

# Markscheidekunde

Von

G.Schulte und W.Löhr



Zweite Auflage

# Markscheidekunde

für Bergschulen und für den praktischen Gebrauch

Von

**G. Schulte** und **W. Löhr**

Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse  
und Lehrer an der Bergschule Bochum

Zweite  
verbesserte Auflage

Mit 229 Abbildungen im Text  
und 11 zum Teil farbigen Tafeln



Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg GmbH  
1941

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

ISBN 978-3-662-22131-0

ISBN 978-3-662-22130-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-22130-3

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

Copyright Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1932 and 1941  
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG, Berlin 1941  
Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1941

## Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Bei der Abfassung dieses, in erster Linie für Grubenbetriebsbeamte geschriebenen Buches lag das Bestreben vor, in knapper Form und auf elementarer Grundlage einen einigermaßen vollständigen Überblick des Vermessungs- und Kartenwesens zu geben, soweit es für die Bedürfnisse des Bergbaues in Betracht kommt. Dementsprechend wurden im ersten Teil neben den durch Beispiele erläuterten einfachen Messungen, die der Betriebsbeamte gegebenenfalls selbst vorzunehmen hat, auch einige weitergehende Aufgaben kurz behandelt, deren Ausführung der Betriebsführer häufig veranlassen und deren Zweck er daher im wesentlichen auch verstehen muß. Die Beschreibung der in der Praxis gewöhnlich vorkommenden Aufnahmen und Angaben ist so gehalten, daß jeder Betriebsbeamte hiernach ohne weiteres imstande sein wird, derartige Aufgaben durchzuführen, auch wenn die wenigen Meßübungen der Bergschulzeit längst seinem Gedächtnis entschwunden sind. Zum Verständnis des Zusammenhanges sind kurze Abschnitte über die Grundlagen des Vermessungswesens eingefügt worden.

Im zweiten Teil des Buches wurde zunächst die Entstehung der Pläne, der Risse und der in neuerer Zeit in wachsendem Maße zur Verwendung kommenden Raumbilder erläutert. Besonders eingehend ist das Grubenbild in allen Teilen als Grundlage wichtiger betrieblicher Maßnahmen behandelt worden. Darüber hinaus wurden Inhalt und Verwendung von Karten-, Plan- und Rißwerken besprochen, die bei der Inangriffnahme und Fortführung bergmännischer Betriebe außerdem noch herangezogen werden.

Bei der Beschreibung der Meßverfahren und der bergbaulichen Risse konnten naturgemäß die Verhältnisse aller Bergbauarten und -reviere nicht gesondert behandelt werden. Messungsbeispiele und Darstellungen wurden daher ausschließlich dem rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau entnommen, doch gelten seit Erlaß der Preußischen Markscheider-Ordnung vom 23. März 1923 die hier maßgebenden Vorschriften im wesentlichen auch für den übrigen preußischen Bergbau.

Das den neuesten Stand der Vermessungstechnik und der Kartengrundlagen berücksichtigende Buch soll ferner den Vermessungssteigern und sonstigen Markscheider-Angestellten als Hilfsmittel während ihrer Ausbildung und bei ihren Berufsarbeiten dienen sowie den Anwärtern des Markscheiderberufes eine Einführung in das Fachgebiet geben.

Bochum, im Februar 1932.

Schulte. Löhr.

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Neuauflage des vorliegenden Lehrbuches ist im Aufbau des Stoffes gegen die erste Auflage nur wenig verändert, doch erfuhr der Text in vielen Abschnitten Ergänzungen und teilweise eine vollständige Umgestaltung. Hierbei mußte naturgemäß wieder in erster Linie auf die verschiedenartigen Bedürfnisse des Bergschulunterrichtes für die einzelnen Gruppen der zukünftigen Grubenbeamten, und zwar der Grubenbetriebsführer, der Grubensteiger und der Vermessungssteiger Rücksicht genommen werden, so daß nicht alle Anregungen, die uns in dankenswerter Weise aus der Praxis zuzugingen, zu verwirklichen waren. Um jedoch diejenigen Abschnitte, die für Betriebsbeamte weniger in Betracht kommen, besonders zu kennzeichnen, wurde in weitgehendem Maße vom Kleindruck Gebrauch gemacht, wodurch sich zugleich die Möglichkeit ergab, den Umfang des Buches trotz notwendiger Erweiterungen nicht zu stark anwachsen zu lassen.

„Einleitung“ und „Grundbegriffe“ erscheinen in neuer Fassung. Im ersten Teil des Buches, der die markscheiderischen Messungen behandelt, sind bei den „Längenmessungen“ kurze Ausführungen über den in einigen Bergbaurevieren üblichen Gebrauch der Meßplatten, bei den „Winkelmessungen“ Angaben über die inzwischen vorgeschriebene neue Winkeleinheit eingefügt worden. Die Polygonmessungen und die besonders unter Tage wichtigen Zwangszentrierverfahren wurden ihrer Bedeutung entsprechend eingehender als bisher behandelt. Neu hinzu kam ein Abschnitt über die Feststellung von Abbauwirkungen über und unter Tage.

Im zweiten Teil des Buches, der in der Hauptsache die zeichnerische Auswertung der Messungsergebnisse behandelt, sind zunächst die raumbildlichen Darstellungen nicht unwesentlich erweitert worden. Leider konnte beim Anaglyphenverfahren, das sich für die körperliche Wahrnehmung der in verschiedenen Höhenlagen und Richtungen aufgefahrenen Grubenbaue hervorragend eignet, ein farbiges Anschauungsbeispiel aus drucktechnischen Gründen nicht wiedergegeben werden. Ferner wurde die zeichnerische Ausrichtung der Gebirgsstörungen durch weitere Beispiele ergänzt. Dabei ist in einem besonderen Abschnitt auch die neuerdings von Herrn Professor W. Nehm entwickelte Systematik der Störungen und Bruchformen kurz erläutert worden. Mit Rücksicht auf die Neuregelung im übertägigen Vermessungswesen mußten die Abschnitte über „Topographische Karten“ und „Katasterpläne“ umgearbeitet werden. Bei den bergbaulichen Rissen erforderten die laut Ministerialerlaß vom 4. Februar 1936 bei der Anfertigung von Mutungsrissen und neuen Grubenbildern zugrunde zu legenden „Normen

für Markscheidewesen“ sowie die als Erläuterung hierzu vor der Herausgabe stehenden „Musterrisse“ eine vollständige Neufassung des Textes.

Aus dem Bildmaterial sind 14 Abbildungen ausgeschieden, 18 verändert und 57 neu eingereiht worden. Im Anhang fanden außer neuen Zahlentafeln für die Umrechnung von Winkeln alter Teilung in neue Teilung und umgekehrt weitere 8 graphische Tafeln Aufnahme, aus denen verschiedene für die Anfertigung der Risse oder für bestimmte Angaben in der Grube notwendige Werte ohne weiteres entnommen werden können. Die durch Farbendruck wiedergegebenen letzten drei Tafeln mit Zeichenerklärungen für Tage- und Grubenrisse wurden den neuen Normvorschriften entsprechend ergänzt. Die Tafel mit Zeichen für Wetterrisse ist in Wegfall gekommen, da eine entsprechende Tafel jetzt als Normblatt vorliegt und auch jeder Wetterriß eine Zeichenerklärung enthält.

Herrn Bürovorsteher F. Gries der Westfälischen Berggewerkschaftskasse sind wir wieder für die geschickte und sachgemäße Anfertigung der ergänzenden und abgeänderten Zeichnungen zu Dank verpflichtet.

Bochum, im August 1941.

Schulte. Löhr.

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	1
1. Aufgaben der Markscheidkunde . . . . .	1
<b>Grundbegriffe</b> . . . . .	2
2. Punkte, Linien und Flächen . . . . .	2
3. Richtungen und Winkel . . . . .	3
4. Koordinaten . . . . .	4
5. Höhen . . . . .	6
Erster Teil.	
<b>Messungen.</b>	
6. Einteilung . . . . .	7
7. Punktvermarkung . . . . .	7
8. Punktbezeichnung . . . . .	9
<b>Längenmessungen</b> . . . . .	9
9. Längeneinheit . . . . .	9
10. Längenmeßgeräte . . . . .	10
11. Fehler der Längenmeßgeräte . . . . .	11
12. Prüfung der Längenmeßgeräte . . . . .	13
13. Ausfluchten von Meßlinien . . . . .	14
14. Ausführung von Längenmessungen . . . . .	14
15. Genauigkeit der Längenmessungen . . . . .	18
<b>Winkelmessungen</b> . . . . .	19
16. Winkeleinheit . . . . .	20
<b>Gemeinsame Vorrichtungen an Meßinstrumenten</b> . . . . .	21
17. Aufstell- und Aufhängevorrichtungen . . . . .	21
18. Schrauben . . . . .	22
19. Libellen . . . . .	22
20. Kreisteilungen . . . . .	24
21. Zeiger . . . . .	24
22. Spiegel . . . . .	27
23. Prismen . . . . .	27
24. Linsen . . . . .	27
25. Ablesevorrichtungen . . . . .	28
26. Zielvorrichtungen . . . . .	29
<b>Einrichtung und Gebrauch der Winkelmeßinstrumente</b> . . . . .	31
Instrumente zum Abstecken fester Winkel . . . . .	31
27. Winkelspiegel . . . . .	31
28. Winkelprismen . . . . .	33
<b>Einfache Instrumente zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln</b> . . . . .	35
29. Brechungswinkelmessung . . . . .	35
30. Winkeltrommel . . . . .	35
31. Steigertheodolit . . . . .	36
32. Neigungswinkelmesser . . . . .	38

	Seite
33. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung . . . . .	38
34. Aufsatzneigungsmesser . . . . .	39
35. Gradbogen . . . . .	39
<b>Der Theodolit und seine Anwendung . . . . .</b>	<b>41</b>
36. Einrichtung des Theodolits . . . . .	41
37. Aufstellung des Theodolits . . . . .	43
38. Fehler des Theodolits . . . . .	44
39. Messung von Brechungswinkeln mit dem Theodolit . . . . .	46
40. Winkelmessung mit exzentrischem Fernrohr . . . . .	52
41. Zentrierung exzentrisch gemessener Winkel . . . . .	52
42. Messung von Neigungswinkeln mit dem Theodolit . . . . .	53
43. Fehler der Winkelmessung . . . . .	54
44. Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite . . . . .	55
45. Nachtragtheodolite . . . . .	57
<b>Lageaufnahmen . . . . .</b>	<b>61</b>
46. Stückvermessung über Tage . . . . .	62
47. Kleinaufnahme in der Grube . . . . .	64
48. Flächenaufnahme und -berechnung . . . . .	65
49. Flächenteilung . . . . .	67
<b>Polygonmessungen . . . . .</b>	<b>68</b>
50. Polygonzüge über Tage . . . . .	68
51. Polygonzüge unter Tage . . . . .	69
52. Zwangszentrierverfahren . . . . .	70
53. Berechnung der Polygonzüge . . . . .	72
54. Fehler der Polygonzüge . . . . .	75
55. Anschluß eines Polygonzuges an hochgelegene Punkte . . . . .	76
<b>Punkt- und Richtungsübertragung in die Grube . . . . .</b>	<b>77</b>
56. Doppellotverfahren . . . . .	78
57. Einrechnungsverfahren . . . . .	81
58. Einfluß der Lotkonvergenz . . . . .	82
59. Punktabseigerung . . . . .	82
<b>Magnetische Messungen . . . . .</b>	<b>83</b>
60. Inklination und Deklination . . . . .	83
61. Änderungen der Deklination . . . . .	83
62. Magnetische Warten . . . . .	85
<b>Magnetinstrumente . . . . .</b>	<b>86</b>
63. Hängekompaß . . . . .	86
64. Stativkompaß oder Bussole . . . . .	87
65. Setzkompaß . . . . .	88
66. Fehler der Kompassse . . . . .	88
67. Magnetische Feinmeßinstrumente . . . . .	89
<b>Ausführung magnetischer Messungen . . . . .</b>	<b>91</b>
68. Kompaßzug in der Grube . . . . .	91
69. Benutzung des Kompasses in Gegenwart störender Einflüsse . . . . .	93
70. Bussolenmessung über Tage . . . . .	94
71. Ermittlung der Nadelabweichung . . . . .	95
72. Fehler der Kompaßmessungen . . . . .	96
73. Magnetorientierung . . . . .	97
<b>Grundlegende Lagemessungen über Tage . . . . .</b>	<b>99</b>
74. Kleindreiecksmessung . . . . .	99
75. Anschluß an die Landesaufnahme . . . . .	100
76. Vorwärtseinschneiden . . . . .	100
77. Rückwärtseinschneiden . . . . .	101
78. Dreiecksnetze der Landesaufnahme . . . . .	104



	Seite
79. Gestalt und Größe der Erde . . . . .	106
80. Einteilung der Erde . . . . .	106
81. Bestimmung der geographischen Koordinaten . . . . .	107
82. Bestimmung der Erddimensionen . . . . .	108
83. Beziehungen zwischen ebenen und geographischen Maßen . . . . .	108
<b>Koordinatensysteme . . . . .</b>	<b>108</b>
84. Geographische Netze . . . . .	108
85. Rechtwinklige Koordinatensysteme . . . . .	109
86. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten . . . . .	109
87. Gauß-Krügersche Koordinaten . . . . .	110
88. Koordinatenumformung . . . . .	111
<b>Höhenmessungen . . . . .</b>	<b>112</b>
89. Zweck und Einteilung . . . . .	112
<b>Unmittelbare Höhenmessungen . . . . .</b>	<b>113</b>
90. Schachtteufenmessung . . . . .	113
<b>Trigonometrische Höhenmessungen . . . . .</b>	<b>115</b>
91. Trigonometrische Höhenmessung über Tage . . . . .	115
92. Gradbogenmessung in der Grube . . . . .	116
93. Trigonometrische Höhenmessung mit Theodolit und Meßband in der Grube . . . . .	117
<b>Geometrische Höhenmessungen . . . . .</b>	<b>117</b>
94. Kanal- und Schlauchwaage . . . . .	118
95. Staffelzeug . . . . .	118
96. Nivellierinstrumente . . . . .	119
97. Aufstellung der Nivellierinstrumente . . . . .	122
98. Prüfung und Berichtigung der Nivellierinstrumente . . . . .	123
99. Nivellierlatten . . . . .	124
<b>Ausführung und Berechnung geometrischer Höhenmes- sungen . . . . .</b>	<b>126</b>
100. Festpunktnivellement . . . . .	126
101. Längennivellement . . . . .	131
102. Flächennivellement . . . . .	133
103. Genauigkeit der geometrischen Höhenmessungen . . . . .	133
104. Grundlegende Höhenmessungen über Tage . . . . .	133
<b>Tachymetermessungen . . . . .</b>	<b>136</b>
105. Optische Entfernungsmessung . . . . .	136
106. Sonderinstrumente für Fudentachymetrie . . . . .	140
107. Doppelbildentfernungsmesser . . . . .	142
107a. Basismeßlatten für Streckenmessungen . . . . .	144
108. Prüfung und Genauigkeit der Entfernungsmesser . . . . .	144
109. Ausführung von Tachymeteraufnahmen . . . . .	145
110. Anwendung der Tachymetrie . . . . .	147
<b>Lichtbildmessung oder Photogrammetrie . . . . .</b>	<b>147</b>
111. Erdbildmessung . . . . .	147
112. Luftbildmessung . . . . .	148
<b>Absteckungen und Angaben . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>Absteckungsarbeiten über Tage . . . . .</b>	<b>150</b>
113. Achsabsteckungen . . . . .	150
114. Kurvenabsteckungen . . . . .	150
115. Abstecken von Querlinien . . . . .	151
116. Angaben für die Ausführung von Erdarbeiten . . . . .	152
117. Sonstige Absteckungsarbeiten . . . . .	152

	Seite
Angaben unter Tage . . . . .	152
118. Richtungsangaben mit dem Kompaß — Stundenhängen . . .	152
119. Richtungsangaben mit dem Theodolit — Durchschlagsangaben	154
120. Einhalten und Verlängern der Stunde . . . . .	155
121. Kurvenabstecken in der Grube . . . . .	156
122. Höhenangaben unter Tage . . . . .	158
<b>Aufnahme von Gebirgsschichten . . . . .</b>	<b>160</b>
123. Allgemeines . . . . .	160
124. Messung von Streichen und Einfallen . . . . .	161
<b>Feststellung von Abbauwirkungen . . . . .</b>	<b>164</b>
125. Bodenbewegungen über Tage . . . . .	164
126. Bodensenkungsnivellements . . . . .	165
127. Beobachtungen an Festlinien . . . . .	165
128. Schachtabseigerungen . . . . .	167
129. Ermittlung des Verlaufes von Spaltflächen . . . . .	167
130. Abbaudynamische Messungen . . . . .	167

Zweiter Teil.

**Darstellungen.**

<b>Allgemeines . . . . .</b>	<b>170</b>
131. Zweck . . . . .	170
132. Darstellungsarten . . . . .	170
133. Maßstäbe . . . . .	172
<b>Geometrische Darstellungen . . . . .</b>	<b>173</b>
134. Einteilung und Inhalt . . . . .	173
Die Herstellung der Grundrisse . . . . .	174
135. Koordinatennetze . . . . .	174
136. Auftragen von rechtwinkligen Koordinaten . . . . .	175
137. Auftragung der rechtwinkligen Lageaufnahme . . . . .	176
138. Zulage von Kompaß-, Hängetheodolit- und Tachymeterzügen	177
139. Ausgleichung von Meß- und Zulegefehlern . . . . .	179
140. Ausarbeitung der Zeichnungen . . . . .	180
Die Herstellung der Aufrisse . . . . .	180
141. Konstruktion von Profilen oder Schnitten . . . . .	181
142. Anfertigung von Seigerrissen . . . . .	182
<b>Raubildliche Darstellungen . . . . .</b>	<b>184</b>
143. Polar- oder Zentralperspektive . . . . .	184
144. Parallelperspektive . . . . .	188
145. Stereoskopische Raumbilder . . . . .	195
146. Anaglyphenverfahren . . . . .	195
<b>Vervielfältigungen von zeichnerischen Darstellungen . . . . .</b>	<b>197</b>
147. Abzeichnungen im gleichen Maßstab . . . . .	197
148. Verkleinern und Vergrößern von Zeichnungen . . . . .	198
149. Chemische und photomechanische Vervielfältigungsverfahren .	199
150. Druckverfahren . . . . .	200
<b>Sonderkonstruktionen und Berechnungen . . . . .</b>	<b>201</b>
151. Herstellung von Schichtlinienplänen . . . . .	201
Darstellung von Lagerungsverhältnissen . . . . .	202
152. Bestimmung des Streichens und des Einfallens einer Schicht aus	203
3 Aufschlußpunkten . . . . .	203
153. Ermittlung des Streichens einer Schicht aus 2 Aufschlußpunkten	204
und dem Einfallwinkel . . . . .	204

	Seite
154. Ermittlung des Profilwinkels . . . . .	205
155. Ermittlung der Angaben für einen Schrägstoß . . . . .	206
156. Bestimmung der Kreuzlinie zwischen Lagerstätte und Störung . . . . .	207
157. Ausrichtung von Störungen . . . . .	209
158. Systematik der Bruchformen und der Störungen . . . . .	217
159. Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild . . . . .	218
160. Ermittlung des Ausgehenden einer Gebirgsschicht . . . . .	220
<b>Abgrenzung von Sicherheitspfeilern . . . . .</b>	<b>221</b>
161. Markscheidesicherheitspfeiler . . . . .	221
162. Sicherheitspfeiler gegen das Deckgebirge . . . . .	221
163. Schachtsicherheitspfeiler und Sicherheitspfeiler für Bauwerke über Tage . . . . .	222
<b>Flächenermittlungen aus Plänen . . . . .</b>	<b>225</b>
164. Flächenberechnung durch Teilung . . . . .	225
165. Inhaltsermittlung von Flächenstreifen . . . . .	225
166. Flächenermittlung mit dem Planimeter . . . . .	226
<b>Massenberechnungen . . . . .</b>	<b>227</b>
167. Erdmassenermittlungen . . . . .	227
168. Kohlenberechnungen . . . . .	228
<b>Karten-, Plan- und Reißwerke . . . . .</b>	<b>229</b>
<b>Topographische Karten . . . . .</b>	<b>229</b>
169. Allgemeines . . . . .	229
170. Deutsche Grundkarte 1: 5000 (20 cm-Karte) . . . . .	229
171. Topographische Karte 1: 25000 (4 cm-Karte) . . . . .	230
172. Deutsche Karte 1: 50000 (2 cm-Karte) . . . . .	230
173. Karte des Deutschen Reiches 1: 100000 (1 cm-Karte) . . . . .	230
174. Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1: 200000 (1/2 cm-Karte) . . . . .	231
175. Übersichtskarte von Mitteleuropa 1: 300000 (1/3 cm-Karte) . . . . .	231
176. Sonstige Karten des Reichsamtes für Landesaufnahme . . . . .	231
177. Verwendung topographischer Karten . . . . .	231
<b>Planwerke . . . . .</b>	<b>232</b>
178. Katasterpläne . . . . .	232
179. Sonderpläne für Wirtschaftszwecke . . . . .	234
<b>Bergbauliche Risse . . . . .</b>	<b>234</b>
180. Allgemeines . . . . .	234
<b>Berechtsamsrisse . . . . .</b>	<b>238</b>
181. Mutungs- bzw. Verleihungsrisse . . . . .	238
182. Konsolidationsrisse . . . . .	239
183. Teilungs-, Austausch- und Zulegungsrisse . . . . .	239
184. Sonstige Berechtsamsrisse . . . . .	240
<b>Grubenbild . . . . .</b>	<b>240</b>
185. Zulegerisse . . . . .	241
186. Gebrauchsrisse . . . . .	241
187. Nachtragung der Grubenbilder . . . . .	249
188. Gebrauch der Grubenbilder . . . . .	250
<b>Sonderrisse . . . . .</b>	<b>251</b>
189. Lagerstättenentwurfsrisse . . . . .	251
190. Aus- und Vorrichtungspläne . . . . .	252
191. Geologische Pläne . . . . .	253
192. Betriebsrisse . . . . .	254

## Inhaltsverzeichnis.

	XI
	Seite
193. Wetterrisse . . . . .	254
194. Sonstige Risse . . . . .	255
195. Lagerstättenkarten einzelner Bergbaureviere . . . . .	256
<b>Grubenfelder</b> . . . . .	<b>257</b>
196. Geviertfelder . . . . .	257
197. Längfelder . . . . .	259

## Anhang.

Maße . . . . .	263
Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen . . . . .	264
Zahlentafel der Seigerteufen und Sohlen . . . . .	266
Zahlentafel zur Verwandlung von alter in neue Winkelteilung	268
Zahlentafel zur Verwandlung von neuer in alte Winkelteilung	270
Sachverzeichnis . . . . .	271

## Tafel-Anhang.

- Tafel 1: Verbesserungen der aus Messungen erhaltenen söhlig $\ddot{u}$ n Längen infolge Lotkonvergenz.  
 Verbesserungen der aus Messungen erhaltenen söhlig $\ddot{u}$ n Längen infolge Verzerrung durch die Gaußsche Abbildung.
- Tafel 2: Gesamtverbesserungen einer aus Messungen erhaltenen söhlig $\ddot{u}$ n Länge von 1000 m infolge Lotkonvergenz und Verzerrung durch die Gaußsche Abbildung.
- Tafel 3: Graphische Ermittlung des Abzuges  $R$  bei der Fadenentfernungsmessung.
- Tafel 4: Graphische Ermittlung des Höhenunterschiedes  $h$  bei der Fadenentfernungsmessung.
- Tafel 5: Graphische Ermittlung von Seigerteufen und Sohlen.
- Tafel 6: Graphische Ermittlung von Profilwinkeln.  
 Graphische Ermittlung von Schrägwinkeln.
- Tafel 7: Graphische Ermittlung der querschlägigen Ausrichtungslänge an einer gleichfallenden Störung.
- Tafel 8: Flächenverbesserungen für die Gaußsche Abbildung.
- Tafel 9: Zeichenerklärung für den Tageriß.
- Tafel 10: Zeichenerklärung für Grubenrisse.
- Tafel 11: Ausschnitte aus dem Grubenbild eines Steinkohlenbergwerkes.

### Verzeichnis der Messungs- und Berechnungsbeispiele.

	Seite
1. Meßbandvergleichung . . . . .	13
2. Längenmessung für einen Polygonzug über Tage . . . . .	16
3. Längenmessung für eine Durchschlagsangabe . . . . .	17
4. Einfluß des Durchhanges bei der Bandmessung . . . . .	19
5. Umwandlung eines Winkels alter Teilung in neue Teilung . . . . .	20
6. Umwandlung eines Winkels neuer Teilung in alte Teilung . . . . .	20
7. Winkelmessung mit der Winkeltrommel . . . . .	36
8. Winkelmessung mit einem Steigertheodolit . . . . .	37
9. Einfache Winkelmessung mit einem Nonientheodolit . . . . .	46
10. Satzbeobachtung mit einem Skalenmikroskoptheodolit . . . . .	48
11. Wiederholungswinkelmessung mit einem Nonienmikroskoptheodolit . . . . .	50
12. Wiederholungswinkelmessung nach Gauß-Schumacher mit einem Schätz- mikroskoptheodolit . . . . .	50
13. Neigungswinkelmessung mit einem Nonientheodolit . . . . .	54
14. Messung mit dem Nachtrage-Hängetheodolit . . . . .	60
15. Gebäudeaufnahme nach dem Polarkoordinatenverfahren . . . . .	62
16. Lageaufnahme nach dem rechtwinkligen Koordinatenverfahren . . . . .	62
17. Flächenaufnahme und -berechnung nach Maßzahlen . . . . .	65
18. Logarithmische Berechnung eines geschlossenen Polygonzuges . . . . .	74
19. Kompaßmessung . . . . .	92
20. Magnetorientierung . . . . .	98
21. Rückwärtseinschneiden . . . . .	103
22. Teufenmessung mit dem Schachtmeßband . . . . .	114
23. Gradbogenmessung . . . . .	116
24. Festpunktnivellement . . . . .	127
25. Feinnivellement . . . . .	130
26. Längennivellement . . . . .	132
27. Aufnahme eines Querprofils mit dem Nivellierinstrument . . . . .	133
28. Konstantenbestimmung für ein Fadentachymeter . . . . .	145
29. Tachymeteraufnahme mit einem Fadentachymeter . . . . .	146
30. Aufnahme eines Flözprofils . . . . .	161
31. Gebirgsschichtenaufnahme in einem Querschlag . . . . .	164

## Einleitung.

**1. Aufgaben der Markscheidekunde.** Die Markscheidekunde befaßt sich mit Messungen, Berechnungen und bildlichen Darstellungen für bergbauliche Zwecke über und unter Tage.

Bei den markscheiderischen Messungen handelt es sich um Aufnahmen von bestehenden oder um Angaben für geplante Anlagen. Die Ergebnisse der Aufnahmen dienen in erster Linie als Unterlagen für die bildlichen Darstellungen, während durch Angaben die in Karten und Plänen eingezeichneten Entwürfe in die Örtlichkeit übertragen werden sollen.

Durch Berechnungen werden einerseits die Meßergebnisse für die Anfertigung der Risse zweckentsprechend umgewandelt, andererseits Flächen und Massen ihrem Inhalte nach ermittelt.

In den bildlichen Darstellungen sollen in der Hauptsache die Tagesoberfläche, die Grubenbaue und die Lagerungsverhältnisse sowie die rechtlichen, vertraglichen und sicherheitlichen Grenzen der Grubenfelder veranschaulicht werden.

Ein Teil der markscheiderischen Arbeiten ist bereits vor Inangriffnahme eines bergmännischen Betriebes auszuführen. Hierzu gehört die Anfertigung von Berechtsamsrissen, die zur Erwerbung oder Umwandlung des Bergwerkseigentums erforderlich sind, und die im wesentlichen die Lage, Größe und Begrenzung der Grubenfelder urkundlich festlegen sollen. Weiterhin ist durch Aufnahme, Beurteilung und Kartierung der in Schürfen, Bohrlöchern und Nachbargruben gemachten Aufschlüsse die Klärung der Lagerungsverhältnisse des nutzbaren Mineralvorkommens vorzunehmen, damit auf Grund einer möglichst zutreffenden Darstellung dieses Vorkommens neben seiner Bewertung auch die Planung seiner günstigsten Erschließung erfolgen kann.

Nach Inbetriebnahme eines Bergwerkes müssen umfassende Vermessungsnetze geschaffen werden, welche die Grundlage für alle ober- und unterirdischen Aufnahmen, Angaben und Darstellungen bilden und deren sicheren Zusammenhang gewährleisten. Die Lage- und Höhenaufnahmen erstrecken sich über das ganze Abbaufeld. Sie sind mit dem Fortschreiten des Betriebes sowohl über Tage als auch in der Grube in regelmäßigen Zeitabschnitten zu ergänzen. Die Auffahrung aller wichtigen Grubenbaue erfordert unter Tage fortlaufend Angaben von Ansatzpunkten, Richtungen und Höhen. Weitere Messungen an einzelnen Betriebspunkten dienen zur Klärung abbaudynamischer Bewegungen, die für die Gewinnung der Lagerstätte und für die rechtzeitige

Erkennung von Gefahrenpunkten von Bedeutung sind. Über Tage sind Absteckungen für die Anlage von Zufahrtswegen, Anschlußbahnen, Be- und Entwässerungsanlagen vorzunehmen und auch Massenermittlungen von Bergehalden sowie von Abraum- und Mineralmengen in Tagebauen auszuführen. Ferner ist die Einwirkung der Abbaue auf die Tagesoberfläche und das Grubengebäude durch regelmäßig wiederholte Lage- und Höhenmessungen zu ermitteln, um die Ursache etwaiger Schäden feststellen und Schutzmaßnahmen für bestimmte Tagesgegenstände und Grubenbaue treffen zu können.

Die wichtigste Aufgabe des Markscheiders besteht jedoch in der Schaffung von planmäßigen Unterlagen für den Bergwerksbetrieb. Das geschieht im wesentlichen durch Anfertigung und regelmäßige Ergänzung eines für die Führung und Überwachung des Betriebes notwendigen Grubenbildes, d. h. eines umfassenden Kartenwerkes, das auch die Grundlage für alle benötigten Sonderrisse rechtlicher, betriebstechnischer oder betriebswirtschaftlicher Art bildet.

## Grundbegriffe.

Den Messungen, Berechnungen und Darstellungen werden in der Regel einfache mathematische Größen wie Punkte, Linien, Flächen und Winkel zugrunde gelegt.

**2. Punkte, Linien und Flächen.** Meßpunkte werden als Festpunkte im Gelände und in der Grube entweder dauerhaft vermarkt oder als verlorene Punkte nur vorübergehend kenntlich gemacht. Bei Längenmessungen wird an diesen Punkten das Längenmeßgerät angehalten, bei Winkelmessungen stellt man über oder unter ihnen das Instrument auf — Standpunkte — und zielt die in benachbarten Punkten angebrachten Zeichen an — Zielpunkte. Nach dem Meßverfahren unterscheidet man Dreiecks-, Polygon-, Theodolit-, Kompaß-, Tachymeter- und Höhenpunkte.

Meßlinien werden als söhlig, seiger oder flach bezeichnet, je nachdem, ob sie waagrecht, lotrecht oder geneigt verlaufen. Einen durch zwei Punkte begrenzten Abschnitt einer Meßlinie nennt man Länge, Abstand, Entfernung oder Seite. Werden die aneinanderstoßenden Meßlinien wieder zum Anfangspunkt zurückgeführt, so bilden sie ein Vieleck oder Polygon. Man bezeichnet die aneinandergereihten Meßlinien als Züge und spricht je nach der Form von geschlossenen oder offenen Zügen und je nach dem Meßverfahren von Polygon-, Kompaß-, Tachymeter-, Gradbogen- und Nivellementsziügen.

Flächen können eben und gekrümmt sein. Die Ergebnisse der Kleinvermessungen, Berechnungen und zugehörigen Darstellungen beziehen sich auf ebene Flächen, insonderheit auf söhliche und seigere Ebenen, die Grundriß- und Aufrißebenen genannt werden.

Größeren Vermessungsgebieten wird als Bezugsfläche dagegen der unter dem Festlande fortgesetzt gedachte Meeresspiegel zugrunde gelegt, der entsprechend der Erdgestalt angenähert als Kugeloberfläche anzusehen ist.

**3. Richtungen und Winkel.** a) In der söhlichen Ebene. Um den Verlauf einer Meßlinie in der söhlichen Ebene angeben zu können, geht man von bestimmten Anfangsrichtungen aus, und zwar entweder von der Parallelen zum astronomischen Meridian eines für einen bestimmten Bezirk geltenden Ausgangspunktes oder von dem magnetischen Meridian.

Unter dem astronomischen oder geographischen Meridian eines Punktes versteht man die Verbindungslinie von diesem Punkt zum Nordpol des Himmels oder der Erde, also die genaue Nordrichtung. Als magnetischen Meridian bezeichnet man die ungefähr nach Norden verlaufende Richtung, in die sich ein freibeweglich aufgehängter Magnet unter dem Einfluß der erdmagnetischen Richtkraft einstellt.

Die Richtung einer Meßlinie ist bestimmt durch den söhlichen Winkel, den die Anfangsrichtung mit der Meßlinie einschließt.

Der Winkel, der von einer Parallelen zum astronomischen Meridian und einer Meßlinie gebildet wird, heißt Richtungswinkel, während der söhliche Winkel zwischen dem magnetischen Meridian und einer Meßlinie Streichwinkel genannt wird.

Zwischen dem astronomischen Meridian eines beliebigen Punktes und der Parallelen zum Meridian des Ausgangspunktes liegt ein kleiner Winkel, den man Meridiankonvergenz nennt.

Die Winkel zwischen zwei beliebigen Meßlinien in der söhlichen Ebene werden als Brechungswinkel bezeichnet. Bei Polygonzügen nennt man sie auch Polygonwinkel und unterscheidet bei einfachen Zügen auf jedem Punkt zwischen Haupt- und Ergänzungswinkel.

Richtungs-, Streich- und Brechungswinkel werden rechts herum gezählt; sie können alle Werte des Vollkreises annehmen.

Der söhliche Winkel, der von der Parallelen zum astronomischen Meridian und dem magnetischen Meridian gebildet wird, heißt magnetische Nadelabweichung, während als magnetische Deklination der Winkel zwischen dem geographischen und dem magnetischen Meridian bezeichnet wird.

Zwischen den vorgenannten Winkeln bestehen folgende, aus Abb. 1 ersichtliche Beziehungen:

1. Der Streichwinkel einer Linie ist gleich dem Richtungswinkel dieser Linie plus der magnetischen Nadelabweichung, also  $\gamma = \alpha + \delta$ . Hieraus folgt für den Richtungswinkel  $\alpha = \gamma - \delta$  und für die magnetische Nadelabweichung  $\delta = \gamma - \alpha$ .

2. Der Richtungswinkel oder Streichwinkel der Linie  $E$  bis  $A$  ist gleich dem Richtungs- oder Streichwinkel der Linie  $A$  bis  $E$  plus  $180^\circ$ .

Bei mehreren aneinanderstoßenden Polygonseiten ist der Richtungs-

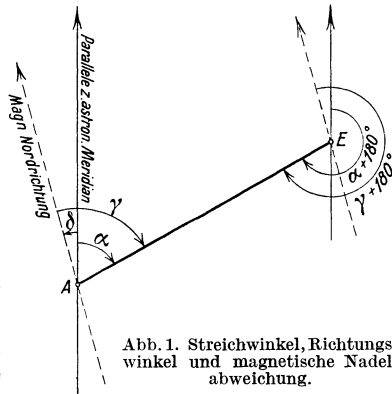


Abb. 1. Streichwinkel, Richtungswinkel und magnetische Nadelabweichung.



winkel jeder Seite gleich dem Richtungswinkel der vorhergehenden Seite plus dem Brechungswinkel zwischen beiden Seiten plus oder minus  $180^\circ$ .

Nach Abb. 2 ist also:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta_2 - 180^\circ$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \beta_3 - 180^\circ$$

$$\alpha_4 = \alpha_3 + \beta_4 + 180^\circ$$

oder allgemein

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ.$$

Umgekehrt kann der Brechungswinkel zwischen zwei Seiten aus dem Unterschied der Richtungswinkel dieser Seiten errechnet werden, also

$$\beta_2 = \alpha_2 - \alpha_1 + 180^\circ$$

$$\beta_3 = \alpha_3 - \alpha_2 + 180^\circ$$

$$\beta_4 = \alpha_4 - \alpha_3 - 180^\circ$$

oder allgemein

$$\beta_n = \alpha_n - \alpha_{n-1} \pm 180^\circ.$$

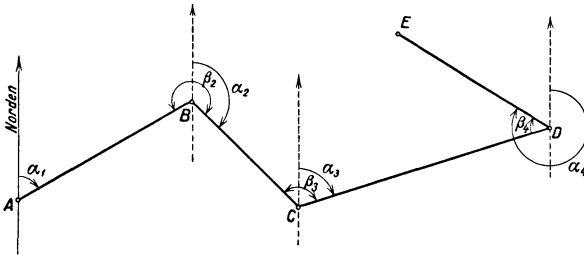


Abb. 2. Richtungs- und Brechungswinkel eines Polygonzugs.

den Neigungswinkel, der von der Waagerechten und der Meßlinie gebildet wird, bestimmt. Je nachdem, ob eine Linie ansteigt oder abfällt, ist der Neigungswinkel, der alle Werte von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  annehmen kann, mit einem positiven oder negativen Vorzeichen zu versehen, Abb. 3.

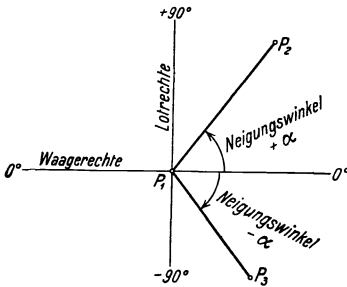


Abb. 3. Neigungswinkel.

**4. Koordinaten.** Eine der wesentlichsten Aufgaben der Vermessungskunde ist die Bestimmung der gegenseitigen Lage von Punkten. Die hierzu im Grund- und Aufriß jeweils erforderlichen zwei zusammengehörigen Größen — zwei Längen oder eine Länge und einen Winkel — bezeichnet man als Koordinaten und unterscheidet dabei

Polarkoordinaten und rechtwinklige Koordinaten.

Polarkoordinaten und Teilkoordinaten. In der Grundrißebene versteht man nach Abb. 4 unter den Polarkoordinaten des Punktes  $P_3$  in bezug auf  $P_1$  die söhlige Entfernung  $s$  der Verbindungslinie  $P_1$  bis  $P_3$  und den zu dieser Linie gehörigen Richtungswinkel  $\alpha_s$ . Als rechtwinklige Koordinaten des Punktes  $P_3$  in bezug auf  $P_1$  bezeichnet man dagegen die in nordsüdlicher Richtung verlaufende söhlige Entfernung  $dx$  und die zugehörige in ostwestlicher Richtung verlaufende söhlige Entfernung  $dy$ . Die beiden Entfernungen  $dy$  und  $dx$

heißen zum Unterschied von den weiter unten behandelten Bezirkskoordinaten auch Teilkoordinaten oder Koordinatenunterschiede.

In der Aufrißebene ist nach Abb. 5 die Lage des Punktes  $P_2$  zum Punkt  $P_1$  gleichfalls durch Polarkoordinaten oder rechtwinklige Koordinaten bestimmt.

Als Polarkoordinaten bezeichnet man hier die flache Länge  $f$  der Verbindungslinie  $P_1$  bis  $P_2$  und den zu dieser Linie gehörigen Neigungswinkel  $\alpha_f$ , als rechtwinklige Koordinaten die söhliche Entfernung  $s$  — Sohle — und den seigeren Abstand  $h$  — Seigerteufe.

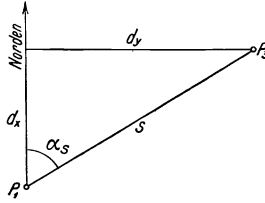


Abb. 4. Polarkoordinaten und rechtwinklige Koordinaten im Grundriß.

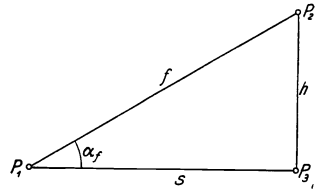


Abb. 5. Polarkoordinaten und rechtwinklige Koordinaten im Aufriß.

Die Polarkoordinaten  $f$  und  $\alpha_f$  zwischen den Punkten werden unmittelbar gemessen,  $s$  und  $\alpha_s$  dagegen aus den Meßergebnissen abgeleitet, während die rechtwinkligen Koordinaten  $dx$  und  $dy$  sowie  $s$  und  $h$  in der Regel aus den Polarkoordinaten zu berechnen sind. So ist nach Abb. 4:

$$\sin \alpha_s = \frac{dy}{s}, \quad \cos \alpha_s = \frac{dx}{s},$$

$$dy = s \cdot \sin \alpha_s, \quad dx = s \cdot \cos \alpha_s$$

und nach Abb. 5:

$$\sin \alpha_f = \frac{h}{f}, \quad \cos \alpha_f = \frac{s}{f},$$

$$h = f \cdot \sin \alpha_f, \quad s = h \cdot \cos \alpha_f.$$

Bezirkskoordinaten. Im Grundriß werden die rechtwinkligen Koordinaten aller Punkte in einem größeren, wirtschaftlich zusammenhängenden Gebiet auf einen gemeinsamen Ausgangspunkt bezogen, den man als Koordinatennullpunkt bezeichnet.

Legt man durch den Koordinatennullpunkt zwei meist in den Haupthimmelsrichtungen verlaufende Linien oder Achsen, so erhält man ein Koordinatensystem, durch das der Bezirk in vier Teile oder Quadranten eingeteilt wird, Abb. 6. Innerhalb der einzelnen Quadranten bezeichnet man die rechtwinkligen Entfernungen der Punkte von den beiden Achsen des Systems als Bezirkskoordinaten, und zwar wird dabei die ostwestliche Entfernung eines Punktes von der Nord-Süd-Achse

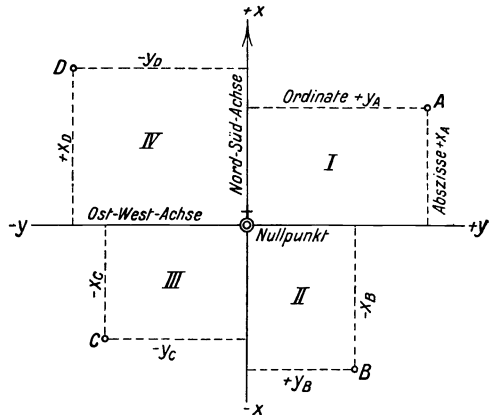


Abb. 6. Rechtwinklig-ebenes Koordinatensystem.

die ostwestliche Entfernung eines Punktes von der Nord-Süd-Achse

Ordinate  $y$  und die nordsüdliche Entfernung von der Ost-West-Achse Abszisse  $x$  genannt und mit entsprechenden Vorzeichen versehen. Gewöhnlich erhalten die Ordinaten nach Osten das positive, nach Westen das negative Vorzeichen, während die Abszissen nach Norden positiv und nach Süden negativ sind, Abb. 6. Demnach ergibt sich für die Entfernungen  $y$  und  $x$  in den vier Quadranten folgendes Vorzeichen-schema:

Quadrant	Ordinate $y$	Abszisse $x$
I	+	+
II	+	-
III	-	-
IV	-	+

Weiteres über Koordinatensystem s. S. 108.

**5. Höhen.** Im Aufriß werden die lotrechten Abstände der Punkte einheitlich von der unter dem Festlande fortgesetzt gedachten mittleren Meeresoberfläche aus gezählt. Man bezeichnet diese Fläche im vorliegenden Falle als Normal-Nullfläche. Sie erscheint in den Aufrißen als söhlige Linie, Normal-Null (NN), Abb. 7. Die Abstände über oder unter Normal-Null nennt man Höhen. Zur Unterscheidung gibt man den zugehörigen Höhenzahlen ein positives Vorzeichen, wenn der Punkt über Normal-Null liegt, ein negatives, wenn er sich darunter befindet, z. B.  $NP = +83,26$  und  $SO = -125,5$  in Abb. 7.

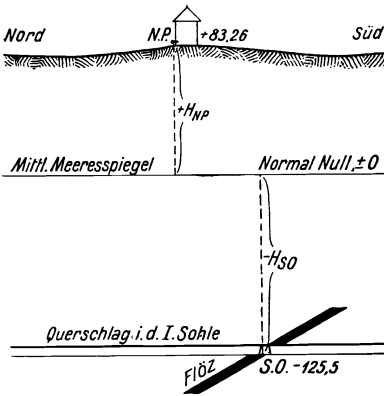


Abb. 7. Höhen über und unter Normal-Null.

## Erster Teil.

# Messungen.

**6. Einteilung.** Die markscheiderischen Messungen lassen sich nach der späteren rißlichen Darstellung auf einer horizontalen oder vertikalen Bildebene und entsprechend ihrer Aufgabe, die Lage und Höhe von Punkten zu bestimmen, in Horizontal- oder Lagemessungen und Vertikal- oder Höhenmessungen einteilen. Bei der praktischen Ausführung der Messungen ist jedoch diese Trennung nicht immer folgerichtig einzuhalten, da mit gleichen Instrumenten oft gleichzeitig Messungen sowohl in der söhlgigen wie in der seigeren Ebene vorzunehmen sind.

Nach der Genauigkeit, mit der die Messungen ausgeführt werden, unterscheidet man Feinmessungen, die vorwiegend für die Hauptzugnetze über und unter Tage bestimmt sind, und Nachtragungsmessungen, die lediglich zur Ergänzung der Aufnahmen von Tagesgegenständen und Grubenbauen dienen.

Vielfach werden aber auch die Messungen nach den zur Ausführung benutzten Instrumenten, z. B. als Theodolit-, Kompaß-, Gradbogenmessungen oder nach dem Zweck, z. B. als Lageaufnahmen, Polygonmessungen, Dreiecksmessungen bezeichnet. Diese verschiedenen Meßverfahren erfordern stets die Messung von Längen und Winkeln, die daher in den Abschnitten „Längenmessungen“ und „Winkelmessungen“ zunächst getrennt behandelt werden soll.

**7. Punktvermarkung.** Vor Ausführung einer Messung sind geeignete Meßpunkte als Anfangs- und Endpunkte der Längen, als Scheitelpunkte der Winkel oder als Höhenfestpunkte derart auszuwählen und festzulegen, daß von ihnen aus die jeweilige Längen-, Winkel- oder Höhenmessung bequem vorgenommen, jederzeit nachgeprüft und später fortgesetzt oder ergänzt werden kann. Dabei ist Bedingung, daß sich die Lage der Punkte, insbesondere für Anschlußzwecke, nicht ändert, was nur durch dauerhafte Vermarkung einigermaßen sicher zu erreichen ist.

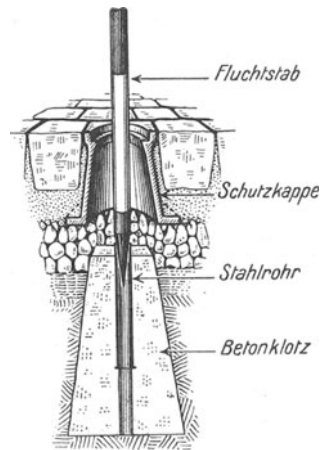


Abb. 8. Festpunkt in einem Betonklotz mit Schutzkappe.

Über Tage kann die Vermarkung der Meßpunkte am einfachsten durch unten zugeschweißte, 30 bis 50 cm lange Gasrohre erfolgen, die in den Boden so weit eingetrieben werden, daß sie gerade mit der Erdoberfläche abschneiden, Abb. 13, links. Weiter benutzt man hier als Festpunkte vorhandene Grenz- oder Bordsteine, in die ein Kreuz eingemeißelt wird, dessen Schnittpunkt dem Meßpunkt entspricht, Abb. 13, rechts. Neuerdings werden auch vielfach etwas tiefer in den Boden eingelassene Betonklötze benutzt, die im Innern ein lotrechtes, oben herausragendes Rohr tragen. Bringt man über diesen Punkten Schutzkappen mit verschließbarem Deckel, nach Art der bei Gas- und Wasserleitungs-



Abb. 9. Kompaßpunkt mit Stufe.

hydranten vorhandenen Kappen an, so ist eine sichere Erhaltung der Punkte auch in verkehrsreichen Gebieten gewährleistet, Abb. 8.



Abb. 10. Theodolitpunkt mit Stufe.

In der Grube werden gemäß Normblatt DIN BERG 1937 der „Normen für Markscheidewesen“ vom 4. Februar 1936 die Endpunkte der Kompaßzüge durch Ringeisen in den Stoßstempeln des Streckenausbaues, Abb. 9, die Winkelpunkte der Theodolitmessungen durch Ringeisen oder Firstennägel in den Kappen, Abb. 10, oder besser noch in Firstennpflocken vermarkt. Für Armaufstellungen sind mitunter im Stoß eingelassene und durch ein Verschlußstück geschützte Gewindebolzen in Gebrauch, auf deren vorstehendem Gewindeteil während der Messung der Aufstellungsarm des Meßinstrumentes oder Zielzeichens aufgeschraubt wird.

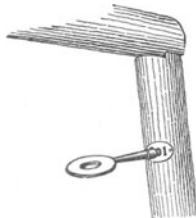


Abb. 11. Festpunkt für einfache Winkelmessung mit Armaufstellung.

