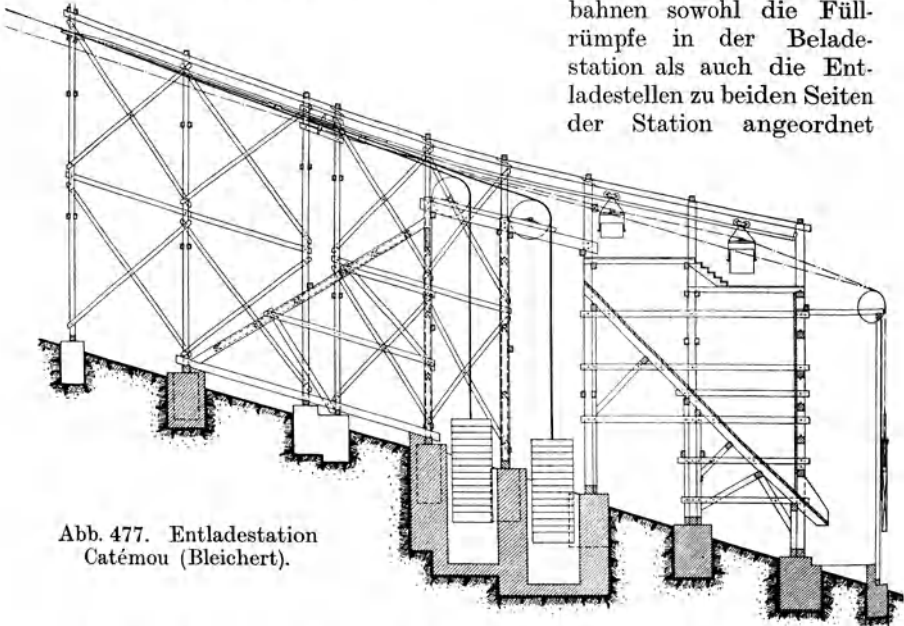
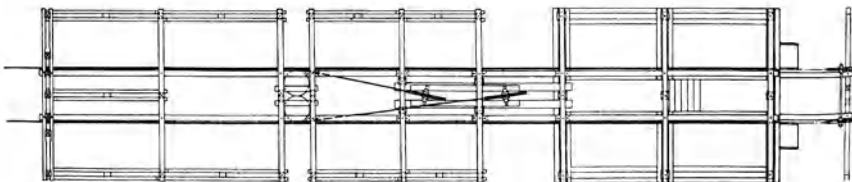


Abb. 477. Entladestation
Catémou (Bleichert).



sein. Die zweckmäßige Einrichtung der beiden Stationen veranschaulichen die Abb. 476 und 477 näher. Die erstere zeigt die obere Belade- und Bremsstation der chilenischen Kupferminen von Catémou, in der die Tragseile fest verankert sind, die zweite die Entlade- und Spannstation derselben Bahn. Das Längsprofil dieser von A. Bleichert & Co.

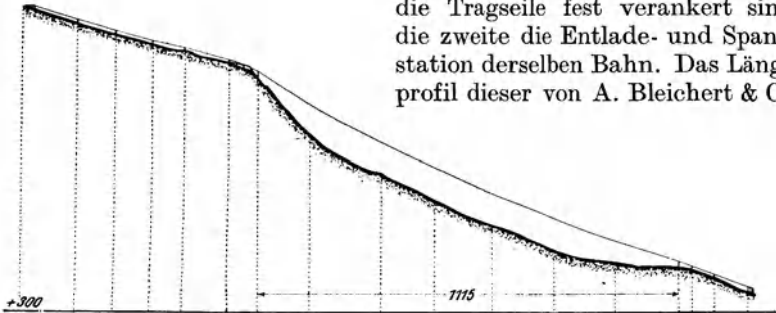


Abb. 478. Längsprofil der Erztransportbahn Catémou (Bleichert).

erbauten Anlage ist in Abb. 478 wiedergegeben. Da das Tal nicht tief genug ist, um den ganzen Durchhang des nur verhältnismäßig schwach angespannten Zugseils aufzunehmen, so mußte in der Mitte der freien Spannweite von 1115 m Länge noch eine besondere Zugseilunterstützung an den Tragseilen aufgehängt werden.

252. Die Holztransportbahn bei Oberaudorf.

Eine andere Anlage der Art wurde von A. Bleichert & Co. zum Transport von Holz für das Forstamt Oberaudorf in Bayern ausgeführt. Die Bahn, die Abb. 479 in der ganzen Ausdehnung zeigt, hat nur die in wagerechter Richtung gemessene Länge von 660 m, dabei aber ein Gefälle von 311 m. Sie fördert auf einer Fahrt $3,5 \text{ m}^3$ Rundholz an zwei Gehängen. Da die Beladung hier naturgemäß verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nimmt, so werden

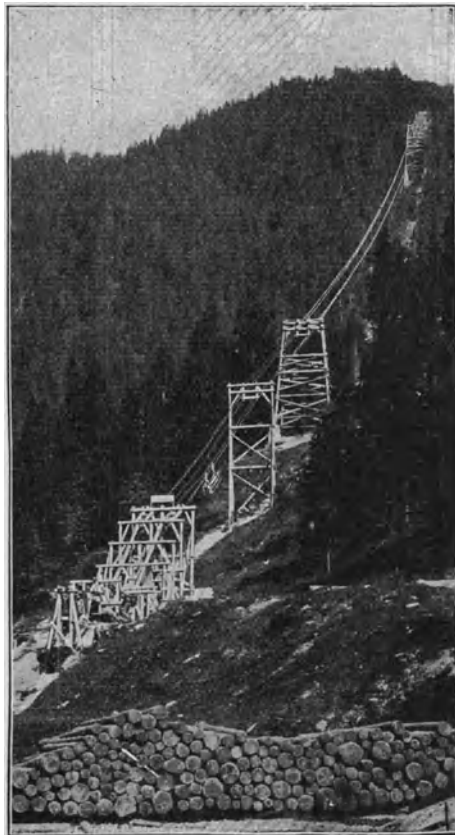


Abb. 479. Holztransportbahn bei Oberaudorf (Bleichert).

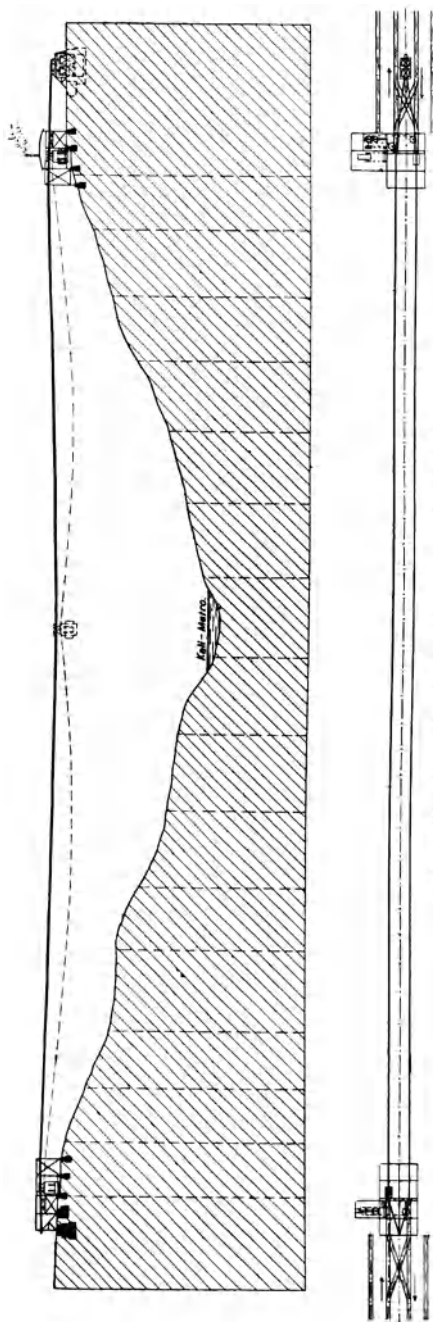


Abb. 480. Schwebefähre auf Java (Bleichert).

in der Stunde nur 6 Fahrten gemacht. Trotzdem ist die Bahn, dank ihrer einfachen Bauart, wirtschaftlich, obwohl sie nur ganz kurze Zeit im Jahr arbeitet.

253. Die Schwebefähre auf Java.

Während die Bahnen mit Pendelbetrieb gewöhnlich wegen ihres starken Gefälles von selbst laufen, braucht die in Skizze 480 wiedergegebene Anlage mit wagemrecht ausgespannten Trageseilen Dampfkraft zum Antrieb.

Sie wurde von A. Bleichert & Co. für die Zuckerfabrik Panggongredjo auf Java erbaut. Jenseits des Kali-Metro-Flusses wird das geerntete Zuckerrohr in großen Schmalspurwagen herangebracht, die auf den Schwebebahnwagen gefahren werden, der dann von dem Zugseil zur Fabrik herübergezogen wird.

254. Eingleisige Bahnen.

Eine weitere Vereinfachung ist noch dadurch möglich, daß man nur ein einziges Laufseil ausspannt, auf dem dann ein Wagen von dem stets einen geschlossenen Ring bildenden Zugseil hin und her bewegt wird. Die Leistungsfähigkeit der Anlage ist naturgemäß recht gering.

Aber dadurch, daß der Fortfall des einen Trageseils, die Herabsetzung des Wagenparkes auf einen einzigen Wagen und die so mögliche leichtere Bauart der Stützen und Stationen die Anlagekosten stark heruntersetzen, erlangen diese Bahnen Wert für Betriebe, die nur kleine Fördermengen zu bewältigen haben.

255. Die Pendelbahn der Harkortschen Bergwerke in Beutnitz.

Das Längsprofil einer solchen Anlage zeigt die Abb. 481 nach einer Zeichnung der Maschinenfabrik Kaiser & Co. Eine hölzerne Stütze brachte bereits die Abb. 481 bei.

Die dargestellte Bahn fördert stündlich 5 t Steine bei Einzel- ladungen von je 880 kg. Die Ent- leerung in der unteren Station ge-

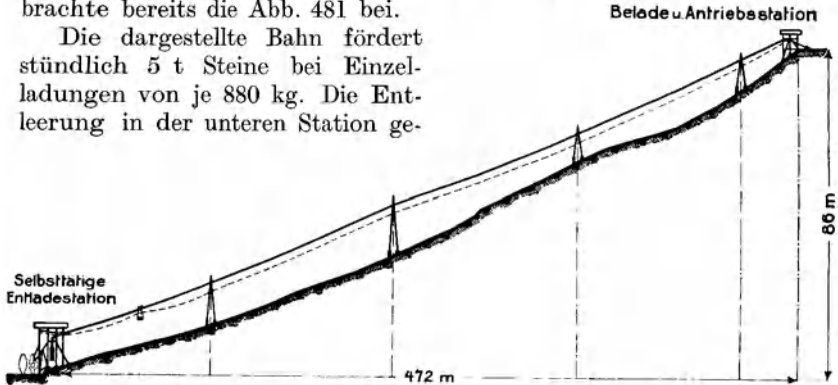


Abb. 481. Längsprofil der Pendelbahn der Harkortschen Bergwerke in Beutnitz (Kaiser & Co.).

schieht ganz selbsttätig. Zum Heraufziehen des leeren Wagens ist ein Antriebsmotor von 6 PS Leistung aufgestellt.

Wollte man die gleiche Menge über das hier vorliegende Gefälle etwa mit Lastkraftwagen schaffen, so wäre ein großer Umweg dafür nötig. Und die Kosten eines solchen Weges einschließlich der für den Grunderwerb sind erheblich höher als die der einfachen kurzen Seilbahn.

256. Die Pendelbahn der Kötitzer Leder- und Wachstuch-Werke A.-G.

Die Gesamtanordnung der ebenfalls von Kaiser & Co. gelieferten Bahn gibt die Abb. 482 wieder. Die Bahnlänge beträgt 110 m, der

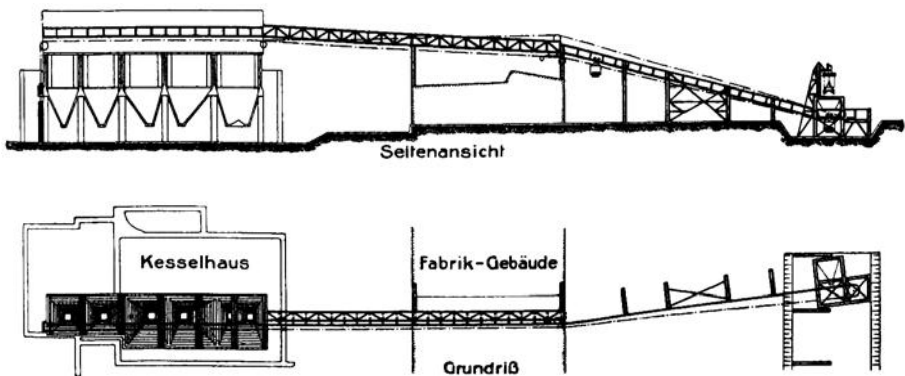


Abb. 482. Gesamtanordnung der Pendelbahn in Kötitz (Kaiser & Co.).

Höhenunterschied 14 m. Gefördert wird Braunkohle in Einzelladungen von je 700 kg, insgesamt 10 t/St.

An Stelle des Tragseiles ist hier eine gewöhnliche Hängebahnschiene als Tragbahn gewählt worden, weil der größere Teil der Bahn über ein Werkstättendach mit Oberlicht hinweggeht, so daß sich die feste Laufbahn, von der Abb. 483 einen Teil veranschaulicht, einfacher machte.

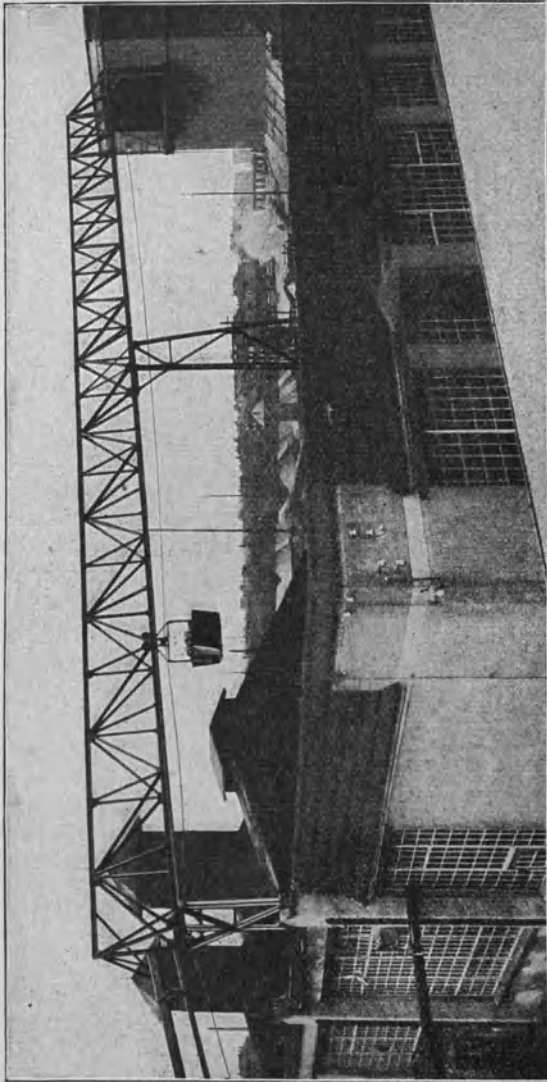


Abb. 483. Übergang der Kötitzer Pendelbahn über das Werkstättendach.

Die Entleerung im Kesselhaus erfolgt, ohne daß jemand dabei ist; nur in der Belade- und Antriebsstation ist ein Mann tätig. Damit nun der Antrieb selbsttätig umgeschaltet wird, wenn der Förderwagen in der

Gegenstation entleert ist, wurde die in Abb. 484 dargestellte mechanische Umschaltvorrichtung eingebaut.

Die beiden Antriebsriemen sind in Gabeln über drei Scheiben verschiebbar, von denen nur die mittlere l auf der Welle fest sitzt; die beiden äußeren k sind lose. Eine

Stirnradübersetzung o und die Kegelradübersetzung p bewegen die in wagerechter

Ebene liegende Seilscheibe q . Auf

der Antriebswelle sitzt noch die Scheibe für die doppelte Backenbremse m . Der herankommende leere Wagen stößt gegen einen Winkelhebel $a-b$, der mit Hilfe eines Seilzuges $b-f$ den bisher wirkenden Treibriemen auf die Losscheibe verschiebt. Der Arbeiter

öffnet darauf mit dem Seilzug $h-i$ die Klappe der Beladeschurre und bewegt dann vermittels eines Handhebels mit Feststellvorrichtung den Hebel $c-d$, der durch den Seilzug $c-e$ den Riemen für den Rückwärtsgang einrückt. Ist der Wagen in der Gegenstation angekommen,

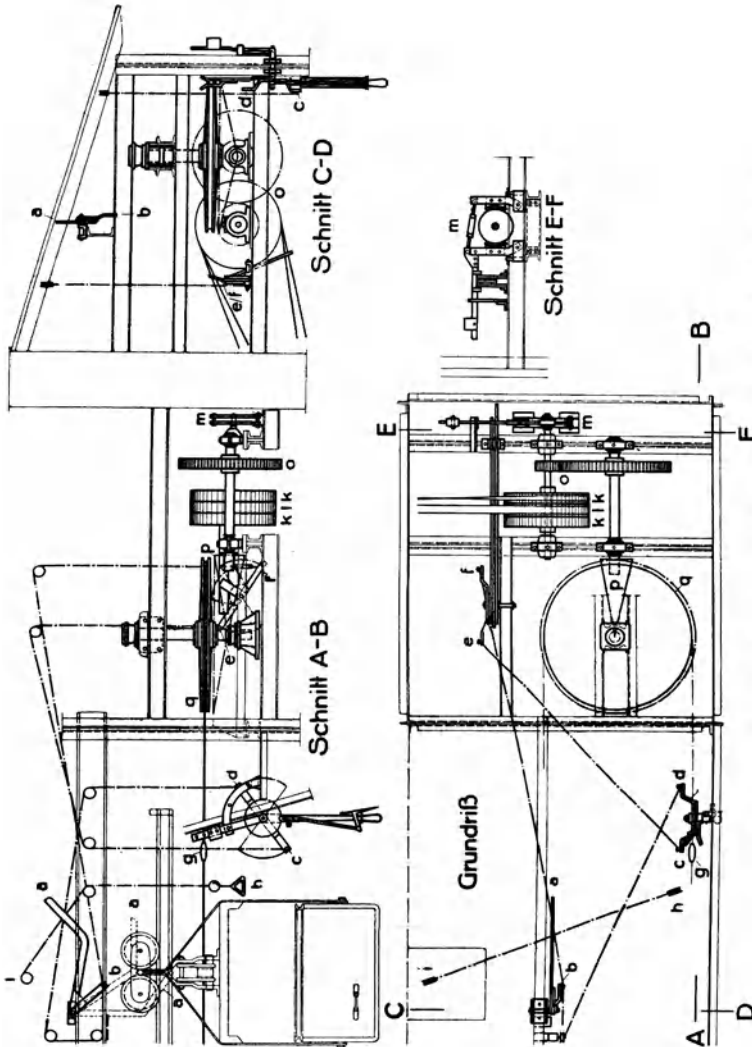


Abb. 484. Umschaltvorrichtung der Kötitzer Pendelbahn (Kaiser & Co.)

so entleert er sich durch Umkippen des Kastens. In dem Augenblick stößt in der Beladestation eine Muffe g , die auf dem Zugseil befestigt ist, gegen einen Arm des Drehhebels $c-d$ und verschiebt dadurch die Antriebsriemen in die Umkehrstellung.

257. Die Pendelbahn der Zuckerfabrik Emmerthal.

Auch bei diesen einfachsten Anlagen hat man das Durchfahren von Kurven am Zugseil möglich gemacht, wie die Abb. 485 erkennen läßt. Sie stellt eine von A. W. Mackensen gebaute selbsttätige Bahn zur Abbeförderung des Scheideschlammes nach der Halde dar. An den einfachen Stützen, durch deren obere Öffnung der Wagen durchfährt, hängt ein I-Träger als Schiene, auf dessen Unterflansch der vierrädrige Wagen läuft. Die Schiene geht bis in den Pressenraum der Fabrik, wo

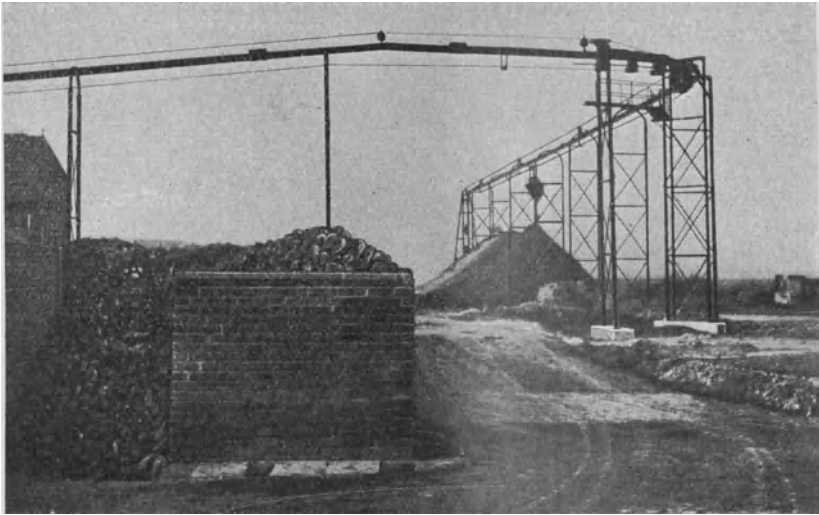


Abb. 485. Selbsttätige Pendelbahn mit eingelegerter Kurve (Mackensen).

der dort beladene Wagen von Hand so weit vorgeschoben wird, bis er sich selbsttätig mit dem stetig umlaufenden Zugseil kuppelt. Die Umführung beider Seilträger sowohl über die Kurve als auch über die geraden Teile der Strecke ist in Abb. 485 deutlich erkennbar.

Die Entladung geschieht ebenfalls selbsttätig durch Anstoßen an einen einstellbaren Anschlag. Gleichzeitig löst sich der Wagen vom Zugseil und rollt darauf auf der zum Pressenraum etwas abfallenden Schiene von selbst zurück, ohne daß der Antrieb des Seiles umgeschaltet wird.

b) Die Einseilbahnen.

258. Die Hauptgesichtspunkte des englischen Systems.

Genau so wie das deutsche Seilbahnsystem mit den festliegenden Trageseilen und dem umlaufenden Zugseil von den ersten Ausführungen Bleicherts und Obachs bis in die Neuzeit eine weitgehende Entwicklung durchgemacht hat, ist auch das englische System, bei dem die Wagengehänge unmittelbar auf dem Zugseil sitzen, seit Hodgson weiter vervollkommen worden.

Sein Hauptvorteil ist entschieden der, daß die Anlage durch den Wegfall der ziemlich schweren und stark angespannten Tragseile geringere Beschaffungskosten erfordert. Dagegen ist die Größe der in einem Wagenkasten aufzunehmenden Menge begrenzt, da eine hohe Einzellast das naturgemäß gering gespannte Zugseil zwischen den Stützen zu weit durchdrücken und demgemäß zu stark knicken würde. Aus demselben Grunde ist der Wagenabstand immer ziemlich groß zu halten, so daß die stündliche Fördermenge einer solchen Anlage gewöhnlich nicht mehr als 10 t beträgt.

Unter Umständen können natürlich auch größere Mengen gefördert werden. Jedoch ist zu beachten, daß das Zugseil, das ja gleichzeitig die Last trägt,

immer stärker gespannt werden muß als das der Zweiseilbahnen. Dadurch wird aber ein entsprechend größerer Reibungsverlust im Triebwerk, ein stärkerer Verbrauch an

Schmiermaterial und schließlich eine größere Abnutzung der bewegten Teile hervorgerufen. Nach den in Deutschland üblichen Grundsätzen

über die Wirtschaftlichkeit von maschinellen Anlagen können die Einseilbahnen deshalb nicht für größere Förderleistungen in Frage kommen. Immerhin haben sie, besonders für koloniale Gebiete, an der richtigen Stelle ihre Bedeutung.

Die Einrichtung der Stützen unterscheidet sich dadurch von der bisher gezeigten, daß an Stelle der Auflagerschuhe fliegend gelagerte Seiltragrollen aufgebracht sind, wie Abb. 486 nach einer Bleichertschen Zeichnung zeigt.

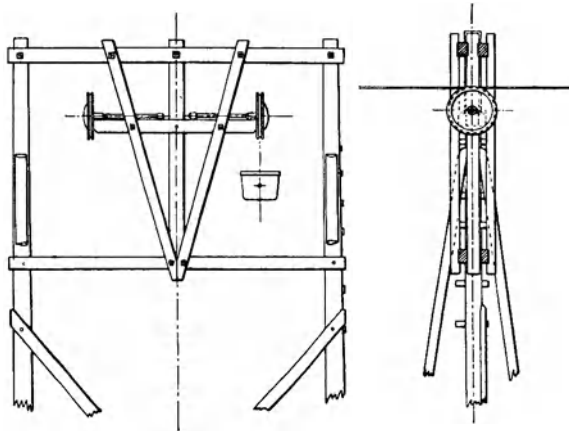


Abb. 486. Stütze einer Einseilbahn (Bleichert).

259. Die Bahnen nach Hodgson, die Anlage bei Bilbao.

Hodgson und seine Nachfolger ließen das Gehänge einfach mit einem langen Auflagerschuh (vgl. Abb. 13) auf dem Zugseil ruhen. Um bei geneigten Strecken die Reibung zwischen Seil und Auflagerschuh so groß wie möglich zu machen, versah man den Schuh mit einer Holzeinlage. Später verwendete man auch vielfach Kautschukeinlagen. Aber auch dann ist bei einem reichlich geschmierten Seil die Reibungsziffer nicht höher als $\frac{1}{6}$ anzusetzen, besonders wenn man berücksichtigt, daß bei dem stets mit einem gewissen Stoß verbundenen Übergang über eine Tragscheibe eine Lockerung und daher leicht ein Rutschen eintritt.

Seilbahnen nach Hodgson dürfen deshalb an keiner Stelle eine größere Neigung als etwa 1 : 7 aufweisen. Außerdem müssen die Stützen auf etwas geneigter Strecke verhältnismäßig dicht beieinander stehen,

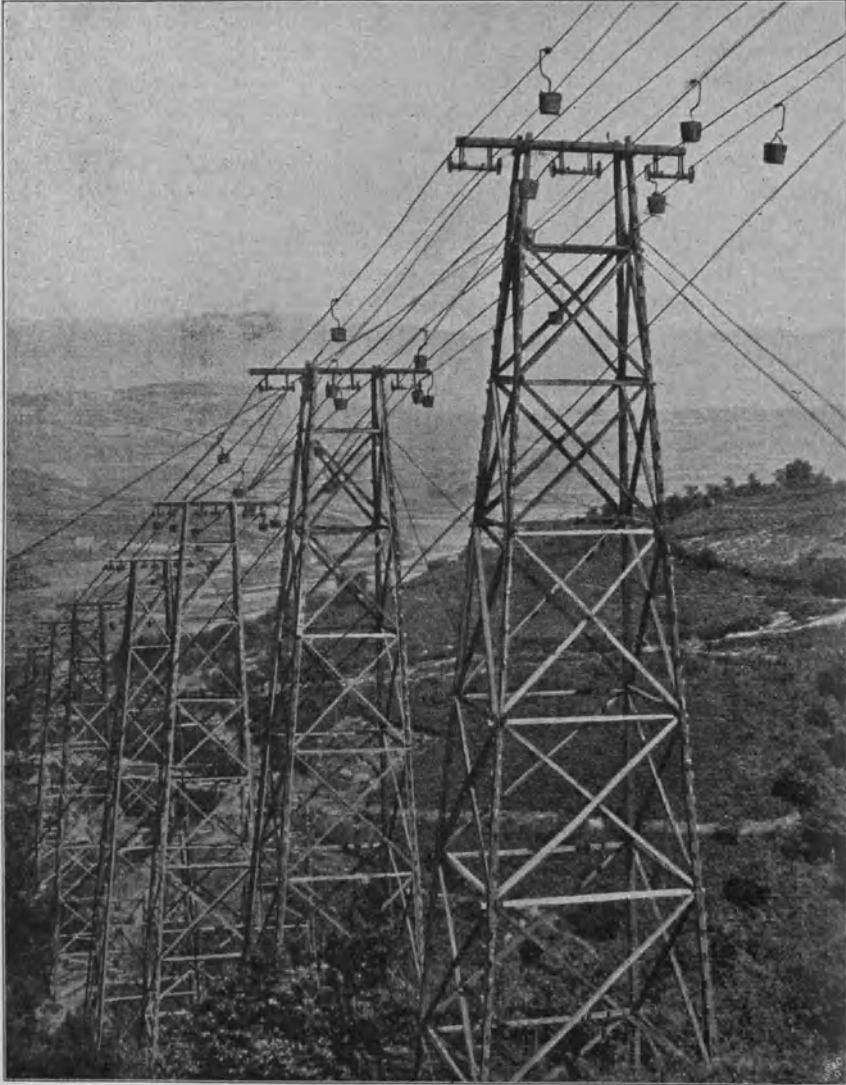


Abb. 487. Dreifache Seilbahn nach Hodgson bei Bilbao.

damit nicht der Durchhang dazwischen schon das Grenzverhältnis der Neigung 1 : 6 herbeiführt

Da also die Linienführung sich dem Gelände nicht anpassen kann, so ergeben sich häufig recht hohe Stützen in dichter Folge, wie die

Abb. 487 erkennen läßt. Um die verlangte große Förderleistung zu erzielen, sind hier an demselben Gestänge drei Bahnen verlegt worden.

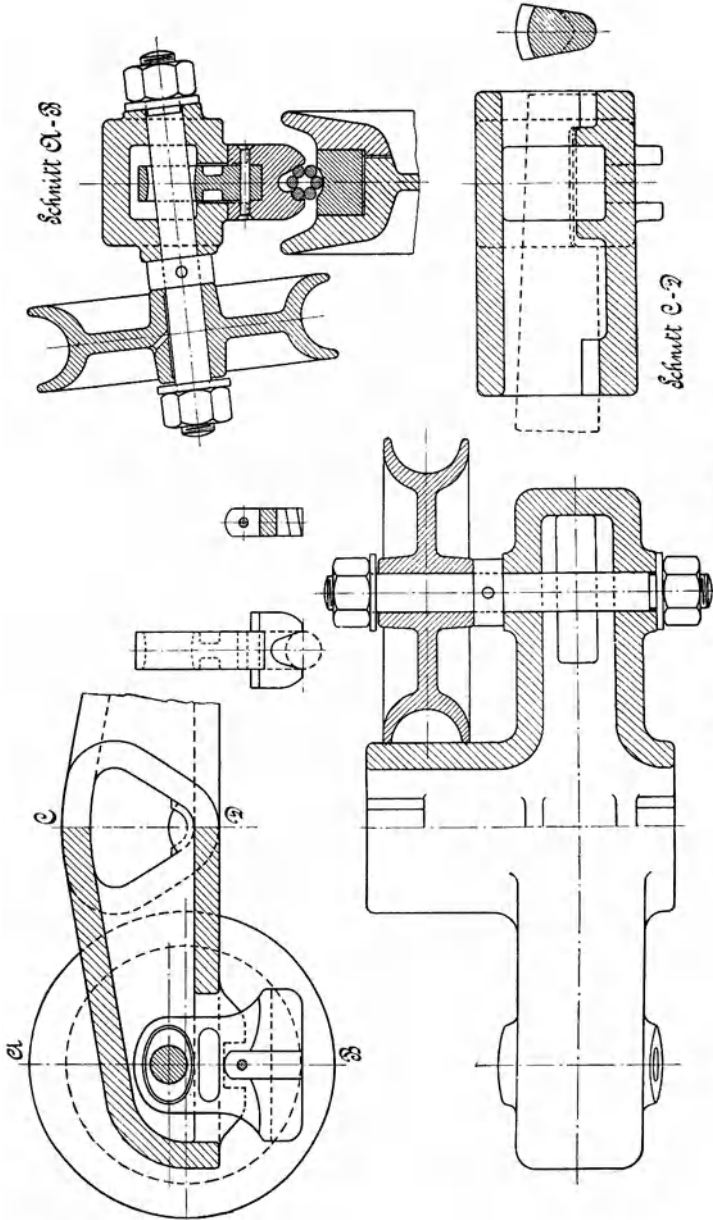


Abb. 488. Tragsattel von Roe.

Und dieselbe bei Bilbao gelegene Erzgrube hat schließlich im Laufe ihrer Entwicklung drei solcher dreifachen Anlagen dicht nebeneinander

bauen müssen. Die Gesamtkosten betragen naturgemäß ganz erheblich mehr als die einer einzigen Anlage deutschen Systems, die dieselbe Leistungsfähigkeit besitzt. Sie sind jedoch auf eine längere Reihe von Jahren verteilt und aus den laufenden Erträgen der Grube bezahlt worden.

260. Die Bahnen nach Roe.

Das System wurde ganz wesentlich durch Roe verbessert. Er benutzte zur Verbindung des Tragsattels mit dem Seil das Bestreben des letzteren, sich unter dem Einfluß der Zugkraft etwas aufzudrehen. Dieser in Abb. 488 dargestellte Sattel besteht aus einem als Hohlgußkörper hergestellten Hebel, in dem zwei Tragschuhe in der Längsrichtung frei beweglich angeordnet sind, so daß sie sich jeder Neigung des Seils bequem anschließen können; auch nach oben und unten besitzen sie eine gewisse, allerdings geringere Beweglichkeit. In die Schuhe ist nun eine nur 1,5 cm breite Stahlnase eingesetzt, die in die Seillitzen eingreift und darin durch den Drall des Seiles und das Gewicht des angehängten Förderkübels festgeklemmt wird. Diese Klemmvorrichtung genügt durchaus bis zu Neigungen von 1 : 2,5. Zu reichliche Schmierung oder Vereisung des Seiles haben fast gar keinen Einfluß auf die Wirkung des Apparates. Für die Fortbewegung des Wagens auf den Hängbahnschienen der Stationen sind seitlich zwei kleine Laufrollen angebracht.

261. Die Gewichtskupplung von Etcheverry.

Heutzutage wird in Deutschland hauptsächlich die von Etcheverry in Übertragung des Bleichertschen Gewichtskuppelapparates auf die

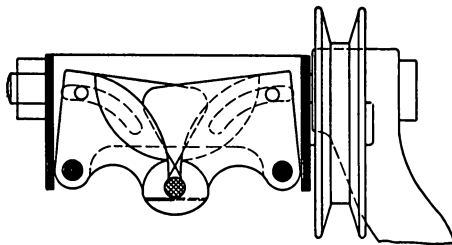


Abb. 489. Gewichtskupplung von Etcheverry.

Verhältnisse der Einseilbahnen erfundene Kupplung benutzt, deren erste Ausführungsform die Abb. 489 wiedergibt. An einem Querarm befinden sich zwei Viertelkreisstücke, die um parallel zum Seil gelagerte Bolzen schwingen und deren Enden so ausgebildet sind, daß sie das Seil nahezu vollständig umfassen. Geführt

werden die Klauen mittels je eines Stiftes in entsprechenden Aussparungen des Querarmes. Läuft der Wagen mit den Tragrollen auf die etwas erhöhte Schiene der Station auf, so sinken die Viertelkreisstücke nach unten, und ihre klauenförmigen Ansätze geben das Seil frei.

Damit erst erhielt die Einseilbahn dieselbe Anpassungsfähigkeit an das Gelände wie die Zweiseilbahnen.

262. Die Bahn der Omine Naval Briquette Factory in Japan.

Man kann jetzt Streckenverhältnisse überwinden, wie die in Abb. 490 gezeigten, deren Höhen der Deutlichkeit halber im 3,7 fachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Es ist das Profil einer von A. Bleichert & Co. in Japan gebauten Anlage für 10 t/St Förderleistung, die noch dadurch

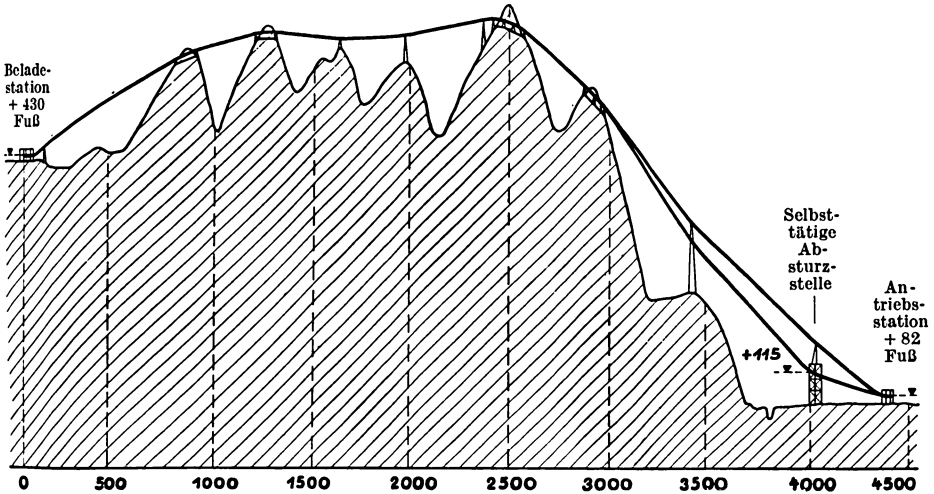


Abb. 490. Längsprofil einer Einseilbahn in Japan (Bleichert).

ausgezeichnet ist, daß der die Nutzlast bringende Seilstrang tiefer nach einem Füllrumpf heruntergezogen ist, in den die Kohle selbsttätig abgestürzt wird.

263. Die tiefste Lage des Seiles und seine Auflagerung.

In der Senke werden die Auflagerpunkte des Seiles in einer Parabel angeordnet, deren größter Pfeil jedoch höchstens die Hälfte des der Gesamtlänge des betreffenden Abschnittes und der zugehörigen Seilspannung entsprechenden freien Durchhanges beträgt.

Um den Übergang des Seiles über die Stützpunkte möglichst günstig zu gestalten, hat Roe die in Abb. 491 schematisch dargestellte mehrfache Auflagerung für das Seil eingeführt, die Abb. 492 nach einer Ausführung von ihm selbst wiedergibt. Sie findet selbstverständlich nur auf der Seite der beladenen Wagen Anwendung und nur dann, wenn sonst die Ablenkung des Seiles auf einer Rolle oder einem Rollenpaar zu groß ausfallen würde.

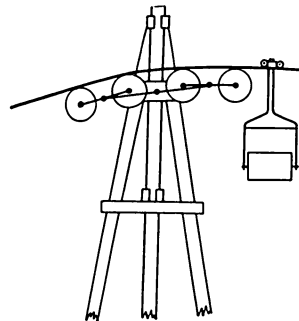


Abb. 491. Mehrfache Auflagerung des Zugseils.

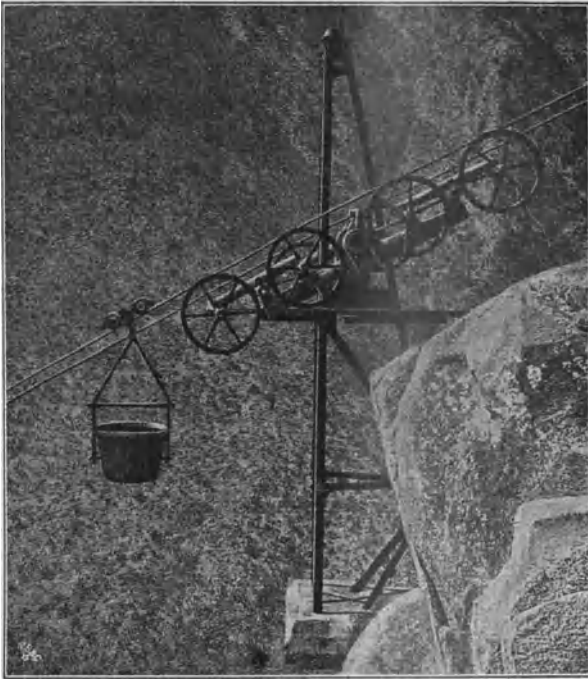
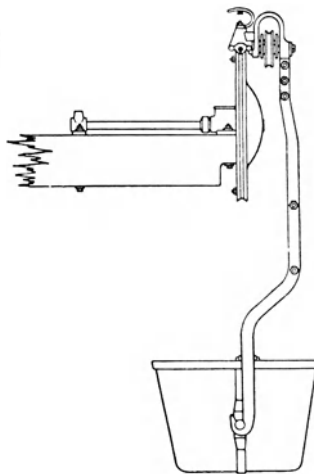
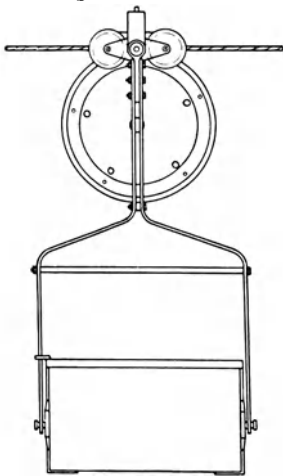


Abb. 492. Stütze mit vierfacher Seilaufagerung (Roe).

264. Weitere Einzelheiten.

Eine von A. Bleichert & Co. mehrfach gewählte Ausführung des Gehänges und der einfachen Zugseiltragscheibe enthält die Abb. 493,



und das Streckenbild einer damit versehenen Bahn gibt die Abb. 494 wieder. Kennzeichnend ist die gegenüber den

Zweiseilbahnen gleicher Herkunft erheblich leichtere Ausführung des ganzen Stützenbaues. Die Anordnung der einfachen Beladestation einer Bremsseilbahn zeigt die Abb. 495 nach

Abb. 493. Wagen für Einseilbahnen (Bleichert).

einer englischen Skizze; den Auslauf aus einer solchen Station stellt die Abb. 496 nach einer Bleichertschen Ausführung dar.

Die Stärke des Zugseiles muß sich nach der Belastung durch die Wagen richten, und eine einfache Rechnung lehrt, daß der Drahtquerschnitt F des Seiles proportional der Gesamtbelastung durch die Nutzlast P und das Wagen-
gewicht p sein muß, damit der Durchhang bei gleichem Stahlmaterial und gleichem Stützenabstand derselbe bleibt. Roe wählte gewöhnlich das Verhältnis

$$\frac{P + p}{F} = 300 \text{ kg/cm}^2$$

bei Stahlseilen von

$$14\,000 \text{ kg/cm}^2$$

Zerreißfestigkeit, die meist so



Abb. 494. Streckenbild einer Einseilbahn (Bleichert).

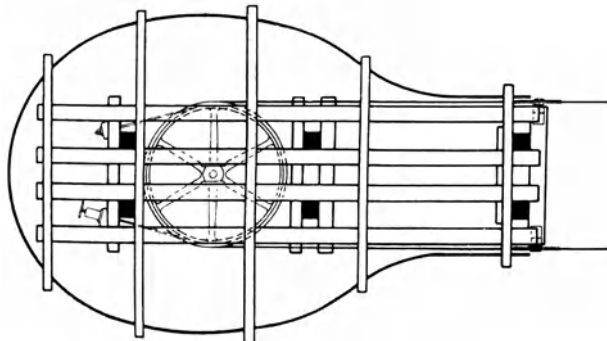
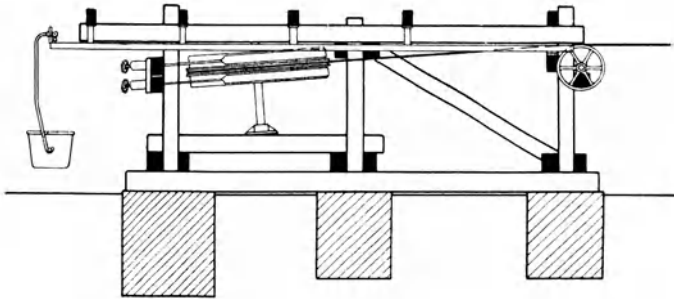


Abb. 495. Bremsstation einer Einseilbahn (Roe).



Abb. 496. Beladestation einer Einseilbahn.

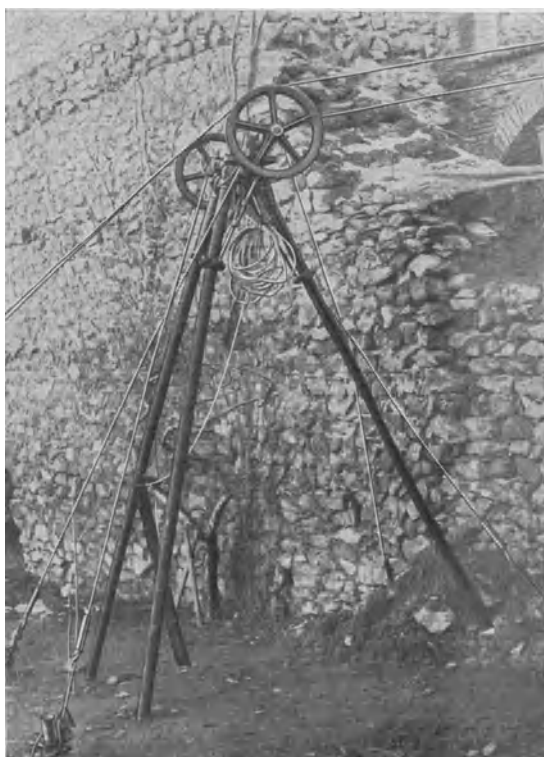


Abb. 497. Stütze aus Stahlrohren nach Maglietta.

stark angespannt werden, daß die Sicherheit auf der geraden Strecke noch etwa $\epsilon = 8$ ist.

Auch die Fördergeschwindigkeit wird von der Größe der Einzellast abhängig gemacht. Sie beträgt i. M. bei Einzellasten von 300 kg ungefähr 2 m/sek und steigt bei kleineren Lasten bis zu 120 kg auf etwa 3 m/sek. Bei größeren geht sie bis auf etwa 1,2 m/sek herunter.

265. Die Militärseilbahn von Maglietta.

Die Bedeutung der Einseilbahnen ist durch ihre militärische Verwendung ganz erheblich gewachsen. Schon etwa

1908 hatte der italienische Offizier Maglietta das Einseilsystem dadurch für militärische Zwecke eingerichtet, daß alle Bauteile aus einigen wenigen, immer gleichen und leicht zu befördernden Stücken zusammengesetzt wurden. So wurden die Stützen aus leichten Stahlrohren mit Hilfe von Klemmschellen zusammengebaut und durch einige Spannseile am Erdboden verankert, wie die Abb. 497 veranschaulicht. Auch das Zugseil, mit dem die Wagen fest verbunden wurden, bestand aus mehreren Stücken gleicher Länge, die durch besondere Gelenkkupplungen vereinigt wurden, deren Form gestattete, daß sie leicht über die Trag- und Umführungsseilscheiben hinweggingen.

Ebenso wurden die Endstationen aus Stahlrohren und Profileisenbahnschienen zusammengesetzt. Die eine Station wurde je nach Bedarf als Brems- oder Antriebsstation benutzt, wobei die Antriebsenergie von einem leichten Benzinmotor geliefert wurde. Die zweite Endstation erhielt nur die von einer Schraubenspindel angezogene Spannscheibe. Das größte vorkommende Einzelgewicht von Stationsteilen betrug nur 150 kg.

266. Die deutschen Feldseilbahnen.

Von den deutschen Firmen und militärischen Stellen wurde diese weitgehende Beweglichkeit von vornherein nicht für nötig gehalten. Die Seilbahnen gehen ja nicht, wie etwa Fernsprechanlagen, mit den Truppen mit, sondern bleiben nach ihrer Errichtung dauernd an derselben Stelle, solange die betreffende Gegend überhaupt noch militärisches Interesse hat.

Allerdings wurden zuerst nur verhältnismäßig leichte Anlagen für Nutzlasten bis zu 100 kg gebaut, später erhöhte man die Regellast auf 150 kg und ging schließlich bis zu 250 kg.

Alle Einzelheiten wurden anfänglich so ausgebildet, daß die Lieferungen der verschiedenen Firmen untereinander ausgetauscht werden konnten, jedoch bildeten sich sehr bald Sonderbauarten aus. Immerhin wurde durchweg mit demselben Zugseil von 18 mm Durchmesser und 18 000 kg/cm² Zerreißfestigkeit des Drahtmaterials gearbeitet, dessen Geschwindigkeit 1,5 m/sek betrug. Da sich das Gewicht der benutzten Gehänge i. M. auf 50 kg belief, so war also bei $F = 1,32 \text{ cm}^2$ Querschnitt der Seildrähte der Quotient $\frac{P+p}{F} \sim 150 \text{ kg/cm}^2$. Als geringste Anspannung in der Spannstation wurde $S_{\min} = 1500 \text{ kg}$ festgesetzt, die mit einem Dynamometer ständig überwacht und nötigenfalls vermittels eines Flaschenzuges danach eingestellt wurde. Bei $\epsilon = 8$ facher Sicherheit war dann die höchste Anspannung $S_{\max} = 3000 \text{ kg}$. Die größte Bahnlänge, die mit einem gespleißten Zugseil bewältigt werden sollte, wurde zu 7500 m festgelegt.

Bei steileren Anlagen wird nun durch das Eigengewicht des Seiles von rund $\frac{5}{4} \text{ kg}$ und der entsprechenden Seitenkraft der Wagengewichte die größte Anspannung bald erreicht. Um auch Nichtfachleuten eine schnelle überschlägige Bestimmung der zulässigen Höhe und Länge der

Bahn zu ermöglichen, ist die folgende Tafel berechnet worden unter Voraussetzung der Förderung nach oben.

	Höhenunterschied h zwischen den End- stationen			Größe zulässige Bahnlänge L			Mittlerer Leistungs- bedarf im Sommer		
	m	m	m	m	m	m	PS	PS	PS
Förderleistung Q t/St	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Wagenabstand t sek	108	54	36	108	54	36	108	54	36
„ „ a m	162	81	54	162	81	54	162	81	54
Zulässige freie Spann- weite m	500	400	300	500	400	300	500	400	300
	0	0	0	7500	7500	7500	16	25	28
	200	100	50	7500	7500	7070	20	27	30
	400	150	100	7500	7500	6150	25	29	30
	443	200	150	7500	7080	5220	26	30	30
	460	250	200	6650	6290	4173	25	30	30
	480	275	220	5650	5700	3500	23	30	28
	500	300	240	4650	4450	2500	22	27	26
	520	325	260	3650	3200	1500	20	25	24
	540	350	274	2650	1950	820	18	22	22
	559	367	—	1680	1100	—	17	20	—

Um auch im Winter und unter sonstigen ungünstigen Umständen den Betrieb sicher durchzuführen, wurde die Leistung des Antriebmotors durchweg zu 35 PS gewählt. Man erzielte dadurch auch den Vorteil, daß nur eine einzige Motorengröße im Lager zu halten war.

Damit auch der Aufbau einer derartigen Bahn von nicht auf diesem Sondergebiet erfahrenen Ingenieuren oder Bautechnikern in richtiger Weise ausgeführt werden konnte, wurden Kurvenschablonen (Bleichert, Heckel) oder Pauspapierblätter mit aufgetragenen Kurven (Pohlig) herausgegeben, die die Parabeln enthielten, auf der die Stützpunkte in einer Talsenke liegen müssen. Die Pauspapierblätter gaben gleichzeitig noch die Lastwegparabeln an.

Auch über die sonstige Anordnung wurden genaue Angaben in den betreffenden Bau- und Betriebsvorschriften gemacht, so z. B., daß die Stützenabstände bzw. ihre Vielfache nicht mit den Wagenabständen bzw. ihren Vielfachen zusammenfallen dürfen, daß die Stützenhöhe auf annähernd gerade steigendem Gelände bei etwa 70 m Stützenentfernung unter Regelverhältnissen etwa 6–8 m betragen soll, daß bei Übergängen über Bergkuppen die Abstände und Höhen der Stützen möglichst klein zu machen sind — höchstens 40 m Abstand und $3\frac{1}{2}$ bis 5 m Höhe —, daß der Bruch an einer Stütze nicht mehr als 10 v. H. ausmachen darf, usw. Da die Höchstbelastung einer Zugseiltragrolle durch das Seil und die darauf befindlichen Wagen nur 300 kg war, so wurden auch über die Bestimmung der Stützenbelastung und die danach vorzunehmende Wahl der Tragrollenzahl vereinfachte Unterlagen gegeben.

Um den Übergang über ein breiteres Tal ohne große freie Spannweiten zu ermöglichen, schaltete man gewöhnlich auf der Talsohle eine Durchgangstation ein, durch die die Wagen häufig in gerader Richtung

geleitet wurden, wie das Längsprofil der Abb. 498 nach einer Pohlighschen Zeichnung darstellt. Wenn die Linienführung dadurch günstiger gestaltet werden konnte, wurde diese Station auch oft als Winkelstation ausgebildet.

267. Die Stützen der Feldseilbahnen.

Da man Wert darauf legte, die Stützen fliegen so wenig wie möglich kenntlich zu machen, so wurde allgemein der einfache Pfosten mit Versteifung durch Spannseile vorgeschrieben. Bockstützen sind ziemlich selten und meist nur an gedeckten Stellen zur Ausführung gekommen.

Bei der Pohlighschen Bauart saßen die Seiltragrollen auf einem Profileisenrahmen, der nach Abb. 499 an dem durch Spannseile gehaltenen Stamm befestigt wurde. Bisweilen kamen auch leichte eiserne Stützen zur Ausführung, die Abb. 500 ebenfalls nach einer Pohlighschen Skizze darstellt.

Von A. Bleichert & Co. wurde eine nach allen Richtungen nachgiebige Aufhängung der Seiltragrollen erfunden (Abb. 501). Es ist das ein bewußter Rückschritt zu der alten v. Dückerschen Aufhängung nach Abb. 17, die sich bei den Bahnen mit festen Tragseilen als unbrauchbar erwiesen hatte. Hier gestattete sie, daß sich die betreffende Holzstütze verzog, verschob oder senkte, ohne daß die Lage der Tragrollen, die sich dem gerade durchlaufenden Seil anschmiegen, dadurch wesentlich beeinflußt wurde. Diese Anordnung hat bei der häufig wenig sorgfältigen Überwachung der Bahnen sehr zur Erhöhung der Betriebssicherheit beigetragen.

Der später gewöhnlich aus zwei \square -Eisen hergestellte Querholm, an dem die Seiltragrollen mittels Bolzen aufgehängt wurden, die man durch eins von mehreren, nebeneinander gebohrten Löchern steckte, wurde dann von A. Bleichert & Co. durch eine ebenfalls geschützte Anordnung mit zur Verspannung des

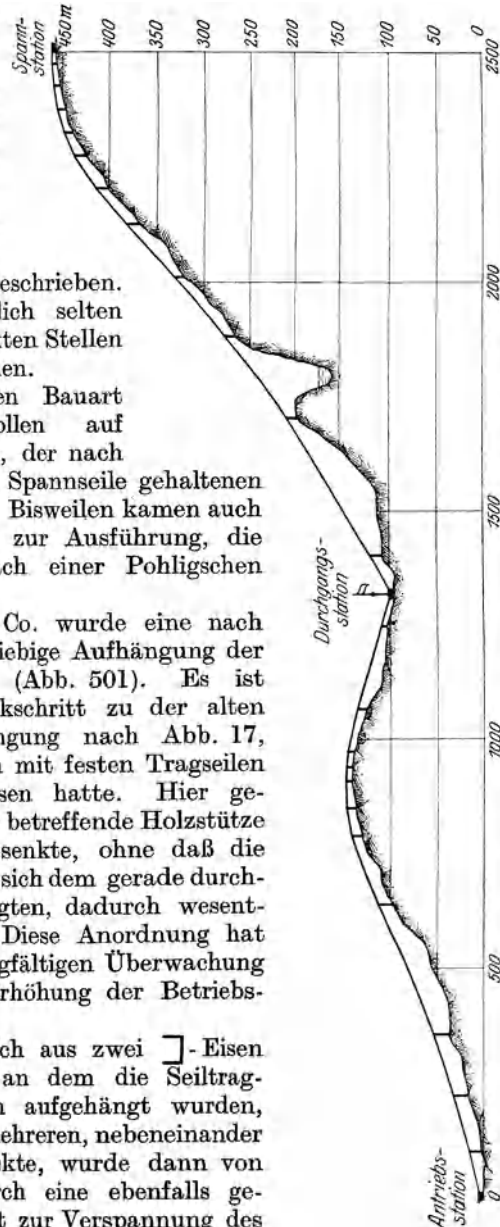


Abb. 498. Längsprofil einer Einseilbahn mit Zwischenstation (Pohligh).

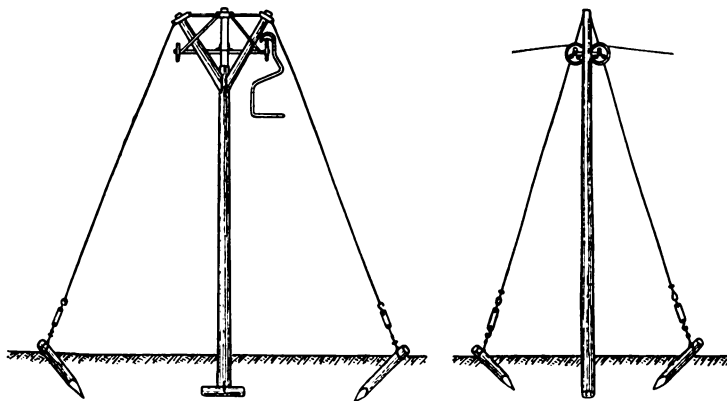


Abb. 499. Pfostenstütze aus Holz mit eisernem Rollenträger (Pohlig).

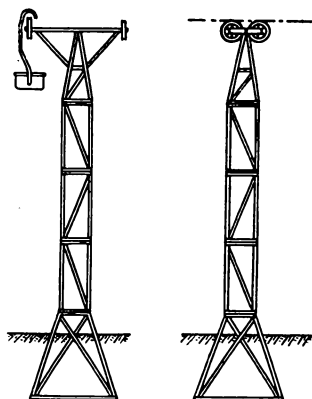


Abb. 500. Eiserner Stütze (Pohlig).

Pfostens benutzt. In der nach der Patentschrift hergestellten Abb. 502 ist *b* das hier aus einem \square -Eisen gebildete Tragjoch, das an dem Pfosten *a* durch zwei Streben *c* gegen eine Schelle *d* abgestützt wird; *f* sind die Tragrollen und *g* die Wagengehänge.

268. Die Wagengehänge der Feldseilbahnen.

Die Feldseilbahnen sollten in erster Linie dem Materialtransport in die hochgelegenen Stellungen dienen. Die Wagengehänge sind deshalb häufig als Plattformen ausgebildet worden, wie die

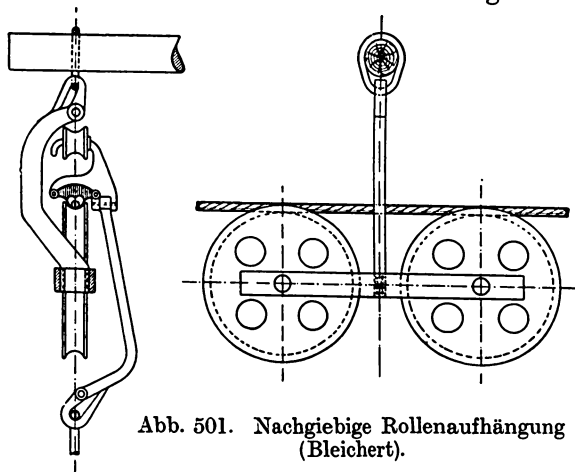


Abb. 501. Nachgiebige Rollenaufhängung (Bleichert).

Abb. 503 und 504 nach Zeichnungen von A. Bleichert & Co. bzw. J. Pohlig A.-G. zeigen. Vielfach wurde auch für die Beförderung von Ballen, Fässern, Kisten usw., die mit Schlingseilen befestigt wurden, ein kurzes Gehänge nach Abb. 505 verwendet. Holzstämmen, Schienen u. dgl. wurden an zwei

solchen Gehängen befördert. Zur Vereinfachung des Wagenparkes wurde später von A. Bleichert & Co. das Gehänge zweiteilig gemacht derart, daß es gewöhnlich nach Abb. 505 gebraucht wurde und durch Anhängen bzw. Anschrauben einer Plattform die Form der Abb. 503 erhielt.

Eine besondere Benutzung erfuhren diese Bahnen noch zur Rückführung Verwundeter nach unten. Einen dazu dienenden Liegestuhl für Leichtverwundete zeigt die Abb. 506, einen Tragbahnenwagen mit federnder Aufhängung die Abb. 507, beide nach Skizzen von A. Bleichert & Co.

Wenn man im allgemeinen auch die Beförderung von Personen nach oben nur auf eigene Gefahr der betreffenden Leute ausführte, so sind doch gelegentlich der Vorbereitung einer Offensive auf zwei nebeneinander befindlichen, von Ernst Heckel G. m. b. H. in den Alpen erbauten Bahnen über 300 000 Mann auf Plattformwagen in die Höhe befördert worden.

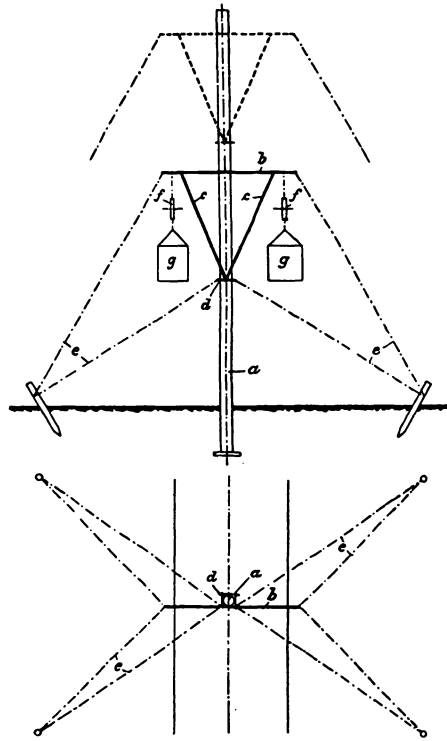


Abb. 502. Verspannung des Stützpfostens (Bleichert)

269. Die neueren Kupplungen der Feldseilbahnen.

Freilich war dazu noch eine Abänderung des in Abb. 489 skizzierten Kuppelapparates erforderlich insofern, als verhütet werden mußte, daß

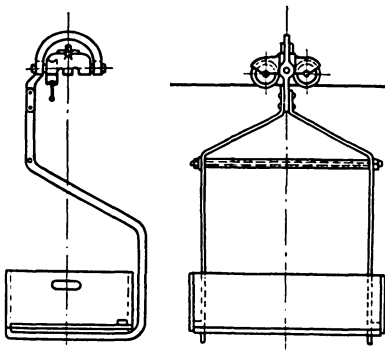


Abb. 503. Plattformwagen (Pohlig).

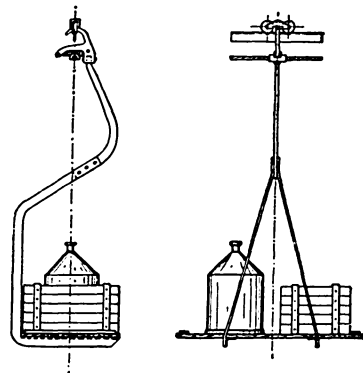


Abb. 504. Plattformwagen (Bleichert).

sich die Kupplung etwa beim zufälligen Hüpfen eines Gehänges während des Übergangs über eine Zugseiltragrolle von selbst löste. Die von

J. Pohlig A.-G. zu dem Zweck benutzte Ausführung ist in Abb. 508 dargestellt. Das Ende des Gehänges umfaßt bügel-förmig den eigentlichen, aus Temperguß bestehenden Apparatkörper. Zwischen die beiden schwingenden Klembacken, die aus Tiegelstahl gegossen und in Öl leicht gehärtet sind, schiebt sich unter dem Einfluß einer Feder ein geschmiedeter und im Einsatz gehärteter Sperrkeil, der die Sicherung übernimmt.

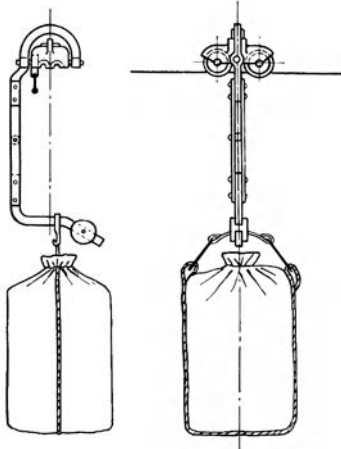


Abb. 505. Kurzes Gehänge (Pohlig).

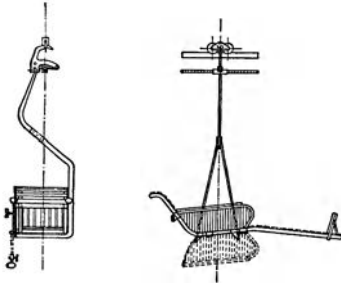


Abb. 506. Liegestuhl für Verwundete (Bleichert).

Die Firma A. Bleichert & Co. hat die in Abb. 509a und b nach der Patentzeichnung dargestellte Anordnung eingeführt. An die Kniehebel *a* und *b*, die das Zugseil erfassen, sind nach oben zwei Verlängerungen f_1 und f_2 angesetzt, die durch eine ziemlich kräftige Feder *d/g* angezogen werden und in der Klemmstellung ein Lösen durch Zufälligkeiten mit Sicherheit ausschließen. Beim Abkuppeln legen sich die Arme *f* unter die Laufschiene *z* der Station, und die Klauen *a* und *b* werden dadurch heruntergedrückt, so daß sie das Seil loslassen. Nach der Entkupplung nehmen die einzelnen Teile die in der Abb. 509b gezeichnete Stellung an, und der Apparat ist nun dadurch gegen ein etwaiges Herunterfallen der Kupplung in der Station gesichert.

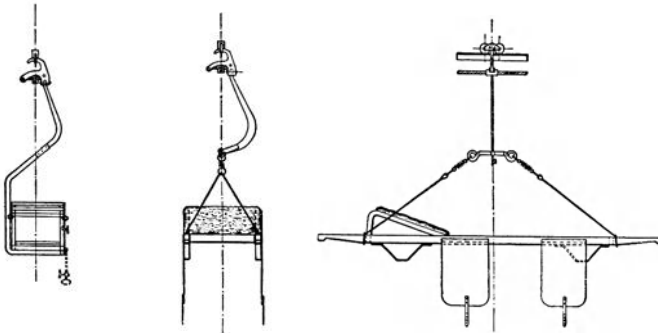


Abb. 507. Tragbahnenwagen (Bleichert).

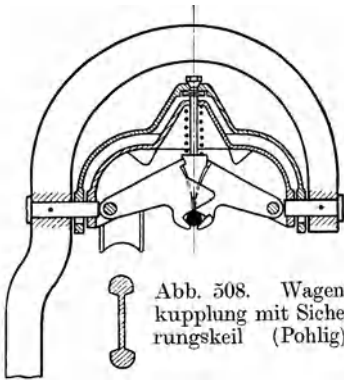


Abb. 508. Wagenkuppung mit Sicherungskeil (Pohlrig).

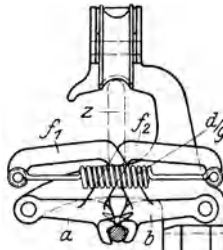


Abb. 509 a.

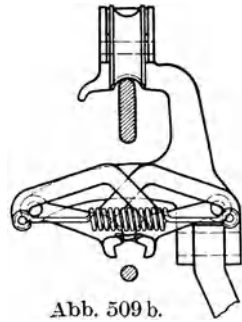


Abb. 509 b.

Wagenkuppung mit Federsicherung (Bleichert).

270. Die Ausbildung der Stationen.

Das An- bzw. Abkuppein beim Auslauf bzw. Einlauf der Station vollzieht sich selbsttätig und sicher, wenn nur die Stationsschiene an der Stelle genau parallel und im richtigen Abstand zum Zugseil verläuft.

Zu dem Zweck wird das Zugseil dort über eine oder zwei Tragrollen geleitet, und zwar bei der Pohlrigschen Bauart so, daß das Seil mindestens eine Neigung von 13 und höchstens von 30 v. H. gegen die Wagerechte hat.

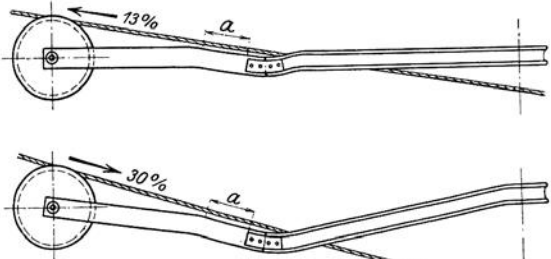
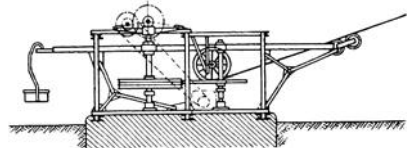
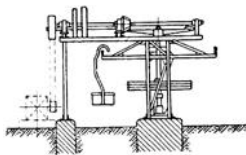


Abb. 510. Form der Laufschiene an der Kuppelstelle (Pohlrig).

Die Auslaufschiene, an der die Rolle befestigt ist, wird entsprechend gebogen angeliefert (Abb. 510), und je nach der tatsächlichen Neigung des Auslaufes muß das Anschlußende der Schiene mehr oder weniger gekrümmt werden, damit an der Kuppelstelle a die genau durch mitgegebene Schablonen einzustellende gegenseitige Lage erzielt wird.



Die Gesamtanordnung einer hiernach gebauten Antriebstation zeigt z. B. die Abb. 511. Be-

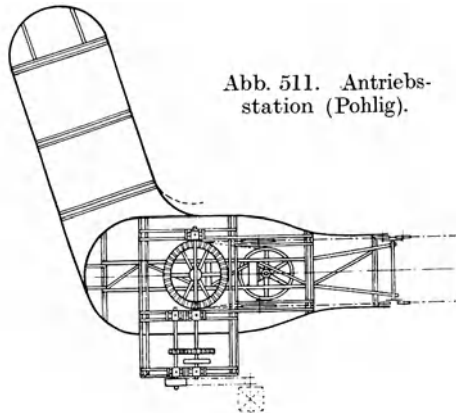


Abb. 511. Antriebsstation (Pohlrig).

merkwürdig ist daran der kurze gedrungene Bau der ganzen Station, an die natürlich Hängebahngleise in beliebiger Verzweigung angeschlossen werden können, wie das die Abb. 511 auch andeutet. Die Seilführung am Aus- bzw. Einlauf wird getragen durch eine dem Ausleger eines Drehkranes nachgebaute Eisenkonstruktion. In ungefähr gleicher Weise ist die Spannstation durchgebildet, die Abb. 512 ebenfalls nach einer Skizze von J. Pohlig A.-G. darstellt.

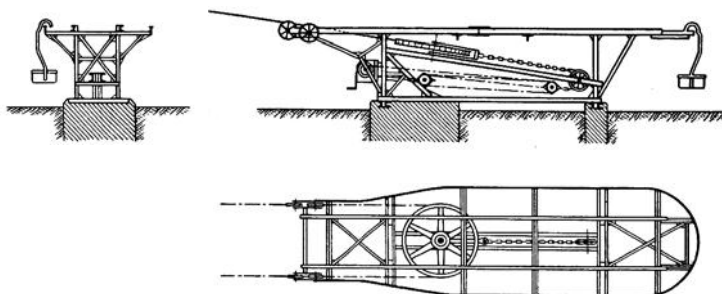


Abb. 512. Spannstation (Pohlig).

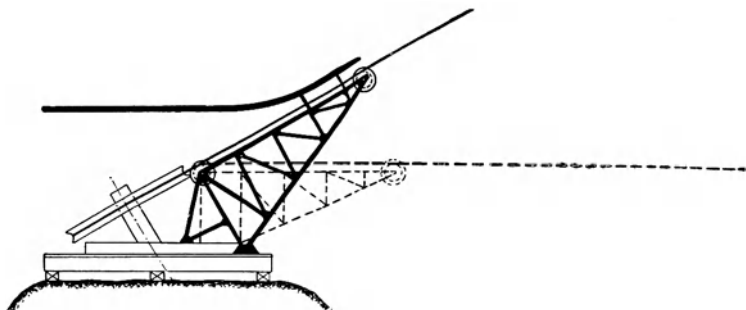


Abb. 513. Stationsausleger mit Seilführung (Bleichert).

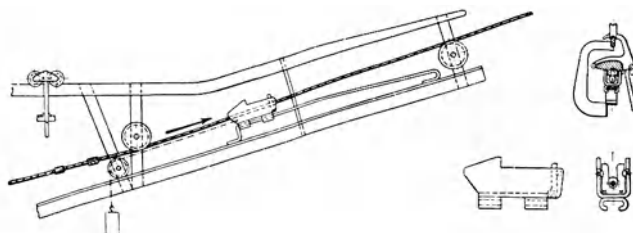


Abb. 514. Selbsttätige Wagenaufzugsvorrichtung (Bleichert).

Von A. Bleichert & Co. ist der vordere Ausleger am inneren Ende auch mit einer Seilführungsrolle versehen worden, so daß der Auslauf durch einfache Verstellung dieses Auslegers mit Hilfe einiger Paßstücke aus Profileisen jeder Neigung beliebig angepaßt werden kann (Abb. 513).

Allerdings wird bei Steigungen über 25 v. H. die Kraft, die zum Hinausschieben schwerbeladener Wagen aufzuwenden ist, schon so

groß, daß die betreffenden Mannschaften öfter abgelöst werden müssen. Von A. Bleichert & Co. wurde deshalb in solchen Fällen eine selbsttätige Wagenaufzugs- bzw. Wagenbremseinrichtung ausgeführt (Abb. 514).

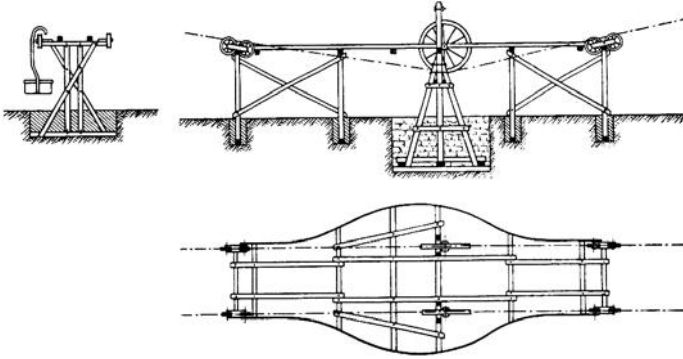


Abb. 515. Gerade Durchgangsstation (Pohlig).

Sie besteht im wesentlichen aus einem beweglichen Schlitten, hinter dessen Nase sich der Wagen mit seinem Klemmapparat legt. Auf das Zugseil sind in den Regelabständen der Wagen zwei kleine Metallmuffen aufgeschraubt, die den Schlitten auf der schiefen Ebene bis zur Kuppelstelle mitnehmen und dadurch den Wagen mit hinaufschieben, dessen Kupplung dann das Seil zwischen den beiden Muffen erfaßt. Im oberen Teil senkt sich die Führungsbahn des Schlittens,

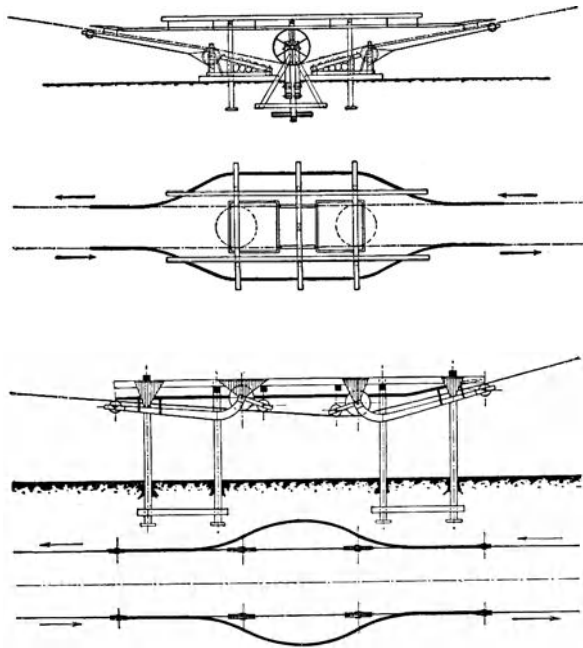


Abb. 517. Gerade Zwischenstation mit verstellbaren Seilführungen (Bleichert).

so daß das Zugseil allmählich freigegeben wird; der Schlitten gleitet dann unter dem Einfluß eines kleinen Spannunggewichtes wieder zurück. Diese Knoten auf dem Seil haben sich auch sonst bei besonders großen Steigungen als vorteilhaft erwiesen. Sie verhüten jedenfalls,

auch bei stärkster Schmierung des Zugseiles, das Abrutschen der Wagen auf steiler Strecke.