Zur leichteren Auffindung und Kennzeichnung der Kompaß- und Theodolitpunkte in der Grube werden in unmittelbarer Nähe derselben Stufen, d. h. Marken aus Blech oder Holz von dreieckiger, viereckiger oder ovaler Form angeschlagen, auf denen stets die Nummer des Punktes und bei Kompaßmessungen außerdem noch Monat und Jahr der Anbringung verzeichnet sind, Abb. 9 und 10.

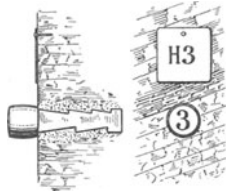


Abb. 12. Höhenbolzen.

Für einfache Winkelmessungen mit Armaufstellung wird ein gelochtes ovales Nummerblech als Stufe so angeschlagen, daß sich das Loch der Blechmarke mit der Bohrung im Stempel deckt, Abb. 11.

Bei Höhenmessungen findet die Punktvermarkung allgemein durch Höhenbolzen statt, die über Tage in der Regel an Haussockeln, in der Grube an geeigneten Stellen, meist einige Dezimeter über der Sohle, in den Stoß eingelassen werden. Die Höhenmarke ist der oberste Punkt des runden Bolzenkopfes, Abb. 12.

**8. Punktbezeichnung.** Während der Dauer der Messung sind im Gelände und in der Grube die Meßpunkte sichtbar zu bezeichnen. Dies geschieht über Tage durch 2 bis 3 m lange, mehrfarbig gestrichene, hölzerne Fluchtstäbe, die am unteren Ende eine eiserne Spitze haben, mit der sie auf oder in den Punkt lotrecht gestellt werden, was sich mit Hilfe eines Schnurlotes oder einer Anschlaglibelle bewerkstelligen läßt. Um einen sicheren Stand des Fluchtstabes zu gewährleisten, verwendet man zweckmäßigerweise kleine eiserne Dreibeine oder durch Doppelringe verbundene Stöben, die den Stab in der lotrechten Lage festhalten, Abb. 13.

In der Grube werden die Zielpunkte am einfachsten durch Schnurlote, die man in die Ringeisen oder Firstennägel einhängt, bezeichnet, Abb. 10. Man zielt bei der Messung die von rückwärts beleuchtete Lotsehnur oder die zentrische Lotspitze an. Stellenweise sind für diesen Zweck auch besondere Lichtlotlampen eingeführt, bei denen man eine zentrisch unter dem Punkt gelegene, beleuchtete Spitze oder Kugel anzielt,

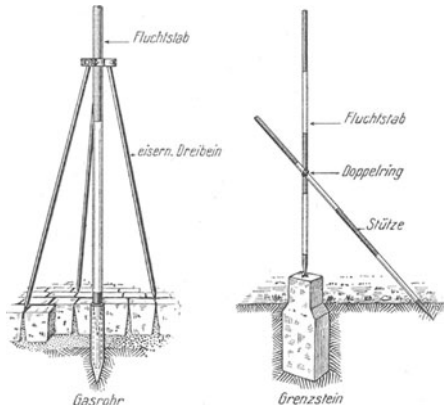


Abb. 13. Polygonpunktvermarkung und Sichtbarmachung über Tage.

was eine besondere Hilfskraft für die Beleuchtung entbehrlich macht.

Bei der Messung von Neigungswinkeln mit Visierinstrumenten muß an Fluchtstäben und Lotfäden ein besonderes Zeichen für die Einstellung des waagerechten Zielfadens angebracht sein.

Da in Strecken mit starkem Wetterzug das Schwanken der Schnurlote die Ergebnisse der Winkelmessung vielfach ungünstig beeinflusst, benutzt man hier auch wohl besondere Signale, die als Stabsignale, Scheibensignale oder selbstleuchtende Spitzensignale, s. S. 58, Abb. 56, ausgebildet sind und auf Stativen oder Wandarmen aufgestellt werden.

## Längenmessungen.

Wenn wir hier von Längenmessungen sprechen, so verstehen wir darunter zunächst nur die unmittelbare Bestimmung der Entfernung zweier Punkte durch Aneinanderreihen eines Längenmeßgerätes. Mittlere Längenmessungen sollen bei der Beschreibung der zu ihrer Ausführung benutzten Instrumente im Abschnitt „Tachymetermessungen“ besonders behandelt werden.

**9. Längeneinheit.** Die Einheit der Länge ist das Meter, das angenähert dem 40millionsten Teil des Erdumfanges entspricht. Dieses aus Erdmessungen, s. S. 108, bestimmte Maß wird als internationales „Urmeter“ durch den Abstand zweier Striche auf einem in Paris aufbewahrten Platin-Iridiumstab verkörpert. Eine genaue Nachbildung

des Urmeters, nach dem die Eichung von „Normalmetern“ und „Prüfmeterstäben“ vorgenommen wird, befindet sich im Besitz der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin. Die Prüf- oder Normalmeter, s. S. 13, Abb. 17, oben, dienen u. a. zur Prüfung der bei Längen- und Höhenmessungen verwendeten Meßgeräte. In Deutschland ist das metrische Maßsystem 1872 eingeführt und durch verschiedene Gesetze festgelegt worden. Das neueste Maß- und Gewichtsgesetz wurde am 13. Dezember 1935 erlassen.

Die gebräuchlichen Vielfachen und Unterabteilungen der Längeneinheit sind nebst den von diesen Größen abgeleiteten Flächen- und Raummaßen auf S. 263 im Anhang zusammengestellt. Die Tabelle enthält ferner die Beziehungen einiger älterer, auch bergmännischer Maße zum heutigen Metersystem.

**10. Längenmeßgeräte.** Als Längenmeßgeräte benutzt man für genauere Messungen Stahlmeßbänder oder Meßplatten, für untergeordnete Messungen Meßketten oder Rollbandmaße.

Das Meßband aus gewöhnlichem oder nichtrostendem Stahl ist das hauptsächlichste Gerät für markscheiderische Längenmessungen.

Über Tage verwendet man bei den Aufnahmemeasuren meist Stahlmeßbänder nach Normblatt DIN VERM 8 von 20 m Länge, 20 mm Breite und 0,4 mm Dicke, deren Endringe zur bequemen Handhabung bei der Messung über je einen, mit eiserner Spitze versehenen hölzernen Richtstab von etwa  $1\frac{1}{2}$  m Länge gestreift werden. Anfang und Ende der Meßbandlage liegen in der Mitte der Endringe — Endmaße —, sie

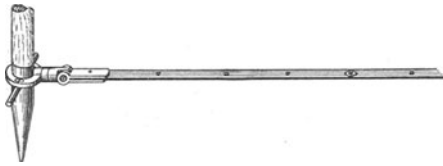


Abb. 14. Stahlmeßband mit Richtstab für Tagesmessungen. — Endmaß.

fallen daher mit den Spitzen der lotrecht gehaltenen Richtstäbe zusammen, Abb. 14. Die ganzen und halben Meter der Teilung werden durch Messingniete, die Dezimeter entweder durch Messingniete oder durch Messinglöcher bezeichnet. Bei den ganzen geraden Metern sind

Vierkantscheiben, bei den ganzen ungeraden Metern runde Scheiben und bei 5, 10 und 15 m Zahlenplatten mit entsprechenden Ziffern angebracht.

Die im nächsten Absatz behandelten Strichmaße finden wegen der genaueren Anreihemöglichkeit auch für Feinmessungen über Tage Verwendung. Längenmessungen höchster Genauigkeit werden mit dem Basismesgerät nach Jäderin ausgeführt, das Meßdrähte aus einer gegen Wärmeänderung fast unempfindlichen Nickelstahllegierung — Invar — besitzt.

In der Grube benutzt man, da hier auch häufig schwebende Längenmessungen vorgenommen werden müssen, zweckmäßigerweise leichtere Stahlmeßbänder von 20, 30 oder 50 m Länge, 11 bis 13 mm Breite und 0,4 mm Dicke. An den Enden dieser Bänder sind Handgriffe angebracht. Der Nullpunkt und der Endpunkt der Teilung liegen gewöhnlich auf dem Band — Strichmaße —, Abb. 15. Die vollen und

halben Meter sind wie bei den Endmaßen, die einzelnen Dezimeter und gegebenenfalls auch Zentimeter durch kleine eingestanzte Löcher kenntlich gemacht.

Für die Schachteufenmessung hat man besondere Schachtmeßbänder aus Stahl, die bis zu 1000 m Länge hergestellt werden.

Die Stahlmeßbänder sind beim Transport und zur Aufbewahrung auf eisernen Ringen oder in Metallkapseln aufgerollt.



Abb. 15. Stahlmeßband mit Spannungsmesser für Grubenmessungen. — Strichmaß.

Für die Schachtmeßbänder benutzt man zum Auf- und Abrollen kleine Haspel mit Kurbel und Feststellvorrichtung.

Nach dem Gebrauch werden die Stahlmeßbänder gereinigt und nötigenfalls gegen Rostbildung leicht eingefettet.

Die Meßplatten nach Normblatt DIN VERM 6 sind 3 oder 5 m lange, mehrfarbig gestrichene und an den Enden mit stumpfen oder schneidenförmigen Stahlkappen versehene Holzstäbe von ovalem Querschnitt, auf deren Oberfläche in einer vertieften Rille die Meter und Dezimeter durch Messingnägeln bezeichnet sind. Im bergbaulichen Vermessungswesen werden sie wohl noch über Tage, insbesondere im hügeligen Gelände benutzt. Zur Bedienung der Meßplatten ist nur ein Meßgehilfe erforderlich.

Die Meßkette von meist 20 m Länge besteht, da sie hauptsächlich bei den Kompaßmessungen unter Tage in Verbindung mit Magnet-

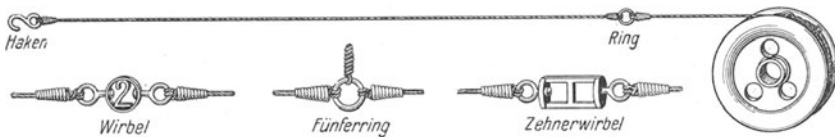


Abb. 16. Meßkette.

instrumenten gebraucht wird, aus magnetisch unwirksamem Material, und zwar entweder aus gesponnenem Messingdraht oder besser aus gesponnenem oder geflochtenem Phosphorbronzedraht. Anfang und Ende der Meßkette werden durch Messinghaken, die geraden Meter durch Wirbel, die ungeraden durch kleine Messingringe bezeichnet, wobei Zehnerwirbel und Fünferinge noch besonders kenntlich gemacht sind. Die Meßkette wird auf eine Holzrolle aufgerollt, Abb. 16.

Das Rollbandmaß ist ein mit geätzter Zentimeterteilung versehenes, dünnes, schmales Stahlmeßband, das nach Normblatt DIN VERM 14 bei  $13 \times 0,2$  mm Querschnitt in den Längen 20, 25, 30 und 50 m hergestellt wird. Vereinzelt werden auch Leinenrollbandmaße benutzt, die aber starkem Verschleiß unterworfen sind.

**11. Fehler der Längenmeßgeräte.** Bei der Herstellung der Längenmeßgeräte wird das Sollmaß kaum jemals ganz genau erreicht. Außerdem treten Änderungen in der Länge auf, die beim Stahlmeßband von der jeweiligen Temperatur und der Zugspannung, bei den hölzernen Meßplatten von der Temperatur und Feuchtigkeit, bei der Meßkette im



wesentlichen nur von der Zugspannung abhängen. Die Stahlmeßbänder sind im allgemeinen für eine bestimmte Normaltemperatur = +20° C und für eine bestimmte Normalspannung = 10 kg geeicht. Das Höchstmaß der zulässigen Abweichung vom Sollmaß darf nach der preußischen Vermessungsanweisung X vom 23. Juni 1913 bei dieser Temperatur und Spannung für Stahlmeßbänder von 20 m Länge nicht mehr als ± 3,5 mm bzw. von 30 m Länge ± 4,3 mm, und von 50 m Länge ± 5,5 mm betragen.

Der Einfluß der Temperatur läßt sich aus der Formel

$$l \cdot (t^0 - 20^0) \cdot 0,0115 \text{ in Millimetern}$$

berechnen, wenn  $l$  die Länge in Metern,  $t^0$  die Temperatur bei der Messung,  $20^0$  die Normaltemperatur und  $0,0115$  die Längenänderung des Stahlmeßbandes in Millimetern auf 1 m Bandlänge bei  $1^0$  Temperaturänderung ist.

Der Einfluß der Spannung hängt von der Zugkraft, vom Querschnitt des Bandes und der Elastizität des Materials ab. Ist  $E$  die Elastizitätszahl des Stahles in Kilogramm je Quadratcentimeter = 2000000,  $q$  der Querschnitt des Bandes in Quadratcentimetern,  $l$  die Länge des Bandes in Metern,  $P$  die Gebrauchs- und  $P_0$  die Normalspannung in Kilogramm, so errechnet sich die Längung des Bandes zu

$$\frac{l \cdot 1000}{E \cdot q} \cdot (P - P_0) \text{ in Millimetern.}$$

Den Einfluß der Spannungsänderung kann man ausschalten, wenn man bei Feinmessungen mittels eines Spannungsmessers, Abb. 15, stets die Normalspannung einhält.

Lange Schachtmeßbänder erleiden bei Freihang auch Dehnungen durch das eigene Gewicht des Bandes. Ihr Einfluß ergibt sich zu

$$\frac{\gamma \cdot 1000^3}{10 \cdot E} \cdot h \cdot \left( l - \frac{h}{2} \right) \text{ in Millimetern,}$$

wenn  $\gamma = 7,8$  das spezifische Gewicht des Stahles,  $E = 2000000$  die Elastizitätszahl,  $l$  die freihängende Länge des Bandes und  $h$  die gemessene Teufe in Metern ist. Die hierdurch bedingten Verbesserungen der Länge sind aus nachstehender Zahlentafel zu entnehmen.

Zahlentafel der Dehnung freihängender Stahlmeßbänder durch Eigengewicht (nach Haußmann).

Gemessene Teufe = $h$	Freihängende Länge des Stahlmeßbandes = $l$										Gemessene Teufe = $h$
	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m	700 m	800 m	900 m	1000 m	
Dehnung in Millimetern											
100 m	2	6	10	14	18	21	25	29	33	37	100 m
200 m		8	16	23	31	39	47	55	62	70	200 m
300 m			18	29	41	53	64	76	88	100	300 m
400 m				31	47	62	78	94	109	125	400 m
500 m					49	68	88	107	127	146	500 m
600 m						70	94	117	140	164	600 m
700 m							96	123	150	176	700 m
800 m								125	156	187	800 m
900 m									158	193	900 m
1000 m										195	1000 m

Für Meßlatten ist die zulässige Abweichung vom Sollmaß bei 3 m Länge zu ± 1,3 mm, bei 5 m Länge zu ± 1,6 mm festgesetzt.

Die Ausdehnungszahl bei Wärmeänderungen beträgt für die hölzernen Latten nur 0,0035 mm/m, doch kann hier der Einfluß der Feuchtigkeit den der Temperatur erheblich überschreiten.

**12. Prüfung der Längenmeßgeräte.** Die Prüfung der Stahlmeßbänder erfolgt, um etwaige Veränderungen der Länge zu ermitteln oder auch nur, um die zulässige Weiterverwendbarkeit der Bänder nachzuprüfen, von Zeit zu Zeit an Vergleichseinrichtungen — Komparatoren. Diese sind besonders angelegte Meßbahnen, deren genaue Länge zwischen Anfangs- und Endmarke mit Normalmeterstäben mehrmals sorgfältig unter Berücksichtigung der Temperatur bestimmt wird, Abb. 17, oben. Dann wird das Band mit dem Nullstrich auf den Anfangspunkt der Meßbahn gelegt, und durch Anhängen eines Gewichtes von 10 kg straff gespannt, Abb. 17, unten. Aus dem Unterschied der Endstriche von

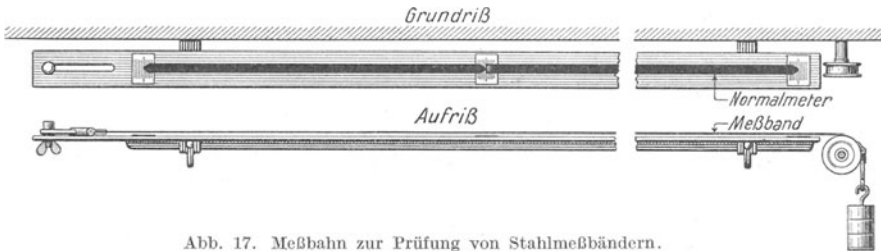


Abb. 17. Meßbahn zur Prüfung von Stahlmeßbändern.

Meßband und Meßbahn und der vorher berechneten genauen Länge der Meßbahn läßt sich die Länge des Bandes für die zur Zeit der Messung herrschende Temperatur ermitteln. Durch Berücksichtigung des Wärmeinflusses ist sodann die Länge des Bandes bei der Normaltemperatur  $+ 20^{\circ} \text{C}$  festzustellen.

Beispiel: Meßbandvergleichung am 5. Januar 1931, vormittags. Mittlere Temperatur  $t^{\circ} = + 11,5^{\circ} \text{C}$ .

a) Ausmessen der Meßbahn mit den Normalmeterstäben Nr. 61a und 61b, die beide bei  $+ 18^{\circ} \text{C}$  genau 1 m lang sind, also die Gleichung haben  $1 \text{ m} + (t^{\circ} - 18^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm}$ .

$$1. \text{ Messung der Meßbahnlänge} = 20 \text{ Stablängen} + 3,3 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Messung der Meßbahnlänge} = 20 \text{ Stablängen} + 3,2 \text{ mm}$$

$$\text{im Mittel Meßbahnlänge} = 20 \text{ Stablängen} + 3,25 \text{ mm bei } + 11,5^{\circ} \text{C}.$$

Jede Stablänge ist bei  $+ 11,5^{\circ} \text{C} = 1 \text{ m} + (11,5^{\circ} - 18^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm} = 1 \text{ m} - 0,075 \text{ mm}$ , daher Meßbahnlänge bei  $+ 11,5^{\circ} \text{C} = 20 \text{ m} - 20 \cdot 0,075 \text{ mm} + 3,25 \text{ mm} = 20 \text{ m} + 1,75 \text{ mm}$ .

b) Vergleich der Stahlmeßbänder Nr. 1394 — Endmaß — und Nr. 6975 — Strichmaß — von Fennel, Kassel, bei 10 kg Spannung.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Stahlmeßband Nr. 1394} = \text{Meßbahnlänge} - 3,0 \text{ mm} \\ \text{Stahlmeßband Nr. 6975} = \text{Meßbahnlänge} - 3,3 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ bei } + 11,5^{\circ} \text{C}$$

also ist Meßband Nr. 1394 =  $20 \text{ m} + 1,75 \text{ mm} - 3,0 \text{ mm} = 20 \text{ m} - 1,25 \text{ mm}$  bei  $+ 11,5^{\circ} \text{C}$

und Meßband Nr. 6975 =  $20 \text{ m} + 1,75 \text{ mm} - 3,3 \text{ mm} = 20 \text{ m} - 1,55 \text{ mm}$  bei  $+ 11,5^{\circ} \text{C}$ .

Für die Normaltemperatur von  $+ 20^{\circ} \text{C}$  ergibt sich demnach für Stahlmeßband Nr. 1394 =  $20 \text{ m} - 1,25 \text{ mm} + 20 \cdot (20^{\circ} - 11,5^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm} = 20 \text{ m} + 0,7 \text{ mm}$  und Stahlmeßband Nr. 6975 =  $20 \text{ m} - 1,55 \text{ mm} + 20 \cdot (20^{\circ} - 11,5^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm} = 20 \text{ m} + 0,4 \text{ mm}$ .

Man kann natürlich auch für jedes Band die Temperatur errechnen, bei der es der Soll-Länge genau entspricht. Für das Stahlmeßband Nr. 1394 ist dies bei  $+ 17^{\circ}$ , für das Stahlmeßband Nr. 6975 bei etwa  $+ 18^{\circ}$  der Fall.

Ist die Meßbahn von Meter zu Meter mit kleinen Millimeterskalen versehen, so läßt sich auch die Unterteilung des Stahlmeßbandes von Meter zu Meter vergleichen.

Schachtmeßbänder prüft man zweckmäßigerweise auf glatter Unterlage durch abschnittswisen Vergleich mit einem kürzeren Meßband, dessen Länge bei gleicher Zugspannung vorher auf einer Meßbahn genau bestimmt wurde.

Meßlatten lassen sich auch auf der Meßbahn für Meßbänder prüfen, wenn auf dieser Bahn zwei mit Schneiden versehene Bolzen eingesetzt werden, deren Schneiden-Entfernung etwas größer ist als die Lattenlänge. Man benutzt in diesem Falle zur Bestimmung des kleinen Abstandes zwischen dem letzten Normalmeterstab oder dem Lattenende und dem einen Bolzen einen Meßkeil, der  $\frac{1}{10}$  mm Länge unmittelbar angibt und  $\frac{1}{100}$  mm zu schätzen erlaubt.

Meßketten können mit jedem gewöhnlichen Stahlmeßband oder auf einem Brett, in das von Meter zu Meter kleine Nägel eingeschlagen sind, geprüft werden. Die meist erheblichen Dehnungen, die die Meßketten im Gebrauch erleiden, werden durch Verkürzen der einzelnen Meter, und zwar durch Neubinden an den Haken, Ringen oder Wirbeln der Kette beseitigt.

**13. Ausfluchten von Meßlinien.** Ist die zu bestimmende Länge einer Linie nicht allzu groß, so genügt es, wenn Anfangs- und Endpunkt in der auf S. 9 besprochenen Weise bezeichnet sind. Bei großen Längen kann dagegen, um eine möglichst geradlinige Messung zu erreichen, die vorherige Einschaltung von Zwischenpunkten, die man über Tage durch Fluchtstäbe, in der Grube durch Lote mit eingehängten Lampen sichtbar macht, erforderlich werden. Dieses Ausfluchten der Linien geschieht am einfachsten durch Einweisen der Zwischenpunkte. Zu diesem Zweck stellt sich der Beobachter möglichst einige Meter hinter einem Endpunkt auf und weist durch Zeichengebung den von einem Gehilfen lotrecht gehaltenen Fluchtstab oder das Licht der Grubenlampe an entsprechenden Zwischenstellen von seitwärts her in die Verbindungslinie der beiden Endpunkte mit bloßem Auge ein. Zweckmäßigerweise beginnt man mit dem Einweisen des vom Beobachter am weitesten entfernten Zwischenpunktes.

Soll eine Linie verlängert werden, so kann der Beobachter sich selbst mit einem möglichst weit vom Körper abgehaltenen Stab oder Schnurlot in die durch die beiden Endpunkte gegebene Gerade einrichten.

Ist eine große Länge sehr genau auszufluchten, so nimmt man die Einweisung der Zwischenpunkte mit dem Fernrohr eines in einem Endpunkt zentrisch aufgestellten Instrumentes vor, ein Verfahren, das sich insbesondere bei den schlechten Beleuchtungsverhältnissen in der Grube empfiehlt.

**14. Ausführung von Längenmessungen.** Über Tage wird die Messung von Polygonlinien mit einem Stahlmeßband als Endmaß wie folgt ausgeführt:

Ein Meßgehilfe stellt den durch den Anfangsring des Stahlmeßbandes gesteckten Richtstab in dem einen Endpunkt einer Polygonlinie

lotrecht auf und weist den durch den Endring des abgerollten Meßbandes gesteckten und von einem zweiten Gehilfen gehaltenen Richtstab in die Richtung nach dem anderen Endpunkt, der durch einen Fluchtstab bezeichnet ist, ein. Der zweite Gehilfe zieht das Meßband in dieser Richtung straff an und erhält durch Eindrücken des Stabes in den Boden ein Zeichen für das Ende der ersten Meßbandlage. Beim Anziehen des Bandes darf mit dem Richtstab keine Hebelwirkung ausgeübt werden, da sich das Band sonst leicht unzulässig längt. Dann wird das ganze Meßband mit den beiden Richtstäben vorgezogen, der Hintermann stellt seinen Stab in das vom Vordermann zurückgelassene Zeichen und weist darauf den Stab des Vordermannes erneut in die Richtung der Polygonlinie ein. So wird die Messung bis kurz vor dem Endpunkt der ganzen Länge fortgesetzt. Bei der letzten, über den nunmehr vom Fluchtstab befreiten Endpunkt hinausgezogenen Meßbandlage liest der Beobachter die ganzen Meter am Meßband ab, zählt die vollen Dezimeter hinzu und mißt den Überschuß in Zentimetern mit einem Zollstock oder einem kleinen Maßstab. Die Ablesung wird zu dem Produkt aus Meßbandlänge mal der Anzahl der vollen Bandlagen hinzugezählt und damit die Gesamtlänge erhalten. Das Ergebnis ist in ein Beobachtungsbuch unter Angabe des Tages und Ortes der Messung sowie der benutzten Geräte einzutragen. Um sich bei langen Linien vor Zählfehlern in den ganzen Meßbandlagen zu schützen, benutzt man zweckmäßigerweise besondere Zählnadeln, die der Vordermann bei der Messung jeweils in oder neben das Endzeichen der einzelnen Meßbandlagen steckt. Der Hintermann sammelt diese Zählnadeln wieder auf. Aus ihrer Zahl ergibt sich die Anzahl der ganzen Meßbandlagen. Auf hartem Boden, Pflaster oder Asphalt wird man die Enden der einzelnen Meßbandlagen durch farbige Striche oder Kreuze bezeichnen.

Bei der Messung von Polygonlinien mit einem Stahlmeßband als Strichmaß werden zur genaueren Aneinanderreihung an den Anfang- und Endpunkten der einzelnen Meßbandlagen zweckmäßigerweise einfache Vorrichtungen, z. B. Bleiklötze mit aufgesetzten Messingspitzen, verwendet.

Jede Messung der Länge einer Polygonseite ist doppelt auszuführen, in der Regel einmal vorwärts und einmal rückwärts. Aus den Ergebnissen beider Messungen wird, sofern sie nicht zu stark voneinander abweichen, das arithmetische Mittel als wirkliche Länge bestimmt. Sollte sich zwischen beiden Messungen ein erheblicher Unterschied zeigen, so muß die Längenmessung zur Aufdeckung des Fehlers noch einmal wiederholt werden.

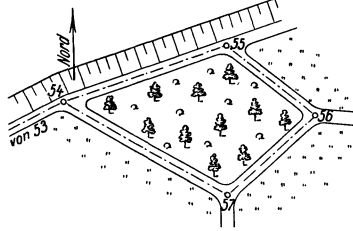
Die höchstens zulässigen Abweichungen zweier Längenmessungen voneinander sind in den Ergänzungsbestimmungen I. Teil zu den preußischen Vermessungsanweisungen VIII, IX und X vom 1. Juni 1931 aufgeführt.

Geringe Unebenheiten des Bodens bedingen ein Hochschieben des einen Meßbandendes am Richtstab, um kleine Hindernisse zu überbrücken oder kurze Neigungen auszuschalten.

In geneigtem Gelände wird man allgemein die flachen Längen

messen und zugleich mit einem einfachen, auf den Richtstab aufsteckbaren Neigungsmesser die Neigungen für jede Meßbandlage ermitteln, s. S. 38.

Beispiel einer Längenmessung für einen Polygonzug über Tage.  
19. Juni 1931 vorm. Bochum, Wiesental.

Linie	Gemessene Länge		Mittel aus beiden Messungen m	Bemerkungen und Handzeichnung
	1. Messung m	2. Messung m		
54—55	120,98	120,95	120,96	Meßband Nr. 1394 von Fennel, Kassel 
55—56	78,10	78,11	78,10	
56—57	82,74	82,74	82,74	
57—54	132,02	132,04	132,03	

Zu den Lattenmessungen benötigt man jeweils zwei Meßplatten, von denen die eine schwarz und weiß, die andere weiß und rot gestrichene Meterfelder aufweist. In ebenem Gelände werden die vom Meßgehilfen am hinteren Ende erfaßten Latten, mit schwarz beginnend, nacheinander in die Vermessungsrichtung geworfen und dann vorsichtig zurückgezogen, bis ihr Nullpunkt am Anfangspunkt der Messung oder an der vorhergehenden Latte anliegt. Das Reststück am Endpunkt der Meßlinie wird an der Lattenteilung bei gewöhnlichen Messungen schätzungsweise auf Zentimeter abgelesen. In unebenem Gelände wendet man entweder gestaffelte Messung an, bei der der Endpunkt der einen Latte auf den Anfangspunkt der nächsten durch ein Lot übertragen wird, oder man mißt in geneigter Richtung und bestimmt den Neigungswinkel jeder Lattenlage oder die von der flachen Länge abzuziehende Verkürzung mit einem Aufsatzneigungsmesser. Auch die geneigte Messung mit Zwischenräumen, die am Neigungsmesser abgelesen oder durch Schrägmesser mechanisch bestimmt werden können, ist in diesem Falle üblich, s. S. 39.

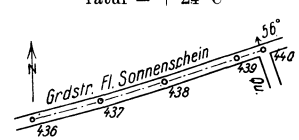
Bei gleichmäßig steigendem oder fallendem Gelände lassen sich die Neigungswinkel der einzelnen Polygonseiten auch mit dem Höhenkreis des Theodolits, s. S. 41, messen.

Längenmessungen mit der Meßkette oder dem Rollbandmaß kommen über Tage hauptsächlich bei der Lageaufnahme oder Stückvermessung zur Bestimmung der Entfernungen der Eckpunkte der Tagesgegenstände von den Aufnahmelinien und der Begrenzungen dieser Gegenstände vor, s. S. 62/63. Man mißt teils auf dem Boden, teils schwebend. An der Meßkette liest man die ganzen Meter ab und bestimmt den Überschuß, Dezimeter und Zentimeter, mit einem Zollstock, beim Rollbandmaß können gleich die Längen auf Zentimeter abgelesen werden.

Unter Tage werden die Längen der Polygonlinien mit dem Stahlmeßband entweder auf der Sohle oder schwebend gemessen.

Bei der Messung auf der Sohle wird zunächst der Anfangspunkt der Polygonlinie vom Festpunkt in der Firste durch ein Schnurlot zweckmäßig auf ein zwischen den Schienen der Förderbahn festgeklemmtes Brett übertragen und dort durch einen Nagel oder Pfriemen bezeichnet. Dann wird das Meßband ausgezogen und am Ende ein zweites Brett zur Bezeichnung des Endpunktes ausgelegt. Danach erfolgt die Einrichtung des Meßbandes in die Meßrichtung, indem der erste Meßgehilfe vom Anfangspunkt aus die Grubenlampe des vorderen Gehilfen in die Richtung nach einer im Endpunkt der Linie aufgehängten Grubenlampe einweist. Der vordere Gehilfe zieht nun, während der Hintermann den Nullstrich genau anhält, das Meßband straff und schlägt einen Nagel oder steckt einen Pfriemen neben den Endstrich der Meßbandteilung. Darauf rückt das Meßband um eine Länge vor, und zwar bleibt jetzt der vordere Gehilfe an seinem Platz, während der Hintermann mit seinem Brett vorgeht, das Ende des Bandes ergreift und so weit vorzieht, daß der bisherige Vordermann jetzt den Anfangspunkt an sein Zeichen anhalten kann. Mit vertauschten Rollen weist bei der zweiten Meßbandlage der zweite Gehilfe den ersten ein und so fort. Am Endpunkt der Linie wird die Lampe von der Lotschnur abgenommen und der Festpunkt wie zu Beginn der Messung durch das Lot auf das auf der Sohle liegende Brett übertragen. An dem hier eingeschlagenen Nagel liest man die letzte Teillänge, und zwar die ganzen Meter und Dezimeter am Meßband ab und mißt den Überschuß auf Zentimeter oder Millimeter mit einem Zollstock oder anderem Maßstab. Addiert man diese Ablesung zu dem aus vollen Meßbandlagen ermittelten Wert, so ergibt sich wieder die Gesamtlänge, die in das Beobachtungsbuch eingetragen wird. Auch hier ist stets eine Wiederholung der Messung, am besten in umgekehrter Richtung, erforderlich.

Beispiel einer Längenmessung für eine Durchschlagsangabe.  
16. Februar 1931, nachm. Zeche Präsident, 8. Sohle, Hauptabteilung, Flöz Sonnenschein, Grundstrecke nach Osten.

Linie	Gemessene Länge		Mittel aus beiden Mes- sungen	Verbesserungen			Ver- besserte Länge	Bemerkung und Handzeichnung
	1. Mes- sung	2. Mes- sung		in- folge Band- ver- gleich	infolge Tempe- ratur- unter- schied	ins- ge- samt		
	m	m	m	mm	mm	mm	m	
436—437	74,345	74,350	74,348	+ 1,5	+ 3,4	+ 4,9	74,353	Meßband Nr. 6975 von Fennel, Kassel, $l = 20 \text{ m} + 0,4 \text{ mm}$ bei $20^\circ \text{C}$ . Zugspannung 10 kg. Mittl. Tempe- ratur = $+ 24^\circ \text{C}$  
437—438	68,903	68,901	68,902	+ 1,4	+ 3,2	+ 4,6	68,907	
438—439	80,689	80,693	80,691	+ 1,6	+ 3,7	+ 5,3	80,696	
439—440	28,254	28,256	28,255	+ 0,6	+ 1,3	+ 1,9	28,257	

Die schwebende Messung der Polygonlinien unter Tage wird in geneigten Grubenbauen durchweg in der Ziellinie der Winkelmessung vorgenommen. Um hier Richtung und Neigung einzuhalten, weist man z. B. auf Spreizen angebrachte Zwischenpunkte mit dem Fernrohr des Theodolits ein und mißt dann die innerhalb einer Meßbandlänge befindlichen Teilstücke für sich. Die Summe der Teilstücke ergibt die Gesamtlänge der Linie.

Noch häufiger findet die schwebende Längenmessung bei Polygonzügen mit verlorenen Punkten statt, bei denen ein unmittelbarer Austausch von Winkelmeßinstrument und Zielzeichen erfolgt. Man wählt hier verhältnismäßig kurze Polygonlinien und ein langes Stahlmeßband, so daß jede Linie mit einer Meßbandlänge ermittelt werden kann. Vielfach sind besondere Einrichtungen zum Einhaken eines als Endmaß ausgeführten Meßbandes an einer der Instrumenten-Aufstellungsvorrichtungen im Gebrauch.

Die Meßkette wird in der Grube in erster Linie bei der Kompaß- und Gradbogenmessung zur Bestimmung der Länge der Zugseiten und zum Aufhängen des Winkelmeßinstrumentes benutzt. Sie dient ferner bei Ausführung von Polygonzügen zur Einmessung der Streckenstöße, der Störungen und Grenzen der Gebirgsschichten sowie zu ähnlichen Einzelaufnahmen.

Die Schachtteufmessung ist im Abschnitt „Höhenmessungen“ auf S. 113 besonders behandelt.

**15. Genauigkeit der Längenmessungen.** Die Genauigkeit einer Längenmessung hängt zunächst von der Genauigkeit des Meßgerätes selbst und seiner Veränderung durch wechselnde Temperatur und Spannung oder Temperatur und Feuchtigkeit ab, s. S. 11/12. Ferner wirken auf die Längenbestimmung Fehler bei der Einweisung der Zwischenpunkte, beim Anhalten sowie bei der Aneinanderreihung der Meßband- oder Lattenlagen, bei Grubenmessungen außerdem Fehler in der Übertragung der Festpunkte auf die Sohle und bei schwebenden Messungen Fehler infolge Durchhängens des Meßbandes ein.

Einweisefehler ergeben immer eine zu große Länge, da bei seitlich liegenden Zwischenpunkten an Stelle der kürzesten, geraden Verbindung eine gebrochene Linie gemessen wird. Allerdings müssen die Abweichungen aus der Geraden schon beträchtlich sein, wenn sich diese Fehler auf die Längen merkbar auswirken sollen.

Beim Anhalten und bei der Aneinanderreihung wird das Meßband häufig beim Anspannen etwas vorgezogen, wodurch man die Gesamtlänge zu kurz erhält. Bei den Meßplatten wird dagegen durch Zurückstoßen derselben beim Aneinanderlegen leicht eine zu lange Strecke gemessen.

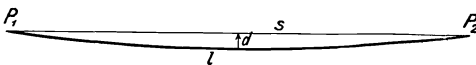


Abb. 18. Durchhang eines Stahlmeßbandes bei schwebender Messung.

Der Durchhang des Meßbandes bei schwebenden Messungen bewirkt wieder eine zu große Länge, da bei

jeder Meßbandlage ein Bogenstück als Entfernung zwischen Anfangs- und Endpunkt gemessen wird, während die Sehne als richtiges Maß etwas kürzer ist, Abb. 18.

Der Unterschied zwischen Bogen und Sehne, also die infolge des Durchhanges  $d$  notwendige Verkürzung  $v$  jeder Meßbandlänge  $l$  ergibt sich bei angenähert söhligem Strecken aus der Formel

$$v = l - s = \frac{8d^2}{3l}.$$

Die Größe der Durchbiegung  $d$ , die vom Gewicht  $G$ , von der Länge  $l$  und von der Spannung  $P$  des Bandes abhängig ist, beträgt

$$d = \frac{G \cdot l}{8P}.$$

Nach Einsetzung dieses Wertes in die obige Gleichung erhält man

$$v = \frac{G^2 \cdot l}{24P^2}.$$

Man kann den Einfluß der Durchbiegung herabmindern, wenn man das Meßband bei der schwebenden Längenmessung an einem oder mehreren Zwischenpunkten um den Betrag des Durchhanges anhebt. Ist nämlich  $n$  die Anzahl der freischwebenden Zwischenlängen, so wird

$$v = \frac{G^2 \cdot l}{24P^2 \cdot n^2}.$$

Beispiel: Ein Meßband von 50 m freischwebender Länge, 12 mm Breite und 0,4 mm Dicke, das zwischen Null- und Endmarke 1,9 kg wiegt, erleidet bei 10 kg Spannung einen Durchhang von 1,20 m. Die Verkürzung des Bandes ohne Unterstützung beträgt dann 75 mm, bei einmaligem Anheben des Bandes um den Betrag der Durchbiegung in der Mitte aber nur 19 mm. Hebt man im letzteren Falle das Band auch noch bei 12,5 und 37,5 m um je 0,3 m an, so verringert sich der Gesamteinfluß des Durchhanges auf 4,7 mm.

Als Gesamtwirkung aller Fehlereinflüsse bei der Längenmessung hat sich bei brauchbaren Stahlmeßbändern gezeigt, daß eine mit aufgelegtem Band und gewöhnlicher Sorgfalt gemessene Strecke von 100 m Länge auf etwa 2 bis 3 cm genau erhalten wird. Das genügt für die Mehrzahl der praktischen Bedürfnisse und man braucht daher auch die Längen der Polygonlinien bei den Aufnahmemessungen im allgemeinen nur bis auf Zentimeter zu ermitteln. Muß in besonderen Fällen — bei Anschlußmessungen, Durchschlagsangaben, abbaudynamischen Messungen usw. — eine höhere Genauigkeit erzielt werden, so ist neben größerer Sorgfalt bei der Ausführung der Messung die Prüfung des Bandes, die Feststellung und Berücksichtigung der Temperatur sowie die Einhaltung der Normalspannung mit dem Spannungsmesser erforderlich, was nach § 74 der preußischen Markscheiderordnung vom 23. März 1923 auch für die Polygonseitenmessung im Hauptzugnetz unter Tage vorgeschrieben ist. Günstigenfalls läßt sich dann eine Länge von 100 m auf 2 bis 3 mm genau bestimmen.

Die Genauigkeit der Längenmessung mit Meßplatten entspricht bei Anwendung gleicher Sorgfalt im allgemeinen der Stahlbandmessung.

Bei der Messung mit der Meßkette rechnet man infolge der starken Dehnung des Messing- oder Phosphorbronzedrahtes beim Gebrauch nur mit einer Genauigkeit von etwa 5 cm auf 20 m Länge.

## Winkelmessungen.

Durch unmittelbare Messung werden in der söhligem Ebene Brechungs- und Streichwinkel, in der seigeren Ebene Neigungswinkel



bestimmt, während man Richtungswinkel und magnetische Nadelabweichung durch Berechnung erhält. Für die einzelnen Winkelarten sind im allgemeinen verschiedene Winkelmeßinstrumente und Meßverfahren im Gebrauch, doch können z. B. Brechungs- und Neigungswinkel auch mit demselben Instrument ermittelt werden, sofern es entsprechende Meßvorrichtungen besitzt. Andererseits verwendet man je nach Zweck und verlangter Genauigkeit für die Bestimmung derselben Winkelart häufig verschiedenartige Instrumente.

**16. Winkleinheit.** Bisher ist als Einheit des Winkelmaßes in Deutschland überwiegend der Grad als der 360ste Teil des Vollkreises mit der Unterteilung in 60 Bogenminuten, jede zu 60 Bogensekunden, gültig gewesen. Nach einem Runderlaß des Reichs- und Preußischen Ministers des Innern vom 18. Oktober 1937 über „Einheitliches Winkelmaß im Vermessungsdienst“ wurde jedoch angeordnet, daß künftig nur eine Einteilung des Kreises in 400 Grad zu erfolgen hat, und daß bis zum 1. April 1945 die mit alter Teilung versehenen Winkelmeßgeräte des amtlichen Vermessungsdienstes in solche mit neuer Teilung umgeändert sein müssen. Diese Umstellung ist durch Erlaß des Wirtschaftsministeriums vom 30. Dezember 1937 auch für das Markscheidewesen zu dem genannten Zeitpunkt vorgesehen.

Der Neugrad wird in 100 Neuminuten, jede zu 100 Neusekunden untergeteilt, so daß die Winkelwerte zukünftig auch als Dezimalzahlen zu schreiben sind. Die Schreibweise der alten und neuen Winkelmaße ist im Anhang, S. 263/264, aufgeführt.

Zur Umrechnung der Winkelwerte aus der alten Teilung in die neue sind die Grade mit  $\frac{10}{9}$ , die Minuten mit  $\frac{100}{54}$  und die Sekunden mit  $\frac{1000}{324}$  zu multiplizieren, während umgekehrt durch Multiplikation der Neugrade mit 0,9, der Neuminuten mit 0,54 und der Neusekunden mit 0,324 die entsprechenden Größen im alten Winkelmaß erhalten werden. Für diese Umwandlungen stehen geeignete Tabellen zur Verfügung, z. B. von der Preußischen Katasterverwaltung, von O. Sust und von E. Ranzuch. In der Zahlentafel, S. 268/269, sind die Neuwerte, für Grade, Minuten und Sekunden getrennt, wiedergegeben, so daß hiernach die Verwandlung alter in neue Teilung vorgenommen werden kann.

Beispiel: Der Winkel  $296^{\circ} 15' 47''$  ist in neuem Gradmaß zu ermitteln. Aus der Tafel ist zu entnehmen

$$\begin{array}{rcl} \text{für } 296^{\circ} & = & 328^{\circ} 88^{\circ} 89^{\text{cc}} \\ \text{„ } 15' & = & 27^{\circ} 78^{\text{cc}} \\ \text{„ } 47'' & = & 1^{\circ} 45^{\text{cc}} \\ \hline \text{also } 296^{\circ} 15' 47'' & = & 329^{\circ} 18^{\circ} 12^{\text{cc}} = 329,1812^{\circ}. \end{array}$$

Die Zahlentafel, S. 270/271, ermöglicht die Umwandlung neuer in alte Teilung.

Beispiel; Der Winkel  $384,7689^{\circ}$  ist in altem Gradmaß zu ermitteln. Die Tafel ergibt

$$\begin{array}{rcl} \text{für } 384^{\circ} & = & 345^{\circ} 36' \\ \text{„ } 76^{\circ} & = & 41' 2,4'' \\ \text{„ } 89^{\text{cc}} & = & 28,8'' \\ \hline \text{also } 384,7689^{\circ} & = & 346^{\circ} 17' 31,2'' . \end{array}$$

## Gemeinsame Vorrichtungen an Meßinstrumenten.

Bevor die Winkelmeßinstrumente selbst behandelt werden, sollen die an den Instrumenten oder an einem Teil von ihnen gemeinsamen Vorrichtungen und die Zubehörteile gesondert besprochen werden.

**17. Aufstell- und Aufhängevorrichtungen.** Die Mehrzahl unserer Meßinstrumente wird in Verbindung mit Aufstell- oder Aufhängevorrichtungen gebraucht. Diese sollen eine feste und für den Beobachter bequeme Lage des Instrumentes bei der Messung gewährleisten.

Als Aufstellvorrichtungen kommen in Betracht Stative, Spreizen und Wandarme.

Das einfachste Stativ, das Stockstativ, besteht aus einem Stab, der unten eine eiserne Spitze, oben einen konischen Zapfen oder ein Gewinde zum Aufstecken oder Aufschrauben einfacher Instrumente trägt. Den gleichen Zwecken dient ein Zapfenstativ mit drei Beinen, die mit dem oberen zapfenförmigen Stück beweglich verbunden sind, s. S. 35, Abb. 41.

Die am häufigsten benutzte Aufstellvorrichtung ist das Tellerstativ, s. S. 42, Abb. 47, das aus einem runden oder dreiteilig ausgeschnittenen plattenförmigen Stativkopf und drei hölzernen Beinen mit eisernen Schuhen besteht. Teller und Beine werden entweder durch Anziehen dreier Flügelschrauben oder durch Niederdrücken von kurzen Hebeln fest miteinander verbunden, wenn nicht in Metallplatten eingelassene Kugelgelenke eine genügend starre Verbindung ergeben. Für Tagesmessungen haben die Stativbeine meist eine unveränderliche Länge, während bei Grubenmessungen einschiebbare Beine bevorzugt werden, deren Länge den vielfach geneigten und häufig sehr engen Grubenräumen angepaßt werden kann. Für alle Winkelmeßinstrumente müssen die Stativteller eine genügend große Öffnung haben, um das Instrument auf dem Stativ so verschieben zu können, daß es genau lotrecht über oder unter dem Festpunkt steht. Damit hierbei die Horizontalstellung des Instrumentes nicht verlorengeht, sind verschiedentlich Kreuzschlittenführungen auf den Stativtellern in Gebrauch.

Bei Grubenmessungen verwendet man auch vereinzelt Spreizen aus Holz oder Metall, die meist verstellbar eingerichtet sind und dann entweder waagrecht zwischen den Streckenstößen oder lotrecht zwischen Sohle und Firse eingespannt werden. Auf oder an den Spreizen wird das Instrument befestigt.

Wandarme aus Metall werden in Strecken mit starker Förderung und in geneigten Grubenbauen, also dort, wo die Stativaufstellung schwierig oder unmöglich ist, benutzt. Das Gewinde der Arme wird in einen Stempel eingeschraubt, so daß der Teller einigermaßen waagrecht liegt, s. S. 8, Abb. 11. Für Sonderinstrumente und die hierbei benötigten Signale werden statt der Tellerarme häufig Wandarme mit schwenkbaren Zapfen, auf die ein Untersatz für das Instrument gesteckt wird, gewählt. Neben den einschraubbaren Armen sind auch solche mit Klemmvorrichtungen, die an eisernen Grubenstempeln befestigt, sowie Stahlpfriemen, s. S. 36, Abb. 42, die auch in das Gestein

oder in die Kohle eingeschlagen werden können, als Tragstützen im Gebrauch. Besondere Gelenkstücke, die eine Zentrierung des Instrumentes unter Festpunkten in der Firste ermöglichen, lassen sich erforderlichenfalls zwischen Wandarm und Untersatz einschalten.

Als Aufhängevorrichtung werden gleichfalls einschraubbare, einschlagbare oder anklemmbare Pfrimen verwendet, an die das Instrument oder das Zielzeichen mittels einer Hülse angehängt wird, s. S. 59, Abb. 58.

Die Aufhängevorrichtungen beim Kompaß und Gradbogen werden als Instrumententeile angesehen und im Zusammenhang mit diesen Instrumenten beschrieben.

**18. Schrauben.** Von den verschiedenartigen Schrauben an den Instrumenten und ihrem Zubehör sollen hier Feststell-, Berichtigungs- und Feinbewegungsschrauben unterschieden werden.

Als Feststellschrauben dienen z. B. Flügelschrauben am Stativ und die Zentralschraube, die die Verbindung des Instrumentes mit dem Stativ oder dem Tellerarm bewirkt. Weiter gehören hierher die Klemmschrauben, die den Teilkreis an der Achse, den Zeigerkreis am Teilkreis oder die Kippachse des Fernrohrs am Fernrohrträger festhalten, s. S. 42, Abb. 47.

Berichtigungsschrauben werden zu gelegentlicher Verbesserung der Lage einzelner Instrumententeile — Libellen, Fadenkreuz, Zeiger — benötigt. Sie sind äußerlich meist daran erkennbar, daß der hervorragende zylindrische Kopf eine Durchbohrung trägt, durch die zum leichten Lösen oder Anziehen der Schraube ein Stahlstift gesteckt wird.

Feinstellschrauben ermöglichen auch bei festgeklebten Instrumententeilen eine begrenzte Bewegung dieser Teile gegeneinander. Sie wirken, wenn sie in Verbindung mit Klemmschrauben angebracht sind, auf ein Ansatzstück, das von der Gegenseite her durch eine Spiralfeder in seiner Lage gehalten wird, s. S. 42, Abb. 47. Hierher gehören ferner die Stellschrauben des Instrumentendreifußes, Kippschrauben und Triebsschrauben für die Bewegung innerer Instrumententeile, s. S. 120, Abb. 108. Ist der Kopf einer Feinstellschraube mit Einteilung versehen, so kann diese Schraube auch zur Messung kleiner Verschiebungen benutzt werden.