Gerade Durchgangsstationen, deren Anwendung das Profil Abb. 498 erklärt, wurden von J. Pohlig A.-G. etwa nach der Skizze 515 bei dem meist gebräuchlichen Ausbau in Holz ausgeführt. Die das durchlaufende Zugseil passend herunterdrückenden Mittelscheiben

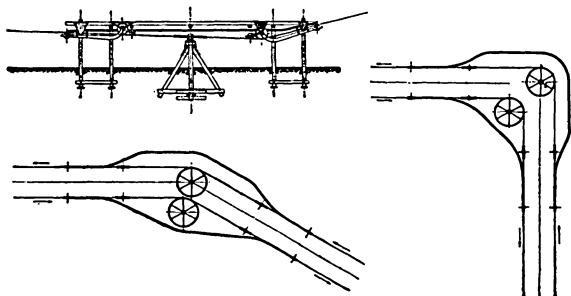


Abb. 518. Winkelstation (Bleichert).

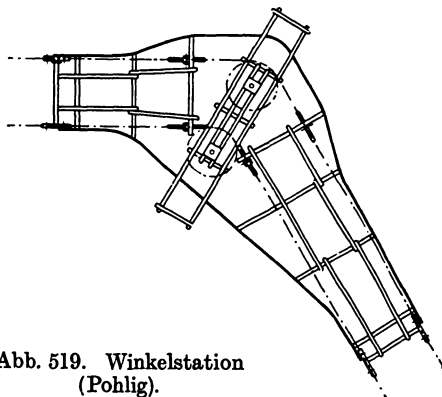
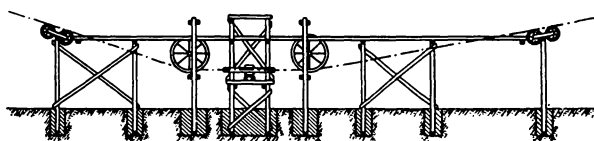


Abb. 519. Winkelstation (Pohlig).

können den Umständen gemäß auf ihren Tragbalken verstellt werden, so daß sich die richtige Neigung des Seiles an den Kuppelstellen mit Leichtigkeit erreichen läßt. Die Wagen müssen durch die Station auf den außen herumgeführten Schienen von Hand verschoben werden.

Eine Anordnung einer solchen geraden Zwischenstation für die ganz leichte Bauart mit Hilfe zweier Bleichertscher Elemente von Endstationen gibt die Abb. 516 wieder. Eine andere, ebenfalls der Firma A. Bleichert & Co. geschützte Anordnung mit Hilfe besonderer in der Höhe beliebig verstellbarer Seilführungsausleger veranschaulicht die Abb. 517.

Es macht natürlich keine Schwierigkeiten, an der Zwischenstelle beliebige Ablenkungen in der wagerechten Ebene einzuschalten. Dazu ist nur nötig, zwei entsprechende, wagerecht liegende Scheiben hinter den in lotrechter Ebene wirkenden Zugseilführungen in der Mitte der Station anzubringen. Die Abb. 518 gibt eine solche Bleichertsche Skizze, die Abb. 519 eine von J. Pohlig A.-G. wieder.

Um in der Anlage von Winkelpunkten gänzlich frei zu sein, hat A. Bleichert & Co. zwei gewöhnliche Endstationen aneinander gesetzt und sie durch einstellbare Brücken miteinander verbunden.

271. Neuere Einseilbahnen.

Die Erfahrungen, die man mit den Feldseilbahnen gemacht hat, führten dazu, entsprechende Anlagen auch für andere Zwecke in größerem Umfang als bisher zu verwenden. Freilich sind es meist exotische Bahnen, bei denen oft der Wettbewerb der englischen Fabrikanten ausschlaggebend ist. Jedenfalls sind die leichten Einseilbahnen mit durchweg normalisierten Teilen überall dort von Wert, wo nicht zu schwere Einzellasten zu fördern sind und mit der fortschreitenden Ausnutzung des Geländes ein Wechsel des Aufstellungsortes erwünscht ist, wie z. B. in Baubetrieben und besonders in der kolonialen Landwirtschaft, unter Umständen auch in Wäldungen.

Den Gewichtskuppelapparat hat A. Bleichert & Co. so geändert, wie Abb. 520 zeigt, die ohne weiteres verständlich ist. Die Klemmbacken werden so ausgeführt, daß sie sich mit drei Seiten gegen Umführungsseilscheiben legen können. Besonders für das sichere Ankuppeln ist die Möglichkeit von Wert, daß der Apparat über Rollen gehen kann, die das Zugseil von oben durchdrücken.

Hervorgehoben sei, daß auch hier der Antrieb stets auf einem festen, aus Profileisen zusammengesetzten Rahmen steht und fertig zusammengebaut die Fabrik verläßt. Dadurch vereinfacht sich der Aufbau der Station sehr erheblich, ferner fallen alle Betriebsschwierigkeiten weg, die sich sonst durch Verziehen der Holzbauten ergeben können.

Die möglichst unter Vermeidung gegossener Teile hergestellten, recht leichten Tragrollen für das Seil haben auch hier eine bequem auswechselbare Ringeinlage aus zähem Flußstahl.

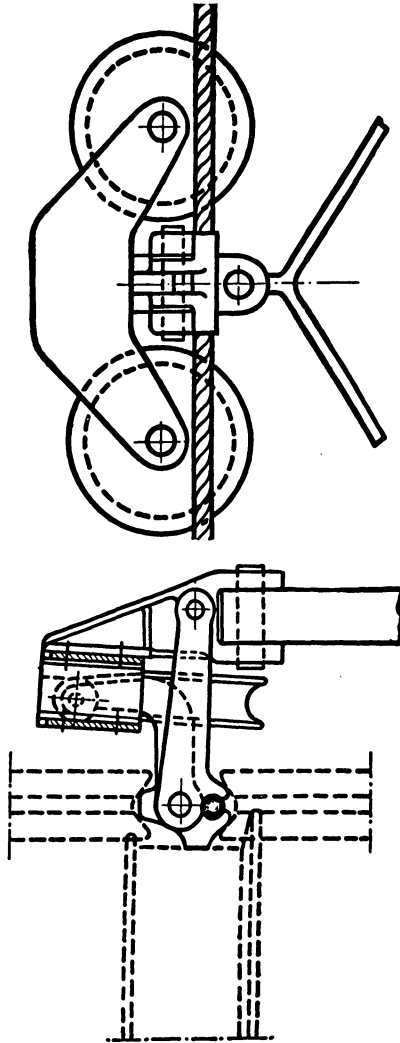


Abb. 520. Neuer Gewichtskuppelapparat von A. Bleichert & Co.

c) Die Drahtseilbahnen zur Personenbeförderung.

272. Die Personendrahtseilbahn bei Schaffhausen.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, dienten die ältesten Schwebbahnen, die überhaupt ausgeführt wurden, ausschließlich dem Personenverkehr. Aber mit dem Ausbau guter Straßen, die Flüsse und Schluchten vermittels fester Brücken überschreiten, ging das Bedürfnis solcher Personentransportmittel größtenteils verloren, besonders da der ganze Bau vor der Albertschen Erfindung der Drahtseile nur eine sehr geringe Sicherheit bieten konnte. Die ersten danach in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts erbauten Anlagen mit Rundeisen als Fahrbahn wurden deshalb nur für den Gütertransport benutzt.

Ausschließlich für den allerdings nicht allgemeinen Personenverkehr wurde 1866 eine Seilbahn von Joh. Jak. Rieter & Co. in Töb ausgeführt ¹⁾. Sie beförderte dann bis gegen Ende der achtziger Jahre die Maschinenwärter der einst berühmten Seilkraftübertragung bei Schaffhausen über den Rhein. Sie war zwischen die 4 Trümer der Kraftübertragung eingebaut, hatte 101 m Länge und besaß 4 Tragseile, anscheinend in Litzenbauart, wovon je zwei in derselben lotrechten Ebene 1,62 m voneinander entfernt, zum Längen- und Spannungsausgleich über dieselben Endseilscheiben geführt wurden. Der darauf laufende Wagen für 2 Personen hatte 8 Räder, unter denen zur Sicherung gegen Entgleisen kleine Gegenrollen angebracht waren. Bewegt wurde er durch ein endloses Zugseil, dessen unteres Trum am Boden des eisernen Wagenkastens festgeklemmt war und dessen oberes über Führungsrollen am Kasten lief, von einer Handwinde aus.

273. Die „Erfindung“ v. Dückers.

Inzwischen hatte v. Dücker seine auf Rundeisen laufende Hängebahn in Oeynhausen gebaut (Absatz 14), die nach seinen Angaben ²⁾

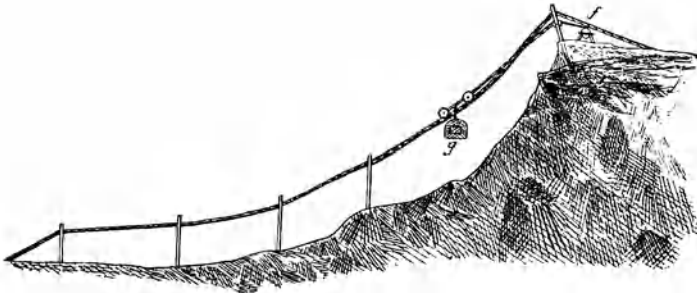


Abb. 521. Die Personenschwebbahn von v. Dücker.

¹⁾ Woernle, Z. Dipl.-Ing. 1913.

²⁾ Notizblatt des deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Tonwaren, Kalk und Zement 1871, wiederholt von Feldhaus: Zur Geschichte der Drahtseil-schwebbahnen. Berlin 1911.

von vielen Personen, anscheinend der Merkwürdigkeit halber, benutzt worden ist. In phantastischer Art erklärt er daraufhin ¹⁾: „In einem zierlichen Glascoupé können 6 bis 8 Menschen binnen 5 Minuten auf den Rigi befördert werden . . .“ und gibt dazu die Skizze 521 ²⁾. Sie läßt jede Andeutung konstruktiver Beherrschung der Sache vermissen und erweist klar, daß v. Dückler dem wirklichen Drahtseilbahnbau fremd und verständnislos gegenüberstand. Eine spätere Umzeichnung ³⁾ von anderer Hand ist nicht ganz so primitiv, bleibt aber ebenfalls eine laienhafte Skizze.

274. Die Bahn bei Blackpool auf Neuseeland.

Bei einer 1886 in Amerika gebauten Versuchsanlage sollte der Wagen ohne Zugseil von der Kabine aus bewegt werden, was natürlich nicht ging.

Eine Ausführung, die 11 Jahre lang ohne jeden Unfall in Betrieb war, bis sie durch eine feste Brücke ersetzt wurde, ist 1889 zur Überquerung des Teremakayflusses auf Neuseeland ⁴⁾ errichtet worden. Der Wagen von 900 kg Gesamtgewicht lief auf zwei nebeneinander ausgespannten Tragseilen von 210 m Spannweite und faßte 6 Personen. Das endlose Zugseil wurde von einer Dampfwinde hin- und herbewegt.

275. Gütertransportbahnen für die Personenbeförderung.

Seitdem ist allerdings eine ganze Reihe von Anlagen, entweder in exotischen Ländern, z. B. in China (Abb. 95), Argentinien, Ostafrika oder für entlegene Bauplätze, wie z. B. beim Bau des Leuchtturmes von

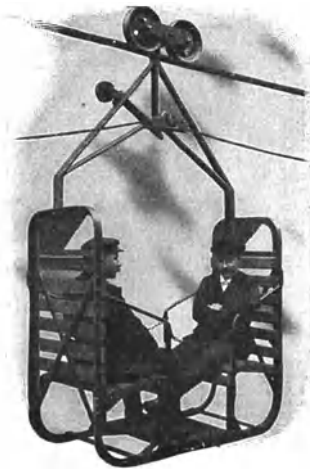


Abb. 522. Offener Personenwagen (Pohlig).

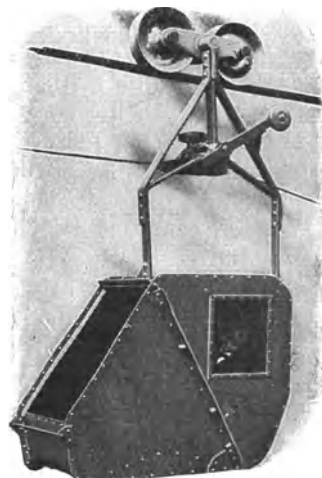


Abb. 523. Geschlossener Personenwagen (Pohlig).

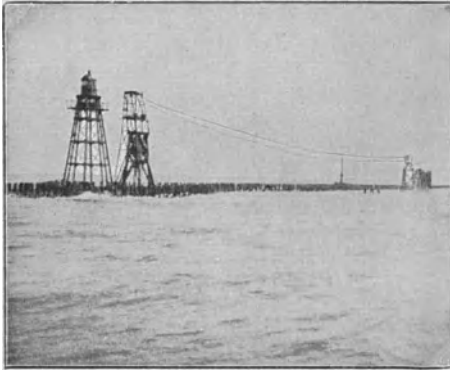
¹⁾ Berggeist 1869.

²⁾ Wiederholt von Woernle a. a. O.

³⁾ Heusinger von Waldegg: Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, V. Bd. Leipzig 1878.

⁴⁾ The Graphic 1889, wiederholt von Woernle a. a. O.

Beachy Head für den mehr oder minder regelmäßigen Personenverkehr benutzt worden, ohne daß sich die technischen Einzelheiten im geringsten von denen gewöhnlicher Gütertransportbahnen unterscheiden.



524. Personendrahtseilbahn bei Hoek van Holland (Bleichert).

Die von einer englischen Firma gebaute Bahn in China von 1900 m Länge ist nur für die Beförderung der Arbeiter und Beamten von der im fiebergefährlichen Sumpfland gelegenen Arbeitsstätte nach den auf der Höhe (327 m) befindlichen gesunden Wohnplätzen bestimmt. Die Bleichertsche Bahn in Ostafrika nimmt auf Wunsch jederzeit Personen mit, die entweder auf Plattformwagen Platz nehmen oder bei der Talfahrt einfach auf den hinuntergehenden Baumstämmen rittlings sitzen.

Auch sonst hat man oft genug die gelegentliche oder regelmäßige Personenbeförderung auf den gewöhnlichen Drahtseilbahnen für Massengüter vorgesehen und dafür besondere Wagen gebaut.

Einen solchen offenen Wagen mit zwei Sitzen zeigt z. B. die Abb. 522 und einen eisernen Wagenkasten, dessen Vorderwand nur bei schlechtem Wetter aufgebracht wird, die Abb. 523, beides nach Pohlighschen, für eine Bahn bei Hongkong gelieferten Ausführungen.

276. Die Seilbahn bei Hoek van Holland.

Eine gleiche, nur der Personenbeförderung dienende Anlage ist die von A. Bleichert & Co. 1909 für Hoek van Holland gebaute (Abb. 524): Veranlaßt durch die seinerzeit infolge eines Sturmes stattgefundenen Strandung eines Passagierdampfers an der dortigen Mole wurde im tiefen Wasser, etwa 140 m von der Mole entfernt, ein Anlegeplatz geschaffen und dieser durch die Drahtseilbahnen mit dem Leuchtturm auf der Mole verbunden. Sie arbeitet mit einem einzigen Wagen, in dem vier Personen Platz haben.

277. Die Ausstellungsbahnen in Turin 1911.

Zwei andere Anlagen der Art wurden in Turin gelegentlich der dortigen Industrie- und Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1911 von Ceretti &

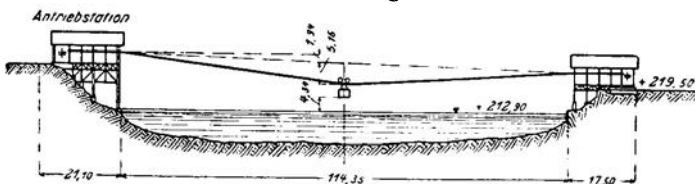


Abb. 525. Drahtseilbahn über den Po, Turin 1911.

Tanfani errichtet, die beide über den Po führten ¹⁾. Die eine von 114,35 m Spannweite (Abb. 525) hatte zwei in 2,5 m Abstand verlegte Tragseile von je 50 mm Durchmesser. Darauf lief im Pendelverkehr je ein Wagen, der 12 Personen faßte, so daß die Anlage stündlich 1000 Personen befördern konnte. Die andere, die den Po in schräger Richtung überquerte, hatte 158,8 m Spannweite (Abb. 525), ihre Tragseile besaßen je 42 mm Durchmesser. Hier lief das Zugseil dauernd in gleicher Richtung herum, und 15 Wagen nach Abb. 527 für je 4 Personen konnten ebenfalls wieder 1000 Personen in der Stunde übersetzen. Die Bahnen unterschieden sich von den gewöhnlichen Gütertransportbahnen eigentlich nur durch die Bauart der Tragseile. Es war die erste Anwendung der Herkulesseile für den vorliegenden Zweck.

278. Die Bahn von Torres bei San Sebastian.

Die erste Sonderbauart zur Personenbeförderung führte Torres y Quevedo, nachdem ein Projekt für die Schweiz (Pilatus) an verschiedenen Widerständen und Kompetenzschwierigkeiten der Behörden gescheitert war, 1907 in San Sebastian aus ²⁾. Die 280 m

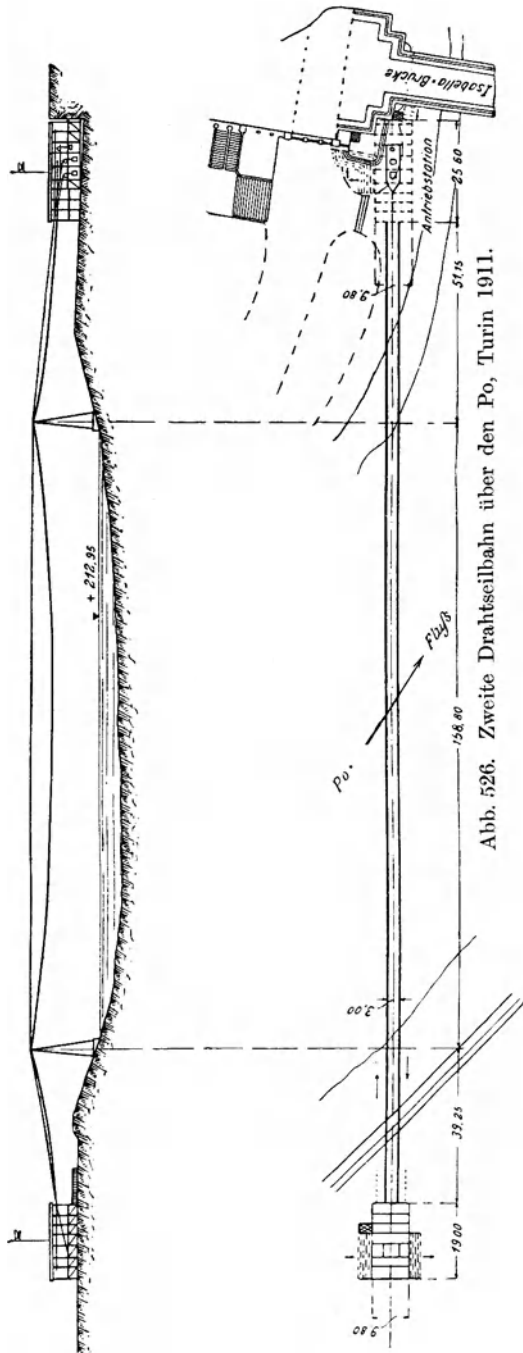


Abb. 526. Zweite Drahtseilbahn über den Po, Turin 1911.

¹⁾ Kaemmerer: Z.V.d.I. 1911.

²⁾ Le Génie civil 1909, wiederholt von Stephan: Die Fördertechnik 1911.

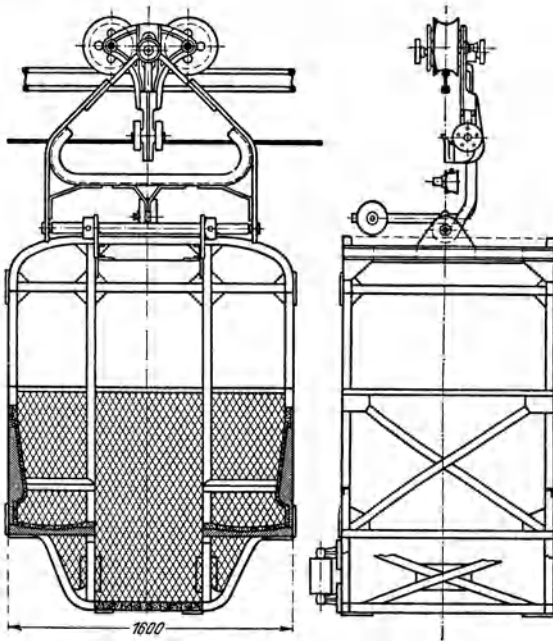


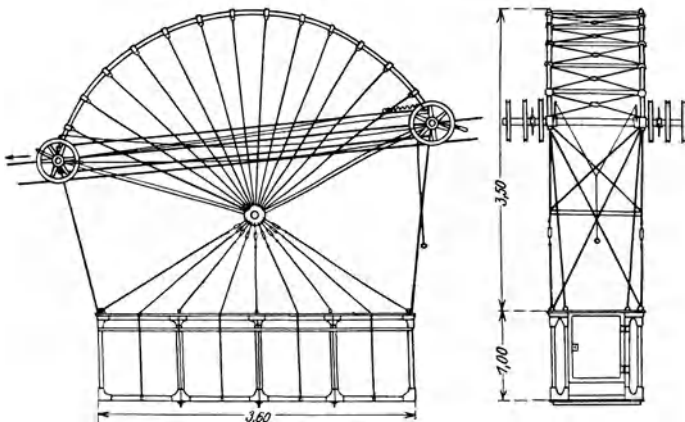
Abb. 527. Wagen der Drahtseilbahn über den Po.

lange und 28 m steigende Bahn hat, um allen Möglichkeiten vorzubeugen, 6 Tragseile in Litzenbauart, wovon je drei dicht nebeneinander liegen. Der im Pendelverkehr laufende Wagen (Abb. 528) ruht darauf mit 12 Rädern; erfaßt bis zu 14 Personen. Die Antriebs- und Spannstation zeigt die Abb. 529.

279. Der Wetterhornaufzug.

Das allgemeine Interesse für Drahtseilschwebbahnen, die ausschließlich der Personenbeförderung dienen sollen, wurde jedoch erst wach-

gerufen, als in der Schweiz viele Berggipfel Schienenbahnen mit Drahtseilbetrieb erhalten hatten und jetzt eine Reihe von Gipfeln und Aussichtspunkten übrig blieb, deren Zugang vermittle der gewöhnlichen Drahtseilstandbahn nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten erreichbar war. Die erste dieser Anlagen, die 1908 in Betrieb genommen



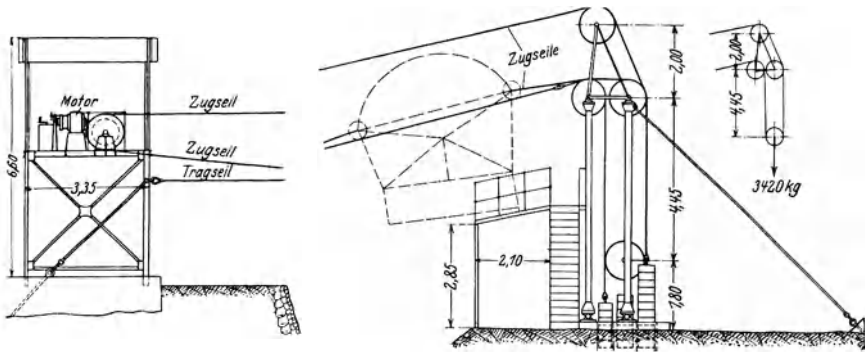


Abb. 529. Stationen der Bahn bei San Sebastian.

wurde, ist der Feldmannsche Wetterhornaufzug, dessen Längsprofil die Abb. 530 wiedergibt.

Die Arbeitsweise ist, wie die der Drahtseilbahn von Beachy Head, die des Pendelbetriebes. Auf den beiden Tragbahnen verkehrt je ein Wagen, und beide werden durch ein endloses Zugseil bewegt, das unten gespannt und oben rechts oder links herum angetrieben wird.

Natürlich werden bei derartigen, dem allgemeinen Verkehr dienenden Anlagen von den die Betriebserlaubnis erteilenden Behörden weitgehende Sicherheitsmaßnahmen vorgeschrieben, die in ihrer Summe doch wesentliche Abweichungen von der sonst üblichen Bauart ergeben. Als Grundbedingung gilt immer die, daß jeder Hauptbauteil, der Beschädigungen ausgesetzt ist, mindestens doppelt vorhanden sein muß oder selbsttätig durch einen betriebsbereiten Ersatzteil ausgetauscht wird. Nach diesem Grundsatz sind also für jede Fahrbahn zwei Tragseile auszuspannen und ebenso ist das Zugseil doppelt auszuführen; ferner sind selbsttätige und auch von Hand zu bedienende Bremsen vorzusehen, die ein sicheres Festhalten des Wagens an jeder Stelle der Bahn bewirken.

Beim Wetterhornaufzug wurden die beiden Tragseile jeder

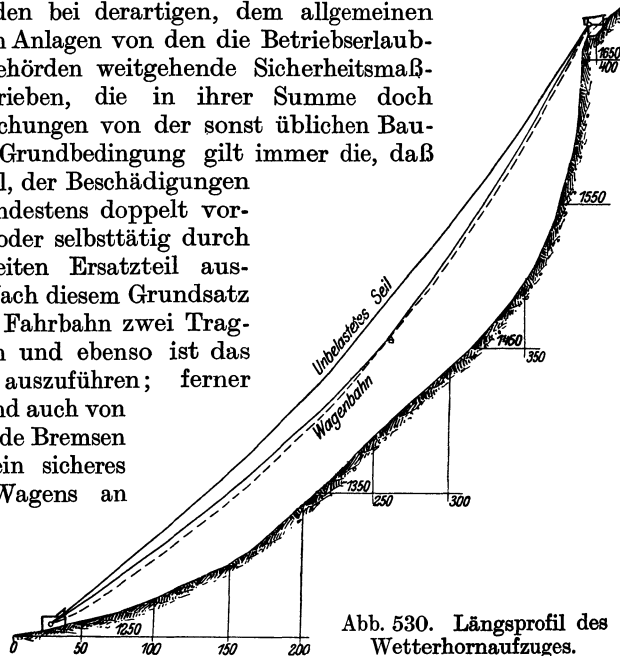


Abb. 530. Längsprofil des Wetterhornaufzuges.

Fahrbahn übereinander angeordnet, und zwar derart, daß sie unter dem Wagen an jeder Stelle der Bahn praktisch fast genau denselben Abstand haben. Eine von Feldmann ersonnene Spannvorrichtung, die diese

Einstellung durch eine Hebelübersetzung am Spanngewicht noch besonders begünstigen sollte, ist inzwischen als unnötig entfernt worden ¹⁾. Ebenso sind beide Zugseile durch einen gemeinsamen Querträger so mit dem Wagenkasten verbunden, daß kleine Längenänderungen eines Seiles keine Veränderung in der Anspannung hervorrufen und erhebliche Spannungsänderungen sofort die Bremsen in Tätigkeit setzen, die aus Ringkeilen bestehen, welche die Tragseile völlig umgeben.

Diese Ausführung ist selbstverständlich nur dort zulässig, wo die Tragseile auf der ganzen Länge freiliegen und keine Zwischenunterstützungen haben. Aus dem Grunde ist der Wetterhornaufzug eine vereinzelte Bauart geblieben, und das System hat keine weitere Anwendung gefunden, da bei den heutigen Anordnungen, die im allgemeinen eine Anzahl von Zwischenunterstützungen auf der Strecke haben, von vornherein ganz andere Konstruktionseinzelheiten nötig sind.

280. Die alte Kohlererbahn bei Bozen.

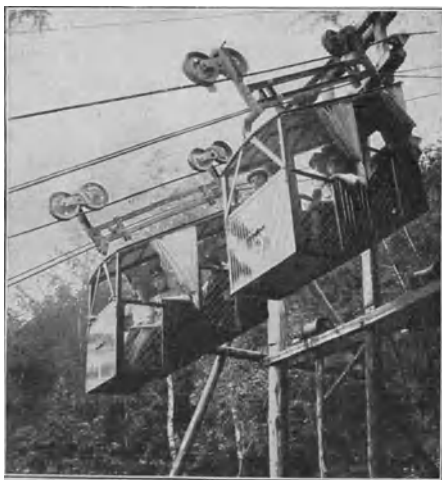


Abb. 531. Wagen der alten Kohlererbahn.

Sie war die erste dieser modernen Anlagen, die bei einer Länge von 1,5 km 795 m Höhenunterschied überwand. Im wesentlichen entsprach sie noch den Gütertransportbahnen, als welche sie auch in erster Linie gebaut war, hatte also hölzerne Stützen und für jede Fahrbahn nur ein Tragseil, jedoch war das Zugseil schon verdoppelt (Abb. 531).

Die Bahn war nur 3 Jahre im Betrieb, während deren sie über 105 000 Menschen beförderte und nicht einen Unfall aufzuweisen hatte. Der Weiterbetrieb wurde dann verboten, weil die hölzernen Stützen den Behörden nicht genügende Sicherheit zu bieten schienen.

281. Die Bahn auf den Sunrisepeak in Colorado.

Eine spätere amerikanische Ausführung unterscheidet sich von den gebräuchlichen Gütertransportbahnen eigentlich gar nicht. Sie ist über 2 km lang und steigt 990 m hoch. Für jede Bahnseite ist nur ein Tragseil der gewöhnlichen, bei Gütertransportbahnen üblichen Bauart vorhanden, ebenso auch nur ein endloses Zugseil, an das 26 viersitzige Wagen (Abb. 532) mittels lösbarer Kupplungen angeschlagen werden. Die einzigen besonderen Sicherheitsvorkehrungen sind Fernsprecher

¹⁾ Wettich: Die Fördertechnik 1914.

und Glockensignale, die von den Wagen aus bzw. von drei längs der Strecke errichteten Wachtürmen in Tätigkeit gesetzt werden können.

282. Die neue Kohlererbahn.

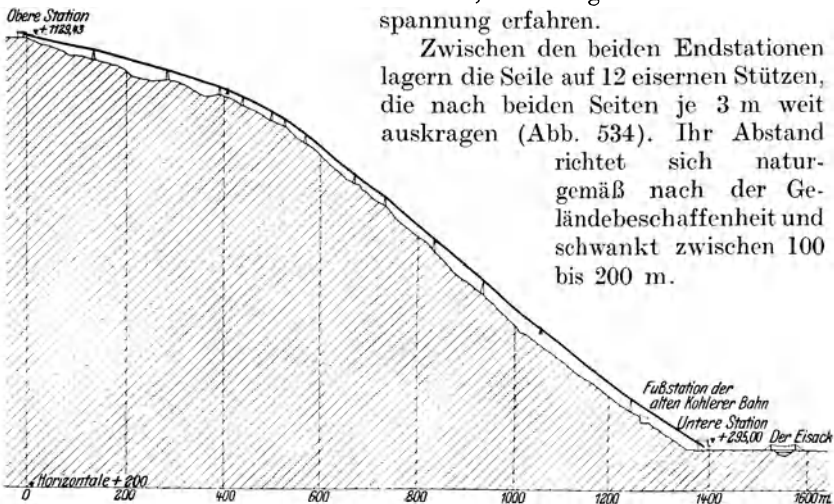
Nach dem Verbot der alten Kohlererbahn wurde von ihrem Besitzer sofort der Bau einer neuen Anlage, die allen zu stellenden Anforderungen gerecht werden sollte, und deren Längsprofil die Abb. 533 wiedergibt, der Firma A. Bleichert & Co. übertragen. Das kennzeichnende Merkmal dieser nach einjähriger Bauzeit Ende 1912 fertiggestellten Anlage bilden zwei Trage-seile für jede Seite der Bahn, die in bekannter Weise oben fest verankert und unten durch Gewichte mit einer ganz bestimmten Kraft angespannt werden. Ebenso sind die Zugseile doppelt ausgeführt, die ihren Platz zwischen den Trage-seilen jeder Seite finden. Sie werden während des Betriebes gleichmäßig beansprucht, doch vermag jedes einzelne für sich allein die volle Last zu tragen. Unterhalb der Wagen findet ihr Gewicht durch sogenannte Ballastseile seinen Ausgleich, die ebenfalls vermittels eines freihängenden Gewichtes eine ganz bestimmte, immer gleichbleibende An-



Abb. 532. Wagen der Personenbahn in Colorado.

spannung erfahren.

Zwischen den beiden Endstationen lagern die Seile auf 12 eisernen Stützen, die nach beiden Seiten je 3 m weit auskragen (Abb. 534). Ihr Abstand richtet sich naturgemäß nach der Geländebeschaffenheit und schwankt zwischen 100 bis 200 m.



Bei älteren Ausführungen anderer Herkunft, die dem Transport schwerer Güter dienten, stellte sich im Betriebe heraus, daß der Wagen, wenn er unter dem Einfluß des Windes seitlich auspendelt, sich in der Nähe der Stützen, wo die beiden Tragseile nicht entsprechend folgen können, auf der einen oder anderen Seite etwas von dem betreffenden Seil abhob. Um diesen Nachteil zu vermeiden, macht A. Bleichert & Co. die Auflagerschuhe nicht nur in der Richtung der Seile, sondern auch senkrecht dazu vermittels eines patentierten Wälzlagers drehbar, so

daß sie sich nach jeder Richtung einstellen können.

Die Wirkungsweise veranschaulichen etwa die Abb. 535 a und b. Es bedeuten darin T_1 und T_2 die beiden Tragseile, die bei genau gleicher Belastung C_1 und C_2 durch die Wagenräder die gleichen Abstände b_1 und b_2 von dem Auflagerpunkt haben, da das Wälzlager dann die Mittelstellung einnimmt. Vergrößert sich die Belastung C_2 und nimmt C_1 entsprechend ab, etwa weil der kurz vor oder auf der Stütze befindliche Wagen im Winde pendelt, so wälzt sich das Lager nach T_2 hin auf der wagerechten Unter-



Abb. 534. Streckenbild der neuen Kohlererbahn.

lage ab. Durch die damit verbundene Hebung wird nun aber einerseits die Gegenwirkung des Seiles T_1 auf das Lager vergrößert und entsprechend die von T_2 durch die Senkung verringert, andererseits verlängert sich noch der Hebelarm von T_1 gegenüber dem von T_2 , so daß sogleich wieder eine Rückwärtsbewegung eingeleitet wird, die auch das Pendeln des Wagens dämpft. Tatsächlich sind so die Ausschläge ganz geringfügig.

Gleichzeitig werden diese Stahlgußauflager, deren eigentliche Seiltragschuhe 40 cm Abstand voneinander haben, zur Aufnahme der Trag-

rollen für die zwischen den Tragseilen angeordneten Zugseile ausgebildet, so daß sie die in Abb. 536 wiedergegebene Form erhalten.

Die Wagen der Personendrachtseilbahnen bestehen auch in den neusten Ausführungen wie die der Gütertransportbahnen aus dem Laufwerk, dem Gehänge und dem Wagenkasten, der Kabine, nur sind alle Teile wesentlich größer bzw. kräftiger ausgeführt. Die Abbildung eines Kohlererbahnwagens auf dem steilsten Teil der Strecke von der Neigung 1 : 1 zeigt die Abb. 537. Die für

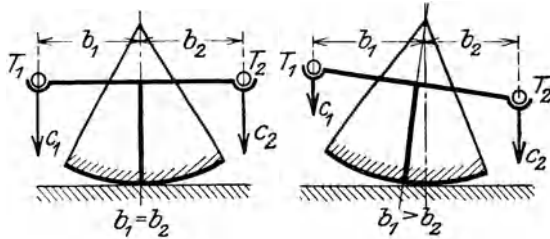


Abb. 535 a. Abb. 535 b.
Wirkungsweise der Wälzlager-Tragschuhe.

16 Personen bemessenen Kabinen sind aus hartgewalztem Aluminiumblech und Eschenholz in eleganter Ausstattung hergestellt; ihre Beleuchtung während der Dunkelheit wird durch Glühlampen bewirkt, die von mitgeführten Akkumulatorelementen gespeist werden.

Das aus Nickelstahl geschmiedete Wagengehänge (Abb. 538) ist vermittlems zweier Drehzapfen in ungefährr Höhe der Tragseile am Laufwerk aufgehängt, durch dessen Mittelkörper aus Stahlblech alle Gewichte auf die drehbar gelagerten Laufradträger übertragen werden, so daß sich das Wagengewicht gleichmäßig auf alle 8 Laufräder verteilt. Um den wegen der großen Länge des Gehänges an sich schon geringen Pendelbewegungen des

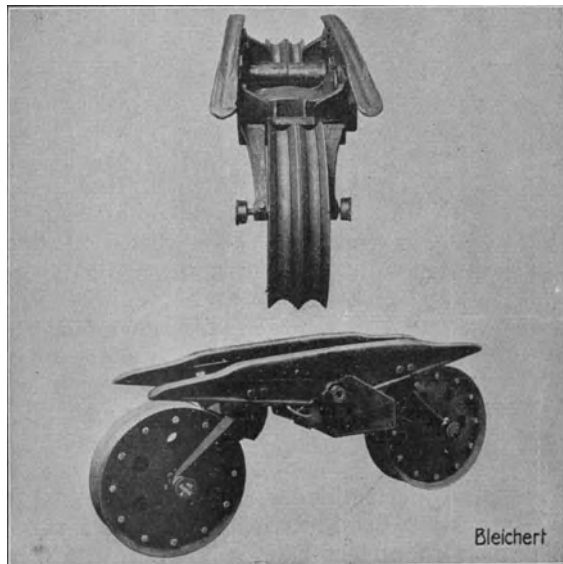


Abb. 536. Trag- und Zugseilaufleger der neuen Kohlererbahn.

Wagens entgegenzuwirken, ist noch eine Dämpfungsbremse vorgesehen.

Die am Wagenlaufwerk, das die Abb. 539 veranschaulicht, angebrachten Sicherheitsvorrichtungen müssen in folgenden Fällen sicher wirken: beim Reiß eines oder beider Zugseile, bei Überschreitung der

zulässigen Fahrtgeschwindigkeit, bei Hindernissen auf der Strecke, wenn z. B. größere Baumzweige auf die Tragseile gefallen sind, schließlich beim Versagen des Antriebes, wo der Wagen auf der Strecke liegen bleibt.

Für die drei ersten Fälle ist eine doppelte Fangvorrichtung in das Laufwerk eingebaut, von denen jede aus zwei Klemmen besteht, deren stählerne Backen im Fall der Gefahr durch Federkraft gegen die Tragseile gepreßt werden, wobei die Reibung zwischen den Backen und den Seilen den Wagen festhält. Für den Fall, daß einmal eine Feder im entscheidenden Augenblick versagen könnte, ist jede Klemmbacke von zwei Federn abhängig gemacht worden. Die Zug- und Ballastseile greifen an Hebeln an (Abb. 540), durch die festgelagerte Gegendruckfedern zurückgehalten werden. Läßt nun der Seilzug an irgendeiner Stelle nach, so schlägt die Gegendruckfeder vor und preßt vermittels der Rollen n und der Hebel h die Preßstücke i vor, die ihrerseits die Fangbacken gegen die Tragseile drücken. Gleichzeitig wird selbsttätig die Verriegelung der Hilfsfedern ausgelöst, die durch Vermittlung eines Preßkeiles die Preßstücke i vortreiben und so die Fangvorrichtung unabhängig von den Gegendruckfedern einrücken.



Abb. 537. Wagen der neuen Kohlererbahn (Bleichert).

Die Wirkung dieser Fangvorrichtung ist eine derart große, daß bei angestellten Versuchen das Laufwerk nach dem absichtlichen Kappen der Zugseile im ganzen nur 50 mm zurückfiel und dann festgebremst war, während z. B. Standseilbahnen Bremswege von $\frac{1}{2}$ – $2\frac{1}{2}$ m haben.

Der Grund hierfür ist der, daß ein guter Teil der Massenwirkung des Wagens nicht durch Reibung vernichtet werden muß, sondern den Wagenkasten anhebt und dadurch unschädlich gemacht wird. Denn beim plötzlichen Anhalten des Laufwerkes pendelt der Kasten in der Fahrtrichtung hoch, um nach einigen, durch die eingeschaltete Dämpfungsbremse schnell gemäßigten Schwingungen zur Ruhe zu kommen. Die Fangvorrichtung wird ferner durch ein Schleuderge triebe in Tätigkeit gesetzt, sobald die zulässige Fahrtgeschwindigkeit des Wagens überschritten wird. Schließlich kann noch der Wagenführer die Bremsung durch einen Seilzug jederzeit einleiten. Die Lösung erfolgt vom

Führerstand aus einfach durch Ziehen an einem dort angebrachten Handgriff.

Die doppelte Ausführung der Bremsen wurde hauptsächlich deshalb vorgenommen, weil eine derselben sich möglicherweise gerade im Augenblick des Bremsens über einem Auflagerschuh befinden kann und dadurch nicht fest schließt. Dann steht aber die zweite Fangvorrichtung unter allen Umständen auf dem runden Seil und hält den Wagen mit Sicherheit fest, da jede allein für die volle Leistung bemessen ist.

Für den letzten Fall, daß einmal ein Wagen infolge irgendeiner Störung im Antrieb zu lange auf der Strecke bleiben muß, ist in jeder Kabine unter der Decke ein Haken angebracht, an dem mittels einer Leine, die durch eine Bremsöse gezogen ist, ein aus Segeltuch hergestellter Korb mit steifem Boden durch den Fußboden der Kabine mit je einer Person herabgelassen werden kann. Die ganze Vorrichtung ist zusammenlegbar und wird unter der Decke in einem Glaskasten unmittelbar über der Klappe im Fußboden aufbewahrt. Allerdings dürfte sie wohl kaum jemals Anwendung finden, da in der Antriebsstation eine Hilfswinde vorhanden ist, die von Hand betätigt wird und den Wagen in die Höhe zieht, wenn die elektrische Einrichtung versagen sollte. Außerdem ist diese verhältnismäßig einfache Einrichtung des Rettungssackes wohl nur in Fällen wie dem vorliegenden brauchbar, wo sich der feste Erdboden immer nur wenige Meter unter dem Wagenfußboden befindet (vgl. das Profil in Abb. 532).

Um bei Verkehrsstörungen einen Fernsprechkverkehr zwischen dem Wagenführer und den Stationen zu ermöglichen, braucht der Wagen-

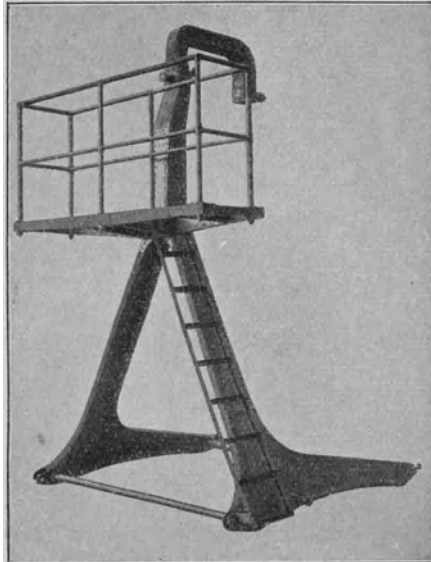


Abb. 538. Stahlgehänge der Wagen der neuen Kohlererbahn (Bleichert).

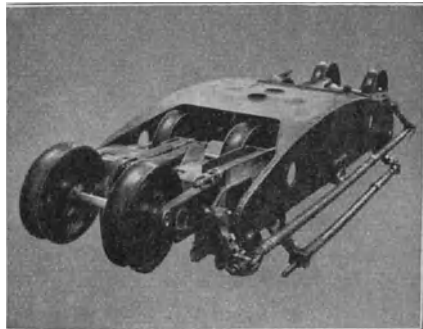


Abb. 539. Laufwerk der Wagen der neuen Kohlererbahn (Bleichert).

führer nur eine Stange über den in Höhe der Wagenbordwand verlegten Leitungsdraht zu hängen, wodurch selbsttätig sofort das Haltesignal gegeben wird, nach dessen Abstellung die weitere mündliche Verständigung erfolgen kann.

Der Antrieb der Personenschwebbahnen findet fast stets von der oberen Station aus statt, und zwar mit Hilfe von Elektromotoren. Falls dafür nur Wechsel- oder Drehstrom zur Verfügung steht, wird er in Gleichstrom von 220 Volt umgewandelt, um eine Pufferbatterie verwenden zu können, so daß also dem Wechselstromnetz trotz der Schwankungen des Strombedarfes des Antriebsmotors immer die mittlere Strommenge gleichmäßig entnommen wird. Die Batterie hat ferner den Zweck, den regelmäßigen Betrieb der Bahn auch dann noch aufrechtzuerhalten,

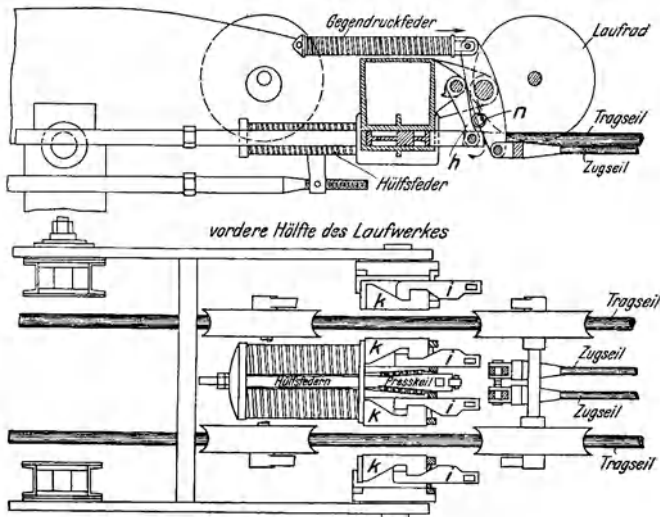


Abb. 540. Bremsgetriebe der Wagen der neuen Kohlererbahn (Bleichert).

wenn einmal die Stromlieferung aus irgendeinem Grunde unterbrochen sein sollte, und wird entsprechend groß bemessen.

Der Motor ist ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor, dessen Anlasser beim Einlaufen des Wagens in die Endstation zwangsläufig auf Halt gestellt wird, falls sich, wie z. B. auf der Kohlererbahn, nur ein Wagen auf jeder Seite der Bahn befindet.

An Sicherheitsvorkehrungen sind in der Station eine Hand- und eine selbsttätige Bremse vorgesehen. Die letztere tritt sofort in Tätigkeit beim Bruch eines oder beider Zugseile, beim Nachgeben eines Tragseiles, beim Überfahren der Endstellung des Wagens, bei Überschreitung der zulässigen Fahrtgeschwindigkeit, beim Ausbleiben des Betriebsstromes für den Motor und schließlich, wenn der Maschinist im Fall des Versagens der im gewöhnlichen Betrieb benutzten Handbremse einen dafür vorgesehenen Handschalter ausrückt. Zum Wiederlüften der Bremsen benutzt der Maschinist ein Handrad. Einen Blick auf das

gesamte Antriebsvorlegege usw., das den Wagen die Fahrtgeschwindigkeit 3 m/sek erteilt, veranschaulicht die Abb. 540.

283. Die Bauseilbahn.

Da diese Bergschwebebahnen wohl immer über fast unzugängliche Teile des Gebirges geführt werden, so ergeben sich naturgemäß große Schwierigkeiten für die Heranschaffung aller für die Stützen benötigten Baumaterialien; ferner haben die Arbeiter unter Umständen lange Umwege zurückzulegen, ehe sie an ihre Arbeitsstelle gelangen. Um allen diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, baut die Firma A. Bleichert & Co. jetzt solche Anlagen stückweise mit Hilfe einer besonderen Bauseilbahn auf.

Ist eine neue Stütze aufgestellt, so wird darüber sogleich ein Seil verlegt, das sich an den vorhergehenden Abschnitt der Bahn anschließt, und so die Baubahn um ein entsprechendes Stück vorgeückt. Die Arbeiter werden darauf vor Beginn ihrer Schicht zur Arbeitsstelle befördert und am Schluß derselben wieder zurück; ebenso werden alle

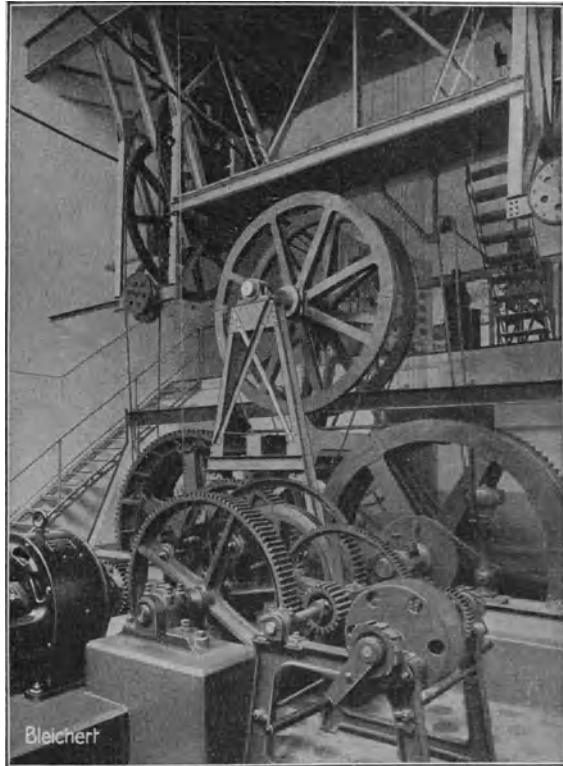


Abb. 541. Einblick in die Antriebsstation der neuen Kohlererbahn.

Baumaterialien darauf bis zur letzten Stütze geschafft, so daß es nur geringer Transportwege auf dem schwierigen Gelände bis zur nächsten Stütze bedarf.

284. Die Bahn in Rio de Janeiro.

Ungefähr gleichzeitig mit der Kohlererbahn wurde diese von J. Pohlig A.-G. ausschließlich zur Personenbeförderung gebaute Bahn in Betrieb

gesetzt¹⁾, die aus zwei völlig voneinander getrennten Teilen besteht, wie das Längsprofil in Abb. 542 zeigt, dessen Höhen- und Längenmaßstab derselbe 1 : 10 000 ist. Beide Teile haben keine Zwischenstützen, und auf jeder Seite von ihnen verkehrt nur ein für 16 Personen eingerichteter Wagen im Pendelbetrieb.

Die Strecke I führt von der Stadt aus auf die Bergkuppe des Morro da Urca. Die Anfangsstation der Strecke II ist von dem Endpunkt der Strecke I etwa 200 m weit entfernt; sie führt auf die Spitze des Pao de Assucar, der sonst nur für geübte und gut ausgerüstete Bergsteiger zugänglich war. Beide Strecken liegen nicht in derselben Geraden, in welchem Fall man wohl sicher eine einzige durchlaufende Bahn ausgeführt hätte, sondern bilden annähernd einen rechten Winkel miteinander, wie die Abb. 543 erkennen läßt.

Auch hier sind für jede Bahnseite zwei verschlossene Tragseile von 44 mm Durchmesser nebeneinander in 20 cm Abstand verlegt worden. Sie sind in den oberen Stationen fest verankert und in den unteren durch Gewichte in üblicher Weise gespannt. Ebenso sind die Zugseile doppelt ausgeführt, jedoch läuft das eine im regelmäßigen Betrieb nach einer der Firma J. Pohlig A.-G. geschützten Anordnung als sogenanntes Fangseil lose mit. Beide Seile sind in der Antriebsstation in gleicher Weise geführt, wie die Abb. 544 angibt. Sie laufen zuerst über zwei nebeneinander befindliche Führungsscheiben und trennen sich dann. Jedes Seil geht über eine obere Führungsscheibe, von dort über die darunter angeordnete, in lotrechter Richtung verschiebliche Spannscheibe, die durch ein Spannungsgewicht angezogen wird, und dann über die doppelrillige Antriebsscheibe, die mit der üblichen vorgelegten Scheibe quer zur Bahnachse steht,

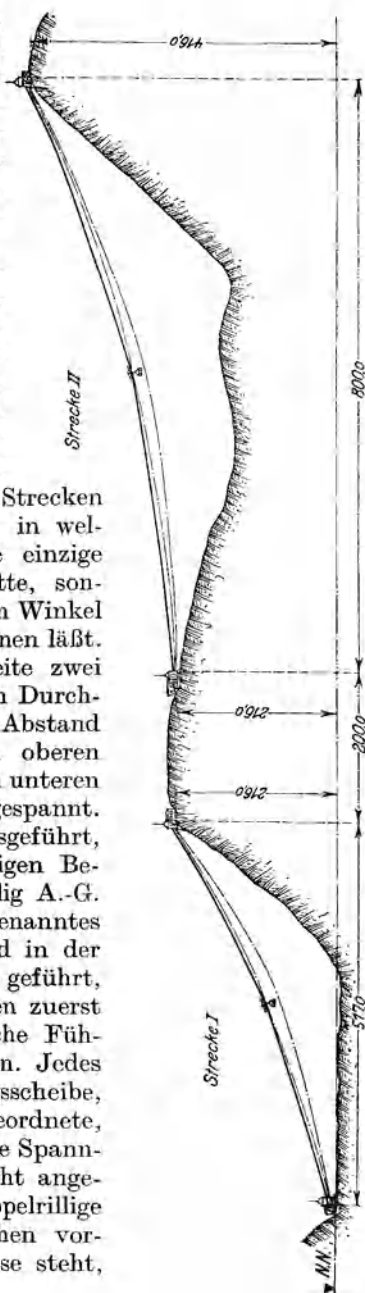


Abb. 542. Längsprofil der Bahn in Rio de Janeiro (Pohlig).

¹⁾ Pietrkowski: Z. V. d. I. 1913.

nach der Gegenseite des Bahnabschnittes, wo die Rückführung die gleiche ist. Es sind also, um Ungleichmäßigkeiten mit völliger Sicherheit auszuschließen, in jedem Seilkreis zwei Spannvorrichtungen angebracht.

Die Antriebe des Zug- und Fangseiles sind durch eine Reibungskupplung mit derselben Vorgelegewelle des Motors verbunden. Im gewöhnlichen Betrieb ist diese Kupplung stets gelöst, so daß nur das Zugseil den Antrieb erhält und das am Wagen befestigte Fangseil von dort



Abb. 543. Gesamtbild der Bahn in Rio de Janeiro (Pohlig).

aus leer mit durchgezogen wird. Nun wirkt die Spannscheibe des Zugseils so auf die Wellenkupplung ein, daß sie eingerückt wird, sobald im Zugseil eine Spannung auftritt, die gleich dem Doppelten der regelmäßigen Betriebsspannung ist. Obwohl in dem Fall noch immer eine etwa $4\frac{1}{3}$ -fache Sicherheit vorhanden ist, tritt dann schon das zweite Seil in Tätigkeit und setzt so die Sicherheit wieder auf den gewöhnlichen Betrag herauf. In den Gegenstationen befinden sich für die beiden Seile nur einfache Umführungsscheiben (Abb. 545).

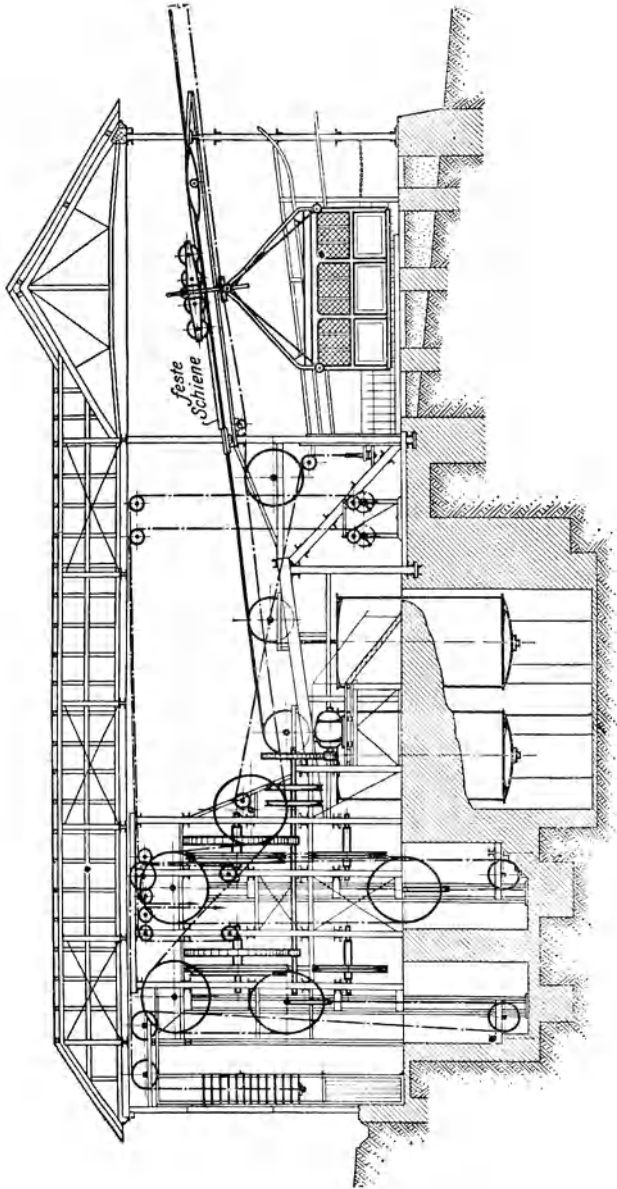
Die Fahrtgeschwindigkeit beträgt 2,5 m/sek. Die Antriebe beider Strecken liegen auf dem Morro da Urca, weil sich dadurch eine be-

quemere Beaufsichtigung des ganzen Betriebes ergab. Die Bremsvorrichtungen entsprechen im allgemeinen den oben bei der Kohlererbahn beschriebenen. Für den Fall, daß der Wagen irgendwie auf der Strecke festliegen sollte, ist hier ein kleiner Notwagen in der oberen Station bereit, der mit einer Handwinde heruntergelassen und wieder zurückgezogen wird und so die Fahrgäste aus der Kabine herausholt.

Der Aufbau erfolgte ebenfalls mit Hilfe einer besonderen, natürlich sehr vereinfachten Baubahn.

285. Die Bahn Lana-Vigiljoch.

Sie ist die dritte reine Personenbahn, die ebenfalls 1912 vollendet wurde. Bei 1877 m in der Wagerechten gemessener Länge und 1153 m Höhenunterschied hat sie die wirkliche Länge von 2190 m. Der Bau machte seinerzeit mancherlei Schwierigkeiten, da die österreichischen Behörden noch während des Baues immer neue Sicherheitsbedenken fanden und auch sonstige unvorhergesehene Ereignisse ihn aufhielten. Die Baufirma war gezwungen worden, die Tragseile mit viel zu großer Sicherheit zu ver-



gezwungen worden, die Tragseile mit viel zu großer Sicherheit zu ver-

legen, so daß zur Vermeidung unbequemer Durchhänge die Stützen verhältnismäßig dicht beieinander aufgestellt werden mußten. Man gelangte so zu dem Profil der Abb. 546 mit 40 Stützen und einer Zwischenstation.

Der Übergang über jede Stütze macht sich nun bei 3 m/sek Fahrtgeschwindigkeit in der Kabine deutlich durch Stöße bemerkbar. Daher gilt es als wertvolle Eigenschaft des Systems Bleichert-Zuegg, das zur Zeit für derartige Anlagen fast ausschließlich in Anwendung kommt, daß die Anzahl der Stützen absichtlich so klein wie irgend möglich gehalten wird. Inzwischen ist die Bahn nach diesem System umgebaut worden (Abb. 547) mit nur 6 Stützen; auch die Zwischenstation ist weggefallen.

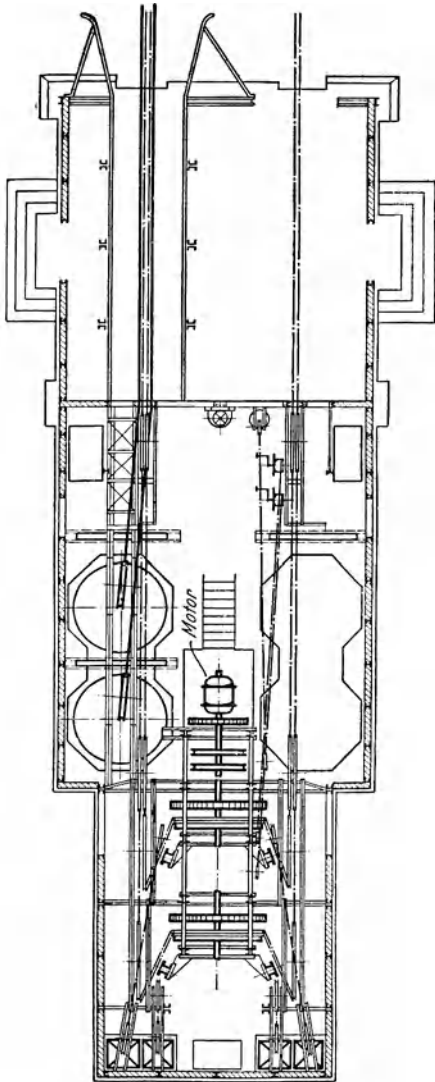


Abb. 544. Antriebsstation der Strecke II in Rio de Janeiro (Pohlig).

286. Die Bahn auf den Montblanc bei Chamonix.

Sie war die letztere größere Anlage, die vor dem Weltkrieg zur Ausführung kam. Freilich wurde bisher nur die unterste der geplanten 5 Teilstrecken gebaut, die bis auf den Gipfel hinaufgehen sollten. Ihr Längsprofil, das bei 1870 m wagerechter Länge und 636 m Höhenunterschied durchaus dem einer Gütertransportbahn entspricht, gibt die Abb. 548 wieder. Es enthält 26 Stützen und eine Spannstation in der Mitte. Auch hier sind die Tragseile in „Herkules“-Bauart mit großer Sicherheit verlegt; gegenüber dem reinen Zug der 25 t wie-

genden Spanngewichte besteht noch 11,7fache Sicherheit! Dafür befindet sich auf jeder Seilbahnseite nur ein Tragsseil¹⁾.

¹⁾ Weitere Einzelheiten s. Stephan: Fördertechn. 1911.

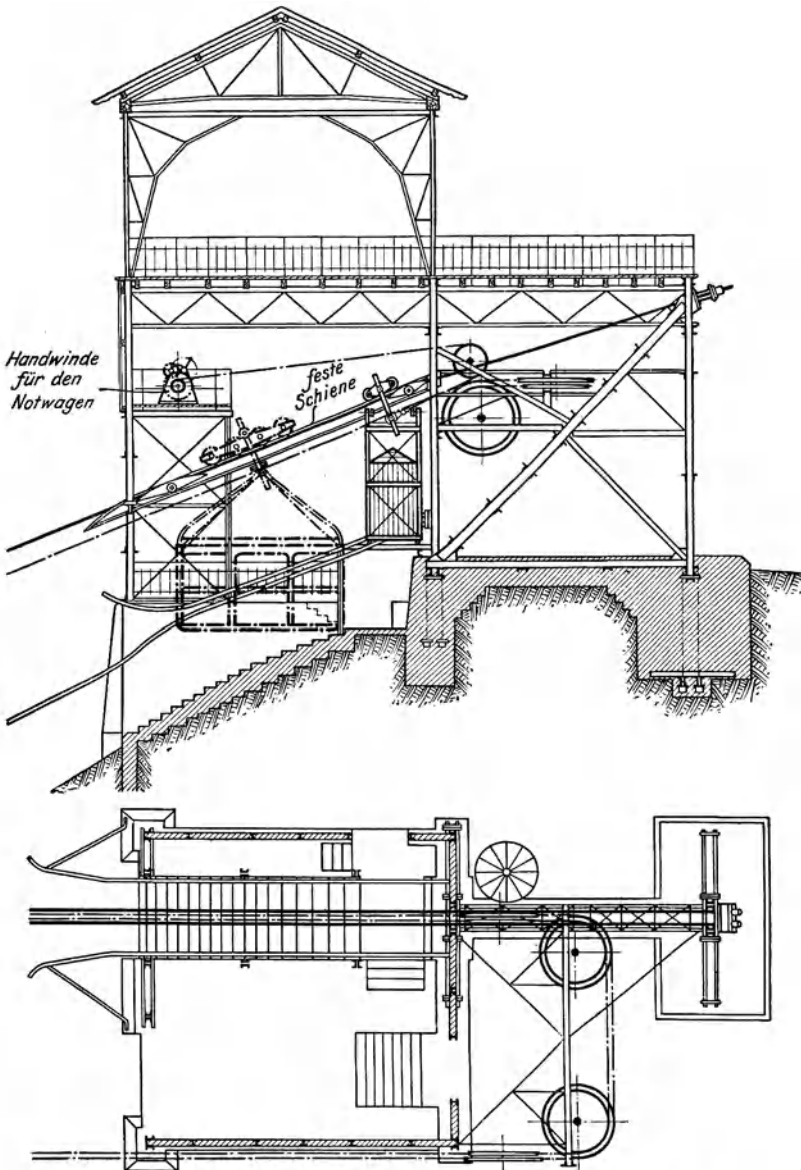


Abb. 545. Endstation der Strecke II in Rio de Janeiro (Pohlig).

287. Die Kritik der Schwebbahnen.

Weniger der Weltkrieg als eine großzügige Gegenpropaganda unterbrach den weiteren Bau von Personenschwebbahnen auf volle zehn Jahre. Sie fußte auf grundsätzlich verkehrten Vorschriften der öster-

reichischen Behörden, die sowohl den Bau sehr verteuerten als auch den Betrieb erschwerten und dadurch den Freunden der Schienenbahnen reichliche Angriffstellen boten. So finden sich z. B. noch in der Neuausgabe von 1924 eines Werkes über elektrische Zugförderung die folgenden Sätze:

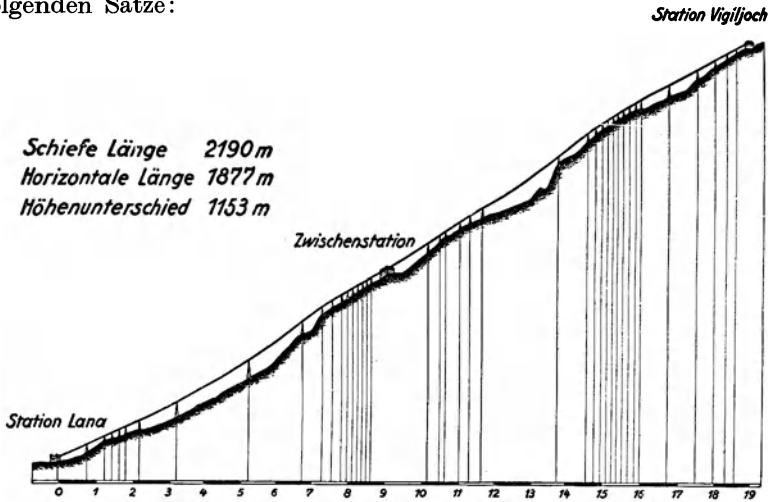


Abb. 546. Längsprofil der älteren Bahn Lana-Vigiljoch.

„Die hohen Erhaltungskosten sind durch die außerordentlich empfindlichen und stark beanspruchten Bestandteile der Laufwerke der Wagen, dauernde Schmierung der Seile und dadurch bedingt, daß namentlich die Tragseile bei einer einzigen schadhafte Stelle in ihrer

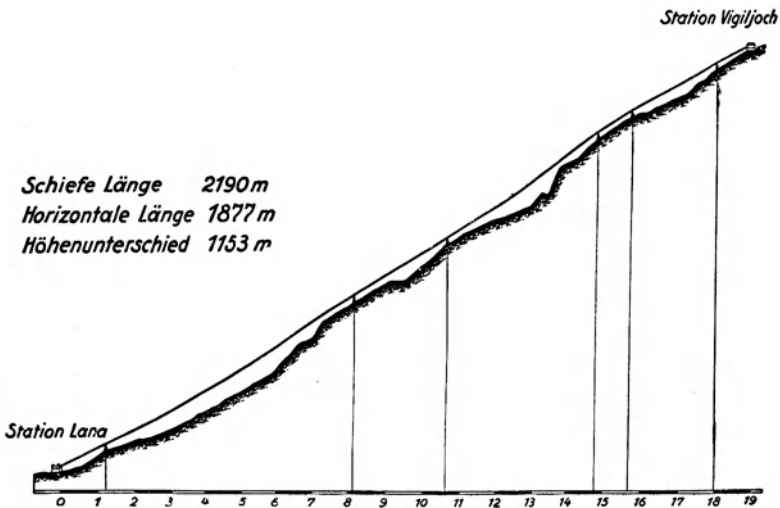


Abb. 547. Längsprofil der Bahn Lana-Vigiljoch nach dem Umbau (Bleichert).

ganzen Länge ausgewechselt werden müssen. Spleißstellen sind unzulässig.

Da beträchtliche Durchhänge zugelassen werden müssen, schwankt die Steigung der Seilfahrbahn innerhalb der Spannweite in weiten Grenzen. Diese Schwankungen übertragen sich nur wenig gedämpft auf das Windwerk.“

Tatsächlich sind das durchweg Übertreibungen. Die Bestandteile der Laufwerke sind nicht bei weitem so empfindlich oder, richtiger gesagt, Störungen ausgesetzt, wie etwa der Antrieb schnellfahrender elektrisch betriebener Eisenbahnen. Es sei nur auf den riesigen Ausbesserungsstand etwa der Hamburger Vorortbahn hingewiesen. Ihre Beanspruchung ist im Gegensatz zu der der Standbahnen eine rein statische. Denn die geringen Stöße beim Übergang über die Auflagerschuhe machen sich nur deshalb den Mitfahrenden so bemerkbar, weil die Wagenkasten nicht wie bei den Standbahnen mehrfach abgefedert sind.

Die zur guten Erhaltung erforderliche Schmierung der Seile ist für die Betriebskosten der Bahn von ganz untergeordneter Bedeutung. Auswechselungen von Tragseilen, die sowohl bei Antransport und Bau der Anlage als auch im Betrieb sachgemäß behandelt

worden sind, sind bisher überhaupt nicht vorgekommen. Ein

etwaiger Drahtbruch wird an Ort

und Stelle wieder elektrisch verschweißt, und damit ist der Schaden mit voller Sicherheit behoben (vgl. Absatz 360).

Selbst bei den gegen den Willen der ausführenden Firma verkehrt gebauten Anlagen schwankt die Steigung der Fahrbahn zwischen zwei Stützen gegenüber der Durchschnittssteigung des Abschnittes gar nicht so sehr. Die kleinen wirklich vorhandenen Änderungen verursachen eine ganz geringe Änderung der Motorenleistung, während in den Übergängen von Standbahnen Leistungsschwankungen ganz anderer Größe auftreten.

Richtig ist allein, daß jederman Spleißstellen in den „Herkules“-Seilen ihrer ganzen Bauart wegen für unzulässig, aber auch unnötig hält.

Wie die Ausführungsbeispiele zeigen, ist für steile und sonst nahezu unzugängliche Gipfel die Schwebbahn das beste Beförderungsmittel.

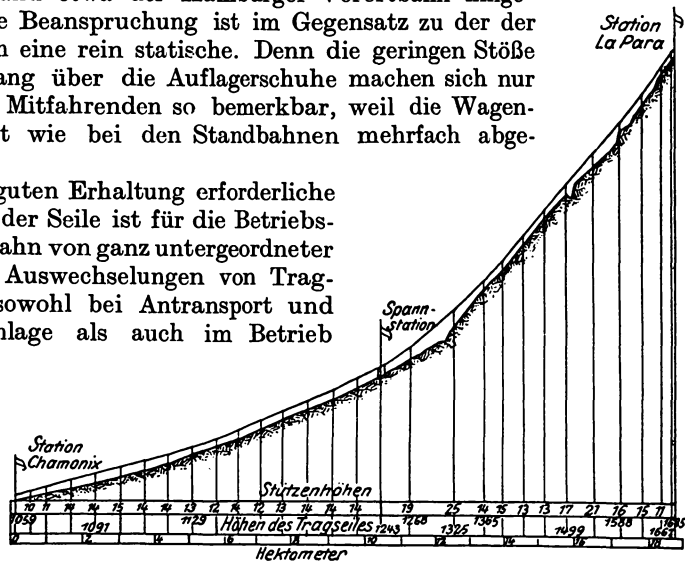


Abb. 548. Längsprofil der Montblanc-Bahn Chamonix—La Para (Ceretti & Tanfani).

Außer ihr kommen im Gebirge eigentlich nur noch Tunnelbahnen, wie z. B. die Jungfraubahn, mit ihren riesigen Baukosten in Frage.

Die Vorzüge der Drahtseilschwebbahnen gegenüber den Standseilbahnen liegen darin, daß das Gelände in keiner Weise verändert wird, also teure Kunstbauten zur Überbrückung von Schluchten und Einschnitte in Bodenerhebungen wegfallen, die bei Standbahnen fast immer nötig werden, weil sie nur wenige nicht zu schroffe Gefällwechsel aufweisen dürfen. Außerdem erfordert bei ihnen die sichere Lagerung der Schienen erhebliche Kosten für die Befestigung der Schwellen usw. Demgegenüber brauchen die Schwebeseilbahnen nur die Fundamente für die verhältnismäßig wenigen Stützen, die in ziemlich leichter Eisenkonstruktion gehalten sind und bei passender Wahl des Anstriches sich kaum vom Hintergrund abheben, also das Landschaftsbild in keiner Weise verderben. Die Anlage- und Betriebskosten der Standbahnen sind aus diesen Gründen auch wesentlich höher als die der Schwebbahnen.

288. Das System Bleichert-Zuegg.

Es ist das große Verdienst von Zuegg, dahin gewirkt zu haben, daß die Behörden jetzt überall praktisch zweckmäßige Seilbeanspruchungen und einfache, aber doch sicher wirkende Schutzvorkehrungen zulassen. Die Gesamtanordnung der neueren Personenbergbahnen, die fast ausschließlich nach dem System Bleichert-Zuegg gebaut werden, ist folgende:

Auf jeder Seite der Bahn liegen zwei Trageile in „Herkules“-Bauart, die ohne Verbindungsmuffen in einem Stück aufgelegt werden. Sie werden in der oberen Station fest verankert und in der unteren durch angehängte Gewichte in üblicher Weise mit gleichbleibender Kraft, unabhängig von Temperaturänderungen oder der Stellung der Wagen, gespannt. Es werden so wenig Zwischenstützen wie nur möglich angeordnet, um den Gang der Wagen möglichst ruhig zu gestalten. Gewöhnlich verkehrt auf jeder Bahnseite nur ein Wagen.

Der Antrieb des beide Wagen bewegenden Zugseiles befindet sich vielfach in der oberen Station. Mit der unteren Station sind die Wagen durch ein Gegenseil verbunden, das dort wie bei den Gütertransportbahnen über eine Spannscheibe läuft, die von dem zugehörigen Spannungsgewicht immer gleichmäßig angezogen wird. Ein zweites Zugseil liegt als sogenanntes Hilfsseil in Ruhe auf der Bahn. Es kann in der oberen Station durch einen genau gleichen Antrieb bewegt werden, falls der Hauptbetrieb aus irgendeinem Grunde versagt. In der unteren Station wird es wie das Hauptzugseil gespannt. Jeder Wagen kann damit durch eine Greiferklemme sofort gekuppelt werden. Zur Erhöhung der Sicherheit ist es möglich, von jedem der beiden Antriebsmotoren sowohl das Hauptseil als auch das Hilfsseil zu bewegen. Jeder Wagenkasten hängt an zwei vierrädrigen Laufwerken, zwischen denen sich die Seilbremse befindet.

289. Die Bahn Meran-Haflling.

Die erste nach diesem System 1922 fertiggestellte Bahn hat nur drei Stützen zwischen den beiden Endstationen, so daß eine freie Spann-

weite von 1467 m vorkommt. Ihr Längsprofil zeigt die Abb. 549, einen Blick auf die beiden Stützen 1 und 2, die als geschlossene Hohlbetonbauten ausgeführt sind, die Abb. 550.