**19. Libellen.** Die Libellen dienen zur Herstellung oder Prüfung waagerechter Linien, Achsen und Ebenen. Sie können aber auch zur Erzielung lotrechter Richtungen Verwendung finden. Man unterscheidet Röhrenlibellen und Dosenlibellen.

Die Röhrenlibelle ist ein tonnenförmig ausgeschliffenes Glasröhrchen, das mit einer leicht beweglichen Flüssigkeit — Schwefeläther — nahezu gefüllt ist, Abb. 19. Der übrigbleibende Raum wird als Libellenblase bezeichnet. Zur Beobachtung des Standes dieser Blase ist das Glasröhrchen außen meist mit einer 2 mm-Einteilung versehen. Die im Mittelpunkt der Teilung — dem Normalpunkt — am inneren Ausschliffbogen in der Längsrichtung gelegte Tangente gilt als Achse der Libelle. Bei waagerechter Libellenachse steht die Blase in der Mitte der Teilung, d. h. ihr Mittelpunkt fällt mit dem Normalpunkt zusammen.

Man sagt in diesem Falle „die Libelle spielt ein“. Wenn die Libellenblase um einen Teilstrich weiter wandern oder ausschlagen soll, so muß man die Libellenachse um einen Winkel neigen, der von dem Halbmesser des Ausschlibfbogens  $r$  abhängt und den man als Empfindlichkeit der Libelle bezeichnet.

Je größer der Halbmesser des Ausschlibfes, desto empfindlicher ist die Libelle. Bei unseren Meßinstrumenten werden Röhrenlibellen von etwa 5'' bis 60'' Empfindlichkeit benutzt.

Aus der Abb. 19 ergibt sich

$$\varepsilon = \frac{e}{r} \cdot \varrho,$$

also ist die Empfindlichkeit bei 2 mm Ausschlag und 10 m Krümmungshalbmesser

$$\frac{2 \cdot 206000}{10000} \approx 41''.$$

Die Empfindlichkeit der Röhrenlibellen kann an einem mit Meßschraube versehenen Libellenprüfer ermittelt werden. Aus der Länge dieses Prüfers und der Ganghöhe seiner Meßschraube läßt sich die Neigung für eine volle Umdrehung der Schraube feststellen und danach an der Teilung der Meßschraube die Neigung für einen bestimmten Libellenausschlag ablesen. Bei den an Meßinstrumenten mit einem Fernrohr verbundenen Libellen kann die Empfindlichkeit auch unter Benutzung der Feinstellschraube des Fernrohres und einer in bekannter Entfernung aufgestellten Nivellierlatte bestimmt werden.

Soll die Röhrenlibelle als Wendelibelle, z. B. beim Nivellieren in zwei Fernrohrlagen, gebraucht werden, so muß sie an den beiden gegenüberliegenden Innenflächen nach genau gleichem Halbmesser ausgeschliffen sein. Die Einteilung ist dann auch beiderseits angebracht.

Das Glasröhrchen der Libelle ist in der Regel mit einer Metallfassung umgeben, damit es gegen Beschädigungen geschützt und mit den verschiedenen Instrumententeilen verbunden werden kann, s. S. 42, Abb. 47. Wird die Röhrenlibelle parallel zu ihrer Achse mit einem Metalllineal, mit Aufhängehaken oder mit Aufsatzstützen versehen, so ist sie auch als selbständiges Meßgerät, z. B. als Setz-, Hänge- oder Reiterlibelle, zur Herstellung waagerechter Flächen, Schnüre oder Achsen zu verwenden.

Die Dosenlibelle besteht aus einem flachen, runden Glaskörper, dessen Oberfläche nach einem bestimmten Kugelhalbmesser ausgeschliffen ist. Auf dieser Oberfläche befinden sich ein oder mehrere kleine, konzentrische Kreise, um das Einspielen der gleichfalls kreisrunden Libellenblase beobachten zu können. Die Empfindlichkeit der Dosenlibellen ist geringer als diejenige der Röhrenlibellen. Sie schwankt etwa zwischen 3' und 15'. Die gleichfalls mit Metallfassung versehene Dosenlibelle dient zur Herstellung waagerechter Flächen, oft als vorläufiges, später durch Röhrenlibellen verfeinertes Verfahren, s. S. 120,

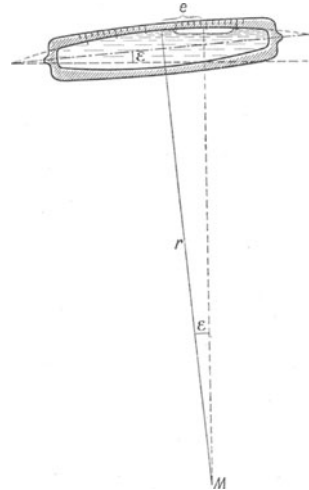


Abb. 19. Form und Ausschlag einer Röhrenlibelle.

Abb. 108 und 109. Sie wird aber auch zur Lotrechtstellung z. B. von Fluchtstäben und Nivellierlatten benutzt.

Die Prüfung von Aufsatzlibellen kann man ohne besondere Vorrichtungen zur Horizontalstellung auf genähert waagerechter Unterlage durch Umsetzen, von Hängelibellen durch Umhängen an ungefähr waagerechter Schnur vornehmen. Der Unterschied der Ablesungen an gleichgerichteten Blasenenden vor und nach dem Umsetzen oder Umhängen gibt den doppelten Betrag der Schiefstellung zwischen der Libellenachse und der Aufsatzfläche oder den Aufhängehaken der Libelle an. Die Hälfte dieses Unterschiedes wird, sofern Berichtigungsschrauben an der Libellenfassung vorhanden sind, mit diesen beseitigt.

Die Prüfung der an Meßinstrumenten angebrachten Libellen wird bei der Besprechung dieser Instrumente behandelt.

**20. Kreisteilungen.** Alle Meßinstrumente und auch Zeichengeräte, mit denen Winkel beliebiger Größe gemessen, abgenommen oder aufgetragen werden sollen, besitzen Kreisteilungen im Gradmaß. Bei dem Theodolit, der Winkeltrommel und dem Kompaß ist diese Teilung auf einem Vollkreis angebracht. Bei dem Gradbogen, der Gradscheibe und dem Zulegetransporteur haben wir meist nur geteilte Halbkreise. Der Durchmesser der Teilkreise wechselt von etwa 50 mm bei kleinen Theodoliten und Kompassen bis zu 400 mm bei großen Gradbogen. Die Einteilung wird bei manchen Teilkreisen nur auf ganze Grade durchgeführt, bei anderen geht sie aber auch bis auf  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{6}$  oder  $\frac{1}{12}^{\circ}$  bzw.  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{1}{10}^{\circ}$ . Hinsichtlich der Bezifferung der Teilung ist zu beachten, daß Standtheodolit, Winkeltrommel, Gradscheibe und Transporteur im allgemeinen durchlaufende, rechtsinnige Bezifferung haben, während die Kompaßteilung und die Teilung am Grundkreis des Hängetheodolits linksläufig oder widersinnig beziffert sein muß. Beim Gradbogen und anderen Neigungsmessern sowie auch teilweise bei den Höhenkreisen der Theodolite ist die Bezifferung der Teilung vom Nullpunkt nach links und rechts von  $0^{\circ}$  bis  $90^{\circ}$  oder von  $0^{\circ}$  bis  $100^{\circ}$  angeordnet.

**21. Zeiger.** Die Zeiger sollen diejenige Stelle der Kreisteilung bezeichnen, an der abgelesen wird.

Einfache Zeiger sind der Ablesestrich an der Winkeltrommel und dem Steigertheodolit, die Spitze der Magnetnadel im Kompaß und der Lotfaden am Gradbogen. Die Stellung des Zeigers gegen die benachbarten Striche der Teilung wird geschätzt, und zwar in der Regel auf  $\frac{1}{10}$  der Teilungseinheit.

Der Nonius ist ein Hilfsmaßstab mit kurzer gleichmäßiger Teilung, dessen Teilungseinheit etwas kleiner ist als die Einheit der abzulesenden Kreisteilung. Den Unterschied zwischen Kreis- und Noniuseinheit nennt man die Nonienangabe, die man erhält, wenn man den kleinsten Wert der Kreiseinteilung durch die Anzahl der Nonienteile dividiert. Beträgt z. B. der kleinste Unterteil des Teilkreises  $30'$  und besitzt der Nonius 30 Teile, so ist die Nonienangabe  $30' : 30 = 1'$ , Abb. 20.

Als eigentlicher Zeiger gilt der Nullstrich des Nonius, dessen Bezifferung im übrigen mit der Teilkreisbezifferung gleichlaufend ist. Die Ablesung am Nonius erfolgt in der Weise, daß man zuerst die vor dem Zeigerstrich liegende kleinere Gradzahl am Teilkreis ermittelt — in der

Abb. 20 z. B.  $106^{\circ}$  — und gegebenenfalls die weiteren, vor dem Nullstrich des Nonius noch vorhandenen ganzen Unterteile des Grades — in Abb. 20 z. B.  $\frac{1}{2}^{\circ} = 30'$  — hinzuaddiert. Dann sieht man nach, welcher Strich des Nonius sich mit einem beliebigen Strich der Kreisteilung deckt — in der Abb. 20 der 7. Noniusstrich —. Diesen Wert fügt man zu der vorher ermittelten Zahl hinzu und erhält damit die gesamte Ablesung —  $106^{\circ} 37'$ .



Ablesung =  $106^{\circ} 37'$

Abb. 20. 30teiliger Nonius.

Die Abb. 21 stellt einen 40teiligen Nonius mit  $\frac{1}{2}^{\circ}$  Angabe dar. Die Ablesung beträgt  $229^{\circ} 13' 30''$ . Findet eine genaue Deckung zweier Striche nicht statt, liegt also die Treffstelle zwischen zwei Noniusstrichen, so kann die Ablesung schätzungsweise bis auf die Hälfte der Nonienangabe vorgenommen werden.



Ablesung =  $229^{\circ} 13' 30''$

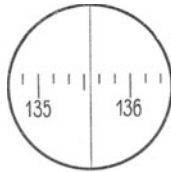
Abb. 21. 40teiliger Nonius.

Nonien werden besonders an Theodoliten verwendet und dort meist durch Lupen beobachtet. Sie sind bei der alten Kreisteilung 10-, 20-, 30-, 40- oder 60teilig und gestatten Ablesungen von 1' bis zu  $\frac{1}{6}'$ , bei der neuen Teilung hat man in der Regel 10-, 20-, 40- oder 50teilige Nonien, deren Angaben von  $2^{\circ}$  bis zu  $\frac{1}{2}^{\circ}$  reichen.

An Höhenkreisen mit Viertelkreisbezeichnungen sind Doppelnonien angebracht, von denen jeweils der mit dem Kreise gleichgerichtet bezifferte Teil zur Ablesung benutzt wird, s. S. 53, Abb. 52, oben.

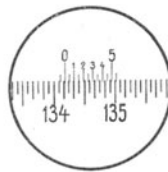
Zeigervorrichtungen im Ablesemikroskop. Während die genannten Zeiger unmittelbar die Kreisteilung berühren, sind dieselben bei Verwendung von

Ablesemikroskopen auf einem dünnen Glasplättchen in der Bildebene des Mikroskopes angebracht. Besteht der Zeiger aus einem einfachen Strich, so spricht man von Schätzmikroskopen.



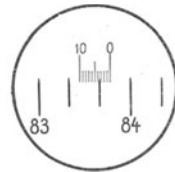
Ablesung =  $135^{\circ} 34'$

Abb. 22. Gesichtsfeld im Schätzmikroskop.



Ablesung =  $134^{\circ} 11' 30''$

Abb. 23. Gesichtsfeld im Nonienmikroskop.



Ablesung =  $83^{\circ} 23,4^d$

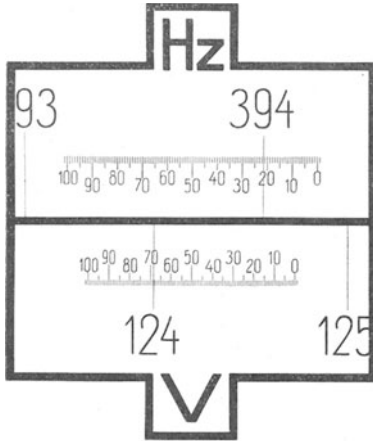
Abb. 24. Gesichtsfeld im Skalenmikroskop.

Abb. 22, bei Anwendung kurzer Nonien von Nonienmikroskopen, Abb. 23, und bei Benutzung verschiedenartiger Skalen von Skalenmikroskopen, Abb. 24 und 25. Die Stellung der Striche wird auf  $\frac{1}{10}$  der Teilkreiseinheit geschätzt, am Nonius liest man, wie oben angegeben, ab. An einer  $n$ teiligen Skala ist der Abstand des als Nullstrich dienenden rechten langen Endstriches auf  $\frac{1}{n}$  der Teilkreiseinheit unmittelbar abzulesen und auf  $\frac{1}{10}$  hiervon noch zu schätzen.

In Abb. 24 z. B. erfolgt bei einer Teilkreiseinheit von  $\frac{1}{3}^{\circ}$  oder  $20'$  die Ablesung auf  $2'$  oder 1 Doppelminute =  $1^d$ , die Schätzung auf  $\frac{1}{10}$  Doppelminute =  $0,1^d$ , also heißt die Gesamtablesung dort  $83^{\circ} 23,4^d$ .

Während man früher meist 10teilige Skalen bei  $\frac{1}{3}^{\circ}$ - oder  $\frac{1}{6}^{\circ}$ -Teilung

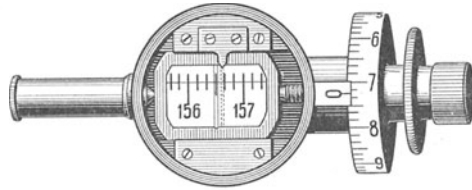
benutzte, gelangen heute bei Kreisteilungen in volle Grade häufiger 60teilige Skalen bei der 360<sup>o</sup>- oder 100teilige bei der 400<sup>g</sup>-Teilung zur Verwendung. Die Ablesung kann hierbei auf  $\frac{1}{10}'$  oder  $\frac{1}{10}^c$  schnell und sicher erfolgen. Abb. 25 zeigt das Gesichtsfeld im Ableseokular eines Zeiss-Theodolits IV, in dem gleichzeitig die 400<sup>g</sup>-Teilungen des Grund- und Höhenkreises zu beobachten sind.



*Ablesungen: Grundkreis Hz = 394,216<sup>g</sup>  
Höhenkreis V = 124,883<sup>g</sup>*

Abb. 25. Gesichtsfeld im Ableseokular des Theodolits IV von Zeiss.

Als Ersatz für die wegen ihrer Empfindlichkeit insbesondere für Grubenmessungen wenig geeigneten Meßschrauben haben sich neuerdings im Ablesemikroskop eingebaute optische Mikrometer eingebürgert, bei denen durch drehbare Planglasplatten oder verschiebbare Meß-



*Ablesung 156°37'14"*

Abb. 26. Ableseinrichtung am Schraubenmikroskop.

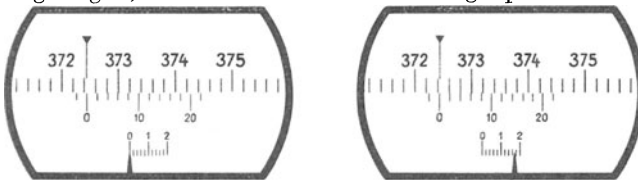
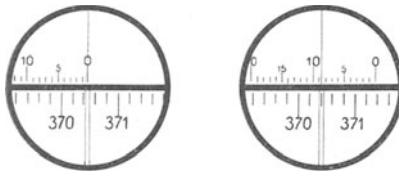


Abb. 27. *Ablesung: 372,579<sup>g</sup>*

Gesichtsfeld beim Kombinationsmikroskop Heckmann-Breithaupt vor und nach dem Einstellen eines Noniusstriches auf einen Teilkreisstrich.



*Ablesung: 370,487<sup>g</sup>*

Abb. 28. Gesichtsfeld beim Feinmeßmikroskop von Fennel vor und nach dem Einstellen des Zeigerfadens auf einen Teilkreisstrich.

Schraubenmikroskop soll einer einmaligen oder mehrmaligen ganzen Umdrehung der Schraube eine Verschiebung des Zeigers von einem zum benachbarten Teilkreisstrich entsprechen.

Bei feineren Winkelmeßinstrumenten werden seit langem Schraubenmikroskope verwendet, bei denen ein in einem Rahmen eingespannter Doppelfaden durch eine Meßschraube bis zum nächsten zurückliegenden Strich der Kreisteilung geführt und das Maß dieser Verschiebung an einer mit der Schraube verbundenen Trommel abgelesen und der Teilkreisangabe des Doppelfadens hinzugefügt wird, Abb. 26.

Planglasplatten oder verschiebbare Meßlinsen die Verfeinerung der Kreisablesungen bewirkt wird. Neben der auf S. 56 näher behandelten Mikrometereinstellung und -ablesung am Zeiss-Theodolit II und der Feinablesung von Heyde seien

hier die Kombinationsmikroskope Heckmann-Breithaupt, Abb. 27, und die Feinmeßmikroskope von Fennel, Abb. 28, erwähnt.

Beim Nonien- und beim Skalenummikroskop ist die Länge des Nonius oder der Skala auf den Abstand zweier Teilkreisstriche im Bilde abzustimmen, s. S. 29. So müssen z. B. 10 Nonienteile gleich 9 Teilkreiseinheiten oder 10 Skalenteile gleich einer Teilkreiseinheit sein. Beim

Auch bei den optischen Mikrometern muß die Abstimmung des Nonius oder der Skala auf die Kreisteilung erfolgen.

**22. Spiegel.** Die Verwendung von Spiegeln beruht auf der Zurückwerfung des Lichtes an spiegelnden Flächen. Ein auf den Spiegel fallender Lichtstrahl wird bekanntlich so zurückgeworfen, daß der Winkel zwischen auffallendem Strahl und der Rechtwinkligen auf die Spiegelebene — Spiegelnormale — gleich dem Winkel zwischen zurückgeworfenem Strahl und der Spiegelnormalen ist, s. S. 32, Abb. 38.

An Meßinstrumenten benutzt man Spiegel zur Beobachtung von Libellen, zur Ablenkung von Lichtstrahlen um  $90^\circ$  und zur Bestimmung von rechten und gestreckten Winkeln.

**23. Prismen.** Beim Durchgang eines Lichtstrahles durch ein Glasprisma findet beim Eintritt sowohl wie beim Austritt aus dem Prisma eine Brechung des Lichtes und damit eine Ablenkung des Strahles aus der bisherigen Richtung statt. Das Brechungsgesetz von Snellius besagt, daß der Sinus des Winkels zwischen auffallendem Strahl und der Normalen auf der Trennungsfläche zu dem Sinus des Winkels zwischen dieser Normalen und dem gebrochenen Lichtstrahl für dasselbe Mittel in einem konstanten Verhältnis steht, welches beim Übergang von Luft in Glas etwa gleich 1,6 ist. Daraus folgt, daß ein Lichtstrahl aus dem Prisma nicht mehr austreten kann, wenn er unter flacherem Winkel als  $50^\circ$  auf die Grenzfläche trifft. Der Lichtstrahl wird dann an dieser Fläche wie an einer Spiegelfläche zurückgeworfen. Im übrigen ist im Prisma auch der steil auftreffende Lichtstrahl zur Zurückwerfung an einer Außenfläche gezwungen, wenn man diese Fläche als Spiegel hinterlegt, s. S. 34, Abb. 39. Das Anwendungsgebiet der Prismen entspricht demjenigen der Spiegel, doch wird die Benutzung von Prismen vielfach vorgezogen, da sie optisch bessere Eigenschaften besitzen.

**24. Linsen.** Als Linse bezeichnet man einen durch zwei Kugelteilflächen, im Sonderfalle durch eine Kugelfläche und eine Ebene begrenzten durchsichtigen Glaskörper. Ist die Linse in der Mitte dicker als an den Rändern, so

spricht man von einer Sammellinse, ist sie dagegen in der Mitte dünner als an den Rändern, so hat man eine Zer-

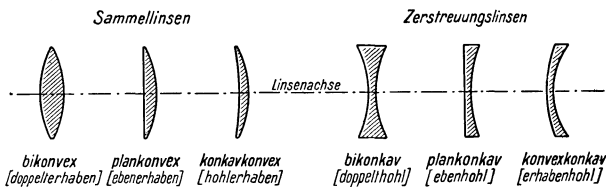


Abb. 29. Verschiedene Linsenarten.

streuungslinse. Weitere Unterteilungen der beiden Linsenarten sind aus der Abb. 29 ersichtlich. Die Verbindungslinie der Mittelpunkte der Schließkurven bildet die Achse der Linse. Auf dieser Achse liegt auch der optische Mittelpunkt, und zwar bei bikonvexen und bikonkaven Linsen im Innern derselben. Ferner befinden sich hierauf die beiden Brennpunkte, die vom optischen Mittelpunkt gleichen Abstand haben, den man als Brennweite bezeichnet.

Die von einem Gegenstand auf eine Sammellinse fallenden Lichtstrahlen werden, mit Ausnahme der durch den optischen Mittelpunkt



gehenden Strahlen, aus ihrer Richtung abgelenkt, und zwar schneiden alle parallel zur Achse auftreffenden Strahlen einander im jenseitigen Brennpunkt der Linse, während umgekehrt die durch den diesseitigen Brennpunkt verlaufenden Strahlen jenseits der Linse parallel zu ihrer Achse austreten. Aus den Schnittpunkten der von gleichen Punkten des Gegenstandes ausgehenden, durch den optischen Mittelpunkt und parallel zur Achse verlaufenden Strahlen läßt sich die Lage und Größe des entstehenden Bildes ermitteln. Hierbei kann man folgende drei Fälle unterscheiden:

1. Ist die Gegenstandsweite, d. h. die Entfernung des Gegenstandes von der Linse größer als die doppelte Brennweite, dann wird auf der

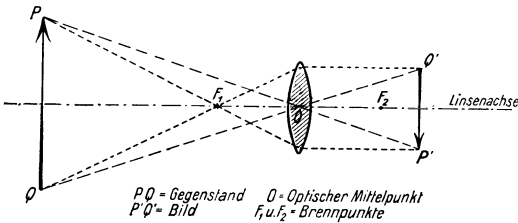


Abb. 30. Strahlengang bei Fernrohr-Objektiven.

dem Gegenstand gegenüberliegenden Seite der Linse ein umgekehrtes, verkleinertes Bild erzeugt, Abb. 30.

2. Liegt der Gegenstand zwischen einfacher und doppelter Brennweite, so erhält man auf

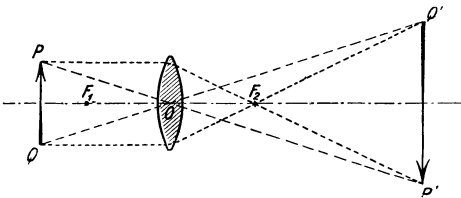


Abb. 31. Strahlengang bei Mikroskop-Objektiven.

der dem Gegenstand gegenüberliegenden Seite der Linse ein umgekehrtes, vergrößertes Bild, Abb. 31.

3. Ist die Gegenstandsweite kleiner als die einfache Brennweite, so ergibt sich auf der gleichen Seite der Linse, auf der sich der Gegenstand befindet, ein aufrechtes, vergrößertes Bild, Abb. 32.

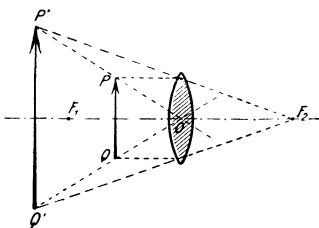


Abb. 32. Strahlengang bei Lupen.

Die Linsen werden bei optischen Geräten, insbesondere auch bei den Ables- und Zielvorrichtungen der Meßinstrumente verwendet. Um die Mängel des durch eine einfache Linse entstehenden Bildes, wie Farbenzerlegung an den Rändern, Bildverzerrung, Bildwölbung usw. zu beheben, läßt man mehrere verschieden-

artige Linsen zusammenwirken. So verwendet man z. B. beim Fernrohrobjektiv eine biconvexe Linse aus Kronglas und eine plankonkave Linse aus Flintglas. Außerdem blendet man die Randstrahlen ab.

**25. Ablesevorrichtungen.** Die Lupe ist in einfacher Form eine Sammellinse mit kurzer Brennweite. Sie dient zur vergrößerten Betrachtung kleiner, nahe gelegener Gegenstände. Die Bilderzeugung oder der Strahlengang bei der Lupe entspricht dem oben erwähnten Fall 3, d. h. durch die Lupe wird ein aufrechtes, vergrößertes Bild erhalten. Die Vergrößerung einer Lupe ist etwa 2- bis 10fach. Sie wird um so stärker, je kleiner die Brennweite der Lupe ist.

Lupen werden an den Meßinstrumenten als Bestandteil der Fernrohre und Mikroskope sowie zur unmittelbaren Ablesung der Zeiger verwendet, Abb. 33. Hierzu sind sie mit einer Metallfassung versehen und für verschiedene Augen in ihrer Entfernung zum Gegenstand etwas verstellbar.

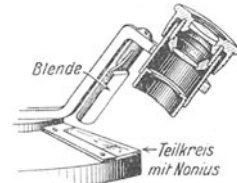


Abb. 33. Ableselupe.  
(Nach Fennel.)

Das Ablesemikroskop zeigt eine Zusammenfassung der oben unter 2 und 3 angeführten Fälle des Strahlenverlaufes bei Linsen. Die eine dieser Linsen, das Objektiv, erzeugt von dem zwischen einfacher und doppelter Brennweite befindlichen Gegenstand — hier die Kreisteilung — ein umgekehrtes vergrößertes Bild, welches das als Lupe wirkende Okular noch stärker vergrößert, Abb. 34. Durch die Okularlinse wird gleichzeitig auch der in der Bildebene auf einem dünnen Glasplättchen angebrachte Zeiger — Strich, Nonius oder Skala — vergrößert gesehen. Die deutliche Sichtbarmachung des Zeigers für Beobachter mit verschiedener Sehweite erfolgt durch Ein- oder Ausschrauben des Mikroskop-Okulars. Um ein scharfes Bild von der Kreisteilung in der Zeigerebene zu erhalten, wird das ganze Mikroskop in seiner Fassung verschoben. Das Abstimmen des Nonius oder der Skala auf die Teilung läßt sich entweder durch besondere Verstellung des Objektivs oder des Zeigerträgers vornehmen. Da durch diese Verstellung die Deutlichkeit der Teilung wieder etwas verloren geht, muß das Scharfeinstellen der Teilung und Abstimmen des Zeigers einigemal wiederholt werden. Die Vergrößerung der Ablesemikroskope an Winkelmeßinstrumenten ist ungefähr 20- bis 50fach.

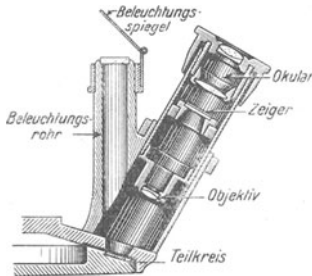


Abb. 34.  
Ablesemikroskop. (Nach Fennel.)

**26. Zielvorrichtungen.** Die Mehrzahl der Winkelmeßinstrumente besitzt Zielvorrichtungen, deren Achse bei der Messung nacheinander in die Richtung jedes Winkelschenkels gebracht wird. Auch die Nivellierinstrumente sind mit solchen Zielvorrichtungen ausgerüstet.

An einfachen Instrumenten, wie Winkeltrommeln, kleinen Stativkompassen, Neigungsmessern und Steigertheodoliten hat man als Zielvorrichtung ein Diopter, d. h. eine Durchsichtsebene. Dieses in der Mantelfläche des Instrumentes oder in lotrechten Linealen angebrachte Diopter besteht an der dem Auge zugewendeten Seite aus einem feinen Sehspalt, an der dem Ziel zugekehrten Seite aus einem in einem breiteren Spalt eingespannten Faden, s. S. 35, Abb. 41. In anderen Fällen, z. B. beim Neigungsmesser, s. S. 38, Abb. 43, ist in einem Metallrohr vor dem Auge eine kleine Öffnung, nach der Zielseite zu ein aus feinem Draht oder Roßhaar gebildetes Kreuz vorhanden. Derartige Diopter finden auch bei feinen Winkelmeßinstrumenten, z. B. beim Theodolit, als Hilfszielvorrichtungen oder Sucher Verwendung. Sie bestehen hier in Augen-

nähe vielfach aus einer kleinen Bohrung oder einer Kerbe und in Augenferne aus einem Korn. Der Endpunkt des Winkelschenkels wird angezielt, indem man das dort aufgestellte Zielzeichen mit dem durch die Öffnung vor dem Auge gesehenen Faden oder der Kornspitze zur Deckung bringt.

Diopter haben den Vorteil eines verhältnismäßig großen Gesichtsfeldes, so daß das Auffinden der Zielpunkte leicht ist. Andererseits wird aber das genaue Einrichten mit dem Diopter auf größere Entfernungen unsicher. Eine scharfe Einstellung der Zielzeichen läßt sich nur mit einem Fernrohr erreichen.

Das Fernrohr ist deshalb die Hauptzielvorrichtung unserer Meßinstrumente. Es besteht für diesen Zweck im wesentlichen aus dem Objektiv — Gegenstandslinse —, dem Okular — Augenlinse — und dem zwischen beiden befindlichen Faden- oder Strichkreuz. Der Strahlengang im Fernrohr ergibt sich aus einer Zusammenfassung der auf S. 28 erwähnten Fälle 1 und 2. Von dem Zielzeichen, das in mehr als doppelter Brennweite vom Fernrohrobjektiv entfernt sein muß, wird durch letzteres ein umgekehrtes, verkleinertes Bild zwischen einfacher und doppelter Brennweite erzeugt, das man mit dem als Lupe wirkenden Fernrohrokular vergrößert betrachtet. Man bezeichnet ein solches Fernrohr als astronomisches oder Meßfernrohr im Gegensatz zu den Erdfernrohren, bei denen aufrechte Bilder erzielt werden. Die Verbindungslinie vom optischen Mittelpunkt der Objektivlinse zum Schnittpunkt des Faden- oder Strichkreuzes bildet die Zielachse des Fernrohres.

Die Bildweite, d. h. der Abstand des Bildes vom Objektiv, hängt bei jeder Zielung von der veränderlichen Gegenstandsweite ab. Damit

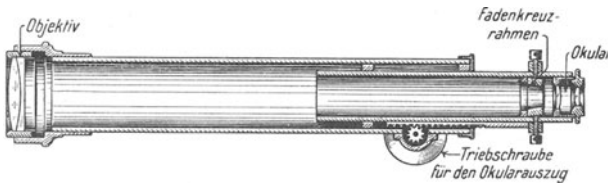


Abb. 35. Vertikalschnitt durch ein Fernrohr mit Okularauszug.

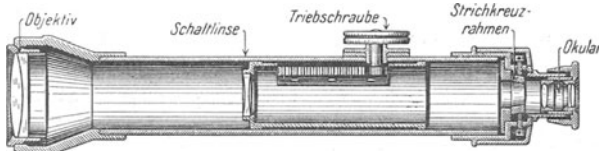


Abb. 36. Horizontalschnitt durch ein Fernrohr mit innerer Schaltlinse. (Nach Fennel.)

das Bild gleichzeitig mit dem Faden- oder Strichkreuz vom Okular aus deutlich zu sehen ist, wird die Fadenkreuzebene bei den älteren Fernrohren mit Hilfe eines durch eine Triebsschraube betätigten Okularauszuges in die Bildebene gebracht, Abb. 35.

Neuerdings stellt man jedoch nur noch Fernrohre von unveränderlicher Länge, d. h. ohne Okularauszug, her, Abb. 36. In diesen Fernrohren werden die vom Objektiv kommenden Strahlen durch eine verschiebbare, besondere Schaltlinse aus ihrer Richtung abgelenkt und früher oder später zum Schnitt gebracht. Hierdurch wird die sonst stets

wechselnde Bildweite dem unveränderlichen Abstand Objektiv bis Strichkreuz angepaßt.

Die Sichtbarmachung des Strichkreuzes erfolgt durch geringes Herein- oder Herausschrauben des Okulars, dessen Einstellung vielfach an einem geteilten Ring für verschiedene Augen abgelesen werden kann.

Das früher meist aus Spinnfäden hergestellte Fadenkreuz wird jetzt nur noch als Strichkreuz auf einem dünnen Glasplättchen eingätzt, das in einem Rahmen sitzt, der meist durch 4 Schrauben in seiner Lage gehalten wird und um geringe Beträge verschoben werden kann. Die Ausführung des Strichkreuzes ist, wie Abb. 37 zeigt, nach Zweck und Hersteller des Instrumentes verschieden.

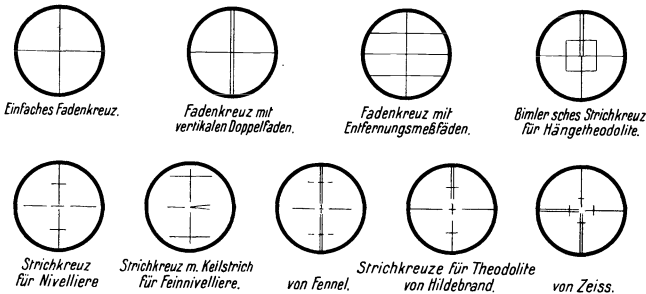


Abb. 37. Faden- und Strichkreuze in verschiedener Ausführung.

Die Vergrößerung der Fernrohre unserer Meßinstrumente ist etwa 10- bis 50fach. Als Vergrößerung bezeichnet man das Verhältnis der beiden Winkel, unter denen im Fernrohr das Bild und mit dem freien Auge der Gegenstand gesehen wird. Unter dem Gesichtsfeld versteht man den Öffnungswinkel des Kegelraumes, der im Fernrohr überblickt wird.

## Einrichtung und Gebrauch der Winkelmeßinstrumente.

### Instrumente zum Abstecken fester Winkel.

Als feste Winkel, die bei der Ausführung von Lageaufnahmen abzustecken sind, kommen meist rechte Winkel in Betracht.

Man kann für diese Absteckung Winkelköpfe benutzen, bei denen auf zylindrischen, achtseitigen, konischen oder kugelförmigen Metallmantelflächen rechtwinklig zueinander angeordnete Diopter angebracht sind. Diese in Verbindung mit einem Stockstativ verwendeten Geräte sind für die Aufsuchung der Scheitelpunkte der rechten Winkel aber weniger geeignet, da hierbei eine gleichzeitige Zielung in zwei verschiedenen Richtungen oder ein allmähliches Einrücken in den Scheitelpunkt erforderlich ist. Bequemer gestaltet sich, insbesondere im ebenen Gelände, die Verwendung von handlichen optischen Instrumenten, z. B. Winkelspiegeln oder Winkelprismen, bei denen beide Schenkel des rechten Winkels von einem Standpunkt aus beobachtet werden können.

**27. Winkelspiegel.** Der Winkelspiegel besteht aus zwei kleinen, lotrecht stehenden Spiegelflächen, die in einem Metallgehäuse einen Winkel

von  $45^\circ$  miteinander einschließen. Für die praktische Handhabung ist das Gehäuse unten meist mit einem Handgriff versehen, an dem zur Übertragung des in Augenhöhe bestimmten Winkelscheitelpunktes auf das auf dem Boden ausgestreckte Meßband ein Schnurlot angehängt wird. Statt Handgriff mit Schnurlot kann auch ein Lotstab gewählt werden, den man in die Grundplatte des Winkelspiegelgehäuses einschraubt. Den Strahlengang beim Winkelspiegel zeigt Abb. 38, rechts. Der vom Punkt  $P$  kommende Lichtstrahl wird im Punkt  $B$  am Spiegel  $I$  so zurückgeworfen, daß die mit  $\beta$  bezeichneten Ein- und Austrittswinkel einander gleich sind. Dasselbe geschieht dann weiter mit diesem Licht-

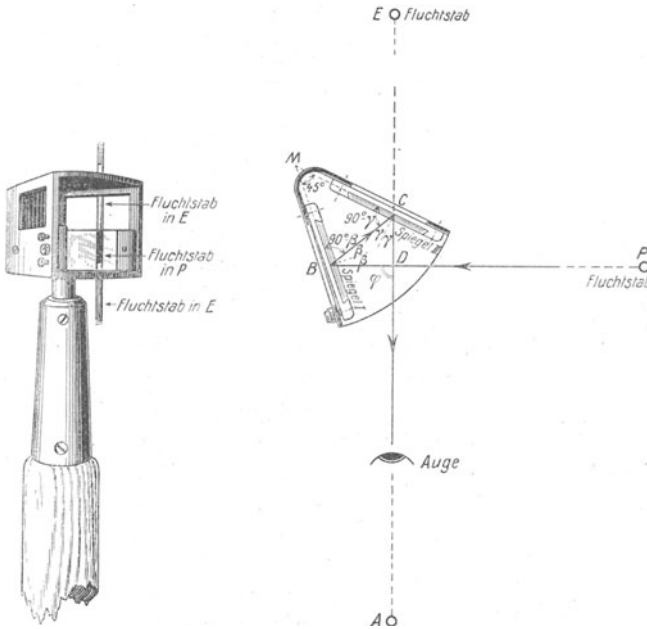


Abb. 38. Winkelspiegel. Anwendung und Strahlengang.

strahl im Punkte  $C$  am Spiegel  $II$ , so daß auch hier wieder die  $\gamma$  genannten Winkel gleich groß werden. Blickt man also in Richtung des zum zweiten Male im Punkt  $C$  zurückgeworfenen Lichtstrahles, so sieht man dort im Spiegel das Bild des Punktes  $P$ . Der Strahl  $AC$  schneidet den Strahl  $PB$  im Punkt  $D$  unter dem Winkel  $\varphi$ . Als Außenwinkel des Dreiecks  $BCD$  ist

$$\varphi = 2\beta + 2\gamma = 2 \cdot (\beta + \gamma).$$

Im Dreieck  $MBC$  beträgt die Winkelsumme

$$(90^\circ - \beta) + (90^\circ - \gamma) + 45^\circ = 180^\circ,$$

woraus folgt, daß

$$\beta + \gamma = 45^\circ$$

ist. Setzt man diesen Betrag in die erste Gleichung ein, so ergibt sich

$$\varphi = 2 \cdot 45^\circ = 90^\circ.$$

Die Messung mit dem Winkelspiegel erfolgt am zweckmäßigsten in der Weise, daß man bei ausgelegtem Meßband auf der Polygonlinie  $A$  bis  $E$  mit dem lotrecht gehaltenen Instrument, dessen offene Seite dem seitwärts gelegenen Punkt  $P$  zugekehrt ist, so weit vorgeht, bis im Spiegel  $II$  bei  $C$  das zweimal zurückgeworfene Bild des im Außenpunkt  $P$  aufgestellten Fluchtstabes erscheint. Durch geringe Vor- oder Rückwärtsbewegung des Winkelspiegels bringt man dieses Bild mit dem über dem Spiegel hinweg unmittelbar gesehenen Fluchtstab im Endpunkt  $E$  der Polygonlinie zur Deckung bzw. in eine Lotrechte, wie Abb. 38, links, zeigt, und liest dann an der Spitze des Schnurlotes oder Lotstabes die Lage des Fußpunktes auf dem Meßband ab.

Die Prüfung des Winkelspiegels geschieht durch zweimaliges Aufsuchen des Fußpunktes einer Rechtwinkligen, indem man zuerst vom Anfangs- zum Endpunkt der Polygonlinie, also von  $A$  nach  $E$ , und dann in umgekehrter Richtung von  $E$  nach  $A$  vorgeht. Ergeben sich hierbei zwei verschiedene Punkte auf dem Meßband, so bekommt man den richtigen Scheitel  $D$  des rechten Winkels durch Halbieren der Entfernung dieser beiden Punkte. Man richtet nun den Winkelspiegel, indem man auf dem richtigen Scheitelpunkt den einen Spiegel mittels seiner Berichtigungsschrauben so weit dreht, bis das doppelt zurückgeworfene Bild des Außenpunktes  $P$  sich mit dem unmittelbar gesehenen Endpunkt  $E$  der Polygonlinie genau deckt. Mit einem berichtigten Winkelspiegel braucht man die Aufsuchung der Fußpunkte nur noch in einer Lage vorzunehmen.

Das Spiegelkreuz, bei dem zwei Spiegel in einem Metallgehäuse lotrecht unter einem Winkel von  $90^\circ$  gegeneinander gestellt sind, kann zum Abstecken gestreckter Winkel oder zum Einschalten von Punkten in eine gerade Linie benutzt werden.

**28. Winkelprismen.** Das gebräuchlichste Winkelprisma ist ein Glasprisma von dreieckigem, rechtwinklig-gleichschenkligen Querschnitt, dessen Hypotenusenfläche als Spiegel hinterlegt ist, Abb. 39. Von den das Prisma durchdringenden Lichtstrahlen sind für die Absteckung rechter Winkel nur diejenigen verwendbar, die im Innern außer an der Hypotenusenfläche auch noch infolge flachen Auftreffens an einer Kathetenfläche zurückgeworfen werden. Der Gang dieser festen Strahlen, deren Ein- und Austritt immer in der Nähe einer Prismenkante erfolgt, ist in Abb. 39, rechts, eingetragen. Wie man an den eingeschriebenen Winkelbezeichnungen leicht nachweisen kann, trifft der im Innern des Prismas doppelt zurückgeworfene Strahl unter demselben Winkel  $\beta$  auf die zweite Kathetenfläche, unter dem dieser Strahl die erste Kathetenfläche verläßt. Wegen des Brechungsgesetzes muß infolgedessen auch der Austrittswinkel  $\alpha$  an der zweiten Kathetenfläche gleich dem Eintrittswinkel  $\alpha$  an der ersten Kathetenfläche sein. Daraus folgt weiter, daß der Kreuzungswinkel zwischen dem eintretenden und dem austretenden Strahl gleich  $90^\circ$  ist.

Beim Gebrauch des Winkelprismas geht man wie beim Winkelspiegel auf der Polygonlinie von  $A$  nach  $E$  vor und beobachtet die auf der Gegenseite des Außenpunktes  $H$  befindliche Kathetenfläche des

Prismas, das mit seiner rechtwinkligen Kante dem Auge zugewendet ist. Das Bild des Außenpunktes, das in der Nähe der spitzen Kante er-

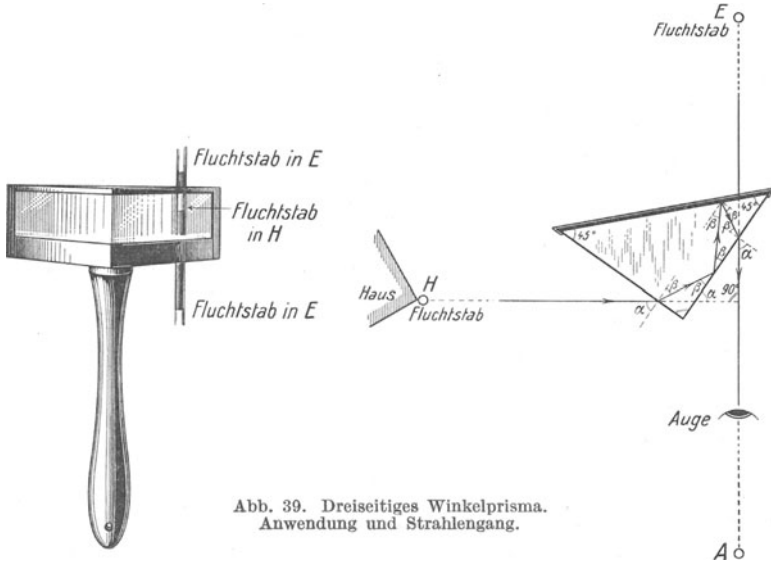


Abb. 39. Dreiseitiges Winkelprisma. Anwendung und Strahlengang.

scheint und bei geringer Drehung des Prismas seine Stellung nicht ändern darf, wird mit dem über oder unter dem Prisma unmittelbar gesehenen Endpunkt *E* der Polygonlinie zur Deckung gebracht, Abb. 39, links,

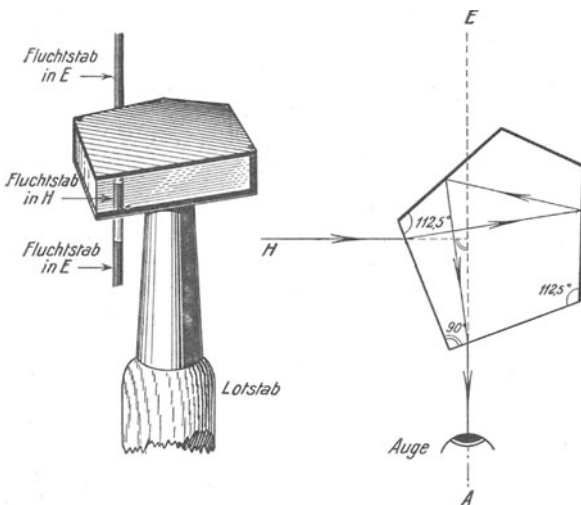


Abb. 40. Pentagonprisma. Anwendung und Strahlengang.

und die Lage des Fußpunktes an der Spitze eines dem Prisma angehängten Schnurlotes oder an einem Lotstab auf dem Meßband abgelesen.

Die Prüfung des Winkelprismas erfolgt in der gleichen Weise wie beim Winkelspiegel durch Aufsuchung des Fußpunktes einer Rechtwinkligen auch in umgekehrter Richtung. Eine Berichtigung kann nur durch Nachschleifen der Flächen erfolgen.

Das einfache, dreiseitige Prisma ist von Schellens mit spiegelnder Unter- und Oberfläche für steile Sichten und mit Blenden zur Abwehr störender, farbiger Nebenstrahlen versehen worden.

Eine andere Art des Winkelprismas ist das fünfseitige oder Pentagonprisma, bei dem der Scheitelpunkt des rechten Winkels im Innern des Instrumentes liegt. Die Form und der Strahlengang dieses auch für Steilsichten verbesserten Prismas ist aus der Abb. 40 zu ersehen.

Zum Abstecken gestreckter Winkel oder zum Einrichten in eine Linie verwendet man Doppelp Prismen, Prismenkreuze oder Kreuzvisiere, mit denen bei Benutzung nur eines Prismas auch gleichzeitig rechte Winkel bestimmt werden können. Ist an Doppelp Prismen ein Prisma drehbar angeordnet und das Maß dieser Drehung an einer Teilung abzulesen, so kann man das Gerät im ebenen Gelände auch zur Messung beliebiger Brechungswinkel benutzen, s. Prismen-trommel, S. 151, Abb. 142.

### Einfache Instrumente zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln.

**29. Brechungswinkelmessung.** Bei der Messung von Brechungswinkeln muß zunächst das Instrument in dem Scheitelpunkt des Winkels so aufgestellt werden, daß die Mitte der waagerechten Kreisteilung genau über oder unter dem vermarkten Festpunkt liegt. Dann wird der Endpunkt des linken Winkelschenkels angezielt, d. h. die Zielvorrichtung wird auf das in diesem Punkt aufgestellte oder angehängte Zielzeichen gerichtet. Nach genauer Einstellung des Zieles wird am Zeiger abgelesen und diese Ablesung in das Beobachtungsbuch eingetragen. Hierauf dreht man bei feststehendem Teilkreis das Oberteil des Instrumentes mit der Zielvorrichtung und dem Zeiger in Richtung des rechten Winkelschenkels und zielt das Zeichen im Endpunkt dieses Schenkels in gleicher Weise wie vorher an. Nachdem nun die Stellung des Zeigers erneut abgelesen und aufgeschrieben worden ist, wird der Brechungswinkel durch Abziehen der ersten von der zweiten Ablesung erhalten.

Als einfache Instrumente für die Messung von Brechungswinkeln sind die Winkeltrommel für Messungen über Tage und der Steigertheodolit für Grubenmessungen zu nennen.

**30. Winkeltrommel.** Dieses mit einer Steckhülse versehene und beim Gebrauch auf ein Zapfenstativ aufgesetzte Instrument besteht aus einem unteren, festen Zylinder oder einer festen Kreisscheibe mit der Gradteilung und einem oberen, beweglichen Zylinder mit der Zielvorrichtung und dem Zeiger, Abb. 41. Die Drehung des oberen Zylinders erfolgt meist mittels einer in einen Zahnkreis eingreifenden Triebsschraube. Der auf einem abgeschrägten Silber- oder Neusilberstreifen angebrachte Teilkreis ist in ganze Grade geteilt und rechtsläufig beziffert. Die Um-drehungsachse des Instrumentes wird mit Hilfe einer auf dem oberen Zylinder befindlichen Dosenlibelle lotrecht gestellt. Der Zeiger besteht in der Regel aus einem einfachen Strich, an dem die Ablesung auf  $\frac{1}{10}$  Grad geschätzt werden kann. Als Zielvorrichtung dient eines der beiden in der Mantelfläche des beweglichen Zylinders angebrachten

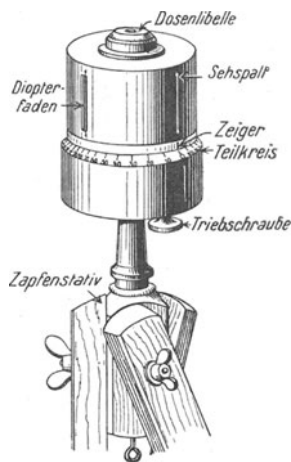


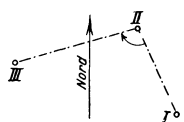
Abb. 41. Winkeltrommel.



Diopter. Beim Anzielen eines Punktes blickt man mit dem Auge durch den feinen Sehspalt und bringt durch Drehen der Triebsschraube den gegenüberliegenden Faden mit dem lotrecht stehenden Fluchtstab im Zielpunkt zur Deckung.