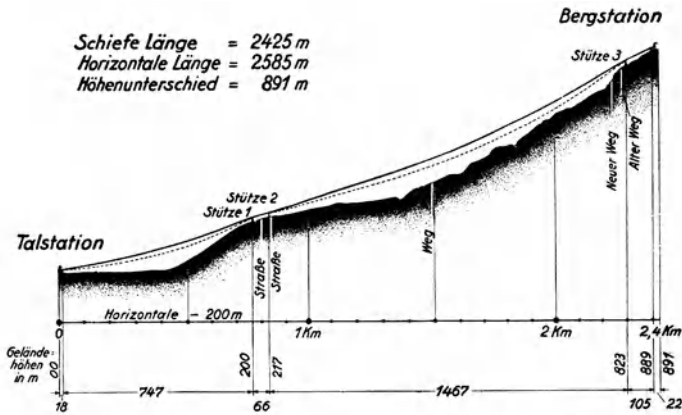


Abb. 549. Längsprofil der Bahn Meran-Hafling (Bleichert).



Abb. 550. Streckenbild der Bahn Meran-Hafling (Bleichert).

290. Die Raxalpbahn.

Sie befindet sich vorläufig noch im Bau. Das Profil der in der Schräge gemessen 2145 m langen Bahn mit ihren 5 Stützen bringt die Abb. 551 bei, einen Blick auf das Gelände mit der eingetragenen Linie gibt die Abb. 552.

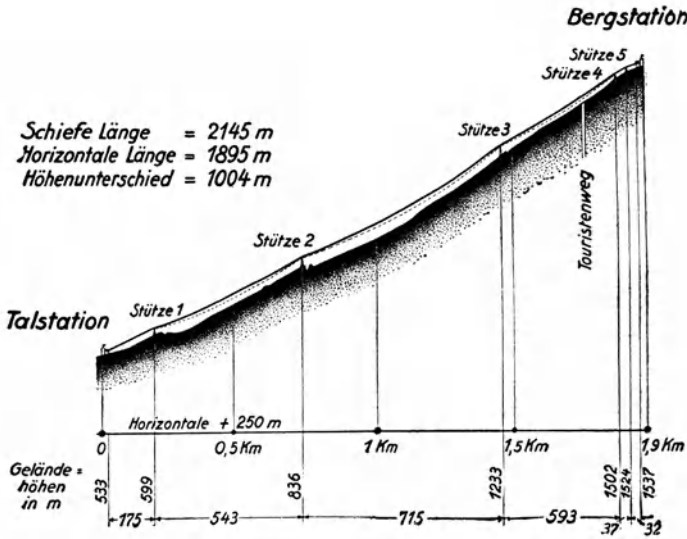


Abb. 551. Längsprofil der Raxalpbahn (Bleichert).

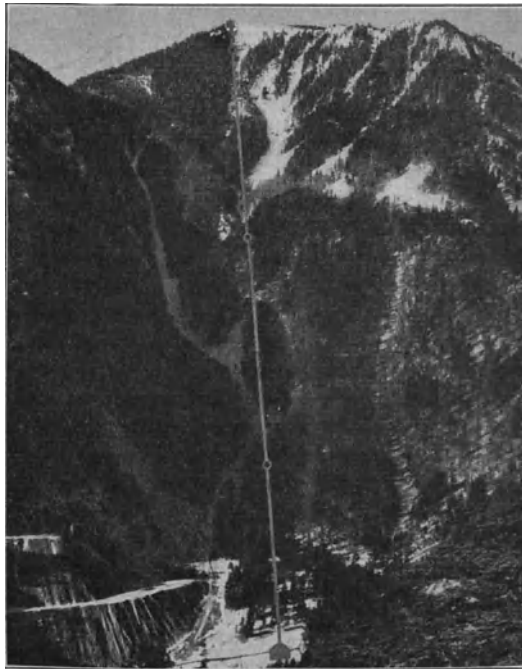


Abb. 552. Gesamtbild der Strecke der Raxalpbahn (Bleichert).

291. Die Bahn Oropa-Mucrone.

Sie verläuft mit 2275 m Länge in der Schräge gemessen von Sanctuario-Oropa (Oberitalien) in 1238 m über dem Meeresspiegel auf den Monte Mucrone von 2335 m Meereshöhe. Ihr ganz eigenartiges Längsprofil zeigt die Abb. 553. Sie ist ebenfalls zur Zeit noch im Bau.

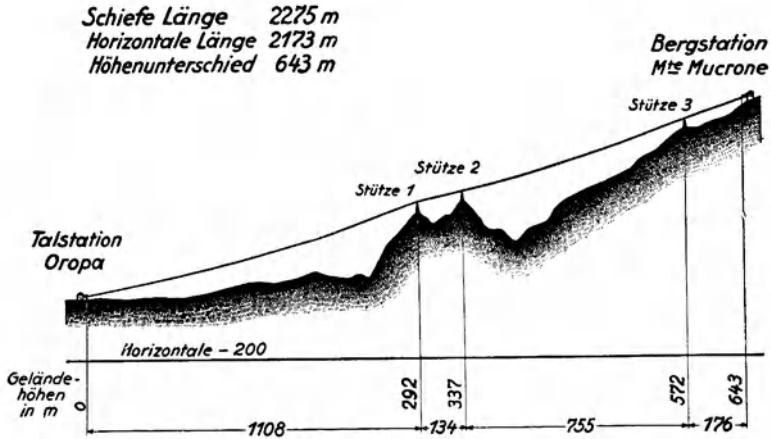


Abb. 553. Längsprofil der Bahn Oropa-Mucrone (Bleichert).

292. Die Zugspitzenbahn.

Sie ist die längste bis jetzt vergebene Anlage. Einen Blick auf die 3380 m lange Linie mit ihren 6 Stützpunkten gibt die Abb. 554, das Längsprofil die Abb. 555. Der Höhenunterschied zwischen der Talstation Obermoos und der 159 m unter dem Gipfel gelegenen Bergstation beträgt 1581 m.

Schon vor dem Krieg war von der Firma Bleichert ein Projekt ausgearbeitet worden, das den Gipfel vom Eibsee aus über die Riffelwände hinweg erreichen wollte. Jedoch wurde die Ausführung der Kosten wegen unmöglich. Die jetzige Linie ist von dem Ingenieur Kleiner, einem Bauunternehmer in Innsbruck, angegeben worden.

Die Fahrtgeschwindigkeit der beiden im Pendelverkehr laufenden Wagen für je 20 Personen, mit 2800 kg Gesamtgewicht, beträgt 3,5 m/sek, so daß die Fahrt nur 16 Minuten dauert. Jedes der vier Trageile von 48 mm Durchmesser wiegt ohne Haspel 35 t, so daß die Auslegung der Seile eine der schwierigsten Aufgaben ist, die der Technik gestellt worden sind. Das ebenfalls in einem Stück angelieferte Hauptzugseil hat 28 mm Stärke, das Gegenseil 25 mm und das Hilfsseil 19 mm Durchmesser.

Der Antrieb der Seile geschieht mit dem Ausgleichgetriebe von Ohnesorge (Absatz 130). Die Antriebsenergie liefert das Hochspannungsnetz des Elektrizitätswerkes Reutte als Drehstrom von 8500 Volt Spannung. Er wird auf die Gebrauchsspannung 220 Volt herunter-



Abb. 554. Blick auf die Linie der Zugspitzenbahn.

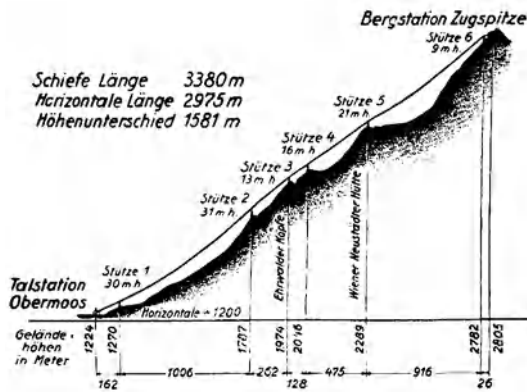


Abb. 555. Längsprofil der Zugspitzenbahn (Bleichert).

transformiert. Damit wird ein Umformeraggregat betrieben, dessen Gleichstromseite die Nebenschlußmotoren der beiden Antriebe und die Aushilfs-Akkumulatorenbatterie speist. Außerdem ist zur weiteren Sicherung des Betriebes noch ein Ölmotor von 100 PS, der Höchstleistung, die gebraucht wird, vorgesehen.

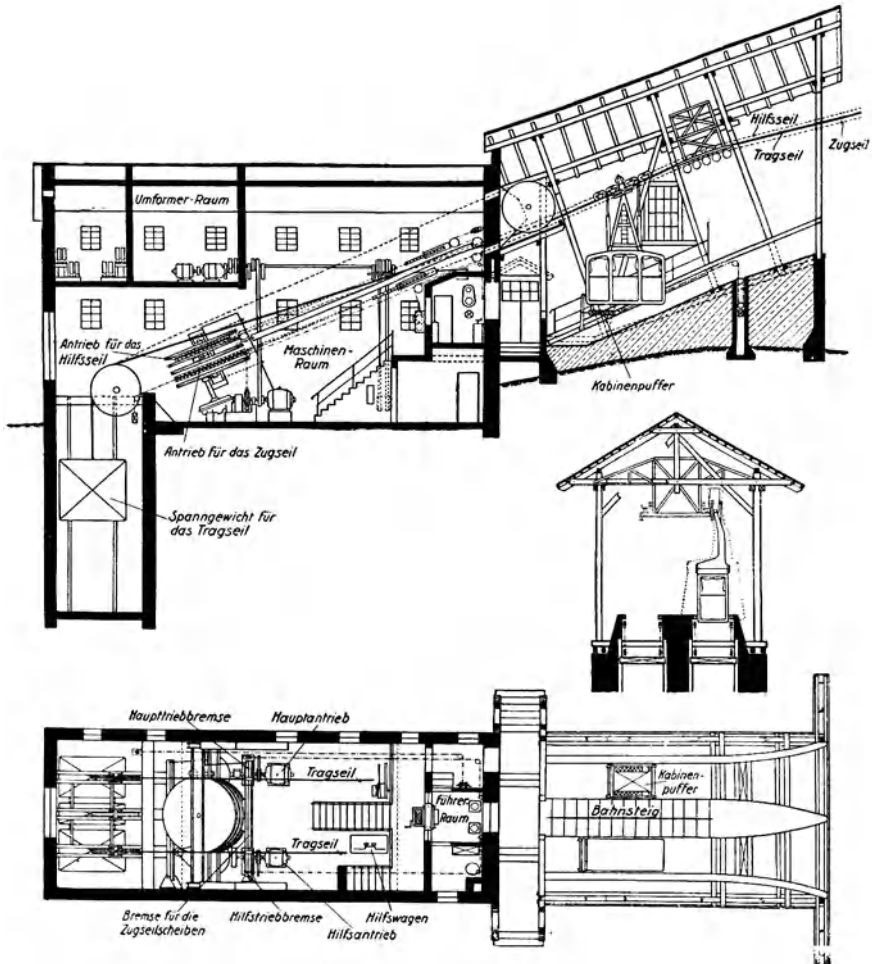
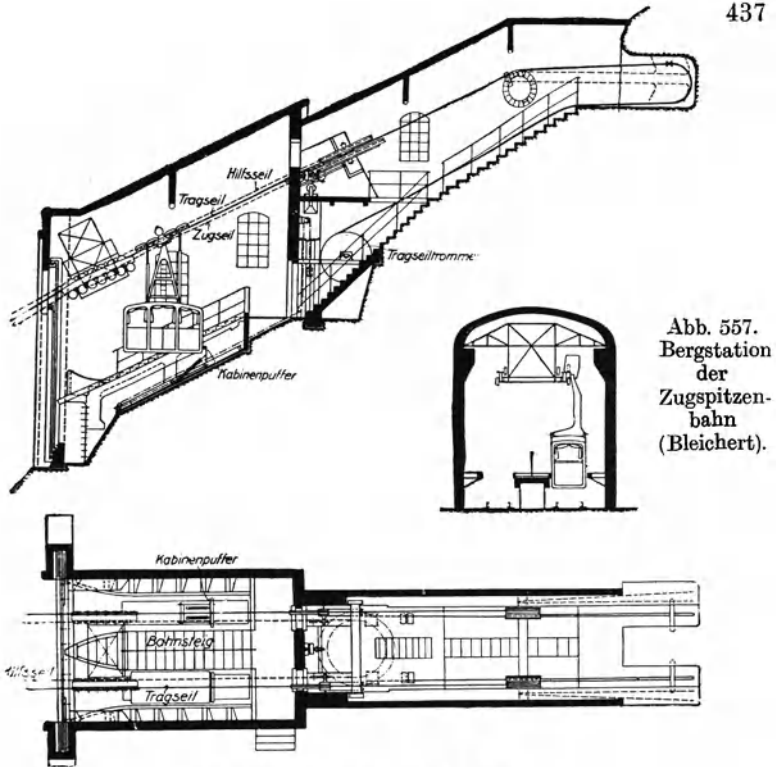


Abb. 556. Talstation der Zugspitzenbahn (Bleichert).

Der sicheren Energiezuleitung und einfacheren Betriebsführung wegen ist der Antrieb in die untere Station gelegt worden. Es ergeben sich so die in den Abb. 556 und 557 wiedergegebenen Einzelheiten.



293. Die Fichtelbergbahn.

Abb. 558.
Untere
Station
der
Fichtel-
bergbahn
(ATG).

Sie wurde in den letzten Tagen des Jahres 1924 nach recht kurzer Bauzeit von der Allgemeinen Transportanlagengesellschaft dem Ver-

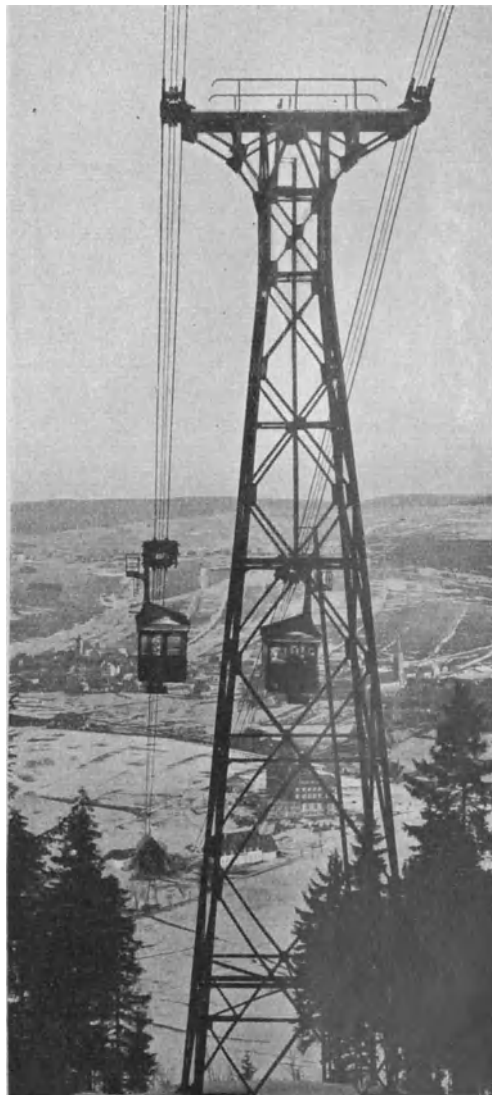


Abb. 559. Höchste Stütze der Fichtelbergbahn (ATG).

kehr übergeben. In Abb. 558 ist eine zur Zeit der Eröffnung aufgenommene Ansicht auf die untere Station mit der ersten Stütze dargestellt. Einen Blick auf die Hauptstütze mit den beiden sich dahinter beegenen-

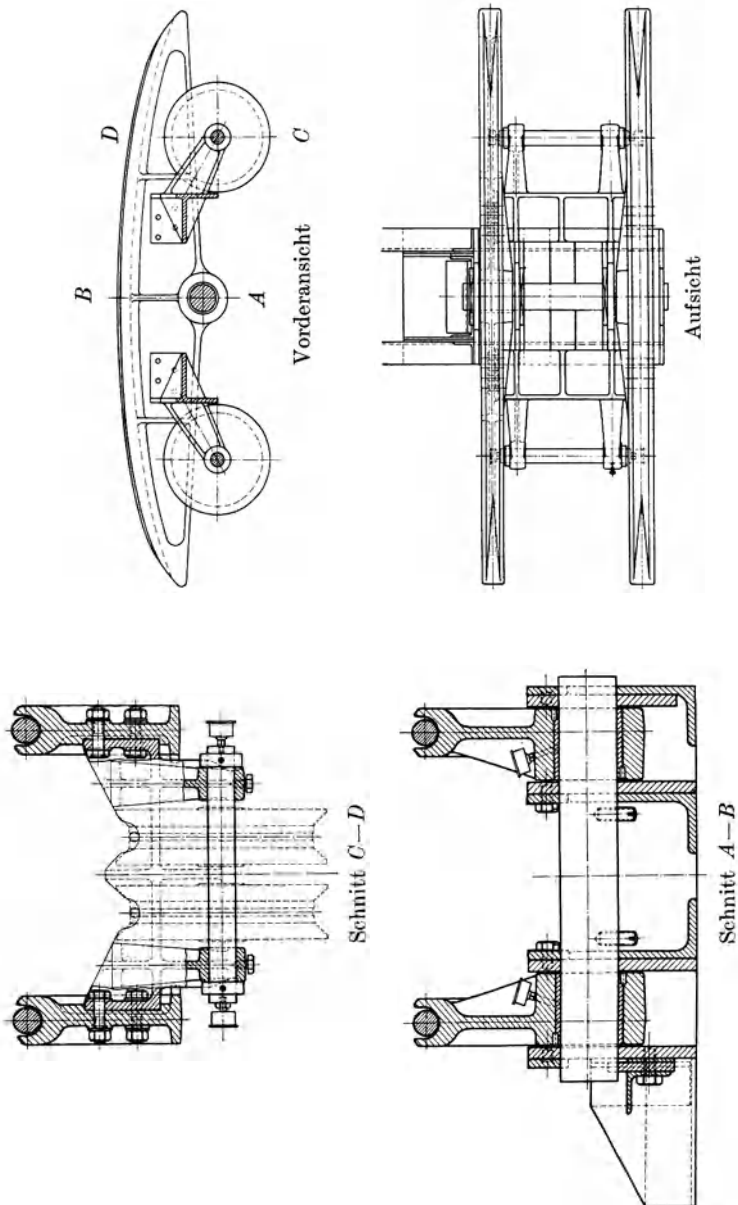


Abb. 560. Auflagerschuhe der Fichtelbergbahn (ATG).

den Wagen zeigt die Abb. 559. Die Auflagerschuhe der Tragseile mit den Zugseileitrollen können hier nur in der Fahrtrichtung pendeln; ihre Konstruktionseinzelheiten enthält die Abb. 560, deren Schnitte in der doppelten Größe der Ansichtsfiguren wiedergegeben sind.

d) Die Kabelkrane.

294. Die ersten bekannten Vorgänger.

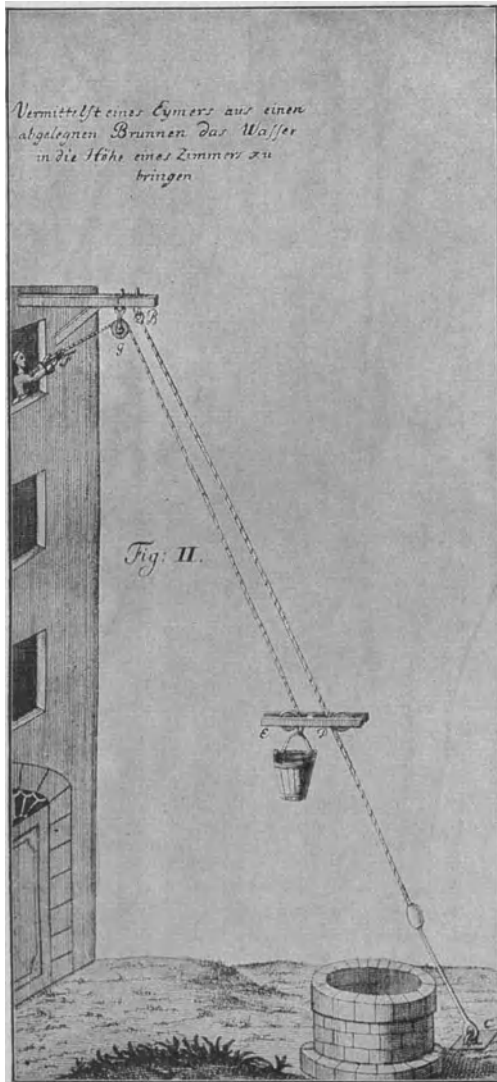


Abb. 561. Älteste Skizze eines Kabelkrans von Leupold.

Verladekrane in Eisenkonstruktion werden für große Spannweiten recht teuer. Man ist nun durch die Verbindung der Grundidee des Laufkrans mit der der Drahtseilbahn des deutschen Systems zu einer oft wesentlich billigeren Lösung gekommen, dem zuerst in Amerika ausgebildeten Kabelkran.

Seinen ältesten Vorgänger, einen Schrägaufzug mit einem ausgespannten Seil als Laufbahn, stellt die Abb. 561 dar, eine Zeichnung aus Leupolds *Theatrum machinarum hydrotechnicarum* vom Jahre 1714. Man könnte übrigens auch, es ist das reine Ansichtssache, die Abb. 8 als Bild eines Kabelkrans bezeichnen.

295. Die ersten praktischen Ausführungen.

Sie wurden 1877 auf der Ausstellung in Philadelphia gezeigt, wo sie von der United States Hoisting and Conveying Co. in New York ausgestellt wurden. Darauf baute Henderson in Aberdeen einige Anlagen für Steinbrüche u. dgl.

Die erste deutsche Ausführung wurde auf Veranlassung des Inhabers der Firma C. G. Kunath in Dresden, B. Hietzig, der das System auf

einer Reise in Schottland kennengelernt hatte¹⁾, 1902 von der Firma Unruh & Liebig für einen Kunathschen Steinbruch gebaut.

Die erste zum Zweck der Schiffsentladung und Abgabe des aufgenommenen Massengutes auf einen Stapelplatz dienende Anlage wurde dann 1904 von A. Bleichert & Co. für die Firma J. Busenitz in Danzig-Schellmühl errichtet²⁾ (Abb. 602).

296. Die Verwendung und gebräuchlichste Anordnung.

Seitdem haben sich die Kabelkrane nicht nur als Verlade- und Stapelvorrichtungen, sondern auch als wertvolle Hilfsmittel bei der Bedienung von Tagebauen, Steinbrüchen, Tongruben usw. erwiesen, sowie beim Bau langgestreckter Ingenieurwerke von verhältnismäßig geringer Breite, die auf unebenem Gelände zu errichten sind, wie z. B. Talsperrenmauern, Brückenbauten, Schleusen, Trockendocks u. dgl. Das Heranbringen der Baumaterialien, das sonst sehr bedeutende Schwierigkeiten macht, erfolgt durch den Kabelkran ohne Beengung des Arbeitsplatzes schnell und sicher vom Stapel bis unmittelbar zur Gebrauchsstelle. Naturgemäß ist die Tragfähigkeit eine den Verhältnissen angepaßte hohe, z. B. beträgt sie für den in Abb. 568 dargestellten Kran 6000 kg, und das Laufseil wird demgemäß stärker bemessen, als es bei den gewöhnlichen Drahtseilbahnen üblich ist, die ja durchweg mit kleineren Einzellasten arbeiten (vgl. Absatz 42).

Die gebräuchlichste Einrichtung und Arbeitsweise der Kabelkrane ist folgende: An den festen, oder auch bei größerer Breite der Baustelle verfahrbaren Endstützen aus Holz oder Eisen ist das Trageil fest verankert. Darauf wird die drei- oder vierrädrige Laufkatze vermittels des Zugseiles hin und her bewegt, dessen beide Enden an der Katze befestigt sind und das von einer Treibtrommel aus in der einen oder anderen Richtung angezogen wird. Ein zweites, von derselben Winde angetriebenes Seil bewirkt dann die Hebung und Senkung der Last.

297. Die Hauptanforderungen an die einzelnen Bauteile.

Um das Trageil nach Möglichkeit zu schonen, ist in erster Linie der Raddruck niedrig zu halten, und da man die Anzahl der Räder nicht beliebig steigert — nur selten über vier —, so muß die Laufkatze leicht gemacht werden. Andererseits wird für die Sicherheit der unter dem Kabelkran arbeitenden Leute eine entsprechend hohe Festigkeit aller Bauteile verlangt, so daß man gewöhnlich das Trageil mit vierfacher Sicherheit verlegt und alle wichtigeren sonstigen Bauteile aus einem hochwertigen Konstruktionsmaterial herstellt. Da andererseits die Bewegungswiderstände der Katze um so größer ausfallen, je mehr sie die Fahrbahn durchdrückt, so ist auf einen möglichst kleinen Durchhang des Trageiles zu sehen. Dieser ist aber nur durch eine recht hohe Anspannung des Seiles zu erreichen, so daß dafür ein Stahlmaterial von höchster Zerreißfestigkeit am günstigsten ist.

¹⁾ Buhle: Z. V. d. I. 1910. Der hier wiedergegebene Auszug aus der Berechnung hat allerdings nur noch historischen Wert.

²⁾ Landmann: Z. V. d. I. 1905.

Die gleiche Überlegung gilt auch für das Zugseil und das Hubseil. Freilich muß die Spannkraft im losen Hubseil je nach der vorgeschriebenen mittleren Senkgeschwindigkeit um einen ganz bestimmten Betrag kleiner sein als das anteilige Gewicht der losen Unterflasche. Hieraus folgt, daß das Seil bei größeren Spannweiten zu weit durchhängen würde, wenn es nicht von besonderen Unterstützungen getragen würde, die sich selbsttätig entsprechend einstellen. Unter allen Umständen muß die richtige Anspannung der Seile entweder selbsttätig oder mit geringer Mühe jederzeit innegehalten oder mindestens wiederhergestellt werden können.

Große Spannweiten erfordern ferner im Führerhaus Einrichtungen, die die Stellung der Last genau angeben, wenn sie der Führer bei Nebel oder bei mangelhafter Beleuchtung nicht mit Sicherheit erkennen kann.

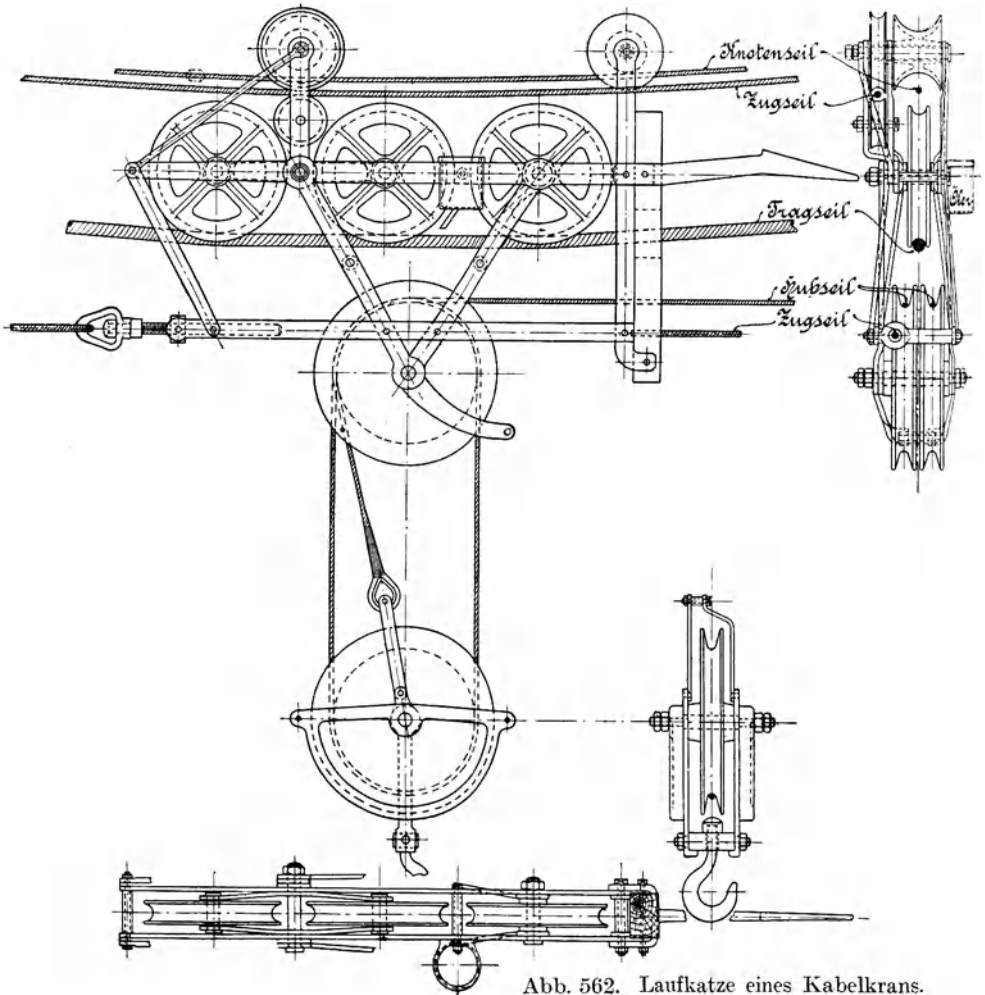


Abb. 562. Laufkatze eines Kabelkrans.

298. Die Laufkatze.

Aus dem Vorstehenden erklärt sich die in Abb. 562 wiedergegebene Zeichnung. Das Gerüst besteht aus mehreren Flacheisen mit angeschmiedeten Augen für die Radzapfen. Bei nicht zu großen Lasten enthält es gewöhnlich drei tiefausgekehlte Stahlgußlaufräder. Der Flaschenzug, an dem die Last hängt, ist sehr häufig dreitrummig. Das Zugseil geht, um das Hin- und Zurückfahren zu ermöglichen, von der Hauptwinde zur Katze und von dort weiter über Gegenrollen auf der zweiten Stütze und dann etwas seitlich vom Trageisil wieder zur Winde zurück. Das rückkehrende Trum wird auf der Katze noch durch eine kleine Tragrolle innerhalb eines Rahmens geführt. Sie trägt ferner auf einem Auslegerhaken eine Reihe von Hängestangen, die das lose Hubseil unterstützen sollen und zu dem Zweck auf einem über dem Trageisil ausgespannten Knotenseil in bestimmten Abständen hängen bleiben.

Eine entsprechende Ausführung von A. Bleichert & Co. zeigt z. B. die Abb. 563. Nur wird hier das obere rückkehrende Trum des Zugseiles nicht durch

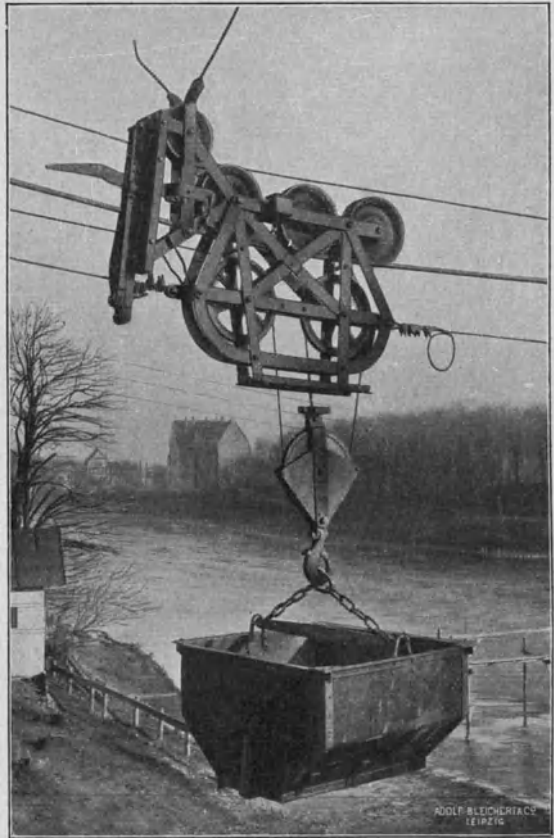


Abb. 563. Dreirädrige Laufkatze.

die Katze hindurchgeführt und kann sich beim Schlaffwerden in die Fanghebel und so auf die darin befindliche Tragrolle legen.

Bei der in Abb. 564 wiedergegebenen Bauart von J. Pohlig A.-G. ist die vierrädrige Laufkatze ziemlich lang. Da der Flaschenzug für die Last nur zweitrummig ist, so muß das Hubseil nach der Gegenstütze durchgeführt werden, wo es über eine Rolle geht und dann oben zur Winde zurückkehrt. Es dient dann gleichzeitig als Zugseil für die Verschiebung der Katze. Um die Gewichte genau auszugleichen, befinden

sich auf jeder Seite der Katze Traggehänge für das lose Trum des Hubseiles, deren Knotenseile an der Katze befestigt sind.

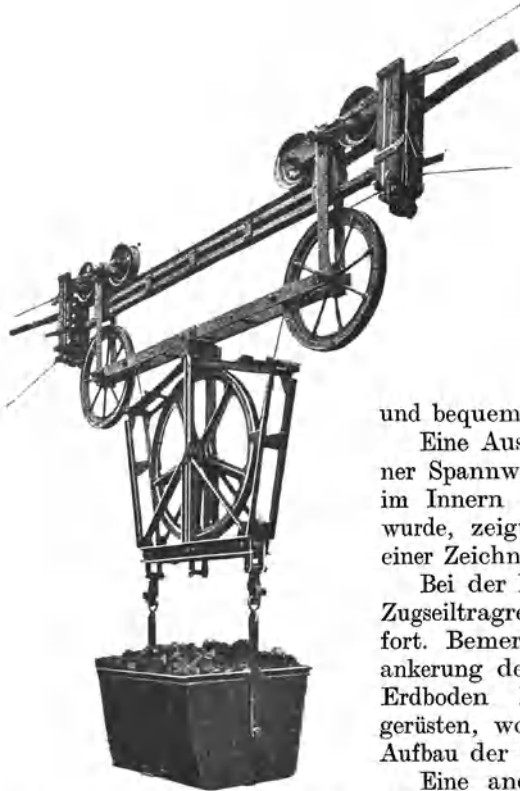


Abb. 564. Vierrädrige Laufkatze (Pohlig).

299. Kabelkrane mit festen Endgerüsten.

Mit hölzernen feststehenden Stützen, deren eine nötigenfalls noch durch aufgebrachte Gewichte gesichert wird, haben sich diese Kabelkrane schnell in die Baupraxis eingeführt. Bei im Verhältnis zur Längenausdehnung schmalen Bauten bilden sie zur Zeit das billigste und bequemste Bauhilfsmittel.

Eine Ausführung mit besonders kleiner Spannweite, die für eine Baustelle im Innern der Stadt Leipzig benutzt wurde, zeigt z. B. die Abb. 565 nach einer Zeichnung von A. Bleichert & Co.

Bei der kleinen Länge fallen hier die Zugseiltragereiter mit ihrem Knotenseil fort. Bemerkenswert ist noch die Verankerung des Trageiles unmittelbar im Erdboden hinter den beiden Stützgerüsten, wodurch ein ziemlich leichter Aufbau der Gerüste erzielt wird.

Eine andere, ebenfalls Bleichertsche Ausführung für einen Brückenbau veranschaulicht die Abb. 566. Hier befindet sich

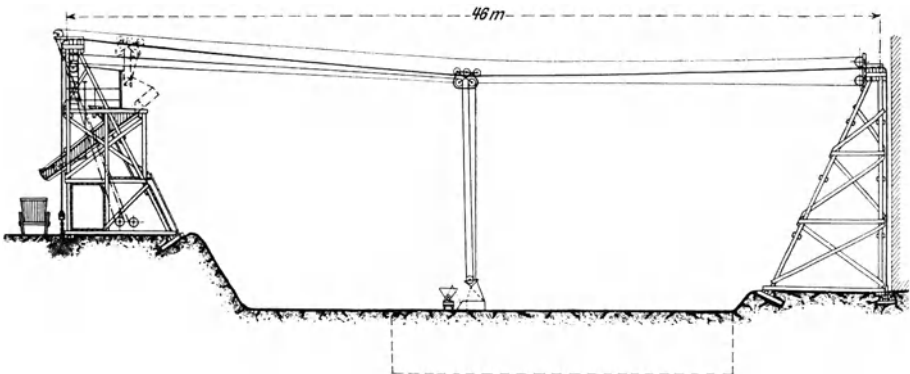


Abb. 565. Kabelkran für eine Baustelle in Leipzig (Bleichert).

der Antrieb in einem besonderen Häuschen hinter der Stütze. Das Tragkabel ist nach rückwärts durchgeföhrt und im Erdboden gut verankert.

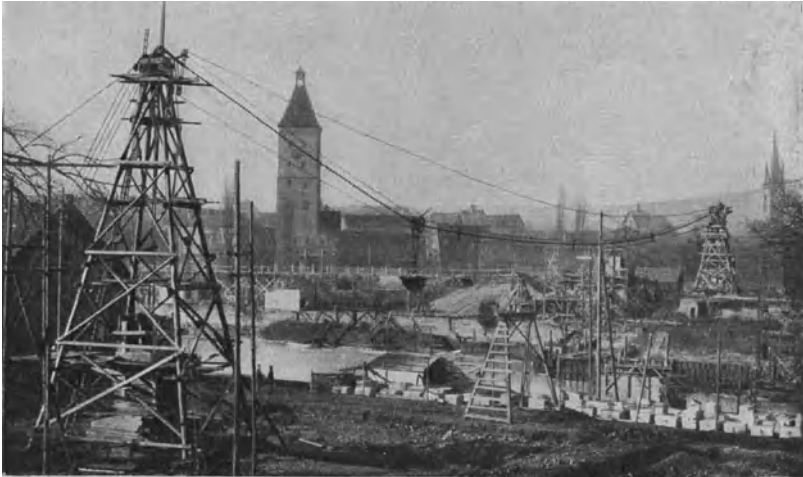


Abb. 566. Kabelkran für einen Brückenbau (Bleichert).

Die Länge derartiger Kabelkrane hat man bis zu über 500 m gesteigert. Z. B. hat ein von J. Pohlig A.-G. für den Bau eines Eisenbahnviadukts an die Firma Philipp Holzmann & Co. gelieferter Kran die freie Spann-

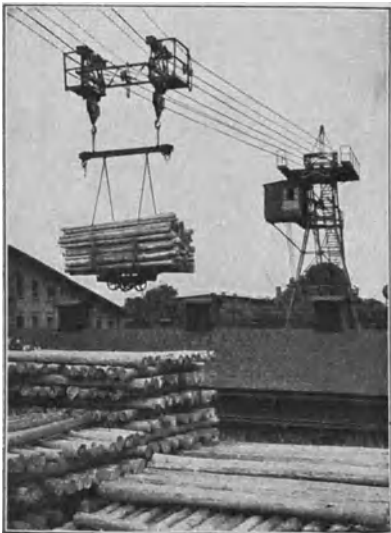


Abb. 567. Endgerüste eines Doppelbaukrans.

weite 308 m und eine Hubhöhe von 20 m. Er dient zum Heranschaffen aller Baumaterialien, insbesondere des Betons, der Werksteine und der Rüstungen und besitzt einen Kübelinhalt von 1,2 m³. Bei einer anderen



Abb. 568. Maschinenturm eines Doppelkrans.



führt worden, besonders für Holzlager u. dgl. Die Antriebsstütze eines schweren Bleichertschen Doppelkranes von 260 m Spannweite für ein langes Holzlager bringt die Abb. 568 bei. Da auf einmal lange Hölzer bis zu 12 t Gesamtgewicht den ankommenden Eisenbahnwagen entnommen und aufgestapelt werden sollen, so sind zwei gleiche Krane, die auch getrennt arbeiten können, parallel nebeneinander angeordnet worden. Das gemeinsame Windenhaus befindet sich unten in der Stütze.

Abb. 569. Doppelkran mit festen Eisenstützen (Bleichert).

PohlighschenAusführung für den Bau des Sittertalviaduktes sind zwei derartige Krane von 450 m Spannweite nebeneinander angeordnet, deren größte Hubhöhe beinahe 100 m erreicht. Einen Blick auf ihre hölzernen Endgerüste mit den eingebauten Winden-

häuschen gibt die Abb. 567 wieder. Beide Krane förderten zusammen täglich 150 m³ Baumaterial.

Solche Krane sind vielfach auch für langgestreckte Stapelplätze ausge-

Die Steuerung erfolgt jedoch von dem hochgelegenen Führerhäuschen aus, von dem das ganze Lager übersehen werden kann.

Einen anderen Doppelkran mit eisernen, 15 m hohen Stützen zeigt teilweise die Abb. 569. Er wurde von Bleichert für die Gräflisch Schaffgottsche Hohenzollerngrube bei Beuthen geliefert und hat den Zweck,



Abb. 570. Eiserner Gegenstütze (Bleichert).

mit der Eisenbahn ankommendes Grubenholz und sonstiges Baumaterial zu verladen. Seine Gesamtlänge beträgt 234 m, die Tragfähigkeit 3 t. Stündlich werden 10–12 Arbeitsspiele gemacht. Die Abb. 569 enthält im Hintergrunde, teilweise durch ein dazwischenliegendes Gebäude verdeckt, die Maschinen- und Steuerstütze.

Die eiserne Gegenstütze eines einfachen Kabelkranes, den A. Bleichert & Co. für die Granitwerke Kirchbruch in Beucha gebaut hat, gibt die Abb. 570 wieder. Der Kran von 142 m Spannweite fördert Steinlasten von gewöhnlich 3 t, die aber ausnahmsweise bis 10 t betragen können. Man erkennt in der Abb. 570 deutlich die Tragkabelbefestigung, die Hinführung des Zugseiles etwas unter dem Trageil, seine Rückführung hoch darüber und das Knotenseil zur Aufnahme der Tragreiter für das Zugseil.

300. Die Arbeitsgeschwindigkeiten.

Um eine hinreichend große Förderleistung zu erzielen, ist die Fahrtgeschwindigkeit stets ziemlich groß. Sie beträgt selten unter 2,5 m/sek und steigt häufig bis auf 4 und sogar über 5 m/sek.

Die Hubgeschwindigkeit ist natürlich geringer, je nach Größe der Last 0,6 bis 1,2 m/sek. Infolgedessen ist eine ziemlich erhebliche Antriebsenergie nötig; z. B. erfordert jeder zu Abb. 567 gehörige Kabelkran eine Lokomobile von 45 PS Leistung.

Das Senken wird meist mit 1,5 m/sek im Durchschnitt ausgeführt.

301. Die Spannkraft im Trageil.

Die Bemessung und Berechnung des Trageiles für die größte Belastung wurde bereits in Absatz 42 und 41 angedeutet.

Die Spannkraft S_0 , mit der das leere Trageil von der Länge l m und dem Eigengewicht q kg/m anzuziehen ist, bevor die Laufkatze aufgebracht wird, damit es dann bei voller Belastung P und Stellung der Katze in der Mitte der Bahn die vorgesehene Höchstanspannung S_{\max} erhält, berechnet sich mit guter Annäherung aus der Formel

$$\frac{S_{\max}}{S_0} = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 3 \cdot \left(1 + \frac{2P}{q \cdot l}\right)^2}.$$

Teilt die Last P die Länge l in die beiden Abschnitte a_1 und a_2 , so gilt entsprechend

$$\left(\frac{S}{S_0}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{l}\right)^3 \cdot \left\{1 + 3 \cdot \left[\frac{a_2}{a_1} \cdot \left(1 + \frac{2P}{q \cdot l}\right)\right]^2\right\} + \left(\frac{a_2}{l}\right)^3 \cdot \left\{1 + 3 \cdot \left[\frac{a_1}{a_2} \cdot \left(1 + \frac{2P}{q \cdot l}\right)\right]^2\right\}.$$

Hieraus berechnet sich zu B. für $l = 280$ m, $q = 11,7$ kg/m, $P = 5,40$ t der in Absatz 309 beschriebenen Anlage die folgende Zusammenstellung:

$$\begin{array}{ccccccc} \frac{a_1}{l} = 0 & 0,05 & 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,4 & 0,5, \\ \frac{S}{S_0} = 1 & 1,84 & 2,45 & 3,18 & 3,59 & 3,78 & 3,87. \end{array}$$

Die Betriebsspannkraft des Seiles schwankt also je nach der Katzenstellung recht erheblich und ist außerdem von der Lastgröße abhängig.

Bei geringerer Belastung, etwa Leerfahrt der Katze, ist somit das Seil weniger angespannt. Das macht sich bei langen Kabeln dadurch unangenehm bemerkbar, daß die Neigung, auf welche die leere Katze bei der Verschiebung nach der Stütze hinauffährt, unnötig groß ist und somit überflüssig viel Antriebsenergie verzehrt.

Aus dem Grunde führt man oft die eine Stütze pendelnd aus. Sie wird häufig in der Mittellage um 45° geneigt und trägt am freien Ende ein Belastungsgewicht Q . In dem Falle ist die Spannkraft

$$S_0 = Q + \frac{1}{2} \cdot q \cdot l + \frac{1}{2} G,$$

wenn G das Eigengewicht der Pendelstütze angibt, wagerechte Lage der Trageisehne vorausgesetzt.

Die wirkliche Spannkraft ist auch hier von der Laststellung abhängig:

$$S = S_0 + P \cdot \frac{a_1}{l},$$

worin a_1 den Abstand des Laufkatzen gewichtes P von der anderen festen Stütze bezeichnet. Da aber P sehr viel kleiner als S_0 ist, so sind die Schwankungen nicht mehr groß.

Beim Heranfahren der Laufkatze an die Pendelstütze wird diese etwas gesenkt und außerdem die Seilspannkraft erhöht. Beide Umstände wirken auf die Verringerung der Steigung hin, die sich vor der Katze bildet, was das dichte Heranfahren an die Pendelstütze entschieden erleichtert.

302. Kabelkrane mit Pendelstütze.

Die Gesamtanordnung eines solchen Kabelkranes gibt die Abb. 571 nach einem Bleichertschen Entwurf wieder.

Oft wird die Pendelstütze annähernd lotrecht aufgestellt und durch entsprechend belastete Spannseile festgehalten. Ein Beispiel einer derartigen Anlage zeigt die Abb. 572. Es ist ein für die holländische Kolonial-eisenbahn zur Überbrückung des an dieser

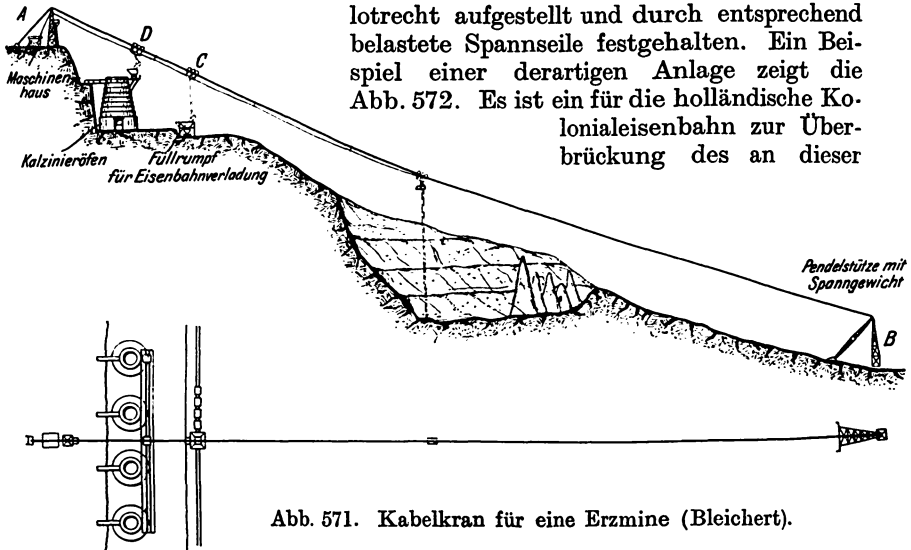


Abb. 571. Kabelkran für eine Erzmine (Bleichert).

Stelle fast 300 m breiten Surinamflusses von A. Bleichert & Co. erbauter Kabelkran, der den ganzen Lasten- und Personenverkehr in Verbindung der beiden durch den Fluß getrennten Eisenbahnstrecken zu vermitteln hat. Gerade für derartige Kolonialzwecke, wo der Bau einer Brücke von vornherein ausgeschlossen ist, erweist sich der billige Kabelkran als einziges Hilfsmittel. Seine Tragfähigkeit (6,5 t) ist so hoch bemessen, daß damit sogar Dampfkessel und fertig zusammengebaute Maschinen befördert werden können.

Das verschlossene Tragseil von 50 mm Durchmesser wird von zwei eisernen, 26 m hohen Stützen getragen, die portalartig ausgebildet sind, um die Eisenbahnwagen zur Be- bzw. Entladung unter die Laufkatze fahren zu lassen. Der Turm auf der Maschinenseite ist fest mit seinen Fundamenten verankert, die von je vier Senkbrunnen gebildet werden. Sie

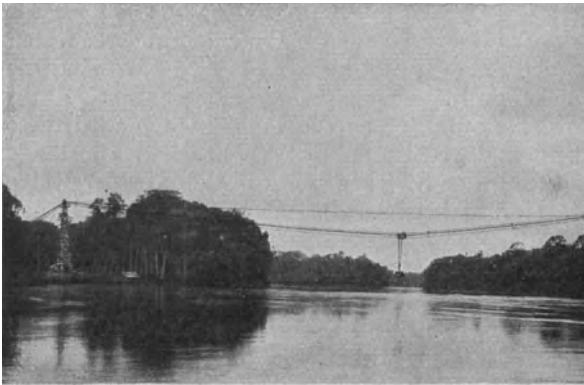


Abb. 572. Kabelkran über den Surinamfluß.

sind aus Eisenbeton hergestellt und nach ihrer Absenkung bis auf den festen Fels mit Beton gefüllt worden. Auf der Maschinenseite ist das Tragseil über den Turm mittels eines gußeisernen Tragschuhes hinweggeleitet, an dem es aber mit Klemmlaschen festgelegt

ist, und dahinter in einem kräftigen Erdfundament verankert worden.

Die Pendelstütze auf der Gegenseite ist so eingestellt, daß sie bei geringster Belastung bis 1,45 m nach der Landseite mit der Spitze überholt und erst bei der höchsten Belastung lotrecht steht. Das Tragseil ist dort gelenkig am Turm befestigt. Gehalten wird er von zwei Spannseilen, die nach dahinter gelegenen Spannböcken gehen, wo angehängte Gewichte für die immer gleiche Anspannung sorgen.

Dieses System der Verspannung ist von A. Bleichert & Co. noch weiter ausgebildet worden, indem die Endstütze aus zwei pendelnden, zusammen ein starres Tor bildenden Säulen besteht, an deren Scheitel eine kräftige Zugstange gelenkig angeschlossen ist, die am unteren Ende durch ein Betongewicht beschwert wird (Abb. 573). Das letztere läuft auf Rädern an einem entsprechend geneigten, ebenfalls aus Beton gestampften und im Erdboden passend festgelegten Spannbock. Zur Sicherung gegen seitliche Bewegungen wird der Stützenkopf noch durch zwei seitliche, in kräftigen Betongewichten verankerte Seile gehalten.

Eine bemerkenswerte Ausführung (von J. Pohlig A.-G.) ist noch die der Abb. 574. Sie dient dem Heseper Torfwerk in Meppen dazu, Torf in Wagenkästen von 5,7 t Ladungsgewicht über die Ems zu schaffen. Er wird auf Schmalspurgleisen auf der Seite der Pendelstütze (Abb. 575)

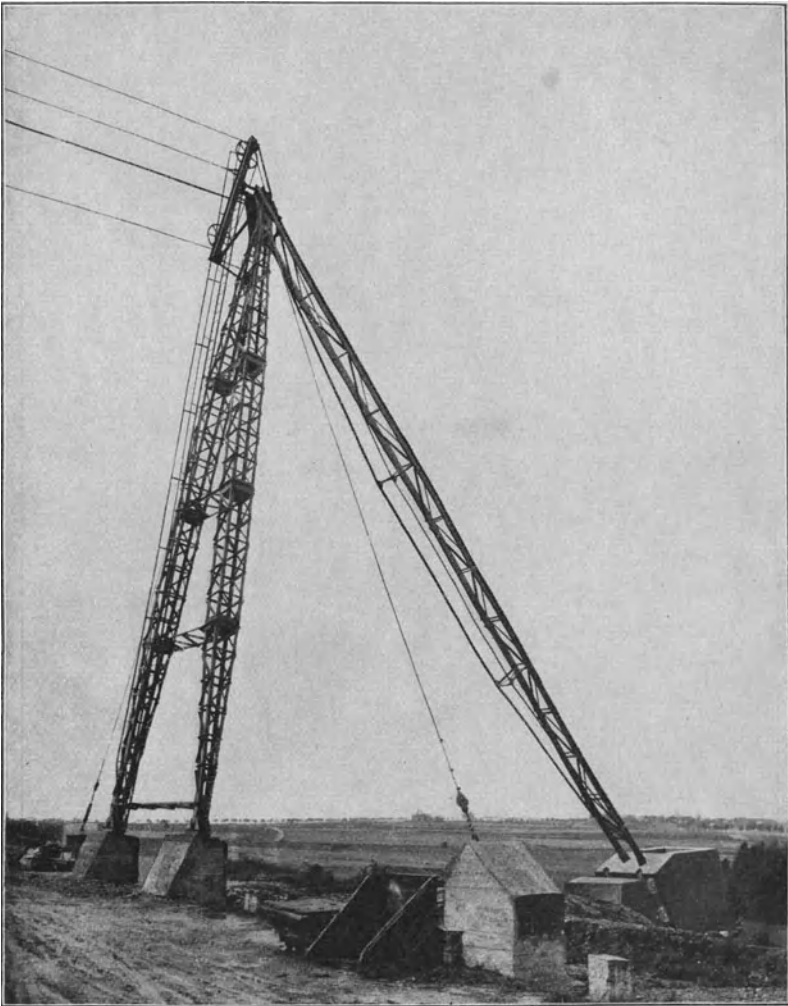


Abb. 573. Endstütze mit Spannungswagen.

herangebracht. Dort werden die Kästen von den Wagen abgehoben und auf der Kabelbahn von 150 m Spannweite über den Fluß geführt. An die feste Stütze ist ein Fülltrichter angebaut, in den die Kästen ausgeschüttet werden (Abb. 576). Um das hohe Gesamtgewicht von Ladung,

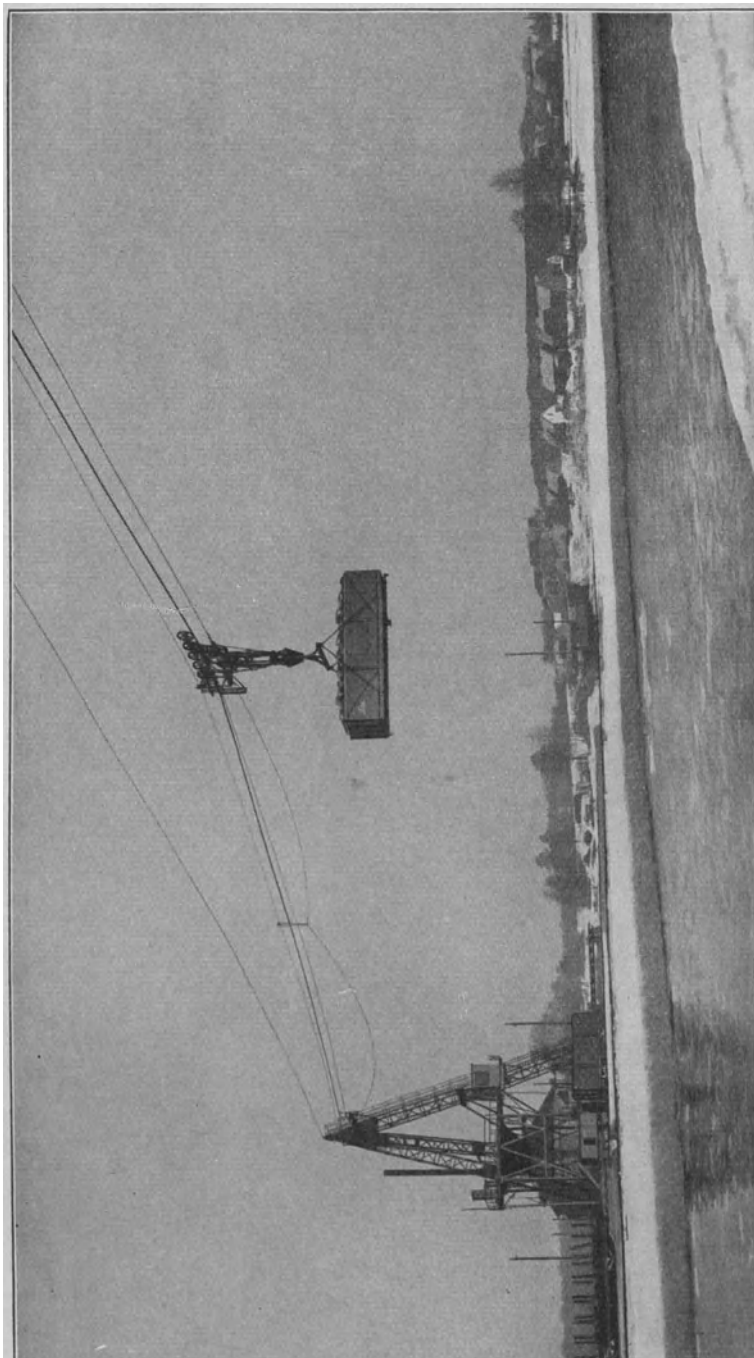


Abb. 574. Kabelkran über die Erms.

Kasten und Laufkatze von einem Tragseil aufzunehmen, hat die Laufkatze 6 verhältnismäßig große Laufräder erhalten. Der Antrieb geschieht durch eine Lokomobile von 80 PS Höchstleistung. Stündlich kommen 14 Arbeitsspiele zustande, so daß die Förderleistung 80 t beträgt. Die Lieferung wird aus dem Fülltrichter in Eisenbahnwagen zum Weitertransport abgezogen.



Abb. 575. Pendelstütze und Aufnahme der Last (Pohlig).

303. Kabelkrane mit seitlich schwenkbaren Endstützen.

Der feststehende Kabelkran beherrscht nur eine Linie, so daß für Bauten von größeren Breitenabmessungen deren mehrere nebeneinander anzuordnen sind, wie schon gelegentlich der Abb. 567 angegeben wurde. Man ist damit beim Bau von kreisförmig ausgebogenen Mauern von Talsperren, wie z. B. bei der Edertalsperre, bis zu vier nebeneinander feststehenden Kabelkranen von 500 m Spannweite gegangen.

Um nun mit dem Kabelkran auch einen Streifen von gewisser Breite bearbeiten zu können, hat A. Bleichert & Co. die Endstützen seitlich schwenkbar gemacht. Die erste größere Ausführung war die in Abb. 577 dargestellte, für den Bau der Schleuse I des Rhein-Herne-Kanals gelieferte. Die Endstützen der beiden 300 m langen Kabelkrane bestehen aus besonders kräftigen, in der Mitte gestoßenen und dort gut verlaschten Holzbalken, die durch ein System von vier, den Balken im Quadrat

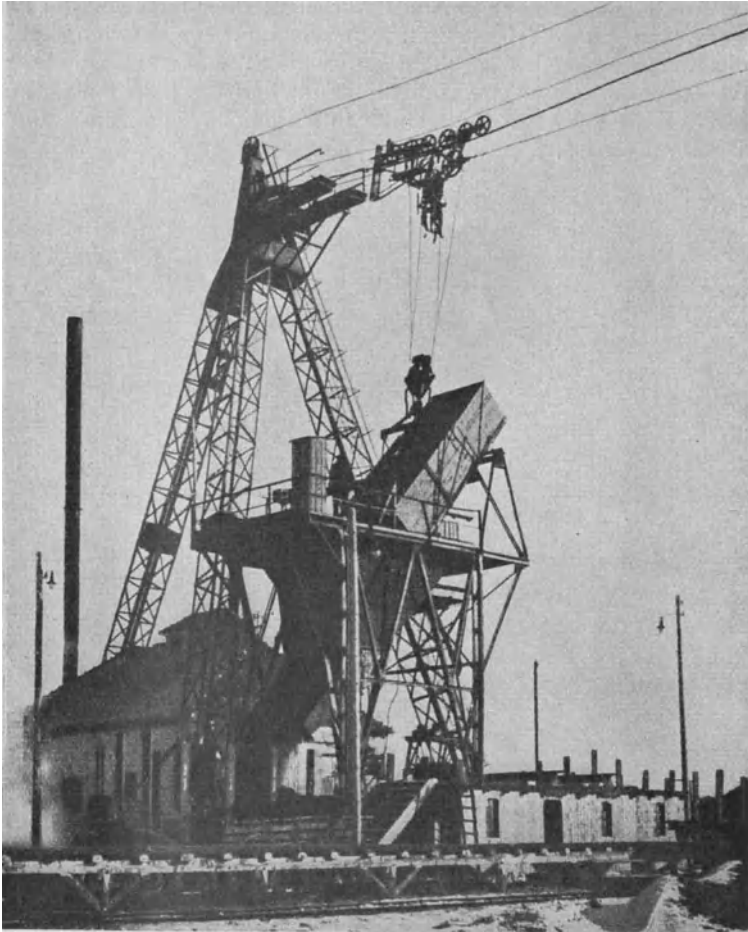


Abb. 576.
Aus-
schütten
der
Ladung
(Pohlig).

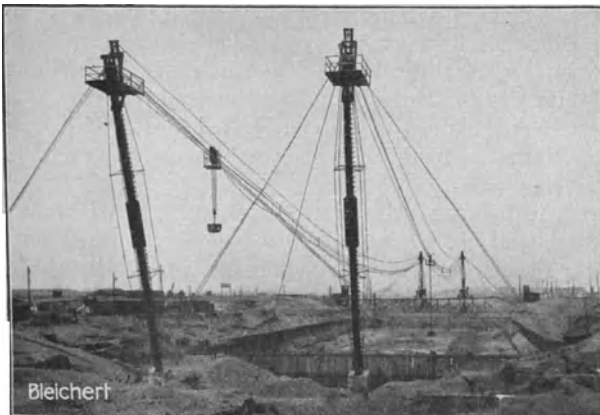


Abb. 577.
Kabel-
krane mit
schwenk-
baren
End-
stützen.

umgebenden Zugankerverspannungen versteift sind. Sie werden durch eine Anzahl von seitlich verankerten und mit Hilfe von Flaschenzügen nachlaßbaren Spannseilen gehalten und ihre Spitze kann so nach jeder Seite um 3 m verlegt werden.

Diese Anordnung hat sich besonders noch für die Beschickung von Stapelplätzen mit Kohle, Koks u. dgl. als wertvoll erwiesen: Auf dem Möllerschacht der staatlichen Berginspektion 2 in Gladbeck¹⁾ wurde infolge der ungenügenden Abfuhr durch die Eisenbahn die Lagerung großer Mengen von Koks nötig, und man entschied sich, mit Rücksicht auf die eigenartigen örtlichen Verhältnisse und die im Verhältnis zu anderen etwa gleichwertigen Hilfsmitteln schnelle Anlieferungszeit, für den in Abb. 578 skizzierten Kabelkran Bleichertscher Bauart. Hierin bezeichnet

- a* die Koksöfen (insgesamt 160),
- b* den Zechenbahnhof,
- c* die Anschlußgleise der Zeche,
- d* das bisherige Kokslager,
- e* das Ammoniakwaschergebäude,
- f* die Hauptrohrleitungen der Öfen,
- g* das Maschinenhaus,
- h* die beiden neuen Kokslager,
- i* einen Klärbehälter,
- k* den Hochwasserbehälter,
- l* das Sägewerk der Zeche,
- m* den Grubventilator mit Gebäude,
- n* das Windenhaus der Kabelbahn,
- o* das Führerhaus der Kabelbahn,
- p* das rückkehrende Trum des Katzenfahrseils,
- q* das Knotenseil für die Reiter,
- r* die Hubseiltragreiter,
- s* das Hubseil, Kippseil und das untere Trum des Fahrseils,
- t* das Tragseil,
- u* die Laufkatze,
- v* den zu beladenden Eisenbahnwagen.

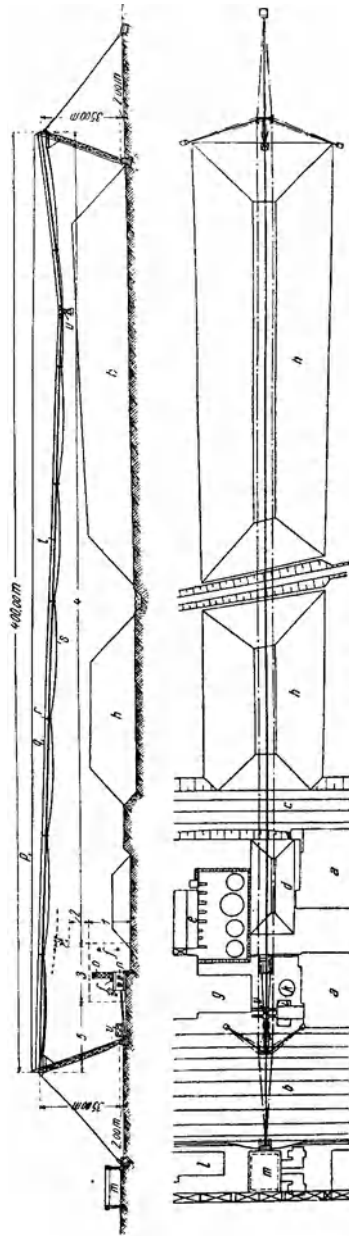


Abb. 578. Aufriß und Grundriß der Kabelbahn auf den Möllerschächten (Bleichert).

¹⁾ Pilz: Glückauf 1918.

Um möglichst viel Koks lagern zu können, wurde für die neuen Halden eine Schütthöhe von 20 bis 25 m vorgesehen, woraus sich die Höhe 35 m der eisernen Stützen ergab. Infolge der seitlichen Schwenkbarkeit beider Masten um 4,0 bis 4,5 m an der Spitze erhielt man ein Arbeitsfeld von 8 bis 9 m Breite und konnte so 50 000 m³ mehr lagern, als bei feststehenden Stützen möglich gewesen wäre. Nur das hintere Spannseil jedes Mastes ist fest in seinem Betonfundament verankert; in die seitlichen sind Handflaszüge eingeschaltet, die die Schwenkung der Masten bewirken. Die Tragseile sind 61 drähtige offene Seile von 5,1 mm

Drahtstärke, also 50 mm Durchmesser mit der Zerreißfestigkeit 14 500 kg/cm², die mit 4,5 facher Sicherheit angespannt sind.

Der Koks wird in Kippkasten von 4,25 m³ = 2,5 t Inhalt geschüttet und

von der in Abb. 579 dargestellten Katze, zu der außer dem Hubseil noch ein besonderes Kippseil fhrt, dicht über dem Lager ausgekippt. Die Katze führt hier mit der Geschwindigkeit 5,3 m/sek, dagegen ist die Hubgeschwindigkeit nur 0,6 m/sek. Zum Antrieb dient je ein Drehstrommotor von 40 PS Leistung. Da bei guter Einarbeitung der Bedienungsmannschaften stündlich 20 Fahrten gemacht werden können, so beläuft sich die geförderte Menge auf 50 t/St.

Außer den immer vorkommenden Sicherheitsvorkehrungen waren hier noch weitere nötig, um zu verhüten, daß die Last bei der Bewegung nicht etwa gegen die Gasrohre der Koksöfen u. dgl. anstößt. Zu dem Zweck versetzt sowohl die Hub- als auch die Fahrwinde je eine Spindel in Drehung, auf der eine Wandermutter sich entsprechend der Lastbewegung hin und her schiebt. Beim Übergang der Last aus dem Höhengebiet 1 in den Raum 2 oder umgekehrt wird nun von der Mutter ein Schalter im Fahrmotorstromkreis eingerückt oder geöffnet; in gleicher Weise wirkt die zweite Wandermutter auf einen Schalter im Hubmotorstromkreis, wenn die Last aus dem Gebiet 3 in 4 übergeht (Abb. 578). Die Anordnung ist der Firma A. Bleichert & Co. geschtzt.

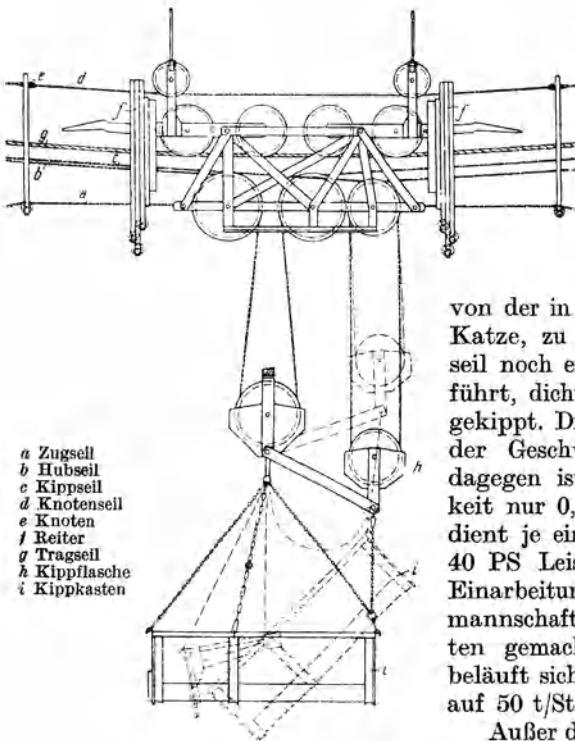


Abb. 579. Laufkatze mit Kippkasten (Bleichert).

Für den Schacht Rheinbaben derselben Berginspektion wurde ein in den Einzelheiten übereinstimmender Kabelkran von nur 320 m Spannweite aufgestellt, dessen 37 m hohe Stütze bei den Koksöfen allerdings fest ausgeführt werden mußte, weil für die pendelnde Anordnung kein Platz vorhanden war (Abb. 580).

304. Seitlich verfahrbare Kabelkrane.

Um Stapelplätze oder Gruben u. dgl. von größerer Breite zu bedienen, ist der Kabelkran seitlich zu verfahren. Bei langen Stapelbrücken macht das bekanntlich gewisse Schwierigkeiten, weil dort beide Stützen genau gleichmäßig angetrieben werden müssen. Bei dem Kabelkran, dessen Tragseil ja durch Änderung seines Durchhanges etwas federt, ist darauf wenig Rücksicht zu nehmen, und man bewegt häufig die beiden Türme durch Handwinden in kurzen Strecken nacheinander. Die Verankerung des Tragseiles muß dann an den Stützen selbst erfolgen. Wenn genügend Raum verfügbar ist, ergibt sich so die Anordnung der Abb. 581, die von A. Bleichert & Co. für die Neustädter



Abb. 580. Fester Turm des Kabelkrans auf Zeche Rheinbaben.

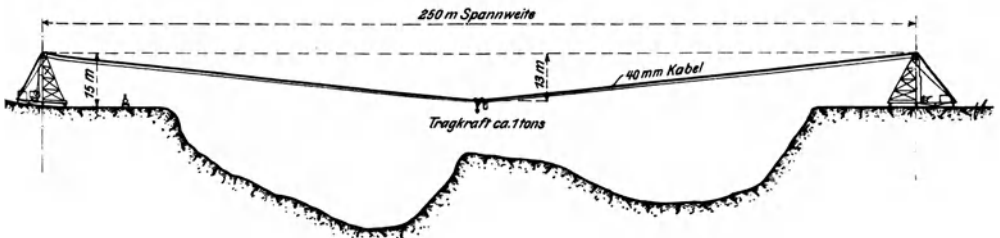


Abb. 581. Verfahrbarer Kabelkran für eine Tongrube (Bleichert).

Dampfziegelei geliefert worden ist. Der Antrieb erfolgt hier von einer Lokomotive aus, die auf der rückwärtigen Verlängerung des einen Turmgerüsts steht und so einen Teil des notwendigen Gegengewichtes bildet.

Dieselbe Bauart hat sich auch für Baustellen von größeren Breiten- und Längenabmessungen bewährt. So sind z. B. von J. Pohlig A.-G.

fünf solcher Kabelkrane für den Bau der Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals geliefert worden, die verhältnismäßig dicht nebeneinander arbeiteten.

Ebenso wurden drei von A. Bleichert & Co. gebaute Kabelkrane von 215 m Spannweite und 4,5 t Tragfähigkeit bei 40 m³/St Förderleistung nebeneinander bei den Bauten für den argentinischen Kriegshafen Bahia Blanca benutzt. An den Laufkatzen nach Abb. 563 hingen hier wieder hölzerne Kippkasten, die sich bequem mit der Dampfschaufel füllen ließen und dann am Ende der Fahrt vom Kippseil langsam zur Entleerung gebracht wurden.

Vergleichsweise gibt die Abb. 582 eine amerikanische Konstruktion gleicher Bauart wieder, die beim Bau der Gatunschleuse des Panamakanals in mehreren parallel arbeitenden Ausführungen Verwendung fand. Die Arbeitsgeschwindigkeiten sind hier weit über das Gewöhnliche hinausgehende: 1,52 bis 1,78 m/sek für den Hub der 2 m³ betragenden Nutzlast, zu der noch das Gewicht des Selbstgreifers kommt, und 8,15 bis 12,2 m/sek für die Fahrbewegung, je nachdem der Greifer gefüllt oder leer ist; zu ihrer Erzielung sind zwei 150 pferdige Gleichstrom-Hauptschluß-Elektromotoren nötig. Die Förderleistung der Anlage ist natürlich eine entsprechend hohe, 230 bis 306 m³/St, je nach der Stelle des Lagers, bis zu welcher zu fördern ist. In der Querrichtung wurden die Endstützen mit Hilfe von Seilwinden verfahren, zu deren Antrieb Elektromotoren von 25 PS dienten.

305. Die radial verfahrbaren Kabelkrane.

In manchen Fällen ist es unnötig, beide Stützen des Kabelkranes zu verfahren; vielmehr genügt oft die Bewegung der einen vollständig, um das ganze Arbeitsgebiet zu bestreichen. Man kommt so zu der in einem Kreisbogen verfahrbaren Ausführung gemäß Abb. 583, die einen Bleichertschen Kabelkran beim Bau der neuen Donaubrücke in Ulm darstellt. Es ist nur dafür zu sorgen, daß die Seilverankerung auf dem feststehenden Turm sich entsprechend drehen kann.

Beim Bau der Talsperre in Brück waren zwei solche schwenkbaren Kabelkrane, eben-

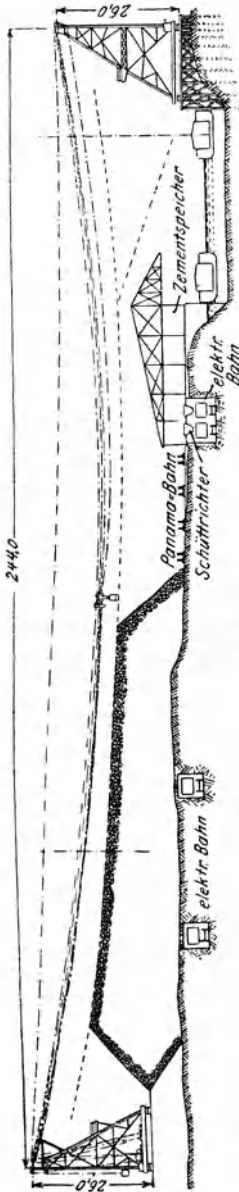


Abb. 582. Amerikanischer Kabelkran beim Bau des Panamakanals.

falls von A. Bleichert & Co., nebeneinander aufgestellt von 265 m Spannweite und 56 m Hubhöhe bei 12 m Durchhang in der Seilmitte. Freilich sind infolge des hierfür ja immer sehr günstigen Geländes nur Turmhöhen von 18 m erforderlich geworden. Die 40 mm starken offenen Seile waren an den festen Türmen über drehbare Tragsättel vermittels je eines Stückes Gallscher Kette zu den angehängten Spannungsgewichten geführt. Die anderen Türme wurden von je einem 19 pferdigen Elektromotor mit der Geschwindigkeit $\frac{1}{4}$ m/sek verfahren. Die Hubgeschwindigkeit der Last 3 t betrug 1 m/sek, die

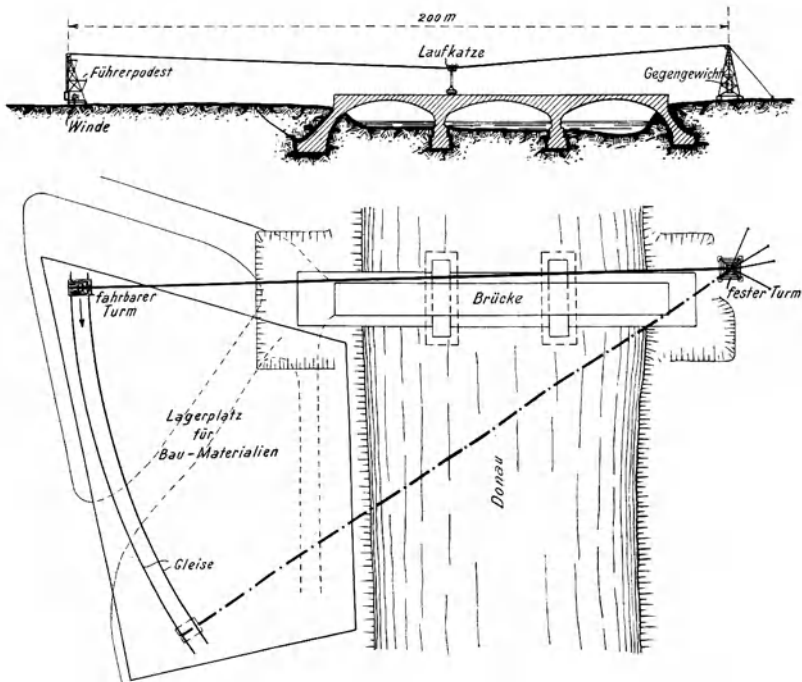


Abb. 583. Schwenkbarer Kabelkran in Ulm (Bleichert).

Fahrgeschwindigkeit 3 m/sek, so daß zum Antrieb beider Bewegungen ein Elektromotor von 60 PS gebraucht wurde.

Einen solchen Doppelkran von 259,4 m Spannweite zeigt die Abb. 584 bei der Arbeit. Das Bild gibt eine Ansicht des Baues der Staumauer bei Stockerli im Wäggital wieder. Der von der Laufkatze getragene Kippkübel faßt 3 m³ Beton, dem ein Lastgewicht von 8,5 t entspricht. An den hoch über den Laufseilen ausgespannten Tragseilen hängen die Verteilungsrinnen für die Betongießeinrichtungen, die zum Teil von der Laufkatze aus, zum Teil auch unmittelbar von dem feststehenden Hauptturm aus gespeist werden. Der Kabelkran hat sich gut bewährt¹⁾,

¹⁾ Nähere Einzelheiten darüber Franke: Z. Bauw. 1924.

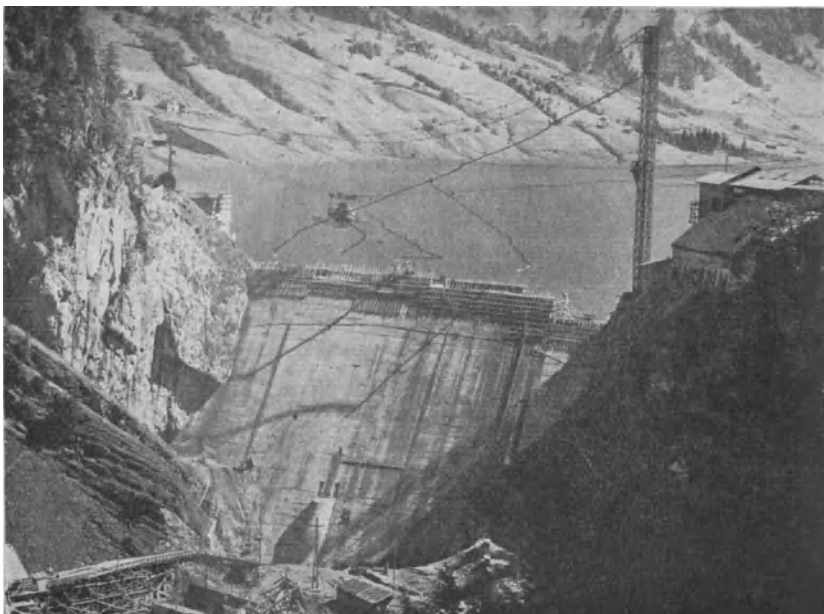


Abb. 584. Doppelkran mit Gießbetonmaschine im Wäggital (Bleichert).

und man arbeitet Tag und Nacht damit. Letzteres ist natürlich nur möglich dank der genau wirkenden Anzeiger im Steuerhäuschen, die dem Maschinisten in jedem Augenblick die Stellung der Laufkatze und Kippbeitsche über einer Zeichnung der Stanmauer angibt. Es werden

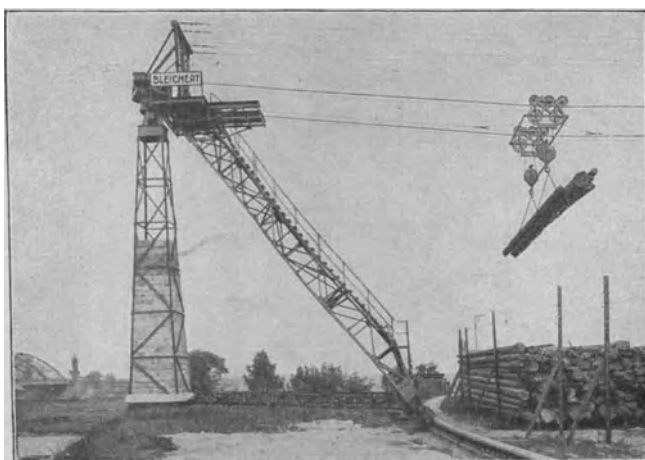


Abb. 585. Gegenstütze mit Pendelgewicht eines Doppelkranes (Bleichert).

stündlich 15 Förderspiele gemacht, so daß in einer neunstündigen Schicht 400 m³ herangeschafft werden.

Die Gegenstütze mit Pendelgewicht eines Doppelkranes veranschaulicht die Abb. 585. Er dient hier zur Förderung von Rundholz auf einen Stapelplatz. Die beiden Trageile sind 3,5 m voneinander entfernt. Die Gesamtlast beträgt 5 t.

306. Das Windwerk der Kabelkrane mit einfacher Laufkatze.

Die zum Antrieb dienende Winde ist bei der gewöhnlichen Anordnung mit einem Hub- und einem Fahrseil eine Doppeltrommelwinde, deren Welle durch den Elektromotor vermittelt zweier Stirnradübersetzungen mit etwa 40—45 Umdrehungen in der Minute bewegt wird. Auf der Welle sitzen lose, durch möglichst sanft wirkende Reibungskupplungen einrückbar, die beiden Seiltrommeln, die kleinere für das Hubseil, die größere für das Fahrseil, dessen Enden an je einer Seite der Trommel befestigt sind. Da die Hauptwelle ständig in derselben Richtung umläuft, so muß das eine Trum des Fahrseiles von oben über die Trommel gelegt werden, das andere dagegen von unten herum. Für beide Trümer genügt dieselbe Trommel, da das eine Seil sich abwickelt, wenn das andere abläuft. An jede Trommel ist eine Brems Scheibe angegossen, auf die ein Holzgefüttertes Bremsband einwirkt, das in demselben Augenblick angezogen wird, wo die Reibungskupplung die Verbindung mit der Welle löst, so daß das sofortige Anhalten des Seiles gewährleistet wird. Für ein etwaiges Kippseil kommt noch eine weitere Trommel mit Zubehör hinzu.

Das Gewicht derartiger Winden hängt natürlich von der Hubhöhe und der Bahnlänge ab. Bei mittleren Längen beträgt es für eine Leistung von etwa 50 PS schon 3 t.

Mit den beiden Seiltrommeln ist die Anzeigevorrichtung verbunden, die dem Maschinisten gestattet, die jeweilige Stellung der Last auch bei Nebel oder Dunkelheit mit Sicherheit abzulesen.

Es wird gelegentlich als ein Mangel der von einer Stütze aus gesteuerten Kabelkrane bezeichnet, daß eine unmittelbare Verständigung zwischen dem Kranführer und den an der Arbeitsstelle befindlichen Leuten nur dann möglich ist, wenn die letztere dicht neben der Stütze liegt. Selbstverständlich ist bei Baukranen eine solche Verständigung oft von Wert; jedoch hat die Erfahrung gelehrt, daß es gewöhnlich völlig genügt, wenn der Mann im Steuerhäuschen von Zeit zu Zeit durch ein lautsprechendes Telephon Anweisungen von unten bekommt. Im übrigen kommt er vollständig mit dem vom Windwerk eingestellten Stellungsanzeiger aus (vgl. Absatz 309).

307. Die Förderleistung eines Kabelkranes.

Sie hängt natürlich ab von seiner Tragfähigkeit, der Spannweite und Hubhöhe sowie den betreffenden Arbeitsgeschwindigkeiten. Sie wird weiter beeinflußt durch den Zeitverbrauch, der für das An- und Abhängen der Lasten bzw. für das Greifen und Auskippen anzuwenden ist, was wieder von der Geschicklichkeit der Arbeiter abhängt. Setzt

man diesen Zeitverbrauch für jedes Förderspiel zu 40 Sek. an, so erhält man die zeichnerische Darstellung der Abb. 586, die von A. Bleichert & Co. entworfen ist¹⁾.

Beträgt beispielsweise die Entfernung zwischen der Belade- und der Entladestelle 175 m und die Fahrgeschwindigkeit der Katze 200 m/min,

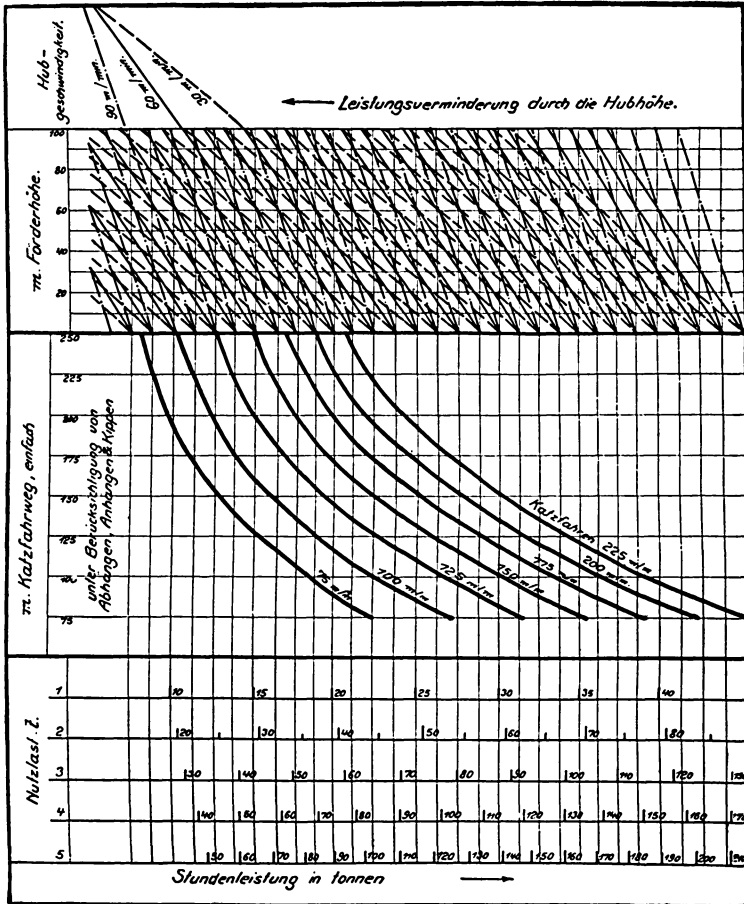


Abb. 586. Förderleistung der Kabelkrane.

so sucht man in der wagrechten Spalte „Katzfahrtweg“ den Schnittpunkt beider Geschwindigkeitslinien und geht von dort aus senkrecht nach oben. Ist nun etwa die Hubgeschwindigkeit 60 m/min und beträgt die Hubhöhe 20 m, so geht man in der Spalte „Förderhöhe“ vom Treffpunkt dieser Senkrechten mit der gestrichelten Schrägen für die 60 m/min Hubgeschwindigkeit bis an die Wagrechte 20 m und von dort aus wieder

¹⁾ Kunz: Z. Berg-, Hütten-, Sal.-Wes. 1919.

senkrecht nach unten in die Spalte „Nutzlast“. Hat der Kran die Tragfähigkeit 4 t, so findet man schließlich auf dieser Wagrechten die Förderleistung 86 t/St.

In entsprechender Weise kann man die erforderlichen Hub- und Fahrgeschwindigkeiten ermitteln, wenn etwa die übrigen Angaben festgelegt sind. Die Abbildung liefert selbstverständlich nur Näherungswerte unter der obengenannten Voraussetzung.

308. Die Kabelkrananlage der Reiherstiegwerft in Hamburg.

Naturgemäß sind die Kabelkrane für jeden Betrieb geeignet, in dem dauernd gleichartige Lasten in derselben Längsrichtung zu fördern sind, also auch für Schiffshellinge.

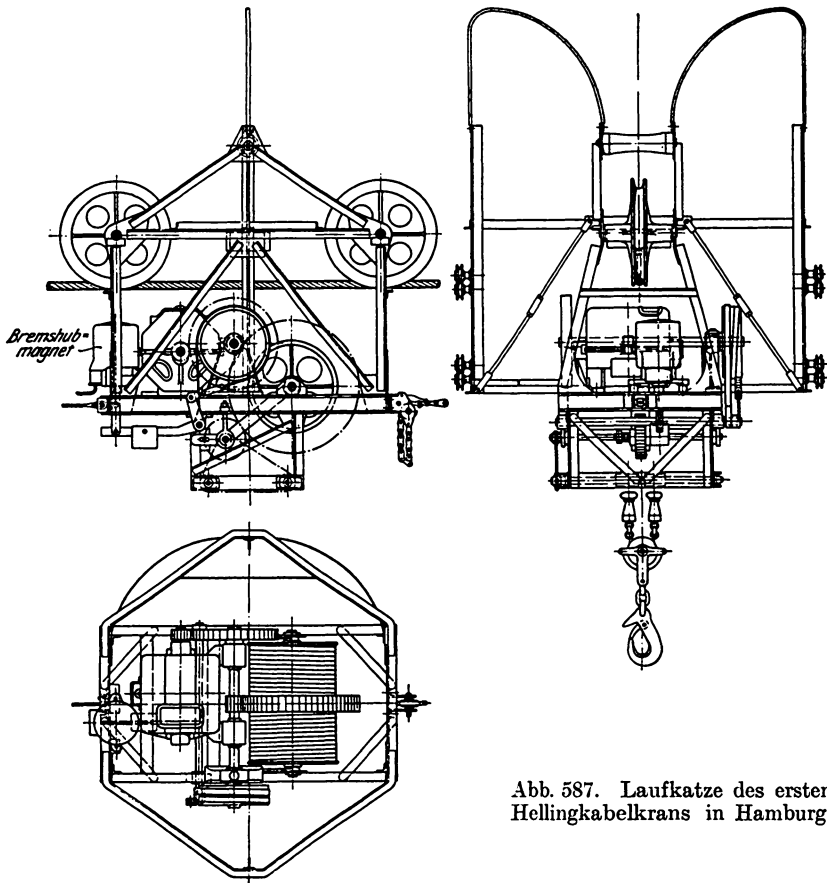


Abb. 587. Laufkatze des ersten Hellingkabelkrans in Hamburg.

Die erste Ausführung erfolgte im Jahre 1905 in England (Aberdeen). Bei der ersten deutschen, 1907 für die Reiherstiegwerft in Hamburg von Böttcher entworfenen und gebauten Anlage¹⁾ von 160 m Spann-

¹⁾ Böttcher: Z. V. d. I. 1908.

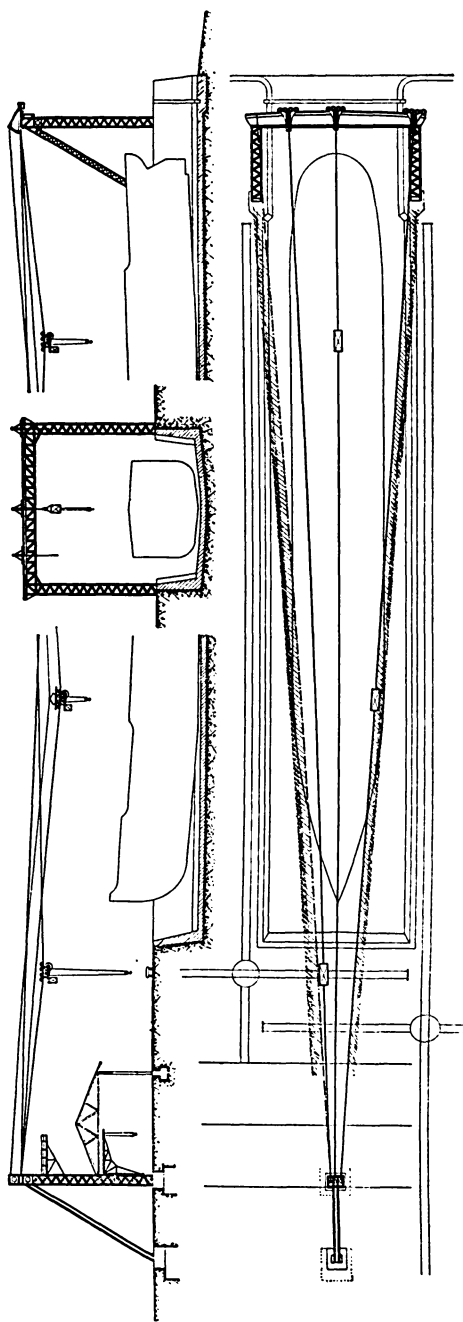


Abb. 588. Neue Hellingkabelkraftanlage (Heckel).

weite wurde zur Vereinfachung der in Aberdeen bereits eingeführte seitliche Verschiebung der Tragkabel weggelassen. Auf der Landseite stehen die beiden Rohrmaste von 0,80 m mittlerem Durchmesser und 32 m Länge lotrecht in 10 m Abstand und werden durch Spannseile gehalten. An jedem Mast ist das verschlossene Tragseil von 35 mm Stärke einer Kabelbahn unmittelbar befestigt, der Zug des dritten, in der Mitte liegenden, von 45 mm Stärke wird durch symmetrische Spannanker ebenfalls dorthin übertragen. Auf der Wasserseite stehen die Rohrmaste von 42 m Länge um 30° gegen die Lotrechte geneigt und 21 m weit auseinander, um das Profil für das ablaufende Schiff völlig frei zu halten, und die parallel durchgeführten Tragseile der drei Kabelbahnen sind hier alle durch Spannanker mit den Mastköpfen verbunden, die ihrerseits — auch auf der Landseite — durch ein Querrohr zu einem Portal vereinigt sind.

Auf die Weise wurde eine ganz bedeutende Herabsetzung der Baugewichte erreicht: Bei einem Helling in Stettin mit Laufkränen auf ihn seitlich umfassenden Eisenbauten beträgt das Gewicht des ganzen Baues, bezogen auf 1 qm vom Lasthaken bestrichener Grundfläche und 1 t Nutzlast, $8,5 \text{ kg/t} \cdot \text{m}^2$, bei der englischen Anlage mit ihren schweren Verbindungsbrücken für die Verschiebung

der Tragseile an beiden Enden ist es $5,7 \text{ kg/t} \cdot \text{m}^2$, bei den beiden nebeneinanderliegenden Anlagen der Reiherstiegwerft nur $3,7 \text{ kg/t} \cdot \text{m}^2$.

Die Längsverschiebung der Laufkatzen wird durch je ein Windwerk von 1 t Zugkraft bewirkt, das am Landende des Hellings aufgestellt ist und dessen beide, mehrmals vom Zugseil umschlungene Spilltrommeln von einem Hauptstromelektromotor angetrieben werden. Eine der seitlichen Laufkatzen von 2 t Tragfähigkeit ist in Abb. 587 wiedergegeben. Die mittlere Laufkatze hat die doppelte Tragfähigkeit. Das Hubwerk ist in die Katze eingebaut worden, jedoch erfolgt die Steuerung von einem Steuerhäuschen auf dem landseitigen Querträger aus. Für die Stromzuführung zur Katze sind vier seitlich daran angeschlossene Schleifleitungen erforderlich, die durch Befestigung an dem kurzen Hebelarm eines am landseitigen Ende angebrachten Gewichtspendels befähigt werden, den Senkungen und Hebungen der Katze ohne weiteres zu folgen.

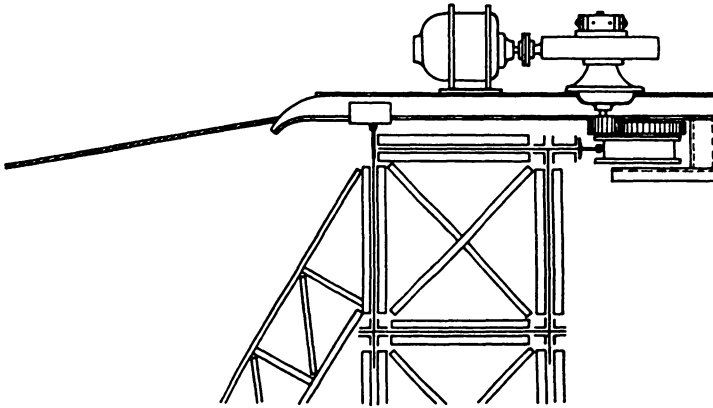


Abb. 589. Kabelwagen für radial verfahrbare Hellingkabelkrane (Heckel).

Der Hauptmangel, den man der Anlage vorwerfen kann, ist der, daß die Lasten mit einer Laufkatze nicht ohne weiteres an jede beliebige Stelle gebracht werden können. Bei der Höhe, in der sich die Laufkatzen bewegen, kann die Last aber mit geringer Kraft seitlich weggedrückt werden, und schwere Lasten werden einfach an passender Stelle eines Querbaumes angehängt, der von zwei Laufkatzen verschoben wird.

Im übrigen hat man Anordnungen ersonnen, die die seitliche Bewegung des Tragkabels während der Fahrt der Laufkatzen mit Leichtigkeit gestatten. Eine derartige Weiterbildung ist die von Ernst Heckel G. m. b. H. angegebene gemäß Abb. 588. Auf der Landseite wird an passender Stelle — die Entfernung ist nicht von erheblicher Bedeutung — eine feststehende Säule aufgestellt und entsprechend verankert. An ihr sind die Tragseile von drei Kabelbahnen beweglich gelagert, während an der Wasserseite ein abgesteiftes oder verankertes Portal errichtet ist, auf dessen oberem, außen gekrümmtem Querträger die Endwagen der Kabelkrane leicht verfahren werden können (Abb. 589). Die Lauf-

katzen erhalten Führerbegleitung, und die Steuerung sowohl des Hebens als auch der Längsbewegung erfolgt von dort.

Trotz alledem blieb die beschriebene Ausführung lange Zeit die einzige größere Anlage der Art in Deutschland. Der Grund der allgemeinen Ablehnung lag nicht in Mängeln des Systems, denn als sich die Reiherstiegwerft 1918 vergrößerte, wählte sie zur Bedienung der neuen Hellinge aus denselben Gründen wie damals wieder Kabelkrane, die von A. Bleichert & Co. geliefert wurden. Erst seit dieser Zeit wurden Kabelbahnvorschläge wirklich ernsthaft von den beteiligten Werften und ihren Fachleuten studiert.

309. Die Anlage der Deutschen Werft in Hamburg.

Sie wurde auf dem jeder Ausdehnung freien Raum lassenden Gelände von vornherein so groß bemessen, daß gleichzeitig 9 Seeschiffe bis zu 240 m Länge gebaut werden können. Von den vorgeschlagenen Bedienungseinrichtungen boten nach allen Richtungen die günstigsten Bedingungen die Kabelkrane, von denen 24 in je 6,5 m Abstand parallel zueinander, wieder von A. Bleichert & Co., angeordnet wurden. Die erforderlichen Eisenbauten lieferte die eine Mitgründerin der Werft, die Gutehoffnungshütte, und die Motoren und Schaltapparate usw. die andere, die A.E.G.

Die Abb. 590 gibt den Gesamtplan der umfangreichsten, überhaupt je gebauten Kabelkrananlage wieder. Die Tragseile verschlossener Bauart von 45 mm Stärke haben eine freie Spannweite von 280 m. Das landseitige Eisengerüst ist bis zur Seilbefestigungsstelle 45 m hoch, das flußseitige 40 m. Da das Gelände dazwischen noch um 3 m abfällt, so ergibt sich ein Gesamtgefälle der Kabelbahnen von 8 m. Es verursacht eine ziemlich erhebliche Ersparnis an Antriebsenergie, weil der Transport fast ausschließlich von den Werkstätten und dem zwischen den Werkstätten und den Schiffbauten gelegenen Materiallager nach abwärts erfolgt. Die Seile sind so angespannt, daß sie unter dem Eigengewicht von 11,3 kg/m und der größten Nutzlast von 4 t bei 1,4 t Katzengewicht in der Mitte der Bahn einen Durchhang von 12 m erhalten. Jedes Seil übt so einen wagerechten Zug von 40,8 t auf die Befestigungsstellen aus.

Je 8 Tragseile sind an einem Querträger von 55 m Länge befestigt, so daß jedes Endportal 4 Tragpfeiler mit den zugehörigen Abstützungsstreben besitzt. Die Querträger haben einen Querschnitt von 8 · 8 m, die lotrechten Stützen einen von 4 · 4 m, so daß in die eine Eckstütze bequem ein Aufzug für die oben beschäftigten Leute und die dort gebrauchten Arbeitsgeräte und Materialien von 2 t Tragfähigkeit eingebaut werden konnte; der Querschnitt der Streben beträgt 2 · 2 m. Die Zahlen werden hier besonders aufgeführt, weil sie erst einen Überblick über die Größe der Kräfte und der sie aufnehmenden Bauten geben.

Eine Gesamtansicht des landseitigen Gerüsts veranschaulicht die Abb. 591. Für die Auflagerung der großen Querträger auf den Stützsäulen war zu beachten, daß sie in wagerechter Richtung den riesigen

Seilzug der Tragkabel aufzunehmen hat, in lotrechter Richtung natürlich alle Gewichte, und daß außerdem eine ausreichende Beweglichkeit vorhanden sein muß, um die Längenänderungen infolge der Temperaturschwankungen auszugleichen. Die dafür von der Gutehoffnungshütte gefundene Lösung zeigen die Abb. 592 und 593. Die Gewichte werden aufgenommen von schwenkbaren seitlichen Auslegern der Tragtürme die von kurzen Pendelsäulen gestützt werden, die wagerechten Kräfte von Zapfen, deren Augen sich in der Richtung der Querträgerachse etwas verschieben können. Die weiteren Einzelheiten gehen deutlich genug aus den beiden Abbildungen hervor.

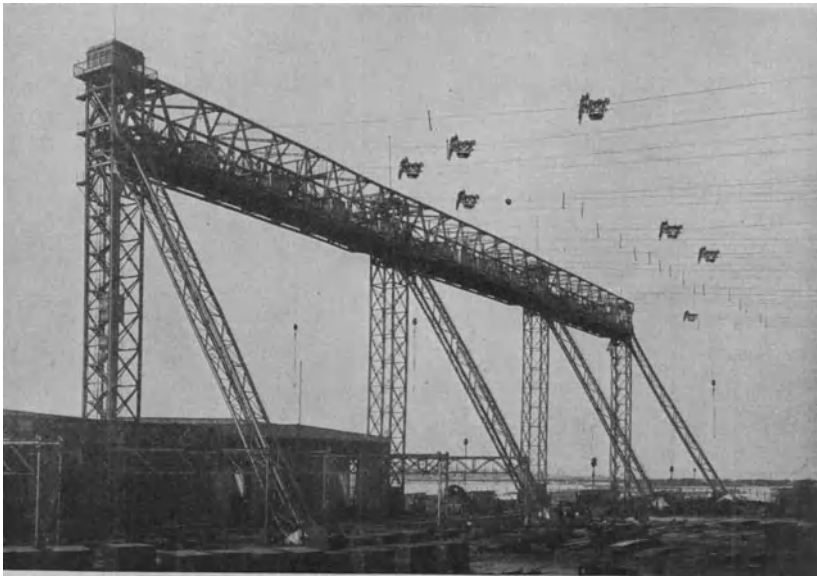


Abb. 591. Landseitiges Gerüst der Hellingkabelkrane der Deutschen Werft (Bleichert, Gutehoffnungshütte).

Einen Blick durch das Innere der Querträger in Richtung ihrer Achse gibt die Abb. 594 wieder. Links unten erkennt man die Windenhäuser, rechts die davon gänzlich getrennten Steuerhäuschen, die einen ungehinderten Ausblick auf die ganze Arbeitsstelle haben. In jedem Häuschen befinden sich nebeneinander die Steuerungsapparate für zwei Winden, so daß bei Beförderung größerer Lasten durch zwei Katzen an einer gemeinsamen Traverse die beiden Bedienungsleute sofort nach dem Zuruf des einen gleichzeitig denselben Griff machen können. Lasten bis zu 16 t Gesamtgewicht können von vier Laufkatzen an geeigneten Traversen bewegt werden, und die Verständigung unter den Leuten der beiden in Frage kommenden Steuerhäuschen erfolgt dann durch fest verlegte Sprachrohre. Vor den Augen der Bedienungsmannschaften angebrachte Anzeiger für den Katzen- und Lastweg geben die genaue

Stellung über einer Zeichnung des betreffenden Schiffes an, so daß auch bei unsichtigem Wetter die richtige Steuerung gewährleistet ist.

Die Abb. 594 zeigt ganz im Vordergrund links die Schneidenauf-lagerung eines Trageiles, die sich ganz von selbst entsprechend der Durchbiegung des Seiles einstellt, und rechts die Bedienungsstände zum bequemen und sicheren Überholen und Schmieren der Laufkatzen. Technische Darstellungen des Hauptträgerquerschnittes enthalten die Abb. 595 und 596. Die zweite bringt außer der Seilbefestigung bzw. -führung auch noch die Anordnung der Winden und eine Skizze der Laufkatze.

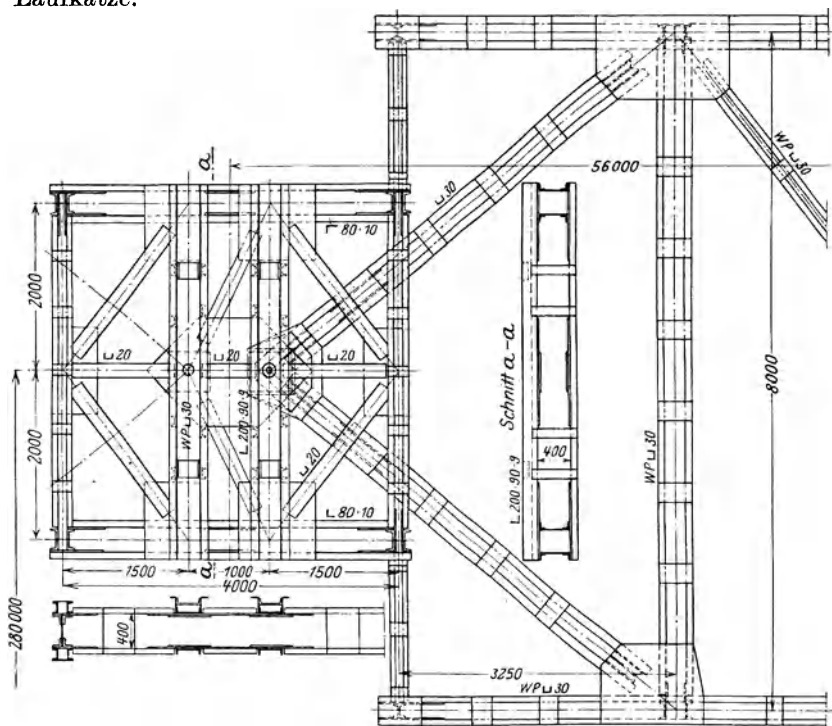


Abb. 592. Lagerung der Querträger in den Türmen (Gutehoffnungshütte).

Die Last hängt an einem viersträngigen Flaschenzug, dessen Seilführung bis zur Windentrommel klar aus Abb. 595 hervorgeht.

Die Winde ist nach der üblichen Bleichertschen Bauart eine gemeinsame Hub- und Fahrwinde mit einer Hubtrommel, auf die das ganze Hubseil aufgewickelt werden kann, und zwei Spillscheiben für die Katzenbewegung mit nur 4 bzw. 5 Umschlingungen. Reibungskuppelungen verbinden je nach Bedarf die eine oder andere oder beide mit der vom Motor (45 PS) gedrehten Welle. Die größte Fahrgeschwindigkeit der Katze beträgt 160 m/min und demnach die der Lasthebung infolge der vierfachen Flaschenzugübersetzung 40 m/min. Jeder einzelne

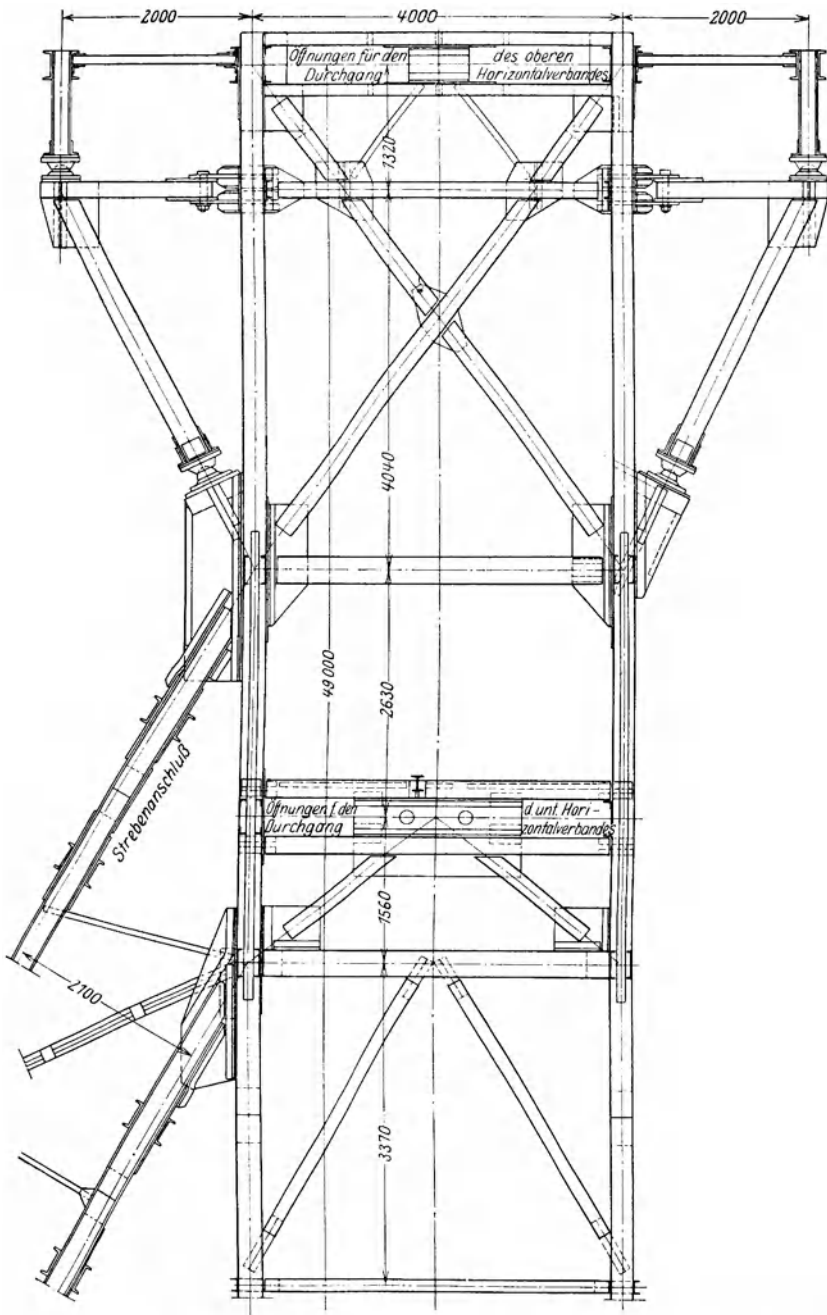


Abb. 593. Stützung der Querträger auf den Türmen (Gutehoffnungshütte).

Antriebsmotor hat eine besondere Stromzuführung von einer im Aufzugturm untergebrachten Verteilungsanlage aus, so daß ein etwaiger Fehler in einer Leitung nur eine einzige Laufkatze lahmlegen kann.

Der bauliche Vorteil der Kabelkrananlagen ist, daß keinerlei Arbeitsplatz für Kranfahrbahnen oder Tragsäulen von Eisenbauten verlorengeht, und daß infolgedessen die Übersicht über die Arbeiten am Schiff nicht durch Zwischenbauten gestört wird. Man hat dadurch vollkommene Freiheit, den vorhandenen Platz für Schiffe der verschiedensten Abmessungen in der jedesmal günstigsten Weise auszunutzen, ohne wie sonst von der einmal gegebenen Einteilung der Hellinge abhängig zu sein.

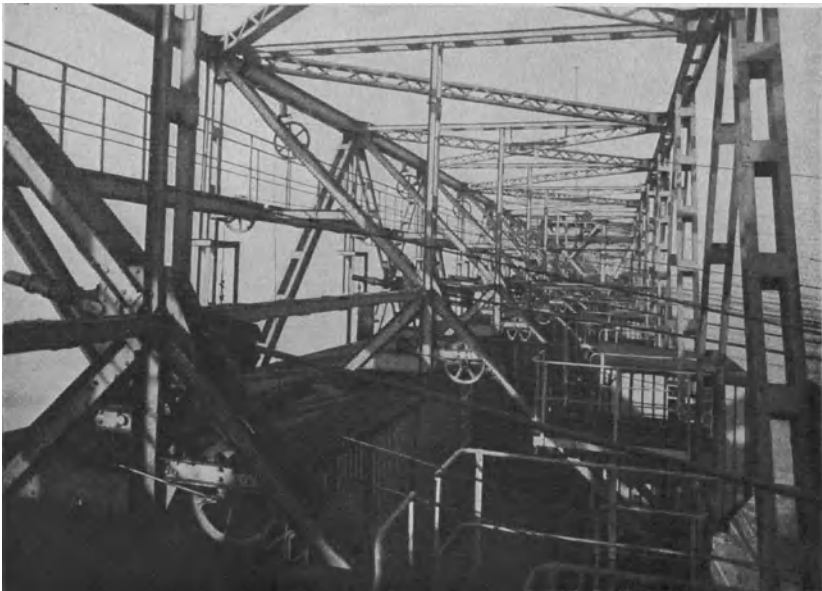


Abb. 594. Blick durch die Querträger (Gutehoffnungshütte).

Ein weiterer wesentlicher Vorteil, der natürlich bei so breiten Anlagen wie der beschriebenen am stärksten hervortritt, ist der verhältnismäßig geringe Bedarf an Eisenbauten. Eine von Laufkränen bediente Anlage wird höchstens zwei Schiffbauten gleichzeitig überspannen, gewöhnlich nur einen, so daß sich eine große Zahl von Stützen, Quer- und Längsträgern ergeben hätte. Ihr Gewicht, die Herstellungs- und Aufrichtezeit sowie die Baukosten hätten ein Vielfaches der an sich ja kräftigeren, aber nur aus wenigen Teilen bestehenden Eisenbauten der Kabelkrananlage betragen.

Von Wichtigkeit ist ferner, daß die Kabelkrane nur die Mehrausgaben für soundsoviel Meter Seile erfordern, um gleichzeitig außer der Baustelle das ganze Vorratslager zu überspannen und zu bedienen.

Den Vorteil hat man sich beim Aufbau der Deutschen Werft in weitestgehendem Maße zunutze gemacht. Die Fahrbahnen der Laufkrane der Bearbeitungswerkstätten hinter dem landseitigen Traggerüst der Kabelbahnen sind nach außen so weit verlängert, daß die fertiggestellten Stücke unmittelbar an die Kabelkrane abgegeben werden können, die sie entweder sofort zur Verbrauchsstelle schaffen oder erst auf Lager legen. Natürlich wird das Lager außerdem der Quere nach von einigen fahrbaren Standkranen bedient, die die etwa erforderliche seitliche Verschiebung übernehmen.

Ein gewisser Nachteil der Kabelkrane kann darin gesehen werden, daß die Fundamente der Tragsäulen nicht als Auflager, sondern als

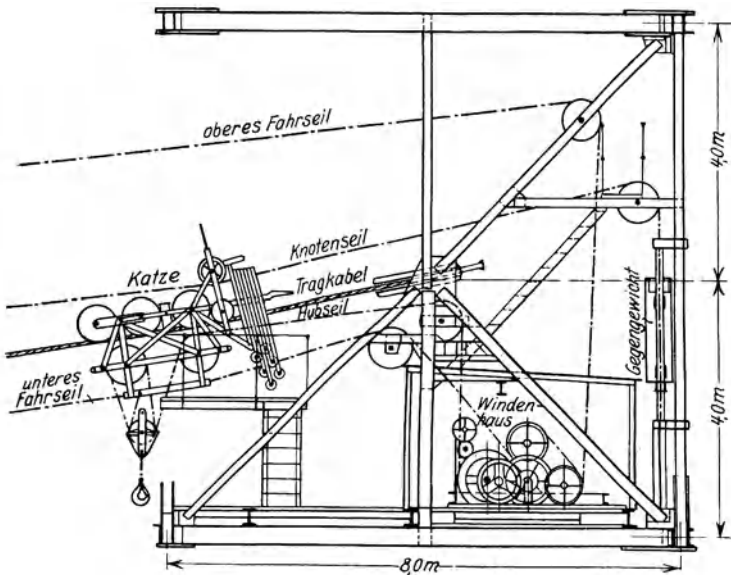


Abb. 595. Querschnitt der Querträger auf der Landseite (Gutehoffnungshütte, Bleichert).

Gegengewichte wirken. Bei dem obengenannten großen Seilzug ergeben sich so recht bedeutende Betongewichte. Ein Vergleich mit den Auflagerfundamenten der Stützen einer gleichwertigen Laufkrananlage zeigte aber, daß der Gesamtverbrauch an Beton bei beiden Ausführungen annähernd der gleiche ist. Bei dem ungünstigen Baugrund, auf dem solche Bauten fast stets zu errichten sind, kehrt sich dieser Mangel sogar in einen Vorteil um; notgedrungen gehen die großen Gewichtsfundamente und auch die der Druckstreben stark in die Breite, und die Folge davon ist, daß der Baugrund eine sehr geringe Pressung auf den Quadratmeter erhält. Die Gefahr, daß sich die Fundamente verschieden senken oder sonstwie setzen, ist hier bei den wenigen großen Fundamentkörpern ganz erheblich kleiner als bei den vielen kleinen der Vergleichsbauart. Und selbst wenn dieser Fall eintreten sollte, genügt eine einfache Ände-

rung in der Anspannung einiger Tragkabel, um die statischen Verhältnisse der ganzen Anlage genau wie beim Aufbau wiederherzustellen. In dem Eisenbau der Laufkrananlage würden dagegen verschiedene und gar nicht mit Sicherheit zu berechnende Spannungsänderungen entstehen, die nie wieder völlig auszugleichen sind.

Auch die Betrachtung der betriebstechnischen Seite schließt mit bedeutenden Vorzügen der Kabelkrananlage ab. Ein einfacher Laufkran von 20 m Spannweite und 4 t Nutzlast wiegt nach den Angaben der Deutschen Maschinenfabrik in Duisburg 15,5 t, das 11fache vom Ge-

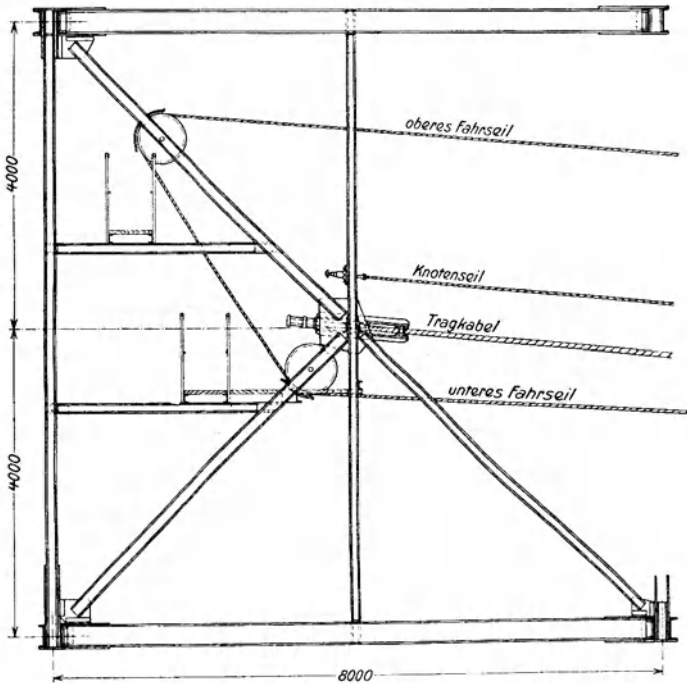


Abb. 596. Querschnitt der Querträger auf der Wasserseite (Gutehoffnungshütte, Bleichert).

wicht der hier verwendeten Laufkatzen. Dieses tote Gewicht ist nun mit der kleinsten Last, die bewegt wird, stets zu beschleunigen und auf wagerechter Bahn zu verschieben. Die Kabelbahn bewegt die Lasten bei recht geringem Totgewicht gewöhnlich im Gefälle, braucht also an Stromkosten nur einen Bruchteil der für die Laufkrane nötigen Ausgaben. Bemerkte sei, daß die Motoren für die Winden gewöhnlich so bemessen werden, daß sie auch bei durch Rauheis oder sonstwie vereisten Trag- und Zugseilen, eingefrorenem Schmieröl usw. doch Katze und Last mit Sicherheit bewegen. Das ist der Grund für die große, oben angegebenen Leistung der Antriebsmotoren.

Wenn irgendmöglich, gibt der Laufkran die Last erst an einen Drehkran ab, wovon gewöhnlich an jeder Tragstütze einer angebracht ist, damit er sogleich wieder eine neue Platte an eine andere Stelle heranbringen kann. Das Umhängen erfordert aber besondere Zeit und Arbeitskräfte, während die parallel laufenden Kabelbahnkatzen die Last unmittelbar an die Verbrauchsstelle abgeben. Dadurch ist im allgemeinen mit den Kabelkränen ein flotteres Arbeiten möglich.

Einen ganz eigenartigen Vorteil, der ebenfalls viel zum schnellen Arbeiten beiträgt, bringen die bei der Bewegung der Laufkatzen im Trageil entstehenden Schwingungen in der lotrechten Ebene. Bei dem starren Kran ist gewöhnlich ein mehrfaches Anheben und Senken der Platten notwendig, bis die Nietlöcher der Platte denen in den Spanten genau genug gegenüberstehen, damit die Haltedorne eingesteckt werden können. Das fällt hier weg; der Mann paßt bei den kleinen Auf- und Abschwankungen der Platte den Augenblick ab, in dem sich die Löcher decken, und drückt dann den Dorn ein. Der Vorgang vollzieht sich mit erstaunlicher Sicherheit und Schnelligkeit.

Entschieden ein Mangel der Kabelkrane mit festen Laufbahnen liegt darin, daß die Laufkatzen die frei herunterhängende Last nicht ohne weiteres an jede beliebige Stelle heranbringen können. Es wird in vielen Fällen nötig, daß die unten arbeitenden Leute sie seitlich an die Verwendungsstelle herandrücken, und das geht auch ohne Schwierigkeiten. Um z. B. die Last 1 t um 1 m seitlich zu drücken, ist bei den Abmessungen der Anlage der Deutschen Werft in Höhe des Erdbodens eine Kraft von 35 kg erforderlich, die von einem Mann leicht ausgeübt werden kann, in 15 m Höhe die doppelte Kraft, für die also zwei Arbeiter ausreichen, die ja stets eine größere Platte in Empfang nehmen. Sollen größere Lasten in einigem Abstand von dem betreffenden Tragkabel abgegeben werden, so benutzt man zwei Laufkatzen mit einer Traverse, an die die Last so aufgehängt wird, daß nötigenfalls nur ein geringer seitlicher Druck nötig ist, um sie an ihren Platz zu bringen. Da die Arbeiter die Lage der Verwendungsstelle gegenüber den in Betracht kommenden Tragkabeln genau genug mit einem Blick erfassen können, so gewöhnen sie sich schnell daran, die kleine Aufmerksamkeit beim Anhängen der Last aufzuwenden. Wenigstens hat sowohl der Betrieb der Reiherstiegwerft als auch der der Deutschen Werft diesen Mangel kaum als solchen empfunden, nachdem sich die Arbeiter entsprechend gewöhnt hatten.

Gegen die Kabelkrane wird gewöhnlich noch angeführt, daß die Steuerung von dem einen Ende der Bahn aus bei Nebelwetter nicht nach Winken oder sonstigen Handzeichen erfolgen kann. Das ist richtig, trifft aber genau so auch für die Hellinge mit hoch oben verkehrenden Laufkränen zu. Bei Nebel, wo man nur wenige Meter weit sehen kann, ist es völlig gleichgültig, ob die Strecke, die eigentlich überblickt werden sollte, 20 oder 200 m beträgt. Der Kabelkran mit seinen Bewegungszeigern, die der Kranführer unmittelbar vor Augen hat, gestattet im Gegenteil ein besseres Einstellen nach allgemein, oft durch Fernsprecher gemachten Angaben als der Laufkran, wo diese Hilfsmittel fehlen.

310. Die Kabelkrane mit bemannter Laufkatze.

Natürlich kommen Fälle vor, in denen es wichtig ist (siehe Ende dieses Absatzes), daß die Steuerung der Lastbewegung genau nach Zurufen der unten arbeitenden Leute erfolgt. Dann läßt man den die

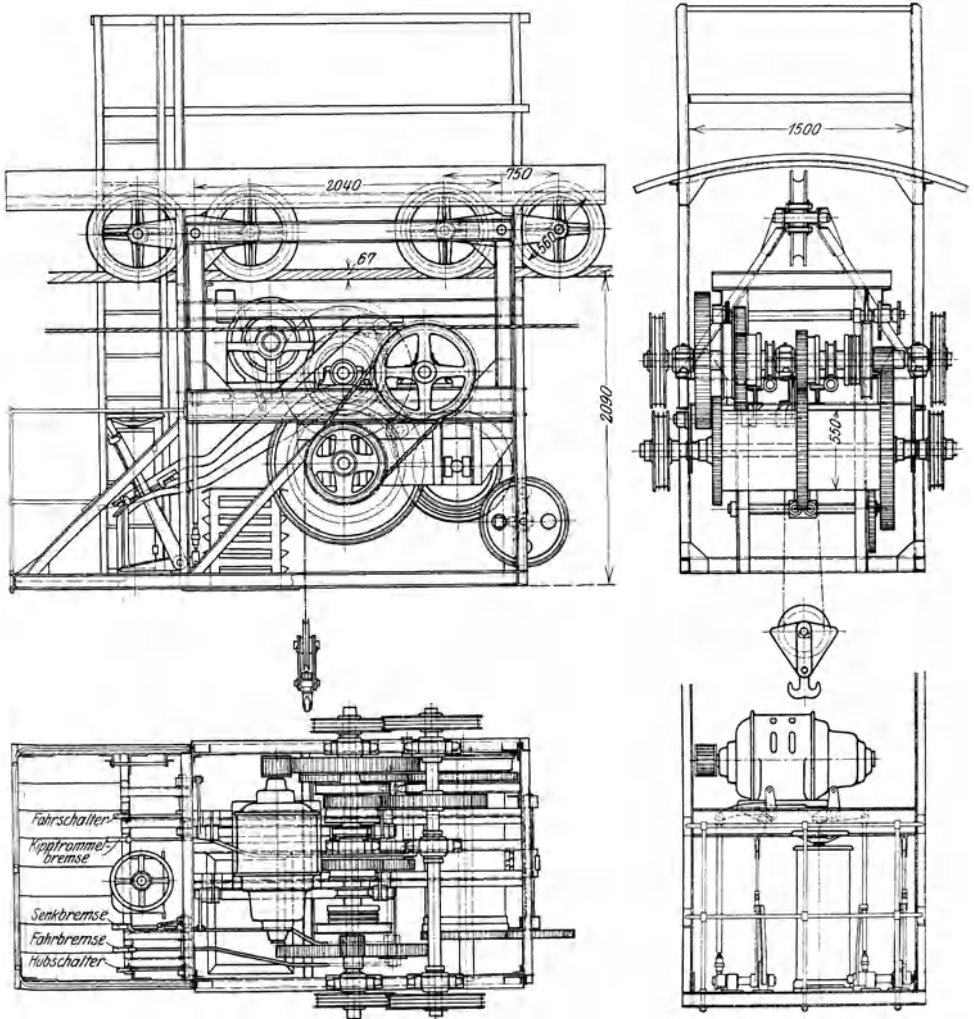


Abb. 597. Bemannte Laufkatze mit Hub- und Fahrwerk.

Steuerung betätigenden Mann auf der Katze mitfahren, die oft einen Teil des Hub- und Fahrwerkes enthält.

Dieser Grundgedanke der bemannten Laufkatze wurde von der Seilbahn-G. m. b. H. weiter ausgebildet, die eine Anzahl derartiger Kabelkrane baute. Zuerst wurde sowohl das Heben der Last als auch

das Verfahren der Katze von dem darauf angebrachten gemeinsamen Windwerk bewirkt, dessen Antrieb durch einen Elektromotor erfolgte. Unter dem Tragseil wurden zwei Zugseile fest verlegt, die sich mehrfach um zwei vom Elektromotor gedrehte Rillenscheiben schlangen. Eine Zeichnung einer solchen Laufkatze, deren Gesamtgewicht bei großen Nutzlasten noch immer gleich der Nutzlast ist und bei mittleren Nutzlasten etwa das 1,5 fache beträgt, gibt die Abb. 597. Ihre Einzelheiten brauchen keine besondere Erklärung.

Diese große tote Last und Schwierigkeiten beim Verfahren, sobald die Rillen in den Spillscheiben nicht genau gleich waren oder etwas verschlissen, veranlaßten eine andere Lösung¹⁾. Der Antriebsmotor mit seinem ersten Vorgelege befindet sich in dem Maschinenhaus am Fuß der einen Stütze, dagegen ist der übrige Teil des Hub- und Fahrwerkes

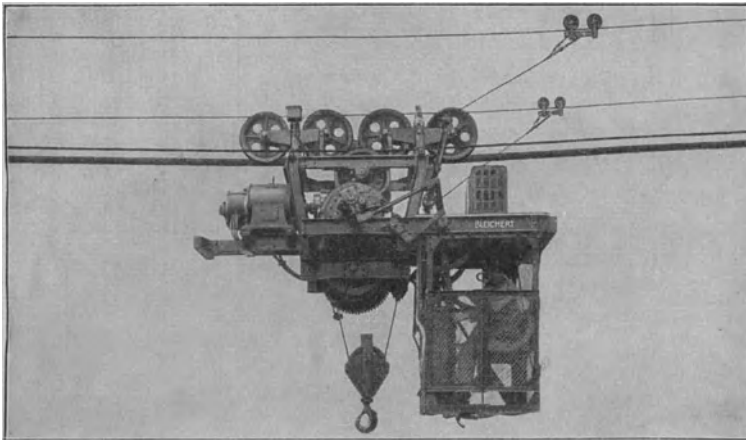


Abb. 598. Laufkatze mit Hubmotor und Führerbegleitung (Bleichert).

auf der Katze verblieben. Erleichtert wird dies durch die Benutzung von Schützenanlassern, zu deren Verbindung mit der Laufkatze nur je eine Schleifleitung gebraucht wird. Der Schützenstrom, in dessen Kreis noch verschiedene Sicherungsapparate eingeschaltet werden, ist Gleichstrom, der nötigenfalls durch einen kleinen Umformer erzeugt wird.

Das Heben und Senken sowie die Bewegung der Laufkatze erfolgt von einer am Fuß der einen Stütze eingebauten, entweder nach der einen oder anderen Richtung umlaufenden Treibscheibe mittels eines endlosen Bewegungsseiles, das nach Übergang über eine im Turm angeordnete und von einer Schraubenspindel verschiebbare Spannscheibe die Treibscheibe auf der Laufkatze ganz umschlingt, von dort über Führungsrollen auf der Gegenstütze geht und beim Zurücklaufen durch die Katze von einer einfachen Tragrolle unterstützt wird. Daneben ist ein an beiden Türmen festverankertes Halteseil über eine auf derselben

¹⁾ Heinold: Z. V. d. I. 1916.

Welle der Katze lose sitzende Scheibe geschlungen. Auf der Vorgelegewelle der Katze sitzen die Treibscheibe, die lose Scheibe des Halteseiles, ein Ritzel zum Antrieb des Hubwerkes und eine von zwei Bremsbändern umfaßte Brems Scheibe. Wird die Bandbremse angezogen, so steht die Welle fest, und die Katze wird von dem umlaufenden Bewegungsseil mit 5 m/sek Geschwindigkeit mitgenommen. Sie würde auf der schiefen Ebene nach der Mitte der Bahn abrollen, sobald die Brems Scheibe freigelassen wird, wenn nicht gleichzeitig die Scheibe des Halteseiles festgebremst würde. In dem Fall hebt das Bewegungsseil die Last mit 1 m/sek Geschwindigkeit an, sowie das Windengetriebe eingerückt wird.

Der beschriebene Kran arbeitet auf dem Schacht Bergmannsglück der staatlichen Berginspektion 3 in Buer.

Wegen ihrer Empfindlichkeit werden die Schützensteuerungen für den rohen Betrieb auf Zechen und Baustellen nicht gern gesehen, und man hat deshalb diese Anordnung nicht weiter verfolgt. Man zieht jetzt vor, das Heben der Unterflasche von einem auf der Katze befindlichen Elektromotor ausführen zu lassen, dagegen das Verfahren durch das auf der einen Stütze angebrachte Windwerk in sonst üblicher Weise vorzunehmen. Nur die Steuerung dieser Bewegung wird ebenfalls von der Laufkatze aus betätigt. Dazu genügen drei, allerdings elektrisch erheblich stärker belastete Stromzuführungen zur Katze, die eine für den Hubmotor und die anderen für die Umsteuerung des Fahrmotors, wenn als Rückleitung das Tragseil dient, anderenfalls sind mindestens vier nötig. Die Laufkatze fällt so auch noch leicht aus, wie die Abb. 598 nach einer Bleichertschen Ausführung zeigt.

Der zugehörige Kabelkran wurde für ein niederschlesisches Braunkohlenwerk geliefert. Der Abbau des Lagers war dadurch besonders schwierig, daß es nestartig zwischen quellendem Ton eingebettet war und sich in fortwährender Bewegung befand. Ein geordneter Betrieb der Grube wurde überhaupt erst durch diesen Kabelkran ermöglicht, bei dem die unmittelbare Verständigung der im Tagebau beschäftigten Arbeiter mit dem Kranführer von höchstem Wert ist. Von großer Wichtigkeit erwies sich noch, daß die beiden Pendelstützen auf je einem Betonfundament verfahren werden können, das sich auf dem festen Boden außerhalb der Grube befindet. Die Kohle wird in längliche Kippkasten von je 0,5 m³ Inhalt eingeladen und dann vom Kabelkran aufgenommen und mit 5 m/sek Fahrtgeschwindigkeit zu einem kleinen Füllrumpf gebracht, aus dem sie in daruntergefahrene Feldbahnwagen abgezogen wird. Trotz der großen Hubhöhe von 48 m sind so durchschnittlich 15 Förderspiele in der Stunde auszuführen.

311. Die Kabelkrane mit bemannter Greiferkatze.

Eine von den vorbeschriebenen abweichende Anordnung der Greiferkatze, die nur zwei Stromzuführungen braucht und mit einem verhältnismäßig kleinen, also leichten Motor auskommt, ist die in Abb. 599 nach einer Zeichnung von Ernst Heckel G. m. b. H. gegebene. Das eine Ende des Zugseiles ist am Rahmen der Laufkatze festgemacht; von dort

geht das Seil über eine Umführung auf der einen Stütze und dann zurück zur Katze, wo es eine Spillscheibe einmal völlig umfaßt. Darauf läuft es zur zweiten Stütze, wo es von einem kräftigen Gegengewicht mit seiner

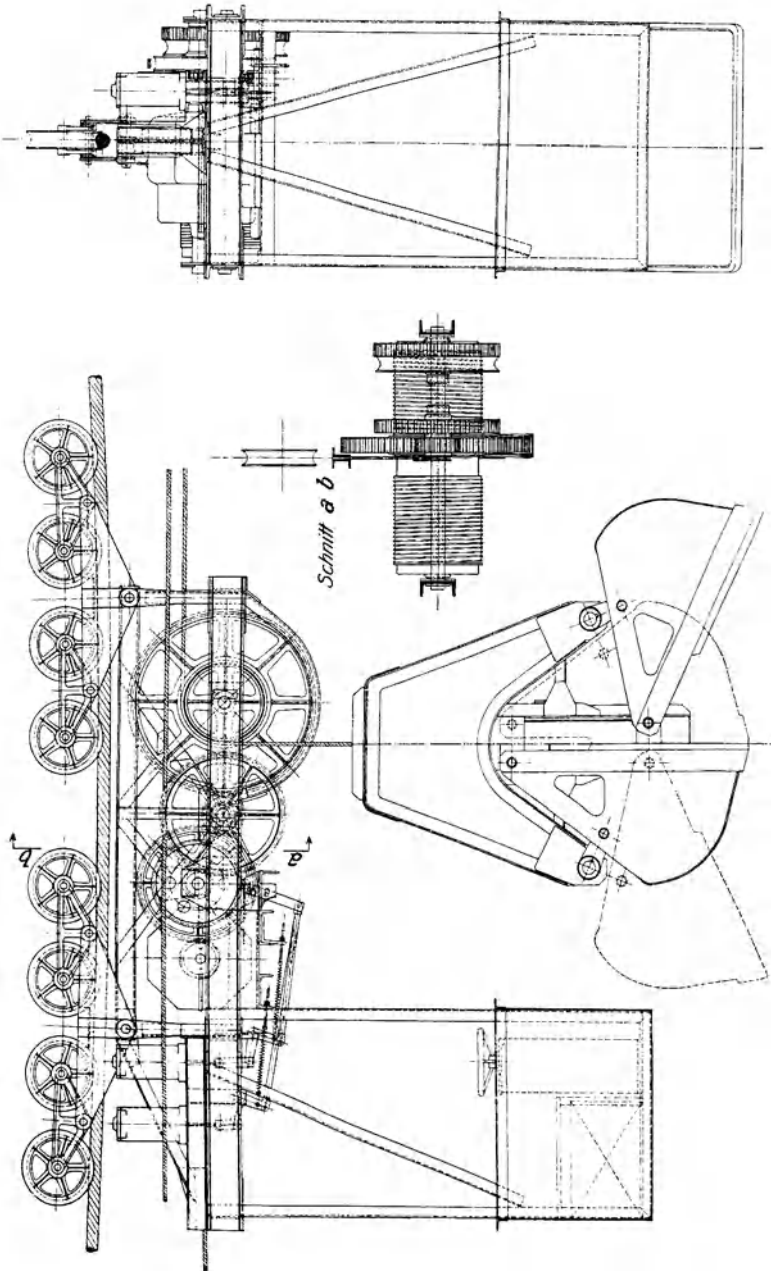


Abb. 599. Bemannte Greiferlaufkatze (Heckel).

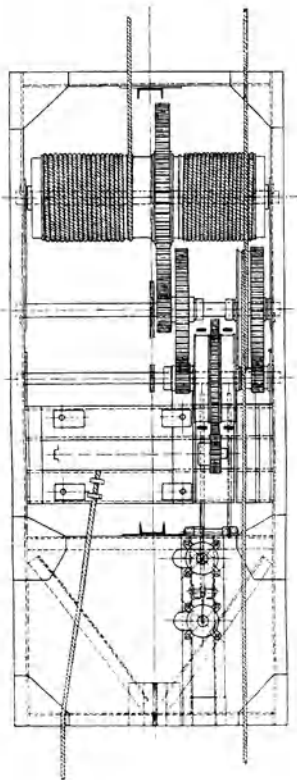
halben Größe angespannt wird, und nun wieder zurück zu einer auf der Windenwelle der Laufkatze festsitzenden kurzen Trommel, auf die das Ende beim Senken der Last aufgewickelt wird. Durch die starke Anspannung, die am besten gleich dem Eigengewicht des Greifers und der halben Nutzlast ist, werden die sonst nötigen Tragreiter für das Zugseil erspart. Außerdem wirkt das Gegengewicht beim Aufwinden der Last den Motor unterstützend mit, so daß er nur für die Hälfte der Hubleistung zu bemessen ist. Seine Leistung wird auch beim Verfahren der Katze voll ausgenutzt, wenn die Fahrtgeschwindigkeit etwa gleich dem dreifachen der Hubgeschwindigkeit ist.

Die Umschaltung des Motors wird von Heckel nicht wie sonst üblich durch Reibungskupplungen bewirkt, sondern durch ein Planetengetriebe (vgl. Abb. 236): Der Motor arbeitet auf das die umlaufenden Kegelräder tragende Haupttrrad, und die Umlaufräder greifen in zwei Kegelräder ein, deren eines mit dem Vorgelege des Hubwerkes gekuppelt ist, während das andere auf das Ritzel der Fahrseil-Treibscheibe einwirkt. Jedes dieser Räder ist mit einer Bremsscheibe zusammengewegossen, so daß es von der zugehörigen, elektrisch betätigten Bandbremse stillgesetzt werden kann, während das andere, nicht gebremste vom Motor angetrieben wird, der seinen Strom, je nach der gewünschten Bewegung, entweder über den Bremsmagneten des Hubwerkes oder den des Fahrwerkes erhält.

Wenn, wie im Fall der Abb. 599, mit einem Einseilgreifer gearbeitet wird, so ist noch ein besonderes, der Firma Ernst Heckel G. m. b. H. geschütztes Spulwindwerk zur Steuerung des Greifers in jeder Höhenlage einzubauen. Betätigt wird es vom Führer mittels einer Fußtrittbremse.

Von Kaiser & Co. wird eine entsprechende Anordnung gebaut. Sie unterscheidet sich im wesentlichen von der beschriebenen nur dadurch, daß beide Träger des Zugseiles über Spillscheiben auf der Laufkatze gehen und daß eine das Tragseil umfassende Gleitbremse in das eine Laufwerk eingebaut ist. Eine schematische Darstellung der Seilführungen gibt die Abb. 600.

Neuerdings haben Kaiser & Co. die Steuerung dadurch sehr vereinfacht, daß die Bewegung aller Teile durch Druckluft nach den Patenten der Jordan-Bremsen-Gesellschaft bewirkt



Zu Abb. 599.

wird. Die Tätigkeit des Mannes beschränkt sich dabei auf die Einstellung einiger leicht zu bewegender Steuerventile.

Die Skizze der Pendelstütze eines neueren radial verfahrbaren Kabelkranes Bleichertscher Bauart mit Bezeichnung der verschiedenen Zubehörteile enthält die Abb. 601. Die Gewerkschaften der Kons. Wenzes-

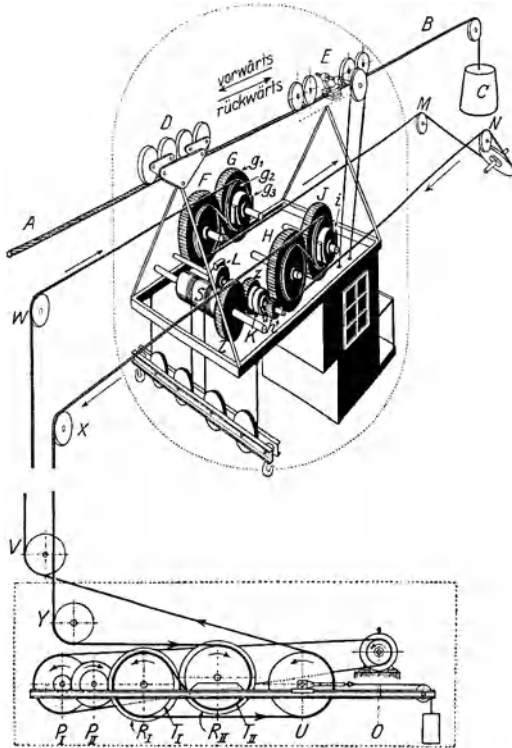


Abb. 600. Seilführung des Greiferkabelkrans (Kaiser & Co.).

- | | | | |
|-------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| A - B | Tragsseil, | S | Seiltrommel, |
| C | Tragsseilspanngewicht, | z - Z | Trommel - Zahnräder- |
| D | vorderes Laufwerk, | | paar, |
| E | hinteres Laufwerk, | M, N, W, V, X, Y | Zugseilkn- |
| F - G | Antriebsräderpaar, | | rollen, |
| H - J | Antriebsräderpaar, | O | Elektromotor, |
| h | Antriebsritzel, | P _I - P _{II} | Vorgelegewellen, |
| K | Reibungskupplung, | R _I - R _{II} | Zahnräderpaar, |
| L | Brems Scheibe, | T _I - T _{II} | Antriebsseilscheiben, |
| | U | | Seilspannscheibe. |

lausgrube und Ferdinandsgrube in Mülke (Niederschlesien) haben zwei gleiche Krane von 264 bzw. 267 m Spannweite aufgestellt zur Lagerung und Verladung separierter Kohle bzw. von abgesetztem Kohlenschlamm. Zum Betrieb dient Drehstrom von 500 Volt Spannung, woraus sich die eigenartige Anbringung der

Stromzuführungs-

leitungen erklärt. Sie werden von drei an den Gegenpunkten der dreieckigen Schwinghebel angreifende Spann- gewichte aus Beton so angezogen, daß sie unge- fähr parallel zu den Tragsseilen liegen. Das innerste Spann- gewicht gibt den beiden Katzen- fahrseilen die An- spannung, um sie unter allen Umständen auf den ledergefütterten Spillscheiben zum guten Anliegen zu bringen.

Der Selbstgreifer wiegt mit 1,5 m³ Kohlen- schlamm 3,5 t und wird mit 35 m/min Geschwin-

312. Die Stromzuführungsleitungen.

Da sie parallel zu dem hochgespannten Tragsseil liegen müssen, so sind sie ebenfalls kräftig anzuspannen. Gewöhnliche Kupfer- oder Bronze-

leitungen sind also nur bei kleinen Spannweiten geeignet. Bei längeren Kabelkranen werden deshalb sogenannte Verbundseile angewendet, deren Kern aus Stahldrähten besteht, über die eine Lage kupferner Profildrähte in Art der halbverschlossenen Seile gelegt ist.

Die Seilbahn-G. m. b. H. ließ die Stromabnehmerwagen auf besonderen Schleifleitungstragseilen aus Stahl laufen und hängte die eigentlichen Schleifleitungen zwischen diesen Tragseilen an Querbügeln an.

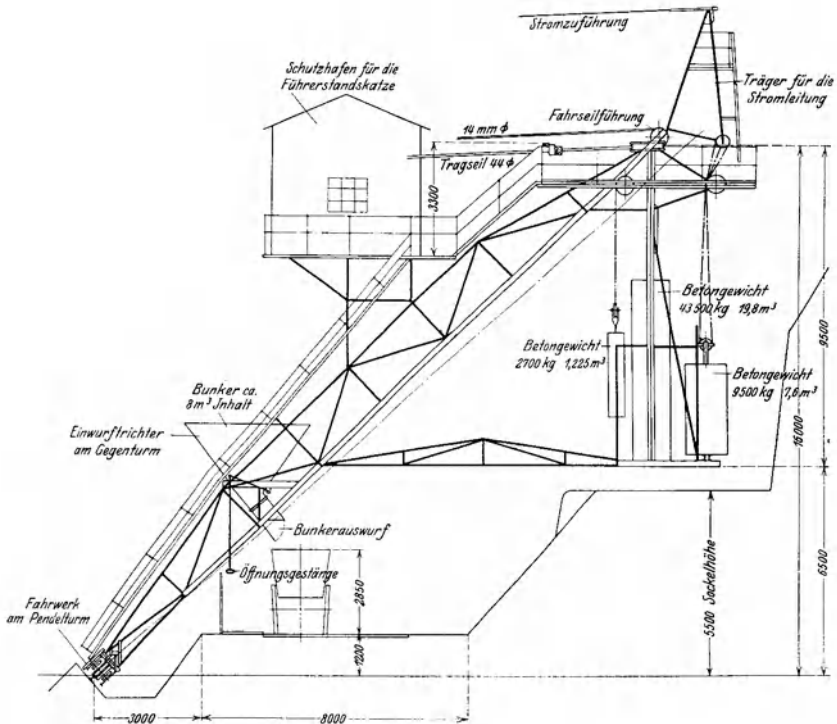


Abb. 601. Pendelstütze des Kabelkranes der Wenzeslausgrube (Bleichert).

313. Die Kabelkrane zur Entladung und Stapelung von Massengütern aus Schiffen.

Besondere Formen der Kabelkrane haben sich herausgebildet, wenn sie zur Entladung von Massengütern aus Schiffen und zur Lagerung auf dicht hinter dem Ufer gelegene Stapelplätze dienen sollen. Die wasserseitige Stütze erhält dann einen festen Ausleger, der mit Rücksicht auf die Schiffsmasten in die Höhe geklappt werden kann, wie die Abb. 602 nach der ersten Bleichertschen Ausführung zeigt. An den Ausleger schließt sich dann das den Stapelplatz überspannende Tragseil an. Die hinter der Ladestelle entlang gehende Uferstraße ist hier noch durch eine mit dem Turm der Kabelbahn verschiebbare Schutzbrücke überdeckt. Das gesamte Windwerk befindet sich in dem unteren Ma-

schinenhaus der Stütze, während der Maschinist die Steuerung der Winden von einem hochgelegenen Steuerhäuschen aus bewirkt, das einen nach beiden Seiten freien Überblick gewährt. Im Gegensatz zu der gebräuchlichen Bauart mit Hubseiltragreitern wird das lose Zugseil der Laufkatze hier von hölzernen Balken unterstützt, die an zwei seitlich ausgespannten Seilen aufgehängt sind.

Bemerkenswert ist noch, daß der Kabelkran mit einem Selbstgreifer arbeitet, was etwa dieselbe Seilanordnung bedingt wie das Arbeiten mit einer Kippbritsche. Gewöhnlich werden — wie auch hier — Einseilgreifer genommen. Zu ihrer Entleerung muß nun beim Senken des Greifers eine Verriegelung durch einen Anschlag ausgelöst werden, zu welchem Zweck bei der in Abb. 602 gegebenen Ausführung ein besonderes Seil

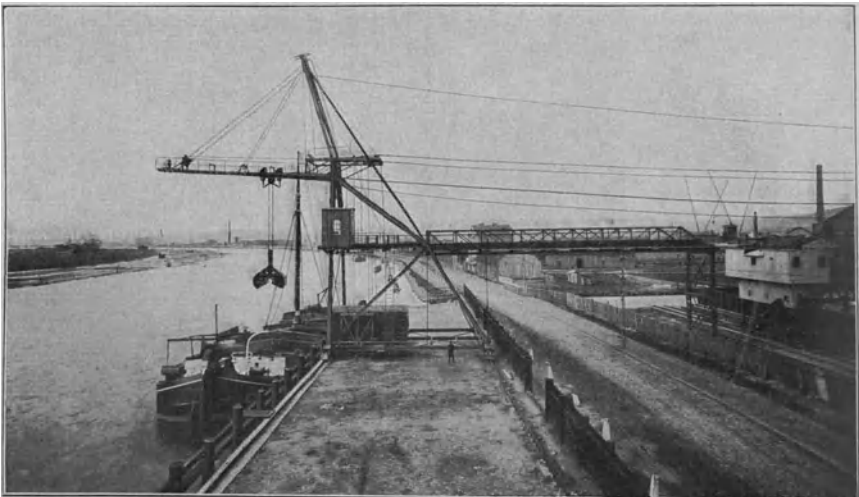


Abb. 602. Kabelkran zur Schiffsentladung in Danzig.

mit dem Anschlag über die Bahn verschoben wird. Dabei wird das Öffnen des Greifers zuerst von der darin befindlichen Last eingeleitet und dann vom Gewicht der senkrecht nach abwärts gleitenden Greiferteile, die die Schaufeln vermittels Kniehebel auseinanderdrücken. Das letztere Gewicht ist nun ein beschränktes; außerdem besteht es meistens aus einem Flaschenzug, an dem das Hubseil angreift, so daß das Gewicht sich auf mehrere Seilstränge verteilt. Von dieser kleinen Kraft ist das Hubseil also von seiner Trommel abzuwickeln, wozu sie oft nicht ausreicht. Man muß deshalb die Laufkatze gleichzeitig etwas bewegen, wodurch ein Stück des Hubseiles in die Flasche hineingezogen wird. Der Umständlichkeit entgeht man, wenn nach dem Vorgang der Maschinenfabrik Humboldt ein entsprechend langes Stück des Seiles auf einer in der Katze angeordneten kleinen Trommel aufgewunden wird, von der es sich beim Öffnen des Greifers abwickelt.