Das an sich recht einfache Verfahren der Winkelmessung mit einer Winkeltrummel leidet unter verschiedenen Mängeln des Instrumentes. Damit die Libelle einspielt, müssen die festen Beine des Stativs verstellt werden. Um die zentrische Stellung über dem Winkelpunkt zu erreichen, ist das Instrument mit dem Stativ waagrecht zu verschieben. Beide Forderungen lassen sich nur durch umständliche und zeitraubende Handhabung einigermaßen befriedigend erfüllen, so daß in vielen Fällen die Verwendung eines bei der Messung zwar etwas verwickelteren, dafür aber bequemer aufzustellenden Meßinstrumentes vorzuziehen ist.

Beispiel einer Winkelmessung mit der Winkeltrummel.  
17. Juni 1931 nachm. Bochum, Garten der Bergschule.

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesungen am Teilkreis °	Brechungs- winkel = Unter- schied der Ablesungen °	Bemerkungen und Handzeichnung
II	I	134,6	} 89,2	Winkeltrummel Nr. 9167 von Fennel 
	III	223,8		

**31. Steigertheodolit.** Mit diesem Namen wird ein von der Firma Hildebrand in Freiberg gebautes, einfaches Winkelmeßinstrument be-

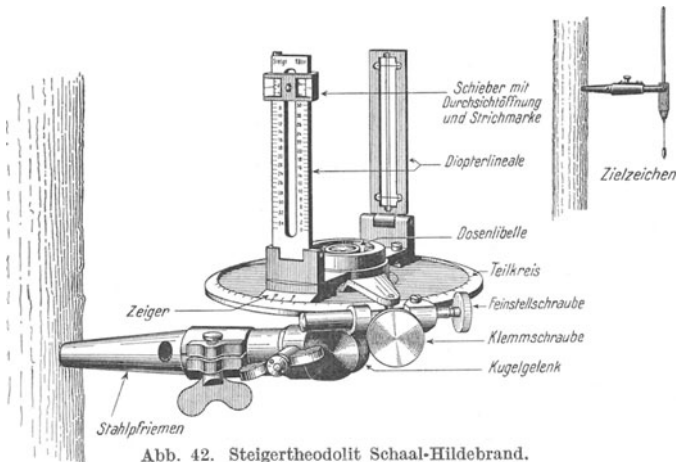


Abb. 42. Steigertheodolit Schaal-Hildebrand.

zeichnet, das an Stelle des Hängekompasses zur Ausführung kleiner Grubenmessungen — Aufnahmen und Angaben — von Betriebsbeamten benutzt werden soll. Das in Abb. 42 wiedergegebene Instrument besteht

im wesentlichen aus einer Kreisscheibe, deren Rand eine rechtsherum bezifferte Teilung trägt. Über der Scheibe läßt sich ein mit Klemm- und Feinstellschraube versehenes Oberteil drehen, das mit zwei an einem waagerechten Arm sitzenden, aufklappbaren Diopterträgern und an den beiden Enden dieses Armes mit je einem Zeiger versehen ist. Eine Dosenlibelle in der Mitte des Diopterarmes ermöglicht die Lotrechtstellung der Umdrehungsachse. Unter dem Teilkreis ist, durch ein Kugelgelenk mit diesem verbunden, eine Hülse angebracht, die beim Gebrauch auf das Ansatzstück eines in der Regel waagrecht in Stempel, Kohle oder Gestein eingeschlagenen Stahlpfiemens gesteckt und angeschraubt wird. Als Zeiger ist auf der einen Seite ein zehnteiliger Nonius vorhanden, an dem zehntel Grade abzulesen und halbe zehntel zu schätzen sind. Ein Strichzeiger auf der Gegenseite gestattet einfacher eine Schätzung auf zehntel Grade.

An dem dem Auge zugewendeten Diopterträger kann zur Messung der Neigungswinkel von  $0^\circ$  bis  $35^\circ$  ein Schieber mit feiner Öffnung und Strichmarke an zwei gegeneinander bezifferten Teilungen entlang bewegt werden. In dem Fenster des gegenüberliegenden Diopterträgers sind ein lotrechter Doppelfaden und zwei kurze waagerechte Fäden eingezogen. Für die Messung der Brechungswinkel wird nur der durch die Öffnung des Schiebers gesehene lotrechte Doppelfaden mit dem Zielzeichen zur Deckung gebracht, während bei Bestimmung von Neigungswinkeln sich gleichzeitig einer der beiden waagerechten Fäden hiermit decken muß, und zwar der obere bei ansteigenden, der untere bei abfallenden Ziellinien. Positive Neigungswinkel — Höhenwinkel — werden an der Strichmarke des Schiebers auf der linken, negative Neigungswinkel — Tiefenwinkel — auf der rechten Teilung schätzungsweise bis auf zehntel Grade abgelesen, s. Beispiel.

Das Einspielenlassen der Libelle ist infolge der Kugelgelenkverbindung mit der Aufstellvorrichtung leicht zu bewirken. Eine Zentrierung

Beispiel einer Winkelmessung mit einem Steigertheodolit.  
29. Mai 1931 vorm. Schachanlage Zollern II, 4. Sohle, 2. westliche Abteilung,  
Flöz 16, Überhauen von Ort 3 zur Teilstrecke.

Standpunkt	Zielpunkt	Ablesungen am Teilkreis	Brechungswinkel = Unterschied der Ablesungen	Neigungswinkel	Flache Länge m	Bemerkungen und Handzeichnung
139	138	63,9	195,9	—	7,65	Steigertheodolit Nr. 69991 von Hildebrand und 30 m Rollbandmaß von Raschke 
	a	259,8				
a	139	182,1	264,4	+ 24,3	21,60	Die Anschlußpunkte 133 und 139 sind Punkte des Hänge-theodolituges
	b	86,5				

ist nicht vorgesehen. Es wird vielmehr Zwangszentrierung verwendet, indem das Instrument bei fortschreitender Messung zwangsläufig an dieselbe Stelle gebracht wird, an der zuerst der vordere Zielpunkt war und ebenso der hintere Zielpunkt in die bisherige Lage der Instrumentenmitte. Zu diesem Zwecke verwendet man besondere Zielzeichen, Abb. 42, rechts, die ebenso wie das Instrument auf das Ansatzstück eines Stahlpfriemens gesteckt werden.

**32. Neigungswinkelmesser.** Im vorhergehenden Abschnitt ist schon ein Instrument — der Steigertheodolit — beschrieben worden, mit dem neben den Brechungswinkeln auch Neigungswinkel auf einfache Weise bestimmt werden können. Vielfach sind für diesen Zweck aber kleine Sonderinstrumente im Gebrauch, die bei der Längenmessung in geneigtem Gelände oder in schwebenden Grubenbauen unmittelbar mit dem Längenmeßgerät verbunden benutzt werden.

In Verbindung mit Meßbändern gebraucht man für die Bestimmung von Neigungswinkeln vielfach Visierinstrumente, mit Meßplatten vorzugsweise Aufsatzinstrumente und mit Meßketten fast ausschließlich Hängeinstrumente.

**33. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung.** Bei der mit Richtstäben ausgeführten Meßbandmessung über Tage verwendet man häufig einen Neigungsmesser von der in Abb. 43 wiedergegebenen Art. Dieser wird auf den rückwärtigen Richtstab aufgesteckt, während der vordere, gleich lange Stab zweckmäßigerweise eine Zielscheibe trägt. Als Visiervorrichtung wird ein in einem Zielrohr befindliches Diopter benutzt. Mit dem Zielrohr ist ein Kreisbogen verbunden, auf dem eine Teilung von  $0^\circ$  bis  $20^\circ$  nach beiden Seiten angebracht ist, daß positive und negative Neigungswinkel innerhalb dieses Meßbereiches ermittelt werden können. Ein fester Zeiger und eine Schraube zum Festklemmen des Sektors sind an dem Aufsteckstück vorhanden, das außerdem eine Dosenlibelle besitzt, mit welcher der Richtstab lotrecht gestellt wird. Da Anfangs- und Endpunkt der Ziellinie gleich hoch liegen, ist die Ziellinie nach Einstellung der Zielscheibe parallel zu der Meßbandlage. Der gemessene Neigungswinkel entspricht also der Neigung des Bandes.

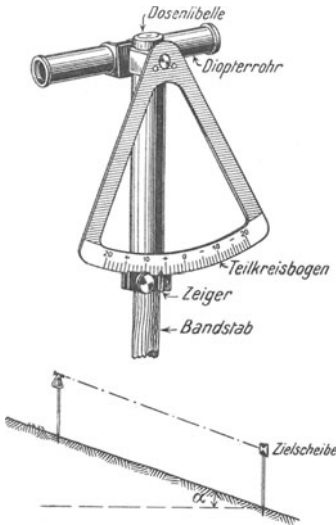


Abb. 43. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung. (Nach Fennel.)

Wenn bei der Längenmessung stets ein Meßband von 20 m Länge benutzt wird, so empfiehlt sich der Gebrauch des Horizontalmessers von F. G. Gauß, der in Ausführung und Gebrauch dem vorgenannten Neigungsmesser entspricht, an dem aber statt des Neigungswinkels gleich die umgerechnete söhlige Länge abgelesen werden kann.

Die Prüfung des Neigungs- und des Horizontalmessers geschieht

durch Vor- und Rückwärtsvisur vom Anfangs- und Endpunkt einer Linie aus. Stimmen beide Messungen nicht überein, so sind die Ergebnisse zu mitteln.

In der Grube wird für die mit dem Stahlmeßband gemessenen flachen Längen der Neigungswinkel durchweg mit dem Höhenkreis des später beschriebenen Theodolits ermittelt.

**34. Aufsatzneigungsmesser.** Für die Lattenmessung auf geneigtem Boden sind verschiedenartige Aufsatzgeräte im Gebrauch. Bei den Pendelneigungsmessern kann an der Spitze eines starren Lotes auf dem über der Aufsatzfläche angebrachten Kreisbogen entweder der Neigungswinkel  $\alpha$  auf  $\frac{1}{10}^\circ$  oder die bei 5 m flacher Länge abziehende Verkürzung  $= 5 \cdot (1 - \cos \alpha)$  abgelesen werden. Diese Verkürzung zeigt auch der Libellenneigungsmesser von Wimmer, Abb. 44, an, an dem außerdem zur unmittelbaren Berücksichtigung bei der Messung das Maß des erforderlichen Zwischenraumes zwischen zwei Lattenlagen  $= \frac{5 \cdot (1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha}$

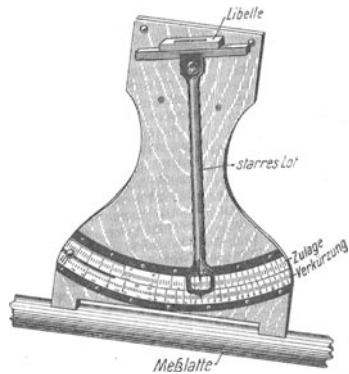


Abb. 44. Libellenneigungsmesser von Wimmer.

zu entnehmen ist. Der Schrägmesser von Hepe, Abb. 45, der am unteren Ende der Latte aufgesetzt wird, bestimmt diesen Zwischenraum rein mechanisch, indem beim Einspielenlassen der Libelle mittels einer Trieb-schraube sich eine Zunge am Aufsatzstück vorschiebt, an deren

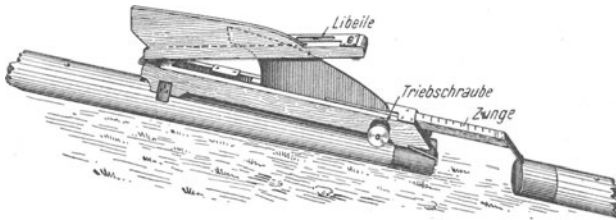


Abb. 45. Schrägmesser von Hepe.

vorderem Ende man die nächste Latte anlegt. Die Endablesung entspricht in diesem Falle der söligen Länge der Meßlinie.

**35. Gradbogen.** Bei Längenmessungen mit der Meßkette in Überhauen und Bremsbergen wird zur Bestimmung der Neigungen allgemein der Gradbogen, Abb. 46, benutzt. Dieser besteht aus einem geteilten Halbkreis aus Messing oder Aluminiumblech, der an den Enden des Durchmessers zwei nach verschiedenen Seiten geöffnete Haken zum Anhängen an die Meßkette besitzt. Durch eine genau im Mittelpunkt des Teilkreises befindliche feine Öffnung ist ein dünner Faden gezogen, der mit einem kleinen Gewicht beschwert, stets lotrecht hängt. Der Lotfaden zeigt an der Teilung, die von der Mitte des Bogens nach beiden

Seiten von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  beziffert ist, den Winkel  $\alpha$  an, der von der Nulllinie und der Lotlinie gebildet wird. Dieser Winkel ist gleich dem zu ermittelnden Neigungswinkel  $\alpha$ , wenn die Nulllinie rechtwinklig zur Meßlinie verläuft, was nur bei paralleler Lage der  $90^\circ$  bis  $90^\circ$ -Linie zur Hakenlinie zutreffen kann. Man liest am Gradbogen die ganzen Grade unmittelbar ab, während zehntel Grade geschätzt werden.

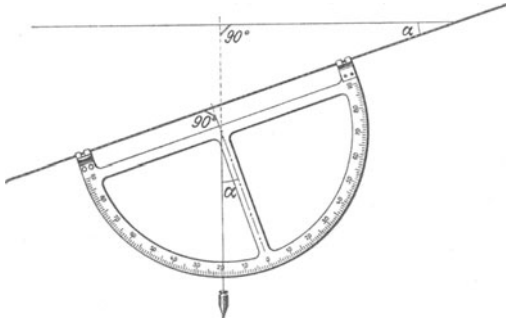


Abb. 46. Gradbogen.

Die Prüfung des Gradbogens hinsichtlich der Parallelität der Hakenlinie mit der  $90^\circ$  bis  $90^\circ$ -Linie der Teilung erfolgt durch Umhängen an derselben Stelle und jedesmalige Ablesung des Lotfadens. Stimmen beide Ablesungen nicht überein, so kann man, um die jedesmalige Mittelung der Ablesungen zu vermeiden, eine Berichtigung

durch Verstellung des einen, mit ovalen Schraubenlöchern versehenen Hakens vornehmen.

Die Meßkette wird auch bei straffem Anziehen infolge ihres eigenen Gewichtes und des Gradbogensgewichtes immer eine geringe Durchbiegung erleiden, die die Bestimmung des wahren Neigungswinkels erschwert. Bei annähernd söhligter Meßlinie zeigt der in der Mitte der ausgespannten Meßkette aufgehängte Gradbogen den richtigen Neigungswinkel an, da an dieser Stelle die Hakenlinie parallel zur geraden Verbindung der Endpunkte der Meßlinie ist. Bei flachen Meßlinien rückt die richtige Aufhängestelle aber mit zunehmender Neigung nach oben und liegt bei  $65^\circ$  Neigung auf etwa  $\frac{2}{3}$  der Länge von unten.

Zahlentafel für den günstigsten Aufhängepunkt des Gradbogens.

Neigungswinkel	$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$
Entfernung in Hundertteilen .	50 %	52 %	54 %	57 %	62 %	70 %

In obenstehender Zahlentafel sind für einen an einer Meßkette aufzuhängenden Gradbogen von etwa 70 g Gewicht die Entfernungen der günstigsten Beobachtungsstellen bei verschiedenen Neigungen vom unteren Endpunkt der Linie aus in Hundertteilen der Länge angegeben<sup>1</sup>.

Der Gradbogen wird außer zur Bestimmung von Neigungswinkeln an einzelnen Meßlinien auch zur Ermittlung des Einfallwinkels von Lagerstätten, Störungen und sonstigen Gebirgsschichten benutzt, s. S. 162.

<sup>1</sup> W. Seelis: Theorie des an einer biegsamen Schnur hängenden Gradbogens. Mitt. a. d. Markscheidewes. 1928, S. 94.

### Der Theodolit und seine Anwendung.

Das Hauptinstrument zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln jedweder Art und Genauigkeit ist der Theodolit. Man unterscheidet Standtheodolite und Hängetheodolite, je nachdem, ob das Instrument beim Gebrauch auf einem Stativ, einer Spreize oder einem Wandarm aufgestellt oder aber an einem Pfriemen oder Anschraubstück aufgehängt wird.

Nach Lage der Zielvorrichtung am Instrument spricht man von zentrischen und exzentrischen Theodoliten, während die Art der Ablesevorrichtung die Unterscheidung in Nonien- und Mikroskoptheodolite begründet.

Über Tage sind meist nur Brechungswinkel zu messen, daher kommt man hier mit Theodoliten ohne Höhenkreis aus, wohingegen für Grubenmessungen in der Regel Theodolite mit Höhenkreis benötigt werden.

Für die Messung der Brechungswinkel ist die Unterscheidung in einachsige oder einfache und zweiachsige oder Wiederholungstheodolite wichtig.

Die Leistungsfähigkeit eines Theodolits hängt im wesentlichen von der Teilung, den Zeigern nebst ihren Ablesevorrichtungen und von der Vergrößerung des Fernrohres ab. Obwohl die Wirtschaftlichkeit des Meßvorganges die Wahl eines dem jeweiligen Zweck angepaßten Instrumentes ratsam erscheinen läßt, so steht doch, besonders in kleineren Betrieben, für alle Winkelmessungen oft nur ein einziger Theodolit zur Verfügung, neben dem vielleicht noch in Gruben mit Eisenausbau ein kleiner Nachtragetheodolit statt des Hängekompasses benutzt wird.

**36. Einrichtung des Theodolits.** Ein für das Hauptzugnetz in der Grube, aber auch für alle gewöhnlich vorkommenden Messungen über Tage ausreichendes Instrument dürfte ein Wiederholungstheodolit von etwa 10 bis 13 cm Teilkreisdurchmesser mit Nonien- oder Mikroskopablesung sein, der mit verdecktem Grund- und Höhenkreis und mit zentrisch angeordnetem Fernrohr von 20- bis 25facher Vergrößerung ausgerüstet ist und erforderlichenfalls für steile Sichten ein auswechselbares oder aufsteckbares, exzentrisches Fernrohr besitzt, Abb. 47.

Der Unterbau eines solchen, im allgemeinen als Standinstrument ausgebildeten Theodolits besteht aus einem Dreifuß mit drei Stellschrauben und einer kurzen zylindrischen oder konischen Büchse. In letzterer sitzt die drehbare hohle Achse des waagerechten Teilkreises, der Grund- oder Hauptkreis genannt wird. Der Kreis kann nach Bedarf festgeklemmt und dann mit einer Feinstellschraube in geringem Maße noch verstellt werden.

Das Oberteil besteht bei Nonientheodoliten zunächst aus dem waagerechten Zeigerkreis, an dessen Rand die beiden Nonien angebracht sind, die durch einsteckbare oder besser eindrehbare, an einem schwenkbaren Arm angebrachte Lupen abgelesen werden. Auf dem Zeigerkreis stehen die beiden Fernrohrträger, in deren oberen, gabelförmigen Ausschnitten die Kippachse des Fernrohres unter Federdruck drehbar ge-

lagert ist. An der Kippachse sitzt neben dem Fernrohr der Höhenkreis. Sein lotrechter Zeigerkreis mit zugehöriger Höhenkreislibelle ist dagegen mit einem Fernrohrträger so verbunden, daß noch kleine Verstellungen dieses Zeigerkreises an einer Feinstellschraube gemacht werden können. Die Höhenkreisablesungen werden gleichfalls mit Hilfe verschwenkbarer Lupen vorgenommen.

Mit Klemmschrauben lassen sich das Oberteil gegen den Grundkreis und weiter das Fernrohr mit Höhenkreis gegen den Fernrohrträger oder

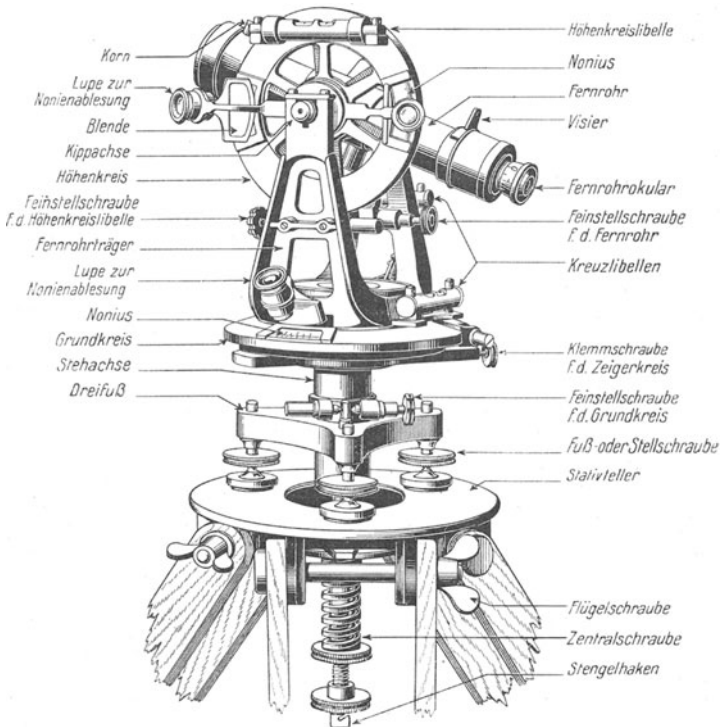


Abb. 47. Nonientheodolit von Fennel.

die zugehörigen Zeiger feststellen. Die zu diesen Klemmschrauben gehörigen Feinstellschrauben erlauben wieder eine Verstellung der verbundenen Teile in geringem Ausmaße. Zur Lotrechtstellung der Hauptumdrehungsachse des Instrumentes, d. h. der Stehachse, sind durchweg zwei um  $90^\circ$  gegeneinander versetzte Röhrenlibellen — Kreuzlibellen — angebracht, von denen die eine mit dem Zeigerkreis, die andere in der Regel mit dem Fernrohrträger fest verbunden ist. Das Zielfernrohr trägt auf dem Mantel meist eine parallel zur Zielachse angeordnete Röhrenlibelle, ferner eine aus Visier und Korn bestehende Hilfszielvorrichtung und für die Zentrierung in der Grube eine als eingekörntes Loch oder kleine Spitze ausgebildete Zentriermarke.

Bei den Mikroskoptheodoliten sind die Ablesevorrichtungen,

die in ihrem Innern die Zeiger tragen, fest mit dem Oberteil verbunden. Mitunter findet man an demselben Instrument auch zweierlei Ablesevorrichtungen, nämlich Mikroskope am Grundkreis und Nonien mit Lupen am Höhenkreis.

Grund- und Höhenkreis sind bei Nonientheodoliten in  $\frac{1}{2}^{\circ}$  oder  $\frac{1}{3}^{\circ}$  bzw. in  $\frac{1}{2}^g$ , bei Mikroskoptheodoliten in  $1^{\circ}$ ,  $\frac{1}{3}^{\circ}$ ,  $\frac{1}{6}^{\circ}$  oder  $\frac{1}{12}^{\circ}$  bzw. in  $1^g$ ,  $\frac{1}{2}^g$ ,  $\frac{1}{5}^g$  oder  $\frac{1}{10}^g$  untergeteilt.

Bei Grubentheodoliten ist die Anbringung einer elektrischen Beleuchtungsvorrichtung, die durch eine kleine Trockenbatterie gespeist wird und die insbesondere die Ablesestellen gut beleuchtet, recht vorteilhaft. Für Schlagwettergruben muß diese Beleuchtungseinrichtung nebst Stromquelle und Zuleitung schlagwettersicher gekapselt sein.

**37. Aufstellung des Theodolits.** Zunächst wird das Stativ bei gelösten Flügelschrauben über oder unter dem Festpunkt so aufgestellt, daß der Stativteller einigermaßen waagrecht liegt und seine Öffnung sich ungefähr zentrisch über oder unter dem Punkt befindet, was mit einem vom Stengelhaken der Zentralschraube herunterhängenden oder vom Festpunkt in der Firste herabgelassenen Lot leicht festgestellt werden kann. Die Stativbeine werden dann fest in den Boden eingetreten und die Flügelschrauben angezogen. Darauf wird das Instrument auf den Stativteller gesetzt und die Zentralschraube mit entspannter Feder angeschraubt, so daß noch Verschiebungen auf dem Teller möglich sind.

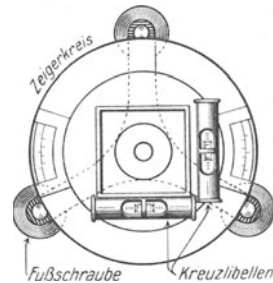


Abb. 48. Lage der Kreuzlibellen zu den Dreifußschrauben bei der Lotrechtstellung des Theodolits.

Zwecks Lotrechtstellung der Stehachse wird jetzt das Oberteil des Instrumentes gegen den Unterbau so gedreht, daß eine Libelle parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und die andere demgemäß in Richtung des Armes der dritten Fußschraube liegt, Abb. 48. Durch gleichzeitiges Drehen der beiden ersten Schrauben in entgegengesetzter Richtung, d. h. nach innen oder außen, wird die eine Libelle, durch Drehen der dritten Fußschraube die zweite Libelle zum Einspielen gebracht. Bei Verwendung einer Dosenlibelle können alle drei Fußschrauben in beliebiger Reihenfolge gedreht werden.

Nach der Lotrechtstellung der Stehachse erfolgt die Zentrierung durch Verschiebung des Theodolits auf dem Stativteller, und zwar über Tage, bis die Spitze des Schnurlotes sich über der Mitte des am Boden vermarkten Punktes befindet. In der Grube wird zunächst das Fernrohr mit Hilfe seiner Nivellierlibelle oder der Höhenkreiszeiger waagrecht gestellt und festgeklemmt. Alsdann ist der Theodolit auf dem Teller so zu verschieben, daß die Lotspitze genau über der Zentriermarke auf dem Fernrohr einspielt.

Da bei der Verschiebung des Theodolits auf dem nicht ganz waagrechteten Stativteller die Libellen wieder ausschlagen, so muß eine nochmalige Nachstellung der Fußschrauben erfolgen und danach auch die



zentrische Stellung erneut geprüft werden. Schließlich ist die Spiralfeder der Zentralschraube durch Andrehen der auf der Schraubenstange laufenden Mutter mäßig stark anzuspannen, wodurch eine für die sichere Aufstellung genügend feste Verbindung von Instrument und Stativ erreicht wird.

Über Tage wird, insbesondere bei heftigem Wind, der das Schnurlot aus seiner Seigerlage abtreibt, vielfach ein starres Lot benutzt oder auf optischem Wege zentriert. Auch in der Grube ist letzteres Verfahren vornehmlich in Strecken mit starkem Wetterzug gebräuchlich, wenn man hier nicht die Messung mit verlorenen Punkten und Zwangszentrierung, S. 70, bei der Instrument- und Zielzeichen gegeneinander auszutauschen sind, verwendet.

Bei der optischen Zentrierung läßt sich mit besonderen, auf Anwendung des Winkelprismas beruhenden Zusatzeinrichtungen zum Theodolit oder mit dem Fernrohr selbst eine lotrechte Visur vom Instrumentenmittelpunkt nach unten oder oben herstellen, die durch Verschieben des Theodolits auf den Festpunkt gerichtet wird. Über Tage legt man hierbei zweckmäßigerweise auf den Meßpunkt eine Zentrierscheibe als Ziel, während unter Tage der Festpunkt in der Firste bei der Zentrierung gut zu beleuchten ist.

**38. Fehler des Theodolits.** Bei der Messung von Brechungswinkeln mit einem Theodolit wird angenommen, daß die in jedweder Richtung und Neigung mit dem Fernrohr ausgeführten Zielungen genau lotrecht auf den zum Festpunkt zentrisch gelegenen und richtig geteilten Grundkreis übertragen werden.

Für Neigungswinkel muß dementsprechend die Übertragung der Ziellinien auch genau waagrecht auf den zur Kippachse zentrisch gelegenen und mit horizontaler Zeigerachse versehenen Höhenkreis erfolgen, Abb. 49. Um diese Bedingungen zu erfüllen, ist eine Reihe von Forderungen an das Instrument zu stellen, die einzeln geprüft werden können. Diese Prüfung führt dann, soweit

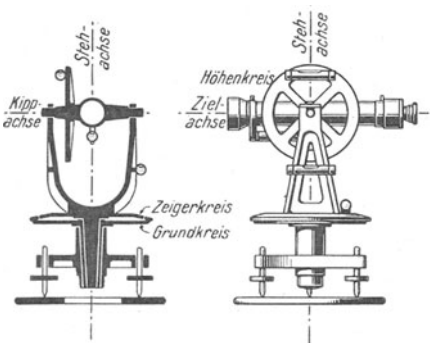


Abb. 49. Achsen und Kreise des Theodolits.

möglich, zur Berichtigung vorhandener Fehler, während der Einfluß verbleibender Restfehler größtenteils durch geeignete Beobachtungsverfahren ausgeschaltet werden kann. So lassen sich z. B. der Zielachsen- und der Kippachsenfehler durch Messung in beiden Fernrohrlagen ausschalten. Im einzelnen unterscheidet man folgende Instrumentenfehler:

**1. Kreisteilungsfehler.** Sie können bei ungleichmäßiger Unterteilung des Grund- und Höhenkreises zu unrichtigen Winkelgrößen führen, sind aber an den aus bekannten feinmechanischen Werkstätten stammenden Instrumenten verschwindend klein ( $< 1''$ ) und dürfen daher für unsere Zwecke meist vernachlässigt werden. Der Einfluß eines Teilungsfehlers läßt sich im übrigen dadurch

herabmindern, daß man den Teilkreis bei mehrmaliger Winkelmessung zwischen durch verstellt, s. Satzbeobachtung, S. 48.

2. Exzentrizität der Zeigerkreise. Infolge geringer exzentrischer Lage des Mittelpunktes eines Zeigerkreises zum Mittelpunkt des Teilkreises können Winkelfehler entstehen, deren Einfluß je nach Lage des Zeigers am Rande der Teilung wächst oder abnimmt. Durch Ablesung an zwei, einander gegenüberstehenden Zeigern und Mittelbildung aus diesen Ablesungen wird aber die Wirkung des Exzentrizitätsfehlers wieder aufgehoben. Ebenso ist bei Ablesung an nur einem Zeiger durch Messung in beiden Fernrohrlagen die Exzentrizität auszuschalten. Die beiden Zeiger brauchen nicht auf demselben Durchmesser zu liegen, doch ist es für die Mittelbildung erwünscht, daß der Unterschied der Ablesungen an den Zeigern wenigstens ungefähr  $180^\circ$  bzw.  $200^\circ$  beträgt.

3. Aufstellungsfehler. Dieser Fehler tritt auf, wenn die Haupt- oder Stehachse des Instrumentes, Abb. 49, nicht genau lotrecht ist, was sich beim Drehen des Instrumentes um diese Achse durch Ausschlagen der Libellen bemerkbar macht. Man berichtigt in diesem Falle an den Kreuzlibellen oder an der Dosenlibelle, indem man nach Drehung um  $180^\circ$  die Hälfte des Ausschlages an den Berichtigungsschrauben dieser Libellen beseitigt, während die andere Hälfte durch Nachstellen mit den Fußschrauben aufgehoben wird. Der Einfluß des Aufstellungsfehlers läßt sich nicht durch ein besonderes Beobachtungsverfahren ausscheiden.

4. Zielachsenfehler. Wenn die Zielachse nicht rechtwinklig zur Kippachse liegt, Abb. 49, so kann man diesen Fehler u. a. nachweisen, indem man bei feststehendem Grundkreis in ungefähr waagerechter Richtung ein und denselben Punkt in beiden Fernrohrlagen anzielt und jedesmal abliest. Stellt man dann die Zeiger auf das Mittel der Ablesungen ein und verschiebt das Faden- oder Strichkreuz mit den auf seinen Rahmen wirkenden horizontalen Schraubchen soweit seitlich, bis der Vertikalfaden wieder mit dem Zielpunkt zusammenfällt, so ist der Zielachsenfehler beseitigt. Bei exzentrischem Fernrohr wird die Prüfung entweder nach einem sehr weit entfernten Zielpunkt vorgenommen, oder es sind zwei um den doppelten Betrag der Exzentrizität seitlich voneinander gelegene Zielpunkte zu wählen.

5. Kippachsenfehler. Als solchen bezeichnet man die Abweichung der Kippachse von der waagerechten Lage, wodurch bewirkt wird, daß das Fernrohr beim Kippen sich nicht in einer lotrechten Ebene bewegt. Man kann diesen Fehler nachweisen, indem man die Schnur eines langen Lotes anzielt und dann das Fernrohr kippt. Bleibt hierbei der Schnittpunkt des Fadenkreuzes nicht auf der Lotsehnur, so ist der ganze Fehler durch Heben eines Lagers der Kippachse mittels der dort angebrachten Berichtigungsschrauben zu beseitigen.

Ziel- und Kippachsenfehler werden bei Messung der Brechungswinkel in beiden Fernrohrlagen ohne weiteres ausgeschieden, so daß bei derartigen Meßverfahren eine Berichtigung dieser Fehler nicht unbedingt erforderlich ist.

Besitzt der Theodolit eine auf die Kippachse aufsetzbare Reiterlibelle, so läßt sich die Berichtigung des Aufstellungs- und des Kippachsenfehlers gemeinsam bewerkstelligen. Man prüft in diesem Falle zunächst, ob die Achse der Reiterlibelle mit der Kippachse in einer Vertikalebene liegt, indem man die zum Einspielen gebrachte Libelle quer zu ihrer Längsrichtung hin- und herneigt und den durch wechselseitiges Ausschlagen der Blase angezeigten Kreuzungsfehler der Libelle mit ihren seitlichen Berichtigungsschrauben wegschafft. Dann wird die Achse der Reiterlibelle parallel zur Kippachse gemacht, indem man die Libelle einspielen läßt, umsetzt und einen etwaigen Ausschlag zur Hälfte an ihren lotrechten Berichtigungsschrauben beseitigt. Danach bringt man die Reiterlibelle mit den Stellschrauben des Dreifußes wieder zum Einspielen, dreht das ganze Instrument um  $180^\circ$  und berichtigt nun den halben Ausschlag der Libelle durch Heben oder Senken eines Fernrohrlagers.

6. Zeigerfehler am Höhenkreis. Bei genau waagerechter Zielung soll die Ablesung am Höhenkreis  $0^\circ$  oder bei anderer Bezifferung desselben  $90^\circ$  bzw.  $100^\circ$  betragen. Eine Abweichung von diesen Werten bezeichnet man als Zeigerfehler, dessen Größe man als halben Unterschied eines in beiden Fernrohrlagen gemessenen Neigungswinkels bestimmen kann, wobei vor der Ablesung jeweils die Höhen-

kreislibelle einspielen muß. Stellt man die Zeiger mit der Feinstellvorrichtung des Zeigerkreises auf das Mittel der doppelten Messung ein und bringt dann die Höhenkreislibelle mit Hilfe ihrer Berichtigungsschraube zum Einspielen, so ist damit der Zeigerfehler beseitigt. Ist keine Höhenkreislibelle vorhanden, so berichtigt man die Zeigerstellung nach der Fernrohrlibelle, die allerdings dann erst auf ihre parallele Lage zur Zielachse geprüft und berichtigt werden muß, s. Abschnitt „Höhenmessungen“, S. 123/124. Der Zeigerfehler läßt sich jedoch bei der Neigungswinkelmessung in beiden Fernrohrlagen durch Mittelbildung ausschalten.

7. Bei Grubentheodoliten ist ferner die richtige Lage der Zentriermarke auf dem Fernrohr zu prüfen, indem man das fertig aufgestellte Instrument um seine Hauptachse dreht und nachsieht, ob hierbei die Zentriermarke unter der Spitze des herabhängenden Schnurlotes bleibt. Ein durch Abweichen der Zentriermarke von der Lotspitze ermittelter Fehler ist durch einen Feinmechaniker zu beheben, wenn nicht eine verschiebbare Zentrierspitze vorhanden ist.

8. Die Winkelmessung wird erleichtert, wenn das Faden- oder Strichkreuz im Fernrohr so eingesetzt ist, daß der eine Faden genau lotrecht steht. Man kann die lotrechte Lage des Vertikalfadens prüfen durch Anzielen eines scharf bezeichneten Punktes und darauffolgender langsamer Kippung des Fernrohres. Verläßt hierbei der Punkt den Vertikalfaden, so erfolgt die Berichtigung durch Drehen des Fadenkreuzrahmens.

9. Das an Mikroskoptheodoliten notwendige Einstellen und gegebenenfalls auch Abstimmen der Mikroskope ist bei Besprechung der Einrichtung der Ablesemikroskope, S. 29, schon erwähnt worden.

**39. Messung von Brechungswinkeln mit dem Theodolit.** Der bei Ermittlung der Größe eines Horizontalwinkels auszuführende Meßvorgang hängt im wesentlichen davon ab, ob der Grundkreis des Instrumentes für die Dauer der Messung eines Winkels fest stehen bleibt, oder ob eine Drehung dieses Kreises mit dem Oberteil während der Messung vorgenommen wird. Hiernach unterscheidet man einfache Winkelmessung und Wiederholungswinkelmessung.

Beispiel einer einfachen Winkelmessung mit einem Nonien-

Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		
		Ableseungen am Teilkreis		Mittel	Ableseungen am Teilkreis		Mittel
		Zeiger I	Zeiger II		Zeiger I	Zeiger II	
55	54	27° 15' 30''	15' 0''	27° 15' 15''	207° 16' 15''	16' 0''	207° 16' 8''
	56	264° 53' 45''	54' 0''	264° 53' 52''	84° 54' 30''	54' 30''	84° 54' 30''
55	56	349° 44' 45''	45' 0''	349° 44' 52''	169° 45' 30''	45' 00''	169° 45' 15''
	54	112° 6' 0''	5' 30''	112° 5' 45''	292° 6' 0''	6' 15''	292° 6' 8''
		0' 0''	59' 30''	59' 44''	2' 15''	1' 45''	2' 1''

1. Die einfache Winkelmessung mit feststehendem Grundkreis geht in folgender Weise vor sich:

Man richtet das Fernrohr des lotrecht und zentrisch aufgestellten Theodolits bei gelöstem Oberteil mit der Hilfszielvorrichtung auf das

Zielzeichen im rückwärts gelegenen Endpunkt des linken Winkelschenkels, indem man mit einer Hand einen Fernrohrträger oder die Klemmschraube des Zeigerkreises in horizontaler Richtung, mit der anderen Hand das Fernrohr — aber nicht am Okular — in vertikaler Richtung führt. Dann klemmt man den Zeigerkreis an den Hauptkreis fest, stellt den Zielpunkt bei älteren Instrumenten mit dem Okularauszug, bei neueren mittels der inneren Schalllinse deutlich ein und bringt darauf mit der Feinstellschraube des Zeigerkreises den Vertikal-faden des Fadenzuges mit der Mittelachse des Zielpunktes genau zur Deckung. Hierauf liest man am Zeiger I die Grade, Minuten und gegebenenfalls Sekunden, am Zeiger II nach Prüfung der gegen I um 180° oder 200° veränderten Gradzahl nur die Minuten und Sekunden ab und trägt beide Ablesungen in das Beobachtungsbuch ein. Aus den Ablesungen an beiden Zeigern wird das arithmetische Mittel gebildet, aber unter Beibehaltung der für Zeiger I eingetragenen Gradzahl. Danach löst man die Klemmschraube des Zeigerkreises, dreht das Oberteil des Instrumentes mit dem Fernrohr, bis dieses in Richtung auf das Zielzeichen im vorwärts gelegenen Endpunkt des rechten Winkelschenkels zeigt. Festklemmen, Deutlichmachen und Feineinstellen des Zielpunktes sowie Ablesen der beiden Zeiger werden in der gleichen Weise wie beim linken Winkelschenkel vorgenommen und aus den beiden Ablesungen auch wieder das Mittel unter Beibehaltung der Gradzahl des Zeigers I festgestellt und eingetragen.

Um eine Sicherung gegen Instrumenten- und Ablesefehler zu haben und eine Steigerung der Meßgenauigkeit zu erzielen, wird gewöhnlich eine nochmalige Messung, und zwar in der zweiten Fernrohrlage, vor-

theodolit. 19. Juni 1931 vorm. Bochum, Wiesental.

Mittelwert aus den Mitteln der beiden Fernrohrlagen	Brechungswinkel = Unterschied der Mittelwerte	Bemerkungen und Handzeichnung
27° 15' 41"	} 237° 38' 30" + 19"	Nonientheodolit Nr. 29479 von Breithaupt
264° 54' 11"		
349° 45' 4"	} 122° 20' 52" + 19"	
112° 5' 56"		
0' 52"	359° 59' 22"	
Soll =	360° 0' 0"	
	$d = -38''$	
	$v = \frac{+38''}{2} = +19''$	

genommen. Zu diesem Zweck schlägt man das Fernrohr durch, d. h. man dreht es um seine Kippachse um den Betrag von 180° und nimmt dann zunächst für den linken und darauf für den rechten Winkelschenkel dieselben Einstellungen, Ablesungen und Eintragungen vor wie bei der ersten

Messung. Allerdings unterscheiden sich die Ablesungen in der zweiten von denen in der ersten Fernrohrlage bei den Gradzahlen jeweils um 180° oder 200°, da die beiden Zeiger nach dem Durchschlagen in ihrer Lage zur Zielachse gegeneinander vertauscht worden sind. Für

die Errechnung des Brechungswinkels bildet man jetzt aus den Mittelablesungen der beiden Zeiger nach jedem Zielpunkt in beiden Fernrohrlagen das arithmetische Mittel, wobei für die vollen Grade die in der ersten Fernrohrlage am Zeiger I abgelesene Zahl beibehalten wird und zieht schließlich das Mittel der Ablesungen in beiden Fernrohrlagen nach dem linken Endpunkt von demjenigen nach dem rechten Endpunkt ab, s. obiges Beispiel.

Im allgemeinen wird die vorbeschriebene, doppelte Messung der Brechungswinkel genügen. Soll jedoch auf einem Standpunkt auch der Ergänzungswinkel zum Brechungswinkel gemessen werden, so wird man nach der Beobachtung in beiden Fernrohrlagen eine Verstellung des Grundkreises vornehmen. Wo diese bei einfachen Theodoliten nicht möglich ist, muß eine Verschiebung des ganzen Instrumentes auf dem Stativ erfolgen, wodurch jedoch wieder eine neue Lotrechtstellung und Zentrierung erforderlich wird. Die Haupt- und Ergänzungswinkel werden zum Schluß zusammengezählt. Ein Widerspruch gegen  $360^\circ$  oder  $400''$  ist auf diese gleichmäßig zu verteilen, s. obiges Beispiel. Zur Sicherung gegen Rechenfehler bei den Mittelbildungen wird man in den Beobachtungsbüchern auf jeder Seite Summenproben vornehmen, die sich jedoch auf das Zusammenzählen der Minuten und Sekunden beschränken können, da Fehler in den Graden ohnedies wohl erkennbar sind.

Beispiel einer Satzbeobachtung mit einem  
1. Mai 1931 vorm. Rückwärtseinschnitt auf dem Dach

Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		
		Zeiger I	Zeiger II	Mittel	Zeiger I	Zeiger II	Mittel
I. Satz							
R. E.	⊙ Ha.	$1^\circ 14,3d'$	$14,5d'$	$1^\circ 28,8'$	$181^\circ 14,3d'$	$14,2d'$	$181^\circ 28,5'$
	⊙ Ri.	$73^\circ 15,5d'$	$15,6d'$	$73^\circ 31,1'$	$253^\circ 15,5d'$	$15,5d'$	$253^\circ 31,0'$
	⊙ Gr.	$124^\circ 6,0d'$	$6,0d'$	$124^\circ 12,0'$	$304^\circ 6,0d'$	$5,9d'$	$304^\circ 11,9'$
	⊙ We.	$276^\circ 19,7d'$	$19,8d'$	$276^\circ 39,5'$	$96^\circ 19,7d'$	$19,6d'$	$96^\circ 39,3'$
	P. M. II	$309^\circ 28,5d'$	$28,7d'$	$309^\circ 57,2'$	$129^\circ 28,6d'$	$28,4d'$	$129^\circ 57,0'$
	⊙ Ha.	$(1^\circ 14,2d')$	$(14,4d')$		$(181^\circ 14,4d')$	$(14,2d')$	
		$24,0d'$	$24,6d'$	$48,6'$	$24,1d'$	$23,6d'$	$47,7'$
II. Satz							
	⊙ Ha.	$92^\circ 27,6d'$ usw.	$27,7d'$				

2. Die einfache Winkelmessung kann auch in etwas anderer Art als Satzbeobachtung ausgeführt werden, insbesondere, wenn auf einem Punkt mehrere Brechungswinkel zu messen sind. Hierbei werden sämtliche Zielpunkte in der ersten Fernrohrlage nacheinander von links nach rechts eingestellt und nach jeder Einstellung die Ablesungen an beiden Zeigern gemacht. Zweckmäßigerweise ist dabei mit einer kleinen Anfangsablesung zu beginnen. Dann wird das Fernrohr durchgeschlagen und in der zweiten Lage nacheinander wieder auf alle Zielpunkte, jetzt aber in der Reihenfolge von rechts nach links gerichtet. Damit ist ein

„Satz“ beendet. Zur Probe der unveränderten Lage des Teilkreises stellt man auch wohl als letztes Ziel in der ersten und als erstes Ziel in der zweiten Fernrohrlage den Ausgangspunkt nochmals ein. Bei Anschlußmessungen beobachtet man zur Erhöhung der Genauigkeit in der Regel mehrere solcher Sätze und verstellt, um nicht immer an den gleichen Kreisstellen abzulesen, nach jedem Satz den Teilkreis um etwa  $180^\circ:n$  oder  $200^\circ:n$ , worin  $n$  die Anzahl der Sätze angibt. Natürlich kann man auch den Teilkreis nach jedem halben Satz um  $180^\circ:2n$  oder  $200^\circ:2n$  verstellen, wodurch ein Ablesefehler eher vermieden, aber die Mittelbildung aus beiden Fernrohrlagen erschwert wird.

Die Summenproben zur Sicherung gegen Rechenfehler sind bei der Satzbeobachtung für jeden Satz durchzuführen, s. Beispiel.

Unter Tage eignet sich die einfache Winkelmessung wenig, da hier die Ablesung der Zeiger eine ständige Änderung des Standpunktes des Beobachters notwendig macht, was in engen Grubenräumen oft überhaupt nicht möglich ist, immer aber im Dunkeln die Gefahr in sich birgt, daß das Instrument angestoßen wird. Daher hat sich in der Grube allgemein die Wiederholungswinkelmessung eingebürgert, die zudem den Vorteil der schnelleren Ausführung besitzt, da weniger Ablesungen zu machen sind.

3. Bei der Wiederholungswinkelmessung oder Repetitions-

Skalenmikroskoptheodolit.  
des Bergschulgebäudes in Bochum.

Mittelwerte aus den Mitteln der beiden Fernrohrlagen	Reduzierte Mittelwerte	Mittel aus allen Sätzen	Bemerkungen und Handzeichnung
1° 28' 39"	0° 0' 0"		Theodolit Nr. 2962 von Hildebrand 
73° 31' 3"	72° 2' 24"		
124° 11' 57"	122° 43' 18"		
276° 39' 24"	275° 10' 45"		
309° 57' 6"	308° 28' 27"		
48' 9"	24' 54"		
5 × 28' 39"	= 23' 15"		
Probe	48' 9"		

gemessenen Winkel mechanisch zusammengezählt, so daß sich bei  $n$ -facher Wiederholung auch der  $n$ -fache Winkel ergibt. Eine Erleichterung der Rechnung läßt sich erzielen, wenn bei der Messung von der  $0^\circ$ -Einstellung am Teilkreis ausgegangen werden kann, da dann die Endablesung nur durch die Anzahl der Wiederholungen zu teilen

ist, um den gewünschten Brechungswinkel zu erhalten. Bei anderer Anfangseinstellung muß diese vor der Teilung von der Endablesung abgezogen werden. Im einzelnen ist der Meßvorgang bei der Wiederholungsmessung folgender:

Nachdem der Theodolit im Standpunkt richtig aufgestellt worden ist, werden die Klemmschrauben des Grund- und des Zeigerkreises gelöst und beide Kreise gegeneinander so gedreht, bis der Zeiger I sich ungefähr über dem Nullstrich der Teilung befindet. Dann klemmt man mit der oberen Schraube den Zeigerkreis am Grundkreis fest und stellt

Beispiel einer Wiederholungswinkelmessung mit einem  
24. Januar 1931 vorm. Schachtanlage Prinz Regent, 5. Sohle,

Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		
		Zeiger I	Zeiger II	Mittel	Zeiger I	Zeiger II	Mittel
536	535	0° 0' 0''	0' 0''	0° 0' 0''			
	537 (178° 54')						
	2fach				357° 46' 45''	46' 30''	357° 46' 38''
536	537	0° 0' 0''	0' 15''	0° 0' 8''			
	535 (181° 7')						— 8''
	2fach				2° 13' 0''	13' 15''	2° 13' 8''

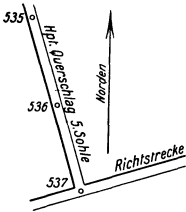
hierauf den Zeiger I mittels der oberen Feinstellschraube des Zeigerkreises genau auf 0° der Teilung. Danach dreht man das Instrument um die noch gelöste Grundkreisachse, und zwar um 180°, und liest nun an dem jetzt vor dem Auge liegenden Zeiger II ab. Diese Anfangseinstellungen werden in das Beobachtungsbuch eingetragen.