In umgekehrter Weise kann der Kabelkran auch zur Beladung von Schiffen benutzt werden. Er erweist sich auch dann noch als vorteilhaft, wenn gar nicht von einem großen Lager gefördert wird, sondern nur die Schiffe wegen der geringen Wasserhöhe nicht unmittelbar am Ufer anlegen können (Abb. 603).

Nachdem man den Vorteil der Pendelstütze erkannt hatte, lag es nahe, den über das Schiff reichenden Ausleger als Gegengewicht zu benutzen. Die Firma Bleichert gelangte so zu der Anordnung der Abb. 604, wo der Ausleger ebenfalls hochklappbar ist.

Außer zwei Tragkabeln für die schwere, mit Selbstgreifern von 2,5 m³ Inhalt ausgerüstete Laufkatze sind hier noch zwei Sicherheitsseile zur Verspannung dieser 45° geneigten Pendelstütze mit der landseitigen A-Stütze (Abb. 605) vorhanden. Die Uferstraße ist wieder durch eine mit der Pendelstütze verfahrbare Schutzbrücke gegen herabfallende Teile der Ladung gesichert. Die Förderleistung von Mitte Schiff bis Mitte Lager beträgt 50 t/St Kohle. In der landseitigen Stütze befindet sich ein kleiner Überladerumpf, aus dem die Kohle weiter auf das darunter durchgeführte Förderband abgegeben wird.

Eine feste Uferstütze ohne Ausleger, die so geformt ist, daß die Laufkatze nicht durch die Stütze hindurchzufahren braucht, um die Ladung aus dem Schiff aufzunehmen, veranschaulicht die Abb. 606 ebenfalls nach einer Bleichertschen Ausführung.

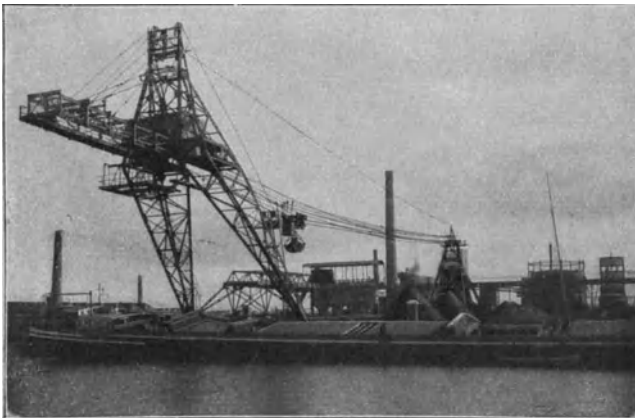


Abb. 604. Fahrbare Pendelstütze mit Ausleger zur Schiffsentladung

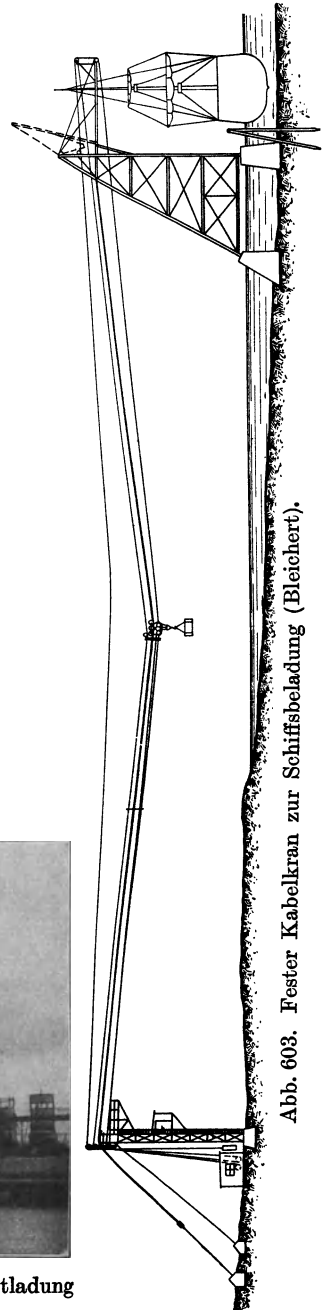


Abb. 603. Fester Kabelkran zur Schiffsbeladung (Bleichert).

Die Zeichnung eines für das Elektrizitätswerk Utrecht von A. Bleichert & Co. gebauten parallel zum Ufer verfahrbaren Doppelkranes mit Pendelstützen enthält die Abb. 607. Er vermag mit zwei Greifern

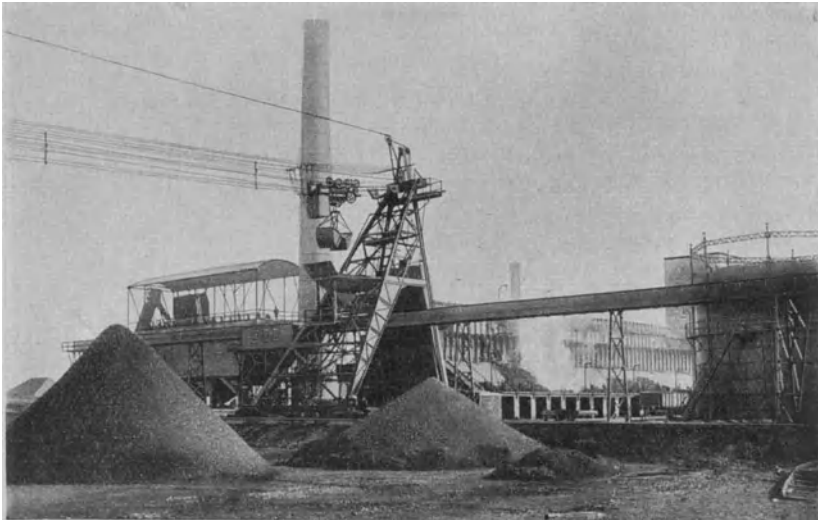


Abb. 605. Fahrbare A-Stütze mit angeschlossenem Gurtförderer (Bleichert).

von je $2,5 \text{ m}^3$ Mindestinhalt stündlich 90 t Kohlen auf das 47 m breite Lager zu schaffen bzw. von dort auf die Mischer der ins Kesselhaus

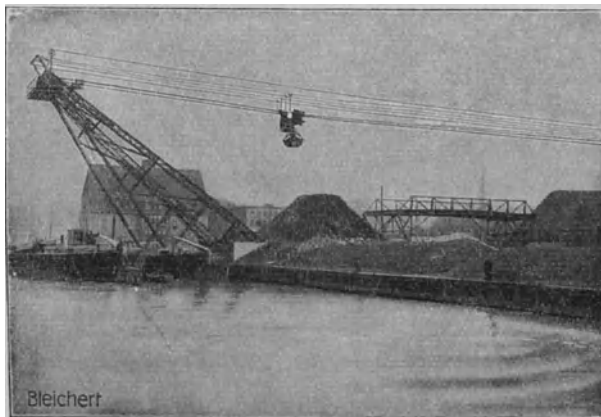
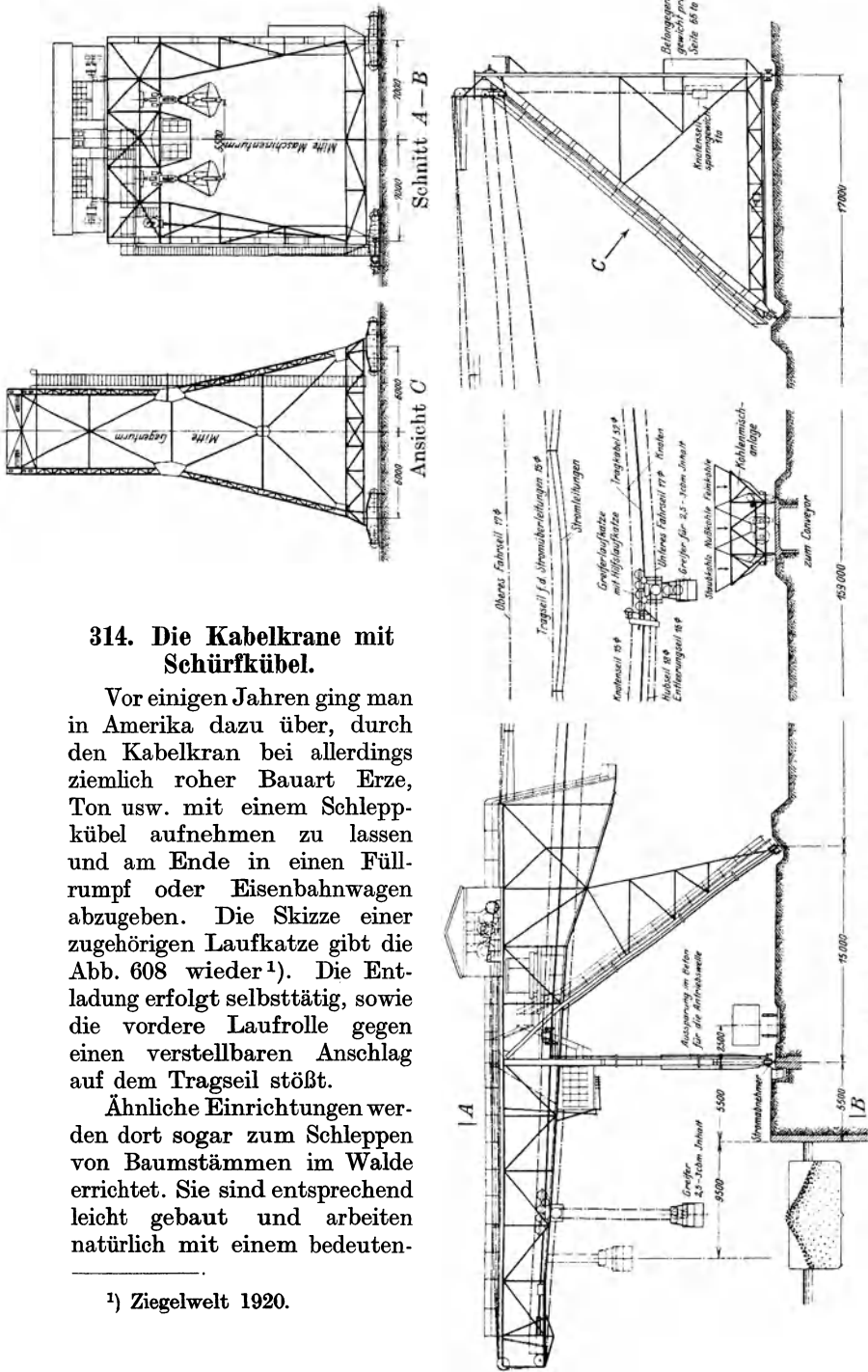


Abb. 606. Feste Schrägstütze zur Schiffsentladung.

führenden Conveyaranlage. Außerdem soll er Asche und Schlacke, die stündlich in der Menge von 2,5 t anfallen, in ein Sammelgefäß am Ufer befördern. Alle Einzelheiten ergeben sich aus der Zeichnung.



314. Die Kabelkrane mit Schürfkübel.

Vor einigen Jahren ging man in Amerika dazu über, durch den Kabelkran bei allerdings ziemlich roher Bauart Erze, Ton usw. mit einem Schleppkübel aufnehmen zu lassen und am Ende in einen Füllrumpf oder Eisenbahnwagen abzugeben. Die Skizze einer zugehörigen Laufkatze gibt die Abb. 608 wieder¹⁾. Die Entladung erfolgt selbsttätig, sowie die vordere Laufrolle gegen einen verstellbaren Anschlag auf dem Tragseil stößt.

Ähnliche Einrichtungen werden dort sogar zum Schleppen von Baumstämmen im Walde errichtet. Sie sind entsprechend leicht gebaut und arbeiten natürlich mit einem bedeuten-

¹⁾ Ziegelwelt 1920.

Abb. 607. Verfahrbarer Doppelkran für das Elektrizitätswerk Utrecht (Beichert).

den Verschleiß; trotzdem sind sie wegen der Schnelligkeit, mit der die Arbeit geleistet wird, lohnend.

Ein wesentliches Kennzeichen dieser Anlagen ist, daß die Hub- und Senkbewegung des Schürfkübels durch das Heben und Senken des

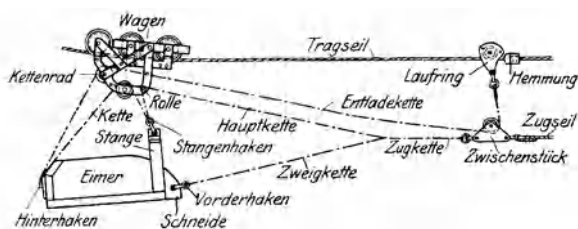


Abb. 608. Schleppekübel eines amerikanischen Kabelkrans.

Tragseiles herbeigeführt wird. Es geschieht mittels eines Flasenzuges (vgl. Abb. 613), wozu unter Vollast in der Mitte der Spannweite etwa 23 PS bei 8,5 m/min Geschwindigkeit ge-

braucht werden. Zum Schürfen genügen im Durchschnitt 18 PS. Das Gesamtgewicht der Laufkatze einer deutschen Ausführung einschließlich des Kübels von 0,4 m³ Inhalt, entsprechend 720 kg Kies, beträgt nur 540 kg.

In Deutschland wurden daraus von A. Bleichert & Co. Sonderbauarten für den Braunkohlenbergbau, die Torf- und Kiesgewinnung entwickelt.

315. Die Sonderbauarten für Braunkohlengruben.

Für die Braunkohlengewinnung selbst kommen Kabelkrane nur in vereinzelt Fällen zur Anwendung, wo eben die örtlichen Verhältnisse dazu zwingen, von der üblichen Abbaumweise abzuweichen. Ein Beispiel dafür ist in Absatz 310 beschrieben. Gewöhnlich handelt es

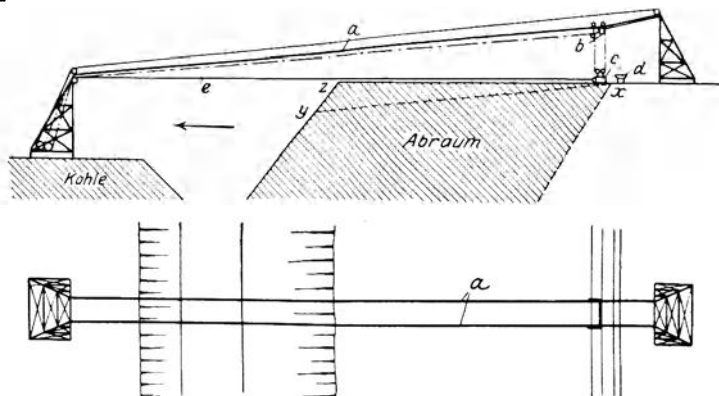


Abb. 609. Seitlich verfahrbarer Kabelkran mit Schürfkübel (Bleichert).

sich aber darum, die das Kohlenlager deckende Abraumschicht zu beseitigen und möglichst sofort wieder in den bereits abgebauten Teil der Grube zu schaffen.

Das kann mit einem verfahrbaren Kabelkran etwa nach Abb. 609 geschehen, der wieder zwei Tragseile *a* erhält, weil sehr schwere Einzel-

lasten zu fördern sind. Der eine Turm steht vollkommen sicher weit hinter der vom festen Boden gebildeten Kippe, auf der davor noch das Gleis für den Kippzug d liegt, der den an einer anderen Stelle der Grube aufgenommenen Abraum an den Kabelkran zur Verteilung heranbewegt. Der andere Turm befindet sich auf der freigelegten Kohle so weit zurück, daß die Verschiebung der ganzen Anlage in Richtung des eingezeichneten Pfeiles erst nötig wird, wenn der abgebaute Teil des Kohlenfeldes größtenteils wieder mit Abraum gefüllt ist.

An der durch ein Zugseil vom Windwerk aus bewegtem Laufkatze b hängt der Schürfkübel c , der mit einem besonderen Hubseil beliebig gehoben und gesenkt werden kann. Ein drittes Kratzerseil e zieht den Schürfkübel, der bei Beginn jedes Arbeitshubes in den frisch herangebrachten Boden dicht neben dem Kippgleis heruntergesenkt wird, über die Abraumlagerfläche, wobei der mitgerissene Boden darauf verteilt

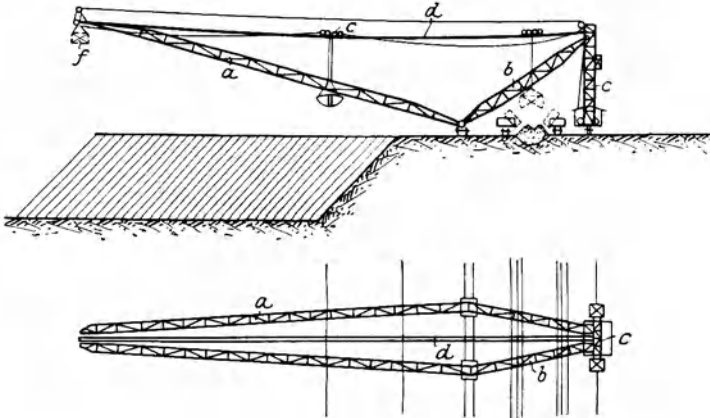


Abb. 610. Kabelkran mit Kragstütze für Greiferbetrieb (Bleichert).

wird. Der Kranführer sieht sofort an dem Strommesser des Elektromotors, wenn der Schürfkübel leer läuft, und führt den Kratzer dann, ihn gleichzeitig etwas anhebend, wieder zurück.

Da die Tragkabel a von Last und Eigengewicht durchgedrückt werden, so wird die Halde bei der beschriebenen Arbeitsweise nur bis an die Linie xy der Abb. 609 gefüllt. Das keilförmige Stück xyz wird aufgefüllt, indem man den Schürfkübel gleichzeitig mit dem Vorwärtsziehen etwas anhebt.

Die Kippzuggleise werden je nach dem Fortschreiten der Verteilungsarbeiten von Zeit zu Zeit weiter nach außen verlegt, um die Kratzarbeit zu verringern. Doch ist das nicht wie sonst in ganz kurzen Zeiträumen wieder nötig und kann deshalb in der für den ganzen Betrieb günstigsten Zeit ausgeführt werden. Daß so eine große Anzahl von Arbeitern für andere produktive Arbeiten frei wird, macht den hohen Wert dieser Anordnung aus.

Für den Fall, daß der auf der anstehenden Kohle verfahrbare Stützturm der Abb. 609 mit seinem Gleis dort Schwierigkeiten bereitet, oder

wenn etwa die Kabelbahn im Vergleich zu der tatsächlich auszunutzenden Strecke zu lang wird, stützte A. Bleichert & Co. das Außenende der Fahrkabel *d* (Abb. 610) durch zwei lange Ausleger *a* ab. Das andere Ende wird von einer Pendelstütze *c* und einer doppelten Druckstrebe *b* gehalten. Gespannt werden die Tragkabel durch das Eigengewicht der Ausleger *a*, das nötigenfalls durch ein angehängtes Gegengewicht *f* vermehrt werden kann. Für die Leichtigkeit des ganzen Baues ist von Bedeutung, daß die wagerechten Seitenkräfte der Streben *a* und *b* sich gegenseitig nahezu aufheben, so daß das äußere Fahrgeleis hauptsächlich die lotrechten Seitenkräfte aufzunehmen hat.

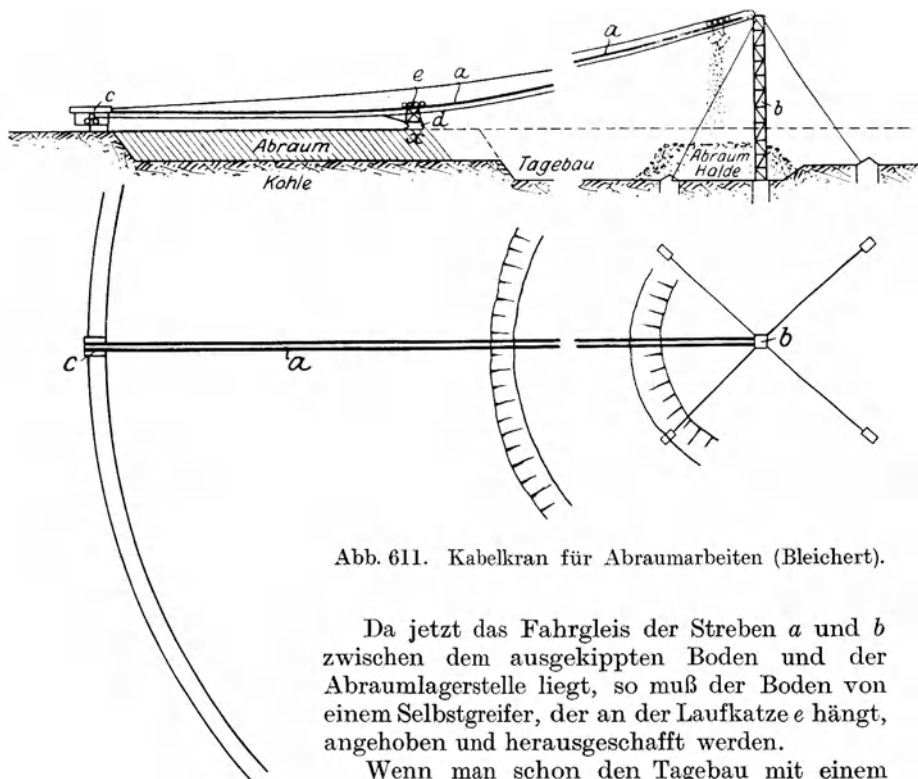


Abb. 611. Kabelkran für Abraumarbeiten (Bleichert).

Da jetzt das Fahrgeleis der Streben *a* und *b* zwischen dem ausgekippten Boden und der Abraumlagerstelle liegt, so muß der Boden von einem Selbstgreifer, der an der Laufkatze *e* hängt, angehoben und herausgeschafft werden.

Wenn man schon den Tagebau mit einem Kabelkran überspannt, ist es entschieden am zweckmäßigsten, ihn gleich so auszubilden, daß die auf der einen Seite von dem Kohlenflöz abgehobene Bodendecke gleich vom Kabelkran selbst nach der abgebauten Gegenseite geschafft und dort wieder abgelagert wird. Dadurch werden sicher am meisten Arbeitskräfte und Arbeitsgeräte gespart. Diese Anordnung veranschaulicht die Abb. 611 mit einem feststehenden, gut verankerten Stützturm *b* und dem auf einem Kreisbogen verfahrbaren Gegenwagen *c*. Die Tragkabel *a* werden durch einen Flaschenzug bei *c* so eingestellt, daß ihre Höhenlage über dem wegzunehmenden Abraum die günstigste ist.

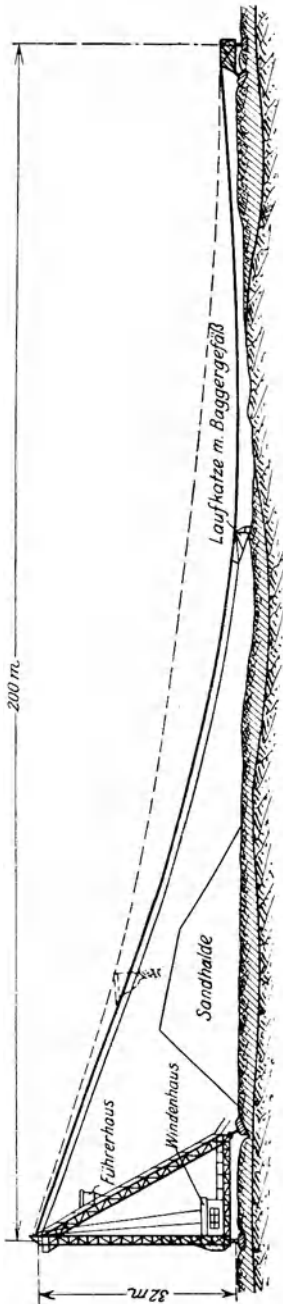


Abb. 612. Abraumkabelkran mit verfahrenem Hauptturm (Bleichert).

Der an der Laufkatze *e* hängende Schürfkübel *d* wird so vor die Angriffsstelle gebracht, daß seine Schneidzinken gerade in das Erdreich eingreifen und er sich dann beim Anziehen des zugehörigen Zugseiles füllt. Darauf läuft die Laufkatze *e* nach dem Turm *b*, bis dort der Kübel an einen Anschlag stößt, der seine Entleerung bewirkt.

Selbstverständlich kann auch der Turm *b* verfahrbar sein, wie die Abb. 612 angibt. Die einstellbare Befestigung der Tragkabel zeigt die Abb. 613.

316. Die Kabelkrane mit waagrechter Absteifung.

Wenn auch Kabelkrane von geringer Spann-

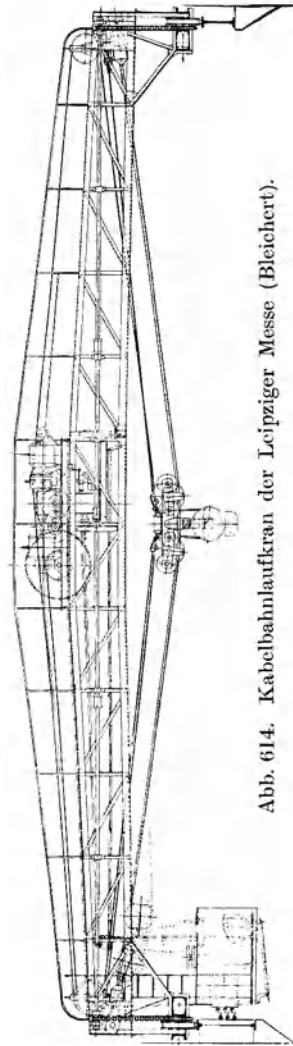


Abb. 614. Kabelbahnlaufrkan der Leipziger Messe (Bleichert).

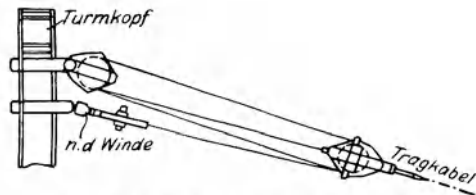


Abb. 613. Tragseilbefestigung des Abraumkabelkrans (Bleichert).

weite öfter gebaut worden sind (Abb. 565), so pflegt man doch im allgemeinen damit nicht unter 70–80 m herunterzugehen, weil dann sowohl die Kosten für die Endstützen und die Antriebsmaschinen



Abb. 615. Kabelkran mit wagerechter Absteifung (Bleichert).

im Verhältnis zur Förderlänge zu groß werden als auch der Raumbedarf der Stützen. Kranbrücken nehmen in dem Fall weniger Raum für die Stützen in Anspruch und werden, weil sie bei kleinen und mittleren Spannweiten leicht ausfallen, billiger als Kabelkrane der üblichen Bauart.

Das ändert sich aber, wenn der Kabelkran dadurch vereinfacht wird, daß der starke Zug des Tragseiles unmittelbar von einer parallel dazu angeordneten Druckstrebe aufgenommen wird. Die erste Probeausführung

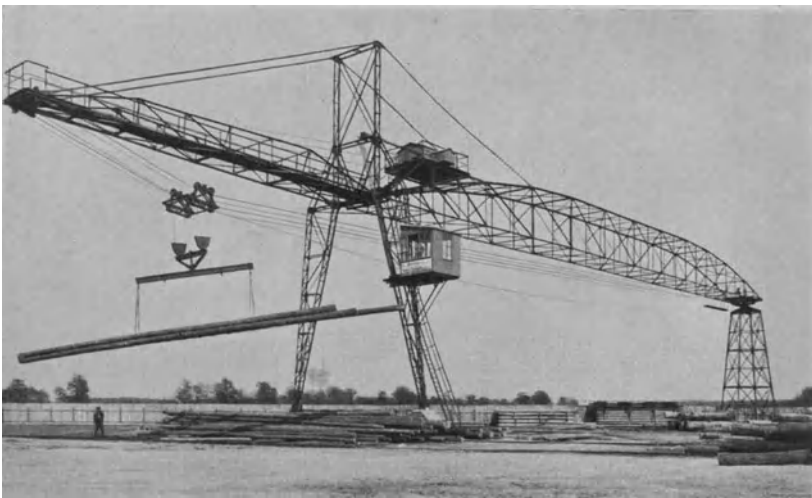


Abb. 616. Radial verfahrbarer Kabelkran mit Aussteifung und Ausleger (Bleichert).

der Art gibt die Abb. 614 wieder. Es ist ein Laufkran von 18,030 m Spannweite für die Werkzeugmaschinenhalle der Leipziger Messe¹⁾.

¹⁾ Zapf: V. d. I. Nachr. 1925.

Die Fahrbahn der vierrädrigen Laufkatze für 20 t Nutzlast besteht aus zwei verschlossenen Seilen, die in den beiden Fahrträgern des Laufkranes verankert sind. Ihr Zug wird von der dazwischen angeordneten leichten Eisenkonstruktion aufgenommen, die nur durch ihr Eigengewicht und den darauf stehenden Antriebsmotor für die Katzenverschiebung auf Biegung beansprucht wird. Von wesentlicher Bedeutung ist, daß der Kran nur etwa das halbe Gewicht der üblichen

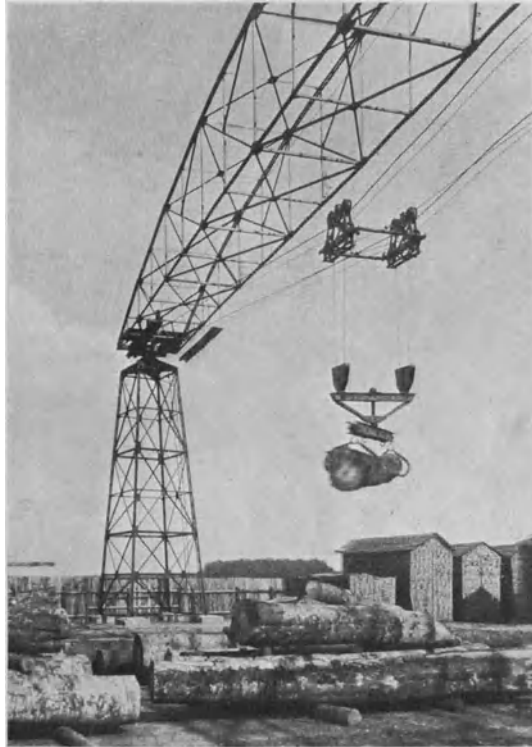


Abb. 617. Feststehender Turm des Auslegerkabelkranes mit Aussteifung (Bleichert).

Bauart hat. Infolgedessen ist er nicht nur selbst billiger, sondern auch die ganze Fahrbahn und ihr Tragbau.

Eine andere, ebenfalls Bleichertsche Ausführung von größerer Spannweite (70 m) ist in Abb. 615 wiedergegeben. Der leichte Bau der ziemlich weit auseinandergezogenen Druckstrebe fällt sofort bei oberflächlichster Betrachtung auf.

Der Kran arbeitet auf dem Holzlagerplatz der Gewerkschaft Deutschland in Oelsnitz (Erzgebirge). Er befördert Holzstämmen bis zu 24 m Länge und 2,5 t Gesamtgewicht mit 7,5 m/min Hubgeschwindigkeit

und 45 m/min Katzenfahrgeschwindigkeit, die bei nur 1 t Last auf das 2,7 fache steigen. Jeder der zugehörigen Elektromotoren leistet 7,5 PS.

Der ganze Kran wird mit 15 m/min Geschwindigkeit verfahren. Es geschieht durch zwei gleichumlaufende Motoren, die auf dem Laufgestell der beiden Stützen stehen. Eine im Führerhaus angebrachte Visiervorrichtung läßt den Kranführer mit Leichtigkeit ein etwaiges Schräglaufen der Brücke erkennen, worauf er den Gang der Motoren entsprechend regelt. Damit bei Unachtsamkeit des Führers keine schädlichen Spannungen in dem Querbau auftreten, können sich die Stützen in der Grundrißebene gegen die Brückenachse verdrehen. Außerdem schaltet ein elektrischer Kontakt die Motoren ab, sobald eine Stütze um etwa 6 m, entsprechend einer Schrägstellung der Brücke um 5° , voreilt.

Einen radial verfahrbaren Kabelkran derselben Bauart von 60 m Spannweite mit einem Ausleger von 20 m Länge und doppeltem Laufseil usw. zeigt die Abb. 616 ebenfalls nach einer Bleichertschen Ausführung. Sie befindet sich auf dem Holzlager der Pianofortefabrik Arthur Franke, Spinnagel Nachf. in Liegnitz und leistet bei 3 t Tragfähigkeit stündlich je nach dem Fahrweg 10—12 Arbeitsspiele. Einen Blick gegen den feststehenden Turm gibt die Abb. 617 wieder.

V. Wirtschaftliche Angaben und gesetzliche Bestimmungen.

a) Die volkswirtschaftlichen Wirkungen von Drahtseilbahnen.

317. Die Drahtseilbahnen als Ausgleicher der durch die Eisenbahnen geschaffenen Verhältnisse.

Auf einige Beziehungen der Drahtseilbahnen zur allgemeinen Volkswirtschaft war bereits in der Einleitung hingewiesen worden, woran sich hier noch weitere, mehr ins einzelne gehende Ausführungen anschließen mögen.

Während die Eisenbahnen — mit Ausnahme der schmalspurigen Anschlußbahnen — durchgängig zu einer Anhäufung der industriellen Betriebe in den Städten und zu einer weitgehenden Sammlung der Bevölkerung in diesen Industriemittelpunkten beigetragen haben und so das Anwachsen unserer modernen Riesenstädte und die vielbeklagte Landflucht herbeiführen halfen, ist die Wirkung der kleinen Anschlußbahnen, namentlich der alle Hindernisse mit Leichtigkeit überwindenden Schwebebahnen, häufig das Gegenteil der Haupt- und Nebenbahnen, so daß sie eine wichtige Rolle in der Volkswirtschaft spielen. Indem nämlich die Fernbahnen zu einer wesentlichen Steigerung der Bodenpreise in den von ihnen berührten Orten geführt haben, veranlaßten sie zugleich eine zunehmende Entwertung der nicht an ihre Gleise angeschlossenen Gegenden.

Gerade diese Gelände bieten demnach für Fabrikanlagen, besonders solche, die die natürlichen Bodenschätze ausnutzen und weiterverarbeiten, hervorragend günstige Bedingungen hinsichtlich des Grunderwerbes und des billigen Lebensunterhaltes der beschäftigten Leute. Nur wird dann der Transport der Fertigerzeugnisse zu den Weltverkehrswegen teuer, wenn nicht Drahtseilbahnen oder ähnliche Transportmittel als Verbindungsglieder der Fabrikanlagen mit der Fernbahn vorhanden sind und so den Preis der in den Verkehr gebrachten Waren in mäßigen Grenzen halten. In dem Fall sind aber solche abseits gelegenen Betriebe ihren städtischen Mitbewerbern gegenüber wesentlich im Vorteil, denn sie haben eine bedeutend geringere Grundrente aufzuwenden und kommen auch mit niedrigeren Arbeitslöhnen aus. Da ihren Leuten eben infolge der billigen Landpreise die Erwerbung eines kleinen Grundstückes möglich ist, so pflegt das Personal derartiger Betriebe auch bodenständiger und seßhafter zu sein als das in großstädtischen Fabriken derselben Art.

Die Erkenntnis dieser Tatsachen hat ja auch schon in einzelnen Fällen zu einer gewissen Dezentralisation der Großindustrie geführt¹⁾.

Auch die ausschließlich, oder doch in erster Linie zur Personenbeförderung dienende Drahtseilbahn kann in späterer Zukunft eine ähnliche volkswirtschaftliche Stellung einnehmen, da sie sicher nicht allein einige Aussichtspunkte dem Massenverkehr zugänglich machen wird, sondern auch in Gebirgsländern diejenigen Gebiete an die Fernbahn anschließen und somit besiedlungsfähig machen wird, denen wegen ihrer Unzugänglichkeit für die gebräuchlichsten Verkehrsmittel eine der Allgemeinheit Nutzen bringende Erschließung versagt bliebe und die bestenfalls auf einen umständlichen Postwagenverkehr angewiesen wären.

Es findet hiernach die Wirkung der großen Eisenbahnlinien auf die Verteilung der Bevölkerung einen Ausgleich durch die leicht und verhältnismäßig billig zu errichtenden Drahtseilbahnen, die so eine ständig zunehmende Bedeutung besitzen. Das ist auch bereits von weiten Kreisen erkannt worden, denn die Zahl der jährlich neuerbauten Drahtseilbahnen nimmt in ansteigender Folge zu.

318. Die Entwicklung des Drahtseilbahnbaus bei A. Bleichert & Co.

Da eine allgemeine Statistik darüber nicht geführt wird und auch schwer zu führen ist, so können hier nur die diesbezüglichen Zahlen aus der Erzeugung der Firma A. Bleichert & Co. wiedergegeben werden, die jedoch dadurch allgemeinen Wert erhalten, daß diese Firma an der Spitze dieses Sonderzweiges der Technik steht.

Der Drahtseilbahnenbau wurde von A. Bleichert & Co. im Jahre 1875 begonnen. Die weitere Entwicklung bis zum Jahre 1924 zeigt die folgende Zusammenstellung:

Jahr	Anzahl der Bahnen	Gesamtlänge km	Gesamtförderleistung t/St	Durchschnittsleistung t/St
1880	78	66	900	11,5
1890	434	350	8 500	19,5
1900	1032	915	24 300	23,5
1910	1875	2000	74 000	40,0
1919	2602	4262	103 000	39,5
1924	2873	4502	111 000	38,5

Die besonders auffällige starke Steigerung der Durchschnittsleistung findet ihre Erklärung darin, daß neben den Bahnen mit kleineren und mittleren Fördermengen, die immer noch die Regel bilden, Anlagen mit ganz gewaltigen Stundenleistungen stehen, z. B. die Drahtseilbahnen zu Giove Portello und Rio Albano auf der Insel Elba und in Dombasle sur Meurthe mit je 200 t/St, die Verladeanlage bei Vivero in Spanien mit 250 t/St und die für die Mines et Carrières de Flammanville mit 500 t/St Förderleistung.

¹⁾ Rosenstock, E.: Werkstattaussiedlung. Berlin: Julius Springer. 1922.

In ähnlicher Weise sind die Einzellasten, die auf der Drahtseilbahn befördert werden, mit der Zeit zu früher ungeahnter Höhe angestiegen. Die erste Bleichertsche Bahn in Teutschental förderte in einem Wagenkasten nur etwa 250 kg. Nach der Einführung von Drahtseilen als Fahrbahn erhöhte sich die einzelne, jedesmal an einem Wagen hängende Last sehr schnell. Lange Zeit stand dann die für die Prometna Banka in Belgrad erbaute Holztransportbahn mit der auf einmal beförderten Nutzlast von 3,5 t unerreicht da; jetzt werden auf einer Bleichertschen ebenfalls dem Holztransport dienenden Anlage in Bosnien Einzellasten von 3—4 m³ Rundholz mit doppelten vierrädri gen Laufwerken fortgeschafft, was annähernd 4 t Nutzlast für jede Ladung ausmacht. Das Gesamtgewicht des einzelnen beladenen Wagens übertrifft also noch das eines vollbesetzten Personenwagens mit 20 Plätzen, der bei gleichfalls 8 Laufrädern nur 4,2 t wiegt. Für größere Nutzlasten als 5 t sind bisher keine Drahtseilbahnen mit stetig umlaufendem Zugseil gebaut worden, wohl aber kurze Trajekte und Kabelkrane mit Pendelbetrieb.

Das Schaubild der Abb. 618 wiederholt die Angaben der ersten Spalten der vorstehenden Zusammenstellung und gibt ferner dieselben Werte auch für die Kabelkrane und Elektrohängebahnen.

Von anderer Seite waren entsprechende Angaben nicht zu erhalten.

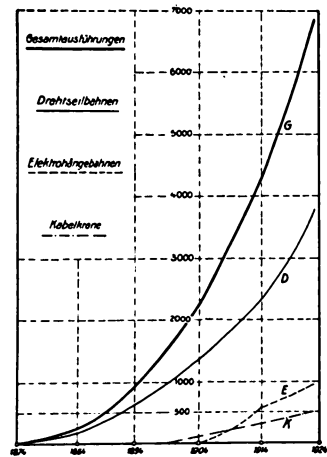


Abb. 618. Schaubild über die von A. Bleichert & Co. gebauten Anlagen.

319. Der allgemeine und besondere wirtschaftliche Wert der Drahtseilbahnen.

Die Darlegungen des Absatzes 317 beweisen, daß die Drahtseilbahnen ein wichtiges technisches Mittel sind, um den Wert von Gebieten zu heben, die vorläufig aus irgendwelchen Gründen brach liegen müssen. Durch die Drahtseilbahn sind tatsächlich entvölkerte Bezirke wieder bevölkert und so dem Nationalvermögen des betreffenden Volkes große Schätze gewonnen worden, die durch andere Verkehrsmittel nur unter Aufwendung ganz riesiger Kosten erreichbar waren, für die wohl niemand die Verantwortung übernommen hätte.

Ein weiterer Umstand, der der Drahtseilbahn in der Gruppe der maschinellen Transportmittel eine besondere wirtschaftliche Bedeutung verleiht, ist der geringe zur Förderung nötige Energiverbrauch. Selbst wenn die Lasten nach aufwärts zu schaffen sind, ist dieser Energiebedarf wegen der Kleinheit der im Getriebe der Bahn auftretenden Widerstände noch immer gering. In den Fällen, wo die Förderung nach abwärts geht, wirken die Lasten mindestens zum Teil schon treibend und überwinden bei hinreichender Neigung der Linie alle inneren Widerstände, so daß der Betrieb ganz ohne äußeren Energieaufwand vor sich

geht. Und wenn schon die Bahn einen bestimmten Energieverbrauch hat, so ist der davon für die Hin- und Herbewegung der toten Lasten benötigte Anteil ein äußerst kleiner. In der Beziehung kommt kein anderes Transportmittel der Drahtseilbahn gleich.

b) Die Anlage- und Betriebskosten.

320. Die Unmöglichkeit allgemein gültiger Angaben.

Es ist bereits gesagt worden, daß es nicht zwei Drahtseilbahnen für gleiche Betriebe mit den gleichen Anforderungen gibt, die sich völlig entsprechen. Denn örtliche Verhältnisse, wie die Überschreitung dazwischenliegender Bergkämme oder tiefer Schluchten usw., die Rücksichtnahme auf Eisenbahnen, Schifffahrt und Landstraßen rufen immer Verschiedenheiten in der Ausführung hervor. Dazu treten noch je nach den besonderen Wünschen der Betriebsleitung Abweichungen in den Endstationen und schließlich die je nach der Gegend sehr verschiedenen Arbeitslöhne, Preise und Transportkosten der Baumaterialien. Es ist somit ausgeschlossen, allgemein gültige Angaben über die Anlagekosten von Drahtseilbahnen zu machen.

Gerade die zuletzt aufgeführten Beträge pflegen in unerschlossenen Gebieten oft eine außerordentliche Höhe zu erreichen. So kostete z. B. ein m³ Mauerwerk im Kordillereengebirge auf der höchsten Strecke der Drahtseilbahn Chilecito—Upulongos rund 75 Mark. Demgegenüber spielen auf verhältnismäßig flachem Gelände in größeren Industriegebieten wieder die Grunderwerbs- und Pachtkosten eine wichtige Rolle, während die eigentlichen Baukosten ziemlich niedrig sind.

321. Die Anlagekosten einfacher Drahtseilbahnen.

Trotzdem ist es möglich, für einzelne Länder und Durchschnittsanlagen Mittelwerte anzugeben, die für Überschlagsrechnungen, wenn auch mit Vorsicht, benutzt werden können.

Für deutsche Verhältnisse, einfache Sachlage, d. h. flaches Gelände und ungefähr gleiche Höhe der Endstationen, diese auch in einfachster Ausführung angenommen, gibt die Firma A. Bleichert & Co. die folgende Zusammenstellung an, die für die Teile der Strecke und der Endstationen sowie für die Wagen, aber nicht für den Antriebsmotor und etwaige längere Anschlußhängebahnen gilt. Die Preise verstehen sich in Tausend Mark ab Fabrik Leipzig, enthalten also auch nicht die Transport- und Aufstellungskosten und die Beschaffung der Holzkonstruktion für die Stützen und Stationen.

Förderleistung t/St	Bahnlänge in Metern			
	500	1000	2000	5000
5	9,5	18	27	55
10	14	20	30	65
20	16	23	36	80
40	20	30	50	115
60	24	36	60	155
80	27	42	70	170
100	30	47	80	200

Um die gesamten Anlagekosten zu ermitteln, hat man hierzu noch die Ausgaben für den Aufbau der Bahn und die Lieferung des Baumaterials für die Stützen und Stationen hinzuzurechnen. Bei einfacher Konstruktion und Bau in Holz sind hierfür etwa 8—9 M für den laufenden Meter anzusetzen. Dazu kommt schließlich, je nach den örtlichen Umständen sehr wechselnd, der Betrag für den Transport aller Teile von Leipzig bis zur Verwendungsstelle und für den etwa nötigen Antriebsmotor. Schwierige Gelände- und größere Stationen erhöhen den Preis naturgemäß noch weiter.

322. Die täglichen Förderkosten in Mark.

Eine entsprechende Zusammenstellung, die die Firma Bleichert für die gleichen Verhältnisse unter Berücksichtigung der Unkosten für die Bahnunterhaltung, Schmierung, Putzmaterial und Bedienung aufgestellt hat, ist die folgende.

Tagesleistung t	Bahnlänge in Metern			
	500	1000	2000	5000
50	15	17	23	40
100	18	21	27	45
200	22	25	32	53
400	28	33,5	43	72
600	33	40	50	90
800	38	45	60	100
1000	42	50	80	130

Hinzu kommen noch die sehr wechselnden Kosten für die Antriebsenergie und die für Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals. Da für den Betrieb die Anlageschwierigkeiten nicht mehr viel mit-sprechen, so ist dafür im allgemeinen kein weiterer Zuschlag zu machen.

Die Berechnung der erforderlichen oder auch überschüssigen Antriebsleistung ist in Absatz 47 gegeben worden. Vielfach ist es ja nicht nötig, selbst wenn der danach berechnete Betrag ziemlich groß ist, Kosten dafür einzusetzen, beispielsweise, wenn der Antrieb von einem Sägewerk aus erfolgt, wo das Brennmaterial in den Abfällen, die häufig gar nicht aufgebraucht werden können, kostenlos zur Verfügung steht.

Bemerkt sei noch, daß Bahnen, die nicht gleichzeitig größere Transporte nach aufwärts zu besorgen haben, bei Neigungen von 6—10 vH von selbst laufen, wenn eine größere Länge und Fördermenge vorhanden ist. Kurze Bahnen von geringer Förderleistung brauchen dazu etwa 15 vH Neigung.

Mit Hilfe der beiden Zusammenstellungen und den dazu gemachten Zusätzen ist es nun leicht möglich, sich wenigstens ein vorläufiges Bild davon zu machen, ob es überhaupt lohnt, die Frage der Anlegung einer

Drahtseilbahn näher ins Auge zu fassen. Einige Beispiele aus der Praxis mögen ihre Anwendung näher erläutern.

323. Untersuchung einer Drahtseilbahn von mittlerer Länge und Leistung.

Für eine Zementfabrik sollen täglich 320 t Kalksteine über die Länge 5 km 100 m hoch gefördert werden. Die Stützen und Stationen sind in Eisenbau auszuführen.

Eine derartige Förderung vermittelt einer Schmalspurbahn mit Pferdebetrieb, die die geringsten Anlagekosten braucht, würde unter günstigen Verhältnissen etwa 1,30 M/t kosten, also täglich 415 M erfordern.

Die Bausumme der Drahtseilbahn setzt sich wie folgt zusammen:

Lieferung der Drahtseilbahn nach Absatz 321	115 000 M.
Aufbau der Bahn in Holz $8 \cdot 5000 =$	40 000 „
Zuschlag für die Ausführung in Eisen $\frac{3}{4} \cdot 40 000 =$	26 700 „
Antriebslokomobile von 70 PS Höchstleistung	21 000 „
Fracht und Anfuhr	3 300 „
Zuschlag für schwierigere Geländebeziehungen und ausgedehntere Hängebahnanlagen in den Stationen	14 000 „
	<u>Gesamtanlagekosten: 220 000 M.</u>

Die täglichen Ausgaben betragen bei 300 Arbeitstagen im Jahr:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{8}{100} \cdot 220 000 =$	58,7 M.
$2\frac{1}{2}$ vH Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{2,5}{100} \cdot 220 000 =$	18,3 „
Förderkosten nach Absatz 322	58,5 „
Antriebsenergie für durchschnittlich 40 PS bei dem Kohlenpreis am Ort 25 M/t: $0,7 \cdot 8 \cdot 40 \cdot \frac{25}{1000} =$	5,6 „
	<u>Gesamtbetriebskosten: 141,1 M.</u>

Das sind $\frac{141,1}{320} = 0,44$ M/t, ein Drittel des Betrages, den die von Pferden gezogene Schmalspurbahn erfordert.

Ihr gegenüber ergeben die reinen Betriebskosten eine tägliche Ersparnis von $320 \cdot 0,86 = 275$ M.

Die ganze Bausumme der Drahtseilbahn wird demnach von ihr in $\frac{220 000}{275} = 800$ Arbeitstagen, also noch nicht 3 Jahren verdient.

Bemerkt sei noch, daß die Tilgung mit $2\frac{1}{2}$ vH nicht etwa einen Bestand der Anlage von 40 Jahren voraussetzt. Sie bewirkt vielmehr, da sie immer vom Anlagekapital und nicht von dem jeweiligen Buchwert abgeschrieben wird, eine mit den Jahren stark steigende Tilgung, so daß das ganze Kapital bereits nach 23 Jahren abgeschrieben ist.

324. Untersuchung einer Drahtseilbahn von gleicher Länge aber kleiner Leistung.

Beträgt die tägliche Fördermenge statt 320 t nur 40 t, so erhält man folgende Baukosten:

Lieferung der Drahtseilbahnteile nach Absatz 321	55 000 M.
Aufbau der Bahn in Holz 8 · 5000	40 000 „
Antriebslokomobile von 20 PS Höchstleistung	8 500 „
Zuschlag für schwierigere Geländeverhältnisse und ausgedehntere Hängebahnanlagen in den Stationen	8 000 „
Fracht und Anfuhr	1 500 „
Gesamtanlagekosten:	113 000 M.

Die täglichen Ausgaben betragen bei 300 Arbeitstagen im Jahr:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{8}{100} \cdot 113\,000 =$	30,1 M.
2 $\frac{1}{2}$ vH Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{2,5}{100} \cdot 113\,000 =$	9,4 „
Förderkosten nach Absatz 322	36 „
Antriebsenergie für durchschnittlich 10 PS bei einem Kohlenpreis von 25 M/t: $0,8 \cdot 8 \cdot 10 \cdot \frac{25}{1000} =$	1,6 „
Gesamtbetriebskosten:	77,1 M.

Das sind $\frac{77,1}{40} = 1,93$ M/t.

Demgegenüber würde eine Schmalspurbahn mit Pferdebetrieb bei der hier angesetzten Fördermenge etwa 2 M/t brauchen.

Trotz des scheinbar geringen Unterschiedes würde sich der Bau der Drahtseilbahn unbedingt lohnen, weil dadurch die Unabhängigkeit des Werkes von dem Fahr- und Ladearbeiterpersonal gewonnen wird. Außerdem werden noch weitere Vorteile erzielt, z. B. der, daß alle Schwierigkeiten der Beschaffung von Aushilfgespannen fortfallen, daß nicht für die dauernde Instandhaltung der Wege zu sorgen ist, daß schließlich bei jedem Wetter gefördert werden kann, also nur ein kleines Vorratslager auf dem Fabrikhofe zu halten ist. Auch das bequemere Be- und Entladen, die Vermeidung von Umladungen und Materialverlusten, die Möglichkeit der Steigerung der Förderleistung durch Verlängern der Schichtdauer usw. können häufig von ausschlaggebender Bedeutung sein.

325. Untersuchung einer kürzeren Drahtseilbahn von kleiner Leistung.

In den beiden vorhergehenden Berechnungen ist angenommen worden, daß die Drahtseilbahn den Förderweg nicht in nennenswerter Weise abkürzt. Meistens wird aber der Fall eintreten, daß bei dem bisherigen Transport irgendein größerer Umweg gemacht werden muß, etwa weil ein Fluß oder eine Niederung oder eine schroffe Steigung, die mit schweren Wagen normaler Bauart gar nicht genommen werden kann, in der Luftlinie dazwischen liegt.

Wenn die Drahtseilbahn den Weg auf 1500 m abkürzt, so gilt für die Bausumme:

Lieferung der Drahtseilbahnteile nach Absatz 321.	22 500 M.
Aufbau der Bahn in Holz $8 \cdot 1500 =$	12 000 „
Antriebslokomobile von 16 PS Höchstleistung	8 000 „
Zuschlag für schwierigere Geländeverhältnisse und ausgedehntere Hängebahnanlagen in den Stationen	8 000 „
Fracht und Anfuhr	1 000 „
	<hr/>
Gesamtanlagekosten:	51 500 M.

Die täglichen Ausgaben betragen dann:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{8}{100} \cdot 51\,500 =$	13,7 M.
2 $\frac{1}{2}$ vH Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{2,5}{100} \cdot 51\,500 =$	4,3 „
Förderkosten nach Absatz 322	20 „
Antriebsenergie für durchschnittlich 8 PS: $0,8 \cdot 8 \cdot 8 \cdot \frac{25}{1000} =$	1,3 „
	<hr/>
Gesamtbetriebskosten:	39,3 M.

Das sind $\frac{39,3}{40} = 0,98$ M/t, so daß sich jetzt gegenüber der Schmalspurbahn die erhebliche Ersparnis von 1,02 M/t \approx 40 M täglich ergibt.

326. Die Pacht für das benutzte Gelände.

Zu den oben ausgeführten Betriebsausgaben treten noch geringe Nebenspesen, die bei Standbahnen als Grunderwerbskosten die Anlagesumme oft ganz erheblich vergrößern. Bei Drahtseilbahnen wird in der Regel für die Überschreitung der fremden Grundstücke und die Benutzung eines schmalen Streifens zur Begehung der Strecke eine kleine Pacht gezahlt.

Ihre Höhe hängt natürlich davon ab, ob das Gelände landwirtschaftlich ausgenutzt wird oder Forstgebiet oder gar Ödland ist. Im ersteren Falle wird in Deutschland im Durchschnitt ein Betrag von 15 Pfg für den laufenden Meter Strecke und jedes Jahr gezahlt. Diese Pachtsumme versteht sich gewöhnlich für einen etwa 4 m breiten Streifen, der im übrigen der landwirtschaftlichen Benutzung nicht entzogen wird, wie z. B. die Abb. 65 und 275 deutlich zeigen. Sie enthält bereits die Entschädigung für Flurschäden, die durch notwendig werdende Ausbesserungen an der Bahn entstehen.

Selbst in dem nächsten Umkreis von Großstädten bleibt jene Pachtsumme in niedrigen Grenzen. Z. B. zahlt die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Aktien-Gesellschaft bei Dortmund für einen 10 m breiten Streifen jährlich 50 Pfg auf den laufenden Meter. In manchen Fällen beschränkt man sich auf die Pachtung eines 1 m breiten Streifens zur Begehung der Bahnlinie, der natürlich für den übrigen Verkehr gesperrt wird, und vergütet etwa entstehende Flurschäden nach besonderer Abschätzung.

Die Plätze für die Stützen wird man zumeist gegen eine einmalige Abfindungssumme auf eine bestimmte Anzahl von Jahren erwerben.

Im Fall Deutsch-Luxemburg (Absatz 188) wurden z. B. für 1 qm 70 Pfg. gewährt. Die Höhe dieses Preises rechtfertigt sich natürlich nur durch die Nähe einer in Ausdehnung begriffenen Großstadt.

327. Die Rentabilität einer kolonialen Erztransportanlage.

Im Gegensatz zu den vorstehenden Überschlagsrechnungen sollen im folgenden einige Beispiele angeführt werden, deren Zahlenangaben ausgeführten Anlagen entnommen sind.

In einem kolonialen Gebiet handelte es sich darum, aus einem Gebirge von etwa 400 m über dem Meeresspiegel wertvolle Erze nach der 37 km entfernten Küste zu schaffen. Zu dem Zweck wurde zuerst eine Fahrstraße angelegt, auf der man die Erze mit Landfuhrwerk verfrachtete. Hierfür wurden 50 Fuhrwerke und 160 Pferde bereitgestellt, die mit 50 Fuhrleuten und 5 Ladearbeitern täglich höchstens 18 t über die ganze Strecke schaffen konnten. Außerdem waren in einer Werkstatt 20 eingeborene Stellmacher und Schmiede ständig mit der Ausbesserung des Wagenparkes und der Erneuerung des Hufbeschlages beschäftigt. Es ist klar, daß man unter den Verhältnissen von der Verwendung von Kraftwagen von vornherein absah.

An Tagelohn wurden für den Fuhrmann 2,20 M, für den Handwerker 3,10 M gezahlt, während die Ladearbeiter im Akkord täglich 4,85 M verdienten. Die Futterkosten für die Pferde und die Materialien für den Hufbeschlag usw. betragen 1,75 M täglich.

Daraus ergaben sich als Gesamtkosten 0,962 M/t km, woran die Verzinsung des Anlagekapitals mit 5 vH, die Tilgung mit 20 vH für den Pferde- und Wagenpark und 10 vH für die Straßenbaukosten einschließlich des Betriebsaufwandes mit 0,151 M/t km, die Löhne für die Mannschaft mit 0,295 M/t km und die Futter- und Straßenunterhaltungskosten mit 0,516 M/t km beteiligt waren.

Dieser Betrag von fast 1 M/t km ist sehr hoch und legte den Gedanken nahe, ihn durch Einführung eines mechanischen Betriebes herunterzusetzen. Außerdem stellte sich heraus, daß der vorhandene Fuhrwerkspark bei fortschreitendem Aufschluß der Grube zur Abfuhr der gesteigerten Erzeugung bei weitem nicht ausreichte und daß es schlechterdings unmöglich war, in der wenig besiedelten Landschaft den Pferdebestand und vor allen Dingen die Arbeiterzahl zu erhöhen. Ferner ergaben sich aus der mangelhaften, stark von der Witterung abhängigen Erzanfuhr große Nachteile für die Übergabe des Materials an die Dampfer, die oft lange warten mußten, bis sie ihre volle Ladung übernommen hatten, wodurch wieder beträchtliche Mehrausgaben an Liegegeldern entstanden.

Die Bergwerksgesellschaft schritt deshalb zum Bau einer Schmalspurbahn, die allerdings infolge der Geländeschwierigkeiten im Gebirge nicht bis an die Erzgrube selbst herangeführt werden konnte. Immerhin gelang es, die Bahn bis auf 34 km Länge und 240 m Höhe über dem Meeresspiegel vorzustrecken. Der letzte Teil des Weges von 3 km Länge und 200 m Höhenunterschied wurde wie bisher mit Landfuhrwerk überwunden.

Die im ganzen 400 000 M kostende Schmalspurbahn arbeitet mit 3 Lokomotiven und 56 Wagen von je 4 t Ladefähigkeit. Zu ihrer Bedienung gehören 18 Arbeiter und Beamte, die im Durchschnitt je 4,65 M täglich an Lohn bzw. Gehalt beziehen. Die derzeitige Förderleistung, die freilich noch beliebig gesteigert werden kann, beträgt 120 t Erz in 10 Stunden.

Um nun diese, gegen früher um fast das siebenfache vermehrte Menge auch auf der 3 km langen Fahrstraße bewältigen zu können, mußte der ganze vorhandene Fuhrpark im Gesamtwerte von 41 200 M herangezogen werden und die Bedienungsmannschaft entsprechend der erhöhten Ausnutzung von Pferden und Wagen wesentlich vermehrt werden. Man beschäftigte jetzt 120 Fuhrleute und 40 Ladearbeiter zu denselben Löhnen wie vorher, während die Ausbesserungswerkstatt und Schmiede auf dem alten Stand blieb. Außerdem war die Straßenstrecke, damit sie der höheren Beanspruchung genüge, weiter auszubauen, wofür wegen des schwierigen Geländes rund 22 000 M aufgewendet wurden.

Es betragen also bei 300 Arbeitstagen im Jahr die täglichen Ausgaben auf der Straßenstrecke:

5 vH Verzinsung des Anlagekapitals	$\frac{1}{300} \cdot \frac{5}{100} \cdot (22\ 000 + 41\ 200) =$	10,53 M.
20 vH Tilgung des Fuhrparks	$\frac{1}{300} \cdot \frac{20}{100} \cdot 41\ 200 =$	27,45 „
10 vH Tilgung der Straßenbaukosten	$\frac{1}{300} \cdot \frac{10}{100} \cdot 22\ 000 =$	7,33 „
Futter und Straßenausbesserung	$160 \cdot 1,75 =$	280,— „
Arbeiterlöhne	$120 \cdot 2,20 + 40 \cdot 4,85 + 20 \cdot 3,10 =$	520,— „
Zusammen:		845,31 M.

Dazu treten die täglichen Ausgaben für die Bahnstrecke:

5 vH Verzinsung des Anlagekapitals	$\frac{1}{300} \cdot \frac{5}{100} \cdot 400\ 000 =$	66,67 M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals	$\frac{1}{300} \cdot \frac{10}{100} \cdot 400\ 000 =$	133,33 „
20 vH Unterhaltung des liegenden und rollenden Materials in einer besonderen Werkstätte	$\frac{1}{300} \cdot \frac{20}{100} \cdot 400\ 000 =$	266,67 „
Gehälter und Löhne für die Beamten und Arbeiter	$18 \cdot 4,65 =$	83,70 „
Zusammen:		550,37 M.

Die Förderkosten betragen demgemäß $\frac{845,31 + 550,37}{120 \cdot 37} = 0,292$ M/t km,

wovon 0,055 M/t km für Verzinsung und Tilgung ausgegeben werden, 0,114 M/t km als Löhne für die Mannschaft und 0,123 M/t km als Futter- und Unterhaltungskosten. Bei dem 6,7fachen der Förderleistung haben sich also die Kosten um 0,670 M/t km auf das 0,3fache verringert.

Aber der Wagenverkehr verursachte auf der kurzen oberen Strecke noch große Schwierigkeiten und versagte bei Regenwetter ganz. Man entschloß sich also, diesen Teil des Transportes durch eine Drahtseilbahn zu ersetzen, die rund 48 000 M kostete. Dadurch kamen alle

Pferde und Wagen in Fortfall, und während vorher 180 Leute dort tätig waren, werden jetzt nur noch 8 beschäftigt, die im Durchschnitt je 3,30 M. Lohn erhalten.

Die täglichen Förderkosten für diese Strecke betragen jetzt:

5 vH Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{5}{100} \cdot 48\,000 = \dots\dots\dots$	8,— M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{10}{100} \cdot 48\,000 = \dots\dots\dots$	16,— „
Betriebsausgaben für Schmiermaterial und kleine Reparaturen . . .	1,— „
Löhne $8 \cdot 3,30 = \dots\dots\dots$	26,40 „
Zusammen:	51,40 M.

Die gesamten Förderkosten sind also heruntergegangen auf

$$\frac{51,40 + 550,67}{120 \cdot 37} = 0,136 \text{ M/t km.}$$

Die Drahtseilbahn hat eine Ersparnis von 0,156 M/tkm hervorgebracht oder im Jahr

$$0,156 \cdot 120 \cdot 37 \cdot 300 \approx 208\,000 \text{ M,}$$

die die Kosten für ihre Beschaffung und Aufstellung um das $4\frac{1}{2}$ fache überschreiten. Dazu kommt, daß der Betrieb nunmehr durchaus sicher, von Seuchen und Witterungsverhältnissen unabhängig und jederzeit erweiterungsfähig geworden ist.

Betrachtet man die einzelnen Unkostenanteile der Transporte für sich, so ergeben sich interessante Zusammenhänge, die gestatten, einige allgemein geltende Schlüsse zu ziehen. Zu dem Zweck sind die Zahlen in der folgenden Zusammenstellung nochmals gegenüber gestellt:

Art der Kosten bei	reinem Wagen- transport 18 t/Tag	Eisenbahn- und Wagen- transport 120 t/Tag	Eisenbahn- und Draht- seilbahn- transport 120 t/Tag
Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals	} 0,151	0,055	0,051 M/tkm
Besonderer Betriebsaufwand		0,060	0,060 „
Löhne und Gehälter	0,295	0,114	0,025 „
Futterkosten und Straßenunterhaltung. .	0,516	0,063	—
Gesamtförderkosten	0,962	0,292	0,136 M/tkm

Zunächst fällt auf, daß an der erheblichen Abnahme der Gesamtförderkosten der Aufwand für Verzinsung, Tilgung und Betriebskosten der Förderanlage wenig beteiligt ist. Der größte Unterschied beträgt 4 Pfg/tkm. Das liegt zum Teil daran, daß die Unterhaltungskosten der Eisenbahnanlage sehr hoch sind. Man erkennt leicht, daß die ganze Anlage noch wesentlich günstiger geworden wäre, wenn man sie durchweg als Drahtseilbahn gebaut hätte. Immerhin zeigt sich, daß größere oder geringere Aufwendungen für Anlage- und Betriebskapital an sich nur geringen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Transportes haben.

Der Vergleich der beiden Posten für Futter und Straßenunterhaltung lehrt, daß Fuhrwerksbetrieb auf längeren Strecken gänzlich unwirtschaftlich ist, besonders wenn man noch die Personalkosten in Be-

tracht zieht und den Unterschied in der Förderleistung. Auch Kraftwagenbetrieb, selbst wenn er in günstiger gelegenen Gegenden anwendbar ist, ist für den regelmäßigen Großtransport von Massengütern der Drahtseilbahn weit unterlegen.

Die Gegenüberstellung der Lohnsummen lehrt sofort, daß der rein maschinelle Betrieb eben durch die bedeutende Ersparnis an Leuten den größten Erfolg hat: Bei derselben Fördermenge hat sich dieser Betrag auf den 4,5ten Teil verringert.

Bei Neueinrichtung solcher Massentransporte ist es also unbedingt vorteilhaft, von vornherein den die wenigsten Leute brauchenden maschinellen Betrieb vorzusehen. Wenn schon ein unwirtschaftlich arbeitendes Transportmittel vorhanden ist, ist es in jedem Fall richtig, es zu beseitigen und durch mechanische Anlagen zu ersetzen.

Das gilt nicht nur für Dauerbetriebe, sondern ebenso für zeitweilig einzurichtende Transporte, z. B. die Abfuhr von Schutt und Boden, die Heranschaffung von Baumaterialien für größere Bauanlagen usw.

328. Ein Vergleich verschiedener Transportmittel bei kleiner Förderleistung.

Es werde der Fall einer chemischen Fabrik erörtert, wo in einem 8 stündigen Arbeitstag 120 t eines Schüttgutes über den Weg 60 m zu befördern ist. Hier kommen vier Transportmittel in Frage, die Handhängebahn, die Elektrohängebahn, die Förderschnecke und das Transportband, die letzteren beiden allerdings ohne beträchtliche Erhöhung der Kosten nur, wenn die Förderung in gerader Richtung vor sich geht.

Vermittels der Handhängebahn kann die ganze Leistung bei stündlich 20 Wagen von je 750 kg Inhalt noch von einem Mann geschafft werden, denn es stehen für den Hin- und Herweg einschließlich Füllen und Auskippen 3 Minuten zur Verfügung.

Die Anlage kostet bei 130 m Schienenlänge, einschließlich der erforderlichen Hängeschuhe, Schrauben, des Holzes für die Unterstützungen, der Aufstellung, mit einem Wagen, deutsche Verhältnisse vorausgesetzt, rund 3600 M. Der Lohn für die Bedienung beträgt in einer Industriegegend M 6,00 für den Mann und Tag. Da die Handhängebahn keine Überwachung und Unterhaltung benötigt, fallen die Kosten hierfür weg; nur für Schmierung der Laufzapfen des einen Wagens ist ein kleiner Betrag einzusetzen. Es ergibt sich so folgende Aufstellung:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $0,08 \cdot 3600 =$	288,— M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals $0,10 \cdot 3600 =$	360,— „
Lohn für 300 Arbeitstage $300 \cdot 6,00 =$	1800,— „
Schmiermaterial	8,— „
Ausbesserungen	— „
Gesamte Jahresunkosten: 2456,— M.	

Eine Förderschnecke von 15 t/St Leistung kostet für je 3 m Länge ohne Antrieb 280 M. Der Preis der Gesamtanlage kommt daher mit Aufstellung und Antrieb auf rund 6500 M. Zum Antrieb sind nach den Tabellen der einschlägigen Fabriken 7,2 PS nötig, so daß mit einem Zuschlag von 10 vH für Zwischenverluste 8 PS gebraucht werden. Der

Preis der PS-Stunde beträgt in Fällen wie dem vorliegenden durchschnittlich 10 Pfg. Berücksichtigt man noch mindestens 6 vH des Anlagekapitals für die häufigen Ausbesserungen, so ergibt sich die folgende Aufstellung:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $0,08 \cdot 6500 =$	510,— M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals $0,10 \cdot 6500 =$	650,— „
Antriebsenergie $0,10 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 300 =$	1920,— „
Ausbesserungen und Schmierung $0,06 \cdot 6500 =$	390,— „
Gesamte Jahresunkosten: <u>3470,— M.</u>	

Ein Gurtförderer mit Abwurfwagen zum Abgeben des Materials an jeder gewünschten Stelle liefert die folgende Zusammenstellung:

Anschaffungskosten des Förderers	9 200,— M.
Anschaffungskosten des Gummigurtes	2 800,— „
Zusammen: <u>12 000,— M.</u>	

Lebensdauer des Gurtes i. M. 4 Jahre.

Energiebedarf einschließlich Abwurfwagen 2,5 PS.

Damit erhält man:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals $0,08 \cdot 12 000 =$	960,— M.
10 vH Tilgung von 9200 M. =	920,— „
25 vH Tilgung von 2800 M. =	700,— „
Antriebsenergie $0,10 \cdot 2,5 \cdot 8 \cdot 300 =$	600,— „
Schmierung	300,— „
Gesamte Jahresunkosten: <u>3480,— M.</u>	

Die Handhängebahn ist hiernach nicht nur bei der Anschaffung am günstigsten — sie kostet um das 0,55 bzw. 0,30 fache der beiden anderen Fördermittel — sondern auch im Betrieb am billigsten. Trotzdem dauernd Arbeitslohn dafür aufzuwenden ist, braucht sie nur das 0,71 fache der beiden, hier fast gleich stehenden selbsttätigen Transportvorrichtungen.

Nun liegt allerdings die angenommene Arbeitsgröße ungefähr an der Grenze der Leistungsfähigkeit eines Mannes beim Hängebahnbetrieb, wenn er das Beladen und Auskippen mit besorgen soll. Würde man auf derselben Strecke eine Steigerung der Leistung durch Einstellen eines zweiten Mannes und Wagens erzielen wollen, so würden die Betriebskosten sofort um die Lohnsumme für diesen Mann und die Verzinsung, Tilgung und Schmierung des zweiten Wagens in die Höhe gehen. Damit wären bei verdoppelter Förderleistung gerade die Unkosten der beiden anderen Transportvorrichtungen erreicht.

Freilich ist zu beachten, daß sie beide eine derartige Leistungssteigerung überhaupt nicht gestatten, sondern dafür völlig umgebaut werden müssen.

329. Ein Vergleich verschiedener Transportmittel bei mittlerer Förderleistung.

Dann ist aber die Elektrohängebahn das zweckmäßigste Fördermittel, weil sie ohne Führerbegleitung fährt und einen wesentlich geringeren Energiebedarf hat als die anderen Transportvorrichtungen. Um das klarzustellen, werden dieselben Rechnungen wiederholt für

dieselbe gerade Strecke ohne Steigungen von 60 m und die Fördermenge 30 t/St.

1. Handhängebahn.

(Preis mit 2 Wagen 3900 M.)

8 vH Verzinsung $0,08 \cdot 3900 =$	312,— M.
10 vH Tilgung $0,10 \cdot 3900 =$	390,— „
Löhne für 2 Mann $2 \cdot 6,00 \cdot 300 =$	3600,— „
Schmierung	15,— „
Ausbesserungen	—

Jahresunkosten: 4317,— M.

2. Förderschnecke.

(Preis 12 000 M.)

8 vH Verzinsung $0,08 \cdot 12 000 =$	960,— M.
10 vH Tilgung $0,10 \cdot 12 000 =$	1200,— „
Antriebsenergie bei 16 PS $0,10 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 300 =$	3540,— „
Schmierung und Ausbesserungen $0,06 \cdot 12 000 =$	720,— „

Jahresunkosten: 6420,— M.

3. Gurtförderer.

(Preis des Förderers 1 500 M., Preis des Gummigurtes 3000 M.)

8 vH Verzinsung $0,08 \cdot 13 500 =$	1080,— M.
10 vH Tilgung des Förderers $0,10 \cdot 10 500 =$	1050,— „
25 vH Tilgung des Gummigurtes $0,25 \cdot 3000 =$	750,— „
Schmierung	400,— „
Antriebsenergie bei 3,2 PS $0,10 \cdot 3,2 \cdot 8 \cdot 300 =$	768,— „

Jahresunkosten: 4048,— M.

4. Elektrohängebahn.

(Preis mit 1 Wagen 11 000 M.)

8 vH Verzinsung $0,08 \cdot 11 000 =$	880,— M.
10 vH Tilgung $0,10 \cdot 11 000 =$	1100,— „
Antriebsenergie bei 1 PS $0,10 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 300 =$	240,— „
Bedienung, die nur für die Beladung nötig ist und dort von einem Mann nebenher ausgeführt werden kann, so daß reichlich genug die Hälfte des Lohnes dafür angesetzt wird $\frac{1}{2} \cdot 6,00 \cdot 300$	900,— „
Schmierung	30,— „
Ausbesserungen $0,01 \cdot 11 000 =$	110,— „

Jahresunkosten: 3260,— M.

In dem Fall ist also die Elektrohängebahn bei weitem das günstigste Fördermittel. Sie schlägt auch die am billigsten zu beschaffende Handhängebahn, sobald diese mehr Personal braucht.

Jedenfalls lehrt die Berechnung der letzten beiden Absätze, daß bei geringen Förderleistungen der völlig selbsttätige Betrieb keineswegs der günstigste ist, sondern der Handbetrieb mit einem die leichte Handhabung gestattenden Fördermittel, das allerdings vielfach nur die Hängebahn sein kann. Bei größeren Förderleistungen und besonders bei längeren Wegen ist die Elektrohängebahn allen anderen Einrichtungen und auch dem Handbetrieb überlegen. Nur für kleine Fördermengen und kurze Strecken sind die anderen Fördermittel wegen ihres dann geringen Energieverbrauches vorteilhaft.

330. Die Rentabilitätsberechnung eines Kabelkranes.

Der in Absatz 303 beschriebene Kabelkran für den staatlichen Möllerschacht würde zur Zeit einschließlich der Fundamente etwa

110 000 M. kosten. Er fördert stündlich 35 t Koks, welche Menge vor seiner Beschaffung von 12 Mann auf die Eisenbahnwagen zum Versand geschaufelt wurde. Dieselben Leute besorgen auch das Einschaukeln des aus den Öfen gedrückten und abgelöschten Koks in die Kippkübel des Kabelkrans. Der Berechnung wurde die jährliche Sturzmenge von 60 000 t zugrunde gelegt.

1. Stürzen des Koks auf die Halde stündlich:

Löhne: 1 Maschinenführer	0,65 M.
12 Verladearbeiter $12 \cdot 0,55 =$	6,60 „
2 Mann zum An- und Abschlagen der Kübel $2 \cdot 0,55 =$	1,10 „
Stromkosten für 35 kW je 0,03 M./St	1,05 „
Putz- und Schmiermaterial	0,25 „
Summe:	9,65 M.

2. Rückverladen von der Halde stündlich:

Löhne: 1 Maschinenführer	0,65 M.
10 Verladearbeiter $10 \cdot 0,55 =$	5,50 „
Stromkosten wie unter 1	1,05 „
Putz- und Schmiermaterial	0,25 „
Summe:	7,45 M.

3. Allgemeine Unkosten jährlich:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals	8 800,— M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals	11 000,— „
Ausbesserungen usw.	1 500,— „
Summe:	21 300,— M.

4. Kosten der Lagerung für 1 t:

$$\frac{1}{35} \cdot (9,65 + 7,45) + \frac{21\,300}{60\,000} = 0,49 + 0,35 = \dots \dots \dots 0,84 \text{ M.}$$

In Wettbewerb mit dem Kabelkran standen zwei einfache Schrägaufzüge mit einer Verbindungsbrücke über die Bahngleise, deren Preis zur Zeit etwa 36 000 M. betragen würde. Da der Weg von der Beladestelle bis ans Ende i. M. 30—35 m ausmacht, so wären 18 bzw. 35 Mann zur Verladung und zum Weiterschaffen erforderlich geworden.

1. Stürzen auf die Halde stündlich:

Löhne: $18 \cdot 0,55 =$	9,90 M.
------------------------------------	---------

2. Rückverladen von der Halde stündlich:

Löhne: 2 Maschinenführer $2 \cdot 0,65 =$	1,30 M.
1 Arbeiter auf den beiden Brücken zum Abnehmen und Stürzen in die Eisenbahnwagen	0,55 „
35 Arbeiter zum Aufladen auf dem Platz und Schleppen an die Schrägaufzüge $35 \cdot 0,55 =$	19,25 „
Dampfkosten für die beiden Haspel	0,90 „
Putz-, Dichtungs-, Schmiermaterial	0,25 „
Summe:	22,25 M.

3. Allgemeine Unkosten jährlich:

8 vH Verzinsung des Anlagekapitals	2880,— M.
10 vH Tilgung des Anlagekapitals	3600,— „
Ausbesserungen und Seilerneuerung	1000,— „
Summe:	7480,— M.

4. Kosten der Lagerung für 1 t:

$$\frac{1}{35} \cdot (9,90 + 22,25) + \frac{7480}{60\,000} = 0,92 + 0,12 = \dots \dots \dots 1,04 \text{ M.}$$

Die durch Aufstellen des dreimal so teuren Kabelkranes entstandene Ersparnis beträgt unter heutigen Verhältnissen $1,04 - 0,84 = 0,20$ M/t, das sind im Jahr $0,20 \cdot 60\,000 = 12\,000$ M.

Die Rechnung zeigt ferner, daß auch der Kabelkran die Aufgabe nicht völlig gelöst hat. Denn das Einladen in die Kübel beansprucht immer noch zu viel Leute und müßte mit einem Selbstgreifer erfolgen. Er würde die Rentabilität unbedingt erheblich verbessern.

c) Gesetze und Bestimmungen, die bei Anlage und Betrieb von Drahtseilbahnen zu beachten sind.

331. Die Hauptrichtungen der staatlichen Vorschriften.

Die verschiedenen Landesgesetze beschäftigen sich mit der Drahtseilbahn insoweit, als die einzelne Bahn Rechte und Interessen anderer Rechtsinhaber und der Allgemeinheit berührt.

Da diese Berührung sachlicher oder persönlicher Natur sein kann, so ergeben sich zwei Hauptrichtungen der gesetzlichen Bestimmungen: einerseits die Festlegung der Rechte des Bauherrn der Drahtseilbahn an fremden Grundstücken und umgekehrt der Besitzer fremder Grundstücke gegenüber dem Erbauer der Drahtseilbahn, andererseits die Verordnungen der Landespolizei und Landesverwaltung zum Schutze von Leben und Gesundheit der mit der Drahtseilbahn irgendwie in Berührung kommenden Personen und zum Schutze des öffentlichen Verkehrs.

Die bezüglichlichen gesetzlichen Bestimmungen, Landesverordnungen, polizeilichen und Verfügungsverordnungen, die diese Rechtsfragen behandeln, sind nicht nur in den verschiedenen Kulturländern, sondern auch in den einzelnen Ländern des Deutschen Reiches verschieden.

Eine erschöpfende Darstellung aller sich ergebender Rechtsverhältnisse würde weit über den Rahmen dieses Buches und das Können des Verfassers hinausgehen. Jedoch erscheint eine gedrängte Übersicht zweckmäßig, die den wichtigsten Inhalt der gesetzlichen Bestimmungen und Verwaltungs- bzw. Polizeiverordnungen enthält. Es werden dadurch dem Erbauer einer Drahtseilbahn Winke an die Hand gegeben, die ihm die Richtung weisen, in der er sich bei der Erwirkung der Bauerlaubnis und bei der Durchführung des Betriebes zu bewegen hat.

Für diese Darstellung kommen natürlich die Bestimmungen der größeren Staaten zuerst in Frage. Und von ihnen soll zunächst, um deutsche Verhältnisse klarzustellen, die Sachlage für Preußen behandelt werden, weil seine Bestimmungen infolge seines räumlichen und industriellen Übergewichtes für die Mehrzahl der in Deutschland zu bauenden Drahtseilbahnen maßgebend sind.

332. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahnen zur Lastenförderung in Preußen.

In allen Gewerbebetrieben mit Ausnahme der Bergwerksunternehmungen ist die Drahtseilbahn der landespolizeilichen Genehmigung und Aufsicht unterworfen und nur im Dienste der letztgenannten Betriebe dem Berggesetz. Für ihre Drahtseilbahnen ergibt sich sonach eine getrennte Behandlung.

333. Das Kleinbahngesetz.

Es ist für die Bahnen der anderen Unternehmungen die wesentlichste Grundlage zur verwaltungsseitigen Beurteilung. Der wichtigste Punkt ist, daß die erforderliche Genehmigung der Anlage nicht von dem Nachweis eines Bedürfnisses abhängig zu machen ist. Die Folge ist, daß jemandem, der eine Drahtseilbahn für industrielle Zwecke anlegen will, nur besondere nebensächliche und meistens von der Baufirma als selbstverständlich erfüllte Vorschriften gemacht werden können. Es kann ihm aber nicht die Genehmigung versagt oder die Errichtung einer anderen Transportanlage vorgeschrieben werden.

334. Die Instanz für den Genehmigungsvertrag.

Sie ist bei Anlagen, die innerhalb desselben Verwaltungsbezirkes bleiben, der Landrat oder in Städten die Ortspolizeibehörde. Bei ausgedehnteren Bahnen, die sich über verschiedene Verwaltungsbezirke erstrecken, ist es der Regierungspräsident im Einvernehmen mit der Eisenbahndirektion, in deren Bezirk die Bahn erbaut werden soll.

Die Genehmigung, über die eine Urkunde ausgestellt wird, wird auf Grund einer vorhergegangenen polizeilichen Prüfung erteilt, die sich auf die betriebssichere Beschaffenheit der Bahn und ihrer Betriebsmittel und den Schutz gegen schädliche Einwirkungen der Anlage und des Betriebes (Schutzbrücken) erstreckt. Zu dem Zweck ist mit dem Antrag eine Beschreibung und Zeichnung der Bahn in mehreren Ausfertigungen einzureichen.

Die Eisenbahnverwaltung kommt nur dann in Frage, wenn Eisenbahneigentum berührt oder überschritten wird. Andererseits kommen aber auch Gemeindebehörden, Post-, Forst- und Bergfiskus in Betracht, wenn ihr Gebiet berührt wird.

Jede Zeichnung und Beschreibung ist deshalb in soviel Abzügen einzureichen, als Behörden an der Prüfung beteiligt sind.

335. Die Gewerbeordnung.

Ihr unterliegt die Genehmigung zur Errichtung der Drahtseilbahn an sich nicht. Trotzdem wird der Gewerbeaufsichtsbeamte mit der Prüfung im Hinblick auf die Forderungen der Gewerbeordnung betraut, weil die Polizeibehörden durch einen Ministerialerlaß angewiesen sind, alle Baugesuche, die gewerbliche Anlagen betreffen, dem zuständigen Gewerbeamt zur Begutachtung vorzulegen.

Die Bestimmungen der Gewerbeordnung sind allgemeiner Natur, lassen demnach der persönlichen Auffassung der einzelnen Gewerbe-

aufsichtsbeamten einigen Spielraum, so daß immerhin Unterschiede in der Handhabung der einschlägigen Bestimmungen vorhanden sind. Die Prüfung beschränkt sich aber auf die Feststellung der Gefährlosigkeit des Drahtseilbahnbetriebes gegenüber den mit ihm im Gewerbebetrieb in Berührung kommenden Personen, also in erster Linie des Bedienungspersonals und dann der die Bahnlinie unterschreitenden Arbeiter des Werkes. Also wie weit Höfe, Wege des betreffenden Betriebes durch Schutznetze oder Schutzbrücken abzudecken sind, welche Sicherungen für die Bedienungsmannschaften in den Stationen vorzusehen sind, wird von der Gewerbeinspektion festgelegt.

336. Die Abnahme von Neuanlagen.

Sie erfolgt nur durch die allgemeine Landespolizei bzw. in städtischen Bezirken durch die Baupolizei.

Jedoch ist die Gewerbeinspektion zur Untersuchung der Drahtseilbahnanlage, soweit sie in Berührung mit dem übrigen Gewerbebetrieb steht, auf Grund des § 139 B der Gewerbeordnung befugt. Findet sie hierbei Mängel, die ihrer Ansicht nach zur Gefährdung von Personen Anlaß geben können, so hat sie auf gütlichem Wege die Beseitigung dieser Mängel zu erstreben oder, wenn das nicht zu erreichen ist, die Abstellung durch polizeiliche Verfügung auf Grund des § 120 d G 6 (Strafparagraf 147, I 4 G. 6 der Gewerbeordnung) zu erzwingen.

Neben dieser Aufsicht, die im Auftrage der Landespolizei von der Gewerbeinspektion ausgeübt wird, hat die Landespolizei die Kontrolle über die Einhaltung der Vorschriften durchzuführen, die von den verschiedenen Berufsgenossenschaften für die ihnen unterstehenden Betriebe erlassen sind. Beispielsweise verlangen die Unfallverhütungsvorschriften der Rheinisch-Westfälischen Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft, die in § 112 der Reichs-Versicherungsordnung vom 19. Juli 1911 ihre Grundlage finden, daß bei Drahtseilbahnen zwischen der Abgangs- und der Empfangsstation zuverlässig wirkende Signalvorrichtungen vorhanden sein müssen — als ausreichend werden Klingelsignale angesehen — und daß die Seile zeitweise zu untersuchen sind. Dieselben Bestimmungen verpflichten den Unternehmer dazu, die Drahtseilbahnkippwagen so einzurichten, daß sie bei richtiger Beladung nicht unbeabsichtigt während der Fahrt auskippen können. Dem Arbeiter schreiben sie vor, die Kippwagen unter gleichmäßiger Verteilung der Last zu beladen und die Wagenverschlüsse, die das Auskippen der Wagen verhindern sollen, sorgsam zu bedienen.

Im übrigen fordert die Landespolizei nur, wie schon oben erwähnt, daß bei Übergängen über öffentliche Wege, die einen größeren Verkehr aufweisen, dieser durch etwa herabfallendes Ladegut nicht gefährdet wird. Daher sind in solchen Fällen in der Regel Schutzbrücken oder Schutznetze anzubringen.

337. Die Kommunal- und sonstigen Behörden.

Bei Überschreitung von Kommunaleigentum oder kommunalen öffentlichen Wegen sind auch die Kommunalbehörden um die Geneh-

migung der Drahtseilbahn anzugehen, die gewöhnlich unter Vorschreibung von Schutzbrücken glatt erteilt wird.

In gleicher Weise ist bei der Überschreitung von Forstgelände, Wasserstraßen oder Telegraphenleitungen die Erlaubnis der Forst-, Wasserbau- bzw. Postbehörde einzuholen.

338. Die Eisenbahndirektion.

Sie muß sich mit der geplanten Drahtseilbahn einmal insofern beschäftigen, als sie das Eisenbahneigentum berührt, d. h. bei der Kreuzung von Eisenbahnstrecken oder beim Anschluß an diese und bei pachtweiser Benutzung des der Eisenbahnverwaltung gehörenden Geländes. Andererseits sieht aber auch das Kleinbahngesetz vom 28. Juli 1892 von vornherein die Mitwirkung der Eisenbahnbehörde bei der Genehmigung der Anlage vor. Allerdings nennt es ebensowenig wie die zugehörige Ausführungsanweisung vom 18. August 1898 die Drahtseilbahn und erstreckt sich ja dem ganzen Inhalt nach in erster Linie auf Standbahnen, doch sind alle Kommentare darüber einig, daß die Drahtseilbahnen ebenfalls darunter fallen, insbesondere unter die §§ 2, 4, 5, 17, 22.

Das darauf beruhende Genehmigungsverfahren wurde bei den einzelnen Direktionen verschieden gehandhabt und sie gingen in der Prüfung der Unterlagen zum Teil so weit, daß sie sämtliche rechnerischen Einzelheiten noch einmal nachrechneten. Diese starke Belastung der Behörden, die zudem den Eindruck erwecken konnte, als ob das Genehmigungsverfahren und die staatliche Aufsicht den Kleinbahnerbauer und den Kleinbahnbesitzer von jeder Verantwortung befreie, veranlaßte schließlich den Minister der öffentlichen Arbeiten zu einem besonderen Erlaß. Darin wurde bezüglich der von Kleinbahnen bei den Eisenbahndirektionen für die Genehmigung ihrer Bauten einzureichenden statischen Berechnungen usw. unter anderem ausgeführt, daß durch die gesetzlich vorgeschriebene Genehmigung und Aufsicht von Kleinbahnen dem Unternehmer die Verantwortung für die Betriebssicherheit seiner Anlagen nicht abgenommen werden soll. Die bei der Genehmigung mitwirkenden Eisenbahnbehörden sind vielmehr befugt, von den Kleinbahnunternehmern zu verlangen, daß die Entwürfe mit den Festigkeitsberechnungen von zuverlässigen Fachleuten aufgestellt und mit einem Vermerk über die technische und rechnerische Nachprüfung durch einen an der Aufstellung nicht beteiligten Sachverständigen versehen werden, von dem die Prüfungsbescheinigung zu unterzeichnen ist. Dieser Forderung nicht genügende Angaben werden zurückgewiesen, die ihr entsprechenden hauptsächlich daraufhin übergeprüft, ob die anerkannten technischen Regeln befolgt und Lücken, die auf die Betriebssicherheit einwirken können, nicht vorhanden sind.

Das so abgekürzte Prüfungsverfahren schließt jedoch nicht aus, daß in den Fällen, wo es sich um Berührung mit der Staatsbahn handelt, also bei Anschlüssen, Kreuzungen usw. die zuständigen Verwaltungsbehörden auf Grund des Runderlasses vom 9. Juli 1903, Absatz 2,

Ziffer 2 (Eisenbahnverordnungsblatt 232) den Unternehmern beratend und leitend zur Seite stehen.

339. Die Prüfung durch einen Sachverständigen.

Sie gehört nach dem Vorstehenden mit zu den Aufgaben, die dem Besteller der Drahtseilbahn vor der Ausführung des Einzelprojektes ebenso obliegt, wie beispielsweise die Auseinandersetzung mit den in Betracht kommenden Grundbesitzern, während der Drahtseilbahnfabrikant nur die zeichnerischen und rechnerischen Grundlagen liefert.

Für den Sachverständigen ist es selbstverständlich, daß er sich einmal nach den allgemein anerkannten Regeln der Ingenieurwissenschaft zu richten hat. Andererseits wird er aber gewöhnlich auf die Angaben angewiesen sein, die ihm von der erbauenden Firma gemacht werden, weil ihm in der Mehrzahl aller Fälle die dafür erforderliche Spezialerfahrung im Drahtseilbahnbau fehlen muß. Sie besitzen eben nur verhältnismäßig wenige Ingenieure, die meist in ihrer Stellung bei den Spezialfabriken bleiben und nicht als Zivilingenieure tätig sind. Man sollte es daher auch ablehnen, wenn gelegentlich ein Sachverständiger den von den Spezialfabriken gewählten Belastungsansätzen etwa diejenigen gegenüberstellt, die gewöhnlichen Hochbauten zugrunde gelegt werden. Denn zwischen einer Drahtseilbahnstation und einem Wohn- oder Fabrikgebäude oder einer Halle besteht ein großer Unterschied; und die jeweiligen Belastungsannahmen für die Drahtseilbahngerüste sind nur auf Grund besonderer Erfahrung und Kenntnis der Betriebsverhältnisse festzulegen.

340. Das Berggesetz vom 24. Juni 1865.

Wie schon in Absatz 332 erwähnt wurde, nehmen rechtlich die Drahtseilbahnen eine besondere Stellung ein, die von Bergwerksunternehmungen für Zwecke des Bergbaues erbaut wurden, obwohl das Berggesetz die zur Zeit seiner Verabschiedung noch nicht bekannten Drahtseilbahnen naturgemäß gar nicht erwähnt. Es befaßt sich nur mit Eisenbahnen schlechthin, aber alle Kommentatoren des Berggesetzes und die ständige Rechtsprechung stimmen darin überein, daß unter dem Ausdruck „Eisenbahnen“ auch die Drahtseilbahnen zu verstehen sind.

Demzufolge steht dem Bergwerkseigentümer das Recht der Enteignung fremder Grundstücke zu, die für die Drahtseilbahnen etwa gebraucht werden, denn nach § 64 des Gesetzes hat der Bergwerkseigentümer die Befugnis, die Abtretung des zu seinen bergbaulichen Zwecken erforderlichen Grund und Bodens nach näherer Vorschrift des fünften Teiles zu verlangen. Der erste § 135 dieses fünften Teiles besagt eingehender:

„Ist für den Betrieb des Bergbaues, und zwar zu den Grubenbauen selbst, zu Halden, Belade- und Niederlageplätzen, Wegen, Eisenbahnen, Kanälen, maschinellen Anlagen, ... die Benutzung eines fremden Grundstückes notwendig, so muß der Grundbesitzer, er sei Eigentümer oder Nutzungsberechtigter, dasselbe an den Bergwerksbesitzer abtreten.“

Das hierdurch gewährte Enteignungsrecht steht, wie beispielsweise Geh. Bergrat Prof. Dr. Adolf Arndt, ein bekannter Kommentator des Berggesetzes, sagt, dem Bergwerksbesitzer nicht nur für solche Eisenbahnen, Kanäle, Wege usw. zu, die zur Verbindung der Förderpunkte mit anderen oder mit einer Aufbereitungsanstalt oder einem Zubehör dienen, sondern auch für solche, die diese Punkte zum Zwecke des besseren Absatzes der Produkte mit einer öffentlichen Eisenbahn, einem Kanal usw. verbinden.

Demgemäß hat der Bergwerksbesitzer in Preußen freie Hand bei der Anlage seiner Drahtseilbahnen und ist von dem guten Willen der Grundbesitzer, deren Grundstücke er überschreiten muß, unabhängig, denn er hat gar nicht die Notwendigkeit der Anlage einer Drahtseilbahn nachzuweisen, sondern nur die Notwendigkeit der Benutzung fremder Grundstücke.

Geregelt wird das Verfahren nach den §§ 138, 142, 143, 145, 147 des Berggesetzes:

„Wenn feststeht, daß die Benutzung des Grundstückes länger als 3 Jahre dauern wird, oder wenn die Benutzung nach Ablauf von 3 Jahren noch fort dauert, so kann der Grundeigentümer verlangen, daß der Bergwerksbesitzer das Eigentum des Grundstückes erwirbt.“ (§ 138.)

„Können die Beteiligten sich über die Grundstücksabtretung nicht gütlich einigen, so erfolgt die Entscheidung darüber, ob, in welchem Umfange und unter welchen Bedingungen der Grundbesitzer zur Abtretung des Grundstückes oder die Bergwerksgesellschaft zum Erwerb des Eigentumes verpflichtet ist, durch einen gemeinschaftlichen Beschluß des Oberbergamtes und der Regierung.“ (§ 142.)

Die „Regierung“ ist der Bezirksausschuß. Der Enteignungsantrag ist an das Oberbergamt zu richten und muß den Namen und Wohnort der Grundeigentümer und Nutzberechtigten enthalten, gegen die der Anspruch auf Grundabtretung erhoben wird, die Bezeichnung der abzutretenden Grundfläche nach Lage, Größe und Grenzen, die Bezeichnung und Beschreibung der Anlage, zu der die Grundstücke verwendet werden sollen, die mutmaßliche Dauer der Benutzung, das Anerbieten einer bestimmten Nutzungsentschädigung bzw. Kaufsumme, die Angabe, daß die gütliche Einigung auf dieser Grundlage vergebens versucht ist. Beizufügen sind dem Antrage eine beglaubigte Abschrift des Grundbuchblattes der abzutretenden Grundstücke, eine Situationszeichnung über die abzutretenden Flächen, von einem konzessionierten Markscheider oder Landmesser angefertigt, in drei Ausfertigungen, ein Auszug aus der Grundsteuermutterrolle, der Schriftwechsel, aus dem sich ergibt, daß der Einigungsversuch erfolglos geblieben ist, und bei größeren Anlagen ein Projekt der Anlage.

Der Antrag wird den Gegnern mitgeteilt, es werden Kommissare zur Abhaltung eines örtlichen Termines ernannt und beiden Teilen bekanntgegeben mit der Aufforderung, einen Sachverständigen für die Abschätzung zu benennen. Die Kommissarien ernennen einen dritten Sachverständigen und setzen den Enteignungstermin fest. (§ 143.)

Wenn so das preußische Berggesetz dem eine Drahtseilbahn erbauenden Bergwerk auf der einen Seite ein wertvolles Recht übermittelt, so verlangt es auf der anderen Seite einen bestimmten Einfluß auf Anlage und Betrieb, indem es diese der Genehmigungspflicht unterwirft. Nach dem § 67 des allgemeinen Berggesetzes muß die von bergbaulichen Betrieben beabsichtigte Errichtung einer Eisenbahn der Bergbehörde vor der Ausführung durch einen Betriebsplan angezeigt werden, die darauf in eine Prüfung der Anmeldung eintritt. Erhebt nun die Bergbehörde, d. h. der Bergrevierbeamte, binnen 14 Tagen nach der Vorlegung des Betriebsplanes keinen Einspruch dagegen, so ist der Bergwerksbesitzer zur Ausführung befugt (§ 68). Wird aber von dem Bergrevierbeamten in dieser Zeit Einspruch erhoben, dann steht dem Bergwerksbesitzer Berufung an das Oberbergamt zu, das die Angelegenheit prüft und seine Entscheidung in einem Entschluß festsetzt und dem Bergwerksbesitzer mitteilt.

Ebenso wie bei den der Landespolizei unterworfenen Drahtseilbahnanlagen behandelt auch die Bergbehörde die Angelegenheit mit anderen Behörden gemeinsam, wenn deren Interessen durch die geplante Anlage berührt werden, wobei die Leitung des Verfahrens in der Hand der Bergbehörde bleibt. Es werden daher bei dem Genehmigungsverfahren von dem Bergrevierbeamten bzw. dem Oberbergamte auch die Landespolizeibehörden, die Post-, Forst-, Eisenbahnbehörden und Stromverwaltungen hinzugezogen. Die Handhabung der Prüfung der Unterlagen ist, da die gesetzlichen Bestimmungen wenig ins einzelne gehen, mehr oder weniger der persönlichen Auffassung der Organe der unteren Bergbehörde überlassen und demgemäß verschieden. Daher ist es häufig zweckmäßig, sich bei Neuanlagen der Erfahrungen der auf dem Gebiete des Drahtseilbahnbaues maßgebenden und mit den Bergbehörden in ständiger Berührung stehenden Firmen zu bedienen.

341. Die Abnahme nach dem Berggesetz.

Die polizeiliche Abnahme der für den Bergbau gebrauchten Drahtseilbahn erfolgt durch die zuständige Bergbehörde, beispielsweise in Preußen durch einen Kommissar des Oberbergamtes oder durch den zuständigen Bergrevierbeamten. Zuweilen sind bei der Abnahme auch die schon genannten anderen Behörden zugegen, sofern deren Interessen berührt werden, doch lassen sich diese häufig von der Bergbehörde vertreten und überlassen ihr die Abnahmeformalitäten in vielen Fällen vollständig.

342. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in Deutschland mit Ausnahme von Preußen.

In den für den Bergbau außer Preußen noch in Frage kommenden deutschen Bundesstaaten liegen die bergrechtlichen Verhältnisse sehr ähnlich wie dort; doch würde es zu weit führen, wenn hier im einzelnen auf jede dieser Bestimmungen eingegangen werden sollte.

Sofern die Drahtseilbahnen Unternehmungen anderer als bergbaulicher Art dienen, greifen in den außerpreußischen Bundesstaaten die

landespolizeilichen Organe im allgemeinen in ähnlicher Weise wie in Preußen ein.

343. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in den Ländern des früheren Österreich.

Im Gegensatz zu deutschen Verhältnissen stand in Österreich-Ungarn, und Änderungen sind bisher noch nicht bekannt geworden, der Drahtseilbahn, die dort allgemein als Eisenbahn behandelt und betrachtet wird, in allen Fällen das Enteignungsrecht zu, doch ist insofern ein Gegensatz zur bodenständigen Kleinbahn gegeben, als die Prüfung der Unterlagen durch das Eisenbahn-Ministerium nur dann erfolgt, wenn Gleise, auch solche auf Werks- und Fabrikbahnhöfen, überschritten werden. Nur Personenschwebbahnen unterliegen stets der Genehmigung und Prüfung durch das Eisenbahn-Ministerium. Die Verhältnisse sind sonst ähnlich wie in Deutschland, wenn auch das Verfahren der Genehmigung etwas umständlicher ist. Der Bergwerksbehörde unterstehen die Drahtseilbahnen in bergbaulichen Betrieben, der Bezirkshauptmannschaft die anderen Drahtseilbahnen, die in das Ressort der Landespolizeiverwaltung fallen.

Die Genehmigung und Abnahme erfolgt in zweimaliger Behandlung, indem eine doppelte Begehung der Linie stattfindet. Bei der ersten Begehung der Strecke, zu der alle Behörden, deren Interessen berührt werden, Vertreter senden und die beteiligten Grundbesitzer geladen werden, werden im allgemeinen die grundrechtlichen Verhältnisse geregelt, und es wird bestimmt, daß die Anlage dem Projekt entsprechend ausgeführt wird, in gutem Zustande zu erhalten ist und bei etwaigen Änderungen rechtzeitig um die Genehmigung nachgesucht wird. Dabei darf aber nicht eher mit dem Bau begonnen werden, als bis die den einzelnen Grundbesitzern zuzusprechenden Entschädigungen für die Rechte an ihrem Grundstück bezahlt sind. Außerdem wird eine bestimmte Frist für die Bauausführung vorgeschrieben, und es werden besondere Vorschriften über Sicherheitsmaßnahmen gegeben.

Nach Beendigung des Baues hat die sogenannte Kollaudierung, das ist die Abnahme durch eine Begehung von Vertretern der in Frage kommenden Behörden zu erfolgen, die bei dieser Gelegenheit etwa noch erforderliche Vorschriften für die Behandlung der Bahn erlassen können. Diese Vorschriften beziehen sich in der Hauptsache auf die Sicherheit von Personen und die Beseitigung von Gefahren, die durch die Bahn den Grundstücken und deren Benutzern gebracht werden können. In der ersten Begehungskommission werden aber in der Regel auch bestimmte Punkte festgelegt, von denen bei der Konstruktion der Stützen und Stationen, bei der Führung des Zugseiles, Lagerung der Tragseile, dem Aufbau der Strecke usw. ausgegangen werden muß. So wird beispielsweise bestimmt, in welcher Weise die Stützen zu fundamentieren oder einzurammen sind, welche Vorschriften für elektrische Einrichtungen zu gelten haben, welche Ansprüche an die Bremsen gestellt werden und welche Geschwindigkeit im Betrieb zugelassen wird, so daß der Erbauer der Drahtseilbahn in den Ländern des früheren Österreich erst nach der

ersten Streckenbegehung mit der Ausarbeitung der Bauzeichnungen beginnen kann.

344. Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in Ungarn.

Dort unterstehen sämtliche Drahtseilbahnen dem Handelsministerium. Ebenso wie im früheren Österreich sind zwei Begehungen, eine vor dem Baubeginn und eine Kollaudierungsbegehung notwendig. Die Ausführungsbestimmungen technischer Art sind für manche Einzelheiten recht eingehend, indem beispielsweise Vorschriften erlassen sind, in welcher Weise die Stützen bei bestimmter Höhe fundamentiert werden müssen. Die Schutzbrücken über öffentliche Straßen müssen auch für den Absturz eines Wagens bemessen werden. Das Handelsministerium verlangt außerdem die Zeichnungen in sehr vielen Ausfertigungen und in sauberer, mit Farben angelegter Ausführung, ferner meist auch die statische Berechnung für jede einzelne Stütze besonders durchgeführt, selbst wenn nur geringe Unterschiede in der Höhe und Belastung bestehen.

Wenn die Bestimmungen so auf der einen Seite eine umständlichere Behandlung der Dinge vorsehen, die auch entsprechende Zeit in Anspruch nimmt, so läßt das Handelsministerium auf der anderen Seite in seinen Vorschriften Materialbeanspruchungen zu, die häufig über die in Deutschland üblichen hinausgehen.

345. Die rechtliche Stellung im übrigen Ausland.

Die Verhältnisse liegen im allgemeinen ähnlich wie in Deutschland, mit Ausnahme von England, Rußland und sämtlichen amerikanischen Staaten, wo weder eine Anmelde- noch Abnahmepflicht für die Errichtung und den Betrieb von Drahtseilbahnen besteht und wo der Projektausführung nur eine privatrechtliche Auseinandersetzung des Unternehmers mit den beteiligten Grundstücksbesitzern vorangehen muß, bei welcher Gelegenheit z. B. Eisenbahnen bestimmte Bedingungen, wie Errichtung von Schutzbrücken oder Anbringung von Schutznetzen geltend machen können.

In Frankreich wird die Drahtseilbahn nur insoweit verwaltungsrechtlich berührt, als sie sich an Eisenbahnen, öffentlichen Wegen, Flüssen und Kanälen anschließt oder diese überschreitet. Die Pläne bezüglich der zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen sind, sobald Eisenbahnen in Frage kommen, dem Kriegsministerium, sofern öffentliche Wege oder Wasserläufe überschritten werden, der Administration des ponts et chaussées zur Genehmigung vorzulegen.

In den gleichen Fällen ist eine Genehmigung der bezüglichen Bauwerke in Belgien, den nordischen Ländern, Spanien und Italien einzuholen. Ein Enteignungsrecht besteht in Spanien und Italien zugunsten der Drahtseilbahnen im Bergwerksbetrieb und für solche Anlagen, die dem öffentlichen Interesse dienen.

VI. Die örtliche Bauausführung und der Betrieb der Drahtseilbahnen.

a) Die örtliche Ausführung.

346. Die Vorarbeiten.

Zur richtigen Herstellung der Ausführungszeichnungen, die Ort und Höhe der Stützen, Schutzbrücken, Spann- und Zwischenstationen enthalten müssen, ist ein genaues Profil der Strecke nötig. Es hat also bereits vor der Ausarbeitung der Bauentwürfe eine Vermessung der Strecke mit Aufnahme aller für den Anschluß an die betreffende Fabrik oder Verladestelle erforderlichen Einzelheiten stattgefunden. Selbstverständlich sind dabei auch alle Sonderwünsche der Werkleitung erkundet worden.

Auf Grund dieser Unterlagen wird dann der allgemeine Bauentwurf angefertigt und dem Bauherrn mit einer genauen Kostenzusammenstellung vorgelegt. Häufig ergeben sich im Laufe der daran anschließenden Verhandlungen noch verschiedene Umänderungen, bis alle Einzelwünsche des Bauherrn in Einklang mit den für den Bau verfügbaren Geldmitteln gebracht sind.

Inzwischen sind auch die Besitzer der Grundstücke, über welche die Seilbahn hinweggeht, zu veranlassen, ihr Einverständnis dazu mit den etwaigen Entschädigungsforderungen (vgl. Absatz 326) schriftlich festzulegen. Dasselbe gilt für die Eisenbahnstrecken und öffentlichen Wege, die etwa überschritten werden, die Bahnhofsanschlüsse u. dgl. Auch hier muß rechtzeitig die Baugenehmigung beantragt werden (Absatz 334 und 338), die oft längere Zeit in Anspruch nimmt, weil meist mehrere behördliche Instanzen damit zu tun haben. Die hierfür erforderlichen zeichnerischen Unterlagen, Beschreibungen usw. pflegt die Baufirma zu liefern. Unter Umständen kann durch Versagen einer solchen Genehmigung die völlige Änderung des Projektes nötig werden, wie das S. 247 bzw. 282 dargelegt worden ist.

Im allgemeinen werden derartige Behinderungen nicht eintreten. Sobald feststeht, daß wesentliche Veränderungen des Projektes nicht zu erwarten sind, kann die genaue Lage der einzelnen Bauteile, insbesondere der End- und Zwischenstationen, der Stützen und Schutzbrücken, auf Grund des Bauprofils, das die Seilbahnfabrik entworfen hat, im Gelände festgelegt werden. Zu dem Zweck ist gewöhnlich eine nochmalige Vermessung der Linie nötig, da die meisten bei der ersten

Aufmessung eingeschlagenen Marken inzwischen verschwunden sind. Diese Arbeit wird fast immer vertragsgemäß von einem Feldmesser bzw. Richtmeister der ausführenden Firma vorgenommen.

347. Die Regiearbeiten.

Hierauf kann mit den Erdarbeiten begonnen werden. Falls beim Übergang über scharfe Berggrate Einschnitte für die Seilbahn nötig sind, werden diese zuerst ausgeführt. Dann sind die Gruben für die Fundamente der Stationen und Stützen auszuheben.

Es folgt die Herstellung der Fundamente, die heute wohl ausschließlich aus Beton gestampft werden. Die einzuliegenden Ankerplatten sind zusammen mit den Ankern als erste Materialsendung von der liefernden Firma eingeschickt worden.

Erhält die Bahn hölzerne Stützen und Stationen, so werden die Hölzer auf Grund einer Materialliste, die die Baufirma aufstellt, und nach ihren Einzelzeichnungen beschafft, zusammengepaßt und abgebunden. Die dazu gebrauchten Holzverbandschrauben bilden mit den Fundamentankern und -platten die erste Lieferung der Fabrik.

Das Aufstellen der Holzgerüste geschieht unter der Aufsicht eines Monteurs der liefernden Firma, der darauf achtet, daß die Arbeit den Zeichnungen gemäß ausgeführt und besonders die Höhenlage der Tragschuhe für die Seile genau nach den im Profil vorgeschriebenen Maßen innegehalten wird. Zu dem Zweck wird von ihm zuerst eine Vermessung der Höhen der Fundamentoberkanten vorgenommen und dann nach dem Aufbau der Stützen usw. die Nachmessung ihrer Höhe bis zur Befestigungsstelle der Tragschuhe.

Die genannten Erd-, Maurer- und Zimmererarbeiten werden zweckmäßig entweder vom Bauherrn selbst ausgeführt oder an ortsangesessene Unternehmer vergeben. Diese Art des Zusammenarbeitens ist die allgemein übliche und empfiehlt sich schon deshalb, weil der Bauherr gewöhnlich neben der eigentlichen Drahtseilbahn gleichzeitig noch andere Bauten auszuführen hat, die er zusammen mit den örtlichen Arbeiten der Drahtseilbahn vergeben kann. Als Unternehmer hierfür stehen ihm die ortsangesessenen Handwerker zur Verfügung, an die sich gegebenenfalls auch der Seilbahnfabrikant wenden könnte, die ihm aber als Fremden sicherlich keine günstigen, sondern eher höhere Preise stellen würden als dem Bauherrn, für den sie noch mehr Arbeiten auszuführen haben oder erwarten. Die Lieferungsverträge und die schließliche Abrechnung wird nötigenfalls der Seilbahnlieferer für den Bauherrn gegen eine geringe Vergütung gern übernehmen. Sollte man ihn aber zwingen wollen, das ganze Bauwerk etwa auch noch zu einer Pauschalsumme zu übernehmen, so würde er nicht allein höhere Preise in Anrechnung bringen müssen, als ihm abverlangt werden, er müßte darüber hinaus auch für das Ungewisse, das mit jedem industriellen Unternehmen nun einmal verknüpft ist, noch einen Zuschlag machen, der die Bahn ganz unnötigerweise verteuert. Die Praxis hat es deshalb auch als richtig und im Interesse des Bauherrn liegend erwiesen, daß er die örtlichen Arbeiten selbst übernimmt und vergibt.

348. Die Aufstellung der eisernen Stützen bei einfachen Anlagen.

Ihre Lieferung liegt immer der Baufirma ob. Für Bahnen, die im Flachlande oder auch Mittelgebirge im Anschluß an irgendeine Eisenbahnstation zu bauen sind, werden die niedrigen und die bis zur Durchschnittshöhe von etwa 8 m reichenden Stützen in der Eisenbauwerkstätte fertig hergestellt und auf Eisenbahn-Flachwagen versandt. Sie müssen denn mit Landfuhrwerk bis an ihren Standort gebracht werden. Ihr Gewicht beträgt i. M. etwa $1\frac{1}{4}$ t, so daß sie mit Hilfe von Hebeböcken und Flaschenzügen noch bewältigt werden können. Das Aufrichten an Ort und Stelle bietet geübten Monteuren keine Schwierigkeiten und geht schnell von statten.

Wenn unwegsames Gelände, entweder sehr steile Bergwände oder Sümpfe, die Anfuhr größerer Lasten bis an die Aufstellungsstelle nicht zulassen, so werden schon die Stützen von Durchschnittshöhe aus mehreren Einzelstücken zusammengesetzt, die erst über dem Fundament miteinander verschraubt werden (Abb. 73).

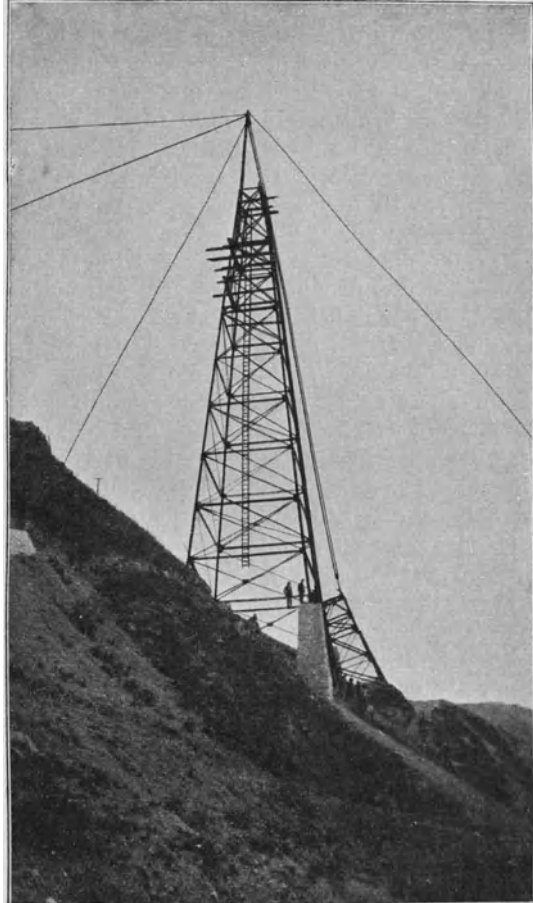


Abb. 619. Aufbau einer hohen Eisenstütze (Bleichert).

349. Die Errichtung der Eisenstützen in unwegsamen Gegenden.

Bei Bahnen, die fern von der ausführenden Fabrik in unwegsamen Gebirgsgegenden oder in überseeischen Ländern zu erbauen sind, ist es zur Herabminderung der Transportkosten nötig, daß der auf dem Eisenbahnwagen oder im Seeschiff verfügbare Raum möglichst ausgenutzt wird. Daher können die fertigen Stützen weder ganz noch in einige wenige Teile zerlegt versandt werden. Man ist vielmehr gezwungen,

die einzelnen Profileisen, Knotenbleche, Laschen nach dem Bohren der Nietlöcher und dem Probezusammenlegen in der Werkstätte genau zu bezeichnen und dann mit starkem und reichlichen Bindedraht in Bündel zusammenzuschütren und so zu verschicken. Selbstverständlich werden bei Überseelieferungen stets etliche Längen von Profileisen und Tafeln für Knotenbleche mehr als Ersatz für etwa verlorengehende Stücke hinausgesandt.

In dem am Anfangspunkt der Drahtseilbahn angelegten Haupt-sammellager werden die Pakete getrennt und die für jede Stütze usw. gebrauchten Einzelteile zusammengelegt. Von dort werden sie, soweit es geht, zu Wagen, dann von Trägern bis an die Aufstellungsstelle geschafft und dort auf dem Erdboden liegend von den Monteuren und den ihnen beigegebenen Hilfsarbeitern zusammengenietet. Zum Schluß werden sie in üblicher Weise mit Hilfe von Holzmasten, Drahtseilen und Flaschenzügen über dem Fundament aufgerichtet.

Freilich geht das so einfach nur bei Stützhöhen bis zu etwa 15 m. Höhere Stützen müssen aufrechtstehend zusammengenietet werden, und zwar so, daß jedesmal ein Stockwerk von etwa 8 m Höhe fertiggestellt wird. Bei den obersten Teilen wird jedoch der für die Arbeit verfügbare Raum zu klein und der hohe Unterbau für die gute Vernietung zu elastisch. Man nietet deshalb die letzten Enden wieder unten zusammen, windet sie dann hoch und verschraubt sie mit dem Unterbau. Das Verfahren zeigt z. B. die Abb. 619 nach einer beim Bau der Argentinischen Cordillerenbahn gemachten Aufnahme.

Sobald die Stützen aufgerichtet sind, werden die Trageilschuhe und die Zugseiltragrollen darauf angebracht. Gleichzeitig mit den Stützen werden auch die Spann- und Verankerungsstationen aufgebaut und mit ihren Ablenkungsschuhen, Verankerungen, Spannseilrollen und dem Tragbau der Gegengewichte versehen. Die Gegengewichte selbst werden heutzutage fast ausschließlich aus Betonwürfeln zusammengesetzt, die nach der Herstellung der verschiedenen Fundamente an Ort und Stelle in Holzformen gestampft werden und deren Einzelgewicht durch mehrere Prüfwägungen bestimmt wird.

350. Das Auflegen und Spannen der Trageile.

Die Trageile werden von den Seilfabriken auf große hölzerne Seiltrommeln aufgewickelt und so zum Versand gebracht. Die Enden sind sorgfältig mit Bindedraht abgebunden, außerdem befinden sich noch weitere Bindestellen in größeren Abständen auf der Seillänge.

Die Anlieferung der Seile erfolgt meist erst, kurz bevor sie aufgelegt werden sollen. Verzögert sich die Auflegung längere Zeit, so ist es gut, die Seile von den Trommeln abzuwickeln und in Bündeln von möglichst großem Durchmesser zu lagern.

Zum Auslegen werden die Trommeln bis ungefähr an die Verbrauchsstelle des betreffenden Stückes geschafft, wenn geeignete Wege und Fuhrwerke dafür vorhanden sind. Ist das nicht der Fall, so muß man sie an passender Stelle abwickeln und von einem Trupp Mannschaften auf den Schultern dahin tragen lassen. Da ein stärkeres Seil etwa $1\frac{3}{4}$ bis

2 t wiegt, so werden dafür wenigstens 60 Mann gebraucht und auf steilen und schwierigen Wegen etwa 100.

Besteht die Bahn aus mehreren Teilstrecken mit besonderem Antrieb, so stellt man natürlich die erste, am leichtesten aufzubauende Strecke

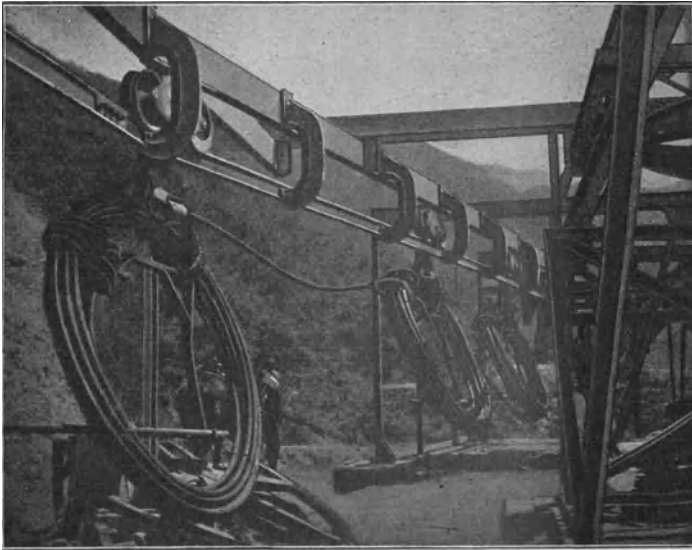


Abb. 620. Seiltransport beim Bau der Kordillerebahn (Bleichert).

zuerst fertig und befördert dann die Materialien für die folgenden Teilstrecken darauf weiter. Ein Beispiel hierfür zeigt die Abb. 620, die die Beförderung eines Trageseilstückes an drei in einigem Abstand hintereinander fahrenden Gehängen wiedergibt.

Bisweilen ist es durchaus vorteilhaft, an eine Spannstation eine vorläufige, nur dem Bauzweck dienende Hilfsstation anzubauen und nötigenfalls mit einer Handwinde od. dgl. die weiter vorn gebrauchten Bauteile auf dem schon fertigen Abschnitt heranzuholen.

Hat die Seilbahn Bockstützen, so werden die Seile einfach neben der Strecke ausgehängt. Bei umbauten Stützen müssen sie von vornherein durch die oberen Durchfahröffnungen der Stützen gezogen werden. Darauf werden die Kupplungsmuffen auf die Enden geschoben und daran befestigt (Absatz 32), dann die Zwischenstücke eingeschraubt, womit die durchlaufende Fahrbahn fertiggestellt ist. Natürlich wird schon beim Entwurf der Bauzeichnungen sorgfältig darauf geachtet, daß die Zwischenkupplungen nicht etwa dicht vor einer

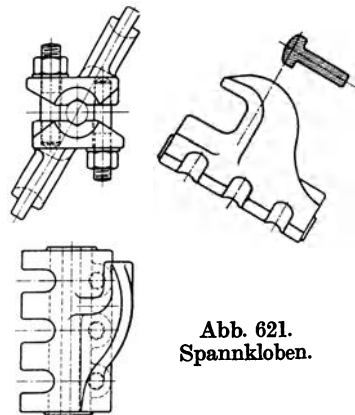


Abb. 621.
Spannkloben.

Stütze zu liegen kommen, sondern mindestens soweit davon entfernt sind, daß sich auch beim Anspannen des vorläufig nur lose aufgelegten Seiles keine Schwierigkeiten ergehen können.

Angezogen werden die Seile von Spannwinden aus mit Hilfe von Flaschenzügen, die ihrerseits an Spannkloben angreifen, welche fest auf das

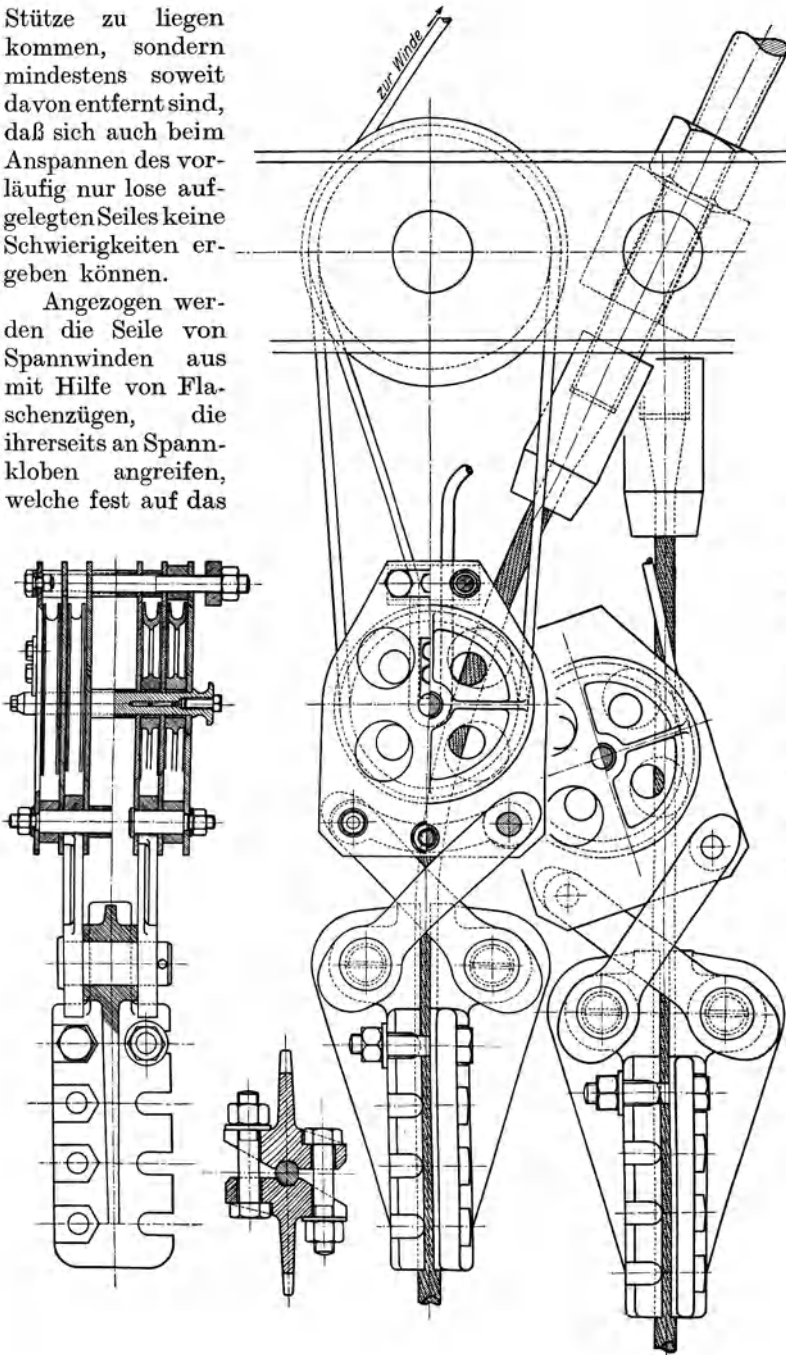


Abb. 622. Spannzeug für Kabelkrane.

natürlich gut abgebundene letzte Seilende aufgeschraubt sind. Einen solchen Spannkloben gibt die Abb. 621 nach einer Zeichnung der Seilbahn-Gesellschaft wieder. Ein ähnliches, von Ernst Heckel G. m. b. H. für Kabelkrane verwendetes Spannzeug mit angeschlossenem Flaschenzug zeigt die Abb. 622. Um ein beim Anziehen etwa aus dem Auf-lagerschuh herausgesprungenes Seil unter Spannung wieder einzulegen, benutzt man eine Seilklemme, wie sie die Abb. 623, ebenfalls nach einer Zeichnung der Seilbahn-Gesellschaft, darstellt.

Ist das letzte Seilende nach der richtigen Anspannung auf die genau passende Länge abgeschnitten, so wird das Spannseil mittels der Muffenkuppelung daran angebracht, der Gewichtskasten eingehängt und belastet, wodurch das Seil die für den Betrieb vorgesehene endgültige Anspannung erhält.

Die Arbeit macht sich nicht ganz so einfach, wenn größere Spannweiten auf der betreffenden Strecke vorhanden sind, die ein tief eingeschnittenes Tal überbrücken. Es ist dann gewöhnlich nötig, die Spannwinde zuerst ziemlich weit vor der eigentlichen Spannstation aufzustellen und dann mehrmals zurückzusetzen, bis das Tragseilende herangeholt ist.

Noch schwieriger werden die Verhältnisse bei Bahnen, die zur Personenbeförderung auf unwegsame Berggipfel dienen.

Das Auslegen und Spannen der besonders schweren und auf der ganzen Bahnlänge aus einem einzigen Stück bestehenden Seile ist hier ein Werk, das große organisatorische Vorbereitungen erfordert und als hervorragende technische Leistung zu beurteilen ist. Man beachte, daß z. B. ein Tragseil der Zugspitzenbahn etwa 35 t wiegt.

351. Die Nachprüfung des Durchhanges und der Anspannung.

Bei Drahtseilbahnen ist die Nachprüfung vielfach unnötig, weil die hinreichend genau ausgewogenen Spannungsgewichte ja die Spannkraft ergeben.

Dagegen muß bei Kabelkranen sowohl die Seillänge als auch ihre Anspannung sorgfältig eingeregelt werden. Zu dem Zweck wird dem

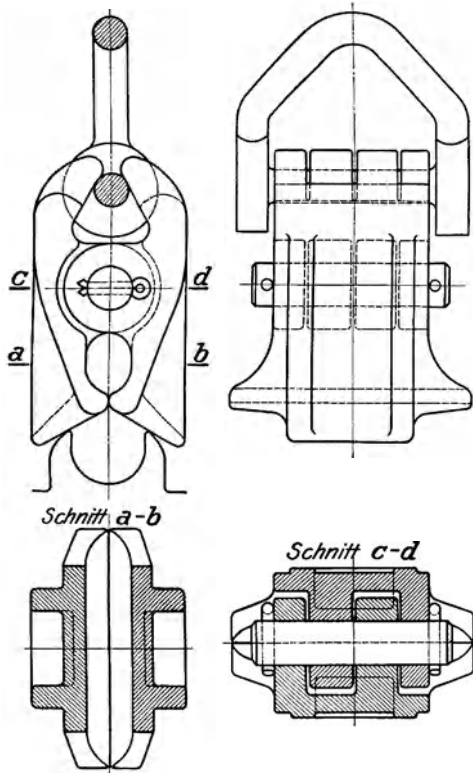


Abb. 623. Seilklemme.

Richtmeister eine Skizze mitgeben, auf der für die verschiedenen Belastungen (Seil leer, Laufkatze ganz am Ende bzw. in der Mitte) Visierpunkte bemerkt sind, die den Seildurchhang genau bestimmen. Er ist dementsprechend nach dem Aufbau genau einzustellen, und damit ist die richtige Anspannung gewährleistet.

Besonders für spätere Nachprüfungen oder, wenn man im Winter die Tragseile von Kabelkränen nicht höher als bei mittlerer Temperatur beanspruchen will, empfiehlt sich ein Schwingungsverfahren, das freilich ziemlich unbekannt zu sein scheint.

Man bringt das Seil, etwa durch seitliches Ziehen an einem darüber geworfenen Strick, zum Hin- und Herpendeln. Bezeichnet z die abgezählte Anzahl der Hin- und Herschwingungen in einer Minute, so ist der Durchhang ¹⁾

$$f = \left(\frac{65,8}{z}\right)^2.$$

Will man die auf das Seil vom Gewicht q kg/m ausgeübte Spannkraft H kg nachprüfen, so gilt bei dem Abstand l m der beiden Stützpunkte

$$H = q \cdot \left(\frac{l \cdot z}{186}\right)^2.$$

Vorteilhaft schreibt man auch bei Drahtseilbahnen dem Richtmeister die für die letzte Spannweite vor der Spannstation auf dem Bureau errechnete minutliche Schwingungszahl z vor, die er innezuhalten hat.

352. Der Aufbau der Hauptstationen.

Die Endstationen und etwa vorhandene Zwischenstationen erfordern für die Aufstellung der Holzgerüste oder Eisengestelle und das Anbringen der mechanischen Konstruktionsteile gewöhnlich die größte Arbeit und sind diejenigen Bauteile, die meistens zuletzt fertig werden.

Oft macht auch hier das Heranbringen der schweren und sperrigen Seilscheiben, Zahnräder usw. manche Schwierigkeiten. Um ihnen zu entgehen, muß man gelegentlich die Antriebs- und Spannstation des Zugseils zusammenbauen, während man sie sonst getrennt ausgeführt hätte.

Nach dem Zusammenbau des Getriebes werden die Zugseilstücke auf der Strecke ausgehängt und zusammengespleißt (Absatz 34). Das Seil wird dann auf die eine Endscheibe aufgelegt und darauf vor der Gegenstation gespannt. Hat es die vorgeschriebene Anspannung, so wird es auf die richtige Länge abgeschnitten und die Endspleißung, die den Ring schließt, vorgenommen. Hierbei wird darauf geachtet, daß sich die Spannseilscheibe stets noch frei nach dem Vorderende der Station bewegen kann.

Den Schluß des Baues bilden gewöhnlich die anschließenden Hängebahngleise.

¹⁾ Den Nachweis s. Stephan: Die technische Mechanik des Maschineningenieurs, Bd. III. 1922.

353. Die Inbetriebsetzung.

Vor dem Aufbringen der Wagen werden die Zugseilkupplungsapparate sorgfältig gereinigt und geschmiert, ebenso werden die Achsen der Laufräder mit Starrfett gefüllt. Die Wagen werden dann auf die Hängbahnschienen der Endstation gebracht, die Wagenkasten in die Gehänge gehängt und dann untersucht man alle auf hinreichend leichten Gang, richtiges Greifen der Kupplung usw.

Jetzt wird noch einmal geprüft, ob alle Auflagerschuhe in der geraden Seilrichtung liegen. Nötigenfalls sind die Stützen, die sich verzogen haben, genau auszurichten. Schließlich werden alle Holzverbandsschrauben vor der Inbetriebnahme der Bahn nachgezogen.

Nachdem noch die Auflagerschuhe und Zugseiltragrollen gut geschmiert sind, eine letzte aufmerksame Begehung der Strecke ergeben hat, daß alles in Ordnung ist, wird der Antriebsmotor langsam angelassen und das Zugseil einige Zeit bei leerer Bahn bewegt. Dann wird der erste Wagen durch die Kupplungsstelle geschoben, in größerem Abstand, etwa dem fünffachen des normalen, ein zweiter usw.

Nur allmählich werden die Wagenabstände verringert und dabei durch Begehen der Linie wieder untersucht, ob auch auf der freien Strecke alles glatt geht, keine störenden Zugseilschwankungen auftreten usw.

b) Der Betrieb von Drahtseilbahnen.

354. Die allgemeine Organisation.

Jede maschinelle Anlage erfordert zur Erzielung eines sicheren und regelmäßigen Betriebes nicht nur bestes Material, sorgfältigste Herstellung, peinlichste Bearbeitung aller Einzelheiten und genaue Aufstellung des Ganzen, sondern es ist auch unbedingt notwendig, daß die Bedienungsmannschaft mit allen Bauteilen und der Wirkungsweise jedes einzelnen Elementes genau vertraut ist. Daher bedingt auch der Betrieb einer Drahtseilbahn, wenn er sich ohne Störungen glatt abwickeln soll, ein geschultes oder doch gehörig angeleitetes, zuverlässiges Personal. Es ist also von größter Wichtigkeit, daß die auf den Stationen beschäftigten Arbeiter, namentlich die Leute, die die ankommenden und abgehenden Wagen zu überwachen haben, nach jeder Richtung hin mit ihren Obliegenheiten vertraut sind und die Einzelheiten des Betriebes und alle Bestandteile der Anlage genau kennen. Aus diesem Grunde ist auch ein öfteres Wechseln der Bedienungsmannschaft möglichst zu vermeiden, vielmehr sollte das Interesse der Leute für einen ungestörten Gang der Anlage geweckt werden.

Hierfür empfiehlt es sich, den Arbeitern eine Prämie zuzubilligen und den Aufsichtsbeamten eine Sondervergütung zukommen zu lassen, wenn der Betrieb in bestimmten Fristen, beispielsweise während mehrerer Monate, keine Störung erfuhr oder etwaige Schäden so rechtzeitig bemerkt wurden, daß sie ohne nachteilige Folgen für die Förderung zu gelegener Zeit beseitigt werden konnten. Zur richtigen Überwachung des Betriebes und des Zustandes der ganzen Anlage ist es unerlässlich,

daß die Seilbahn mit ihrem Betriebspersonal einem bestimmten Meister oder Werkführer unterstellt wird, der die volle Verantwortung für die Innehaltung aller Betriebsvorschriften übernimmt. Diese richten sich natürlich sehr nach den Sonderheiten der Anlage; immerhin lassen sich gewisse, überall zutreffende Punkte herausheben.

355. Die Förderwagen.

Sie bilden für die Betriebsüberwachung sicher die wichtigsten Bestandteile der Drahtseilanlage, denn ein einziger schadhafter Förderwagen kann den ganzen Betrieb zum Stillstand bringen, ja sogar die Strecke und die Stationen beschädigen. Daher müssen die Wagen stets unter Aufsicht und in gutem Zustande gehalten werden. Jede an einem Wagen auftretende Unregelmäßigkeit muß sofort beseitigt werden, und wenn sich dies in den Stationen während des regelmäßigen Arbeitsganges nicht durchführen läßt, so ist der Wagen bis zur beendeten Wiederherstellung aus dem Betriebe herauszuziehen.

356. Die Laufwerke.

Ihre beweglichen Teile müssen sorgfältig unter Schmierung gehalten werden, damit die Reibungswiderstände gering bleiben. Wie bei allen Maschinen dürfen nur säurefreie Schmiermaterialien Verwendung finden; die keine Neigung zum Verharzen zeigen und durch die Witterungsverhältnisse nicht wesentlich beeinflußt werden. Da sich bei der Verladung des Fördergutes oft Staub entwickelt, müssen die Schmiereinrichtungen so angeordnet und ausgebildet sein, daß das Eindringen schädigender Staubteile ausgeschlossen ist. Dieser Forderung entspricht am besten die Druckschmierung mit starrem Fett. Bei der von Adolf Bleichert gleichzeitig mit Stauffer angegebenen und seitdem ständig angewandten Bauart ist der Laufzapfen der Laufräder ausgebohrt, und von der inneren Höhlung münden Querbohrungen in die Schmiernuten der Lauffläche. Die Zapfenbohrung ist durch eine Verschlußschraube geschlossen.

Ursprünglich war, ähnlich wie bei den Staufferbüchsen, die Anordnung so getroffen, daß das Fett von dieser Verschlußschraube nach und nach in die Laufflächen gepreßt wurde, wobei die Verschlußschrauben von Zeit zu Zeit an allen Wagen nachgedreht werden mußten. Sehr bald zeigte sich aber, daß es bei geeigneter Formgebung der Schmiernuten und Bohrungen möglich ist, das eingeschlossene Fett durch die umlaufenden Laufräder selbst ohne weitere äußere Beeinflussung allmählich in die Laufflächen zu saugen.

Auch die anderen beweglichen Teile werden in ähnlicher Weise mit Druckschmierung versehen.

357. Die Kupplungsapparate der Wagen.

Sie müssen stets rein und sauber gehalten werden, und es empfiehlt sich, sie wenigstens einmal wöchentlich von anhaftendem Schmutz, Staub und Öl gründlich zu reinigen. Namentlich die Schraubenklemmapparate, die durch Hebel mit Gewichtsbelastung betätigt werden, ver-

langen eine recht sorgfältige Aufsicht, damit ein etwaiger Fehler rechtzeitig erkannt und der Einfluß der Abnutzung der Klemmbacken und der Verringerung des Seildurchmessers auf die Klemmsicherheit behoben werden kann. Ihnen gegenüber erfordern die Gewichtskuppelapparate, die das Zugseil auch bei starker Abnutzung noch mit derselben Sicherheit ergreifen, weniger Beaufsichtigung. Für die Behandlung empfiehlt sich, namentlich im Winter, ein öfteres Anfeuchten der beweglichen Teile des Klemmapparates mit Petroleum, um das verbrauchte, an den einzelnen Flächenteilen noch anhaftende Fett und Öl wieder geschmeidig zu machen und so Beschädigungen der Apparate infolge mangelhafter Beweglichkeit der einzelnen Teile zu vermeiden, die möglicherweise sonst beim Einlauf in die Stationen entstehen können.

Gute Drahtseilbahnlaufwerke und Klemmapparate müssen so konstruiert sein, daß Witterungseinflüsse den auf der Strecke befindlichen Wagen nichts anzuhaben vermögen. Daher ist es nicht nötig, bei Stillstand der Bahn die einzelnen Wagen in die Stationen einzuziehen; nur bei längerer Außerbetriebsetzung der Bahn müssen alle Wagen von der Strecke entfernt werden. In solchen Fällen benutzt man natürlich die Gelegenheit um sie alle einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

358. Das Ankuppeln der Wagen.

Heutzutage geschieht es nur noch ausnahmsweise nicht völlig selbsttätig. Immer gilt dafür die Regel, daß der Wagen an der Stelle, wo sich die Kupplung schließt, mit derselben Geschwindigkeit bewegt werden soll, die das Zugseil hat. In dem Fall findet das Erfassen ohne Stoß statt, was wesentlich zur Schonung des Zugseiles und der Klemmapparate beiträgt. Außerdem ist es auch für die Sicherheit des Betriebes von größter Bedeutung, weil hierdurch vermieden wird, daß der Wagen ins Pendeln und Schwanken gerät. Zu dem Zweck sind bei größerer Zugseilgeschwindigkeit die Laufschiene an der Kuppelstelle etwas geneigt, was dem Arbeiter die Innehaltung bzw. Erreichung der richtigen Geschwindigkeit sehr erleichtert.

Der Wagen wird am besten durch die Kuppelstellen geschoben, indem der Arbeiter mit der einen Hand den oberen Teil des Gehänges und mit der anderen die Kastenoberkante angreift. So geführt, verläßt der Wagen die Station ohne jedes Schwanken.

359. Die Tragseile.

Sie sind, als teuerster Bestandteil der Bahn, mit großer Aufmerksamkeit zu behandeln und öfters, wenigstens monatlich einmal, durch langsames Befahren der Strecke zu untersuchen. Dabei ist genau festzustellen, ob sich die Muffenkupplungen in Ordnung befinden, ob etwa Drahtbrüche aufgetreten sind, oder ob andere Veränderungen an den Seilen, ihrer Auflagerung, Verankerung oder Spannung stattgefunden haben.

360. Drahtbrüche.

Vereinzelte Drahtbrüche sind ohne Bedeutung, da der gebrochene Draht bereits nach wenigen Windungen wieder voll mitträgt. Bei verschlossenen und halbverschlossenen Seilen werden die Enden eines gebrochenen Drahtes außerdem durch die benachbarten Drähte festgehalten. Dagegen ist bei offenen Seilen die Gefahr gegeben, daß die Wagenräder die vorstehenden Drahtenden immer weiter aufrollen, wodurch sich Aufdoldungen bilden, welche die Wagen schließlich zum Entgleisen bringen. Man legt daher der Sicherheit halber — auch bei verschlossenen und halbverschlossenen Seilen — an den Stellen, wo sich Drahtbrüche finden, Schellen über das Seil, die von den Wagen überfahren werden und das Heraustreten der gebrochenen Drähte verhindern. Es ist unbedingt notwendig, daß bei jeder Seilbahn solche Schellen in genügender Anzahl für alle Fälle vorrätig gehalten werden.

Sind an einem Seile mehrere Drahtbrüche aufgetreten, so ist es öfters daraufhin zu untersuchen, ob sich die Zahl der Brüche vermehrt. Solange sich an ein und derselben Stelle die Zahl der gebrochenen Drähte auf einen, zwei, höchstens drei beschränkt, ist dadurch die Haltbarkeit des Seiles nicht gefährdet und auch vier oder mehr Drahtbrüche auf mehrere Meter Länge sind noch nicht gefährlich. Zeigen sich aber mehr Drahtbrüche auf einer Stelle von 200—400 mm Länge dicht zusammen, so ist die sofortige Auswechslung des schadhaften Seilstückes dringend geboten. Dieses Auswechslern von gegebenenfalls sehr kurzen Seilstücken erfolgt am besten durch einen Monteur der Seilbahnfabrik, da das Abnehmen und Aufziehen der Kupplungen und das Einziehen eines neuen Seilstückes geübte Hände verlangt und von größter Wichtigkeit für die weitere Haltbarkeit des Seiles ist.

Ein Seil gilt als aufgebraucht oder verschlissen, wenn es eine Anzahl über die ganze Länge etwa gleichmäßig verteilter Drahtbrüche in der äußeren Lage aufweist. Wann die Erneuerung notwendig werden wird, läßt sich schwer von vornherein angeben, da die auf die Unterhaltung verwendete Sorgfalt, die Art der Linienführung der Bahn und natürlich in erster Linie die Anzahl der Biegungen, die es durch die darüber wegrollenden Wagenräder erfährt, darauf von bestimmendem Einfluß sind. Eine an zwei Bahnanlagen genau geführte Statistik¹⁾ lehrt, daß ein in gerader oder nur nach unten durchgebogener Linie ausgelegtes Trageil, dessen Verlängerungen und Verkürzungen durch Senken oder Heben des anschließenden Spannunggewichtes regelmäßig ausgeglichen werden, bis zu 6 Millionen Biegungen und wenigstens 4 Millionen aushält. Die Zahl der bis zum Verschleiß ertragenen Biegungen sinkt bei einer nach oben gewölbten Bahnstrecke und besonders bei starrer Verankerung des Seiles auf 1,5 bis 3 Millionen, im Mittel etwa 2 Millionen. Hieraus ergibt sich der hohe Wert einer elastischen Verankerung des Seiles und eines möglichst schlanken Überganges über Bergkuppen, der tiefe Einschnitte und nötigenfalls sogar Tunnelstrecken rechtfertigt.

¹⁾ Stephan: Die Fördertechnik 1914.

Über die Haltbarkeit der „Herkules“-Seile liegt dem Verfasser eine Versuchsreihe der St. Egydyer Eisen- und Stahlwerke vor. Ein lotrecht aufgehängtes Seil von 99 t rechnerischer Bruchfestigkeit bei 165 kg/mm² Zerreißfestigkeit des Stahlmaterials wurde seitlich von zwei Rädern mit je 316 kg belastet, die darauf dauernd auf- und abfahren. Die weiteren Angaben enthält die folgende Zusammenstellung:

Versuch	1	2	3	—
Fahrtgeschwindigkeit m/sek	1,72	2,92	2,92	
Seilspannkraft t	25	20	15	0
Rechnerische Sicherheit . . .	3,96	4,95	6,60	—
Zahl der Brüche und Doppelfahrten.	2 83 240	2 74 420	} 27 94 995 (zugleich)	
	3 180 380	3 80 720		
	4 339 440	4 110 120		
	5 352 420	6 147 220		
		9 161 480		
		11 191 540		
Parabel dritter Ordnung:	389 000	205 000	95 000	15 000 Doppelfahrten

Die Zusammenstellung lehrt, daß das Seil vollständig verbraucht ist, wenn bei derselben Belastung 316 kg die Anzahl der Biegungen auf einer Parabel dritter Ordnung liegt, deren Hauptpunkte die letzte Zeile angibt. Ferner ist ihr zu entnehmen, daß der Verschleiß bei großer Sicherheit gegenüber der reinen Zugspannkraft verhältnismäßig schnell erfolgt.

Trotz der anscheinend ziemlich kleinen Zahl der ausgehaltenen Doppelbiegungen, entsprechend einer Berg- und Talfahrt, die der doppelten Verwindung der Drähte und besonders dem Kreuzschlag zu verdanken ist, genügt sie, um eine Liegedauer von mehreren Jahrzehnten zu überstehen. Die ersten Drahtbrüche verschleißt man wieder elektrisch.

361. Die Drahtbruchschellen.

Die meist gebräuchlichen Schellen der Art bestehen aus einem einfachen Blech, das über den Drahtbruch geschraubt wird. Da sich nun das Seil dauernd etwas längt (Absatz 362) und dabei entsprechend dünner wird, so lockern sich diese Schellen, besonders bei verhältnismäßig neuen Seilen, im Laufe der Zeit und können dann, wenn darauf nicht gut geachtet wird, von den Wagenrädern verschoben werden. Manche Seile haben auch das Bestreben, sich so zu verdrehen, daß der Klemmflansch der Schelle gelegentlich seitlich steht und die Wagenräder dagegen stoßen.

Zur Vermeidung der letzteren Unzuträglichkeit hat man die Schellen aus dem vollen hergestellt und durch Scharnierstifte auf dem Seil befestigt. Ihrer Einführung stand jedoch der hohe Preis entgegen und der Mangel, daß die erstbeschriebene Lockerung und daraus folgende Verschiebung doch eintrat.

In letzter Zeit ist nun von A. Bleichert & Co. eine neue patentierte Schelle herausgebracht worden, die in Massenfabrikation hergestellt

sehr preiswert ist und beide Nachteile ausschließt. Sie ist zweiteilig aus Stahlblech von 6 mm Stärke gepreßt und wird durch Drahtbunde auf dem Seil befestigt. An der Bruchstelle wird zwischen den beiden Drahtenden eine Art Zapfenkeil geschoben und mit Bindendraht beiderseits vom Bruch festgemacht. Er legt sich dann in die Aussparung, die im Innern der Schelle für die beiderseitigen Drahtbunde gelassen ist, und verhindert so jede Verschiebung.

362. Die Seildehnung.

Ständig unter derselben Spannkraft stehende Seile dehnen sich dauernd. Diese Dehnung ist zu Anfang ziemlich groß und klingt erst mit der Zeit bis zur Unmerklichkeit ab.

Es ist daher in den Spannstationen öfters nachzusehen, ob die Gewichtskästen noch frei schweben, oder ob sie etwa zum Aufsitzen gekommen sind. Würde letzteres eintreten, so würde damit auch die Wirkung der Spannungsgewichte auf die Seile aufhören. Um das zu vermeiden, sind die Trageile rechtzeitig zu verkürzen.

Ebenso nachteilig würde es sein, wenn durch die Dehnung der Trageile die Anschlußkupplung, die das Spannseil oder die Spannkette mit dem Trageil verbindet, auf die Seil- oder Kettenrolle auflaufen würde. Auch in diesem Falle sind die Trageile zu verkürzen, um den sonst eintretenden Bruch der Kupplung zu verhüten.

363. Das Entspannen und Umlegen der Seile.

Im Interesse der Betriebssicherheit empfiehlt es sich, die Trageilkupplungen in größeren Zeitabständen neu aufzuziehen, die Seilenden also nachzuschneiden. Dieses Nachschneiden muß selbstverständlich unter der Aufsicht eines mit derartigen Arbeiten genau vertrauten Monteurs erfolgen. Man zieht zu dem Zwecke alle Wagen von der Strecke herein, entlastet die Trageile und nimmt sie von den Stützen herunter. Nun bindet man die Seile sorgfältig hinter den Kupplungen ab und trennt die Kupplung mit dem in ihr enthaltenen Seilstück durch einen kurz hinter ihr geführten Sägeschnitt ab. Die Seile überläßt man dann eine Zeitlang sich selbst.

Dabei werden sich die in dem entlasteten Seile etwa noch vorhandenen Spannungen ausgleichen und es werden sich in der Regel die Deckdrähte an den Seilenden mehrere Zentimeter über die Kerndrähte hinauschieben. In der Monteursprache heißt es, die obere Lage ist von den darüber wegrollenden Wagen etwas ausgewälzt worden. Der Ausdruck ist im allgemeinen unzutreffend; er würde nur dann Berechtigung haben, wenn tatsächlich jeder Draht der Decklage auf einer längeren Strecke zwischen dem Wagenrad und den darunter befindlichen Drahtlagen zusammengepreßt würde, aber nicht, wo nur eine nahezu punktweise Berührung schräg hintereinander liegender Drähte erfolgt. Die Ursache ist vielmehr folgende: Die inneren Drahtlagen haben bei der Herstellung des Seiles eine wesentlich größere Biegung erfahren als die äußeren, die jedenfalls bei ihnen weit über die Streckgrenze des Materials hinausgegangen ist, so daß sie nur eine geringe federnde Deh-

nung besitzen, die bei den äußeren, viel weniger stark gebogenen, einen wesentlich höheren Betrag hat. Durch die Biegung des Seiles unter den Wagenlasten werden nun die Drähte der äußeren Lage viel mehr hin und her bewegt als die inneren, so daß mit der Zeit die durch das Aufwickeln unter Druck erzeugte Reibung zwischen den einzelnen Lagen an der äußeren immer kleiner wird. Ein hinreichend lange benutztes Seil wird also infolge der größeren Federung der Drähte der äußeren Lage und der nur noch geringen Reibung, die sie zurückhält, im allgemeinen eine Streckung der äußeren Lage zeigen, wenn sie sich beim Abtrennen von den Kupplungen bemerkbar machen kann.