Die eigentliche Winkelmessung beginnt, indem man das Instrument, immer noch bei gelöstem Grundkreis aber festgeklemmtem Zeigerkreis, mit dem Fernrohr auf den Zielpunkt des linken Winkelschenkels richtet und jetzt den Grundkreis mit der unteren Klemmschraube feststellt. Die Deutlichmachung des Zieles erfolgt wieder durch Verstellen des Okularauszuges oder der inneren Schaltlinse. Die genaue Einstellung des Zielzeichens wird alsdann mit der unteren, zur Klemmschraube des Grundkreises gehörigen Feinstellschraube vorgenommen. Danach löst man die obere Klemmschraube des Zeigerkreises und dreht das Oberteil des Instrumentes an dem feststehenden Grundkreis entlang, bis das Fernrohr in Richtung auf das rechte Zielzeichen steht. In dieser Lage erfolgt die Festklemmung des Zeigerkreises und nach üblicher Deutlichmachung des Zielpunktes seine genaue Einstellung mit der oberen, zur Zeigerkreisklemme gehörigen Feinstellschraube. Dann wird

Beispiel einer Wiederholungswinkelmessung nach Gauß-Schumacher  
16. Februar 1931 vorm. Zeche Präsident, 8. Sohle, Hauptabteilung,

Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		
		Zeiger I	Zeiger II	Mittel	Zeiger I	Zeiger II	Mittel
74	73	0° 36'	35'	0° 35,5'			
	75 (179° 23')						
	75 358° 10'		10'	358° 10,0'			
	2fach 73 2fach				0° 34'	35'	0° 34,5'

Nonienmikroskoptheodolit.  
Hauptquerschlag nach Süden.

Brechungswinkel	Bemerkungen und Handzeichnung
178° 53' 19" + 6"	Instr. Nr. 18676 von Fennel 
181° 6' 30" + 5"	
359° 59' 49"	
Soll 360° 0' 0"	
$d = -11''$	
$v = + \frac{11''}{2} = 5 \text{ bis } 6''$	

der Grundkreis mit der unteren Klemmschraube gelöst und das Instrument so gedreht, daß Zeiger I vom Standpunkt des Beobachters aus abgelesen werden kann. Diese Ablesung ergibt den einfachen, in einer Fernrohrlage gemessenen Winkel. Da die abgelesene Zahl für die endgültige Errechnung des Winkels nicht benötigt wird, so genügt eine Rohablesung am Zeiger I lediglich auf volle Minuten.

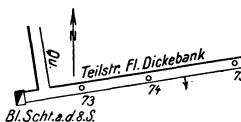
Soll, wie gewöhnlich, der Winkel nur zweimal gemessen werden, so ist nun das Fern-

rohr durchzuschlagen. Man wiederholt sodann die in der ersten Fernrohrlage ausgeführten Zielungen. Nach der zweiten Einstellung des rechten Zielzeichens wird der Grundkreis gelöst und nunmehr die genaue Ablesung an beiden Zeigern vorgenommen. Das Mittel dieser Ablesungen durch 2 geteilt ergibt den gesuchten Winkel, wenn das Mittel der Anfangseinstellung gleich Null war. Sonst ist das Mittel der Anfangseinstellung vom Mittel der Endablesung vor der Teilung abzuziehen.

Für die Ermittlung des Ergänzungswinkels wird nach Prüfung und gegebenenfalls Berichtigung der Zentrierung und Lotrechtstellung erneut Zeiger I auf 0° gestellt und nun in gleicher Weise beobachtet, wobei nur zu beachten ist, daß linker und rechter Zielpunkt jetzt vertauscht sind, s. obiges Beispiel.

Ist eine häufigere Wiederholung eines Winkels, wie z. B. bei Lotanschlußdreiecken, erforderlich, um insbesondere bei Instrumenten mit einfacheren Zeigern und Ablesemitteln die mangelnde Schärfe der einzelnen Ablesung der hohen Zielgenauigkeit des Fernrohres anzupassen, so wird die erste Hälfte der Beobachtungen in der einen, die zweite Hälfte in der anderen Fernrohrlage ausgeführt. Neben der Nullstellung

mit einem Schätzmikroskoptheodolit.  
Flöz Dickebank, Teilstrecke nach Osten.

Reduzierte Mittel	Brechungswinkel	Bemerkungen und Handzeichnung
0° 0,0'		Instr. Nr. 4425 von Fennel 
357° 34,5'		
357° 35,5'		
357° 35,0'	178° 47,5'	

zu Beginn ist jetzt nur eine Rohablesung nach der ersten Messung und dann die Schlußablesung nach sämtlichen Einstellungen nötig. Den einfachen Winkel erhält man, indem man die Schlußablesung durch die Anzahl der Wiederholungen teilt.



Bei allen Wiederholungsmessungen mit Standtheodoliten ist stets darauf zu achten, daß der linke Zielpunkt mit den unteren, der rechte Zielpunkt mit den oberen Klemm- und Feinstellschrauben eingestellt werden muß.

Über eine andersartige Wiederholungsmeßeinrichtung bei Zeißschen Theodoliten wird auf S. 57 berichtet.

4. Eine Abart der Wiederholungswinkelmessung ist das seltener angewendete Verfahren nach Gauß-Schumacher, durch das der Einfluß eines besonderen Instrumentenfehlers, nämlich der Schiefstellung zwischen Grundkreis- und Zeigerkreisachse, unschädlich gemacht werden soll.

Man mißt bei diesem Verfahren den Hauptwinkel ein oder mehrere Male in der ersten und dann ohne Neueinstellung der Zeiger den Ergänzungswinkel ebensooft in der zweiten Fernrohrlage. Die Endablesung in der ersten Fernrohrlage wird durch Abzug der Anfangsablesung in der ersten und der Schlußablesung in

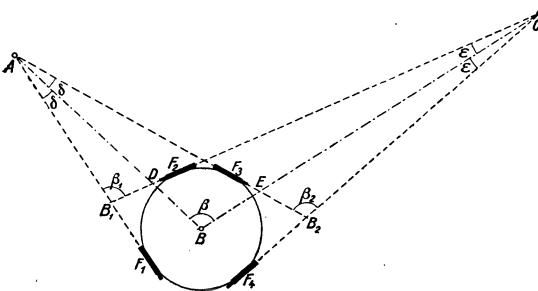


Abb. 50. Exzentrische Winkelmessung.

der zweiten Fernrohrlage jeweils auf 0° zurückgeführt. Das Mittel aus den so erhaltenen Werten — reduziertes Mittel — ist durch die Anzahl der Wiederholungen in jeder Fernrohrlage zu teilen.

40. Winkelmessung mit exzentrischem Fernrohr. Bei einem Theodolit mit seitlich gelagertem Fernrohr, das bei Messungen in steilen Überbauen und Bremsbergen gebraucht wird, fällt der

In den Dreiecken  $AB_1D$  und  $CBD$  ist  $\beta_1 + \delta = \beta + \varepsilon$   
 In den Dreiecken  $CB_2E$  und  $ABE$  ist  $\beta_2 + \varepsilon = \beta + \delta$

---

also ist  $\beta_1 + \beta_2 + \delta + \varepsilon = 2\beta + \delta + \varepsilon$   
 oder  $\beta_1 + \beta_2 = 2\beta$   
 mithin  $\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \beta$ .

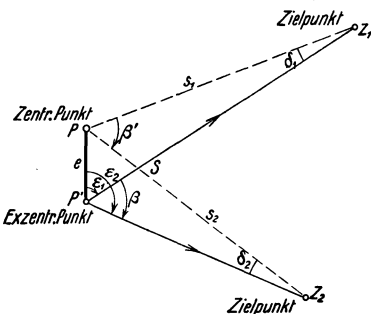


Abb. 51. Zentrierung eines exzentrisch gemessenen Winkels.

41. Zentrierung exzentrisch gemessener Winkel. Bei den Vermessungen über Tage kommt es vor, daß der Theodolit auf einem bestimmten Punkt, z. B. einer Turmspitze, nicht zentrisch aufgestellt werden kann. In diesem Falle ist die Winkelmessung von einem geeigneten seitwärts, also exzentrisch gelegenen Punkt aus durchzuführen. Um nun eine Zentrierung, d. h. eine rechnerische Übertragung des exzentrisch gemessenen Winkels auf den zentrischen Punkt vornehmen zu können, müssen im Punkt  $P'$  der Abb. 51 außer dem Brechungswinkel  $\beta$  die Zentrierelemente, nämlich die genaue Entfernung  $e$  vom exzen-

trischen bis zum zentrischen Punkt und die von dieser Linie und den Strahlen nach den beiden Zielpunkten eingeschlossenen Winkel  $\varepsilon_1$  und  $\varepsilon_2$  gemessen werden. Es ist dann in den beiden Dreiecken  $PSZ_1$  und  $P'SZ_2$

$$\beta' + \delta_1 = \beta + \delta_2,$$

also  $\beta' = \beta - \delta_1 + \delta_2.$

Die in den Zielpunkten auftretenden Winkel  $\delta_1$  und  $\delta_2$  werden nach dem Sinussatz aus den Dreiecken  $PP'Z_1$  und  $PP'Z_2$  nach folgenden Formeln berechnet:

$$\sin \delta_1 = \frac{e}{s_1} \cdot \sin \varepsilon_1 \quad \text{und} \quad \sin \delta_2 = \frac{e}{s_2} \cdot \sin \varepsilon_2$$

oder bei kleinem  $\delta_1$   $\delta_1 = \frac{e}{s_1} \cdot \rho \cdot \sin \varepsilon_1$  und  $\delta_2 = \frac{e}{s_2} \cdot \rho \cdot \sin \varepsilon_2.$

Dabei brauchen die söhlichen Entfernungen vom zentrischen Punkt zu den Zielpunkten —  $s_1$  und  $s_2$  — nur angenähert bekannt zu sein.

In ähnlicher Weise lassen sich auch die Zielpunkte, wenn sie wegen Sicht-hindernisse nicht unmittelbar angezielt werden können, zentrieren.

**42. Messung von Neigungswinkeln mit dem Theodolit.** Vor der Messung von Neigungswinkeln muß zunächst die Art der Bezifferung des Höhenkreises am Instrument festgestellt werden. Ist der Höhenkreis viermal von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  beziffert und liegt die Nulllinie parallel zur Zielachse des Fernrohres,

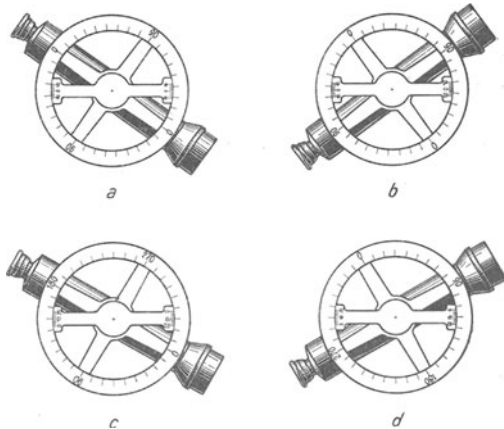


Abb. 52. Höhenkreisbezifferungen.

Abb. 52a, so ergeben beide Zeigerablesungen gleich den wirklichen Neigungswinkel. Liegt bei Viertelkreisbezifferung die Nulllinie rechtwinklig zur Fernrohrachse, Abb. 52b, so liest man bei der Messung die Ergänzungen der Neigungswinkel zu  $90^\circ$  ab. In beiden Fällen sind bei Nonientheodoliten die einander deckenden Striche in derjenigen Hälfte der Doppelsonnen aufzusuchen, die mit der Kreisteilung gleichlaufend be-

ziffert ist. Bei durchgehender Bezifferung mit parallel zur Fernrohrachse verlaufender  $0^\circ$  bis  $180^\circ$ -Linie, Abb. 52c, ergibt sich der richtige Neigungswinkel durch Errechnung des Unterschiedes gegen  $360^\circ$  oder  $180^\circ$ . Dagegen muß bei durchlaufend bezifferten Höhenkreisen, deren  $0^\circ$  bis  $180^\circ$ -Linie rechtwinklig zur Fernrohrachse liegt, Abb. 52d, zur Ermittlung der Neigungswinkel jeweils der Unterschied der Ablesungen gegen  $90^\circ$  oder  $270^\circ$  gebildet werden.

In gleicher Weise ist bei der Einteilung der Höhenkreise in Neugrade zu verfahren.

Die Messung der Neigungswinkel erfolgt fast immer in Verbindung mit der Messung der Brechungswinkel. Das auf den Zielpunkt ge-

Beispiel einer Neigungswinkelmessung mit einem  
30. Juni 1931 vorm. Zeche Präsident, 7. Sohle, 4. östl. Abteilung, Flöz  
Überhauen von der Grundstrecke nach

Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I'			Fernrohrlage II		
		Zeiger A	Zeiger B	Mittel	Zeiger A	Zeiger B	Mittel
164	163	42° 25' 30"	25' 0"	43° 25' 15"	136° 35' 0"	35' 30"	136° 35' 15"
		Unterschied gegen 180° =					43° 24' 45"
164	165	312° 7' 30"	7' 0"	312° 7' 15"	227° 53' 0"	53' 0"	227° 53' 0"
		Untersch. geg. 360° =		47° 52' 45"	Unterschied gegen 180° =		47° 53' 0"

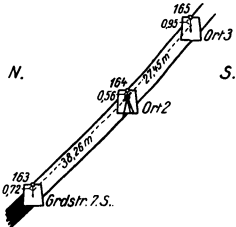
richtete Fernrohr wird mittels seiner Klemmschraube festgestellt und dann mit der zugehörigen Feinstellschraube so weit nachgedreht, bis der Querstrich des Fadenkreuzes sich mit der Höhenmarke am Zielzeichen deckt. Darauf wird mit der Feinstellschraube für den vertikalen Zeigerkreis die Höhenkreislibelle zum Einspielen gebracht und danach an beiden Zeigern abgelesen. In der zweiten Fernrohrlage ist die Messung zu wiederholen. Bei richtiger Höhenkreislibelle werden die gemittelten Ablesungen in beiden Fernrohrlagen nur wenig voneinander abweichen, doch ergibt auch bei fehlender Höhenkreislibelle oder unrichtiger Zeigerstellung das Mittel aus der Messung in beiden Fernrohrlagen immer den richtigen Winkel. Eine weitere Messungsprobe wird erzielt, wenn man die Neigungswinkel jeder Linie bei jeweils gleicher Instrumenten- und Zielhöhe in beiden Richtungen, also durch Vorwärts- und Rückwärtsvisur, bestimmt.

**43. Fehler der Winkelmessung.** Neben den Instrumentenfehlern wirken auf die Genauigkeit einer Winkelmessung Messungsfehler ein, die in der Hauptsache bei der Zentrierung des Standpunktes und der Zielzeichen, bei der Einstellung des Zieles und bei der Ablesung der Zeiger gemacht werden.

Der Zentrierfehler wirkt sich besonders ungünstig bei kurzen Zielweiten aus. Infolgedessen ist bei den häufig sehr kurzen Zielweiten in der Grube eine besonders scharfe Zentrierung erforderlich. Der Fehler hat den größten Einfluß auf die Winkelmessung, wenn er quer zu den Ziellinien liegt, während er in Richtung der Ziellinien schadlos ist. Der Zentrierfehler, der über Tage bei Verwendung des Schnurlotes die Größe von einigen Millimetern erreichen kann, läßt sich unter Tage für gewöhnlich klein halten, da Lotspitze und Zentriermarke gut zu beobachten und daher scharf aufeinander einzustellen sind.

Der Zielfehler hängt von der Form, Größe, Entfernung und Beleuchtung des Zielzeichens sowie von der Vergrößerung des benutzten

Nonientheodolit.  
Obergirondelle, hgd. Teil, Sattelnordflügel.  
Ort 3.

Neigungswinkel = Mittel aus beiden Fernrohrlagen	Bemerkungen und Handzeichnung
— 43° 25' 0''	Theodolit Nr. 64941 von Hildebrand 50 m Stahlmeßband von Fennel  
+ 47° 52' 52''	

Fernrohres und der Gestalt des Fadenkreuzes ab. Die Größe dieses Fehlers beträgt etwa 1'' bis 2''.

Der Ablesefehler wird von der Unterteilung des Teilkreises, von der Art des Zeigers und von der Vergrößerung der Ablesevorrichtung beeinflusst. Seine Größe schwankt zwischen 15'' bei einfachen Nonientheodoliten und 1'' bei feineren Mikroskoptheodoliten.

Bei allen Messungsfehlern spielt die Übung des Beobachters eine wesentliche Rolle. Ungefähr kann man annehmen,

daß mit einem 10 bis 12 cm-Nonientheodolit ein einigermaßen geübter Beobachter bei einmaliger Messung eines Brechungswinkels in jeder Fernrohrlage eine Genauigkeit von 10'' bis 15'' erzielt. Bei Feinmikroskoptheodoliten und Zwangszentrierung läßt sich eine Genauigkeit von 2'' bis 3'' erreichen.

Die Genauigkeit der Neigungswinkelmessung entspricht derjenigen bei den Brechungswinkeln, wenn beide Teilkreise gleiche Durchmesser und gleiche Ablesevorrichtungen haben. Da der Höhenkreis eines Theodolits meist etwas kleiner als sein Grundkreis ist, so wird auch die Genauigkeit der gemessenen Neigungswinkel gewöhnlich etwas geringer sein.

**44. Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite.** Das Bestreben, die Leistungsfähigkeit der Theodolite zu steigern, ihre Handhabung zu vereinfachen, ihre Größe und ihr Gewicht zu vermindern und damit den Meßvorgang zu erleichtern und zu beschleunigen, hat nicht nur beachtenswerte Verbesserungen der altbewährten Instrumente bewirkt, sondern auch die Einführung gänzlich neuer Bauarten begünstigt. So weisen insbesondere die Theodolite von C. Zeiss und H. Wild durch die äußere Formgebung, durch Verwendung von Glasteilkreisen, durch sinnreiche Zusammenführung aller Ablesestellen in ein einziges Mikroskopokular und bei Zeiss außerdem durch eine neuartige Wiederholungsmeßeinrichtung ein eigenes Gepräge auf.

Von diesen Neukonstruktionen hat im letzten Jahrzehnt für bergbauliche Feinmessungen höchste Genauigkeit über und unter Tage vor allem der in Abb. 53 dargestellte Zeiss-Theodolit II weitergehende Verbreitung gefunden. Dieses Instrument, dessen empfindliche Teile durch Verkapselung gegen Staub und Feuchtigkeit, Stoß und Schlag geschützt sind, ist mit zylindrischen Stahlachsen und einer Stekhülsenverbindung für die Zwangszentrierung von Instrument und Zielzeichen ausgerüstet. Der Grundkreis hat 9,5 cm, der Höhenkreis nur 4,8 cm Durchmesser. Beide Kreise bestehen aus mehrere Millimeter dicken, spannungsfrei gefaßten Glasringen, die eine Teilung bis zu  $1/3^0$  oder  $1/5^g$  tragen. Die Teilungs-

bilder je zweier, einander gegenüberliegender Ablesestellen am Grund- und Höhenkreis, deren Beleuchtung von einer einzigen Öffnung aus erfolgt, werden, wie Abb. 53, rechts, durch Eintragung der Strahlengänge zeigt, mit Hilfe fest ein-

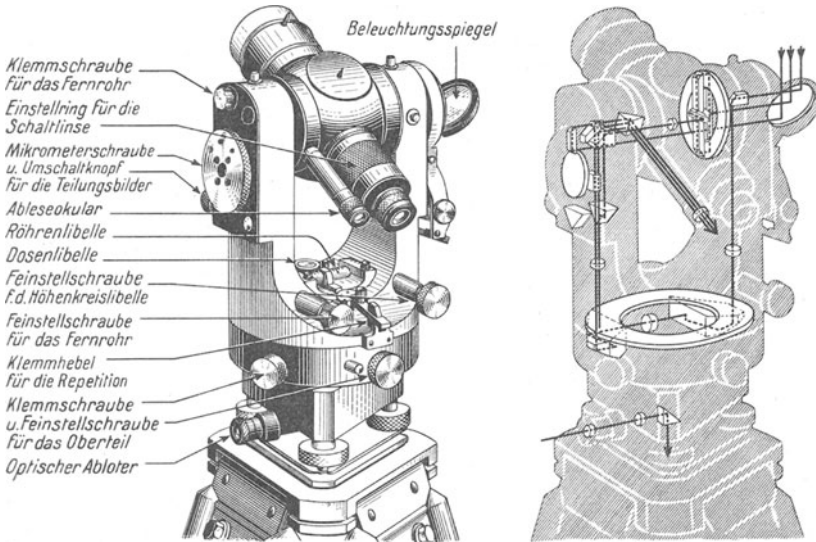
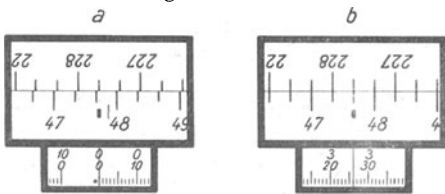


Abb. 53. Theodolit II von Zeiss.

gebauter Prismen und Linsen in das unmittelbar neben dem Fernrohr angebrachte Ableseokular geleitet. Eine Umschaltvorrichtung ermöglicht nacheinander die Sichtbarmachung der beiden Ablesestellen am Grund- oder Höhenkreis.



Ableseung:  $47^{\circ}43'26''$

Abb. 54. Teilungsbilder zum Theodolit II von Zeiss.

während in einem darunter befindlichen, kleineren Fenster eine Mikrometerskala mit Sekundenstrichen erkennbar ist.

Nach Einstellung des Fernrohres auf den Zielpunkt bringt man durch Drehen der an einem Fernrohrträger befindlichen Mikrometerschraube zunächst sämtliche Striche der entgegengesetzt bezifferten Teilungen im oberen Fenster genau zur Deckung, Abb. 54 b. Dann liest man die links vom festen Zeigerstrich aufrecht stehende volle Gradzahl ab — in Abb. 54 b =  $47^{\circ}$  —, zählt als Zehnerminuten die Anzahl der Teilstriche bis zu der von diesem Wert um  $180^{\circ}$  abweichenden, im Bild auf dem Kopf stehenden Gradzahl hinzu — in Abb. 54 b =  $40'$  — und fügt schließlich noch die am Zeigerstrich der Mikrometerskala im unteren Fenster abgelesenen Einzelminuten und Sekunden an — in Abb. 54 b =  $3'26''$ . Das Ergebnis —  $47^{\circ}43'26''$  — ist der gemittelte Zeigerwert.

Die Ableseung der Teilung, die zur schärferen Deckungsmöglichkeit am Grundkreis meist in Doppelstrichen ausgeführt wird, erfolgt in der Regel auf  $1''$  oder  $2''$ ; sie kann aber durch Schätzung bis auf  $0,2''$  oder  $0,5''$  gesteigert werden und dürfte damit auch den höchsten Ansprüchen genügen.

In Abb. 53, links, ist über dem Grundkreis ein Klemmhebel zu sehen, durch den beim Niederdrücken Grundkreis und Oberteil fest miteinander zu verbinden sind. Man kann dann die Klemm- und Feinstellschraube des Oberteils auch für die Kreisverstellung bei der Wiederholungswinkelmessung benutzen. Diese Einrichtung, die auch bei anderen Zeiss-Instrumenten Verwendung findet, ist allerdings bei der neuesten Ausführung des Theodolits II wieder aufgegeben worden, da sich die Wiederholungswinkelmessung bei diesem Instrument wegen der hohen Ablesegenauigkeit im allgemeinen erübrigt. Für die bei Satzbeobachtungen vorzunehmende Verstellung des Grundkreises wird jetzt eine Triebsschraube benutzt.

Zur Beleuchtung der Kreisstellen bei Tageslicht dient der in Abb. 53 sichtbare Spiegel. Künstliches Licht kann an der gleichen Stelle durch eine aufsteckbare Taschenlampe oder für Steinkohlengruben durch ein schlagwettersicher gekapseltes Lampengehäuse mit entsprechender Stromzuleitung eingeführt werden.

Für steile Sichten kann der Theodolit II mit einem aufsteckbaren Objektivprisma oder mit je einem Okularprisma oder Zenitokular für Fernrohr und Ablesemikroskop oder schließlich mit einem Vorsatzfernrohr ausgerüstet werden.

Ein anderes Sonderinstrument für die Grube ist der Präzisions-Hängetheodolit von Brandenburg-Hildebrand, der für Messungen im Hauptzugnetz vornehmlich im oberschlesischen Bergbau Verwendung findet. Da dieses Instrument, abgesehen von dem größeren Grundkreisdurchmesser und den genaueren Ablesevorrichtungen dem allgemeiner verbreiteten, im nächsten Abschnitt beschriebenen Nachtrage-Hängetheodolit entspricht, sei hier auf diese Beschreibung verwiesen.

**45. Nachtragetheodolite.** Zu den Nachtragungsmessungen in der Grube wurde früher fast ausschließlich das Hängezeug, bestehend aus Hängekompaß und Gradbogen, gebraucht. Die fortschreitende Verwendung eisernen Ausbaues sowie elektrischer Maschinen und Leitungen im Untertagebetriebe

hat jedoch bewirkt, daß auf manchen Gruben heute der Kompaß nur noch sehr wenig benutzt werden kann. Aus diesem Grunde ergab sich die Notwendigkeit zur Einführung anderer kleiner, einfacher und leichter Winkelmeßinstrumente, mit denen sich auch in engen Grubenräumen ein rascher Arbeitsfortschritt bei hinreichender Genauigkeit der Messungsergebnisse ohne Betriebsstörung erzielen läßt.

Die Aufgabe, für vorgenannte Zwecke geeignete Instrumente zu schaffen, ist einmal durch den Bau handlicher Standtheodolite, die

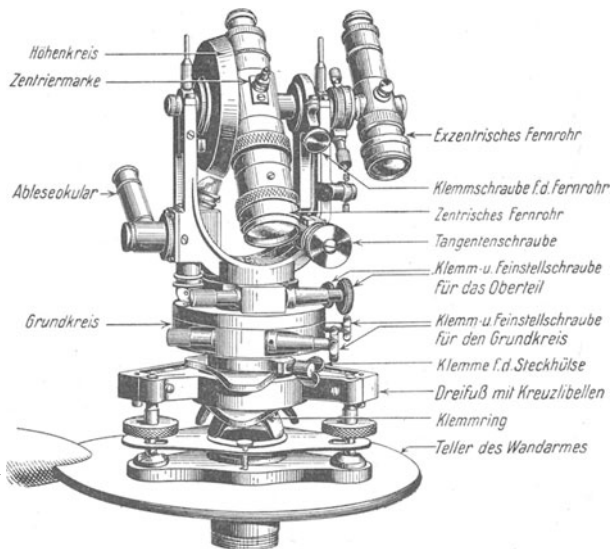


Abb. 55. Steilschachttheodolit von Breithaupt.

über den allereinfachsten Aufgabenkreis des schon erwähnten Steigertheodolits, S. 36, hinaus verwendbar sind, gelöst worden. Diese Nachtragetheodolite von 7 bis 9 cm Teilkreisdurchmesser entsprechen hinsichtlich Einrichtung und Gebrauch im wesentlichen den größeren Instrumenten ihrer Art. Sie können in engen Strecken auch auf Wandarmen aufgestellt werden und besitzen meist ein entfernungsmessendes Strichkreuz, um in Verbindung mit einer kurzen Ziellatte die optische Entfernungsmessung der Zugseiten zu ermöglichen und damit den Messungsvorgang zu beschleunigen, s. auch Abschnitt „Tachymetermessungen“, S. 136 u. f.

Eine besondere Ausbildung eines Nachtrageinstrumentes haben wir im Steilschachttheodolit von Breithaupt, Abb. 55, der als Wiederholungstheodolit gebaut ist und zur Zwangszentrierung mittels

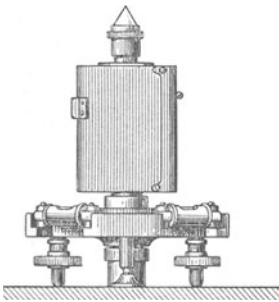


Abb. 56. Selbstleuchtendes Spitzensignal zum Steilschachttheodolit von Breithaupt.

Steckhülse gegen selbstleuchtende Spitzensignale, Abb. 56, und Latten für die Entfernungsmessung auf Stativen oder Wandarmen ausgewechselt werden kann. Der Dreifuß dieses Instrumentes, der gleichschenkelig-rechtwinklige Form hat, besitzt eine feste Stütze und zwei Stellschrauben, mit denen man die Kreuzlibellen gleichzeitig zum Einspielen bringt. Als Ablesvorrichtung ist äußerlich nur ein schwenkbares Mikroskop-Okular mit Ablesstrich vorhanden, in dem übereinander je eine Stelle der vielfach elektrisch beleuchteten

Teilungen, und zwar der Grundkreisteilung und der Höhenkreisteilung, erscheint, Abb. 57. Das vollkommen durchschlagbare, zentrische Fernrohr gestattet in Verbindung mit einem gebrochenen Okular sämtliche Zielungen nach oben bis zum Zenit, die

Messung von Tiefenwinkeln bis  $70^\circ$  und optische Zentrierung sowohl nach oben als auch durch die hohle Instrumentenachse lotrecht nach unten. Ein besonderes Objektivsystem ermöglicht die Einstellung von Zielpunkten bis herab zu 0,5 m Entfernung. Für Tiefenwinkel von  $70^\circ$  bis  $90^\circ$  ist ein auf der Kippachse seitlich aufsteckbares Fernrohr vorgesehen.

Die Vergrößerung des Hauptfernrohrs ist 18fach, des Seitenfernrohrs 11fach. Die Teilkreisdurchmesser betragen 7 cm. Neben dem entfernungsmessenden Strichkreuz für lotrechte und waagerechte Lattenlagen hat das Instrument noch eine gleichfalls für die mittelbare Längenmessung bestimmte Tangentschraube, s. Abschnitt „Tachymetermessungen“, S. 138.

Als Nachtragetheodolite werden meist jedoch kleine Hängetheodolite benutzt, von denen eine Ausführung in Abb. 58 wiedergegeben ist. Dieses Instrument hängt an einem Stahlpfriemen, der entweder mittels Hammer und Schlagbolzen in die Zimmerung oder das Gestein eingetrieben oder, mit Gewinde versehen, in Holzstempel eingedreht oder

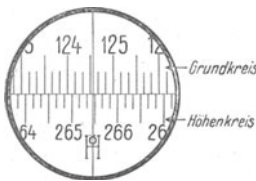


Abb. 57. Teilungsbild beim Steilschachttheodolit von Breithaupt.

aber mittels eines Anschraubstückes an eiserne Stempel angeschraubt wird. Zum Anschluß an Festpunkte kann ein Pfriemen mit verstell- und verschwenkbarer Zentriervorrichtung nach Brandenburg oder eine Stativ-Aufhängevorrichtung nach Köplitz benutzt werden; auch ist ausnahmsweise die Verwendung des Hängetheodolits in umgekehrter Lage auf einem Zapfenstativ möglich.

Der konische Ansteckzapfen des Pfriemens, des Anschraubstückes oder des Stativs trägt eine Nute, in die ein federnder Stift der Ansteckhülse des Instrumentes beim Aufstecken einschnappt und so ein Abgleiten verhindert, bevor durch die Flügelschraube das Festklemmen

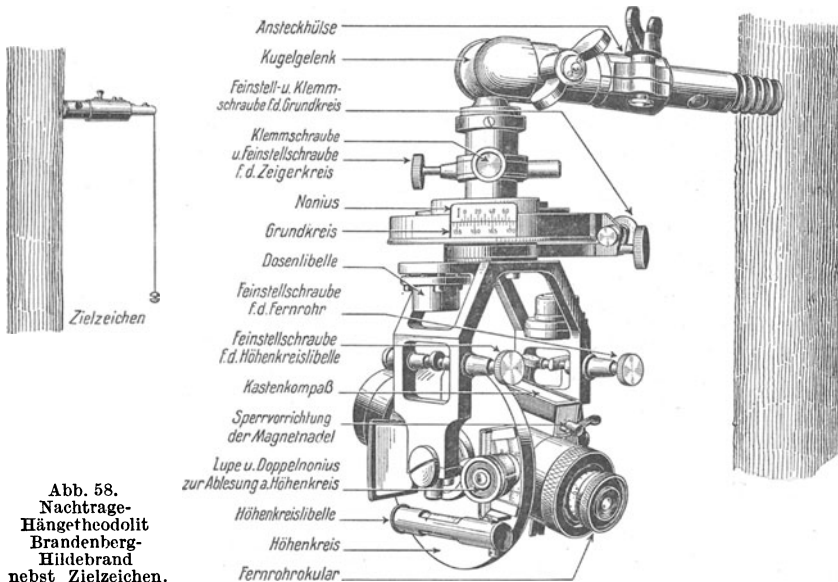


Abb. 58.  
Nachtrage-  
Hängetheodolit  
Brandberg-  
Hildebrand  
nebst Zielzeichen.

erfolgt ist. Zwischen Ansteckhülse und Theodolit befindet sich ein Kugelgelenk, in dem das Instrument bei der Lotrechtstellung der Umdrehungsachse so lange verschwenkt wird, bis die Dosenlibelle einspielt. Dann erfolgt auch hier die Klemmung mittels einer Flügelschraube. Der Grundkreis, der 8 cm Durchmesser besitzt, ist in volle Grade geteilt und linksläufig beziffert, da er bei der Messung mit dem Fernrohr gedreht wird, während der Zeigerkreis stehenbleibt. Im übrigen ist auch der Zeigerkreis mit Klemm- und Feinstellschraube versehen und gegen die lotrechte Umdrehungsachse verstellbar, so daß mit dem Hängetheodolit Wiederholungsmessungen möglich sind. Als Zeiger werden auf einer Seite ein 12teiliger Nonius zur Ablesung der Winkel auf  $5'$  und Schätzung auf  $2,5'$ , auf der Gegenseite gewöhnlich ein Strich zwecks Schätzung auf  $1/10^0$  benutzt. Das mit Bimlerschem Strichkreuz, s. S. 31, Abb. 37, versehene Fernrohr hat 21fache Vergrößerung und 0,5 m Mindestzielweite. Auf seiner Kippachse sitzt der in  $1/2^0$  geteilte und nach Viertelkreisen bezifferte Höhenkreis von 7 cm Durchmesser, während der Zeigerkreis hierzu neben der Libelle 2 Doppelnonien als Zeiger trägt,



Beispiel einer Messung mit dem Nachtrage-  
28. Januar 1931. Zeche Glückauf, 5. Sohle, 2. östl. Abt.-Querschlag, Flöz Anna,

Standpunkt	Zielpunkt	Richtungswinkel		Neigungswinkel = Mittel aus Vorwärts- und Rück- wärtsvisur	Flache Länge	Söhlige Länge	Seiger- teufe	Höhe des Punktes unter N.N.
		°	'	°	m	m	± m	± m
P.M. 120	P.M. 119	142	15					— 615,85
„ „ 120	H.T. 1	55	45	—	22,35	22,35	—	— 615,60
H.T. 1	„ „ 2	<u>144</u>	<u>10</u>	+ 37 24	18,63	14,80	+ 11,31	— 604,29
„ „ 2	„ „ 3	326	40	+ 38 06	27,41	21,57	+ 16,91	— 587,38
„ „ 3	„ „ 4	<u>328</u>	<u>40</u>	—	16,28	16,28	—	— 587,38

Bemerkung: Die unterstrichenen Richtungswinkel sind als Gegenrichtungen bei der

an denen die Neigungswinkel bis auf einzelne Minuten durch eine schwenkbare Lupe abgelesen werden können. Die höhere Genauigkeit in der Ermittlung der Neigungswinkel gegenüber den Brechungswinkeln ist durch die Verwendung dieser Werte zur trigonometrischen Höhenberechnung bedingt. Ein Kastenkompaß, der auf einer Seite des Fernrohres angeschraubt wird, vervollständigt die Einrichtung. Als Zielzeichen benutzt man bei der Messung ein gegen das Instrument auswechselbares Lotsignal, Abb. 58, links, dessen an einem Kettchen hängende Zielkugel sich in gleicher Entfernung vom Aufhängepunkt befindet wie die Mitte des Fernrohres, so daß Zwangszentrierung stattfindet. Besondere Ansteckhülsen mit Haken zum Einhängen des Meßbandes erleichtern die schwebende Längenmessung. Für die optische Entfernungsmessung hat sich die in lotrechter und waagerechter Lage verwendbare, auch mit eingebauter schlagwettersicherer elektrischer Beleuchtung versehene Entfernungsmeßplatte Schmidt-Hildebrand bewährt, deren Teilungsstrichstärke der jeweiligen Zielweite angepaßt ist, Abb. 59.

Die Messung mit dem Hängetheodolit erfolgt in der Regel folgendermaßen: Man stellt den bekannten Richtungswinkel der Anschlußseite vom Standpunkt zum rückwärtigen Zielpunkt am Zeiger ein und zielt unter Benutzung der oberen Klemm- und Feinstellschraube diesen Punkt an. Sodann löst man die Klemmschraube des Grundkreises und richtet nun das Fernrohr auf den vorwärts gelegenen Punkt. Nach Festklemmung und Feineinstellung des Grundkreises wird der durch mechanische Addition erhaltene Richtungswinkel der ersten neuen Zugseite abgelesen. Erforderlichenfalls werden auch gleichzeitig die Nei-

Hängetheodolit.  
Grundstrecke nach Osten, Überhauen zur Teilsohle.

Abstand des Punktes von der Sahle m	Höhe der Sohle unter N.N. ± m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
2,20	— 618,05	P.M. 119	Hängetheodolit Nr. 12913 von Hildebrand und 30 m Stahlmeißband 
2,10	— 617,70	H. T. 1	
1,45	— 605,74	„ „ 2	
1,60	— 588,98	„ „ 3	
1,60	— 588,98	„ „ 4	

Zulage um 180° zu verändern.

gungswinkel der Zugseiten gemessen. Bei Messung des zweiten Brechungswinkels bleibt beim Anzielen des linken Punktes das vorher ermittelte Ergebnis der ersten Winkelmessung stehen. Mißt man nun in gleicher Weise wie vorher, so erhält man als folgende Ablesung den Richtungswinkel der zweiten Seite  $\pm 180^\circ$  bzw.  $\pm 200^\circ$ . Abwechselnd ergeben sich also immer die wirklichen oder die um  $180^\circ$  bzw.  $200^\circ$  zu verbessernden Richtungswinkel der

Zugseiten. Da bei diesem Verfahren die Brechungswinkel nur in einer Fernrohrlage je einmal gemessen und an einem Zeiger abgelesen werden, so findet eine Ausschaltung etwaiger Instrumentenfehler, wie Ziel- und Kippachsenfehler des Fernrohres oder Exzentrizität zwischen Teil- und Zeigerkreis, nicht statt. Um den Vorteil der Messung in beiden Fernrohrlagen zu haben, ohne die Bequemlichkeit der unmittelbaren Richtungswinkelermittlung aufzugeben, kann der Grundkreis in Doppelgrade eingeteilt und beziffert werden. Man hat dann durch Messung in beiden Fernrohrlagen erst den einfachen Brechungswinkel bestimmt, der zu dem anfangs eingestellten Richtungswinkel selbsttätig zugezählt wird. In diesem Falle ergeben sich alle Richtungswinkel zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  bzw.  $0^\circ$  und  $200^\circ$  richtig, während alle Richtungen zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$  bzw.  $200^\circ$  und  $400^\circ$  um  $180^\circ$  oder  $200^\circ$  zu klein erhalten werden.

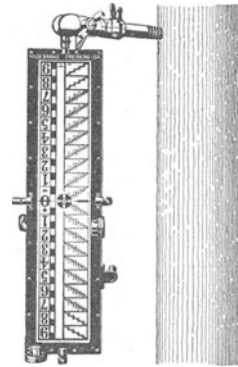


Abb. 59. Entfernungsmessplatte Schmidt-Hildebrand in lotrechter Gebrauchslage.

### Lageaufnahmen.

Die Lageaufnahme, die man auch über Tage als Stückvermessung, unter Tage als Kleinaufnahme bezeichnet, bezweckt die Ermittlung der grundrißlichen Lage, Form und Größe der in Plänen und Rissen darzustellenden Gegenstände über und unter Tage.

**46. Stückvermessung über Tage.** Die Bestimmung der Lage einzelner Eck- oder Brechpunkte erfolgt entweder:

1. unmittelbar von Festpunkten aus, indem man die söhlichen Entfernungen nach den Eck- oder Brechpunkten und die Richtungen dieser Verbindungen gegen eine bekannte Ausgangslinie, d. h. also die Polarkoordinaten dieser Punkte in bezug auf den jeweils benutzten Festpunkt und eine Anfangsrichtung mißt, oder häufiger:

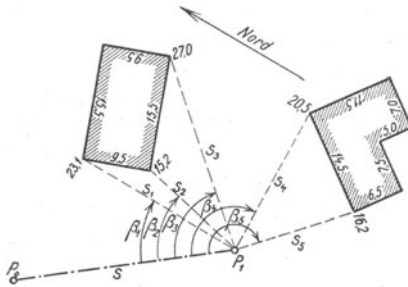


Abb. 60. Gebäudeaufnahme nach dem Polarkoordinatenverfahren.

2. von den Verbindungslinien je zweier Festpunkte aus, wobei man die söhlichen Entfernungen in Richtung dieser Linien und rechtwinklig hierzu, d. h. also die rechtwinkligen Koordinaten der Eckpunkte bezogen auf die Verbindungslinie und ihren Anfangspunkt ermittelt.

Im ersteren Falle wird für die Aufnahme ein Längenmeßgerät und ein Instrument zum Messen von Brechungswinkeln gebraucht, im letzteren sind 2 Längenmeßgeräte und ein Instrument zum Abstecken rechter Winkel erforderlich. Beide Aufnahmearten sollen an einem einfachen Beispiel der Lageaufnahme zweier Gebäude nachstehend kurz erläutert werden.

Beim Polarkoordinatenverfahren, Abb. 60, mißt man der

Reihe nach die söhlichen Entfernungen  $s_1$  bis  $s_5$  vom Festpunkt  $P_1$  nach den sichtbaren Eckpunkten der beiden Gebäude mit dem Stahlmeßband oder der Meßkette und bestimmt sodann die Brechungswinkel  $\beta_1$  bis  $\beta_5$ , welche die söhlichen Entfernungen mit der Ausgangslinie einschließen, mit dem Theodolit. Längen und Winkel werden in Tabellen übersichtlich eingetragen.

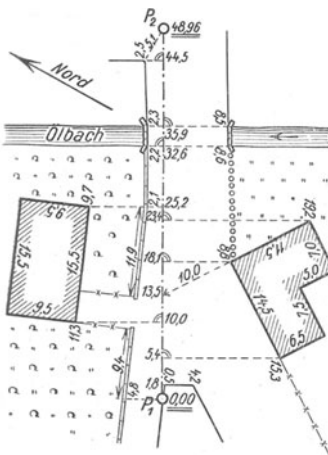


Abb. 61. Lageaufnahme nach dem rechtwinkligen Koordinatenverfahren.

Bei dem rechtwinkligen Koordinatenverfahren, Abb. 61, wird zunächst ein Stahlmeßband in Richtung von  $P_1$  nach  $P_2$  auf dem Boden so ausgestreckt, daß es mit dem Nullpunkt auf  $P_1$  liegt. Dann geht man mit einem Winkelspiegel oder Winkelprisma über dem Band von  $P_1$  nach  $P_2$  vor und sucht in der auf S. 33/34 beschriebenen Weise

nacheinander die Fußpunkte der Rechtwinkligen von den zweckmäßigerweise durch lotrecht aufgestellte Fluchtstäbe gut sichtbar gemachten Gebäude- und sonstigen Ecken auf. Die Entfernungen der Fußpunkte vom Anfangspunkt  $P_1$  der Aufnahmelinie sind am Meßband unmittel-

bar abzulesen, während die rechtwinkligen Entfernungen der Ecken von der Aufnahmelinie mit einer Meßkette oder einem Rollbandmaß gemessen werden.

Für Gebäude, deren Begrenzungsmauern rechtwinklig zueinander verlaufen, genügt die Festlegung zweier Eckpunkte einer Hausseite. Man wird jedoch nach Möglichkeit auch die Gelegenheit zu Probe- und Sicherungsmessungen wahrnehmen, indem man entweder weitere Punkte von der Aufnahmelinie aus bestimmt oder die Verlängerung von Gebäudefluchten auf dem Meßband einmißt oder Stichmaße von den Festpunkten aus ermittelt. In gleicher Weise, wie vorstehend für Gebäudeecken gezeigt, werden auch die Begrenzungspunkte von Wegen, Bahnlinien und Gewässern, von Gärten, Äckern, Wiesen, Weiden, Wäldern, weiter die Brechpunkte der aus Mauern, Hecken oder Zäunen bestehenden Einfriedigungen, Böschungs- und Eigentumsgrenzen und alle Einzelgegenstände, wie Schächte, Stollenmundlöcher, Brücken, Durchlässe, Denkmäler, Wegweiser, Grenz- und Kilometersteine usw. eingemessen.

Das rechtwinklige Verfahren wird im ebenen Gelände immer bevorzugt, da es keine eigentliche Winkelmessung, sondern nur eine Winkelabsteckung mit kleinen handlichen Instrumenten erfordert und zudem eine einfachere Auftragung zuläßt. Im übrigen erzielt man bei dieser Art auch eine größere Genauigkeit, weil von den meist an den Häusern entlangführenden Aufnahmelinien nur kurze Entfernungen zu messen sind.

Im unebenen Gelände müssen bei beiden Aufnahmearten alle flach gemessenen Entfernungen auf ihre söhlichen Werte zurückgeführt werden, was Neigungswinkelmessungen für jede Länge erforderlich macht.

Um an verkehrsreichen Stellen im Großstadtbetriebe, bei Gleisanlagen usw. das rechtwinklige Verfahren bequem anwenden zu können, hat die Firma Zeiss einen Lotstab-Entfernungsmesser gebaut, bei dem man mittels Doppelwinkelprisma die Fußpunkte der Rechtwinkligen aufsucht und die Abstände in Richtung der Aufnahmelinie und rechtwinklig hierzu nach Art der Doppelbildentfernungsmessung unter Zuhilfenahme zweier geteilter Holzlatten — eine im Anfangspunkt der Aufnahmelinie und eine im Endpunkt der Rechtwinkligen — bestimmt, s. S. 143/144.

Die Form der aufzunehmenden Gegenstände wird, soweit sie sich nicht schon aus den Verbindungslinien der festgelegten Punkte ergibt, durch Ausmessen aller Seiten ermittelt. So mißt man z. B. bei Gebäuden ringsherum die Längen der Haussockel, bei Flächen die Grenzlinien.

Wird von einzelnen Gegenständen, z. B. Flächen, auch die Ermittlung der Größe verlangt, so kann das, bei der rechtwinkligen Aufnahme in der Regel gleich aus den bei der Messung gewonnenen Maßen erfolgen, s. S. 65. Sonst kommt diese Größenbestimmung erst nach Fertigstellung der maßstäblichen Planzeichnung in Betracht, s. S. 225 u. f.

Bei allen Lageaufnahmen muß eine klare und deutliche Handzeichnung angefertigt werden, in der außer den Festpunkten und Meßlinien auch die Begrenzungen der Gegenstände in wirklichem Zusammenhang, aber nur ungefähr maßstäblich einzutragen sind. Die

einzelnen Gegenstände werden durch Zeichengebung oder entsprechende Beschriftung kenntlich gemacht. Soweit das rechtwinklige Aufnahmeverfahren angewendet wurde, sind auch alle Maßzahlen, wie in den Abb. 61 und 62 angegeben, in die Handzeichnung einzuschreiben.

Diese Handzeichnungen bilden die Unterlage für die spätere maßstäbliche Darstellung. Sie müssen so hergestellt sein, daß sowohl der Beobachter als auch irgendein anderer Sachkundiger jederzeit die richtige Auftragung der Aufnahme vornehmen kann.

In Übereinstimmung mit den Grenzen der Darstellungsmöglichkeit auf Plänen und Rissen — auch größeren Maßstabes — wird es im allgemeinen genügen, die Maße für die Kleinaufnahme auf etwa 5 cm genau zu bestimmen. Doch ist es für hochwertige Grundstücke, deren Größen nach Messungszahlen zu ermitteln sind, empfehlenswert, die Längen auf Zentimeter genau zu messen.

Fehlergrenzen für die Längenmessungen bei der Stückvermessung sind in den Ergänzungsbestimmungen I. Teil zu den preußischen Vermessungsanweisungen VIII, IX und X vom 1. Juni 1931 enthalten.

Die auf S. 62 beschriebene Lageaufnahme von einem Festpunkt oder einer Aufnahmelinie aus kann nur für ein örtlich sehr eng begrenztes Gebiet angewendet werden, da bei diesem Verfahren die Entfernungen von den Aufnahmepunkten oder Linien bis zu den aufzunehmenden Gegenständen nicht zu lang werden dürfen. Im allgemeinen erfordert die Lageaufnahme eine Reihe von Festpunkten und Aufnahmelinien, die sich unter beliebigen Winkeln schneiden. Der so entstehende Linienzug muß dann als Grundlage der später auszuführenden Lageaufnahme zunächst durch Längen- und Winkelmessung besonders festgelegt werden, s. Abschnitt „Polygonmessungen“, S. 68 u. f.