Es kann aber bisweilen auch der umgekehrte Fall eintreten, daß sich die Deckdrähte hinter die Kerndrähte zurückziehen, wenn diese eine gewisse Überbeanspruchung erfahren haben. Die Beanspruchung der inneren Drahtlagen durch die dauernd wirkende Zugbelastung ist ja, wie schon S. 51 nachgewiesen wurde, immer größer als die der äußeren. Sie erfahren also unter Umständen schon eine bleibende Dehnung, wenn die äußere, weniger beanspruchte Drahtlage noch vollkommen elastisch gedehnt worden ist. Beim Durchschneiden eines solchen Seiles schnellen dann die Drähte der äußeren Lage wieder zurück, während die inneren die einmal erhaltene bleibende Dehnung nicht wieder rückgängig machen.

Bei einem allerdings fehlerhaft geschlagenen Seil einer ausländischen Anlage machte sich das sogar an dem ausgespannten Seil deutlich bemerkbar. Die inneren Lagen übernahmen infolge der mangelhaften Bauweise des Seiles weitaus den größten Teil der Anspannung und dehnten sich ziemlich erheblich, während die Decklage vollkommen elastisch blieb. Da die Enden aller Drahtlagen gleichmäßig festgehalten werden, so verbog sich das Seil in solchen, der Schraubenlinie der äußeren Lage entsprechenden Korkenzieherwindungen, wie sie die an Ort und Stelle aufgenommene Abb. 624 wiedergibt.

Beide Überlegungen lehren, daß den Drähten zur besseren Erhaltung der Seile gelegentlich durch das beschriebene Abtrennen ein Ausgleich geboten werden muß. Haben sich so alle Spannungen im Seil nach Möglichkeit ausgeglichen, so werden die Enden glatt geschnitten und die Kupplungen neu aufgezogen. Dieses Nachschneiden der Seile und Neuaufziehen der Kupplungen hat bei sehr stark belasteten Anlagen etwa alle zwei Jahre zu erfolgen, während bei weniger stark beanspruchten Bahnen größere Zeiträume zulässig sind.

Die in Absatz 360 angezogene Statistik zeigt ferner, daß es sehr vorteilhaft ist, bei der Entspannung der Seile auch eine Umlegung vorzunehmen derart, daß die am meisten gefährdeten Stellen dicht vor den Stützen eine andere Lage erhalten. Die Lebensdauer kann durch diese einfache Maßnahme glatt verdoppelt werden, allerdings nicht wesentlich über die oben als Grenze angegebenen 6 Millionen Biegungen hinaus.

Schließlich folgt daraus noch das eine, daß selbst eine als gut allgemein anerkannte Drahtseilfabrik i. M. unter etwa 15 Seilstücken eins liefert, dessen Lebensdauer anscheinend aus irgendwelchen, bei der Herstellung als nebensächlich vernachlässigten Vorgängen ganz erheblich geringer ist als die der anderen und selbst bei günstigster Lage auf

der Strecke höchstens 2 Millionen Biegungen beträgt. Leider sind die betreffenden Mängel bei der Anlieferung des Seilstückes gar nicht zu erkennen.

364. Die Schmierung der Tragseile.

Um die Seile gegen den Einfluß der Atmosphärien zu schützen, was besonders in Gegenden mit stark entwickelter Industrie wichtig



Abb. 624. Verformung eines fehlerhaften Laufseiles.

ist, sind sie von Zeit zu Zeit, wenn möglich monatlich einmal, mit einem dünnflüssigen, säurefreien Öl zu schmieren, das jedoch eine gewisse Wärmebeständigkeit haben muß, um auch eine kräftige Sonnenbestrahlung ohne Schaden zu ertragen.

Für diese Seilschmierung werden zwei verschiedene Formen von Schmierapparaten benutzt. Die eine Form (Abb. 625) wird an das Laufwerk eines Wagens angehängt und besteht aus zwei Ölkästen, aus denen je ein vermittels eines Drosselhahnes geregelter Ölstrahl auf das Tragseil fließt, der dann durch eine angehängte Bürste über die Seiloberfläche verteilt wird. Diese Schmier-

kästen empfehlen sich jedoch nur für kürzere Strecken, da die Ölmenge, die mitgeführt werden kann, verhältnismäßig gering ist und bei einem unvorhergesehenen Stillstand der Bahn, der z. B. durch das vorüber-

gehende Fehlen von Fördermaterial verursacht werden kann, alles Öl nutzlos auströmt.



Abb. 625. Tragseilschmierapparat für kurze Bahnen.

Man benutzt deshalb mehr und mehr, besonders für längere Linien, Schmierapparate, die nur während der Fahrt des Wagens wirken. Eine der Firma A. Bleichert & Co. patentierte Ausführung veranschaulicht die Abb. 626. An einem gewöhnlichen Laufwerk, das in der üblichen Weise mit dem Zugseil gekuppelt wird, hängt an einem aus Gasrohren gebildeten Gehänge der zur Aufnahme des Öles dienende Blechkasten. Darunter sitzt eine Kapselpumpe, die von den Laufrollen aus durch eine Kette angetrieben wird und das Öl durch die hohlen Gehänge in den Mittelbolzen des Laufwerkes drückt, von wo es dem Seil zufließt. Bei

Schiefstellung des Gehänges und in Steigungen gleicht eine Spannrolle an dem gewichtsbelasteten Hebel die Spannungen der Antriebskette aus.

Die J. Pohlig A.-G. hängt den gleichfalls patentierten Schmierwagen mittels einer kurzen Zugstange an einen gewöhnlichen Seilbahnwagen an (Abb. 627). Die Pumpe befindet sich im Innern des Ölkastens und wird durch eine senkrechte, von den Laufrädern mit Hilfe einer Zahnradübersetzung angetriebene Welle bewegt. Das Öl wird von ihr durch den Zwischenraum zwischen der Welle und dem umgebenden Schutzrohr zu einem kleinen Regelventil am Laufwerk gefördert, von wo es auf das Seil fließt. Bei starker Drosselung dieses Ventils läuft ein Teil des von der Pumpe angesaugten Öles durch ein Rückschlagventil wieder in den Ölkasten zurück.

Außer den Tragseilen ist noch eine Auflagerung in den Auflagerschuhen von Zeit zu Zeit mit Starrfett zu schmieren.

365. Die Dehnung und Verkürzung des Zugseiles.

Die Zugseile, die stets zur Erhöhung der Biegsamkeit eine Hanfseele besitzen, dehnen sich ebenfalls im Laufe der Zeit unter dem Einfluß des Lastzuges. Ihre Streckungen können ganz beträchtlich

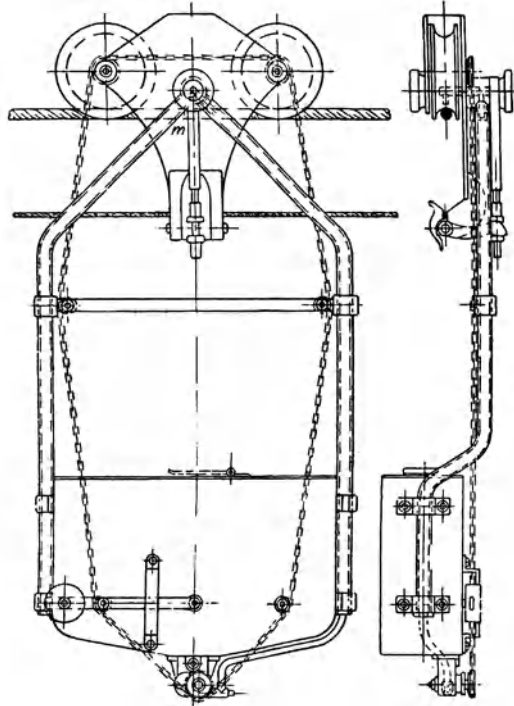


Abb. 626. Tragseilschmierwagen für lange Bahnen (Bleichert).

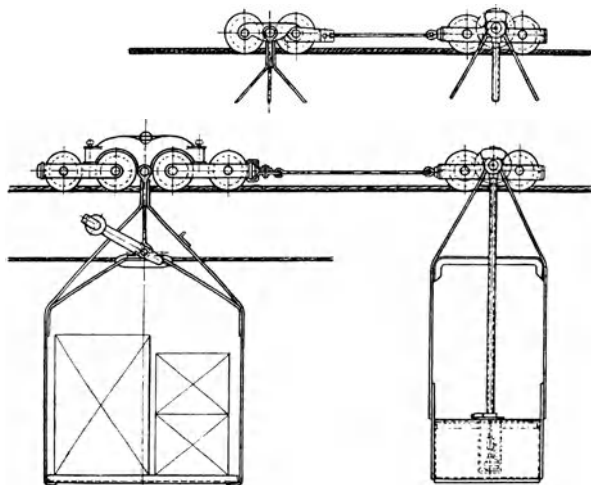


Abb. 627. Schmierwagen als Anhänger (Pohlig).

werden und bis zu 1 vH der ursprünglichen Länge anwachsen; natürlich sind sie zu Anfang am größten.¹⁾ Es wird daher die wagerechte Spannscheibe des Zugseiles einige Zeit nach Aufnahme des Betriebes bis in ihre Endstellung zurückgegeben, so daß das Spannungsgewicht nicht mehr wirken kann. Das Zugseil muß dann auseinandergeschnitten und von neuem gespleist werden, wodurch die erforderliche Verkürzung erzielt wird.

Bei Anlagen mit selbsttätigen End- oder Kurvenumführungen muß darauf geachtet werden, daß die wagerechte Spannscheibe nie bis in ihre Endstellung zurückgeht, da sonst die Übersicht über die Spannung im Zugseil aufhört und es leicht eintreten kann, daß das schlaff gewordene Seil von den Kurvenführungsscheiben herunterfällt.

Ist die Verkürzung des Zugseiles erforderlich geworden, so wird das Spannungsgewicht hochgezogen, wodurch der Schlitten mit der Spannscheibe nach der Anfangsstellung rückt. Der Schlitten darf aber auch nicht zur festen Anlage an die Anfangsstellung kommen, da dann ebenfalls die Kontrolle über die Zugseilspannung verlorengehen würde und das zu stark gespannte Zugseil im Betriebe Schaden verursachen könnte.

Das Neuspleißen des Seiles (siehe Absatz 34) soll nur von Leuten besorgt werden, die mit dieser Arbeit vollkommen vertraut sind, da die Haltbarkeit des Zugseiles wesentlich von der guten Ausführung der Spleißung abhängt. Es empfiehlt sich daher, sie von einem Spezialmonteur vornehmen zu lassen.

366. Betriebsschädigungen des Zugseiles.

Für seine Lebensdauer ist von ausschlaggebender Bedeutung die Stärke und Häufigkeit des Klemmdruckes der Kupplungsapparate. Ist bei stark geneigten Bahnen ein hoher Klemmdruck erforderlich, so muß

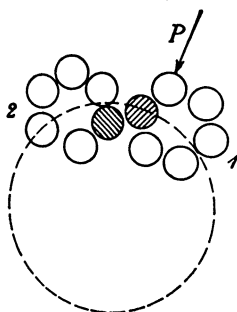


Abb. 628. Drahtkreuzungen im Zugseil.

er durch geeignete Ausführung der Klemmbacken wenigstens auf eine entsprechende Länge verteilt werden. Natürlich spielt auch die Behandlung, die es erfährt, eine Rolle. Es ist vor allem darauf zu achten, daß es nicht etwa beim Abgleiten von einer Trag- oder Führungsrolle längere Zeit an der Eisenkonstruktion der Station scheuert, und selbstverständlich ist es auch sonst vor Beschädigungen jeder Art zu bewahren.

Bei sehr kurzen Bahnen und bei solchen mit großer Geschwindigkeit kann es nach längerer Betriebszeit vorkommen, daß sich die versteckten Enden der Zugseilspleißung lösen, besonders dann, wenn die Rillen der Schutz- und Führungsrollen über den halben Seildurchmesser eingelaufen sind. Tritt ein solcher Fall ein, dann sind die gelösten Litzen sogleich wieder gut im Seil zu verstecken, da sie sonst im Betriebe unter Umständen auf größere Länge herausgerissen werden können.

¹⁾ Versuchsangaben: Stephan, Dinglers polyt. J. 1915.

Bisweilen tritt eine eigenartige Beschädigung dadurch ein, daß in bestimmten Abständen zwei Drähte benachbarter Litzen, die in Abb. 628 durch Schraffieren hervorgehoben sind, sich kreuzen. Denn wenn der betreffende Draht der Litze 1 nach vorn zu ansteigt, so senkt sich der daneben liegende der Litze 2. Greift nun die Klemme des Kupplungsapparates etwa nur an der einen Litze an, so wird diese etwas in die Hanfseele hineingepreßt und verdrückt unter Umständen die entgegenstehende Oberfläche des Gegendrahtes. Es ergaben sich so in einem Fall im Innern des betreffenden Seiles nach verhältnismäßig kurzem Gebrauch in regelmäßiger Folge ziemlich tiefe Einkerbungen¹⁾, die natürlich zu Beanstandungen des Seiles führten. Ein sicheres Mittel dagegen ist nur, die Hanfseele durch eine Drahtlitze zu ersetzen, die aber besonders biegsam und elastisch sein müßte, also mit einem großen Schlagwinkel der Drähte anzufertigen wäre. Da die Zugseile der Drahtseilbahnen im allgemeinen nur über recht große Scheibendurchmesser gebogen werden, so sind Bedenken dagegen kaum vorhanden, und ein dahingehender Versuch dürfte sich wohl lohnen.

367. Die Abnutzung der Seilscheiben.

Der gute Zustand der Ausliederung der Antriebsseilscheiben ist ebenfalls von Bedeutung für die Lebensdauer des Zugseiles. Man muß daher die Ledereinlagen erneuern, bevor sie ganz ausgelaufen sind, damit das Zugseil sich nicht in die Seilscheibe einläuft und dadurch selbst verschlissen wird. Das Einsetzen einer neuen Ledereinlage kann, wenn die Bedienung der Drahtseilbahn entsprechend angelernt ist, leicht von dieser ausgeführt werden.

Die Schutzrollen und Führungsseilscheiben in den Stationen sind ebenfalls häufig hinsichtlich der Abnutzung durch das Zugseil zu untersuchen. Die Rollen und Scheiben oder ihre Einlagen sind auszuwechseln, sobald sich das Zugseil auf seine halbe Stärke eingearbeitet hat. Steht eine Drehbank zur Verfügung, so können die Ringeinlagen aus den Rollen herausgenommen und ihre Rillen auf der Bank um so viel ausgedreht werden, daß das Zugseil in ihnen wieder seitlich frei wird.

368. Die ungleichmäßige Abnutzung der Seilrillen.

Bei Anlagen, die mit mehrrilligen Seilscheiben ohne selbsttätigen Spannungsausgleich (vgl. Absatz 130) am Antriebsvorgelege arbeiten, zeigt sich öfter eine ungleichmäßige Abnutzung der Rillen, hervorgerufen durch die ungleichen Spannungen in den einzelnen Seilsträngen. Die Rille, die den auflaufenden, am stärksten gespannten Seilstrang aufnimmt, nützt sich erfahrungsgemäß etwas schneller ab und erhält dadurch allmählich einen kleineren Durchmesser als die folgende Rille. Da die kleinere Rille dann weniger Seil heranbringt, als die größere mit dem ablaufenden Seil gebraucht, so können zwei Fälle eintreten.

Entweder gleitet das Seil gleichmäßig auf der größeren Rille und bewirkt durch den so entstehenden Verschleiß der Rillenausfütterung

¹⁾ Vgl. auch Rudeloff: Verh. d. Ver. f. Gewerbefleiß 1919.

wieder den Ausgleich, was wohl meistens, wenigstens bei guter Schmierung des Seiles, zutrifft. Oder es entstehen immer weiter anwachsende schädliche Spannungen in den beiden Seilstücken zwischen der Antriebs-scheibe und der davorliegenden Umführungsscheibe, die sich schließlich so weit steigern können, daß das Seil auf der größeren Rille der Antriebs-seilscheibe ruckweise nachrutscht, was sich dann durch heftige Stöße im Betriebe und einen unregelmäßigen Gang des Antriebsvorgeleges bemerkbar macht.

Die Folgen dieser Unregelmäßigkeit sind oft Brüche einzelner Teile des Antriebsvorgeleges; auch muß notwendigerweise das Zugseil hierbei leiden. Es ist deshalb nötig, den Durchmesser der Seilrillen von Zeit zu Zeit einer genauen Kontrolle zu unterwerfen und, sobald sich ein größerer Unterschied zeigt, die größere Rille mit einer entsprechend geformten Raspel oder einem ähnlichen Werkzeuge nachzuarbeiten. Auch läßt sich bei den meisten Anlagen der Übelstand einfach dadurch beheben, daß das Seil umgelegt wird, d. h. daß man den auflaufenden Strang in die Rille mit größerem Durchmesser einführt, dagegen den ablaufenden Strang um die Rille von kleinerem Durchmesser.

369. Die Schmierung des Zugseiles.

Sorgfältig ist auf gute Schmierung und sicheren Rostschutz der Zugseile zu achten. Hierfür ist am vorteilhaftesten ein besonderer Firnis zu verwenden, der sowohl in die Litzen zwischen den einzelnen Drähten hineindringt, als auch ihre Oberfläche sicher überdeckt, damit die Hanf-

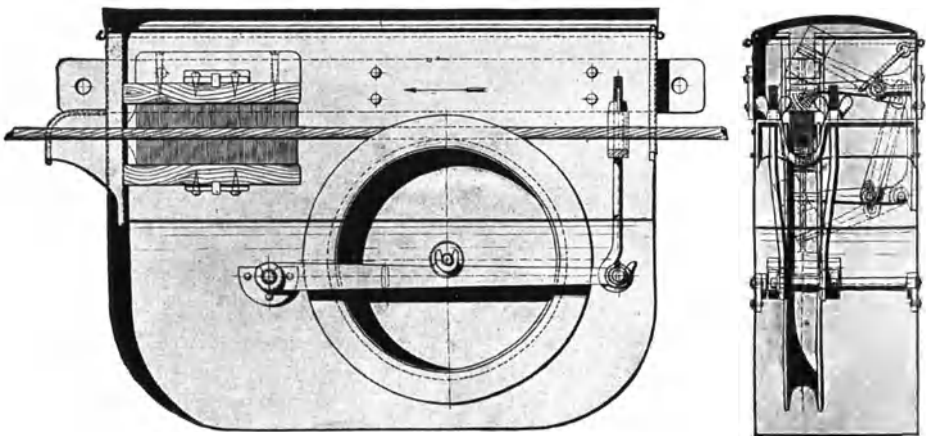


Abb. 629. Zugseilsmiervorrichtung (Bleichert).

seele sich nicht mit Regenwasser vollsaugen kann, was das Seil von innen heraus zum Rosten bringen würde. Verzinnte oder verzinkte Drähte werden im Drahtseilbahnbau nicht verwendet, weil die Herstellung des nichtrostenden Metallniederschlags die Oberfläche der hartgezogenen Drähte verändert, derart, daß die Gesamtfestigkeit des Materials heruntergeht.

Empfehlenswert, weil es sich stets gut bewährt hat, ist das speziell als Zugseilfirnis hergestellte Diaporin. Diesen Firnis kann man bei Anlagen von geringer Länge während des Betriebes in der Weise auftragen, daß man das Seil durch Lappen laufen läßt, die mit der Flüssigkeit getränkt sind. Für längere Bahnen erfolgt das Schmieren des Zugseiles am besten und billigsten und ohne jede Betriebsstörung mit Hilfe eines Zugseilschmierapparates, von dem die Abb. 629 die Bleichertsche Konstruktion darstellt. Das Schmiermaterial wird darin dem Zugseil vermittels einer Rolle zugeführt und durch zwei Bürsten darauf verteilt.

Das Firnissen sollte besonders während des Winters allmonatlich vorgenommen werden, damit die Drähte sicher von Rostbildungen freibleiben. Zu bemerken ist noch, daß das Schmieren der Seile nur an ganz trockenen Tagen geschehen darf, da sie das Öl nicht annehmen, wenn sie mit Feuchtigkeit beschlagen sind.

370. Die Unterhaltung und Beaufsichtigung der Strecke.

Die ganze Bahnlinie ist von Zeit zu Zeit einer genauen sorgfältigen Besichtigung zu unterwerfen, bei der namentlich auch die richtige Stellung der Stützen zu prüfen ist — gerade Holzstützen können sich in Wind und Wetter ganz eigenartig verziehen — außerdem ist darauf zu achten, daß die darauf befindlichen Tragrollen für das Zugseil sich stets leicht drehen. Wenn die Stützen und Stationen in Holz ausgeführt sind, müssen in der ersten Betriebszeit die Muttern der Holzverbandschrauben und der Fundamentanker in regelmäßigen Zeitabständen nachgezogen werden, bis das Schwinden des Holzes infolge seines Austrocknens aufgehört hat.

Eine oberflächliche Untersuchung der Bahnstrecke durch Begehen hat möglichst täglich vor Beginn des Betriebes durch die an den Stationen beschäftigten Arbeiter zu erfolgen, um böswillige oder anderweit entstandene Beschädigungen an der Bahnlinie noch vor Beginn des Betriebes beseitigen zu können. Hierbei ist auch darauf zu sehen, ob sich etwa in den Gruben unter den Spannungsgewichten Wasser angesammelt hat, das sofort zu entfernen ist. Denn wenn auch die Wirkung der Spannungsgewichte durch den Auftrieb des Wassers im allgemeinen nur wenig verringert werden dürfte, so setzt sie aber ein darauf eintretender Frost gänzlich außer Tätigkeit.

Außerdem hat, besonders bei größeren Anlagen, der Aufseher selbst die Verpflichtung, einmal täglich die Bahnstrecke zu begehen und abwechselnd die einzelnen Unterstützungen zu beseitigen, um sich von der Beschaffenheit der Trageile, Auflagerschuhe, Schutzrollen usw. zu überzeugen.

Das Betreten und Befahren der Bahnlinie durch Unbefugte ist natürlich streng zu untersagen.

371. Die Betriebsüberwachung.

Es ist natürlich für den Betriebsleiter von hoher Bedeutung, stets genau feststellen zu können, ob die Förderung in der gewünschten Weise stattgefunden hat.

Früher schrieb man zu dem Zweck dem Aufseher der Bahnanlage vor, über die Zeiten, in welchen die Bahn lief, genaue Aufschreibungen zu machen und etwaige Störungen und ihre Gründe in seinem Tages-

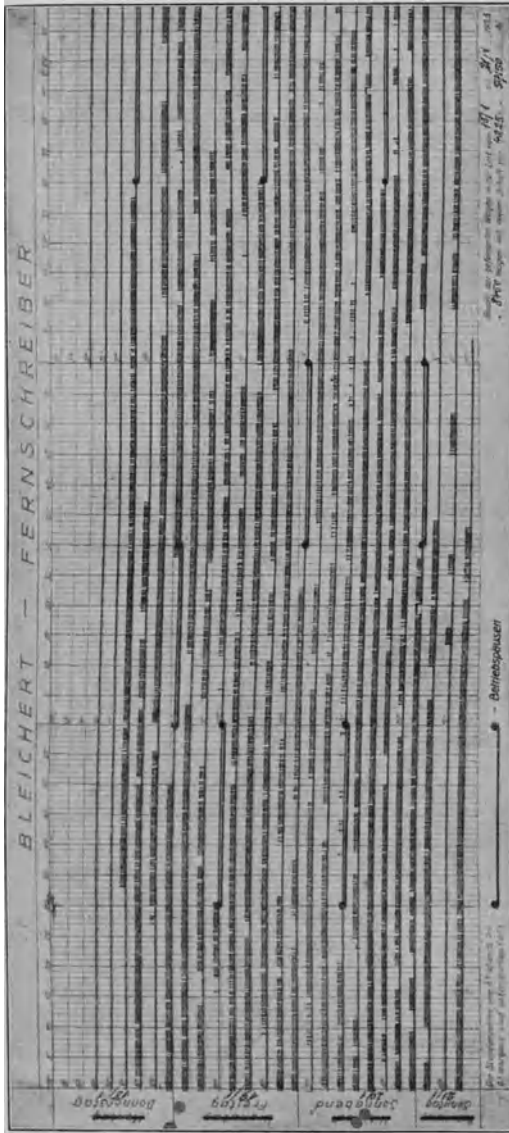


Abb. 630. Diagrammblatt eines Bleichertschen Fernschreibers.

bericht aufzuführen. Diese Berichte waren am Ende jeder Woche in einzelnen Betrieben sogar monatlich einzureichen. Dann ist es aber oft zu spät, nach den Gründen einzelner Unregelmäßigkeiten zu forschen; jedenfalls dürfte es nicht immer gelingen, über derartige, längere Zeit zurückliegende Vorgänge noch einwandfreie Auskünfte zu erhalten. Zweckmäßiger ist es, daß der nach einem bestimmten Schema abgefaßte Betriebsbericht jedesmal am nächsten Morgen vorgelegt und sofort durchgesehen wird.

Die beste Kontrolle bietet entschieden ein selbsttätig arbeitender Apparat, der den zeitlichen Verlauf der Förderung so aufschreibt, daß das Ergebnis mit einem Blick übersehen werden kann. Seinen Platz erhält er am besten gleich im Arbeitszimmer des Betriebsleiters. Auf einem darauf festgesteckten Dia-

grammpapier mit Stundeneinteilung wird von jedem Wagen durch einen kurzen Stromstoß einer kleinen Batterie ein zur Zeitachse senkrecht stehender Strich gezogen. Dadurch entsteht schließlich eine Dar-

stellung, wie die der Abb. 630, die ein Blatt eines Bleichertschen Fernschreiber wiedergibt. Man kann hiernach jeder Unregelmäßigkeit unter Umständen sofort auf den Grund gehen.

372. Die Bereithaltung von Ersatzteilen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch die Notwendigkeit hervor gehoben, daß die erforderlichen Ersatzteile von Anbeginn an vorhanden sind. Hierzu gehören Ersatzstücke für die Antriebszahnradgertriebe, für die Vorlegeteile, Seilscheiben, Schlitten, Spannseile, Schutzrollen, Trageilkupplungen mit allem Zubehör, Tragrollen für das Zugseil, einige Hängeschuhe für die Stationen, Seilschellen, Ersatzstücke für die verschiedenen Teile der Laufwerke und Wagen.

Auch ist es dringend zu empfehlen, eine Trageillänge für alle Fälle in Bereitschaft zu haben.

Anhang: Die Elektrohängebahnen.

373. Geschichtliche Vorbemerkungen.

Die ersten Gedanken, Lasten mittlerer Größe vermittels Elektromotoren freischwebend zu bewegen, tauchten in England bald nach

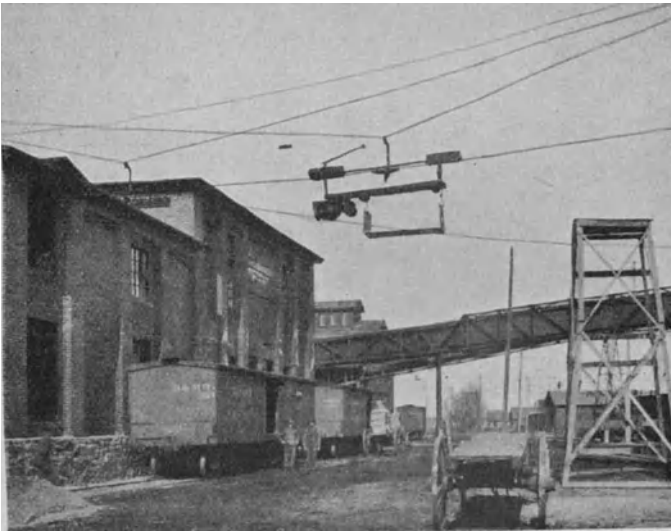


Abb. 631. Ältere amerikanische Elektrohängebahn mit Seilfahrbahn.

Einführung der elektrischen Straßenbahnen auf. Am bekanntesten sind die 1885 begonnenen Versuchsbahnen von Jenkins geworden, die aber nicht zur praktischen Einführung kamen. Verwirklicht wurden sie erst

längere Zeit nachher in Amerika, wo diese „Telpherlinien“ als bequemes Hilfsmittel für den Innentransport von Werkstätten und Lagerhäusern einige Verbreitung fanden.

Sie arbeiteten gewöhnlich auf festen Fahrbahnen, doch wurden bei kleineren Lasten auch stark gespannte und natürlich häufig unterstützte bzw. aufgehängte Drahtseile dazu verwendet, wie z. B. die Abb. 631 zeigt. An dem Laufwagen befand sich damals schon ein ebenfalls elektrisch betriebenes Windwerk, um die Plattform nach Bedarf heben und senken zu können. Sehr häufig wurde der Wagen bzw. Wagenzug von einem mitfahrenden Mann gesteuert und über die Strecke geführt.

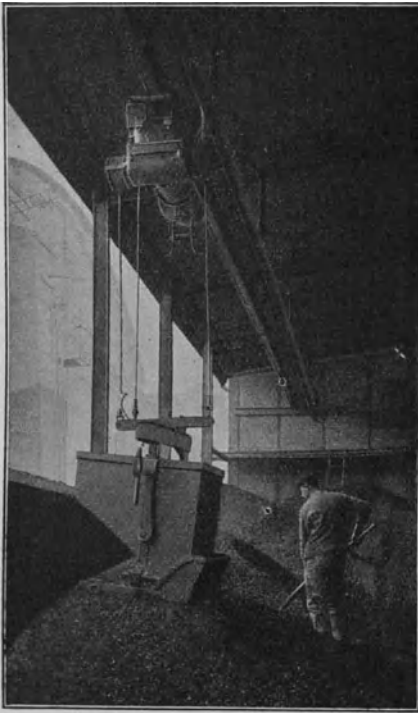


Abb. 632. Beladestation einer Pendelbahn (Bleichert).

In Deutschland wurde dieses Fördermittel mit ausschließlich fester Fahrbahn von A. Bleichert & Co. 1903 unter dem Namen „Elektrohängebahn“ eingeführt. Hier erfolgte dann, stets unter Führung der genannten Firma, deren Obergeringieur Müller bis zu seinem Tode hervorragenden Anteil daran hatte, die weitere Ausbildung zu dem heutigen, sich jedem gegebenen Grundriß und allen sonstigen Betriebsbedingungen aufs beste anschließenden, nahezu selbsttätigen Transportmittel.

374. Die Einwagenbahn mit Pendelbetrieb.

Die einfachste Anlage ergibt sich, wenn nur ein Wagen auf einer Schiene zwischen den beiden Endpunkten der Strecke hin und her fährt. Sie findet z. B. Anwendung, um die Koh-

len vom Lagerplatz ins Kesselhaus zu schaffen. Die Schiene ist mitten über dem Kohlenlager angebracht und der Wagen wird dort von dem Bedienungsmann an beliebiger Stelle durch Unterbrechen der Stromzuleitung angehalten. Der heb- und senkbare Wagenkasten wird dann durch Einstellen eines beweglichen Kontrollers, der an verschiedene Steckdosen des Lagers angeschlossen werden kann, heruntergelassen und mit der Schaufel gefüllt. Darauf wird der Hubmotor wieder angeschlossen und der Kasten gehoben. Sobald er in der höchsten Stellung angekommen ist, schaltet sich der Hubmotor selbsttätig aus und der Bedienungsmann gibt jetzt Strom für den Fahrmotor. Der Wagen

fährt ins Kesselhaus und wird dort vom Heizer, wieder durch Unterbrechen der Stromzuleitung, an bestimmter Stelle angehalten und durch Öffnen des Kastenverschlusses entleert. Durch Weiterdrehen des Schalters wird die Stromrichtung umgekehrt, so daß der Wagen wieder zur Beladestelle zurückfährt.

Die beiden Endstellen einer solchen Bleichertschen Anlage veranschaulichen die Abb. 632 und 633. Die in der Maschinenfabrik von Haniel und Lueg in Düsseldorf laufende Bahn hat eine Schienenlänge von 220 m und fördert stündlich 4 t Kohlen unmittelbar in die Trichter der Kesselfeuerungen.

Derartige Bahnen sind nicht nur für Massengüter geeignet, sondern auch für alle anderen, die unter Umständen eine recht sorgsame Behandlung erfordern. So zeigt z. B. die Abb. 634 eine Elektrohängebahn in einer Gerberei beim Herausheben und Umhängen von Häuten in der Wasserwerkstatt. Es werden auf einmal 50 Häute gehoben und transportiert im Gesamtgewicht bis zu 2,5 t. Die Hubgeschwindigkeit



Abb. 633. Entladestation einer Pendelbahn (Bleichert).

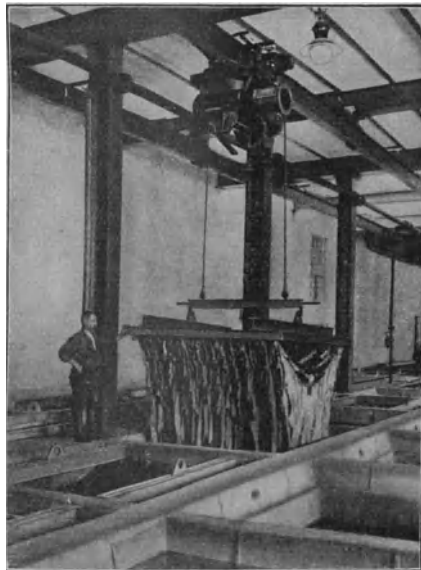


Abb. 634. Elektrohängebahn zum Häutetransport (Bleichert).

keit beträgt 11 m/min, die Fahrtgeschwindigkeit 60 m/min. Erforderlich sind dafür Motoren von 9 bzw. 2 KW Höchstleistung. Der ganze Transportbetrieb der Wasserwerkstatt, die wöchentlich 3000 Häute verarbeitet, wird mit der Elektrohängebahn von nur 2 Mann bewältigt.

Die Fahrschiene ist gewöhnlich ein mittleres Vignol-Profil, das auf einen kräftigen I-Träger genietet ist, wie z. B. im Fall der Abb. 635. Häufig wird der Wagen auch vierrädrig ausgeführt und läuft dann auf den Unterflanschen des I-Trägers (Abb. 662). Die letztere Anordnung gestattet eine bequeme zentrische Aufhängung des Trägers, die erstere ergibt einen einfacheren Aufbau des Wagens.

375. Die Wagen.

Die Skizze eines Wagens, mit einem Kübel von 1 m³ Inhalt für Bodenentleerung, gibt die Abb. 635 nach einer Zeichnung der Allgemeinen Transportanlagengesellschaft wieder. Bei kleinerer Fördermenge und geringerem Wagengewicht genügt schon ein Motor von 0,5 PS Durch-

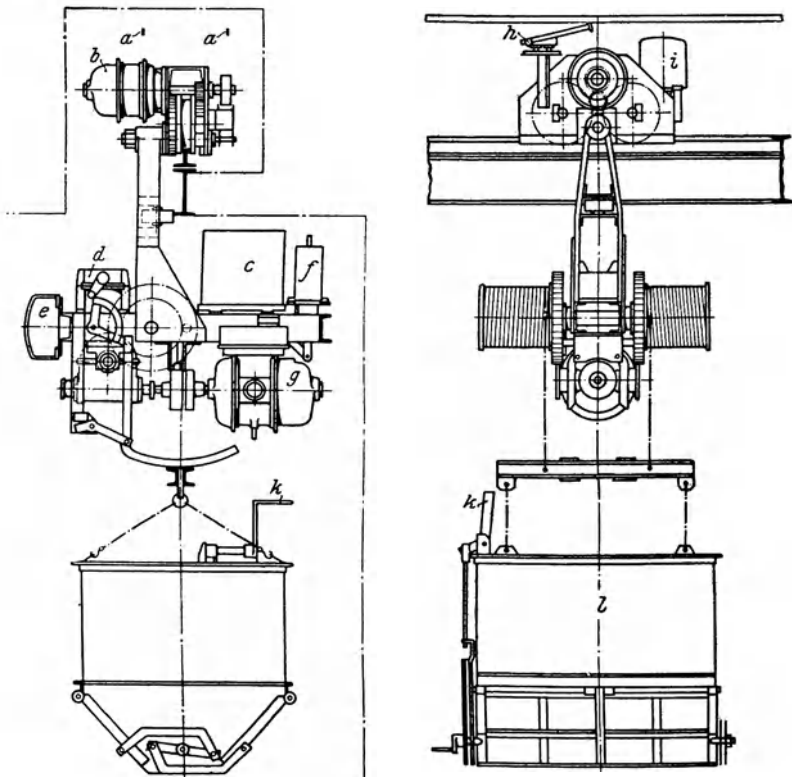


Abb. 635. Elektrohängebahnwagen mit Windwerk (ATG). 1: 37,1.

a Stromzuleitung, *b* Fahrmotor 1 PS, *c* Fernsteuerschalter, *d* Hubendausschalter, *e* Widerstand, *f* Hubbremslüftmagnet, *g* Hubmotor 5 PS, *h* Stromabnehmer, *i* Fahrbremslüftmagnet, *k* Entleerungsanschlag, *l* Kübel 1 m³.

schnittsleistung. Gewöhnlich dient der Fahrbremsluftmagnet als Vorschaltwiderstand für den Fahrmotor, der somit ohne Anlaßwiderstand anläuft.

Selbstverständlich sind die Gewichte aller Einzelteile des Wagens so abgeglichen, daß er genau lotrecht hängt. Wird etwa ein einfacher Wagenkasten ohne Hubvorrichtung verwendet, so muß das Gewicht des seitwärts am Laufpark angebrachten Motors

durch Herüberrücken des Kastens nach der anderen Seite ausgeglichen werden. Die Folge ist, je nach dem Beladungszustand, eine gewisse Neigung nach der einen oder anderen Seite.

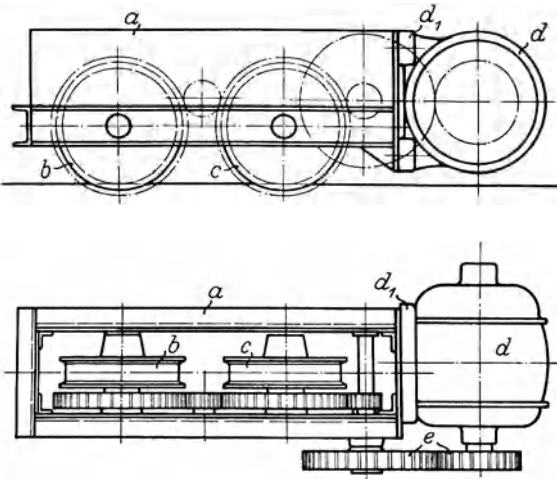


Abb. 636. Laufwerk mit dahinterliegendem Motor (Pohlig).

a Wagenrahmen, *b* und *c* Laufräder, *d* Elektromotor, *d*₁ Seitenplatte des Motors, *e* Zahnradvorgelege.

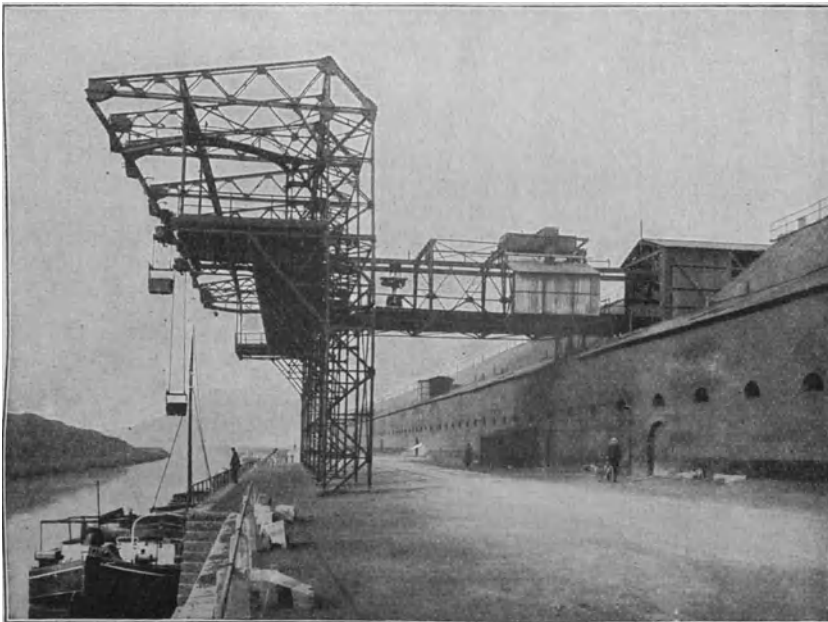


Abb. 637. Elektrohängebahn mit geschlossener Schienenschleife (Bleichert).

Um das zu vermeiden, setzt J. Pohlig A.-G. nach einem neueren Patent den Motor gemäß Abb. 636 hinter das Laufwerk.

Einen sogenannten Unterflanschwagen zeigt die Abb. 662.

376. Die Mehrwagenbahn mit geschlossenem Schienenring.

Werden größere Förderleistungen verlangt, so sind, bei der üblichen Durchschnittsgröße der Wagenkasten, mehrere Wagen zu verwenden. Die Schienenbahn muß dann einen geschlossenen Ring bilden, auf dem die Wagen in annähernd gleichem Abstand stets in derselben Richtung hintereinander herfahren.

Aufsicht ist hier meistens nur an der Beladestelle erforderlich, während an der Entladestelle oft die gelegentliche Umstellung des Entladeanschlages ausreicht. Eine Teilstrecke einer solchen Anlage für eine chemische Fabrik gibt die Abb. 637 nach einer Bleichertschen Ausführung wieder.

377. Die elektrische Blockung der geraden Strecke bei Gleichstrom.

Um das Aufeinanderfahren der Wagen mit Sicherheit zu verhüten, wird der Fahrdrabt in Einzelstrecken von mehr oder weniger großer Länge geteilt, die voneinander isoliert sind. Jeder Wagen schaltet nun

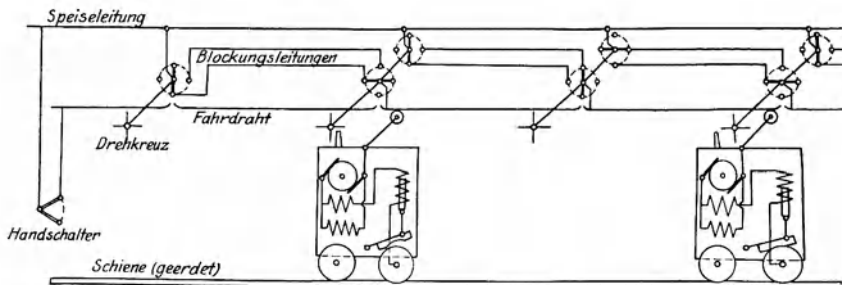


Abb. 638. Blockung von A. Bleichert & Co.

die soeben befahrene Strecke von der Speiseleitung ab und die vorhergehende wieder an.

Da die an den Speiseleitungen liegenden Strecken mit den abgeschalteten regelmäßig abwechseln, so ist die höchstmögliche Wagenzahl gleich der Hälfte aller Blockstrecken.

Eine rein mechanisch betätigte Blockung ist die von A. Bleichert & Co. für Gleichstrom durchgebildete nach Abb. 638. An jeder Unterbrechungsstelle der Fahrleitung befindet sich ein Doppel-Drehwechsler, auf dessen Achse ein Armkreuz sitzt, das von jedem vorüberfahrenden Wagen um eine Vierteldrehung bewegt wird. Gebraucht werden vier Leitungen: eine Speiseleitung, zwei Schaltleitungen, ein Fahrdrabt. Die Rückleitung bildet stets die geerdete Schiene.

An einer Be- oder Entladestelle macht der Wagen mit Hilfe eines besonderen Schalters auch die Blockstrecke stromlos, auf der er selbst steht. Das Anfahren bewirkt dann der dort beschäftigte Arbeiter vermittels eines Drehschalters, der nach Art der sogenannten Hotelschaltung mit der Blockstrecke und dem vom Wagen bewegten Schalter verbunden ist.

Die Fahrmotoren haben Haupt- und Nebenschlußwicklung auf den Polen. Die erstere hat jedoch nur für das Anfahren Bedeutung; beim Fahren bestimmt die Nebenschlußwicklung das Magnetfeld, damit die Fahrgeschwindigkeit von gewöhnlich 1 m/sek, die ausnahmsweise bis 1,5 m/sek gesteigert wird, unabhängig von der Größe der Belastung und des etwaigen Winddruckes bleibt.

Rein elektromagnetisch arbeitet das System der Siemens-Schuckertwerke. Auch hier ist der Fahrdrabt in voneinander isolierte Strecken zerlegt, die sich abwechselnd als Blockstrecken b und als ständig mit der Speiseleistung verbundene Frischstrecken f kennzeichnen. Neben dem Anfang jeder Frischstrecke liegt eine etwa 1,5 m lange Hilfsleitung s , die durch den Stromabnehmerbügel mit f verbunden wird.

Der Blockschalter, den die Abb. 639 darstellt, enthält auf einem U-förmigen Eisenkern MM die beiden Spulen m und n , deren Schaltung

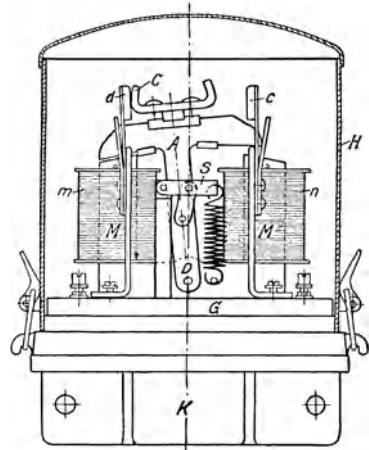


Abb. 639. Blockschalter der Siemens-Schuckertwerke.

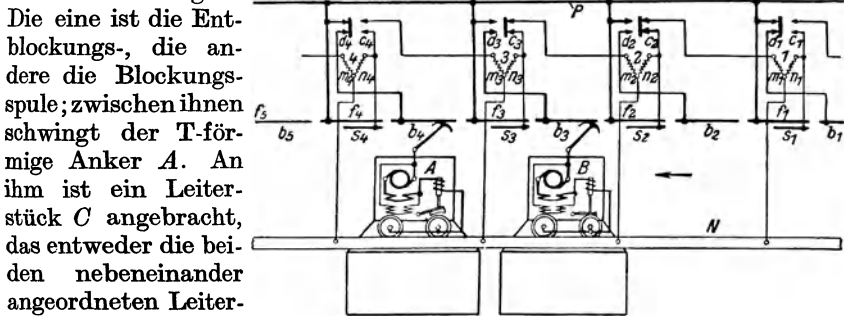


Abb. 640. Schaltungsschema für die Blockung der Siemens-Schuckertwerke.

hält den Anker in der Endstellung fest, bis ein durch eine Ankerspule gehender Strom ihn dorthin anzieht. Das wasserdichte Blechgehäuse H schützt den auf einem Gußeisengestell K angebrachten Apparat vor allen Witterungseinflüssen.

Verläßt nun der Wagen *A* die durch die Brücke d_4 Strom erhaltende Blockstrecke b_4 (Abb. 640), so setzt er durch Verbindung von f_4 und s_4 die Spule n_4 unter Strom; der Anker schlägt dadurch herum, so daß die Blockstrecke b_4 stromlos wird, und schaltet durch die Brücke c_4 die Spule m_3 ein, die im Schalter 3 den Anker von c_3 nach d_4 führt. Damit erhält die Blockstrecke b_3 Strom, und ein etwa dort stehender Wagen *B* kann weiterfahren, bis er am Anfang der jetzt stromlosen Blockstrecke b_4 stehenbleibt.

Bei dem System der A.E.G. hat jeder Wagen außer dem auf der unterbrochenen Hauptleitung $b_1, b_2 \dots$ schleifenden Hauptstromabnehmer noch einen Hilfsabnehmer, der die Hilfsleitungen $c_2 c_4$ berührt (Abb. 641). Diese Hilfsstromleitungen sind nur neben jeder zweiten Blockstrecke ausgespannt und werden durch die Blockschützen $S_1 S_2 \dots$ mit dem positiven Pol der Hauptzuleitung verbunden. Das ist sehr ein-

fach auszuführen, wenn alle Schützen an einer bestimmten Stelle zentralisiert sind.

Bei der gezeichneten Stellung des Wagens W_2 geht ein geringer Nebenschlußstrom durch die Magnet-

wicklung der Schütze S_1 , deren Anker dadurch angehoben wird, so daß die Strecke b_1 stromlos ist. Die Wicklung der

Schütze S_2 ist inzwischen über die Lei-

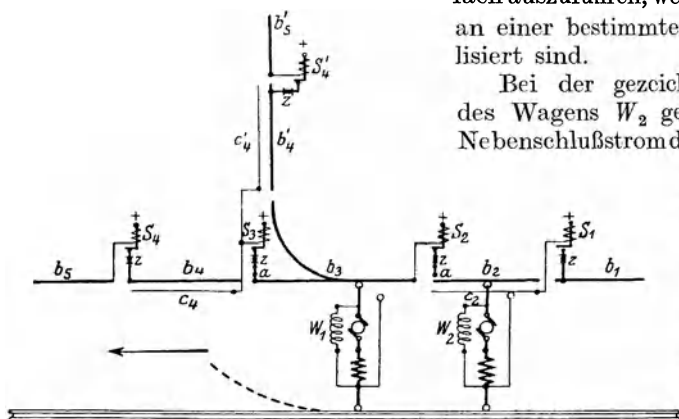


Abb. 641. Blockungsschaltung der A.E.G.

tung b_3 kurzgeschlossen, so daß ihr Magnet nicht ansprechen kann. In dem Augenblick aber, wo der Hauptschleifbügel des Wagens W_2 auf die Leitung b_3 kommt und der Hilfsbügel die Leitung c_2 verläßt, erhält die Leitung b_1 wieder Strom. Inzwischen ist der Wagen W_1 auf die Leitungen b_4 und c_4 übergegangen, wodurch b_3 stromlos wird.

Die Teile z sind die Motorsicherungen, a die Beladausschalter, die an beliebiger Stelle zur Hand des Arbeiters angebracht werden.

Unter Umständen kann man auf diese Blockung verzichten, wenn sich die Wagen in größeren Abständen folgen. Die Fahrmotoren erhalten dann reine Nebenschlußwicklung, so daß sie mit gleichbleibender Geschwindigkeit laufen. Solange die Fahrleistungen und Stromabnehmer in guter Ordnung sind, worauf natürlich besonders geachtet werden muß, geht der Betrieb auch ohne Blockung. Eine solche Anlage von Carstens & Fabian befindet sich z. B. in den Farbenfabriken vorm. Bayer & Co. in Leverkusen, wo 12 Wagen in Betrieb sind.

378. Die Weichenblockung bei Gleichstrom.

Trotzdem viele Elektrohängebahnen nur einen einzigen Schienenring haben, ist es doch oft vorteilhaft, daß die Wagen von dem Hauptring auf Nebstrecken übergehen können, die durch Weichen (Absatz 384) abgeschlossen werden, oder daß die Wagen nicht immer über die ganze Länge des Hauptringes laufen, sondern schon vorher über Querverbindungen zurückgeleitet werden. Die Blockung erhält dann noch die weitere Aufgabe, die Wagen bei offener Weiche vor dem Absturz zu sichern, deren Lösung hier nur an dem System der Siemens-Schuckert-Werke gezeigt werden mag.

Die Abb. 642 bringt das betreffende Schaltungsschema für die Fahrt von der Hauptstrecke auf die Abzweigung. Die Frischstrecke f_3 des Blockschalters 3 befindet sich unmittelbar vor der Abzweigung; auf dem Ring folgt ihr die

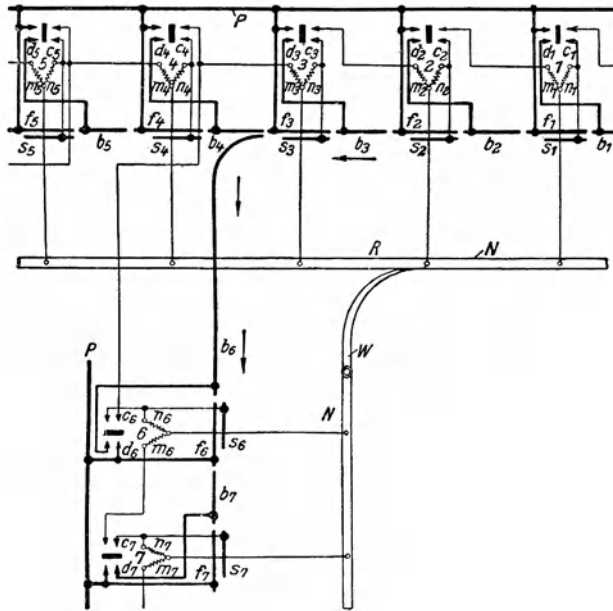


Abb. 642. Schaltung der Siemens-Schuckertwerke für Fahrt auf den Abzweig.

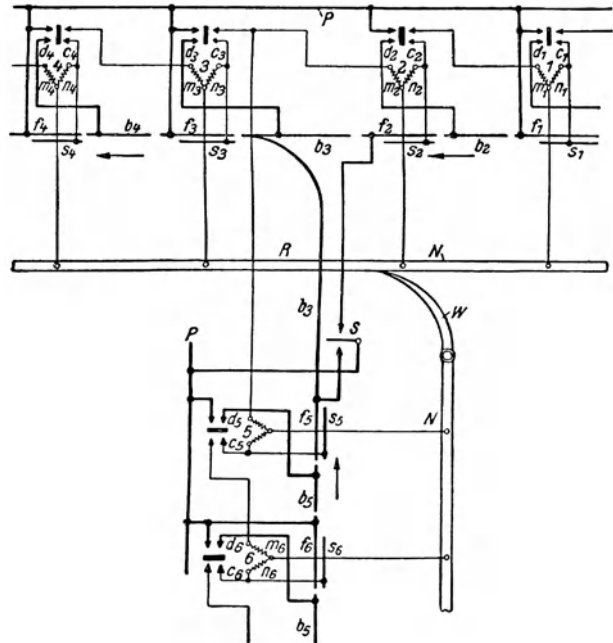


Abb. 643. Schaltung der Siemens-Schuckertwerke für Fahrt vom Abzweig.

Das Schaltungsschema der hierfür von der A.E.G. ausgebildeten Steuerung gibt die Abb. 644, eine Übersicht der damit möglichen Schaltungen die Abb. 645. An den Stellen, wo gehoben oder gesenkt werden soll, liegen neben der Fahrleitung zwei Steuerleitungen, die im zweiten Fall ihren Strom vermittels eines Steckers über einen leicht hin und her zu bewegenden Controller mit eingebauten Widerständen erhalten. Seine Hauptwalze stellt bei Rechtsdrehung die Bewegung Heben und beim Eintreffen des Kübels in der höchsten Stellung die Bewegung Vorwärtsfahren ein. Bei Linksdrehung wird gesenkt, wobei der Motor in reiner Nebenschlußschaltung läuft.

Um auch bei tiefen Kübellagen ein Stück vorwärts oder rückwärts fahren zu können, falls der Wagen nicht genau an der passenden Stelle angehalten worden ist, hat der Controller noch eine Hilfswalze. Sie ist

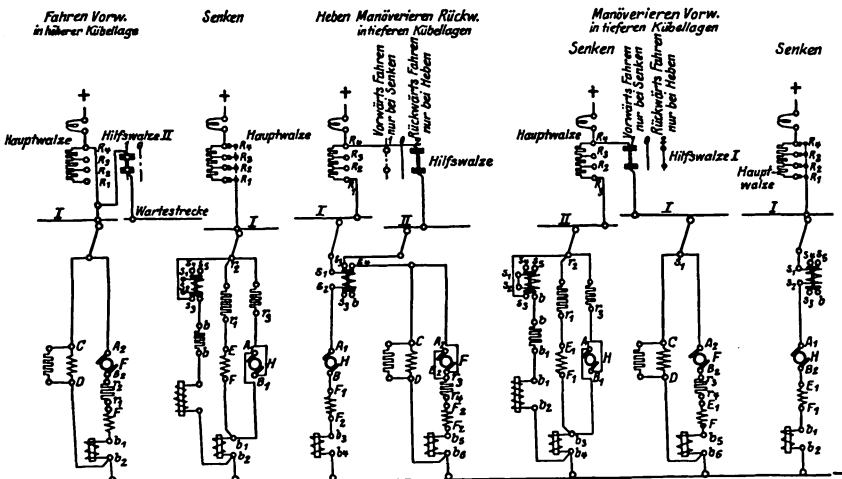


Abb. 645. Zusammenstellung der Schaltungen der Fernsteuerung der AEG.

mit der Hauptwalze so verriegelt, daß in den tiefen Kübellagern nur bei gleichzeitigem Senken vorwärts und bei gleichzeitigem Heben rückwärts gefahren werden kann, wobei der Hubweg klein im Verhältnis zum Fahrweg ist.

Die Blockung bewirkt eine kurze Wartestrecke hinter der Steuerstrecke, von der der Wagen mit Hilfe einer kleinen Nebenschaltwalze des Controllers herangeholt wird. Sie kann nur dann bewegt werden, wenn die Hauptwalze auf Heben steht.

Auf dem Wagen befindet sich der Motorwender, der hier auch gleichzeitig als Endschalter für die Hubbewegung dient. Er wird beim Heben und bei der Rückwärtsfahrt durch eine Rückschnellfeder in der Ruhelage festgehalten. Beim Senken und bei der Vorwärtsfahrt mit gesenktem Kübel hält ein Schalmagnet den Wender in seiner zweiten Stellung fest. Kommt der Kübel in seine höchste Stellung, so stößt er an einen Hebel, der dann den Schalthebel des Motorwenders auf die Stellung II (Vorwärtsfahrt) umlegt.

380. Die Fernsteuerung bei Drehstrom.

Die meisten Elektrohängebahnen arbeiten mit Gleichstrom. Wird das Werk mit Drehstrom gespeist, so stellt man häufig ein kleines Umformeraggregat auf, das den erforderlichen Gleichstrom liefert.

Eine Schaltung für die unmittelbare Verwendung von Drehstrom haben die Siemens-Schuckertwerke herausgebracht, die von der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft oft verwendet wird. Es wird durchweg mit nur zwei Schleifleitungen gearbeitet. Die dritte Phase liegt an der geerdeten Fahrschiene. Um die Erdung unabhängig von dem übrigen Netz durchführen zu können, wird der Anlage ein Transformator mit dem Umsetzungsverhältnis 1 : 1 vorgeschaltet. Aus der Gesamtanordnung der Abb. 646 ergibt sich sofort, daß der an beliebiger Stelle stehende Kontroller alle Bewegungen einleitet, ohne daß eine bestimmte Reihenfolge nötig ist und wo auch der Wagen auf dem dem Kontroller unterworfenen Bahnabschnitt steht.

Beide Motoren haben im Läuferstromkreis dauernd je einen Widerstand eingeschaltet, der bei Verringerung der normalen Drehzahl um 15–20 vH die Einschaltstromstärke heruntersetzt und das Anzugmoment des Motors vergrößert. Der auf dem Wagen befindliche Fernsteuerapparat enthält einen kleinen Einphasen-Repulsionsmotor mit einer Hilfswicklung für beide Drehrichtungen und eine von ihm vermittels einer Räderübersetzung bewegte Nockenwelle, die auf 8 Druckschalter einwirkt.

In der Ruhestellung, die die Nockenwelle bei stromlosem Hilfsmotor unter dem Einfluß einer Feder einnimmt, ist der Fahrmotor durch die Schalter 1 und 2 über die beiden Stromabnehmer an die Steuerleitung angeschlossen. Je nach der Drehrichtung des Hilfsmotors schließen sich die Schalter 3, 5, 7 bzw. 4, 6, 8, während gleichzeitig 1 und 2 sich öffnen. Durch die beiden ersteren wird der Hubmotor eingeschaltet bzw. gewendet. Die beiden Schalter 7 und 8 sind nötig, um dem Hilfsmotor auch nach dem Aufhören des Steuerkommandos Strom zuzuführen. Außerdem sorgen die beiden Steuerrelais r_1 und r_2 für die selbsttätige richtige Einstellung der gewünschten Schaltung.

Soll z. B. das Fördergefäß gehoben werden, so wird die Hubsteuerwalze des Kontrollers entsprechend gedreht. In der ersten Zwischenstellung werden die nach den beiden Schleifleitungen a und b führenden Leitungen kurz geschlossen, ohne daß zunächst dem Netz Strom entnommen wird. Bei Stellung 1 der Walze gelangt der Strom aus der Phase R in die kurz geschlossenen Schleifleitungen, er geht über den Stromabnehmer 1, Schalter 1 und das Relais r_1 nach der geerdeten Phase S . Infolgedessen zieht das Relais r_1 an. Gleichzeitig fließt ein Zweigstrom durch den Fahrmotor, da seine Klemmen U und W durch die kurz geschlossenen Schleifleitungen miteinander verbunden sind. Jedoch entwickelt der Motor hierbei kein Drehmoment und bleibt also in Ruhe stehen. Durch die Bewegung des Relais sind aber Arbeitskontakte geschlossen worden und es fließt Strom vom Abnehmer 2 über den geschlossenen Ruhekontakt des Relais r_2 und dem Arbeitskontakt von Relais r_1 nach der Klemme E des Steuermotors, so daß sich die Nockenwelle

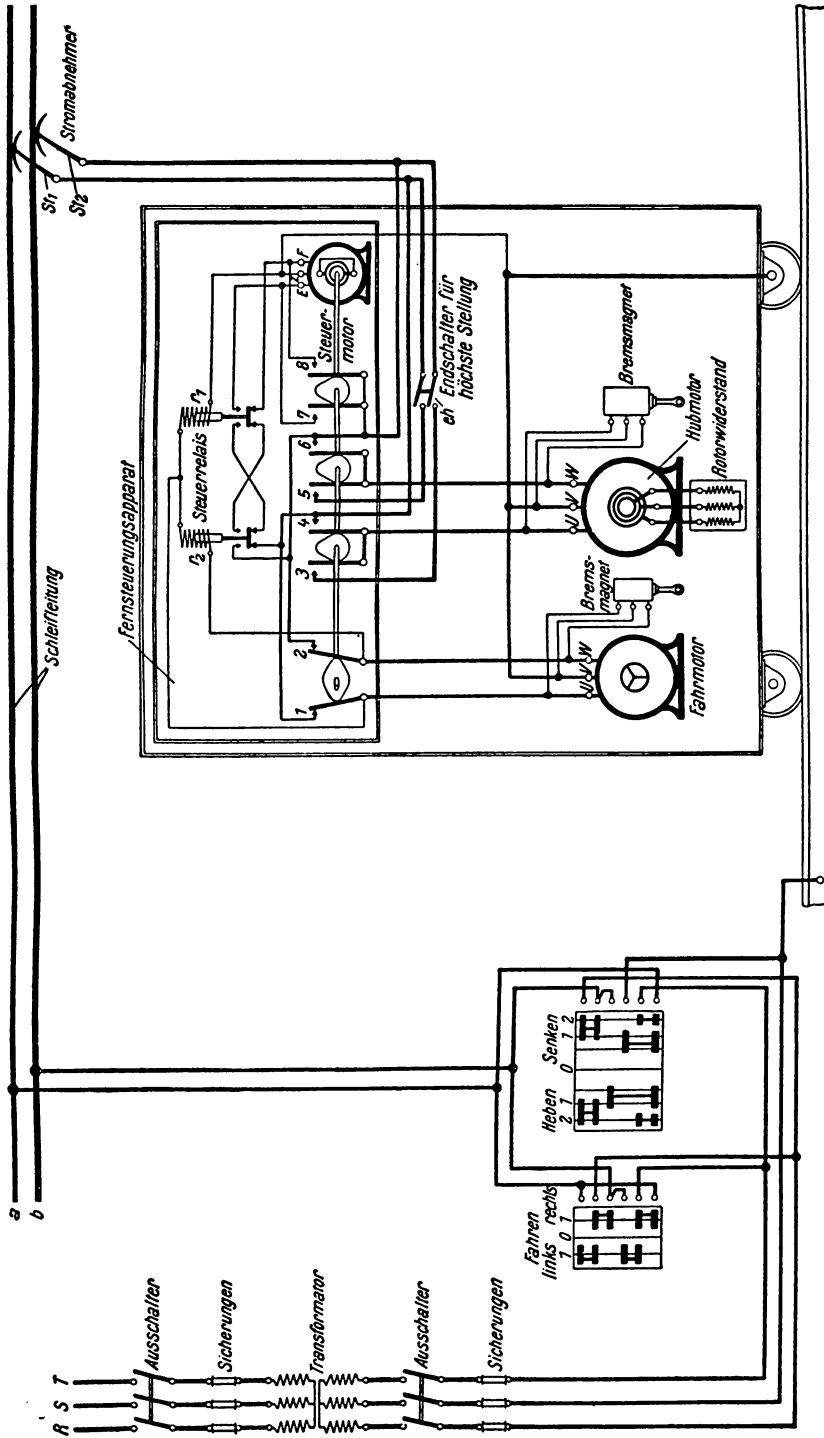


Abb. 646. Fernsteuerung für Drehstrom der Siemens-Schuckertwerke.
 Heben: 1. Relais r_1 , 2. Schalter 3, 5, 7 geschlossen, 1, 2 geöffnet; Senken: 1. Relais r_2 , 2. Schalter 4, 6, 8 geschlossen, 1, 2 geöffnet;
 Fahren: 1. Relais r_1 und r_2 , 2. Schalter 1, 2 geschlossen, 3-8 geöffnet.

bewegt. Hierdurch schließen sich die Schalter 3, 5, 7, worauf sich die Schalter 1 und 2 öffnen und so den Fahrmotor gänzlich vom Netz abschalten, ebenso wie die beiden Relais. Der Steuermotor bleibt nach der Bewegung der Steuerwelle abgebremst unter Strom stehen, den er über den Schalter 7 vom Stromabnehmer 2 erhält. Ferner ist der Hubmotor durch die Schalter 3 und 5 eingeschaltet, jedoch ohne daß er ein Drehmoment entwickelt, da die Schleifleitungen noch immer kurz geschlossen und seine Klemmen U und W noch verbunden sind. Geht jetzt die Steuerwalze in die Stellung 2, so wird der Kurzschluß der Schleifleitungen aufgehoben und die Leitung a an die Phase T gelegt, während die Leitung b an der Phase R liegenbleibt. Dadurch ist der Hubmotor richtig mit allen drei Phasen eingeschaltet und sein Bremsmagnet kann lüften.

In der obersten Stellung des Förderkübels schaltet der Endauschalter den Hubmotor zweipolig ab, so daß er stehenbleibt. Wird jetzt die Steuerwalze auf 0 gedreht, so wird der Hilfsmotor stromlos und die Schalter 3, 5, 7 öffnen sich, während sich 1 und 2 wieder schließen. Nun kann die Fahrbewegung eingeleitet werden.

Für den Fall, daß nur ein Wagen auf der Strecke verkehrt und der Kübel nur an der Beladestelle zu Anfang der Bahn gehoben und gesenkt werden soll, während das Entleeren an einem beliebigen Punkt erfolgen kann, ist die Drehstromschaltung von Ernst Heckel G. m. b. H. weiter vereinfacht worden dahin, daß für die Hub- und Fahrbewegung nur ein einziger Motor benutzt wird. Erreicht wird das durch Einschalten eines Planetengetriebes zwischen Hub- und Fuhrwerk, in dessen Stegrad das Ritzel des Motors mit Kurzschlußanker eingreift. Das eine Zentralrad des Getriebes treibt als Ritzel auf das Stirnrad der Hubtrommel; das andere sitzt fest auf der Vorgelegewelle des Fahrwerkes, die außer einer Bremsscheibe zwei Zwischenräder zum Antrieb der vier Laufrollen der Unterflanschenkatze trägt. Bei angezogener Fahrwerksbremse treibt der Motor vermittels des Planetengetriebes das Hubwerk an, dagegen wirkt er bei angezogener Hubwerksbremse unmittelbar auf das Fahrwerk ein. Beide Bremsen werden magnetisch und auch mechanisch betätigt.

Soll also der beladene Kübel gehoben werden, so lüftet der Bedienungsmann die Hubwerksbremse durch einen Seilzug und schaltet dann den Motor mit dem Steuerschalter auf Heben. Ist der Kübel in der Höchststellung angekommen, so lüftet er durch Anstoß die Fahrwerksbremse, worauf der Motor über das Planetengetriebe auf das Fahrwerk arbeitet. Beim Anfahren läuft das Gehänge der Hubwerksbremse von dem an der Beladestelle feststehenden Stellzeug ab, so daß die Hubwerksbremse einfällt. Um die Rückwirkung des Planetengetriebes auf diese Bremse aufzuheben, greift während der Fahrt eine Sperrklinke in das Zentralrad für das Hubwerk ein, die beim Einfahren in die Beladestelle durch einen Anschlag abgehoben wird.

An der Entladestelle werden die Seitenklappen des Fördergefäßes durch einen verstellbaren Anschlag geöffnet. Der Wagen fährt dann bis an das Ende der Bahn vor, das eine kleine Steigung hat. Beim Ein-

laufen auf die Steigung wird die Stromzuführung unterbrochen, und der Wagen läuft sich zuerst tot und wechselt dann die Fahrtrichtung, Kurz vor dem Verlassen der Steigung schaltet ein Anschlag den auf dem Wagen sitzenden Wendeschalter um, so daß sich zwei Phasen vertauschen, und der schon mit der richtigen Umdrehung laufende Motor erhält hierauf wieder den Strom für die Rückwärtsfahrt.

Beim Wiedereinfahren in die Beladestelle hält ein Federbuffer den Wagen an und die Hubwerksbremse wird gelüftet. Dadurch senkt sich der leere Kübel und gibt den Hebel der Fahrwerksbremse frei, die so gleich einfällt.

381. Die Blockung bei Drehstrom.

Sie wird in dem System der Siemens-Schuckertwerke durch kurze pendelnde Nebenschienen eingeleitet, die an der Unterbrechungsstelle der Fahrleitungen so angebracht sind, daß sie der Stromabnehmer des vorüberfahrenden Wagens berührt. Mit diesen Schienen sind die Magnetwicklungen der Blockschalter so verbunden, daß die hinter dem Wagen liegende Strecke stromlos gemacht wird und die dahinter befindliche wieder Strom erhält.

Da die Betätigung der Blockschalter rein elektrisch erfolgt, so können sie an beliebiger Stelle alle nebeneinander angeordnet werden, was die Überwachung und Unterhaltung sehr erleichtert.

382. Die Elektrogreiferbahn.

Bei den in den Abschnitten 379 und 380 beispielsweise beschriebenen Schaltungen kann an Stelle des Förderkübels auch ein Einseilgreifer an den Wagen angehängt werden. Der die Verriegelung des Greifers auslösende Kranz kann zur Entladung im gewünschten Augenblick mechanisch oder elektrisch bewegt werden. Die zur Beladung des Kübels erforderlichen Arbeitskräfte werden durch diese Anordnung für andere Zwecke frei, was wesentlich zu ihrer allgemeinen Einführung beigetragen hat.

Ein Beispiel einer solchen Anlage gibt die Abb. 647 wieder. Es ist die Bleichertsche Kohlenförderbahn von Wessanens Koninklijke Fabrieken in Wormerveer. Die Kohlen kommen zu Schiff auf den Kanal vor dem Fabrikgrundstück an und werden dort von einer Elektrogreiferbahn aufgenommen, deren Belade-Schienenkurve in ausreichender Höhe (15 m) über den Kahn hinwegreicht. Die Steuerung besorgt ein Mann in dem Steuerhäuschen, das sich an der einzigen Stütze befindet, die vorn am Kanalufer steht.

Absichtlich ist die Elektrohängebahn über dem alten Kesselhaus errichtet worden, damit von dem wertvollen Ufergelände, das nötig für andere Verladezwecke gebraucht wird, nichts von der Kohlenförderanlage weggenommen wird. Ein eingleisiger Abzweig gibt die Kohlen bei Bedarf unmittelbar in das alte Kesselhaus ab. Die Bahn geht dann durch eine enge Durchfahrt, die zwischen zwei Fabrikgebäuden geblieben ist und wendet sich darauf dem neuen Kesselhaus zu. Entweder kann die ankommende Kohle unmittelbar in die vor der Wand

des Kesselhauses angebrachten Bunker entleert werden oder sie wird auf das dahinterliegende Lager geschüttet.

Soll wieder vom Lager gefördert werden, so wird, falls das alte Kesselhaus nicht arbeitet, der Lagerring durch Öffnen der Zuführungsweichen für sich durchlaufen. Die Aufnahme der Kohle wird auch dort wieder von dem Häuschen aus gesteuert, das etwa in der Mitte des Lagers an einer Stütze angebracht ist.

Im ganzen sind drei Elektrogreiferwagen in Betrieb, die stündlich 20 t Kohle fördern. Zur Bedienung der ganzen Anlage, einschließlich des Einstellens der Greifer usw., genügen 3 Mann. Vorher wurden 9 Mann gebraucht, um die Kohle mit Hilfe eines Drehkranes aus dem Kahn zu heben und vorläufig am Ufer zu stapeln, sowie von dort in die Kesselhäuser zu karren.

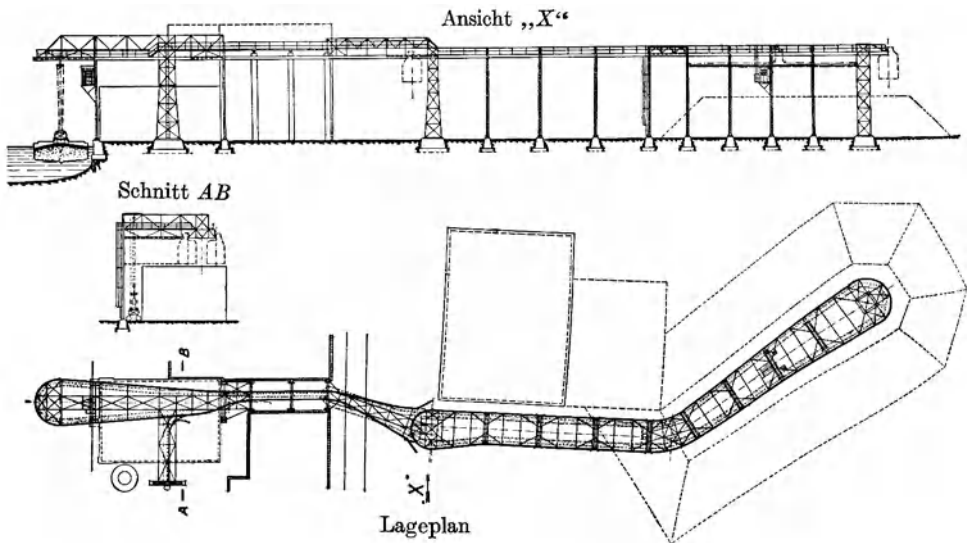


Abb. 647. Gesamtanordnung einer Elektrogreiferbahn für Kohle (Bleichert).

383. Die Lagerplatzbrücken.

Sehr oft ist es ein ganz bedeutungsloser Nachteil der im Vorstehenden beschriebenen Anlage, daß das Lager nur zu einem verhältnismäßig schmalen Damm angeschüttet werden kann, und besonders, daß es von dem Greifer ohne Handnacharbeit nicht völlig wiederaufgenommen werden kann. Aber überall da, wo verlangt wird, daß ein ziemlich langer und breiter Lagerplatz gleichmäßig beschickt wird, oder daß verschiedene Sorten von Kohlen oder Erzen getrennt voneinander gelagert werden, arbeitet man mit einer den Lagerplatz überspannenden Absturz- und oft auch Aufnahmebrücke, die darüber frei verfahrbar ist.