**47. Kleinaufnahme in der Grube.** Durch die grundrißliche Kleinaufnahme werden die Stöße der söhligen und flachen Grubenstrecken, die Querschnitte der Blindschächte und Rolllöcher, die Begrenzungen der Füllörter, Maschinen- und Sprengstoffkammern, der Abbau- und Versatzflächen, die Lage von Blindörtern und Ortsstößen, von Brand- und Wasserdämmen, von Störungen und Grenzen der Gebirgsschichten eingemessen. Als Grundlage für diese Aufnahme dienen die in kurzen Zeitabschnitten regelmäßig durchgeführten Zugmessungen. Da sich Theodolit- und Kompaßzüge dem Verlauf der Grubenstrecken völlig anpassen müssen, kann die Festlegung der Einzelheiten des Grubengebäudes meist durch einfache Längenmessung mit der Meßkette von den Punkten und Seiten des Zugnetzes aus ohne Zuhilfenahme von irgendwelchen Winkelmeß- oder Absteck-Instrumenten erfolgen. Die durchweg sehr kurzen Rechtwinkligen werden nach Augenmaß gefällt oder errichtet, gegebenenfalls nimmt man einen Holzwinkel zu Hilfe. So mißt man z. B. von den ungefähr in Streckenmitte gelegenen Theodolitpunkten die Abstände nach beiden Streckenstößen und erhält bei Querschlägen, Richtstrecken, Überhauen und Bremsbergen durch geradlinige, bei Grund- und Teilstrecken meist durch krummlinige Verbindung der so festgelegten Stoßpunkte auch die Begrenzungslinien der Strecken.

Liegen die Meßpunkte an den Streckenstößen, wie bei Hängetheodolit- und Kompaßzügen, so braucht man nur die Breite der Strecken zu messen, um ihren Verlauf zu erhalten. Die Eckpunkte von Blindschächten, Kammern oder Abbauf Flächen bestimmt man wie über Tage beim rechtwinkligen Verfahren von den Zugseiten aus, ebenso die Grenzen von Störungen und Gebirgsschichten an den Streckenstößen. Bei letzteren und bei Blindörtertern wird auch wohl lediglich die Lage des Kreuzungspunktes mit der Zugseite an dieser abgelesen. Die Maße bis zu den Ortsstößen werden jeweils vom letzten Festpunkt des Zugnetzes aus ermittelt.

**48. Flächenaufnahme und -berechnung.** 1. Wenn über Tage bei der Lageaufnahme nach rechtwinkligen Koordinaten eine geradlinig begrenzte Fläche von einer Aufnahmelinie durchschnitten wird, so teilen die Aufnahmelinie und die Rechtwinkligen hierzu diese Fläche in eine Anzahl einfacher geometrischer Figuren, meist Dreiecke, Trapeze und unregelmäßige Vierecke. Will man den Inhalt der Gesamtfläche ermitteln, so berechnet man die Einzelflächen aus den bei der Messung gewonnenen Maßzahlen und erhält durch Addition ein nur von etwaigen Messungsfehlern, nicht aber von Zeichenfehlern und Papierengang beeinflusstes Ergebnis. In Abb. 62 setzt sich die Gesamtfläche des Fünfecks aus den 5 Einzelflächen *a*, *b*, *c*, *e* und *f* zusammen. Davon sind *a* und *c* Dreiecke, *b* ein Trapez, *e* und *f* unregelmäßige Vierecke. Das Viereck *e* läßt sich als Differenz des Trapezes *d* + *e* und des Dreiecks *d*, das Viereck *f* als Differenz des Trapezes *f* + *g* und des Dreiecks *g* bestimmen. Man bekommt dann nach bekannten Formeln mit den Zahlen der Abb. 62 folgende Inhaltsberechnung:

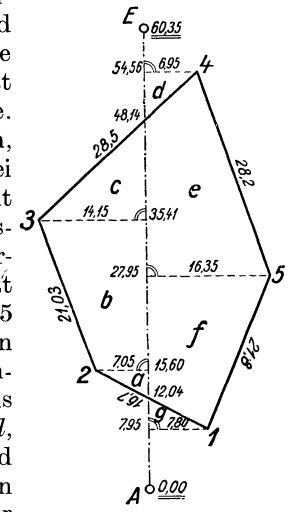


Abb. 62. Flächenaufnahme und berechnung nach Maßzahlen.

$$\begin{aligned}
 \text{Dreieck } a &= \frac{(15,60 - 12,04) \cdot 7,05}{2} &&= 12,55 \text{ m}^2 \\
 \text{Trapez } b &= \frac{(35,41 - 15,60) \cdot (7,05 + 14,15)}{2} &&= 209,99 \text{ ,,} \\
 \text{Dreieck } c &= \frac{(48,14 - 35,41) \cdot 14,15}{2} &&= 89,99 \text{ ,,} \\
 \text{Viereck } e &= \frac{(54,56 - 27,95) \cdot (16,35 + 6,95)}{2} - \frac{(54,56 - 48,14) \cdot 6,95}{2} &&= 287,70 \text{ ,,} \\
 \text{Viereck } f &= \frac{(27,95 - 7,95) \cdot (16,35 + 7,80)}{2} - \frac{(12,04 - 7,95) \cdot 7,80}{2} &&= 225,55 \text{ ,,} \\
 \hline
 F &= 825,78 \text{ m}^2 \\
 &\approx 826 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Die Berechnung der Einzelflächen erfolgt in der Regel bis auf die 2. Dezimale der Quadratmeter, die Gesamtfläche ist auf volle Quadratmeter abzurunden.

Sind die Schnittpunkte der Aufnahmelinie mit den Seiten 1 bis 2 und 3 bis 4 der Fläche nicht oder nur ungenau bestimmt worden, so wird die Berechnung besser so vorgenommen, daß man als Einzelflächen die Trapeze  $b$ ,  $d + e$  und  $f + g$  sowie die „verschränkten“ Trapeze  $a - g$  und  $c - d$  ermittelt und deren Inhalt zusammenzählt.

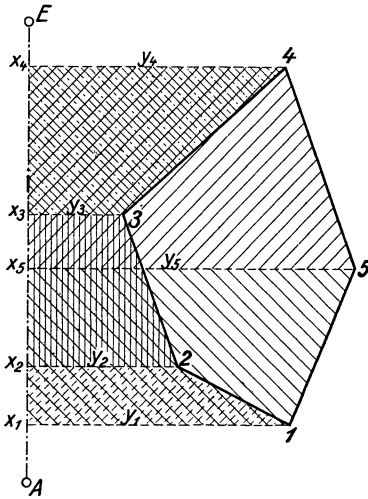


Abb. 63.  
Flächenberechnung aus Koordinaten.

2. Liegt die Aufnahmelinie ganz außerhalb der Fläche, so kann man aus den Messungszahlen auch einzelne Trapeze errechnen, jedoch muß ein Teil derselben von den anderen abgezogen werden. In der Abb. 63 sind die Fußpunktabstände der Rechtwinkligen vom Anfangspunkt  $A$  der Aufnahmelinie mit  $x_1$  bis  $x_5$ , die Rechtwinkligen selbst mit  $y_1$  bis  $y_5$  bezeichnet worden. Wie man ohne weiteres sieht, ist das Fünfeck gleich der Summe der beiden großen Trapeze, die links von der Aufnahmelinie, rechts von den Flächenseiten 1 bis 5 und 4 bis 5 begrenzt werden minus der Summe der 3 kleinen Trapeze, die links von der Aufnahmelinie und rechts von den Seiten 1 bis 2, 2 bis 3 und 3 bis 4 begrenzt werden. Also ist der Flächeninhalt des Fünfecks

$$F = \frac{y_1 + y_5}{2} \cdot (x_5 - x_1) + \frac{y_5 + y_4}{2} \cdot (x_4 - x_5) - \left[ \frac{y_1 + y_2}{2} \cdot (x_2 - x_1) + \frac{y_2 + y_3}{2} \cdot (x_3 - x_2) + \frac{y_3 + y_4}{2} \cdot (x_4 - x_3) \right].$$

Daraus folgt

<p>nach <math>x</math> geordnet:</p> $2F = x_1 \cdot (y_2 - y_5) + x_2 \cdot (y_3 - y_1) + x_3 \cdot (y_4 - y_2) + x_4 \cdot (y_5 - y_3) + x_5 \cdot (y_1 - y_4)$	oder	<p>nach <math>y</math> geordnet:</p> $2F = y_1 \cdot (x_5 - x_2) + y_2 \cdot (x_1 - x_3) + y_3 \cdot (x_2 - x_4) + y_4 \cdot (x_3 - x_5) + y_5 \cdot (x_4 - x_1)$
---	------	---

oder allgemein  $2F = \sum x_n \cdot (y_{n+1} - y_{n-1})$

bzw.  $2F = \sum y_n \cdot (x_{n-1} - x_{n+1})$ .

Diese Gaußschen Flächenformeln sind für jedes beliebige Vieleck aufzustellen und gleich hinzuschreiben. Betrachten wir, wie bei einem rechtwinklig-ebenen Koordinatensystem, die Werte  $x$  und  $y$  zusammen als Koordinaten, so entsprechen die  $x$ -Abstände den Abszissen, die  $y$ -Abstände den Ordinaten eines örtlichen Systems mit dem Nullpunkt  $A$  und der Aufnahmelinie  $A$  bis  $E$  als Abszissenachse. Die vorstehenden Gleichungen besagen dann:

„Der doppelte Inhalt eines Vielecks ist gleich der Summe der Abszissen aller Eckpunkte, jede multipliziert mit dem Unterschied der Ordina-

naten der beiden Nachbarpunkte“ oder auch „der doppelte Inhalt eines Vielecks ist gleich der Summe der Ordinaten aller Eckpunkte, jede multipliziert mit dem Unterschied der Abszissen der beiden Nachbarpunkte.“

Ob man bei Bildung der Unterschiede im Uhrzeigersinn oder umgekehrt vorgeht, ist an sich gleichgültig. Man muß bei jeder Berechnung nur einen Drehsinn beibehalten. Die gleichen Formeln werden auch für die Berechnung von Flächen aus Plänen angewendet, wenn die für einen größeren Bezirk geltenden rechtwinklig-ebenen Koordinaten der Eckpunkte gegeben sind, z. B. bei der Berechnung der Größe eines Grubenfeldes.

Für die Ausführung der Flächenberechnungen benutzt man zweckmäßigerweise Rechentafeln, aus denen die Produkte aller dreistelligen Zahlen ohne weiteres entnommen werden können oder noch besser Rechenmaschinen, die auf rein mechanischem Wege die Ergebnisse von 8- bis 10stelligen Produkten liefern.

**49. Flächenteilung.** Die Teilung geradlinig begrenzter Flächen, die z. B. bei der Flurbereinigung oder Grenzregulierung häufig notwendig wird, kommt auch im Berechtamswesen, z. B. bei der realen Teilung oder dem Austausch von Grubenfeldern, vor. Im ersteren Falle wird man diese Aufgabe meist unter Zuhilfenahme von Messungszahlen, im letzteren mit den Bezirkskoordinaten der Eckpunkte rechnerisch lösen. Je nach Flächenform und den für die Teilungslinien vorgesehenen Verlauf können verschiedene Wege eingeschlagen werden. Da es in der Regel nur darauf ankommt, daß die Hauptbedingung — richtige Größe der Teilflächen — streng erfüllt ist und die Nebenbedingungen — z. B. Lage der Teilungslinien — lediglich genähert erfüllt zu sein brauchen, wird man zur Vermeidung umständlicher Berechnungen bestrebt sein, die Aufgaben möglichst einfach zu gestalten, indem man zunächst Näherungslösungen z. B. an Hand einer Zeichnung sucht.

Im folgenden Beispiel, Abb. 64, soll von dem durch die Koordinaten seiner Eckpunkte gegebenen Grubenfeld  $ABCD$  eine Fläche  $F$  so abgetrennt werden, daß die Teilungslinie  $PQ$  ungefähr parallel zur Seite  $AD$  verläuft. In einer maßstäblichen Darstellung des Feldes ist die Teilung zunächst graphisch durchgeföhrt und dabei die Strecke  $AP = a$  genügend genau abgegriffen worden. Mit Hilfe dieser Strecke und der aus den Koordinaten von  $A$  und  $B$  ermittelten Richtung  $AB$  sowie der Koordinaten von  $A$  können jetzt, wie beim

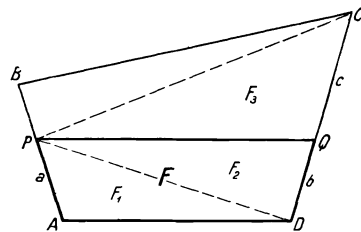


Abb. 64. Flächenteilung.

Polygonzug, S. 72 u. f., die Koordinaten von  $P$  berechnet werden, so daß es sich dann nur noch um die Ermittlung der Lage des Punktes  $Q$  handelt. Denkt man sich den Punkt  $P$  mit  $C$  und  $D$  verbunden, so entstehen drei Dreiecke  $APD$ ,  $PQD$  und  $PCQ$ , deren Flächeninhalte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  sind. Hiervon lassen sich  $F_1$  und  $F_2 + F_3$  aus den Koordinaten der Eckpunkte dieser Flächen berechnen, während  $F_2 = F - F_1$  ist. Da die beiden Dreiecke  $F_2$  und  $F_3$  in bezug auf  $CD$  gleiche Höhen haben, so verhalten sich ihre Flächeninhalte wie ihre Grundlinien, also

$$F_2 : F_3 = b : c \quad \text{oder} \quad \frac{F_2}{F_2 + F_3} = \frac{b}{b + c}.$$

Die Strecke  $b + c$  ist, ebenso wie ihre Richtung, aus den Koordinaten von  $C$  und  $D$  zu ermitteln, wonach sich dann der noch unbekannt Wert

$$b = \frac{F_2 \cdot (b + c)}{F_2 + F_3}$$

ergibt. Mit  $b$ , der Richtung  $DC$  und den Koordinaten von  $D$  errechnet man schließlich die Koordinaten des Punktes  $Q$ .



## Polygonmessungen.

Die unmittelbare Grundlage für Lageaufnahmen über und unter Tage bilden gewöhnlich Polygonzüge, d. h. Linienzüge, bei denen die Längen der einzelnen Seiten und die Brechungswinkel zwischen diesen Seiten ermittelt werden. Man unterscheidet der äußeren Form nach offene Polygonzüge, die gestreckt, unregelmäßig geformt oder miteinander verknüpft sein können, und geschlossene Polygonzüge, die wieder zum Anfangspunkt zurückgeführt werden, ferner dem Anschluß nach einseitig angeschlossene Polygonzüge, die an einem bekannten Punkt und einer bekannten Richtung beginnen oder enden, und doppelt angeschlossene Züge, die sowohl im Anfangs- als auch im Endpunkt einen Koordinaten- und Richtungsanschluß aufweisen. Polygonzüge, die im Anfangs- und Endpunkt nur einen Koordinatenanschluß haben, nennt man Einrechnungszüge, während Polygone ohne jeden Anschluß als freie Züge bezeichnet werden.

Die Messung der Längen im Polygonzug erfolgt mit dem Stahlmeßband oder mit Meßplatten, die Messung der Winkel ausschließlich mit dem Theodolit.

Im geschlossenen Polygon ergibt sich eine Winkelprobe aus der Summe aller gemessenen Polygonwinkel, die bei einem  $n$ -Eck  $= (n-2) \cdot 180^\circ$  bzw.  $(n-2) \cdot 200^\circ$  sein muß, wenn die Innenwinkel gemessen sind, oder  $= (n+2) \cdot 180^\circ$  bzw.  $(n+2) \cdot 200^\circ$ , wenn es sich um die Außenwinkel handelt.

Die Ergebnisse der Längen- und Winkelmessung sind in einem Beobachtungsbuch tabellarisch geordnet einzutragen und durch Handzeichnungen zu erläutern.

**50. Polygonzüge über Tage.** In dem zu vermessenden Gebiet wird in der Regel zunächst ein Hauptpolygonnetz geschaffen, das möglichst aus ringförmig um das Gebiet gelegten Hauptzügen mit Querverbindungen zu trigonometrischen Punkten innerhalb des Gebietes besteht. Dieses Hauptnetz wird sodann durch Nebenzüge und Einbindung von weiteren Linien so verdichtet, daß eine genaue Aufnahme sämtlicher Tagesgegenstände vorgenommen werden kann. Bei der Auswahl der dauerhaft vermarkten Polygonpunkte muß darauf Rücksicht genommen werden, daß einmal die Längen- und Winkelmessungen ungehindert durchzuführen sind, und daß ferner Punkte und Zugseiten für die Stückvermessung günstig liegen. Im allgemeinen wird der Verlauf der Polygonzüge den Straßen, Bahnlinien, Wasserläufen usw. folgen, doch sollen die Züge im Hauptnetz möglichst gestreckt und ihre Seiten auch ungefähr gleich lang sein.

Die Längen der einzelnen Polygonlinien, die zwischen 50 und 300 m gewählt werden, sind stets doppelt im Hin- und Hergang zu messen.

Die Polygonwinkel werden durch einmalige Wiederholungsmessung in beiden Fernrohrlagen oder durch Messung des Haupt- und Ergänzungswinkels in je einer Lage bzw. in einem Satze bestimmt. In letzterem Falle wird zur Vermeidung grober Ablesefehler der Teilkreis nach der Beobachtung in der ersten Fernrohrlage verstellt.

Beim An- und Abschluß eines Polygonzuges an Bodenpunkte — Polygonpunkte früherer Messungen oder trigonometrische Punkte — kann die Anschlußwinkelmessung auf diesen Punkten und die Längenmessung der ersten oder letzten Polygonseite unmittelbar erfolgen. Für den Anschluß an hochgelegene Punkte sind dagegen besondere Anschlußdreiecke zu legen, in denen die zur Berechnung der Anschlußwinkel und -längen benötigten Bestimmungsstücke gemessen werden, s. S. 76.

**51. Polygonzüge unter Tage.** In der Grube sind die Bedingungen für die Anlage und Durchführung der Polygonzüge wesentlich ungünstiger als über Tage. Ein einheitlich zusammenhängendes Netz kann hier von vornherein nicht festgelegt werden, da die Messungen mit dem allmählichen Fortschreiten der Baue im allgemeinen abschnittsweise vorgenommen werden müssen. Die Gestaltung der Züge hängt vom Verlauf der Grubenstrecken ab, was häufig die Einschaltung von unvorteilhaften, kurzen Zugseiten notwendig macht. Messungskontrollen durch Abschluß der Züge auf bekannten Festpunkten oder durch geschlossene Züge sind nicht immer zu bekommen. Veränderungen der Polygonpunkte durch Gebirgsbewegungen treten dagegen häufig auf und machen den Anschluß weiterer Messungen unsicher. Alle diese Gründe, zu denen noch oft starker Wetterzug, schlechte Beleuchtung und enge Raumverhältnisse hinzugerechnet werden können, verlangen, zumindest von dem durch die Förder- und Wetterstrecken auf Sohlen und Teilsohlen gelegten Hauptzugnetz, erhöhte Genauigkeit und damit besondere Sorgfalt bei der Ausführung der Messungen.

Bei der Polygonmessung unter Tage handelt es sich zunächst fast durchweg um einseitig angeschlossene, offene Züge, die vielfach erst später nach Auffahrung weiterer Grubenbaue geschlossen werden können. Seltener werden auch Einrechnungszüge ausgeführt, s. S. 81. Der Anschluß der Messungen auf jeder Sohle erfolgt erstmalig vom Tage aus. In der Folge beginnen die Messungen an den Endpunkten der vorhandenen Züge. Um die unveränderte Lage dieser Punkte zu prüfen, wird der letzte Polygonwinkel der alten Messung erneut bestimmt und mit der früheren Beobachtung verglichen. Wenn sich eine genügende Übereinstimmung ergibt, kann die Messung fortgesetzt werden, andernfalls ist der Anschluß an weiter zurückliegende Festpunkte vorzunehmen.

Für das Hauptzugnetz werden dauerhaft — möglichst durch Firstenpflock mit Ringeisen — vermarkte Punkte gewählt, deren Lage von den Windungen der Strecken, von der Beschaffenheit der Firste, von der gesamten Zuglänge und von der Abzweigung anderer Strecken abhängt. Die Längen der Seiten des Hauptnetzes werden doppelt auf Millimeter gemessen, wobei die Normalspannung durch einen Spannungsmesser eingehalten wird. Ferner ist die Abweichung des Meßgerätes vom Sollmaß und der Temperatureinfluß zu berücksichtigen, s. S. 12. Die Winkelmessung in den Standpunkten erfolgt stets nach dem Wiederholungsmeßverfahren, s. S. 49 u. f., wobei auch im Hauptzugnetz eine zweimalige Wiederholung in der Regel ausreicht. Bei sehr kurzen Seiten

empfiehlt sich allerdings nach sorgfältigster Zentrierung eine vierfache Wiederholung der Winkel, sofern hier nicht die Messung mit Zwangszentrierung gewählt wird. Neben den Hauptwinkeln werden in wichtigeren Zügen auch die Ergänzungswinkel in gleicher Weise nach erneuter Prüfung der zentrischen und der lotrechten Stellung des Theodolits gemessen oder man führt einen Gegenzug mit neuen Punkten aus, wodurch sich eine Koordinatenprobe für den letzten Punkt ergibt. In flachen Grubenbauen wird mit der Polygonwinkelmessung auch gleich die Bestimmung der Neigungswinkel vorgenommen, die in jeder Fernrohrlage einmal und außerdem meist durch Hin- und Rückvisur gemessen werden.

Im Anschluß an die Punkte des Hauptzugnetzes legt man durch die Nebenstrecken überall dort, wo nicht die Kompaßmessung angewendet werden kann, als Nachtragungsmessung Polygonzüge, bei denen die Winkelmessung mit einem kleinen Nachtragetheodolit — Stand- oder Hängetheodolit — ausgeführt wird. Für die Nachtragungszüge genügt meist einmalige Winkelmessung in einer Fernrohrlage. Die Längen werden auf der Sohle oder schwebend auf Zentimeter gemessen oder auch auf optischem Wege mittelbar bestimmt.

**52. Zwangszentrierverfahren.** Durch dieses Verfahren soll der unvermeidliche Zentrierfehler, S. 54, möglichst ausgeschaltet werden. Zu diesem Zweck wird bei der Winkelmessung Theodolit und Zielzeichen gegeneinander so vertauscht, daß der Schnittpunkt der Ziel- und Kippachse des Instrumentes jeweils zwangsläufig nach Lage und Höhe an die Stelle des Zielpunktes am Signal gebracht wird und umgekehrt. Als Aufstellsvorrichtungen für Theodolit und Zielzeichen sind mindestens drei Stative, Sptreizen, Wandarme oder Pfriemen erforderlich. Während über Tage die Stativaufstellung auch bei der Zwangszentrierung gebräuchlich ist, hat sich hierfür in der Grube die Verwendung von Wandarmen oder Pfriemen besonders bewährt, da von diesen leicht mehr als drei mitgeführt und vorbereitend angebracht werden können, was zur Beschleunigung der Messung wesentlich beiträgt. Die Armaufstellung oder -aufhängung ist ohnedies ja auch in Strecken mit starker Förderung aus betrieblichen und in geneigten oder engen Grubenbauen aus räumlichen Gründen häufig geboten. Beim Zwangszentrierverfahren wird in der Regel mit verlorenen Punkten gearbeitet, doch muß an den An- und Abschlußpunkten des Zuges eine Zentrierung möglich oder die Erhaltung dieser Meßpunkte durch andere Maßnahmen, wie z. B. eingelassene Gewindebolzen, gesichert sein.

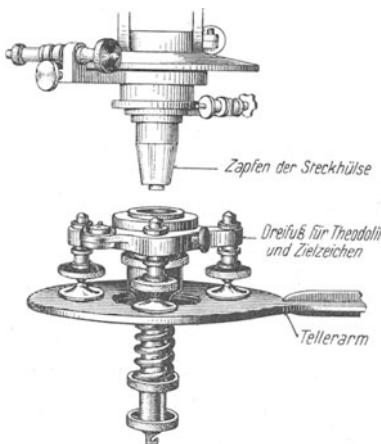


Abb. 65.  
Breithaupt'sche SteckhülsenVorrichtung.

Die gebräuchlichen Zwangszentriereinrichtungen unterscheiden sich im wesentlichen durch die Form des Aufstellungsarmes, seine Verbindung mit dem Theodolit oder Zielzeichen und durch die Ausbildung des letzteren.

Bei der Breithaupt'schen SteckhülsenVorrichtung bleiben die Dreifuße während der Messung auf den Tellern der einschraubbaren Wandarme oder der auf Einschraub- bzw. Einschlagpfriemen aufsteckbaren Gelenkstücke stehen. Der Theodolit wird sodann mit seiner Steckhülse, Abb. 65, in die Dreifußbuchse ein-

gesetzt und festgeschraubt. Das gleiche geschieht mit den Zapfen der Signale, die entweder als Scheibensignale oder als selbstleuchtende Spitzensignale, Abb. 56, S. 58, ausgebildet sind.

Die Freiburger Aufstellung benutzt einen einschraubbaren Arm mit verstellbaren Dreikantzapfen, auf dem ein dreiflügeliger Untersatz aufgesteckt und angeschraubt wird. Theodolit und Scheibensignale werden nun mit ihren gleichartigen Dreifüßen auf die Untersätze gestellt, wobei man den am unteren Ende der lotrechten Achsen befindlichen kugelförmigen Wulst, der genau in die Hülse des Untersatzes paßt, anklemmt, Abb. 66. Zur Erhaltung gleicher Höhen von Instrument und Zielzeichen wird eine Schraube des Theodolitdreifußes festgestellt, während die Dreifüße der Signale je eine feste Stütze besitzen. Neuerdings werden auch statt der Dreikantzapfen an den Aufstellungsarmen konische Zapfen verwendet, so daß sich die Untersätze um  $180^\circ$  drehen lassen.

Bei der Waldenburger Aufstellung sind die einschraubbaren Wandarme oder die an Pfiemen, Gewindebolzen oder Anschraubvorrichtungen zu befestigenden Ansteckarme mit einem zylindrischen Zapfen ausgerüstet, der mittels einer Dosenlibelle lotrecht gestellt und dann festgeklemmt werden kann. Der Theodolit wird mit einem besonderen Untersatz auf den Zapfen gesetzt, während die als einfache Stabsignale mit Kugel ausgebildeten Zielzeichen in die Durchbohrung dieses Zapfens gesteckt und durch ein Gewicht selbsttätig lotrecht gestellt werden. Wenn die Messung unter vermarkten Punkten zu erfolgen hat, sind zwischen Gelenkzapfen und Untersatz bzw. Zielzeichen ein oder zwei Zentrierstücke einzuschalten, Abb. 67.

Die Küntzel-Hildebrand-Aufstellung verwendet in gleicher Weise wie die Waldenburger Aufstellung Ansteckarme, in deren vorderes Ende entweder

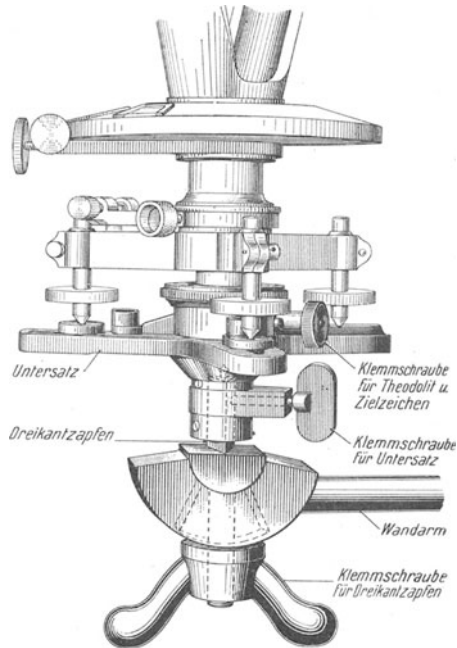


Abb. 66. Freiburger Aufstellung. (Nach Hildebrand.)

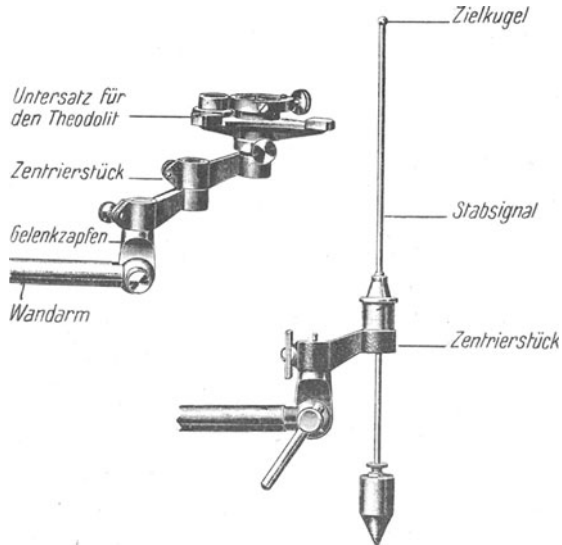


Abb. 67. Waldenburger Aufstellung. (Nach Fennel.)

ein Theodolitträger oder ein Zielzapfen zur Aufnahme des wie oben ausgebildeten Stabsignales eingesteckt wird. Der Aufsteckbolzen des Theodolitträgers kann von Hand gekippt und festgestellt werden, während die genaue Lotrechtstellung der Stehachse des Theodolits mittels zweier am Träger sitzender Feinstellschrauben erfolgt, Abb. 68. Die Zentrierung unter An- und Abschluß-

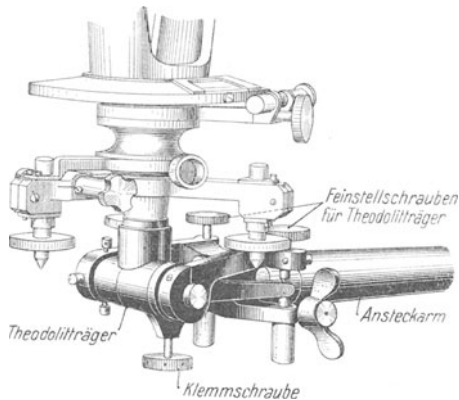


Abb. 68. Küntzel-Hildebrand-Aufstellung.

punkten geschieht mit dem Stativ, wenn nicht, wie z. B. bei Nachtragungsmessungen, die Einmessung der Aufsteckbolzen gegen den Stoß für die Wiederherstellung der Punkte genügt.

Bei der Aufstellung von Zeiss bleiben die DreifüÙe während der Messung auf den einschraubbaren Tellerarmen. Der Theodolit und die selbstleuchtenden Signale, die halbkugelförmig ausgebildet sind und auf der Zielscheibe konzentrische Zielkreise tragen, werden mit einem Steckzapfen in die zylindrischen Achsen der DreifüÙe eingesetzt und festgeklemmt. In ähnlicher Weise wie diese Zwangszentrierung ist auch die für über Tage vorgesehene

Polygon-Ausrüstung von Zeiss durch Einsetzen der von rückwärts zu beleuchtenden Scheibensignale in die auf den Stativen befestigten DreifüÙe zu handhaben.

Bei allen Aufstellungen, die eine Drehung des Theodolits und der Zielzeichen um die Steckzapfenachse gestatten, lassen sich noch etwa vorhandene, kleine Exzentrizitätsfehler durch Messung in zwei, um  $180^\circ$  veränderten Stellungen ausschalten.

Schließlich seien hier die Zwangszentrierungen bei dem Steigertheodolit und dem Hängetheodolit erwähnt, die nebst Zielzeichen in Abb. 42, S. 36, und Abb. 58, S. 59, wiedergegeben sind.

**53. Berechnung der Polygonzüge.** Bei der Berechnung eines Polygonzuges handelt es sich um die Ermittlung der rechtwinklig-ebenen Koordinaten aller Polygonpunkte. Für freie Züge nimmt man den Anfangspunkt als Koordinatennullpunkt und die erste Polygonseite als Ausgangsrichtung. Kann der Polygonzug dagegen im Anfang an zwei bekannte Festpunkte angeschlossen werden, so setzt man die Bezirkskoordinaten des letzten Punktes und den Richtungswinkel der Anschlußlinie als Anfangswerte in die Rechnung ein. Weiterhin werden die Brechungswinkel  $\beta$  und die gemessenen oder berechneten söhligen Längen  $s$  in das Berechnungsformular, s. S. 74/75, eingetragen.

Mit dem Richtungswinkel  $\alpha_0$  der Anschlußlinie und den gemessenen bzw. verbesserten Brechungswinkeln  $\beta$  leitet man nun nacheinander die Richtungswinkel aller Polygonseiten nach der allgemeinen Formel

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ,$$

s. S. 4, ab. Um die Richtigkeit dieser Ableitung in einem offenen Polygonzug zu prüfen, zählt man die Summe der Polygonwinkel  $[\beta]$  zum Richtungswinkel  $\alpha_0$  der Anschlußlinie und vermindert das Ergebnis um ein Vielfaches von  $180^\circ$ . Es ergibt sich dann der Richtungswinkel  $\alpha_e$  der letzten Polygonseite zu

$$\alpha_e = [\beta] + \alpha_0 - x \cdot 180^\circ.$$

Hierauf erfolgt die Berechnung der Koordinatenunterschiede  $dy$  und  $dx$  jeweils aus dem Richtungswinkel  $\alpha_n$  und der söhlichen Länge  $s_n$  nach den Formeln

$$dy = s \cdot \sin \alpha$$

und

$$dx = s \cdot \cos \alpha \text{ s. Abb. 4, S. 5.}$$

Diese Berechnung kann entweder mit Hilfe von fünfstelligen Logarithmentafeln oder mit einer Rechenmaschine unter Benutzung von fünfstelligen Tafeln der natürlichen Zahlen der trigonometrischen Funktionen ausgeführt werden. Vielfach ist auch die Hauptrechnung nach dem einen und die Proberechnung nach dem anderen Verfahren üblich. Je nach Einrichtung der Tafeln sind die auf Sekunden eingetragenen Richtungswinkel auf volle  $10''$  oder auf  $0,1'$  abzurunden, bevor man die Logarithmen oder die Werte für den Sinus und Kosinus dieser Winkel ermittelt. Die Bestimmung der Koordinatenunterschiede genügt im allgemeinen auf Zentimeter, nur in Durchschlagszügen wird man mit Millimetern rechnen.

Zum Schluß werden die einzelnen Koordinatenunterschiede oder Teilkoordinaten jedesmal algebraisch zu den Koordinaten des vorhergehenden Punktes addiert, um die Bezirkskoordinaten des neuen Punktes zu erhalten, also

$$y_n = y_{n-1} \pm dy$$

$$x_n = x_{n-1} \pm dx.$$

Ist beim einfach angeschlossenen Polygonzug die Richtung der Anschlußseite nicht unmittelbar gegeben, so muß sie aus den Koordinatenunterschieden der Anschlußpunkte  $P_1$  und  $P_2$  nach der Formel

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \text{ s. Abb. 4, S. 5,}$$

berechnet werden. Dasselbe gilt beim doppelt angeschlossenen Zug auch für die Abschlußrichtung.

Beim geschlossenen oder doppelt angeschlossenen Polygon berechnet man vor der Ableitung der Richtungswinkel den Winkelabschlußfehler  $f_\beta$ . Er ergibt sich im geschlossenen Zug nach der Formel

$$f_\beta = (n - 2) \cdot 180^\circ - [\beta], \text{ wenn die Innenwinkel des Zuges gemessen sind,}$$

$$f_\beta = (n + 2) \cdot 180^\circ - [\beta], \text{ wenn die Außenwinkel des Zuges gemessen sind.}$$

Im doppelt angeschlossenen Polygonzug ist dieser Abschlußfehler gleich dem Unterschied des aus den Koordinaten der Abschlußpunkte berechneten Richtungswinkels  $\alpha$  der Abschlußseite und dem Richtungswinkel  $\alpha'$  dieser Seite, der aus den mit unvermeidlichen Meßfehlern behafteten Polygonwinkeln abgeleitet wird, also

$$f_\beta = \alpha - \alpha'.$$

Die zulässigen Fehlergrenzen für den Winkelabschluß im geschlossenen oder doppelt angeschlossenen Polygon werden gemäß Ergänzungsbestimmungen I zu den preußischen Vermessungsanweisungen VIII, IX und X nach der Formel

$$f_H = 1' \cdot \sqrt{n} \quad \text{oder} \quad 2^c \cdot \sqrt{n}$$

errechnet, wobei  $n$  die Anzahl der gemessenen Polygonwinkel bedeutet. Der für  $f_\beta$  ermittelte Wert wird in das Berechnungsformular eingesetzt und, wenn er den gleichfalls beigeschriebenen Höchstwert  $f_H$  nicht überschreitet, auf die

Beispiel für die logarithmische

Punkt	Brechungswinkel $\beta$			Richtungswinkel $\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ$			Söhlige Länge $s$	$\log \sin \alpha$ $\log s$ $\log \cos \alpha$	$\log s + \log \sin \alpha$ $\log s + \log \cos \alpha$
	°	'	''	°	'	''	m		
53			— 4	65	15	35			
54	187	53	12						
55			— 4	73	8	43	120,96	9. 98 093 2. 08 265 9. 46 233	2. 06 358 1. 54 498
56			— 4	130	47	28	78,10	9. 87 915 1. 89 265 9. 81 512 $n$	1. 77 180 1. 70 777 $n$
57			— 4	229	29	54	82,74	9. 88 104 $n$ 1. 91 772 9. 81 256 $n$	1. 79 876 $n$ 1. 73 028 $n$
54			— 4	301	53	16	132,03	9. 92 895 $n$ 2. 12 067 9. 72 285	2. 04 962 $n$ 1. 84 352
[ $\beta$ ] Soll	1080	0	20	245	15	35	413,83 = [ $s$ ]		
	1080	0	0						
	$f_\beta = -20''$ ( $f_H = 2' 14''$ )								

gemessenen Polygonwinkel gleichmäßig verteilt, bevor mit diesen verbesserten Winkeln die Richtungswinkel abgeleitet werden, s. Beispiel.

Im geschlossenen oder doppelt angeschlossenen Polygonzug sind ferner die Koordinatenabschlußfehler  $f_y$  und  $f_x$  zu ermitteln. Diese ergeben sich beim geschlossenen Zug ohne weiteres aus den algebraischen Summen der berechneten Teilordinaten  $dy$  und der Teilabszissen  $dx$ , da diese Summen hier gleich Null sein sollen, also

$$f_y = [dy] = [+ dy] - [- dy]$$

$$f_x = [dx] = [+ dx] - [- dx].$$

Beim doppelt angeschlossenen Polygonzug erhält man die Koordinatenabschlußfehler aus dem Ordinatenunterschied  $y_e - y_a$  sowie dem Abszissenunterschied  $x_e - x_a$  der als fehlerfrei angenommenen Koordinaten des Ab- und Anschlußpunktes und den algebraischen Summen der berechneten Teilkoordinaten  $dy$  sowie der Teilabszissen  $dx$ , also

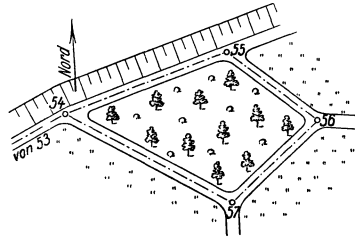
$$f_y = (y_e - y_a) - [dy]$$

$$f_x = (x_e - x_a) - [dx].$$

Aus  $f_y$  und  $f_x$  wird weiter der lineare Abschlußfehler  $f_s$  bestimmt nach der Formel

$$f_s = \pm \sqrt{f_y^2 + f_x^2}.$$

Berechnung eines geschlossenen Polygonzuges.

Teil-Koordinaten		Koordinaten		Punkt	Handzeichnung
Teilordinate $dy = s \cdot \sin \alpha$	Teilabszisse $dx = s \cdot \cos \alpha$	Ordinate $y$ (Ost-West-Entfernung)	Abszisse $x$ (Nord-Süd-Entfernung)		
$\pm$ m	$\pm$ m	$\pm$ m	$\pm$ m		
		+ 647,48	+ 1412,85	54	Polygonmessung vom 19. Juni 1931 vorm. (s. S. 16 und 46). 
+ 115,77	+ 35,07	+ 763,29	+ 1447,90	55	
+ 59,13	- 51,02	+ 822,44	+ 1396,87	56	
- 62,92	- 53,74	+ 759,54	+ 1343,12	57	
- 112,10	+ 69,75	+ 647,48	+ 1412,85	54	
+ 174,90	+ 104,82				
- 175,02	- 104,76				
$f_y = -0,12$ $f_x = +0,06$					
$f_s = 0,13$					
$(dI = 0,50)$					

Die höchstzulässigen Fehlergrenzen für  $f_s$  sind als Abweichungen  $d$  aus der Tafel 3 der preußischen Vermessungsanweisung IX zu entnehmen. Bleibt das errechnete  $f_s$  innerhalb dieser Grenzen, so werden die Koordinatenabschlußfehler  $f_y$  und  $f_x$  im allgemeinen nach dem Verhältnis der Seitenlängen auf die Teilordinaten  $dy$  und die Teilabszissen  $dx$  so verteilt, daß auf letztere folgende Verbesserungen  $v_y$  und  $v_x$  entfallen:

$$v_y = \frac{f_y}{[s]} \cdot s_n \quad \text{und} \quad v_x = \frac{f_x}{[s]} \cdot s_n,$$

wobei  $[s]$  die Summe der söhnigen Längen und  $s_n$  die betreffende Polygonseitenlänge bedeuten. Sind die Teilkoordinaten nur auf Zentimeter berechnet, so werden auch die Verbesserungen nur auf Zentimeter abgerundet ermittelt und über den Teilordinaten und Teilabszissen eingeschrieben, worauf man mit den so verbesserten Werten die Bezirkskoordinaten errechnet, s. Beispiel.

**54. Fehler der Polygonzüge.** Fehler im Polygonzuge wirken sich, soweit sie auf unrichtiger Längenmessung beruhen, als Parallelverschiebungen der Zugseiten, soweit sie in den Winkelmessungen begründet sind, als Verschwenkungen des Zuges aus, Abb. 69. Bei doppelt angeschlossenen und bei geschlossenen Polygonen geben die Widersprüche der abgeleiteten Richtungswinkel und der berechneten Koor-



dinaten gegen die Sollwerte ein Maß für die Beurteilung der Genauigkeit der Messungen. Bei einseitig angeschlossenen, aber doppelt ausgeführten Polygonmessungen nimmt man das arithmetische Mittel der Ergebnisse für den Endpunkt des Zuges als richtig an. Da die auf Winkelmeßfehlern beruhenden Verschwenkungen eine mit zunehmender Länge des Zuges wachsende Querabweichung der Punkte hervorrufen, so ist, insbesondere bei den nur einseitig angeschlossenen Grubenzügen,

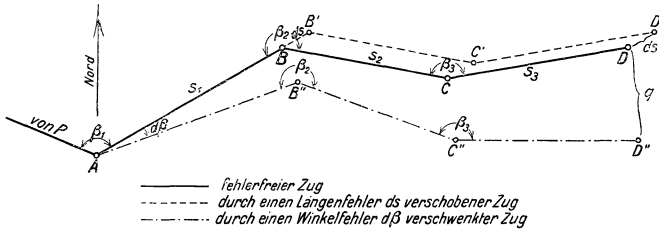


Abb. 69. Fehlereinflüsse bei einem gestreckten Polygonzug.

die Winkelmessung möglichst genau durchzuführen. Nach den allerdings veralteten, amtlichen preußischen Vorschriften für markscheiderrische Arbeiten dürfen die Querabweichungen für gewöhnliche Polygonmessungen höchstens  $\frac{1}{1500}$ , für Polygonzüge, die die Grundlage für Durchschlagsangaben bilden, höchstens  $\frac{1}{3000}$  der Zuglänge, also auf 100 m etwa 7 bzw. 3 cm betragen.

**55. Anschluß eines Polygonzuges an hochgelegene Punkte.** Soll ein offener Polygonzug mit seinem Endpunkt —  $P_e$  in Abb. 70 — an einen hochgelegenen Punkt, z. B. dem als Turmknopf bestimmten Dreieckspunkt  $TP_1$  angeschlossen werden, so ist wie bei der Winkelzentrierung, S. 52/53, ein weiterer Bodenpunkt  $P$  so festzulegen, daß in dem entstandenen Anschlußdreieck  $P-P_e-TP_1$

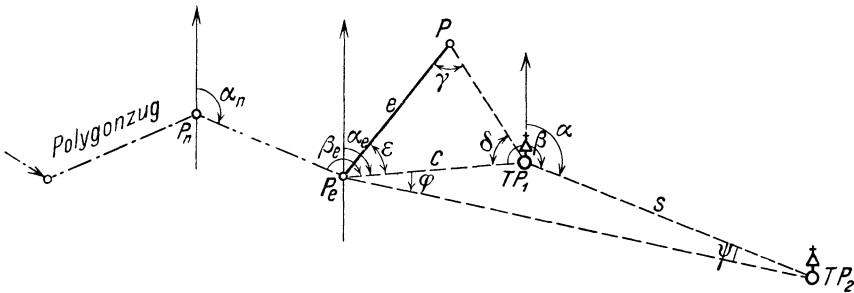


Abb. 70.

die Winkel  $\gamma$  und  $\epsilon$  und die Grundlinie  $P_e-P = e$  genau gemessen werden können. Da nun auch der Dreieckswinkel  $\delta = 180 - (\gamma + \epsilon)$  bekannt ist, so ergibt sich die Länge der Dreiecksseite  $P_e-TP_1 = c$  nach dem Sinussatz zu

$$c = \frac{e}{\sin \delta} \cdot \sin \gamma$$

und aus dem im Punkt  $P_e$  gemessenen Brechungswinkel  $\beta_e$  der Richtungswinkel  $\alpha_e$  nach der Formel

$$\alpha_e = \alpha_n + \beta_e - 180^\circ.$$

Mit Hilfe der so erhaltenen Polarkoordinaten  $c$  und  $\alpha_e$  und der rechtwinkligen Koordinaten von  $P_e$  lassen sich die rechtwinkligen Koordinaten für

den Punkt  $TP_1$  errechnen. Aus dem Unterschied dieser mit den Meßfehlern des Polygonzuges behafteten Koordinaten  $y'$  und  $x'$  gegen die aus der Dreiecksmessung erhaltenen, hierfür als fehlerfrei anzusehenden Koordinaten  $y$  und  $x$  des Punktes  $TP_1$  bestimmt man die Koordinatenabschlußfehler des Polygonzuges, die in gleicher Weise wie beim geschlossenen Polygonzug, S. 75, auf die einzelnen Teilkoordinaten zu verteilen sind.

Will man im vorliegenden Falle auch die aus den gemessenen Brechungswinkeln abgeleiteten Richtungen des Polygonzuges durch Bestimmung des Richtungsabschlußfehlers prüfen, so ist im Endpunkt  $P_e$  dieses Zuges durch Anzielen eines weiteren, der Lage nach bekannten Punktes, z. B. des Dreieckspunktes  $TP_2$ , noch der Winkel  $\varphi$  zu messen und hiernach der Brechungswinkel  $\beta$  im ersten Anschlußpunkt  $TP_1$  aus folgenden Beziehungen zu ermitteln. Im Dreieck  $P_e-TP_1-TP_2$  ist

$$360^\circ - \beta = 180^\circ - (\varphi + \psi)$$

$$\text{oder} \quad \beta = 180^\circ + \varphi + \psi.$$

$$\text{Dabei erhält man } \psi \text{ aus} \quad \sin \psi = \frac{c}{s} \cdot \sin \varphi$$

$$\text{oder bei kleinem } \psi \quad \psi = \frac{c}{s} \cdot \varphi \cdot \sin \varphi.$$

Die Länge  $s$  und der weiterhin noch benötigte Richtungswinkel  $\alpha$  der Anschlußseite  $TP_1-TP_2$  lassen sich aus den gegebenen Koordinaten von  $TP_1$  und  $TP_2$  errechnen, vgl. S. 73.

Aus  $\beta$  und dem Richtungswinkel  $\alpha_e$  der Seite  $P_e-TP_1$  ergibt sich der Richtungswinkel  $\alpha'$  der Anschlußseite  $TP_1-TP_2$  zu

$$\alpha' = \alpha_e + \beta - 180^\circ.$$

Zieht man diesen mit den Fehlern der Polygonwinkelmessung behafteten Richtungswinkel  $\alpha'$  von den aus den Koordinatenunterschieden errechneten, hier wieder als fehlerfrei anzusehenden Richtungswinkel  $\alpha$  ab, so bekommt man den Richtungsabschlußfehler, der in der Regel gleichmäßig auf die einzelnen Brechungswinkel zu verteilen ist.

## Punkt- und Richtungsübertragung in die Grube.

Um die Grubenbaue in richtiger Lage zu den Gegenständen der Tagesoberfläche darstellen zu können, müssen die Grubenpolygonzüge auf das gleiche Koordinatensystem wie die Tageszüge bezogen sein. Da Unterlagen für den Anschluß der Grubenmessungen, wie wir sie über Tage in den Dreiecksnetzen der Landesaufnahme, s. S. 104/105, zur Verfügung haben, unter Tage nicht gegeben sind, so ist zwischen der Polygonmessung in der Grube und den Messungen über Tage eine Verbindung herzustellen.

Am einfachsten gestaltet sich diese Verbindungsmessung bei Stollengruben, da hier der Tagespolygonzug durch das Stollenmundloch ohne weiteres in die Grubenbaue fortgeführt werden kann. Auch bei tonnlagigen Schächten ist diese Art der Weiterführung der Tagesmessungen noch möglich, doch muß hier schon berücksichtigt werden, daß die Richtungsübertragung bei sehr steilen Zielungen ungenau wird, da geringe Abweichungen der Stehachse des Theodolits von der Vertikalen und eine veränderliche Schiefelage der Kippachse von erheblichem Einfluß auf die Brechungswinkelmessung sind.

Stehen, wie das meistens der Fall ist, als Tagesöffnungen der Gruben nur seigere Schächte zur Verfügung, so muß, da neuzeitliche Versuche

zu anderweitiger Richtungsübertragung, wie z. B. mit dem Vermessungskreisel von Anschütz oder dem Richtloter von Zeiss, noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt haben, die Verbindung der Messungen über und unter Tage fast ausschließlich durch eine Schachtlotung erfolgen, bei der mittels eingehängter Lote zwei Punkte und damit eine Richtung in die Grube übertragen werden. Für den Koordinatenanschluß unter Tage würde ein Lotpunkt genügen, der zweite dient lediglich für die Übertragung der Anschlußrichtung. Die Aufgabe der Schachtlotmessung besteht nun darin, zunächst über Tage im Anschluß an das vorhandene Messungsnetz die Koordinaten der beiden Lotpunkte und die Richtung ihrer Verbindungslinie zu bestimmen, sodann unter Tage auf den einzelnen Sohlen diese Koordinaten und diesen Richtungswinkel auf die ersten fest vermarkten Punkte des Grubenpolygons zu übertragen.

Wenn die Punktübertragung durch 2 Lote in einem Schachte vorgenommen wird, spricht man vom Doppellotverfahren, während man die Übertragung durch je 1 Lot in 2 Schächten als Einrechnungsverfahren bezeichnet. Als Lote verwendet man 2 bis 3 mm starke Gußstahldrähte, an die schwere zylindrisch geformte Gewichte angehängt werden. Um das Freihängen der Lote im Schacht zu prüfen, beobachtet man zweckmäßigerweise mit einer Stoppuhr unter Tage jeweils die Schwingungsdauer der Lote von einem Umkehrpunkt zum anderen. Das Quadrat der Schwingungsdauer muß genähert gleich der freihängenden Länge des Lotes sein. Beträgt z. B. die Schwingungsdauer 30 Sekunden, so ist die freihängende Lotlänge, die der Teufe entsprechen soll, gleich 900 m.

**56. Doppellotverfahren.** Bei der Doppellotung unterscheidet man wieder ein zentrisches und ein exzentrisches Meßverfahren.

Beim zentrischen Verfahren wird über Tage der an den Schacht herangeführte Polygonzug in üblicher Art durch Längen- und Winkelmessung zunächst

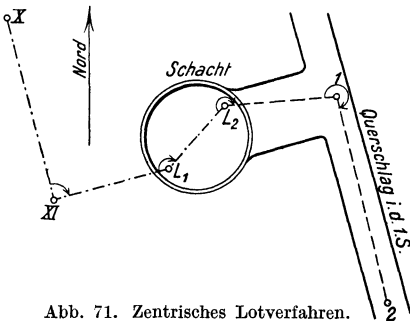


Abb. 71. Zentrisches Lotverfahren.

bis zum ersten Lotpunkt  $L_1$  und nach Aufstellung in diesem bis zum zweiten Lotpunkt  $L_2$  verlängert. In gleicher Weise wird unter Tage der Polygonzug fortgesetzt, indem man die erste Aufstellung im Lotpunkt  $L_2$  vornimmt und den Brechungswinkel zwischen der Lotverbindungslinie und der Linie von  $L_2$  zum ersten, im Füllort gelegenen Polygonpunkt 1 bestimmt. Alsdann mißt man im Punkt 1 den anschließenden Brechungswinkel  $L_2 - 1 - 2$  und außerdem die Längen  $L_1$  bis  $L_2$ ,  $L_2$  bis 1 und 1 bis 2, Abb. 71. Dieses theoretisch einfache

Verfahren stößt jedoch praktisch auf Schwierigkeiten, da einmal über und unter Tage der Einbau fester Bühnen in den Schacht für Beobachter und Instrument erforderlich ist und außerdem auch besondere Einrichtungen vorhanden sein müssen, um über Tage den Lotaufhängepunkt genau unter dem Instrumentenpunkt und unter Tage das Instrument genau in die Lage des Lotdrahtes bringen zu können.

Daher wird in der Praxis fast ausschließlich das exzentrische Meßverfahren angewendet. Hierbei ist je ein spitzes Anschlußdreieck vom letzten Polygon-

punkt XI über Tage und vom ersten Polygonpunkt 1 unter Tage nach den beiden Lotdrähten zu legen. Neben den Anschlußwinkeln und -längen werden jetzt die spitzen Dreieckswinkel in diesen außerhalb des Schachtes gelegenen Punkten sehr genau — etwa durch zehnfache Wiederholung — sowie alle Dreiecksseiten gemessen. Zu beachten ist, daß die Aufstellung des Theodolits möglichst unverrückbar — am besten auf gemauertem Pfeiler oder auf Spreizen — erfolgen muß. Die

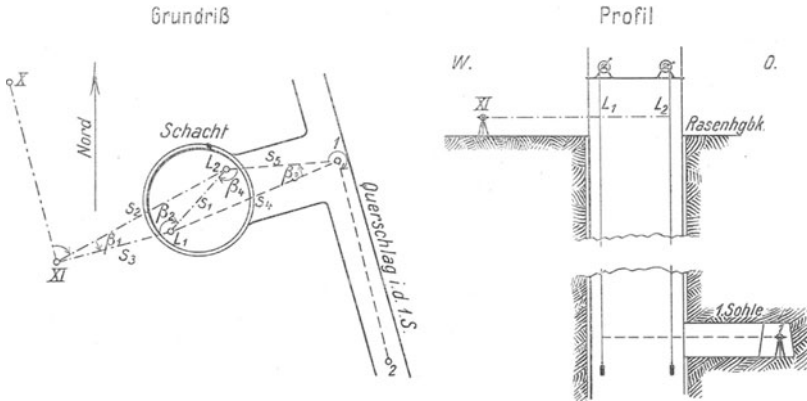


Abb. 72. Exzentrisches Lotverfahren.

Brechungswinkel in den Lotpunkten sind sodann nach dem Sinussatz aus den gemessenen Winkeln und Längen zu berechnen. So ergibt sich nach Abb. 72

$$\sin \beta_2 = \frac{s_2}{s_1} \cdot \sin \beta_1$$

sowie

$$\sin \beta_4 = \frac{s_4}{s_1} \cdot \sin \beta_3 .$$

Man macht durch Einrücken des Theodolits in die Verbindungslinie der Lote die Dreieckswinkel  $\beta_1$  und  $\beta_3$  möglichst klein, weil dadurch der Einfluß unvermeidlicher Längenfehler auf die berechneten Winkel  $\beta_2$  und  $\beta_4$  praktisch ausgeschlossen wird. In diesem Falle lassen sich die Winkel  $\beta_2$  und  $\beta_4$  einfacher aus den Beziehungen

$$180^\circ - \beta_2 = \frac{s_2}{s} \cdot \beta_1$$

und

$$180^\circ - \beta_4 = \frac{s_4}{s_1} \cdot \beta_3 \text{ ermitteln.}$$

Aus der über Tage bestimmten Richtung der Lotlinie und dem Anschlußwinkel unter Tage  $L_1 - L_2 - 1 = 360^\circ - \beta_4$  leitet man den Richtungswinkel der Seite  $s_5$  ab und errechnet dann mit diesem sowie der Länge  $s_5$  die Koordinaten des Punktes 1.

Lassen es die örtlichen Verhältnisse zu, auf beiden Seiten des Schachtes im Füllort je einen Anschlußpunkt zu wählen und so eine annähernd parallel zur Lotlinie verlaufende Anschlußlinie über den Schacht hinwegzulegen, so ist die Messung eines Anschlußdreieckes nicht notwendig.

Mißt man vielmehr die Länge  $s$  der Anschlußlinie  $AB$  in der Abb. 73, ferner die Entfernungen  $a$  und  $b$  vom Anfangs- und Endpunkt dieser Linie bis zu den hinter den Loten 1 und 2 aufgestellten Skalen sowie die Abstände  $e_1$  und  $e_2$  von letzteren bis zu den Loten und bestimmt auf den Skalen die kurzen Längen  $c$  und  $d$  von den vorher ermittelten Seigerlagen  $S_1$  und  $S_2$  der Lote bis zu den Durchschnittspunkten  $D_1$  und  $D_2$  der Anschlußlinie, so lassen sich die rechtwinkligen Koordinaten der Lote  $y_1, x_1$  und  $y_2, x_2$ , bezogen auf die Anschlußlinie  $AB$  als Abszissenachse

und den Punkt  $A$  als Nullpunkt eines freien Koordinatensystems aus folgenden Beziehungen ableiten:

$$\frac{c - y_1}{e_1} = \frac{c}{a} \quad \text{und} \quad \frac{d - y_2}{e_2} = \frac{d}{b}$$

also 
$$y_1 = c - \frac{e_1 \cdot c}{a} \quad \text{und} \quad y_2 = d - \frac{e_2 \cdot d}{b};$$

ferner ist 
$$x_1 = a - e_1 \quad \text{und} \quad x_2 = s - (b - e_2).$$

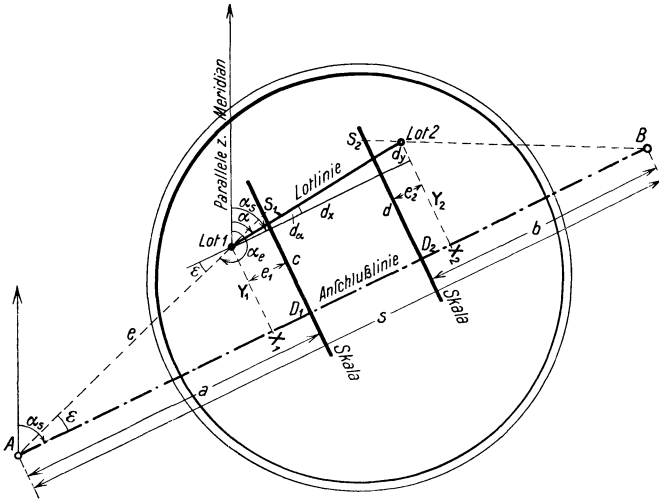


Abb. 73. Übertragung der Lotrichtung auf eine Anschlußlinie.

Aus den Unterschieden dieser Koordinaten  $dy = y_2 - y_1$  und  $dx = x_2 - x_1$  errechnet sich der Richtungsunterschied  $d_\alpha$  der Lotlinie gegen die Anschlußlinie

$$d_\alpha = \frac{dy}{dx} \cdot \rho,$$

und hieraus sowie aus dem über Tage ermittelten Richtungswinkel  $\alpha$  der Lotlinie erhält man den Richtungswinkel  $\alpha_s$  der Anschlußlinie

$$\alpha_s = \alpha + d_\alpha.$$

Zur Berechnung der Bezirkskoordinaten des Anschlußpunktes  $A$  in der üblichen Weise, s. S. 72/73, ist außer der zu messenden Länge  $e$  noch der Richtungswinkel  $\alpha_e$  mit Hilfe des Winkels  $\varepsilon$  zu ermitteln. Es ist

$$\alpha_e = \alpha_s + 180^\circ - \varepsilon \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{y_1}{x_1}.$$

Das vorstehende Verfahren<sup>1</sup> hat den Vorteil, daß die zeitraubenden Schwingungsbeobachtungen für beide Lote gleichzeitig von  $A$  und  $B$  aus durchgeführt werden können.

Bei der Doppellotung ist wegen der Richtungsübertragung eine hohe Messungsgenauigkeit erforderlich. Wie schon bei der Polygonmessung, s. S. 75/76, gezeigt, ruft jeder Fehler in einer Richtung eine Verschwenkung des ganzen nachfolgenden Zuges und damit eine wachsende Querabweichung in der Lage der Punkte hervor. Wenn man bedenkt, daß an die Lotverbindungsline von höchstens einigen Metern

<sup>1</sup> E. Fox: Die Richtungsübertragung durch tiefe Schächte mit exzentrischer Mehrgewichtsotung. Festschrift der Bergakademie Claustal, 1925.

Grubenpolygonzüge von mehreren Kilometern anschließen, so sieht man leicht ein, daß Millimeterfehler in der Lage der Lotpunkte zu Meterfehlern in der Lage der Endpunkte der Züge führen müssen. Der Punktlagefehler eines Lotes von 1 mm bei 2 m Lotabstand bewirkt z. B. einen Richtungsfehler von 1,7', der bei 4 km Zuglänge eine Verschwenkung des Endpunktes um 2 m hervorruft.

**57. Einrechnungsverfahren.** Bei gleich scharfer Punktübertragung wird die Anschlußrichtung in der Lotebene um so genauer sein, je größer der Lotabstand ist. Da das Höchstmaß des Abstandes zweier Lote in einem Schacht immer eng begrenzt bleibt, hängt man bei Doppelschachtenanlagen nur ein Lot in jeden Schacht und gewinnt durch die Verbindungslinie dieser beiden Lote eine erheblich längere Anschlußseite für die Grubenpolygonmessung. Allerdings wird damit das Meßverfahren etwas umständlicher, da beide Lotpunkte meist nicht mehr durch ein Dreieck mit den Zügen über und unter Tage verbunden werden können. Man schließt in diesem Falle die Lotpunkte über Tage an verschiedene Festpunkte des Messungsnetzes an, um aus den so ermittelten Koordinaten dieser Lotpunkte Richtung und Länge ihrer Verbindungslinie berechnen zu können. In der Grube führt man in gleicher Weise auf jeder Sohle einen mehr oder weniger langen Polygonzug von Lot 1 im ersten Schacht zum Lot 2 im zweiten Schacht aus, Abb. 74. Für die Berechnung des Zuges hat man jetzt am Anfang und

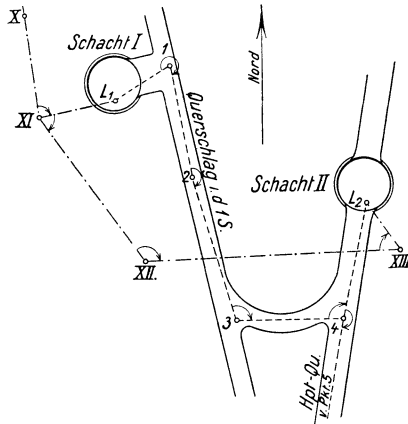


Abb. 74. Einrechnungsverfahren.

am Ende wohl die über Tage ermittelten Koordinaten der Lotpunkte, jedoch kann man die Richtung ihrer Verbindungslinie nicht ohne weiteres auf die erste Polygonseite übertragen. Man nimmt daher zunächst eine beliebige Ausgangsrichtung, z. B. die erste Polygonlinie  $L_1$  bis  $I$ , an und rechnet den Polygonzug im freien, auf den Lotpunkt  $L_1$  als Koordinatennullpunkt und die Linie  $L_1$  bis  $I$  als Abszissenachse bezogenen Koordinatensystem. Die aus den Koordinaten der Lotpunkte im freien System erhaltenen Koordinatenunterschiede  $dy'$  und  $dx'$  werden mit den über Tage aus den Bezirkskoordinaten der Lotpunkte errechneten Unterschieden  $dy$  und  $dx$  nicht übereinstimmen, Abb. 75. Ermittelt man aus  $dy'$  und  $dx'$  Richtung und Länge der Lotverbindungslinie, so wird sich bei richtiger Messung wohl eine Übereinstimmung in der Länge  $s$ , nicht aber in den Richtungswinkeln  $\alpha_s$  über und  $\alpha'_s$  unter Tage ergeben. Der Unterschied der beiden Richtungswinkel,  $d\alpha = \alpha_s - \alpha'_s$ , ist die Verschwenkung des Grubenzuges, also der Betrag, um den die Richtungen aller Polygonseiten zu verbessern sind. Nach erneuter Berechnung des Verbindungszuges unter Tage muß man für  $L_2$  innerhalb der zulässigen Abweichungen und unter Berücksichtigung der Lotkonvergenz auch die bereits aus dem übertägigen Anschluß berechneten Koordinaten erhalten. Eine gute Übereinstimmung dieser Koordinaten und damit des Lotabstandes unter und über Tage gewährleistet aber noch nicht eine gute Einrechnung, da ein grober Längenfehler in einer rechtwinklig zur Lotlinie verlaufenden Polygonseite den Lotabstand zwar nur sehr wenig, die Richtung der Lotlinie aber erheblich beeinflussen wird. Bei einem Lotabstand  $s = 100$  m bewirkt z. B. ein solcher Längenmeßfehler  $ds$  von 0,1 m nur eine

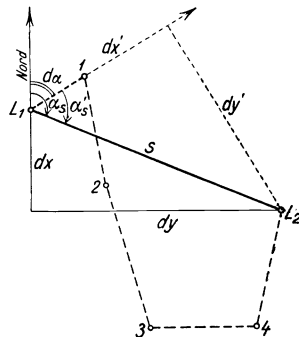


Abb. 75. Verschwenkung des Grubenzuges.

Schulte-Löhr, Markscheidekunde, 2. Aufl.

Änderung des Lotabstandes  $f_s = \frac{ds^2}{2s} = 0,05$  mm, aber eine Verschwenkung der Lotlinie  $\varepsilon = \frac{ds}{s} \cdot \varrho = 3,4'$ .

**58. Einfluß der Lotkonvergenz.** Die kugelförmige Erdgestalt bedingt ein Zusammenlaufen aller Lotlinien nach dem Erdmittelpunkt hin. Der Winkel, den die Lotlinien zweier Punkte im Erdmittelpunkt miteinander bilden, nennt man die Lotkonvergenz dieser Punkte. Sie bewirkt, daß bei Schachtlotungen eine Verkürzung der Lotentfernungen unter Tage eintritt, deren Ausmaß man bei großen Teufen berücksichtigen muß. Wie aus Abb. 76 ersichtlich, errechnet sich diese Verkürzung  $v = s_0 - s_u$  aus der Proportion  $v : h = s_0 : r$ ; hieraus folgt

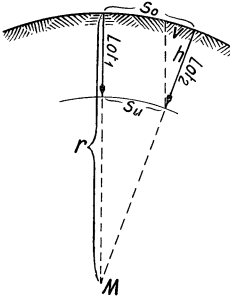


Abb. 76. Lotkonvergenz.

$$v = \frac{h}{r} \cdot s_0,$$

wenn  $h$  die Teufe,  $s_0$  der Lotabstand über Tage und  $r$  der Erdhalbmesser sind. Für 1000 m Teufe und 100 m Lotabstand ist demnach

$$v = \frac{1000 \cdot 100}{6370000} = 0,016 \text{ m.}$$

Diese Verkürzungen sind übrigens auch bei der Reduktion der Längen auf den Landeshorizont (NN) an den Polygonseiten des Hauptzugnetzes anzubringen. Ihre Größe ist für wechselnde Höhen und Längen aus dem Schaubild im Anhang, Tafel 1, oben zu entnehmen.

**59. Punktabseigerung.** Bei der Übertragung von Punkten durch Lote im Schacht ist bisher stillschweigend vorausgesetzt worden, daß die zum Anschluß der Grubenmessungen benutzten Punkte an den unteren Enden der Lotdrähte grundrißlich genau dieselbe Lage haben wie die über Tage bestimmten Punkte an den oberen Enden dieser Drähte. Da die langen Lote aber infolge Wetterzug und Tropfwasser unregelmäßig hin und her pendeln, hängt man die Lotgewichte zwecks Dämpfung dieser Bewegungen vielfach in Kübel mit Wasser, dessen Oberfläche zum Schutz gegen Beunruhigungen durch Spritzwasser noch mit einer Schicht dünnflüssigen Öles übergossen wird. Die Ruhelage der Lote läßt sich dann durch Beobachtung der stark gedämpften Pendelbewegungen im Gesichtsfeld des Theodolitfernrohres schätzungsweise feststellen. Besser ist aber die Ermittlung dieser Ruhelage aus der Beobachtung der Umkehrpunkte freischwingender Lote an Skalen, die hinter den Lotdrähten fest anzubringen sind. Bis zu Teufen von 200 bis 300 m lassen sich auf diese Weise noch brauchbare Lotungsergebnisse erzielen. In größeren Teufen macht sich dagegen infolge drehender Drehbewegungen und Schwankungen des Wetterstromes im Schacht sowie infolge Drahtsteifigkeit usw. eine bleibende Ablenkung der Lote aus der Seigerlage, die Abtritt, bemerkbar, so daß hier die Ruhelage der Lote nicht mehr als Seigerlage angenommen werden kann. Eine Verringerung dieser Abtritt ist zwar durch Vergrößerung der Lotgewichte zu erreichen, doch ist die Grenze hierfür durch die Belastungsfähigkeit der Lotdrähte, die neuerdings bei 2 bis 3 mm Durchmesser mit einer Bruchfestigkeit bis zu 1000 kg hergestellt werden, gegeben.

Um in tiefen Schächten die Seigerlage der Lote möglichst genau ermitteln zu können, werden nach dem Mehrgewichtsverfahren<sup>1</sup> die verschieden großen

<sup>1</sup> P. Wilski: Schachtlotung bei Wetterzug. Mitt a. d. Markscheidewes. 1916, S. 87; O. Niemczyk: Über das exzentrische Mehrgewichtsverfahren. Ebenda 1930, S. 13.

Abtriften der Lote bei verschiedenen schweren Lotgewichten festgestellt. Ein gleichbleibender Wetterstrom im Schacht wird z. B. ein mit 250 kg beschwertes Lot doppelt so weit aus der Seigerlage ablenken wie ein Lot von 500 kg bei gleichen äußeren Abmessungen. Es läßt sich somit aus den nach Schwingungsbeobachtungen an Skalen festgestellten Ruhelagen der Lote bei verschiedenen Belastungen die Lage der Seigerpunkte berechnen, da sich unter sonst gleichen Bedingungen die Abtriften zueinander umgekehrt wie die Lotgewichte verhalten.

Nach Abb. 77 ergibt sich

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{oder} \quad \frac{a_1 - a_2}{a_2} = \frac{P_2 - P_1}{P_1}$$

woraus 
$$a_2 = \frac{a_1 - a_2}{P_2 - P_1} \cdot P_1$$

und ebenso 
$$a_1 = \frac{a_2 - a_1}{P_1 - P_2} \cdot P_2$$

erhalten wird.

Hierbei ist der Unterschied in den Abtriften  $a_1 - a_2$ , wie die Abb. 77 zeigt, gleich dem Unterschied  $r_2 - r_1$  der vorher aus den Schwingungsbeobachtungen festgestellten Ruhelagen der Lote.

Von der Genauigkeit der ermittelten Seigerlage der Lote hängt im wesentlichen die Genauigkeit der Richtungsübertragung in die Grube ab. Bei sorgfältiger Durchführung aller bei einer Tieflotung zu beachtenden Maßnahmen läßt sich eine Genauigkeit von etwa  $\pm 30''$  erreichen.

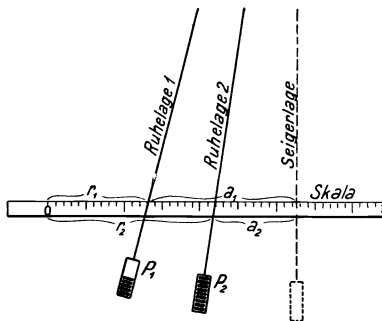


Abb. 77. Ermittlung der Seigerlage bei der Mehrgewichtslotung.

## Magnetische Messungen.

Bei den Polygonmessungen sahen wir, daß die Richtungsbestimmung der einzelnen Zugseiten durch Messung der Brechungswinkel im Anschluß an eine gegebene oder errechnete Anfangsrichtung erfolgt. Der Verlauf jeder Seite des Zuges ist mithin von den vorhergehenden Seiten abhängig. Bei den magnetischen Messungen werden die Richtungen der einzelnen Zugseiten dagegen unmittelbar und unabhängig voneinander durch Messung ihrer Streichwinkel ermittelt. Diese Streichwinkel haben als linken Schenkel stets die magnetische Nordrichtung, die man mit Hilfe eines Magnets an den Meßinstrumenten ablesen oder einstellen muß.

**60. Inklination und Deklination.** Hängt man eine Magnetonadel im Schwerpunkt frei beweglich auf, so stellt sich ihre Längsachse unter der Einwirkung des Erdmagnetismus in die Richtung des magnetischen Meridians ein. Das Nordende der Nadel neigt sich hierbei um einen bestimmten Winkel — die Inklination — gegen die Waagerechte nach unten. Da für die Messung der Streichwinkel nur die Richtung und nicht die Neigung der Magnetonadel gebraucht wird, so schaltet man den Einfluß der Inklination dadurch aus, daß man das Südende der Nadel so weit beschwert, bis ihre Nord- und Südspitze in einer waagerechten Ebene liegen. In dieser Lage schließt die Magnetonadel mit der astronomischen Nordrichtung einen söhlichen Winkel ein, der als Deklination bezeichnet wird.

**61. Änderungen der Deklination.** Die Deklination ist nicht an allen Orten gleich groß. In Bochum betrug sie z. B. Mitte 1940 etwa  $6,8^\circ$ ,



in Aachen  $7,4^{\circ}$ , in Berlin  $3,9^{\circ}$ , in Beuthen  $1,4^{\circ}$  westlich. Die Deklination nimmt also in Deutschland nach Osten hin ab, nach Westen hin zu, während sich nach Norden und Süden hin nur sehr geringe Unterschiede zeigen.

Die örtliche Änderung der Deklination beträgt in ost-westlicher Richtung im allgemeinen  $0,1^{\circ}$  auf etwa 14 km Entfernung, doch treten in manchen Bezirken, so besonders stark in Ostpreußen, magnetische Störungsgebiete auf, in denen größere Abweichungen von den Normalwerten festgestellt worden sind, Abb. 78.

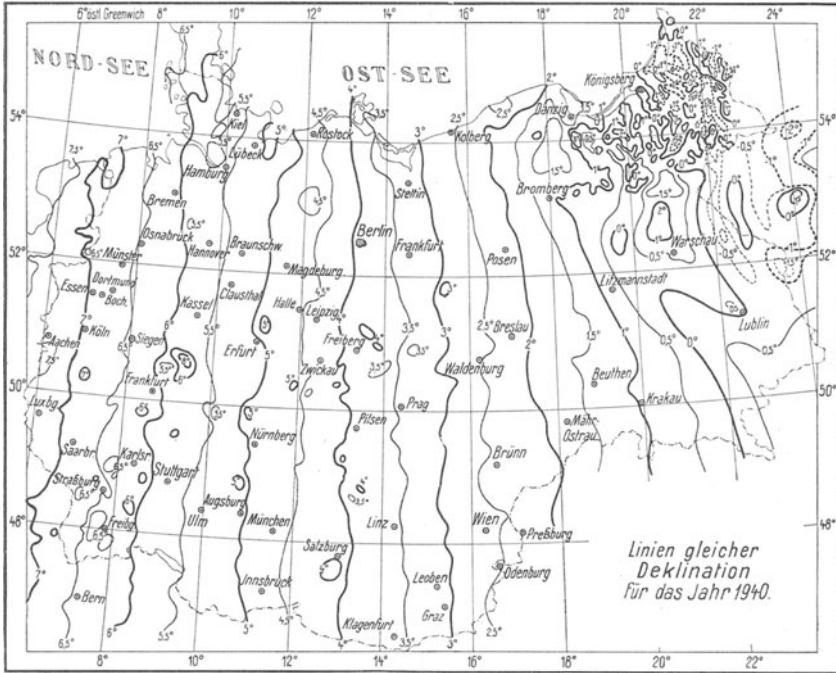


Abb. 78. Verkleinerter Auszug aus der „Karte der erdmagnetischen Mißweisung für die Epoche 1940,0 (Isogonenkarte), entworfen von Friedrich Burmeister, Maßstab 1:1 000 000“.

Derartige unregelmäßige örtliche Störungen werden durch im Untergrund eingelagerte magnetisch wirksame Mineralien und Gesteine, wie z. B. durch Magnet Eisen und Basalt, hervorgerufen, während die regelmäßigen örtlichen Änderungen der Magnetrichtung auf den durch die Magnetisierung des Erdinnern entstandenen, wenig veränderlichen Hauptteil des erdmagnetischen Feldes zurückzuführen sind.

Außer den örtlichen Änderungen machen sich aber an demselben Orte auch regelmäßige und unregelmäßige zeitliche Änderungen in der Magnetrichtung bemerkbar. Man unterscheidet hierbei:

1. eine regelmäßige täglich wiederkehrende Bewegung der Magnetnadel, die einen Höchstwert der Deklination gegen 14 Uhr und einen kleinsten Wert gegen 7 Uhr vormittags bewirkt, wobei der Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert im Sommer etwa  $\frac{1}{4}^{\circ}$ , im Winter etwa  $\frac{1}{10}^{\circ}$  beträgt,

2. eine stetige Bewegung der Magnetnadel zur Zeit nach Osten, die eine allmähliche jährliche Abnahme der Deklination von augenblicklich etwa  $0,2^\circ$  hervorruft,

3. unregelmäßige Bewegungen — magnetische Störungen oder magnetische Gewitter —, die in wenigen Minuten Deklinationsänderungen von mehreren Graden verursachen können.

Die regelmäßigen zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung werden durch den zwar kleinen, aber stark veränderlichen, äußeren Anteil des erdmagnetischen Feldes verursacht, während die unregelmäßigen Bewegungen infolge der durch die elektrische Strahlung der Sonne erzeugten Änderungen in der elektrischen Leitfähigkeit hoher Luftschichten hervorgerufen werden.

Die für jeden Ort gültige Deklination läßt sich aus Karten entnehmen, in denen Isogonen, d. s. Linien, die Punkte gleicher Deklination miteinander verbinden, eingezeichnet sind, Abb. 78. Aus diesen für einen bestimmten Zeitpunkt entworfenen Isogonenkarten kann man auch die Deklinationswerte für frühere oder spätere Zeiten ungefähr ableiten, wenn aus langjährigen Beobachtungen die jährliche Abnahme der Deklination bekannt ist.

**62. Magnetische Warten.** Die zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung, die man als Variationen bezeichnet, werden in erdmagnetischen Warten fortlaufend selbsttätig aufgezeichnet, so z. B. für den rheinisch-westfälischen Bergbaubezirk in Langenberg (Rhld.), für den oberschlesischen Bezirk in Nicolai (O.-S.).

Die Einrichtung einer solchen Warte besteht im wesentlichen aus einem Magnetinstrument — dem Variometer — und einer Registriervorrichtung, Abb. 79.

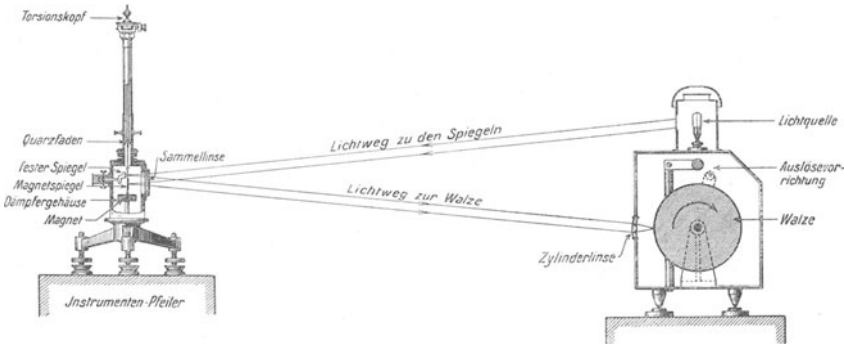


Abb. 79. Variometer mit Registriervorrichtung.

In dem Variometer hängt an einem dünnen Quarzfaden ein kleiner mit einem Spiegel verbundener Magnet. Ein zweiter Spiegel ist fest am Instrumentengehäuse angebracht. Von einem elektrischen Lämpchen des Registriergerätes fallen Lichtstrahlen auf den festen und auf den beweglichen Spiegel, werden von diesen zurückgeworfen und gelangen, nachdem sie vorher durch eine Zylinderlinse zu zwei kleinen Lichtpunkten zusammengezogen sind, auf das photographische Papier der

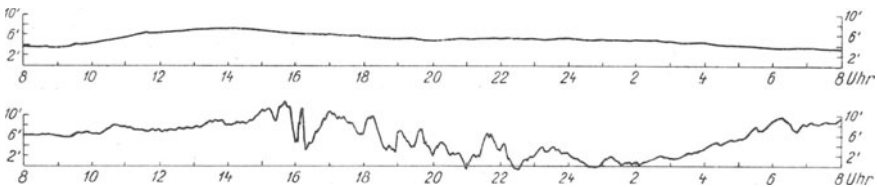


Abb. 80. Verkleinerte Wiedergabe der Variationskurven der Deklination vom 22./23. 5. 1931 (ruhig) und vom 3./4. 12. 1930 (gestört).

Registrierwalze, die durch ein Uhrwerk in 24 Stunden einmal um ihre Längsachse gedreht wird.

Jede Richtungsänderung des Magnets wird also durch Spiegel und Lichtstrahl auf den Papierbogen übertragen, und zwar erzeugt hier der Lichtpunkt des festen Spiegels eine gerade Linie, während der Lichtpunkt des Magnetspiegels eine mehr oder weniger unregelmäßige Kurve aufzeichnet, Abb. 80. Der Abstand der Kurve von der geraden Linie in Millimetern gibt ein Maß für die Änderung der Magnetrichtung in Bogenminuten, und zwar ist  $1 \text{ mm} = 1'$ , wenn das Registriergerät etwa 1,80 m vom Magnetinstrument entfernt steht. Um Zeitmarken in den Aufzeichnungen zu erhalten, wird die Registrierung zu Beginn jeder Stunde für kurze Zeit unterbrochen.

Um die Größe der Deklination für einen bestimmten Zeitpunkt zu ermitteln, ist an einer festgelegten Linie, deren Richtung gegen den astronomischen Meridian bekannt sein muß, mit einem magnetischen Feinmeßinstrument, z. B. mit einem Magnettheodolit, eine Streichwinkelmessung vorzunehmen. Der Unterschied zwischen dem gemessenen Streichwinkel und der bekannten Richtung der Linie ergibt den Deklinationswinkel.

### Magnetinstrumente.

Bei den Meßinstrumenten, die wir zur praktischen Bestimmung von Streichwinkeln in der Grube und über Tage verwenden, können wir eine Unterscheidung treffen zwischen den für einfache Aufnahmen vorgesehenen Kompassen und den für Feinmessungen eingerichteten Magnetinstrumenten. Die Kompass lassen sich wieder unterteilen in Hängekompass, Stativkompass und Setzkompass, während bei den meist als Zusatzgerät zum Theodolit gebauten Feinmeßinstrumenten diejenigen mit Spitzenaufhängung von denen mit Fadenaufhängung des Magnets unterschieden werden können.

**63. Hängekompaß.** Der Hängekompaß, der zu einfachen Richtungsmessungen in der Grube benutzt wird, besteht aus Kompaßbüchse und Aufhängevorrichtung, Abb. 81. Die Kompaßbüchse ist eine

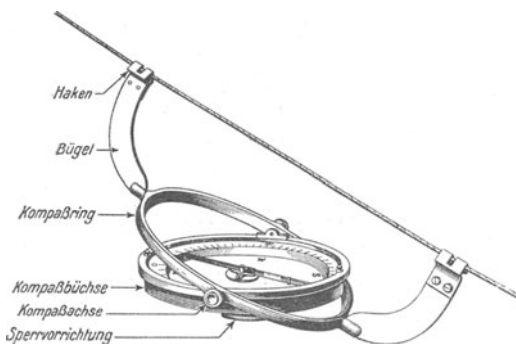


Abb. 81. Hängekompaß.

niedrige zylindrische Messingbüchse, die auf erhöhtem innerem Rande einen gewöhnlich in Grade geteilten Vollkreis trägt. Die Bezifferung der Kreisteilung ist linksläufig, weil bei der Messung von Streichwinkeln der Zeiger, das ist die Magnetnadel, immer die gleiche Stellung einnimmt, während die Teilung, dem Verlauf der Linie entsprechend, mit

der Aufhängevorrichtung gedreht wird. Die Bezeichnungen der Himmelsrichtungen „Ost“ und „West“ auf dem Boden der Kompaßbüchse müssen demnach auch vertauscht sein. Im Mittelpunkt der Kreisteilung befindet sich eine Stahlspitze, auf der die Magnetnadel mit ihrem Hütchen in waagerechter Ebene frei beweglich schwingt. Die Magnetnadel aus Edelstahl wird meist als hochstehende Balkennadel

von 7 bis 10 cm Länge mit scharfer Ablesekante ausgeführt. Ihr in Messing gefaßtes Hütchen ist mit einem harten Stein, z. B. Achat, ausgelegt. Zwecks Unterscheidung der Nadelenden hat man entweder in der Mitte der Südhälfte der Nadel die blaue Anlauffarbe des Stahles etwas abgeschliffen, so daß ein weißer Querstreifen entstanden ist, oder sonstige Kennzeichen angebracht. Mit einem kleinen Ausgleichsgewicht auf einer Nadelhälfte kann die Horizontallage der Nadel berichtigt werden. Mittels einer Sperrvorrichtung, die in der Regel durch eine Schraube unter dem Boden der Kompaßbüchse zu betätigen ist, wird die Magnetnadel bei Nichtgebrauch des Kompasses von der Spitze abgehoben und gegen den durch einen Glasdeckel gebildeten oberen Abschluß der Kompaßbüchse gedrückt.

Die Aufhängevorrichtung besteht aus dem Kompaßring und dem Hängebügel. Die Verbindung dieser beiden Teile ist meist fest, seltener umklappbar. Zwischen zwei gegenüberliegenden Schraubspitzen des Kompaßringes, die die Kompaßachse bilden, ist die Kompaßbüchse so gelagert, daß sie sich bei jeder Schnurneigung von selbst in die Waagerechte einstellt, und daß die  $0^{\circ}$  bis  $180^{\circ}$ -Linie der Teilung in Richtung der Bügelebene und damit auch in Richtung der ausgespannten Schnur oder Meßkette liegt. Die nach verschiedenen Seiten umgebogenen Haken des Bügels dienen zum Anhängen des Instrumentes an die Meßkette.

**64. Stativkompaß oder Bussole.** Der als Standinstrument für Messungen über Tage gebrauchte Kompaß setzt sich im wesentlichen aus

Kompaßbüchse, Ziel- und Aufstellvorrichtung zusammen, Abb. 82. Die Kompaßbüchse, die mit ihrer  $0^{\circ}$  bis  $180^{\circ}$ -Linie jetzt parallel zur Zielvorrichtung angebracht ist, entspricht vollständig derjenigen des Hängekompasses, nur die Sperrvorrichtung wird auf dem Rande der Büchse durch Niederdrücken oder

-schrauben eines ungleicharmigen Hebels betätigt. Als Zielvorrichtung verwendet man zentrische oder exzentrische Diopter oder Fernrohre, die vielfach mit Höhenkreis, Zeiger und Ablesevorrichtung hierzu, wie bei kleineren Nonientheodoliten, ausgerüstet sind. Bei den mit Fernrohr versehenen Bussolen steht das Instrument bei der Messung mit seinem Dreifuß auf einem Tellerstativ, während Diopterinstrumente mittels Hülse auf ein Zapfenstativ aufgesteckt werden.

Vielfach hat man als Bussolen auch gewöhnliche Theodolite, insbesondere Tachymetertheodolite, auf deren Kippachse oder zwischen

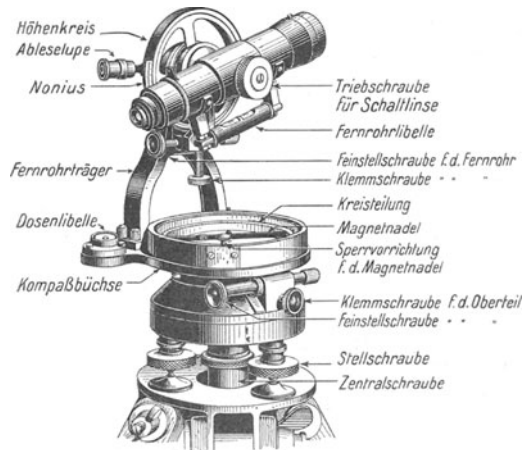


Abb. 82. Bussole von Breithaupt.

deren Fernrohrträgern eine Kompaßbüchse sitzt. Man spricht dann von Bussolentheodoliten oder Bussolentachymetern. Bei der Streichwinkelmessung mit diesen Instrumenten wird der Grundkreis des Theodolits nicht benutzt.

**65. Setzkompaß.** Dieses auch als Geologenkompaß bezeichnete Instrument dient zur Bestimmung von Streichwinkeln an Gebirgsschichten und Spaltflächen. In einfachster Form ist eine kleine Kompaßbüchse mit einer rechteckigen Messingplatte fest verbunden, so daß die  $0^{\circ}$ - bis  $180^{\circ}$ -Linie der wieder auf einem erhöhten Rande angebrachten Teilung parallel zur Längs- oder Anschlagkante der Platte verläuft. Die Sperrung der Nadel geschieht meist durch Druck auf einen seitlich aus der Büchse herausragenden Hebel. Auf dem Boden der Kompaßbüchse ist wie beim Gradbogen eine Halbkreisteilung angebracht, an der ein um die Aufhängespitze der Magnetnadel pendelndes, starres Lot den Fallwinkel einer Schicht anzeigt, wenn die Längskante der lotrecht gestellten Platte an die Falllinie angelegt wird, s. S. 161, Abb. 154.

Besondere Abarten des Setzkompasses sind auch unter der Bezeichnung Bergmannskompaß, Taschenkompaß, Marschkompaß in Gebrauch.

**66. Fehler der Kompass.** Man unterscheidet nachstehende Instrumentenfehler:

1. Fehler, die durch zu geringe magnetische Kraft der Nadel sowie durch Beschädigung der Stahlspitze oder des Hütchens entstehen. Sie lassen sich durch folgende einfache Prüfung nachweisen. Nach genauer Ablesung der Nordspitze der freischwingenden Magnetnadel am aufgehängten oder aufgestellten Kompaß lenkt man die Nadel mit einem kleinen eisernen Gegenstand ab und beobachtet, ob sie nach Entfernung des ablenkenden Gegenstandes in die vorherige Ruhelage zurückkehrt. Ergibt sich ein merkbarer Unterschied gegen die erste Ablesung und bringt eine Nachmagnetisierung der Nadel keine Abhilfe, so muß die Nadelspitze nachgeschliffen oder das Hütchen ausgewechselt werden, da der sonst auftretende unregelmäßige Fehler durch die Art der Messung nicht auszuschließen ist.

2. Wenn der Aufhängepunkt der Magnetnadel nicht mit dem Mittelpunkt der Kreisteilung zusammenfällt, so spricht man von einem Exzentrizitätsfehler. Er wird durch Ablesung an beiden Nadelenden, die bei einem einwandfreien Kompaß stets um  $180^{\circ}$  verschieden anzeigen sollen, nachgewiesen und durch Mittelbildung aus diesen Ablesungen unschädlich gemacht.

Ist der Unterschied der Ablesungen an beiden Nadelenden jedoch immer gleich groß, so liegt nur eine Verbiegung der Nadel vor, und es genügt dann die Ablesung der Streichwinkel an der Nordspitze der Nadel, da der hierdurch bewirkte Fehler in der Streichwinkelablesung durch die Berücksichtigung der Nadelabweichung des Kompasses bei der Zulage wieder ausgeschieden wird.

3. Ein Orientierungsfehler tritt auf, wenn die  $0^{\circ}$  bis  $180^{\circ}$ -Linie der Kompaßteilung beim Hängekompaß nicht parallel zur Hakenlinie, bei der Bussole nicht parallel zu der Zielachse oder beim Setzkompaß

nicht parallel zur Anschlagkante ist. Da alle mit einem solchen Instrument gemessenen Streichwinkel in diesem Falle um den gleichen Betrag zu groß oder zu klein werden, so muß auch die mit diesem Instrument ermittelte Nadelabweichung um den gleichen Betrag zu groß oder zu klein sein. Man wird also richtige Richtungen erhalten, wenn man die Nadelabweichung des bei der Messung benutzten Kompasses bei der Auftragung der Streichwinkel berücksichtigt, s. S. 177/178.

4. Beim Hängekompaß entsteht ferner ein Kollimationsfehler  $k_0$ , wenn die Kompaßachse nicht rechtwinklig zur Hakenlinie liegt. Dieser Fehler ist durch die sog. Lattenprobe nachzuweisen, bei welcher der Kompaß an mehreren verschieden stark geneigten Schnüren, die sämtlich in einer lotrechten Ebene ausgespannt sein müssen, angehängt wird. Der Einfluß  $k$  des Kollimationsfehlers auf die Streichwinkelmessung ist bei söhlichen Zügen gleich Null. Er wächst nach der Formel  $k = -k_0 \cdot (1 - \cos \alpha)$  langsam mit der Neigung  $\alpha$  und erreicht erst bei steilen Zügen größere Werte.

5. Ein Neigungsfehler  $i_0$  zeigt sich beim Hängekompaß, wenn die Kompaßachse bei der Messung nicht waagrecht liegt. Dieser Fehler läßt sich durch Umhängen des Kompasses nachweisen und durch Mittelbildung der Ablesungen ausschneiden. Der Einfluß  $i$  des Neigungsfehlers auf die Streichwinkelmessung ist bei söhlichen Zügen ebenfalls gleich Null. Er wächst nach der Formel  $i = i_0 \cdot \sin \alpha$  mit der Neigung  $\alpha$ , aber schneller als der Kollimationsfehler.

Kollimations- und Neigungsfehler sind bei neueren Kompassen meist sehr klein. Ein Verbiegen der Haken oder Bügel, das beim Gebrauch in der Grube eintreten kann, ruft einen Fehler hervor, der sich nicht nur als Orientierungsfehler, sondern in gleichem Ausmaße als Kollimationsfehler auswirkt.

**67. Magnetische Feinmeßinstrumente.** Zu den Instrumenten für magnetische Feinmessungen rechnet man die in Verbindung mit einem Theodolit benutzten Vorrichtungen, bei denen die Stellung des Magnets, d. h. die magnetische Nordrichtung, durch ein besonderes, zur Zielachse des Theodolits parallel gerichtetes, kleines Ablesefernrohr beobachtet, der freie Schenkel des Streichwinkels mit dem Theodolitfernrohr eingestellt wird und die Gradablesungen am Grundkreis des Theodolits vorgenommen werden. Hier sollen nur die beiden gebräuchlichsten Ausführungen dieser Instrumente, das Spiegeldeklinatorium mit Spitzenaufhängung und das Magnetometer mit Fadenaufhängung des Magnets kurz beschrieben werden.

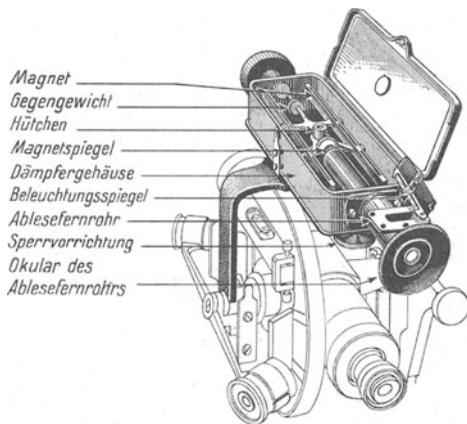


Abb. 83. Spiegeldeklinatorium nach Neumayer-Schmidt-Hildebrand.

Das Spiegeldeklinatorium nach Neumayer-Schmidt-Hildebrand, Abb. 83, wird in zwei Ausführungen für 12- und 8 cm-Theodolite hergestellt. In einem kupfernen Dämpfungsgehäuse schwingt auf einer Edelstahlspitze ein Magnetsystem, das aus vier Stahllamellen besteht, die durch ein Verbindungsstück aus Aluminium zusammengehalten sind. Das Verbindungsstück trägt in der Mitte ein in seiner Fassung verschiebbares Hütchen aus Saphir, das oben und unten

ausgeschliffen ist, so daß der Magnet auch umgelegt werden kann. An dem Verbindungsstück sitzt weiter, rechtwinklig zur magnetischen Achse, ein nach der Südseite gerichteter Spiegel und gegenüber auf einer Schraubspindel ein verschiebbares Gewicht, mit dem die waagerechte Lage des Magnetensystems herzustellen ist. In dem auf den Spiegel gerichteten, kleinen Ablesefernrohr befindet sich in der oberen Hälfte der Fadenkreuzebene ein Beleuchtungsprisma, an dessen Vorderseite eine Skala angebracht ist, die bei nordsüdlicher Stellung der Fernrohrachse vom Spiegel des Magneten zurückgeworfen wird und in der unteren Hälfte des Fernrohr Gesichtsfeldes als schwingendes Teilungsbild erscheint, Abb. 84. Wird der feste Mittelstrich des Ablesefernrohres auf den Nullstrich der schwingenden Skala mittels der Feinbewegungsschraube des Teil- oder Zeigerkreises eingestellt, so steht die Achse des Ablesefernrohres und damit auch die Zielachse des



Abb. 84. Gesichtsfeld des Ablesefernrohres am Spiegeldeklinatorium.

Theodolitfernrohres in der magnetischen Nordrichtung.

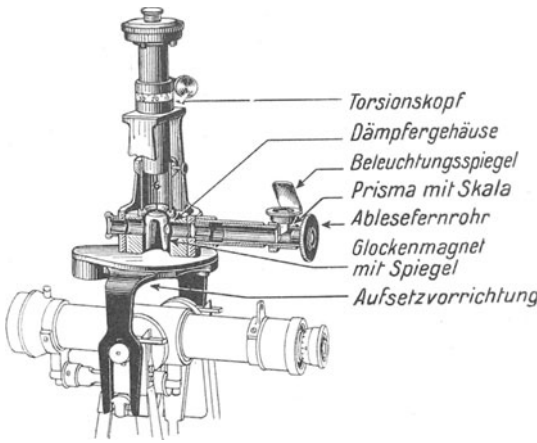


Abb. 85. Quarzfadenmagnetometer von Fennel.