Eine recht einfache Anlage der Art ist die des Gaswerkes Stuttgart, die Abb. 648 nach der Bleichertschen Entwurfzeichnung wiedergibt. Die Eisenbahnwagen, die die Kohle heranbringen, fahren entweder auf

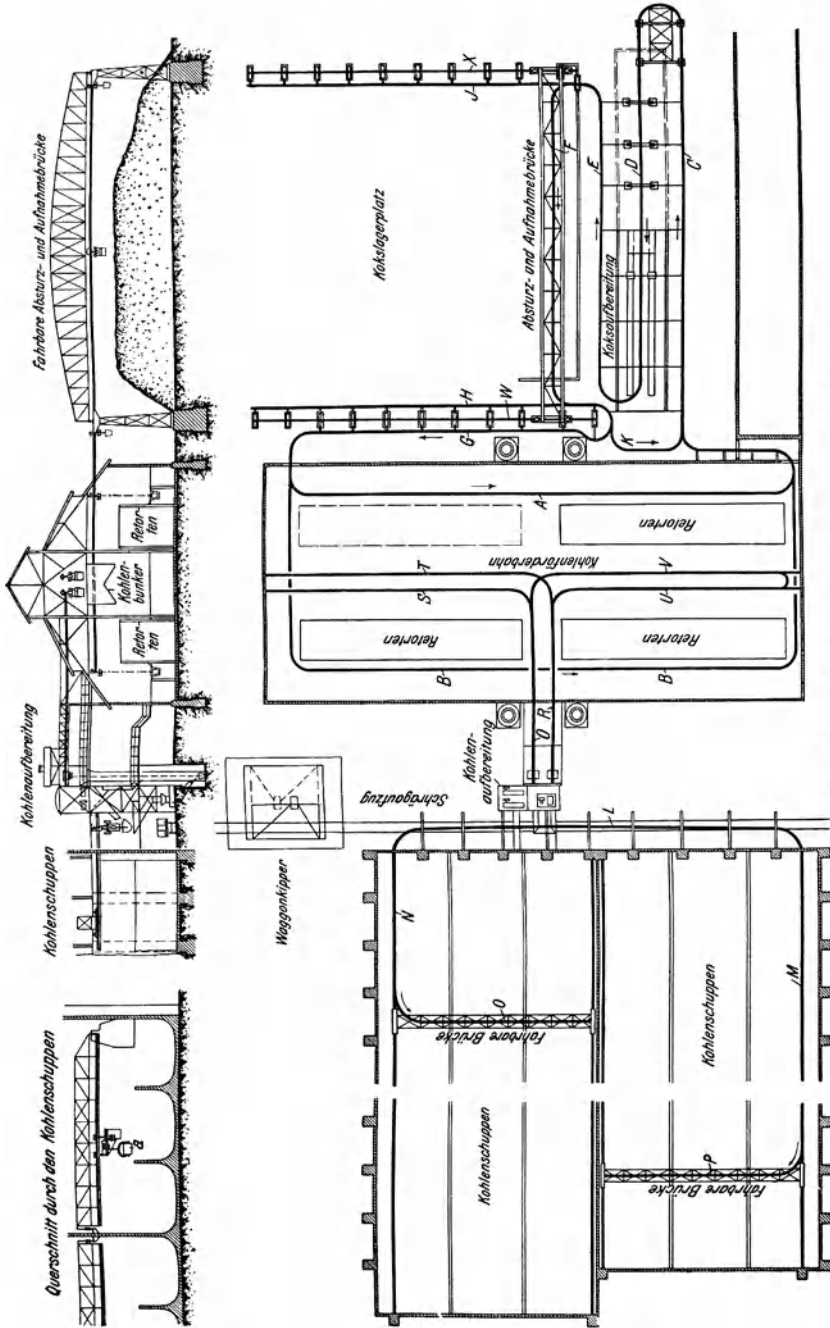


Abb. 648. Elektrohängebahn im Gaswerk Stuttgart (Bleichert).

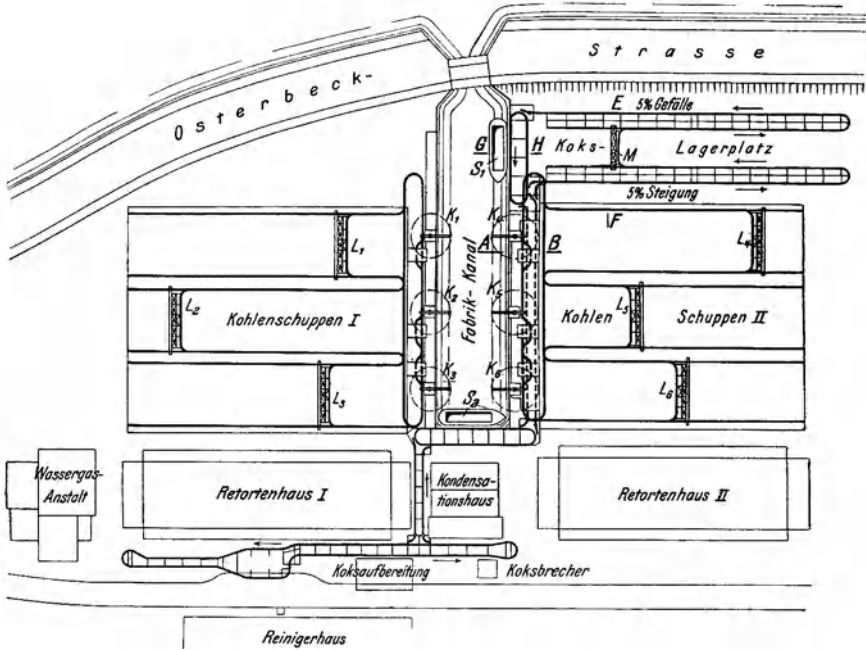


Abb. 649. Lageplan der Elektrohängebahnen im Gaswerk Hamburg-Billwärder (Bleichert).

den Wagenkipper, aus dessen Grube die Kohle mittels eines Schrägaufzuges in die Brecher der Aufbereitungsanlage gehoben wird, oder

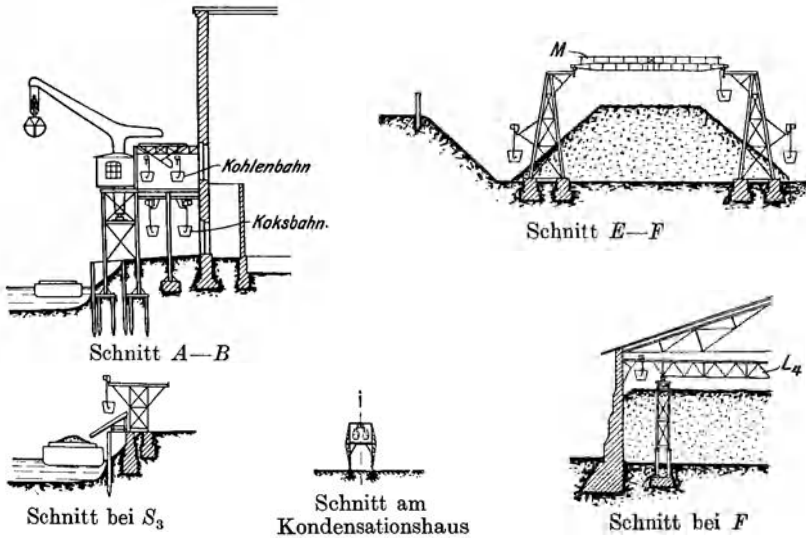


Abb. 650. Querschnitte der Anlage Hamburg-Billwärder (Bleichert).

unter den Strang *L* der Elektrohängebahn, von dem Kippkübel *a* in die Wagen zur Beladung von Hand heruntergelassen werden. Sie können ihren Inhalt sofort in die Kohlenbrecher abgeben oder über die Schienenstränge *M* bzw. *N* und die daran anschließenden verfahrbaren Brücken *O* und *P* auf das Lager des Kohlenschuppens schaffen. Nach der Entladung, die durch verschiebbare Schalter an beliebiger Stelle vollkommen selbsttätig geschieht, kehren die Wagen auf demselben Wege zur Beladestelle zurück. Es liegt also einfacher Pendelbetrieb mit nur einem Wagen auf jeder Strecke vor.

Entsprechend vollzieht sich die Wiederaufnahme vom Lager und die Förderung zu den Kohlenbrechern. Die gebrochene Kohle wird aus den Schurren unter den Brechern in herabgelassene Wagenkasten abgezogen, die dann von Elektrowindenwagen gehoben und, ebenfalls

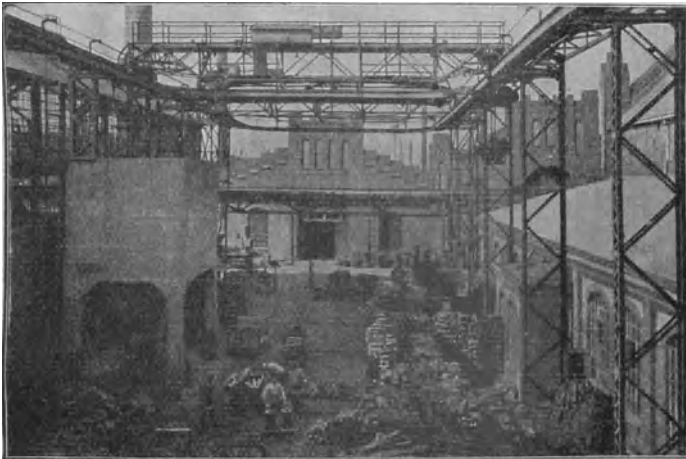


Abb. 651. Gießereihof von A. Borsig in Tegel (Bleichert).

wieder im Pendelbetrieb, über die Gleise *O*, *R*, *S*, *T*, *U*, *V* in die Kohlenbunker oberhalb der Retorten entleert werden, ohne daß Bedienung dabei nötig ist.

Der aus den Schrägretorten entfallende Koks gelangt sogleich wieder in Elektrowindenwagen, wird darin gelöscht und dann auf den Strängen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* durch die Koksauflbereitungsanlage geleitet und schließlich von der verfahrbaren Brücke *F* auf das Kokslager herabgesenkt. Die leeren Wagen kehren über das Gleis *G* wieder ins Retortenhaus zurück. *H* und *I* sind die Hängebahngleise längs des Kokslagers, *W* und *X* die Fahrbahnen der Absturz- und Wiederaufnahmebrücke *F*.

Für größere Förderleistungen als sie hier verlangt wurden, müssen die Wagen zu mehreren hintereinander geschlossene Schienenschleifen durchfahren, wie z. B. im Gaswerk Hamburg-Billwärder. Den Lageplan der dortigen Elektrohängebahnanlage zeigt die Abb. 649 nach der allerdings nicht ganz so zur Ausführung gelangten Entwurfszeichnung von A. Bleichert & Co., während die Abb. 650 einige Querschnitte darstellt.

Die von der Alster aus ankommende Kohle wird den Kähnen von den Kranen K_1 bis K_6 mittels Selbstgreifer entnommen und in rückwärts belegene Füllrumpfe ausgeschüttet, aus welchen sie in die Elektrohängebahnwagen abgezogen wird. Man wählt diese Art der Übernahme stets, wenn die Förderung eine größere Anzahl von Wagen vorschreibt, die der Kosten wegen nicht alle mit Greifern ausgerüstet werden können. Die Wagen gehen dann durch die Kohlenschuppen I und II, wo die anfahrbaren Absturzbrücken Z_1 und Z_6 den Kreis schließen.

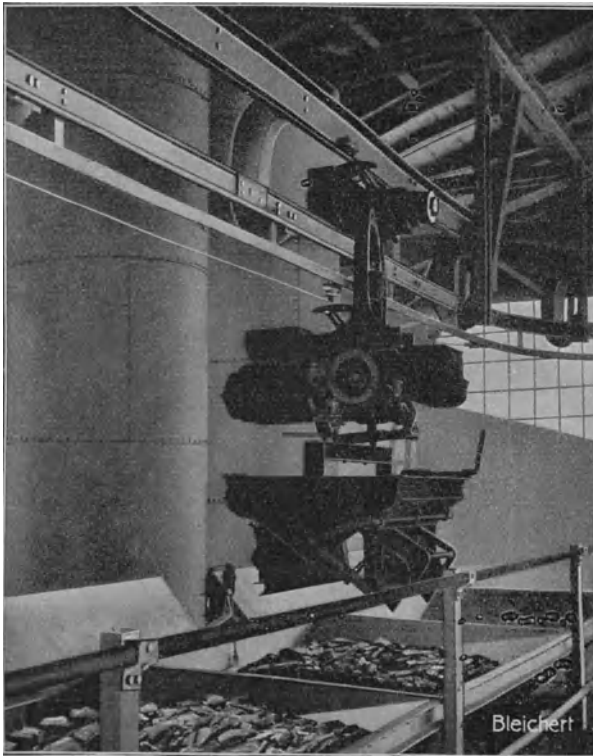


Abb. 652. Entleerung in die Kupolöfen.

Der aus den Retorten kommende Koks wird durch zwei Förderrinnen in Hochbehälter von je 16 m^3 Fassungsraum gehoben. Von hier wird er entweder in die fahrbare Koksseparation ausgeschüttet oder in Elektrohängebahnwagen einer Schleifenbahn, die ihn zum Lager schaffen. Über dieser, schon 11 m hoch gelegenen Bahn befindet sich in $16,5 \text{ m}$ Höhe noch eine Pendelbahn, deren Wagenkasten von $2,5 \text{ m}^3$ Inhalt herabgesenkt und aus

den Bunkern der Separation beladen wird. Der Wagen gibt den Koks dann in große aus Eisenbeton hergestellte Bunker von zusammen 750 m^3 Fassungsraum ab, von wo aus die Verladung in Eisenbahnwagen, Straßenfahrwerke und die Wagen der Schleifenbahn erfolgt.

Die Beschickung des Lagers und die Wiederaufnahme davon zeigen die Schnitte der Abb. 650, ebenso die Verladung in die Kähne, die unmittelbar vor dem Kokslager anlegen.

Eine Brückenanlage, die den Gießereihof der Maschinenfabrik A. Borsig in Tegel überspannt und zum Aufnehmen von Roheisen, Gußbruch, Kalk und Koks für die Kupolöfen dient, bringt die Abb. 651

ebenfalls nach einer Bleichert'schen Ausführung bei. Die leeren Wagenkästen mit Bodenentleerung werden auf einen Unterwagen abgesetzt und so leicht an die Beladestelle gebracht, ohne daß jedesmal die Brücke zu verfahren ist. An ihrer Stelle wird dann vom zweiten Unterwagen ein gefüllter Kasten an die Haken des Windwerkes gehängt. Es arbeiten so 3 Elektrohängebahnwagen und 2 Unterwagen mit zusammen 5 Kübeln von je $\frac{1}{2}$ m³ Inhalt an der Begichtung. Die selbsttätige Entleerung in die Gichttrichter veranschaulicht die Abb. 652.

384. Die Elektrohängebahnweichen.

Der Übergang der Wagen von der geraden Strecke auf den Abzweig geschieht vermittels gekrümmter Kletterweichen, die den bei Drahtseilbahnen gebräuchlichen entsprechen.

Um den Wagen bei geöffneter Weiche vor dem Absturz zu sichern, verwendet A. Bleichert & Co. das in Abb. 653 dargestellte mechanische Sicherungssystem. Da die Weiche den Anschluß eines gekrümmten Gleises an das gerade durchgehende bewirkt, so ist die Sicherung nur für den Fall nötig, daß der Wagen von der Krümmung aus auf den geraden Strang übergehen soll. An die gekrümmte Weichenzunge, die im normalen Zustand mit 15 mm Spiel über dem geraden Strang in dem Sicherheitswinkel w liegen soll, ist hinten ein nach unten gebogenes Flacheisen mit den Bolzen i und k angeschraubt; i ist ein Exzenterbolzen, der durch eine Teilung gemäß der Nebenfigur von Bild 1 so befestigt wird, daß die am Ende des Flacheisens angebrachte Rolle gerade auf der in der oberen Ansicht nicht gezeichneten Rollenbahn läuft. An die Verlängerung ist ein Ansatz a angenietet mit einer Anschlagplatte g , die durch die Stellschraube h dem Verschleiß entsprechend nachgestellt werden kann. Sie drückt bei geschlossener Weiche den Bolzen b gegen den Druck der Feder f zurück, so daß der Anschlag s umgelegt wird und in dem neben der Weiche angeordneten Kasten verschwindet. Ist die Weiche offen, so drückt die Feder f den Bolzen b heraus und hebt dadurch den Anschlag s , der sich mit einer Nase so gegen die eine Kastenwand legt, daß er vom Wagenrad nicht weggedrückt werden kann. Damit die Räder ihn nicht überspringen, ist darüber eine Druckschiene angebracht. Die erforderlichen Angaben für die Einstellung sind unter der Abb. 653 zusammengestellt.

Für den Übergang auf die Absturzbrücke verwendet man gekrümmte Schleppweichen, deren Spitzen auf den Fahrschienen gleiten. Die einfachen Schleppweichen haben nun den Nachteil, daß die verhältnismäßig dünne Zungenspitze von den stets mit einem gewissen Stoß auflaufenden Wagen ziemlich schnell zerfahren wird.

Deshalb werden von A. Bleichert & Co. beiderseits von der eigentlichen Weichenzunge längere Hilfszungen angebracht (Abb. 654), auf die zuerst die Außenränder der Radflanschen auflaufen, so daß der ganze Wagen sich etwas hebt und die dünne Zungenspitze gar nicht von den Rädern berührt wird. In dem Fall müssen die beiden Wagenräder durch ein Reibungsgetriebe vom Motor aus bewegt werden, weil

ihre Umfangsgeschwindigkeit beim Auflaufen des ersten Rades auf die Hilfszungen verschieden groß ist.

J. Pohlig A.-G. bleibt bei der Zahnräderübertragung und macht die beiden Hilfszungen verschieden lang, wie Abb. 655 angibt. Die ziemlich langen Hilfszungen werden noch durch kleine Rollen auf besonderen Flachschiene, die neben der Hauptschiene auf dem Schienenträger liegen, geführt, damit ihre gegenseitige Höhenlage genau innegehalten wird.

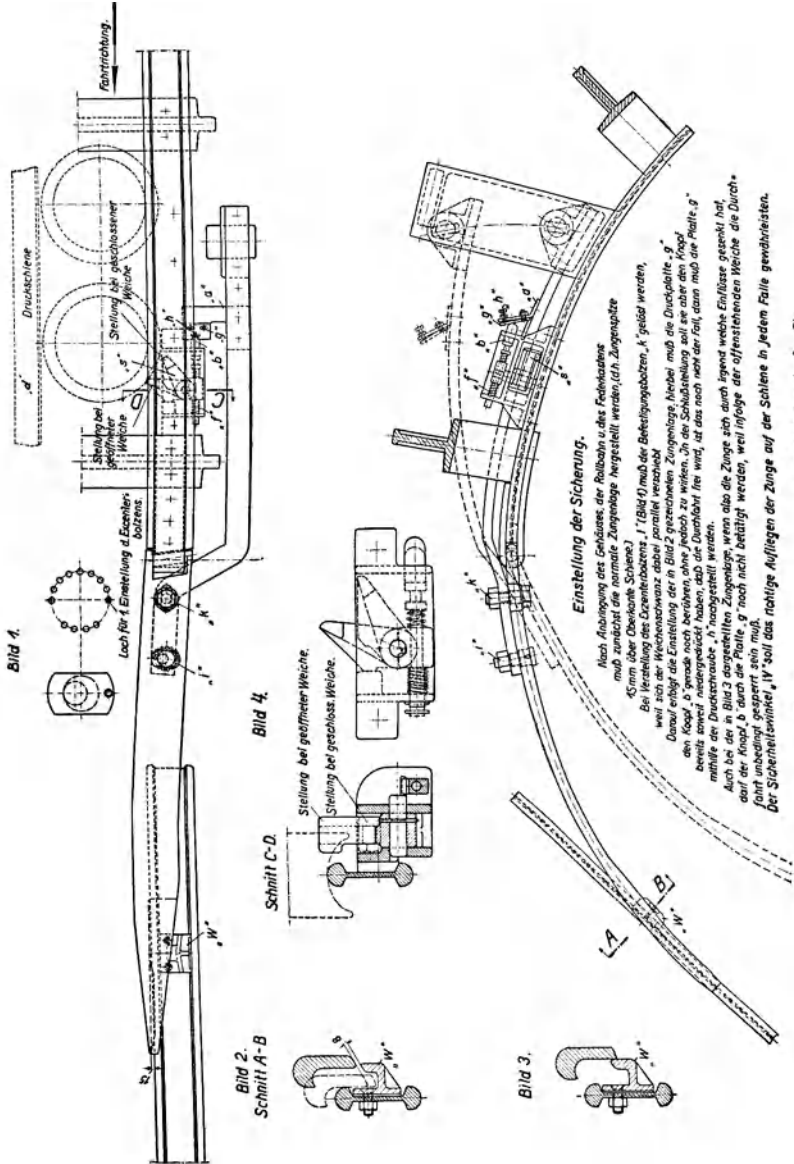


Abb. 653. Weichensicherung von A. Bleichert & Co.

In beiden Fällen können die Weichen nicht ohne weiteres ausgerückt werden, so daß die Wagen regelmäßig über die Brücke laufen müssen. Soll unter Umständen der Weg der Wagen abgekürzt werden,

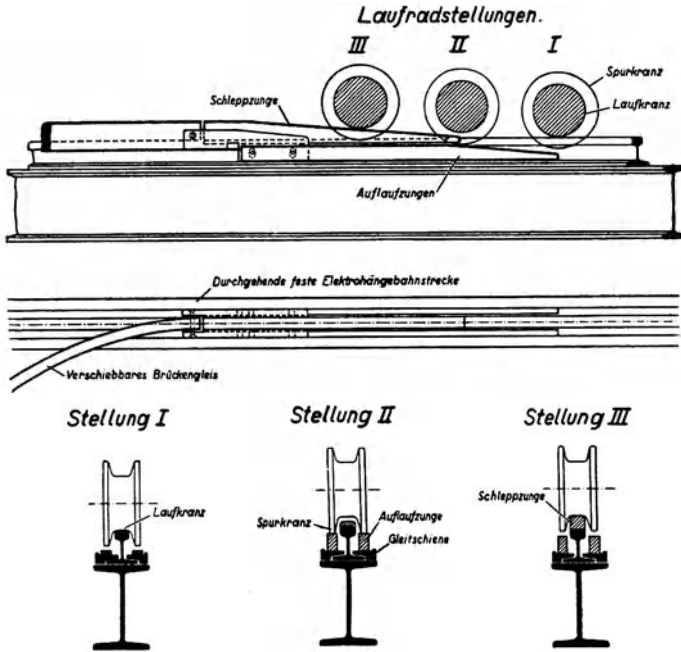


Abb. 654. Schleppweiche mit Hilfszungen (Bleichert).

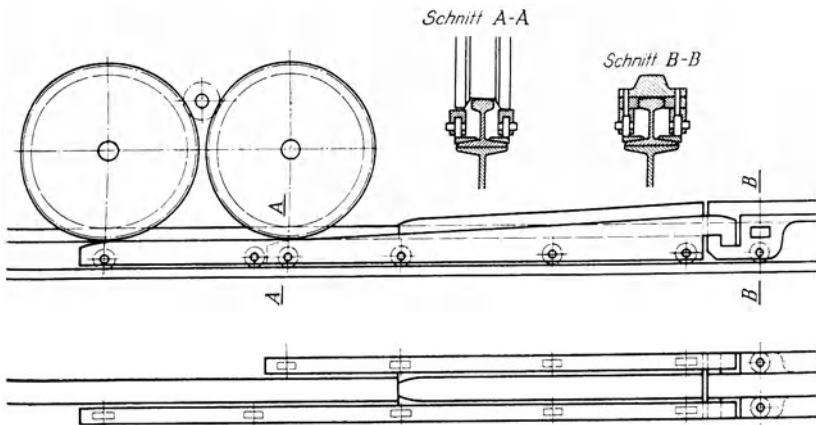


Abb. 655. Schleppweiche mit Hilfszungen (Pohlig).

wozu freilich gewöhnlich keine Veranlassung vorliegt, so ist die Weiche nur mit einem Seitenflansch zu versehen und ihr Drehbolzen entsprechend anzuordnen.

Für Unterflansch-Laufbahnen hat Kaiser & Co. die Drehweiche der Abb. 656 eingeführt. Die Spitze ist um den Zapfen *a* drehbar und der

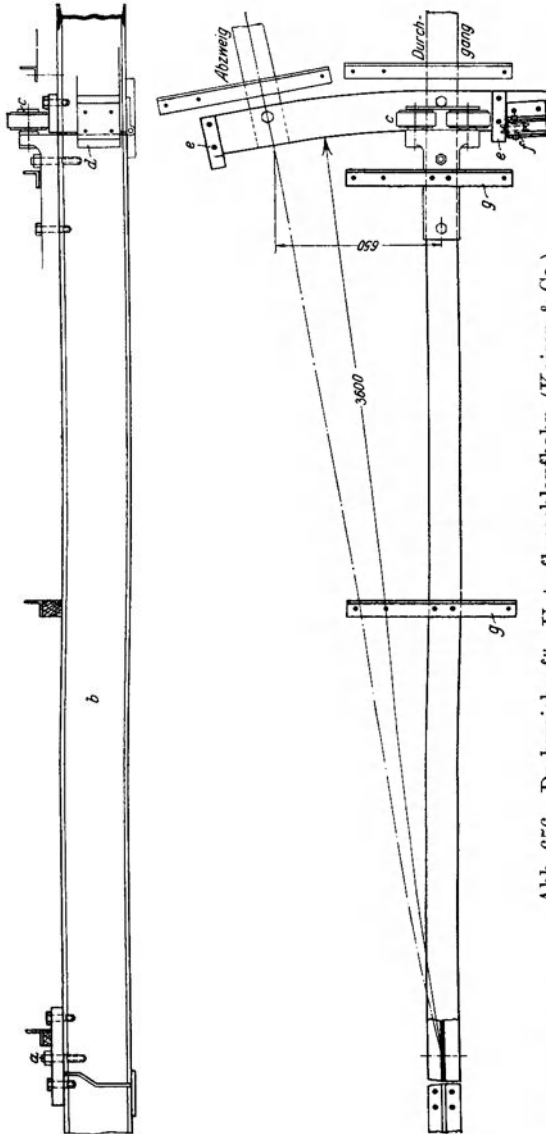


Abb. 656. Drehweiche für Unterflanschlaufbahn (Kaiser & Co.).

a Drehzapfen, *b* Weichenzunge NB 26, *c* Stützrollen, *e* Begrenzunganschlag, *f* Kettenzugschlag, *g* Isolatoreträger.

Zungenkopf wird auf einem kurzen, etwas gekrümmten Querleis, worauf er mit zwei Tragrollen aufliegt, durch einen Kettenzug verschoben. Die elektrische Blockung ist so eingerichtet, daß eine nicht geschlossene oder nicht ordnungsgemäß verriegelte Weiche auch nicht befahren werden kann.

Eine andere Form ist die Schiebeweiche, die von Hand oder auch mit Hilfe eines kleinen Elektromotors von etwa $\frac{2}{3}$ KW Leistung bewegt wird. Die ihr von Kaiser & Co. gegebene Form für Handbetrieb zeigt die Abb. 657. Beide Stränge sind an der Abzweigstelle unterbrochen. Die zugehörigen Verbindungsstücke befinden sich auf einem niedrigen vierrädrigen Wagen, der vermittels eines Kettenzuges durch eine Bewegungsschraube verschoben wird. Ihr Hauptnachteil ist ein ziemlich hoher Beschaffungs-

preis und eine gewisse Umständlichkeit der Arbeit, die sie für häufiger Umstellen wenig geeignet macht.

Von Heckel wird, ebenfalls für Unterflansch-Laufbahnen, eine Kippweiche gebaut, bei der der Abzweig bzw. das gerade Stück mit den

zugehörigen Leitungen durch eine Halbdrehung des ganzen Apparates um seine wagerechte Achse eingelegt wird. Mit dieser Drehung wird gleichzeitig die mechanische Verriegelung der betreffenden Stränge ausgeführt bzw. aufgehoben.

Neuerdings hat Kaiser & Co. für Unterflansch-Laufbahnen, deren Wagen mit Führerbegleitung fahren (Absatz 386), eine Anordnung ausgebildet, die überhaupt keine Verstellung erfordert. Diese Weiche besteht aus einem Stahlgußstück, das an der Abzweigstelle mit je drei

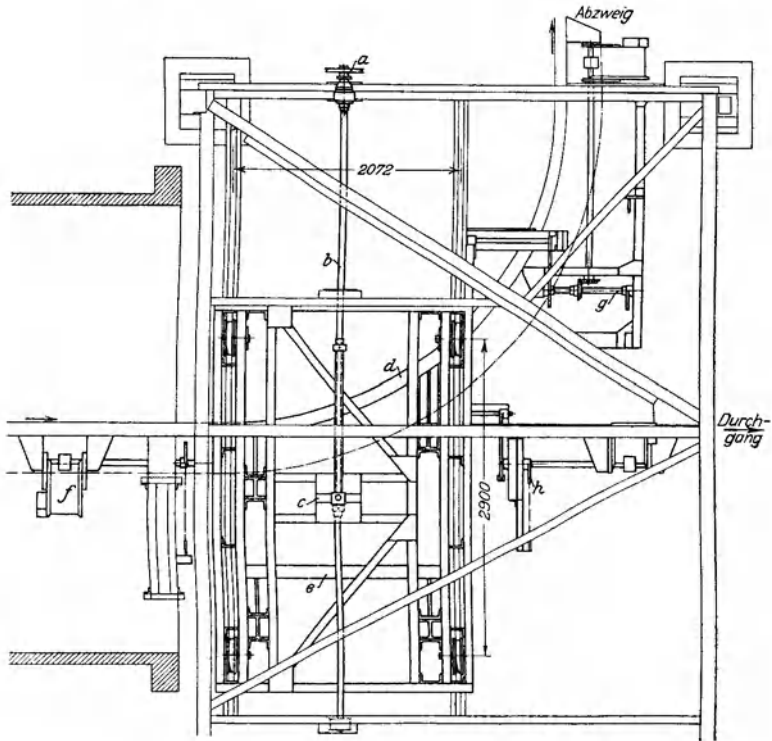


Abb. 657. Grundriß einer Schiebeweiche (Kaiser & Co.).

a Handkettenrad, *b* Hauptwelle mit Bewegungsschraube, *c* Verschiebemutter am Weichenwagen, *d* Krumpes Weichenstück, *e* Gerades Weichenstück, *f* Selbsttätige Verriegelung des Hauptgleises, *g* Selbsttätige Verriegelung des Abzweiges, *h* Selbsttätige Verriegelung des Durchganges.

Schrauben an den oberen Flanschen der I-Laufbahnen befestigt ist. Das Stück hat im unteren Teil zwei schmale Spalte für das Wagengehänge bei Fahrt auf dem durchgehenden bzw. abzweigenden Strang und im Mittelsteg eine Aussparung für den Durchgang der äußeren Wagenräder. Vom Führerstand des Wagens wird mit Hilfe eines eigenartig angeordneten Kettenzuges eine kleine Führungsrolle angehoben, wenn der Wagen in die Abzweigung laufen soll. Sie stößt dann gegen eine unten an dem Weichenstück angebrachte Rippe, die den Wagen so ablenkt.

385. Die Schrägstrecken.

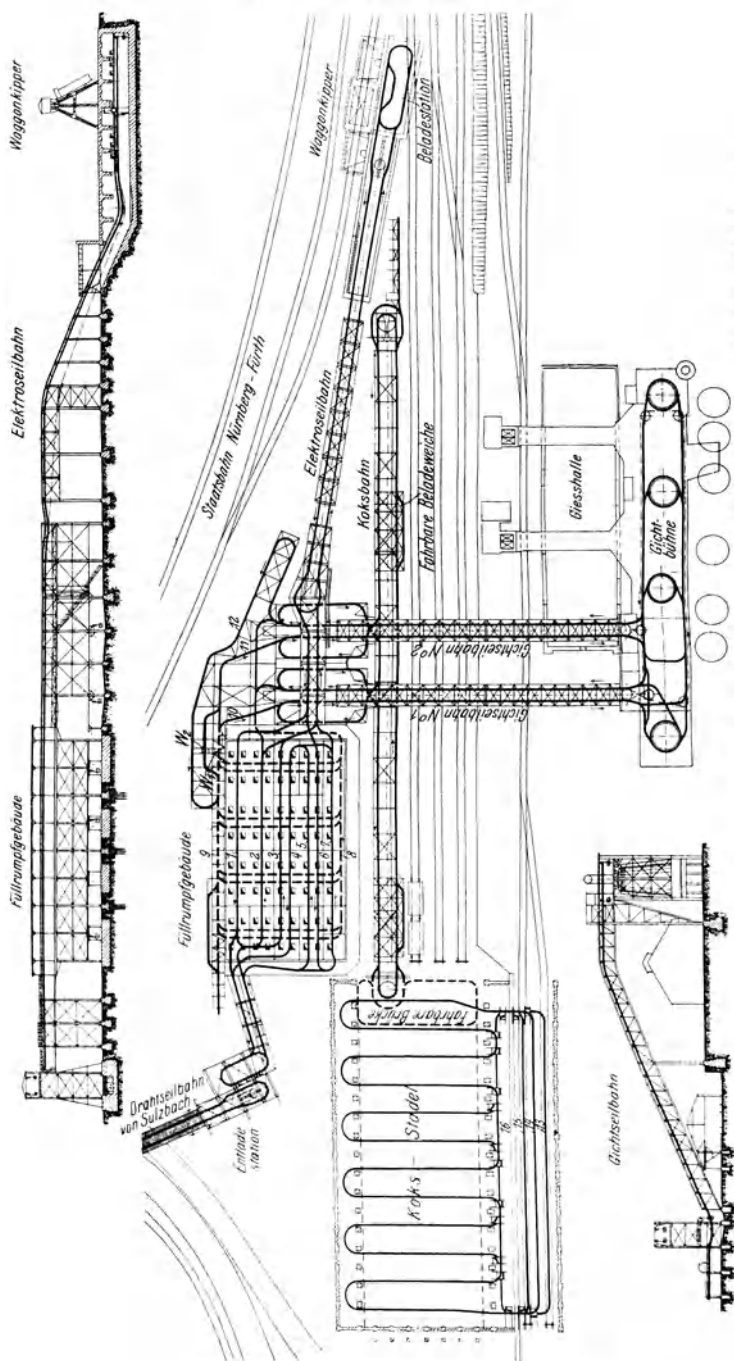


Abb. 658. Gesamtanordnung der Elektrohängebahnen der Maximilianshütte in Rosenberg (Bleichert).

Im allgemeinen wird ja die Anordnung so getroffen, daß die Schienen der Elektrohängebahn durchweg in derselben wagerechten Ebene liegen, die von der höchsten Stelle der zu überschreitenden Bauten oder Apparate bestimmt wird. In manchen Fällen ist es aber zweckmäßig, zwei Bahnebenen in verschiedener Höhenlage zu verwenden.

Bei den ersten Ausführungen dieser Art wurden lotrechte Aufzüge eingeschaltet, die aber oben und unten Bedienung erfordern. Eine solche Anlage findet sich z. B. auf dem Werk des Phönix in Hörde.

Von Bleichert wurden zuerst die Schrägstrecken ausgebildet, über die die Wagen mit Hilfe eines von einem besonderen Windwerk bewegten endlosen Zugseiles gezogen wurden, das gleichzeitig die zurückkehrenden Wagen mit derselben Geschwindigkeit herunterließ. Die Wagen erhalten dann noch die Zugseilkupplung der Drahtseilbahnwagen und schlagen sich selbsttätig an das Seil, so daß die Schrägstrecken keine besondere Bedienung brauchen.

Sie haben z. B. mehrfache Anwendung auf dem Eisenwerk

Maximilianshütte in Rosenberg gefunden, wie die Abb. 658 zeigt. Die mit Erz ankommenden Eisenbahn-

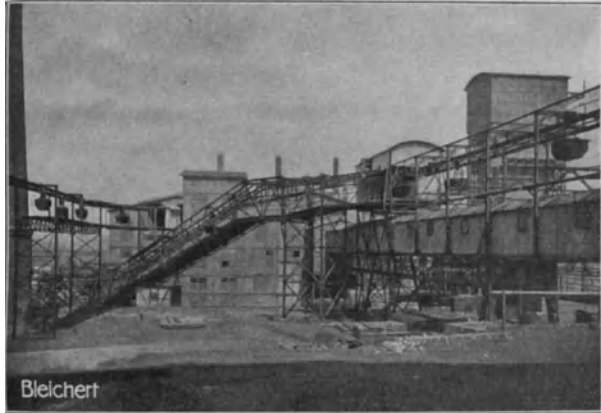


Abb. 659. Schrägstrecke der Deutschlandgrube in Schwientochlowitz.

wagen werden mit Hilfe eines Wagenkippers entleert. Der Füllrumpf unter dem Kipper wird nun von einer Bleichertschen Elektrohängebahn unterfahren, in deren Wagen die Erze abgezogen werden. Eine Schrägseilstrecke befördert sie dann auf die Höhe der Erztaschen, wo sie, nun wieder rein elektrisch betrieben, auf eins der Absturzgleise gehen.

Der Kokschuppen wird von einer Elektrohängebahn mit Windwerkwagen bedient, die von einer Zentralstelle aus gesteuert werden.

Koks, Erze und Zuschläge werden schließlich über zwei Gicht-Seilschrägbahnen auf die Gichtbühne und zu den einzelnen Hochöfen geschafft.

Bei kürzeren Schrägstrecken werden die Seile durch Zugketten ersetzt, die sich in einfache Gabeln auf den Laufwerken der Wagen einlegen.

Eine solche Anlage ist die in Abb. 659 wiedergegebene der Deutschlandgrube in Schwientochlowitz. Sie ist ferner dadurch bemerkenswert, daß sie bei verhältnismäßig kleiner Schienenlänge 27 Kurven enthält.

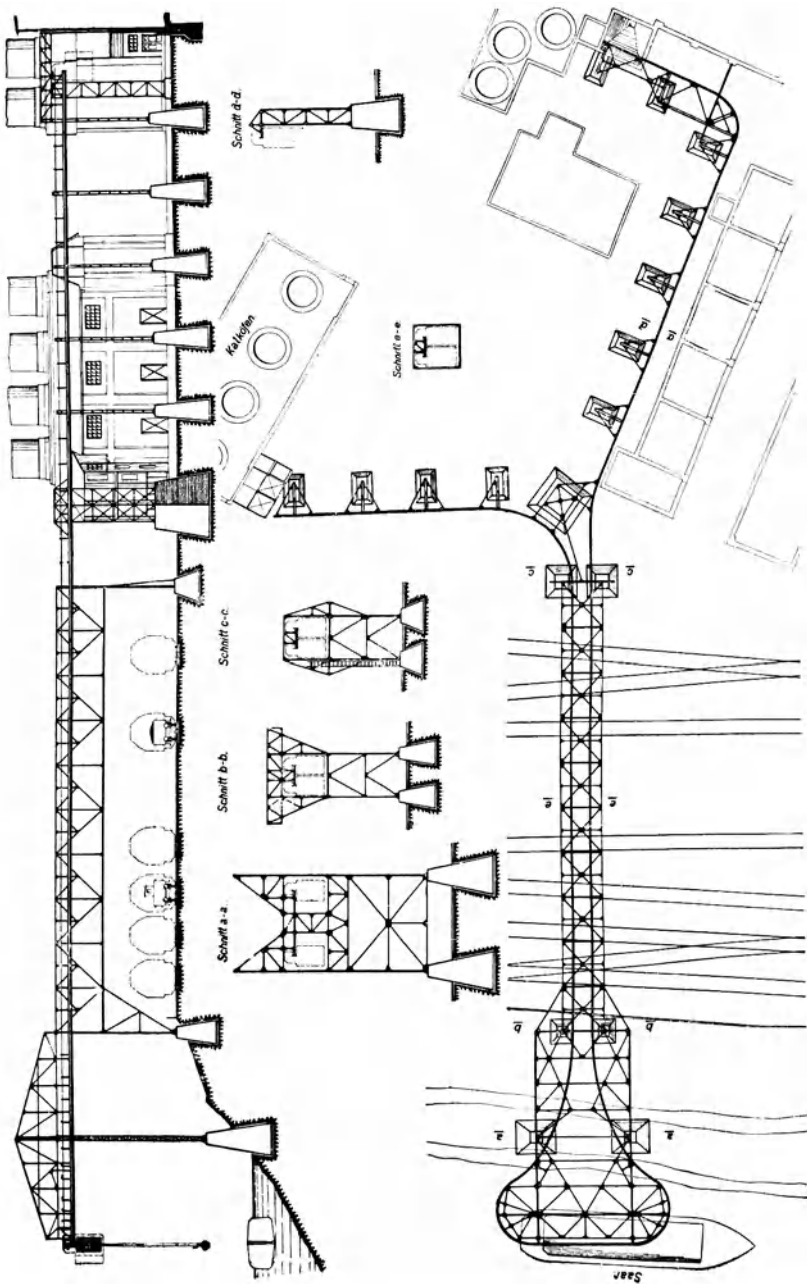


Abb. 660. Elektrohängebahn mit Führerstandsauflage für Kippkühbelbetrieb zum Transport von Kalksteinen.

Der von der Schrägstrecke zu überwindende Höhenunterschied beträgt 10 m, die Förderleistung 50 t/St.

Ist der Höhenunterschied klein, so werden oft feste Zahnstangen neben der Laufschiene verlegt, in die ein kleines, vom Fahrmotor bewegtes Ritzel eingreift und so den Wagen mit verringerter Geschwindigkeit auf die Höhe bringt.

In Fällen, wo Schrägstrecken mit Rücksicht auf den Platzbedarf nicht ausführbar sind, werden Spiralaufzüge nach Abb. 261 eingebaut.

386. Die Bahnen mit Führerbegleitung.

Wirklich bedeutende Förderleistungen sind nur zu erzielen, wenn man einerseits den Inhalt der Wagenkasten bzw. Greifer vergrößert

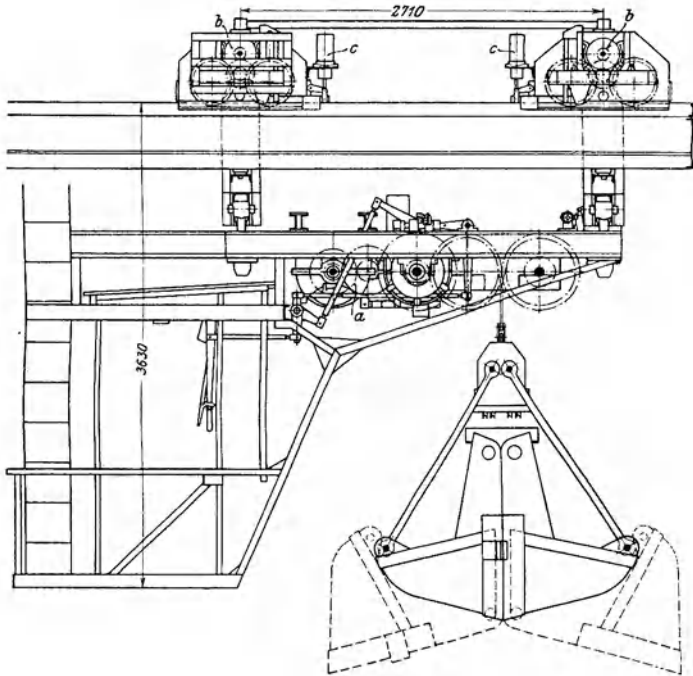


Abb. 661. Oberflanschgreiferkatze mit Führerbegleitung (Kaiser & Co.).

a Hubmotor 22,9 PS, *b* Fahrmotor 3,4 PS, *c* Fahrwerkbremsluftmagnet.

und andererseits die Fahrtgeschwindigkeit erhöht. Mit der Vergrößerung der Wagenkasten ist man bis vor kurzem auf 3—4 m³ gegangen, während der Greiferraum gewöhnlich nicht über 1,5 m³ hinausgeht, meist sogar noch darunter bleibt. Die Fahrtgeschwindigkeit hat man bis auf 3,5 m/sek gesteigert.

Dabei ergibt sich aber, daß irgendein Fehler an einem Blockungsapparat — und naturgemäß sind die rein elektrisch arbeitenden Apparate recht empfindlich — entweder die ganze Anlage zum Stillstand

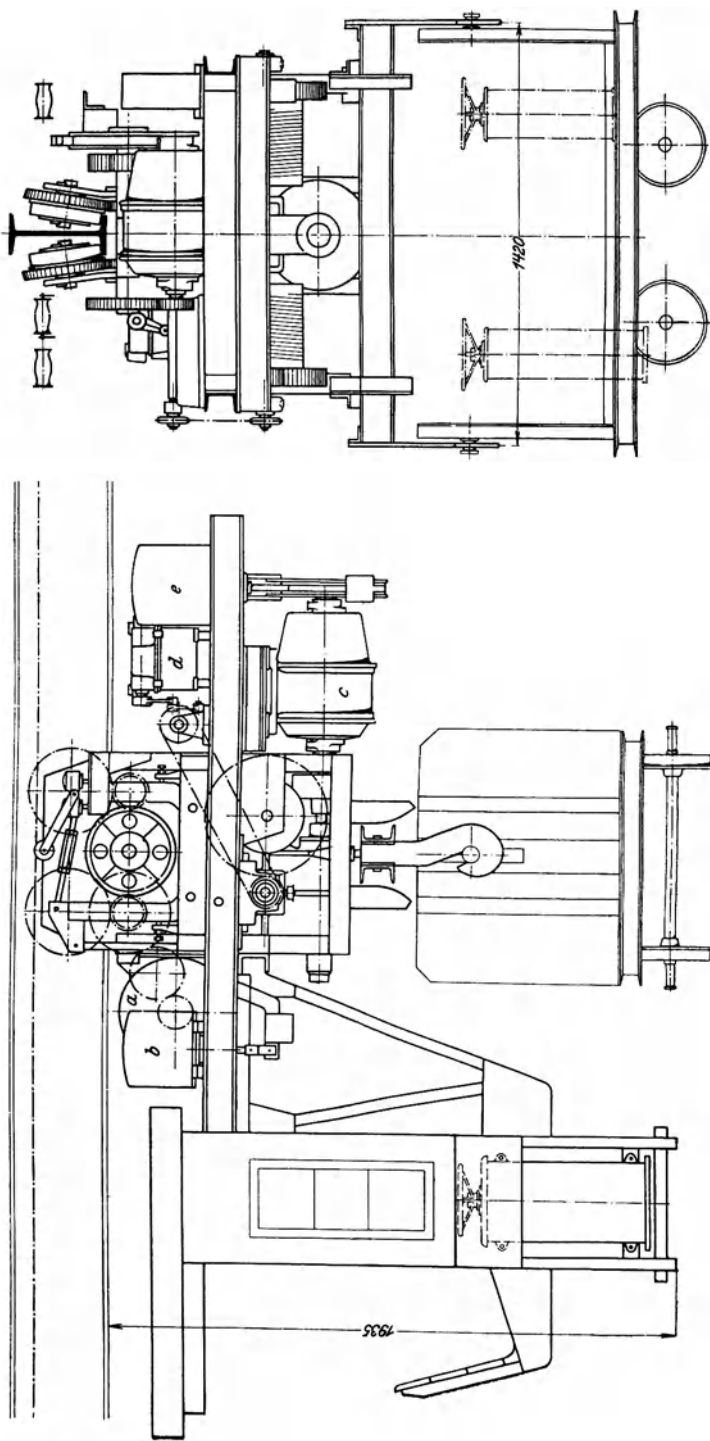


Abb. 662. Unterflanschenkatze mit Windwerk für Grubenwagen (Kaiser & Co.).
a Fahrmotor, *b* Drehstrombremslüftmagnet für 50 cmkg, *c* Hubmotor, *d* Zweipoliger Endausschalter, *e* Drehstrombremslüftmagnet für 100 cmkg.

bringt und, auch bei kurzer Instandsetzungszeit, die Förderleistung des Tages sofort erheblich beeinträchtigt, oder daß die Gefahr eines Zusammenstoßes nahegerückt wird. Besonders die Firmen, die die rein

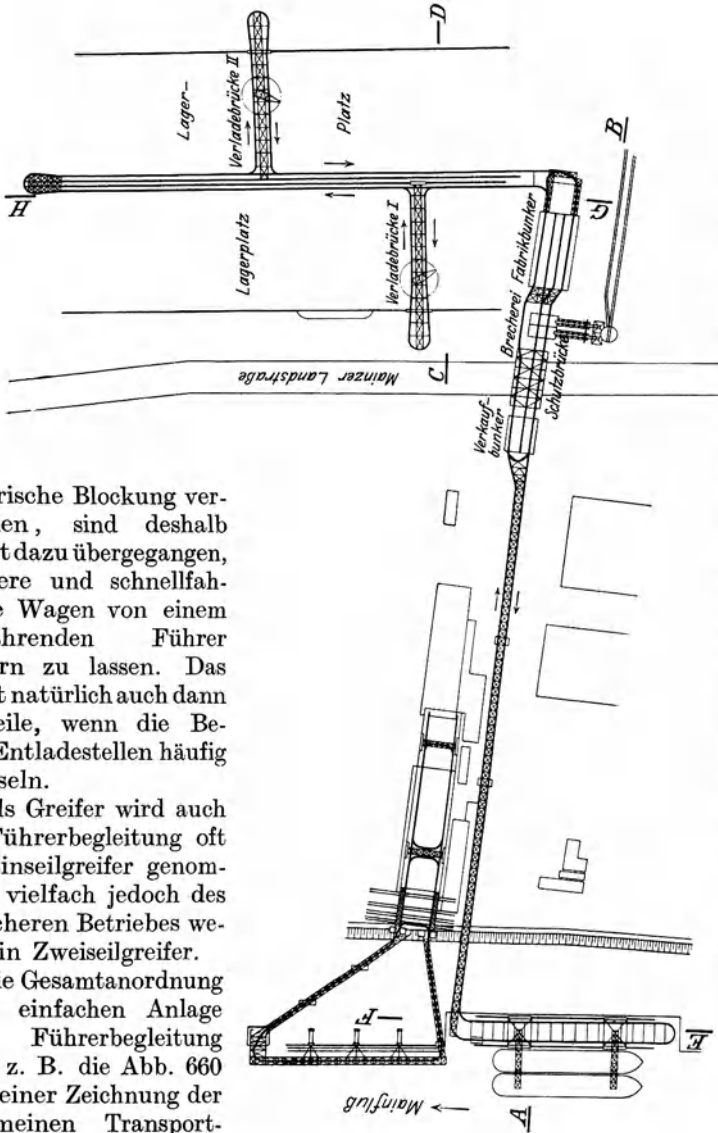


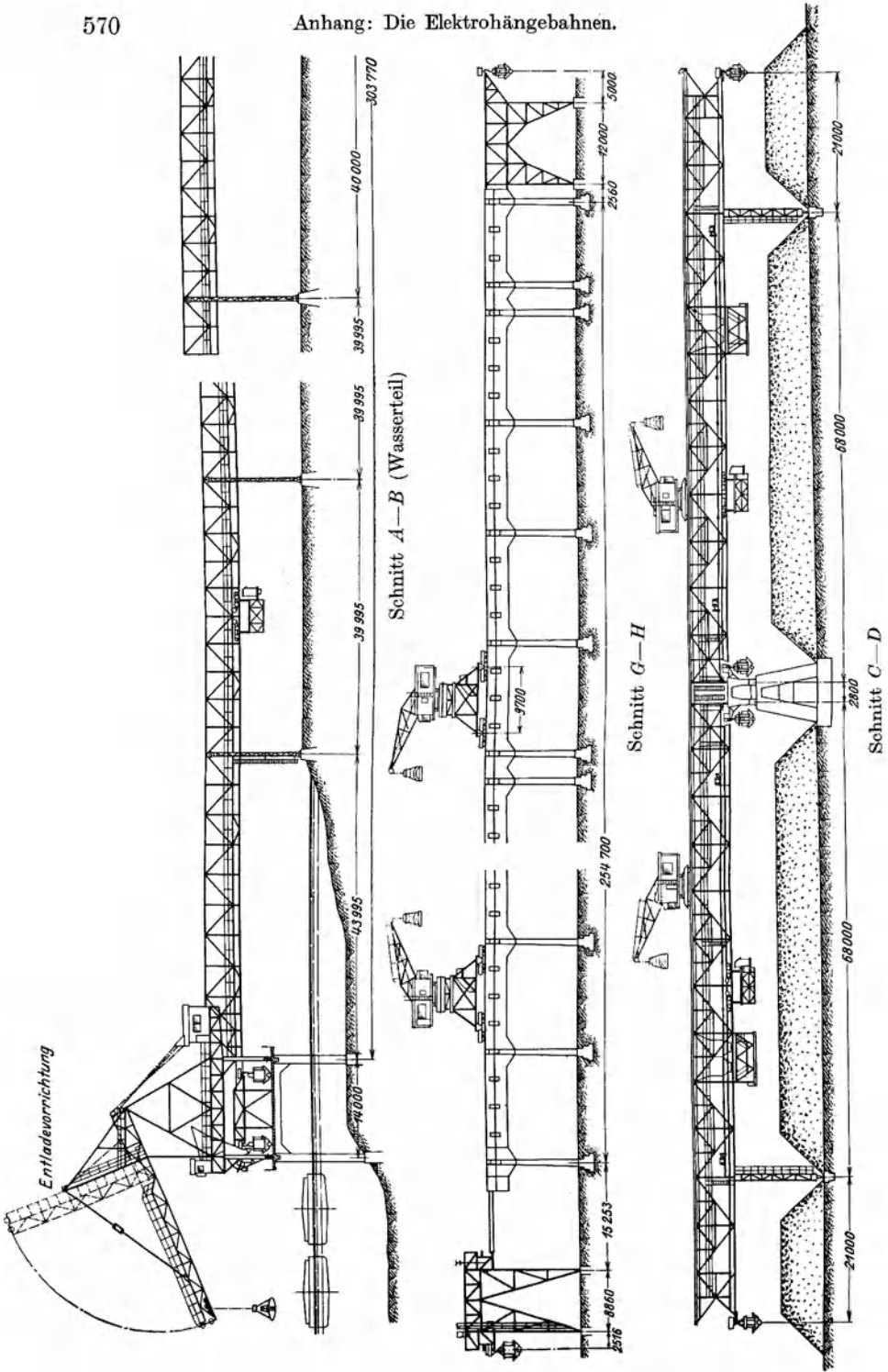
Abb. 663. Lageplan der Elektrohängebahn der Höchster Farbwerke (Pohlig).

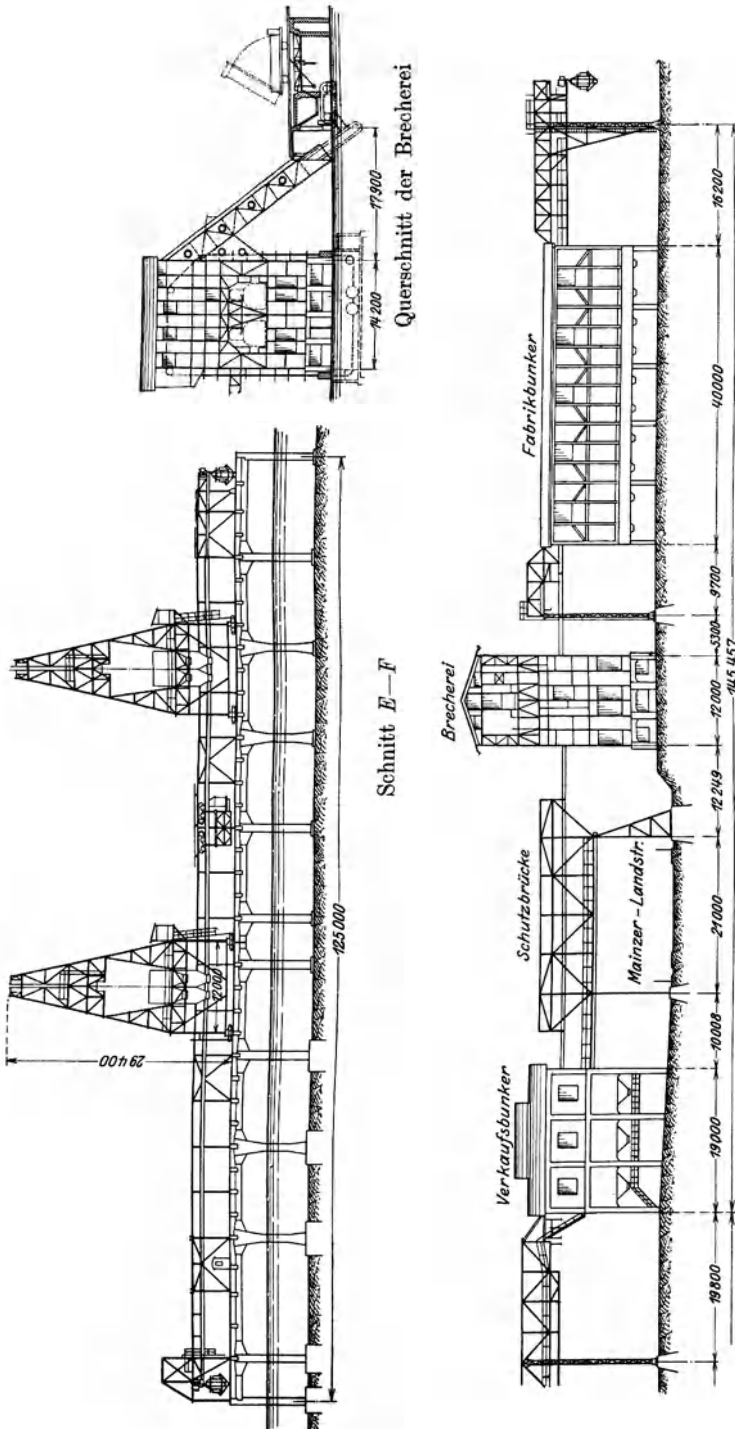
elektrische Blockung verwenden, sind deshalb zuerst dazu übergegangen, schwere und schnellfahrende Wagen von einem mitfahrenden Führer steuern zu lassen. Das bietet natürlich auch dann Vorteile, wenn die Be- und Entladestellen häufig wechseln.

Als Greifer wird auch bei Führerbegleitung oft ein Einseilgreifer genommen, vielfach jedoch des einfacheren Betriebes wegen ein Zweiseilgreifer.

Die Gesamtanordnung einer einfachen Anlage mit Führerbegleitung zeigt z. B. die Abb. 660 nach einer Zeichnung der Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft. Sie

wurde für das Saarländische Kalk- und Zementwerk in Saarbrücken geliefert und dient zur Heranschaffung von Kalksteinen aus dem Schiff über einen Eisenbahn-Verschiebebahnhof nach den Kalköfen.





Schnitt A—B (Landteil)

Abb. 664. Elektrohängebahn der Höchstler Farbwerke für 500 t/St (Pohlig).

Die Gesamtlänge der Schienen beträgt 300 m, der Inhalt eines Kippkübels 1 t. Stündlich werden 17 t mit einem Wagen gefördert.

Eine Oberflanschen-Greiferkatze von Kaiser & Co. gibt die Abb. 661 wieder, eine Unterflanschenkatze derselben Firma zum Heben und Transport von Grubenwagen die Abb. 662. Der Zweiseilgreifer faßt 0,8 t bei 1,5 t Eigengewicht, der Förderwagen wiegt 0,3 t und enthält eine Ladung von 1,2 t. Die Fahrtgeschwindigkeit beider Katzen beträgt 2 m/sek, die Hubgeschwindigkeit 0,25 m/sek. Hervorzuheben ist, daß das ganze Windwerk sich möglichst dicht unter die Fahrschiene befindet. Bemerkenswert ist auch die der Flanschenneigung des I-Profiles angepaßte schräge Stellung der Laufräder.

Die Elektrohängebahn, die die größte bisher erreichte Förderleistung bei auch sonst sehr bedeutenden Ausmaßen aufweist, ist die in den Abb. 663 und 664 nach der Entwurfszeichnung von J. Pohlig A.-G. dargestellte der Höchster Farbwerke. Sie ist fähig, stündlich 500 t Kohle zu fördern und zwar in festen Wagenkästen mit Seitenentleerung von 12 m³ Inhalt bei 3 m/sek Fahrtgeschwindigkeit.

Die in Kähnen auf dem Main herankommende Kohle wird mit Greifern gehoben, deren Laufkatzen auf aufklappbaren Schrägauslegern laufen, und nach hinten in Überladebunker abgegeben. Die beiden, seitlich verfahrbaren Ausleger greifen über zwei hintereinander liegende Kähne hinweg. Ihre Motoren befinden sich in je einem rückwärtigen Maschinenhäuschen, während die Steuerung von einer vorn angebrachten Steuerkabine aus erfolgt.

Die Elektrohängebahnwagen werden aus den Zwischenbunkern über Auslaufschurren beladen. Sie fahren zunächst am Ufer entlang über eine selbsttätige Wage und gehen dann senkrecht dazu über eine 300 m lange Brücke bis über den an der Landstraße gelegenen Verkaufsbunker, aus dem die Kohle in Landfuhrwerk abgezogen wird. Die Wagen durchfahren dann das Gebäude der Brecherei, der die mit der Eisenbahn ankommende Kohle vermittlels eines Wagenkippers und Becherwerkea zugeführt wird. Hier kann die Kohle zum Brechen abgegeben werden oder auch gebrochene zur Abbeförderung in die Verkaufsbunker oder in die dahinter gelegenen Fabrikbunker aufgenommen werden.

Die meiste Kohle wird jedoch erst einmal auf das Lager geschafft, das sich 250 m lang senkrecht zu den Fabrikbunkern erstreckt. Es wird in der Mitte von einem Eisenbetonbau durchquert, an dem seitlich die Eisenausleger für die Elektrohängebahnschienen angebracht sind. Am dem Betongerüst laufen die Tragräder zweier Verladebrücken von ja 80 m Länge, deren letztes Drittel über die Gegen-Pendelstützen überkragt. Zur Wiederaufnahme laufen oben auf den Brücken Greiferdrehkrane, die die Kohle in kleine Überladefüllrumpfe laden, worau sie wieder den Elektrohängebahnwagen zugeleitet wird.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die technische Mechanik des Maschineningenieurs

mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen

Von

Dipl.-Ing. Professor P. Stephan

Regierungsbaumeister

- Erster Band: **Allgemeine Statik.** Mit 300 Textfiguren. (166 S.) 1921.
Gebunden RM 4.—
- Zweiter Band: **Die Statik der Maschinenteile.** Mit 276 Textfiguren. (272 S.)
1921. Gebunden RM 7.—
- Dritter Band: **Bewegungslehre und Dynamik fester Körper.** Mit 264 Text-
figuren. (258 S.) 1922. Gebunden RM 7.—
- Vierter Band: **Die Elastizität gerader Stäbe.** Mit 255 Textfiguren. (254 S.)
1922. Gebunden RM 7.—
- Fünfter Band: **Die Statik der Fachwerke.** In Vorbereitung

Hebe- und Förderanlagen

Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure

Von

Professor Dr.-Ing. e. h. H. Aumund, Berlin

Zweite, vermehrte Auflage

- Band I: **Allgemeine Anordnung und Verwendung.** Mit 414 Abbildungen im Text
464 S. — 1926 — Gebunden RM 33.—

Inhaltsübersicht:

I. Vorbemerkungen. Kurze Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Förderer und ihrer Antriebsvorrichtungen. **2. Allgemeines** über die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Förderanlagen. **3. Allgemeine Grundlagen** für die Beurteilung des Wirkungsgrades und der Eignung der verschiedenen Antriebsvorrichtungen. **4. Allgemeine Grundlagen** für die Anordnung des elektrischen Antriebes der Hebe- und Förderanlagen. **5. Die mit den Fördervorrichtungen in Verbindung stehenden Behälteranlagen und ihre Versuchsrichtungen, sowie die Zuteil- und Wägevorrrichtungen.** — **II. Die Bahnförderung** mit einzeln oder zugweise bewegten Fördergefäßen. **1. Standbahnen** mit Betrieb durch Menschen- oder Tierkraft. **2. Standbahnen** mit mechanischem Antrieb. **3. Standbahnen** mit Schwerkraftbetrieb. **4. Schwebbahnen** mit Einzelantrieb. — **III. Die Dauerförderer.** **1. Allgemeine Gesichtspunkte** über die Verwendung der Dauerförderer. **2. Dauerförderer**, bei denen die einzelnen Fördergefäße von der dauernd umlaufenden Zugvorrichtung lösbar sind. **3. Dauerförderer**, bei denen Zugorgan und Fördergefäß fest miteinander verbunden bzw. vereinigt sind. **4. Die Förderung im Wasser- oder Luftstrom.** — **IV. Die Hubförderer.** **1. Allgemeines** über die Hubförderer. **2. Die Vorrichtungen** zum Aufnehmen des Verladegutes. **3. Winden** und Aufzüge mit einfacher Lastenbewegung. — **4. Windwerke** und Krane mit zusammengesetzter Lastenbewegung. — **V. Rückblick** auf die Fördervorrichtungen für kleine und mittlere Entfernungen. — **1. Wagerechte** Förderung. **2. Senkrechte** Förderung. — Literaturübersicht. — Sachverzeichnis.

- Band II: **Anordnung und Verwendung für Sonderzwecke.** Ergänzung zu Band I.
Mit etwa 350 Abbildungen im Text. Erscheint im Frühjahr 1926

Inhaltsübersicht:

I. Die Verladeanlagen im Schiffsahrtsbetriebe. — **II. Die Verladevorrichtungen im Eisenbahnwesen.** — **III. Besondere Hebe- und Förderanlagen im Berg- und Hüttenwesen.** — **IV. Rundblick** und Ausblick auf die Entwicklung der Hebe- und Förderanlagen. — Literaturübersicht. — Sachverzeichnis.

- Band III: **Kräftelehre einschließlich der Mechanik und Statik der Hebezeuge und Förderanlagen.** In Vorbereitung

- Band IV: **Maschinenelemente der Hebezeuge.** In Vorbereitung

Additional material from *Die Drahtseilbahnen (Schwebbahnen) einschließlich der Kabelkrane und Elektrohängebahnen*, ISBN 978-3-662-27575-7, is available at <http://extras.springer.com>



Die Förderung von Massengütern. Von Professor Georg von Hanffstengel, Charlottenburg.

Erster Band: **Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer.**

Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 531 Textfiguren. (314 S.) 1921. Unveränderter Neudruck. 1922. Gebunden RM 11.—

Zweiter Band: **Förderer für Einzellasten.** Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Zunächst wird erscheinen Teil I: **Bahnen.**

In Vorbereitung

Billig Verladen und Fördern. Eine Zusammenstellung der maßgebenden Gesichtspunkte für die Schaffung von Neuanlagen nebst Beschreibung und Beurteilung der bestehenden Verlade- und Fördermittel unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit. Von Dipl.-Ing. G. v. Hanffstengel, Berlin. Dritte Auflage. Mit etwa 120 Textfiguren. In Vorbereitung

Kran- und Transportanlagen für Hütten-, Hafen-, Werft- und Werkstattbetriebe unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit. Von Dipl.-Ing. C. Michenfelder. Zweite, stark erweiterte Auflage. Mit etwa 700 Textabbildungen. In Vorbereitung

Die Drahtseile als Schachtförderseile. Von Dr.-Ing. Alfred Wyszomirski. Mit 30 Textabbildungen. (98 S.) 1920. RM 3.—

Berechnung elektrischer Förderanlagen. Von Dipl.-Ing. E. G. Weyhausen und Dipl.-Ing. P. Mettgenberg. Mit 39 Textfiguren. (94 S.) 1920. RM 3.—

Das Kleinförderwesen bei Verwendung von Elektrokarren. (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.) Mit 26 Abbildungen. (34 S.) 1925. RM 2.40

Die Bagger und die Baggereihilfsgeräte. Ihre Berechnung und ihr Bau. Von M. Paulmann, Regierungs- und Baurat in Emden, und R. Blaum, Regierungsbaumeister, Direktor der Atlas-Werke, A.-G., Bremen.

Erster Band: **Die Naßbagger und die dazu gehörenden Hilfsgeräte.**

Bearbeitet von M. Paulmann und R. Blaum. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 598 Textfiguren und 10 Tafeln. (289 S.) 1923. Gebunden RM 21.—

Zweiter Band: **Die Trockenbagger.**

In Vorbereitung

Eisenbahnausrüstung der Häfen. Von Geh. Baurat Professor Dr.-Ing. W. Cauer, Berlin. (Erweiterter Sonderabdruck aus der „Verkehrstechnischen Woche“.) Mit 51 Textfiguren. (48 S.) 1921. RM 2.30

See- und Seehafenbau. Von Professor H. Proetel, Aachen. Mit 292 Textabbildungen. (Handbibliothek für Bauingenieure, III. Teil: Wasserbau, 2. Band. (231 S.) 1921. Gebunden RM 7.50

Lehrbuch der Bergwerksmaschinen (Kraft- und Arbeitsmaschinen)

von Ingenieur Dr. H. Hoffmann, Bochum. Mit 523 Textabbildungen.
(380 S.) 1926. Gebunden RM 24.—

Enthält folgende Kapitel: XIII. Schachtförderanlagen. XIV. Die Dampf-
fördermaschinen. XXIV. Elektrische Kraftübertragung im Bergbau.

**Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdöl-
industrie.** Von Dipl.-Ing. L. Steiner, Berlin. Mit 223 Textabbildungen.

(350 S.) 1926. Gebunden RM 27.—

Inhaltsübersicht:

Einleitung: Das Bohren. Das stoßende Bohren. Gestängebohren. Selbbohren.
Schnellschlagbohren. — Das drehende Bohren. Bohren in festem Gebirge. Bohren in
mildem Gebirge. — Das Fördern des Erdöles. Das Fördern mittels Schöpflöffels
und Kolbens. Das Fördern mittels Schöpflöffels. Das Fördern mittels Kolbens. Das
Fördern durch Tiefpumpen. Einzelantrieb. Gruppenantrieb. Tiefpumpen ameri-
kanischer Bauart. Vorteile der elektrischen Antriebsart. Wirtschaftlichkeit der Förderung mittels
Tiefpumpen bezogen auf den Brennstoffverbrauch. Vergleich der Wirtschaftlichkeit zwischen
Löffelförderung und Pumpbetrieb. Die Förderung mittels Druckluft. — Die
Förderung mittels Senkpumpen. — Schachtbetrieb.

Die Bergwerksmaschinen. Eine Sammlung von Handbüchern für
Betriebsbeamte. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen heraus-
gegeben von Dipl.-Ing. Hans Bansen, Bergingenieur.

Dritter Band: Die Schachtfördermaschinen. Zweite, vermehrte
und verbesserte Auflage, bearbeitet von Fritz Schmidt und Ernst Förster.

I. Teil: Die Grundlagen des Fördermaschinenwesens von
Privatdozent Dr. Fritz Schmidt, Berlin. Mit 178 Abbildungen im Text.
(217 S.) 1923. RM 8.40

II. Teil: Die Dampffördermaschinen. Bearbeitet von Dr. Fritz Schmidt.
In Vorbereitung

III. Teil: Die elektrischen Fördermaschinen. Von Prof. Dr.-Ing.
Ernst Förster, Magdeburg. Mit 81 Abbildungen im Text und auf einer
Tafel. (161 S.) 1923. RM 6.—

Sechster Band: Die Streckenförderung. Von Dipl.-Bergingenieur
Hans Bansen. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit
593 Textfiguren. (456 S.) 1921. Gebunden RM 18.—

Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Stein-
kohlenbergbaues. Von Professor Dr.-Ing. e. h. F. Helse, Direktor der Berg-
schule zu Bochum, und Professor Dr.-Ing. e. h. F. Herbst, Direktor der Berg-
schule zu Essen. In 2 Bänden.

Erster Band: Gebirgs- und Lagerstättenlehre. Das Aufsuchen der Lagerstätten
(Schürf- und Bohrarbeiten). Gewinnungsarbeiten. Die Grubenbaue. Gruben-
bewetterung. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 580 Abbildungen und
einer farbigen Tafel. (645 S.) 1923. Gebunden RM 11.—

Zweiter Band: Grubenausbau. Schachttaufen. Förderung. Wasserhaltung.
Grubenbrände. Atmungs- und Rettungsgeräte. Dritte und vierte,
verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 695 Abbildungen. (678 S.) 1923.
Gebunden RM 11.—

⊗ **Grundzüge der Bergbaukunde** einschließlich Aufbereitung und Briket-
tieren. Von Dr.-Ing. e. h. Emil Treptow, Geheimer Bergrat, Professor i. R.
der Bergbaukunde an der Bergakademie Freiberg, Sachsen. Sechste, ver-
mehrte und vollständig umgearbeitete Auflage.

I. Band: Bergbaukunde. Mit 871 in den Text gedruckten Abbildungen. (646 S.)
1925. Gebunden RM 18.—

II. Band: Aufbereitung und Brikettieren. Mit 324 in den Text gedruckten
Abbildungen und XI Tafeln. (348 S.) 1925. Gebunden RM 21.—

Taschenbuch für den Maschinenbau. Bearbeitet von Fachleuten. Herausgegeben von Professor **Heinrich Dubbel**, Ingenieur, Berlin. Vierte, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 2786 Textfiguren. In zwei Bänden. (1739 S.) 1924. Gebunden RM 18.—

Enthält folgenden Teil:

Werkstattförderwesen. Bearbeitet von Dipl.-Ing. R. Hänchen. I. Die Förderarbeiten im Werkstättenbetriebe. II. Die Werkstattförderer. III. Das Werkstattfördersystem. IV. Organisation des Werkstattförderwesens.

Freytags Hilfsbuch für den Maschinenbau für Maschineningenieure sowie für den Unterricht an Technischen Lehranstalten. Siebente, vollständig neubearbeitete Auflage. Unter Mitarbeit von Fachleuten herausgegeben von Professor **P. Gerlach**. Mit 2484 in den Text gedruckten Abbildungen, 1 farbigen Tafel und 3 Konstruktionstafeln. (1502 S.) 1924. Gebunden RM 17.40

Aus dem 15. Kapitel:

Lasthebemaschinen. Hebezeugteile — Mechanik der Triebwerksteile — Mechanik der Fahr- und Schwenkantriebe — Winden und Katzen für Handbetrieb — Flaschenzüge — Dynamik elektrischer Krantriebwerke — Elektrischer Antrieb der Lasthebemaschinen — Gleichstrom — Drehstrom — Reibungsbremsen für elektrisch betriebene Hebezeuge — Elektrisch betriebene Winden und Katzen — Krane — Förderung von Schüttgut — Lastmagnete — Verladeanlagen — Aufzüge.

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Professor **H. Dubbel**, Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. (890 S.) 1923. Gebunden RM 12.—

Enthält folgenden Teil:

Hebe- und Fördermittel. Bearbeitet von Dipl.-Ing. R. Hänchen. Literatur. Allgemeines. Arbeitsweise und Einteilung der Hebe- und Fördermittel-Antriebsarten. I. Aussetzend arbeitende Förderer. Mittel für wagerechte und schwach geneigte Förderung (Gleislose Fördermittel; Standbahnen; Hängebahnen). Mittel für senkrechte Förderung (Kleinhubige Hebemittel [Zahnstangenwinden — Schraubenwinden — Hebeböcke — Druckwasserhebezeuge — Drucklufthebezeuge], Flaschenzüge, ortfeste Winden (Handwinden, motorische Winden, Greiferwindwerke, Winden für Seilverschiebeanlagen), Aufzüge (Handaufzüge, Transmissionsaufzüge, Druckwasseraufzüge, elektrische Aufzüge). Mittel für wagerechte und senkrechte, sowie stark geneigte Förderung (Laufwinden und Krane [Einzelteile der Winden und Krane — Lastaufnahmemittel — Elektrische Ausrüstung — Laufkatzen und Laufwinden — Krane]; Hunt-Elevator; Schrägaufzüge; Eisenbahnwagen-Kipper). II. Stetig arbeitende Förderer oder Dauerförderer. Mittel für wagerechte und schwach geneigte Förderung (Katzenförderer; Förderrinnen [Schubrinnen — Schwingförderrinnen]; Förderschnecken; Förderrohre; Bandförderer — Förderer mit biegsamem Band — Gliederbandförderer). Mittel für senkrechte und stark geneigte Förderung (Senkrecht- und Schrägbecherwerke [Elevatoren für Schüttgutförderung]; Elevatoren für Stückgüter; Elevatoren für Personenförderung (Paternosteraufzüge). Mittel für wagerechte, senkrechte und geneigte Förderung, sowie Förderung in ebenen oder in Raumkurven (Pendel- oder Schaukelbecherwerke; raumbewegliche Becherwerke; Schaukelförderer; Schwerkraftförderer; Wasserstrahlförderer; Luftförderer [pneumatische Förderer]). Stand- und Hängebahnen mit Zugmittel und Drahtseilbahnen (Standbahnen mit Ketten- oder Seilbetrieb; Hängebahnen mit Seilbetrieb; Drahtseilbahnen [Seilschwebbahnen]).