Beim Quarzfadenmagnetometer von Fennel, Abb. 85, hängt ein glockenförmiger Magnet an einem etwa 10 cm langen Quarzfaden, der gegen Feuchtigkeitseinflüsse unempfindlich ist. Der Aufhängepunkt des Quarzfadens am oberen Ende eines lotrechten Standrohres kann durch eine Schraube ohne Drehung des Fadens gehoben und gesenkt werden, während ein geteilter Torsionskopf die Drehung des ganzen Aufhängesystems und damit die Beseitigung des

Dralles ermöglicht. Der auf der Südseite mit einem Spiegel versehene Glockenmagnet schwingt in einem Kupfergehäuse, das nach Hochschieben eines Glaszylinders von oben her zugänglich ist. Die Einrichtung des kleinen Ablesefernrohres entspricht derjenigen beim Spiegeldeklinatorium, doch wird jetzt der Mittelstrich im Gesichtsfeld auf den Strich 50 der schwingenden Skala, Abb. 86, eingestellt, wenn nicht die Stellung des Mittelstriches am Teilungsbild abgelesen und nach dem Skalenwert — etwa 2,6' — umgerechnet werden soll. Das Magnetableserohr kann bei getrennter Anordnung von Magnetometer und Aufsetzvorrichtung parallel zum Theodolitfernrohr gerichtet werden.



Abb. 86. Gesichtsfeld des Ablesefernrohres am Quarzfadenmagnetometer.

Beim Gebrauch der Instrumente für magnetische Feinmessungen hat man vor allem darauf zu achten, daß die Lage der Achse des Magnetfernrohres zur Zielachse des Theodolits bei der Bestimmung der Nadelabweichung über Tage und bei der Messung in der Grube die gleiche

ist. Falls keine feste oder genügend gesicherte Verbindung zwischen diesen Teilen besteht, wird man daher die Parallelstellung beider Fernrohre bei herausgenommenem oder beim Magnetometer auch nur um 90° gedrehtem Magnet vor jeder Messung durch Anzielen eines geeigneten Festpunktes prüfen und, wenn möglich, berichtigen.

### Ausführung magnetischer Messungen.

Obwohl durch den zunehmenden Einbau von Eisen und elektrischen Leitungen sowie durch die Verwendung von Maschinen aller Art die magnetischen Messungen in der Grube erheblich eingeschränkt worden sind, so werden sie doch für die Aufnahme der Abbaue, für die vorläufige Messung in den Hauptstrecken und für Gebirgsschichtenaufnahmen auch heute noch wegen ihrer bequemen Ausführung, einfachen Anschlußmöglichkeit und günstigen Fehlerfortpflanzung gern angewendet.

**68. Kompaßzug in der Grube.** Bei der Messung sind neben dem Beobachter zwei Meßgehilfen — Kettenzieher — notwendig. Von einem bekannten Festpunkt ausgehend, spannt man die Meßkette so aus, daß sie nirgendwo anliegt. Der Endpunkt der ersten Zugseite wird durch einen in den Stoßstempel gesteckten Pfriemen bezeichnet, über den man die Kette zieht. Der Beobachter geht dann an der Meßkette entlang, prüft den Freihang, ermittelt die vollen Meter der Zuglänge, mißt den Überschuß mit einem Zentimetermaß und trägt das Ergebnis als flache Länge in das Beobachtungsbuch ein. Nun wird der Hängekompaß an die Meßkette gehängt, und zwar so, daß  $0^{\circ}$  der Teilung bzw. die Bezeichnung „Nord“ auf dem Boden der Kompaßbüchse nach vorn, d. h. nach dem Endpunkt des Zuges zeigt. Man kann das richtige Anhängen des Kompasses dadurch erleichtern, daß man das vordere Bügelende durch Auszacken oder weißen Lackanstrich besonders kenntlich macht. Die Aufhängestelle des Kompasses ist an sich beliebig, doch wird man sie so wählen, daß man von Eisen und sonstigen ablenkenden Ursachen möglichst weit entfernt bleibt. Ein Straffziehen der Kette ist für die Streichwinkelmessung nicht erforderlich, da alle in einer lotrechten Ebene gelegenen, geraden oder gekrümmten Linien dasselbe Streichen haben. Nach dem Anhängen des Kompasses löst man die Sperrvorrichtung und liest, nachdem die schwingende Magnetnadel zur Ruhe gekommen ist, an ihrer Nordspitze auf ganze und zehntel Grade ab. Für die richtige Schätzung der Zehntelgrade ist es vorteilhaft, wenn man auf schattenlose Beleuchtung der Nordspitze und Beobachtung in Richtung der Nadel achtet. Nach der Ablesung wird die Magnetnadel mittels der Sperrvorrichtung wieder von der Spitze abgehoben, der Kompaß von der Kette abgenommen und der Streichwinkel im Beobachtungsbuch verzeichnet. Bei söhligem oder annähernd söhligem Zügen ist damit die Messung einer Zugseite beendet, bei flachen Zügen muß noch der Neigungswinkel mit dem Gradbogen an der straff gespannten Kette sowie meist auch der Abstand der Punkte von der Streckensohle bestimmt werden. Die beiden Kettenzieher rücken nun um eine Zuglänge vor, d. h. der Hintermann hält den Anfang der Meßkette am bisherigen Endpunkt an, während der Vordermann meist am gegenüberliegenden Streckenstoß einen neuen Punkt wiederum durch Einstecken eines Pfriemens festlegt. Längen- und Winkelmessung werden nun in gleicher Weise wie bei der ersten Zugseite durchgeführt. Das Verfahren ist bis zum Ende der Strecke zu wiederholen. Am Endpunkt der letzten Zugseite wird für spätere



Beispiel einer

7. Februar 1931, nachm. Zeche Glückauf, Schacht II/III, 3. Sohle, Hauptquer-

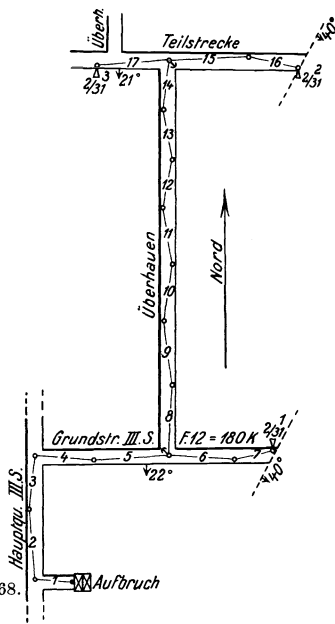
Punkt	Nr. des Zuges	Streichwinkel °	Flache Länge $f$ m	Neigungswinkel $\alpha$ °		Sohle $f \cdot \cos \alpha$ m	Seigertiefe $f \cdot \sin \alpha$ m		Höhe des Punktes bezogen auf N.N. m	Abstand des Punktes von der Sohle m
				+	-		+	-		
P.M. 68	1	98,5	5,89						- 226,00	2,00
Aus P.M. 68 nach Norden										
	2	3,1	14,44							
	3	13,5	11,57							
Aus Ende Zug 3. Grundstr. nach Osten										
	4	102,2	11,38							
	5	94,5	14,34							
$\bar{\delta}$	6	101,2	12,50							1,95
$\bar{\delta}^{2/31^1}$	7	86,6	7,45							1,10
Aus Ende Zug 5. Überhauen										
$\bar{\delta}$	8	10,6	14,40	17,2		13,75	4,26		- 225,87	1,95
	9	1,1	13,36	23,5		12,25	5,33		- 221,61	1,10
	10	16,3	11,68	20,2		10,96	4,03		- 216,28	1,20
	11	359,7	11,34	15,4		10,93	3,02		- 212,25	1,25
	12	18,5	10,00	21,0		9,34	3,58		- 209,23	1,15
	13	359,2	10,45	22,1		9,69	3,93		- 205,65	1,10
$\bar{\delta}$	14	14,4	10,98	27,4		9,75	5,05		- 201,72	1,05
									- 196,67	1,95
Aus Ende Zug 14. Teilstrecke nach Osten										
	15	95,8	15,50							
$\bar{\delta}^{2/31^2}$	16	109,0	9,10							0,80
Aus Ende Zug 14. Teilstrecke nach Westen										
$\bar{\delta}^{2/31^3}$	17	274,2	14,00							1,05

Anschlüsse an Stelle des eingesteckten Pfiemens ein Ringeisen eingeschlagen, neben dem man eine Kompaßstufe mit Monat, Jahr und laufender Nummer als Punktbezeichnung, s. S. 8, Abb. 9, anbringt. Die Abstände des Ringeisens von der Sohle und vom Ortsstoß werden gemessen. Auch die Endpunkte einzelner Zwischenzüge, soweit sie an Streckenabzweigungen liegen, sind durch Ringeisen festzulegen, an denen weitere Kompaßzüge angeschlossen werden können.

Die in das Beobachtungsbuch gemachten Eintragungen werden durch Überschrift des Datums, des Ortes und des Zweckes der Messung, ferner durch Angaben über die benutzten Instrumente und die Nadelabweichung des Kompasses sowie durch eine Handzeichnung ergänzt. In die Handzeichnung sind die Lage der Punkte, die Zugnummern, die Streckenstöße und gegebenenfalls weitere Maße, die sich auf die Einmessung von Bauen oder Schichten beziehen, einzuschreiben. Es emp-

Kompaßmessung.  
schlag nach Norden, Flöz 12, Grundstrecke nach Osten und Überhauen zur Teilsohle.

Höhe der Sohle bezogen auf N.N. m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
— 228,00	P.M. 68	Hängezeug Nr. 1124 von Hildebrand und 20m Meßkette. Nadelabweichung des Kompasses gemäß Beobachtung vom 14. Januar 1931 = 8,2° westl.
	Ø	
	Ø 2/31 <sup>1</sup>	Störung Strch. 38,7°, Einf. 40° SO.
— 227,82	Ø	
— 222,71	Ø	
— 217,48	Ø	
— 213,50	Ø	
— 210,38	Ø	
— 206,75	Ø	
— 202,77	Ø	
— 198,62	Ø	
	Ø 2/31 <sup>2</sup>	Störung Strch. 39,2°, Einf. 40° SO.
	Ø 2/31 <sup>3</sup>	3,5 m bis Ortsstoß, bei 10,3 m Mitte Überh.



fiehlt sich, auch stets die Nordrichtung einzutragen, da dann die ungefähren Werte der Streichwinkel gleich aus der Handzeichnung ersehen und mit den Ablesungen verglichen werden können.

Das obige Zahlenbeispiel für eine Kompaßmessung enthält zugleich die aus den gemessenen Längen und Neigungswinkeln errechneten Sohlen und Seigerteufen sowie die aus letzteren ermittelten Höhen der Punkte und der Sohle. Näheres hierüber ist unter „Gradbogenmessung“, S. 116, angegeben.

**69. Benutzung des Kompasses in Gegenwart störender Einflüsse.** Um den Hängekompaß auch in Gegenwart von Eisen oder sonstigen ablenkenden Ursachen benutzen zu können, verwendete man früher vielfach das Verfahren der Kreuzschnüre oder besondere Hilfshängezeuge mit exzentrischer Lage der Kompaßbüchse.

In beiden Fällen wird erstrebt, die Magnetnadel bei der Messung

der Streichwinkel zweier aneinanderstoßender Zugseiten an derselben Stelle, nämlich im Schnittpunkt der Züge, abzulesen, damit die Ablenkung der Magnetnadel bei beiden Ablesungen gleich groß und aus dem Unterschied derselben der Brechungswinkel zwischen den Zugseiten fehlerfrei erhalten wird.

In Abb. 87 ist

- $\gamma$  das eisenfreie Streichen des Zuges 1 bis 2,
- $\gamma_1$  das durch Eisen beeinflusste Streichen des Zuges 1 bis 2,
- $\gamma_2$  das durch Eisen beeinflusste Streichen des Zuges 2 bis 3,
- $\varepsilon = \gamma - \gamma_1$  die Ablenkung der Magnetnadel,
- $w = \gamma_2 - \gamma_1$  der Brechungswinkel zwischen den beiden Zügen.

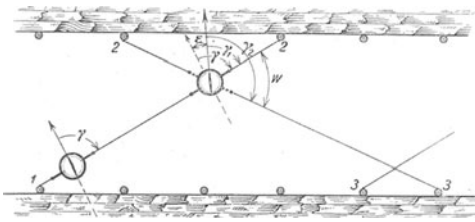


Abb. 87. Kreuzschnüre.

ablenkender Einflüsse nur noch die Benutzung kleiner Stand- oder Hängetheodolite empfohlen werden, die erheblich genauere Ergebnisse gewährleisten.

Bei Vorhandensein geringer Eisenmassen liefert aber auch die gewöhnliche Kompaßmessung vielfach noch brauchbare Ergebnisse, da die Einwirkung auf den Magnet sehr schnell abnimmt. Man kann daher häufig noch unbeeinflusste Stellen in etwas größerem Abstände von den störenden Ursachen aufsuchen. So wird z. B. der Einfluß der Förderbahn in Abbaustrecken schon in etwa 1 m Höhe, derjenige eines Förderwagens in etwa 2 m Abstand und der einer Druckluftleitung in etwa 0,5 m Entfernung unwirksam<sup>1</sup>. Bei elektrischen Anlagen erzeugen selbst Gleichstromleitungen in eisengepanzerten Kabeln nur noch auf einige Meter merkbare Ablenkungen. Für den Eisenausbau ergibt sich, daß z. B. die Einwirkung von einer Tonne Eisen in 10 m Entfernung mit dem gewöhnlichen Kompaß nicht mehr nachweisbar ist<sup>2</sup>.

**70. Bussolenmessung über Tage.** Bussolenzüge werden in unübersichtlichem, für Richtungsanschlüsse ungeeignetem Gelände, besonders bei der Aufnahme von Waldgebieten, mit Vorteil angewendet. Die Aufstellung des Instrumentes und das Einstellen der Zielpunkte erfolgen wie bei der Winkelmessung mit der Winkeltrommel oder dem Theodolit, die Ablesung der Streichwinkel geschieht wie beim Hängekompaß an der Nordspitze der Magnetnadel. Da in jedem Standpunkt die Streichwinkel der beiden anschließenden Seiten gemessen werden können, so braucht normalerweise die Aufstellung der Bussole nur in jedem zweiten Punkt des Linienzuges vorgenommen zu werden, d. h. es kann mit „Springständen“ gearbeitet werden. Nur dort, wo magnetisch störende Einflüsse vorhanden sind oder vermutet werden, wird man die Streichwinkel jeder Seite hin und her messen und gegebenenfalls aus den unsicheren Streichwinkeln benachbarter Zugseiten die Brechungswinkel zwischen diesen ableiten und für die Richtungsbestimmung

<sup>1</sup> L. Mintrop: Einführung in die Markscheidkunde, 2. Aufl. 1916, S. 102.

<sup>2</sup> E. Wandhoff: Lotorientierung oder Magnetorientierung? Mitt. a. d. Markscheidewes. 1925, S. 60.

der Seiten benutzen. Immerhin muß dieses Verfahren auf Ausnahmen beschränkt bleiben, da, wie schon oben erwähnt, die Genauigkeit dieser Art von Richtungsermittlung nicht sehr groß ist.

Bei geneigten Zügen werden die Neigungswinkel mit dem Höhenkreis der Bussole ganz wie beim Theodolit bestimmt. Die Längenmessung erfolgt in der Regel nur einmal mit einem Rollbandmaß, wenn nicht, wie bei Tachymeterbussolen unter Zuhilfenahme einer in den Zielpunkten lotrecht aufgehaltene, geteilten Latte die mittelbare Längenbestimmung stattfindet.

**71. Ermittlung der Nadelabweichung.** Für die Auftragung der Kompaßmessung auf den Riß ist die Kenntnis der Nadelabweichung des bei der Messung benutzten Kompasses notwendig, da nur durch Verwendung dieses Winkelwertes bei der Zulage der durch den Orientierungsfehler, s. S. 88/89, entstandene Fehler in der Streichwinkelmessung ausgeschieden werden kann. Die Ermittlung dieser Nadelabweichung geschieht an einer in jedem Grubenfeld über Tage vorhandenen Orientierungslinie, die meist aus zwei Steinpfeilern mit eingelassenen Marken besteht, Abb. 88, oben. Für Magnetinstrumente mit Zielvorrichtung genügt auch

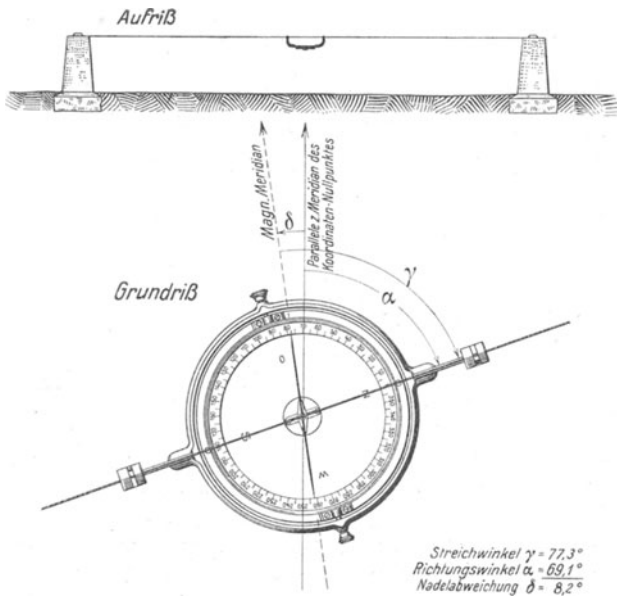


Abb. 88. Bestimmung der Nadelabweichung eines Hängekompasses an einer Orientierungslinie.

ein Pfeiler und eine Kirchturmspitze oder ein anderes vorhandenes Zeichen als Zielpunkt. Der Richtungswinkel der Orientierungslinie wird im Anschluß an das Festpunktnetz der Polygon- oder Dreiecksmessung über Tage bestimmt. Mißt man mit einem Hängekompaß an einer zwischen den Marken ausgespannten Meßkette den Streichwinkel der Orientierungslinie, so ergibt der Unterschied Streichwinkel minus Richtungswinkel die gewünschte Nadelabweichung für dieses Instrument, Abb. 88, unten. Da der so ermittelte Wert aber infolge der örtlichen und zeitlichen Änderung der Magnetnadelrichtung, s. S. 84/85, nur für

ein begrenztes Gebiet und für begrenzte Zeit gilt, so muß die Ermittlung der Nadelabweichung für die Zulage der Kompaßmessungen mindestens einmal im Jahr wiederholt werden. Dieser Wert kann alsdann für alle während des Jahres mit dem gleichen Kompaß innerhalb des Grubenfeldes ausgeführten Messungen eingesetzt werden, vorausgesetzt, daß größere magnetische Störungen während der Zeit der Messung nicht auftreten. In letzterem Falle wird man entweder die Änderungen der Magnetnadelrichtung, wie sie sich aus den Aufzeichnungen in einer magnetischen Warte ergeben, berücksichtigen oder besser die Messung wiederholen.

Bei Setzkompassen, an denen das Streichen der Schichten gewöhnlich nur auf volle Grade ermittelt wird, kann die festgestellte Nadelabweichung für einige Jahre in einem Verwendungsgebiet von etwa 30 km ostwestlicher Ausdehnung beibehalten werden.

**72. Fehler der Kompaßmessungen.** Die Fehler der Kompaßzüge unter und über Tage setzen sich, ebenso wie die der Polygonmessung, aus Längen- und Winkel Fehlern zusammen. Erstere rufen eine Parallelverschiebung, letztere eine Verschwenkung der einzelnen Zugseiten hervor. Durch beide zusammen wird eine Abweichung des Zupendpunktes von seiner wirklichen Lage bewirkt, deren seitliches Ausmaß nach den amtlichen preußischen Vorschriften nicht mehr als  $\frac{1}{500}$  der Zuglänge betragen darf.

Die Winkelbestimmung sowohl mit dem Hängekompaß als auch mit der Bussole ist erheblich ungenauer als diejenige mit dem Theodolit.

Sie entspricht ungefähr der Messungsgenauigkeit bei der Winkeltrummel. Trotzdem liefern die Kompaßzüge günstigere Ergebnisse als etwa ein Polygonzug, dessen Brechungswinkel mit einer Winkeltrummel gemessen werden. Es liegt das an der günstigen Fortpflanzung der Winkelfehler in den Kompaßzügen. In Abb. 89 ist für einen Kompaßzug und einen Theodolit zug angenommen worden, daß die Seite *A* bis *B* infolge falscher Winkelmessung beidemal um denselben Betrag  $d\beta$  verschwenkt sei. Dann wird der Endpunkt dieser Zugseite für Kompaß- und Theodolitmessung statt nach *B* nach *B'* fallen, also eine Abweichung *a* aufweisen. Werden für den weiteren Verlauf beider Züge die Winkel und Längen als fehlerfrei angesehen, so bleibt die Abweichung *a* beim Kompaßzug bis zum Endpunkt in gleicher Größe bestehen, da keine Verschwenkung, sondern nur eine Parallelverschiebung des weiteren Zugteiles eintritt. Beim Theodolit zug wirkt sich dagegen der eine Winkelfehler in einer Verschwenkung des ganzen folgenden Zuges aus und die Abweichung der Punkte wächst mit der Länge des Zuges. Schon daraus folgt, daß die Winkel mit dem Theodolit

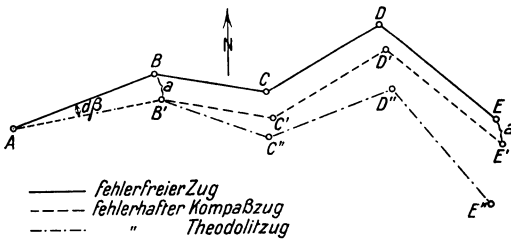


Abb. 89.  
Fehlerfortpflanzung in Kompaß- und Theodolit zügen.

viel genauer gemessen werden müssen als mit dem Kompaß. Hinzu kommt beim Vergleich der Theodolit- mit einer Bussolenmessung, daß auch die Zentrierfehler bei der Theodolitaufstellung ungünstig auf die Zugverschwenkung einwirken, während sie bei der Bussolenaufstellung fast unschädlich sind. Der Einfluß kleiner Winkelmeß- und Zentrierfehler läßt es beim Theodolitzug ratsam erscheinen, möglichst wenig Standpunkte, also lange Zugseiten zu wählen, um die Zahl der unvermeidlichen Fehler zu verringern. Beim Kompaßzug, bei dem die Ablesefehler an sich größer sind, sucht man dagegen den Einfluß derselben durch Wahl kürzerer Zugseiten herabzudrücken. Was hier für den Theodolitzug gesagt wurde, gilt für jeden Linienzug, bei dem die Richtungen der Zugseiten aus Brechungswinkelmessungen ermittelt werden. Es trifft also auch für diejenigen Kompaßmessungen zu, bei denen Brechungswinkel aus den Unterschieden zweier Streichwinkel abgeleitet werden.

**73. Magnetorientierung.** Magnetische Feinmessungen dienen dazu, die Richtungswinkel einzelner Seiten des Hauptzugnetzes in der Grube zu prüfen oder neu zu bestimmen. Es wird also auf diese Weise nicht eine ganze Zugmessung durchgeführt, sondern man ermittelt nur auf 2 bis 3 Standpunkten für 1 bis 2 Polygonlinien die Streichwinkel, von denen dann die an einer Orientierungslinie über Tage ermittelte Nadelabweichung unter Berücksichtigung der Standortänderungen über und unter Tage abgezogen werden muß, um die gesuchten Richtungswinkel in der Grube zu erhalten.

Im allgemeinen wählt man die Standpunkte unter Tage in einer im Vortrieb befindlichen Strecke, weil hier die notwendige Ausräumung aller Eisenteile verhältnismäßig am einfachsten zu bewerkstelligen ist. Da von einer Magnetorientierung wesentlich höhere Genauigkeit verlangt wird als von einer gewöhnlichen Kompaßmessung, ist die Beseitigung aller störenden Ursachen auf etwa 50 m Streckenlänge unbedingte Voraussetzung für das Gelingen der Messung. Aber trotz größter Sorgfalt in dieser Hinsicht können die Ergebnisse der Magnetorientierung unbrauchbar werden, wenn magnetische Eigenschaften der Gesteinsschichten oder die aus Stromentweichungen an elektrischen Bahnen unter oder über Tage herrührenden, das Gebirge regellos durchwandernden Streuströme auf den Magnet einwirken. Vor solchen nicht erfaßbaren Einflüssen sucht man sich dadurch zu schützen, daß man einmal auf 2 bis 3 Punkten beobachtet, obwohl der Zweck der Messung durch eine Beobachtung erreicht werden könnte, und daß man außerdem die Messungen in der Nacht durchführt, wenn der regelmäßige elektrische Fahrbetrieb über und unter Tage ruht.

Bei der Ausführung einer Magnetorientierung entspricht die Aufstellung des Instrumentes in den Festpunkten der bis vor Ort geführten Polygonmessung vollständig der gewöhnlichen Theodolitaufstellung. Die Messung selbst kann als Wiederholungsmessung mit 8- bis 10facher Repetition des Streichwinkels z. B. in der Weise durchgeführt werden, daß man als linken Schenkel jeweils im Magnetfernrohr den festen Strich auf die Mitte der schwingenden Skala einstellt und den benachbarten Polygonpunkt als Endpunkt des rechten Schenkels mit dem Theodolitfernrohr anzielt. Der Zeitpunkt jeder Magneteinstellung ist zu vermerken. In gleicher Weise wird über Tage auf einem Stein der Orientierungslinie die Beobachtung zwecks Bestimmung der Nadelabweichung des Instrumentes vorgenommen, s. S. 95. Statt der jedesmaligen Einstellung auf den Mittelstrich der Magnetskala kann man auch reihenweise Schwingungsbeobachtungen anstellen und hieraus die Ruhelage des Magnets ableiten. In diesem Falle braucht der Endpunkt der zu bestimmenden Linie nicht so häufig angezielt zu werden. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Streichwinkelmessung über Tage

unter Berücksichtigung der während der Beobachtung eingetretenen zeitlichen Änderungen in der Magnetrichtung und dem bekannten Richtungswinkel der Orientierungslinie ergibt die Nadelabweichung über Tage. Auch unter Tage sind an den gemessenen Streichwinkeln Verbesserungen anzubringen, die sich aus den zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung ergeben, wobei sämtliche Verbesserungen auf den gleichen Zeitpunkt bezogen werden müssen, im untenstehenden Beispiel auf die erste Magneteinstellung an der Orientierungslinie.

Die zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung erhält man aus den Aufzeichnungen einer magnetischen Warte. In Gebieten, in denen derartige Aufzeichnungen nicht zur Verfügung stehen, wird man zweckmäßigerweise während der Dauer der magnetischen Messungen über und unter Tage die zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung durch Beobachtung an einem zweiten Magnetinstrument feststellen lassen.

Die an der Orientierungslinie ermittelte Nadelabweichung ist nun infolge der verschiedenen Lage der Standpunkte über und unter Tage noch um einen Betrag zu verbessern, der sich aus dem Unterschied der Meridiankonvergenz, S. 3, und der örtlichen Deklinationsänderung ergibt. Da die Meridiankonvergenz in unserer Breite in der Richtung von Westen nach Osten auf einen Kilometer um  $40''$  zunimmt, während die Deklination in der gleichen Richtung ungefähr um  $25''$  abnimmt, so ergibt sich auf einen Kilometer west-östlicher Entfernung eine Verbesserung von  $40'' - 25'' = 15''$ . Um diesen Betrag wird die Nadelabweichung nach Osten größer, nach Westen kleiner. Liegt also, wie im nachstehenden Beispiel, der Beobachtungspunkt unter Tage einen Kilometer westlich der Orientierungslinie, so ist der Betrag  $15''$  von der Nadelabweichung über Tage abzuziehen.

Die Genauigkeit einer Magnetorientierung beträgt bei sorgfältiger Ausführung ohne störende Einflüsse etwa  $1'$ .

Beispiel für eine Magnet-  
6./7. April 1931. Zeche Glückauf, 5. Sohle, 2. westl. Abteilung, Flöz 7,

Zeit	Standpunkt	Zielpunkt	Ableseung am Teilkreis des Theodolits. Mittel aus Nonius I und II	Streichwinkel	Zeitliche Änderung der Magnet- richtung	Verbesserter Streich- winkel
			o ' "	o ' "	' "	o ' "
Über Tage.						
		Magn. Nord	0 00 00			
17h 30m	Stein 1	Stein 2	47 12 15	47 12 15	± 0 00	47 12 15
17h 33m			94 24 45	47 12 30	+ 0 12	47 12 42
17h 35m			141 37 15	47 12 30	+ 0 24	47 12 54
17h 39m			188 49 15	47 12 00	+ 0 24	47 12 24
17h 42m			236 01 30	47 12 15	+ 0 36	47 12 51
					Mittel	47 12 37
Unter Tage.						
		Magn. Nord	0 00 00			
0h 42m	P. M. 71	P. M. 72	125 20 30	125 20 30	+ 1 06	125 21 36
0h 44m			250 40 30	125 20 00	+ 1 00	125 21 00
0h 47m			16 00 45	125 20 15	+ 1 24	125 21 39
0h 52m			141 20 00	125 19 15	+ 1 18	125 20 33
0h 55m			266 39 45	125 19 45	+ 1 12	125 20 57
					Mittel	125 21 09

## Grundlegende Lagemessungen über Tage.

Die den Lageaufnahmen über Tage allgemein zugrunde gelegten Polygonzüge müssen, solange und soweit die neuerdings geplanten, genügend dichten Aufnahmenetze, s. S. 105, noch nicht vorhanden sind, oft erheblich ausgedehnt werden, um sie an gegebene Festpunkte anschließen zu können. In übersichtlichem, für die unmittelbare Längenmessung aber ungünstigem Gelände ist es im Hinblick auf die Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Messungen daher vielfach besser, kürzere Polygonzüge zunächst in ein Kleindreiecksnetz einzubinden, das dann mit dem trigonometrischen Netz der Landesaufnahme unmittelbar oder durch besondere Anschlußverfahren in Verbindung gebracht wird. Gegebenenfalls kann auch das Kleindreiecksnetz gleich als Grundlage für die Stückvermessung nach dem Polarkoordinaten-Verfahren, s. S. 62, benutzt werden.

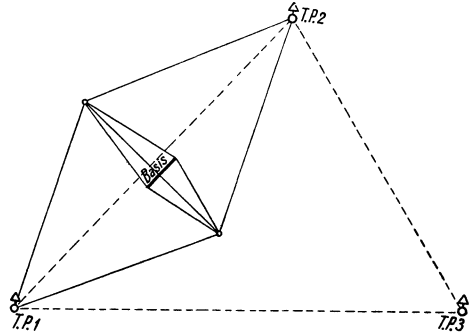
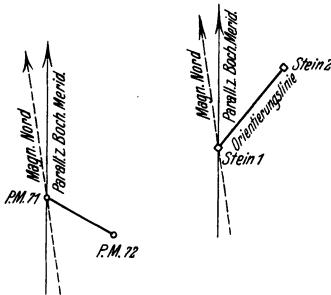


Abb. 90. Basisvergrößerungsnetz.

orientierung.  
Muldenordflügel, Grundstrecke nach Osten.

### Bemerkungen und Handzeichnung

Repetitionstheodolit Nr. 619 mit Magnetometer Nr. 4077 von Fennel.  
Ostwestliche Entfernung P. M. 71 bis Stein 1 der Orientierungslinie rund 1000 m.



Streichwinkel der Orientierungslinie Stein 1 bis Stein 2	= 47° 12' 37''
Richtungswinkel der Orientierungslinie Stein 1 bis Stein 2	= 38° 54' 07''
Nadelabweichung über Tage	= 8° 18' 30''
Meridiankonvergenz minus örtl. Deklinationsänderung	= - 15''
Nadelabweichung unter Tage	= 8° 18' 15''
Streichwinkel der Polygonlinie P. M. 71 bis P. M. 72	= 125° 21' 09''
Nadelabweichung unter Tage	= - 8° 18' 15''
Richtungswinkel der Polygonlinie P.M. 71 bis P.M. 72	= 117° 02' 54''

**74. Kleindreiecksmessung.** Bei diesem Verfahren werden einzelne, durch Punkte im Gelände begrenzte Dreiecke aneinandergelagert oder besser ineinandergeschachtelt, s. S. 105, Abb. 94. In einem solchen Dreiecksnetz scheidet die Längenmessung völlig aus, da sich sämtliche Seiten rechnerisch, durch fortgesetzte Anwendung des Sinussatzes, bestimmen lassen, wenn alle Winkel gemessen worden sind und die Länge einer einzigen Dreiecksseite bekannt ist.

Gewöhnlich wird diese Dreiecksseite aus einem Basisvergrößerungsnetz, Abb. 90, ermittelt, indem man zunächst



im ebenen Gelände an günstiger Stelle eine im Verhältnis zu den Dreiecksseiten kurze Grundlinie — Basis — unmittelbar, z. B. mit guten Stahlmeßbändern oder Meßplatten sehr genau mißt, oder mittelbar mit Basislatte und Hilfsbasis bestimmt, S. 139/140. An diese legt man dann bis zu der gesuchten Dreiecksseite T.P. 1 bis T.P. 2 spitzwinklige Dreiecke, in denen wieder die Winkel gemessen und alle Seiten, von der Basis ausgehend, berechnet werden.

Ist in einem Dreiecksnetz die Richtung einer Dreiecksseite gegeben, so lassen sich die Richtungen für alle anderen Dreiecksseiten ableiten. Wenn man überdies die Koordinaten eines Dreieckspunktes kennt, so können auch die Koordinaten aller andern Punkte berechnet werden.

Die Festpunkte der Kleindreiecksmessung werden an übersichtlichen Stellen meist durch Steine vermarkt und mit Signalen versehen. Der Abstand dieser Punkte beträgt in den als eben zu behandelnden Dreiecken etwa 1 bis 5 km.

**75. Anschluß an die Landesaufnahme.** Um die Lage eines Ausgangspunktes und die Richtung einer Seite der Kleindreiecks- oder der Polygonmessung zu erhalten, schließt man diese Messungen an das in allen Bezirken vorhandene Dreiecksnetz der Landesaufnahme an. Am einfachsten geschieht dieser Anschluß für die Dreiecksmessung, wenn gleich eine Seite des Netzes der Landesaufnahme in das zu schaffende neue Netz einbezogen werden kann. Es erübrigt sich dann auch die Ermittlung der Länge einer Dreiecksseite aus einem Basisvergrößerungsnetz, da ja diese Länge aus den bekannten Koordinaten der Landesvermessung errechnet werden kann.

Für den Polygonzug, der von einem gegebenen Bodenpunkt der Landesaufnahme ausgeht, geschieht die Bestimmung der Richtung der ersten Polygonseite durch Messung des Winkels, den diese mit einer Dreiecksseite der Landesaufnahme einschließt.

Bei hochgelegenen Dreieckspunkten kann auch das auf S. 76 beschriebene Verfahren Anwendung finden. Meist muß aber der Anschluß an entferntere Punkte der Landesaufnahme wie auch sonst bei der Neubestimmung

trigonometrischer Punkte durch Meßverfahren bewerkstelligt werden, die unter dem Namen Vorwärts- und Rückwärtseinschneiden bekannt sind.

**76. Vorwärtseinschneiden.** Das Verfahren beruht darauf, daß man auf zwei ihrer Lage nach bekannten Punkten die Winkel mißt, die von der Verbindungslinie dieser Punkte und den Strahlen zum Neupunkte *VE* eingeschlossen werden. Hat man nach Abb. 91 in den Dreieckspunkten *A* und *B* der Landesaufnahme die Winkel  $\gamma$  und  $\delta$  gemessen, so kann man, da  $\alpha_s$  und  $s$  aus den Koordinaten der Punkte *A* und *B* zu errechnen sind, auch die Richtungswinkel  $\alpha_c$

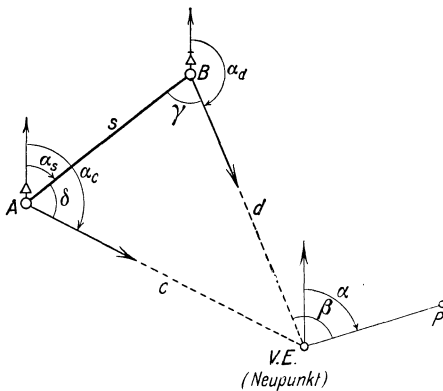


Abb. 91. Vorwärtseinschneiden.

und  $\alpha_d$ , die Seiten  $c$  und  $d$  sowie die Koordinatenunterschiede zwischen dem Neupunkt *VE* und den Punkten *A* bzw. *B* aus folgenden Formeln berechnen:

Richtungswinkel:	Seiten:	Koordinatenunterschiede:
$\operatorname{tg} \alpha_s = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$	$s = \frac{y_B - y_A}{\sin \alpha_s} = \frac{x_B - x_A}{\cos \alpha_s}$	$d y_c = c \cdot \sin \alpha_c$

Richtungswinkel:	Seiten:	Koordinatenunterschiede:
$\alpha_c = \alpha_s + \delta$	$c = s \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin (\delta + \gamma)}$	$dx_c = c \cdot \cos \alpha_c$
$\alpha_d = \alpha_s + 180^\circ - \gamma$	$d = s \cdot \frac{\sin \delta}{\sin (\delta + \gamma)}$	$dy_d = d \cdot \sin \alpha_d$
		$dx_d = d \cdot \cos \alpha_d$

Hiernach ergeben sich:

1. die Koordinaten des Neupunktes  $VE$

$$y = y_A + dy_c = y_B + dy_d$$

$$x = x_A + dx_c = x_B + dx_d,$$

2. der Richtungswinkel der Anfangsseite  $VE$  bis  $P$  eines Polygonzuges nach Messung des Brechungswinkels  $\beta$

$$\alpha = \alpha_d + \beta - 180^\circ.$$

Zwecks Steigerung der Genauigkeit beobachtet man fast stets noch auf weiteren Punkten der Landesaufnahme in gleicher Weise und gleicht dann die Ergebnisse der Messungen aus.

**77. Rückwärtseinschneiden.** Bei diesem Verfahren werden in dem Neupunkte  $RE$  meistens durch Satzbeobachtung die beiden Winkel ermittelt, welche die nach drei bekannten Punkten verlaufenden Strahlen miteinander einschließen. Hat man also nach Abb. 92 die Winkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  gemessen, so kann man aus den gegebenen Koordinaten der Punkte  $A$ ,  $B$  und  $C$ , wie im vorhergehenden Falle, zunächst die Richtungswinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  sowie die Seiten  $s_1$  und  $s_2$  errechnen. Auch der Winkel  $\gamma$  ist aus  $\alpha_1 + 180^\circ - \alpha_2$  zu bestimmen. Weiter ist die Winkelsumme  $\delta + \varepsilon = 360^\circ - (\gamma + \beta_1 + \beta_2)$  bekannt.

Wenn wir nun die Winkel-differenz  $\delta - \varepsilon$  ermitteln, so ergeben sich auch die Einzelwinkel  $\delta$  und  $\varepsilon$  bzw.  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$ .

Aus Abb. 92 kann abgelesen werden

$$d = s_1 \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \beta_1} = s_2 \cdot \frac{\sin \varepsilon}{\sin \beta_2}.$$

Hieraus folgt

$$\frac{\sin \varepsilon}{\sin \delta} = \frac{s_1}{s_2} \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1}.$$

Da die rechte Seite dieser Gleichung nur bekannte Größen enthält, so läßt sich dieser Teil berechnen und durch eine für alle möglichen Werte gültige Funktion ausdrücken:

$$\frac{s}{s_2} \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} = \operatorname{tg} \mu,$$

Ferner ist

$$1 + \frac{\sin \varepsilon}{\sin \delta} = 1 + \operatorname{tg} \mu$$

woraus sich

$$\frac{\sin \delta + \sin \varepsilon}{\sin \delta} = 1 + \operatorname{tg} \mu$$

so daß auch  $\frac{\sin \varepsilon}{\sin \delta} = \operatorname{tg} \mu.$

und  $1 - \frac{\sin \varepsilon}{\sin \delta} = 1 - \operatorname{tg} \mu,$

und  $\frac{\sin \delta - \sin \varepsilon}{\sin \delta} = 1 - \operatorname{tg} \mu$  ergibt.

Dividiert man die beiden letzten Gleichungen durcheinander, so erhält man

$$\frac{\sin \delta + \sin \varepsilon}{\sin \delta - \sin \varepsilon} = \frac{1 + \operatorname{tg} \mu}{1 - \operatorname{tg} \mu}.$$

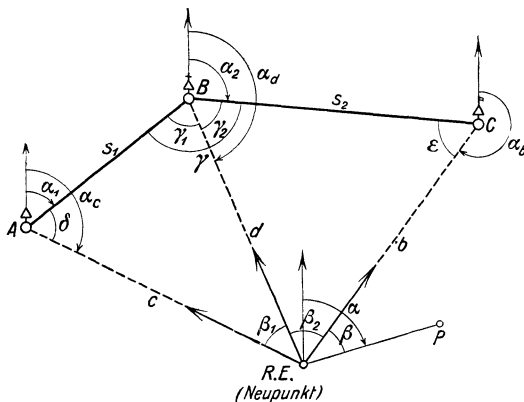


Abb. 92. Rückwärtseinschneiden.

Nach bekannten Formeln der Trigonometrie kann man hierfür setzen

$$\frac{2 \sin \frac{\delta + \varepsilon}{2} \cdot \cos \frac{\delta - \varepsilon}{2}}{2 \cos \frac{\delta + \varepsilon}{2} \cdot \sin \frac{\delta - \varepsilon}{2}} = \operatorname{tg} (45^\circ + \mu)$$

oder

$$\operatorname{tg} \frac{\delta + \varepsilon}{2} \cdot \operatorname{cotg} \frac{\delta - \varepsilon}{2} = \operatorname{tg} (45^\circ + \mu)$$

und danach

$$\operatorname{cotg} \frac{\delta - \varepsilon}{2} = \operatorname{tg} (45^\circ + \mu) \cdot \operatorname{cotg} \frac{\delta + \varepsilon}{2}.$$

Diese Gleichung liefert uns, da die rechte Seite derselben bekannte Größen aufweist, die Differenz  $\frac{\delta - \varepsilon}{2}$  oder  $\delta - \varepsilon$ , und in Verbindung mit dem Wert  $\delta + \varepsilon$  bekommen wir dann durch Zusammenzählen und Abziehen  $2\delta$  und  $2\varepsilon$  und damit auch  $\delta$  und  $\varepsilon$ .

Da  $\gamma_1 = 180^\circ - (\delta + \beta_1)$  und  $\gamma_2 = 180^\circ - (\varepsilon + \beta_2)$  ist, so können jetzt berechnet werden

$$c = s_1 \cdot \frac{\sin \gamma_1}{\sin \beta_1}, \quad d = s_1 \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \beta_1} = s_2 \cdot \frac{\sin \varepsilon}{\sin \beta_2} \quad \text{und} \quad b = s_2 \cdot \frac{\sin \gamma_2}{\sin \beta_2}.$$

Ferner ist

$$\alpha_c = \alpha_1 + \delta, \quad \alpha_d = \alpha_2 + \gamma_2 \quad \text{und} \quad \alpha_b = \alpha_2 + 180^\circ - \varepsilon.$$

Nach den Koordinatengrundformeln, s. S. 5, lassen sich wie beim Vorwärtseinschneiden jeweils die Teilkoordinaten zwischen dem Neupunkt  $RE$  und den Punkten  $A$ ,  $B$  und  $C$  und zum Schluß die Koordinaten des Punktes  $RE$  von den genannten drei Punkten aus errechnen.

Der Richtungswinkel  $RE$  bis  $P$  ist nach Messung von  $\beta$  wieder

$$\alpha = \alpha_b + \beta - 180^\circ.$$

Die Berechnung des Neupunktes  $RE$  erfolgt in der Praxis vielfach nach dem Trig. Form. 11 der preußischen Vermessungsanweisung IX, das nicht den Hilfswinkel  $\mu$ , sondern den Collinsschen Hilfspunkt  $Q$  benutzt. Diesen Hilfspunkt erhält man als Schnitt des durch den Neupunkt und zwei Anschlußpunkte gelegten Kreises mit der Verbindungslinie vom Neupunkt zum dritten Anschlußpunkt oder mit deren Verlängerung. In dem nebenstehenden Beispiel für logarithmische Rechnung, in dem die Bezeichnungsweise der Punkte, Winkel und Längen dem amtlichen Vordruck entsprechend beibehalten wurde, sind zur leichteren Fortfolgung des Rechnungsganges die Formeln und die Einzelrechnungen mit fortlaufenden Ziffern bzw. Ziffern und Buchstaben versehen worden. Vor der Berechnung sind die Koordinaten der gegebenen Punkte  $Pa$ ,  $Pb$  und  $Pm$  sowie die Größen der gemessenen Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  in das Formular an den dafür vorgesehenen Stellen einzusetzen.

Auch beim Rückwärtseinschnitt erhält man durch überschüssige Beobachtungen nach weiteren Punkten der Landesaufnahme Unterlagen für eine Ausgleichung, wodurch wiederum eine Steigerung der Genauigkeit erzielt wird.

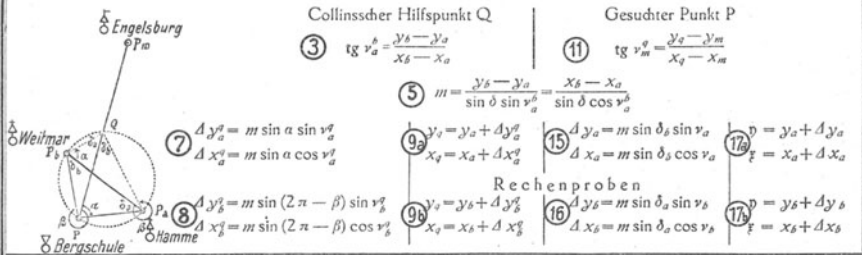
Beim Rückwärtseinschneiden ist das Rechenverfahren etwas umständlicher als beim Vorwärtseinschneiden. Dieser Mehraufwand wird aber durch die Vereinfachung der Messung, die man in diesem Falle nur auf dem Neupunkt und nicht auf den weit entfernten Dreieckspunkten ausführt, reichlich aufgewogen, so daß der Rückwärtseinschnitt als günstigstes Anschlußverfahren anzusprechen ist.

Will man den durch Rückwärtseinschneiden bestimmten Punkt nur roh in eine Karte eintragen, so kann man auch eine graphische Lösung der Aufgabe vornehmen, Abb. 93. Nachdem die in der Karte vorhandenen oder nach Koordinaten einzutragenden Punkte  $A$ ,  $B$  und  $C$  durch Bleilinien miteinander verbunden worden sind, legt man an  $AB$  in  $A$  und  $B$  den Winkel  $90^\circ - \beta_1$ , an  $BC$  in  $B$  und  $C$

**Trig. Form. 11. Rückwärtseinschneiden**

Zu bestimmender Punkt P: 8 Bergschule Bochum

1. Berechnung der genäherten Koordinaten aus drei Punkten



P <sub>1</sub> <u>Engelsburg</u>	$y_a$	$\pm$	1 927,98	$x_a$	$\pm$	1 051,56	$\alpha$	57 19 20
P <sub>2</sub> <u>Weilmar</u>	$y_b$	$-$	2 058,26	$x_b$	$-$	3 288,98	$\beta$	332 30 14
	① $y_b - y_a$	$-$	130,28	① $x_b - x_a$	$-$	4 340,54	② $2\pi - \beta$	27 29 46
	⑦a $\Delta y_a^b$	$-$	1 791,38	⑦b $\Delta x_a^b$	$-$	3 203,31	③a $\nu_a^b$	181 43 09
	⑧b $\Delta y_a^c$	$-$	1 661,12	⑧b $\Delta x_a^c$	$+$	1 137,26	⑥ $\nu_a^c = \nu_a^b - \beta$	209 12 55
	⑨a,b $y_q$	$-$	3 719,37	⑨a,b $x_q$	$-$	2 151,74	$\nu_a^c = \nu_a^b - \alpha \pm \pi$	304 23 49
		$-$	2 562,33		$-$	1 136,63	⑪b $\nu_m^b$	228 44 17
P <sub>3</sub> <u>Engelsburg</u>	$y_m$	$-$	1 157,04	⑩ $x_q - x_m$	$-$	1 015,11	⑫ $\nu_a = \nu_a^b + \alpha$	286 03 37
	⑩ $y_q - y_m$	$-$	1 157,04	⑩ $x_q - x_m$	$-$	1 015,11	$\nu_b = \nu_a^b + \beta$	201 14 31
	⑪a $\Delta y_a$	$+$	1 400,26	⑪b $\Delta x_a$	$-$	403,12	⑬ $\delta_a = \nu_a^b - \nu_a$	255 39 32
	⑪b $\Delta y_b$	$+$	1 530,55	⑪b $\Delta x_b$	$+$	3 937,36	$\delta_b = \nu_b - \nu_b^c \pm \pi$	199 31 22
P <u>Bergschule</u>	⑪a,b $y$	$-$	527,72	⑪a,b $x$	$+$	648,41	⑭ $\delta = \beta - \alpha \pm \pi$	95 10 54
							$= \delta_a + \delta_b$	

③a $\log(y_b - y_a)$	2 11 487 n	$\log \sin \nu_a^b$	9, 60 850 n	$\log \sin \nu_a$	9, 98 271 n
$\log(x_b - x_a)$	3 63 754 n	$\log m$	3, 63 952	$\log m$	3, 63 952
$\log \operatorname{tg} \nu_a^b$	8 47 733	$\log \sin \alpha$	9, 92 517	$\log \sin \delta_b$	9, 52 398 n
$\log(y_b - y_a)$	2 11 487 n	$\log \cos \nu_a^b$	9, 94 091 n	$\log \cos \nu_a$	9, 44 193
cpl $\log \sin \nu_a^b$	1 52 287 n	$\log \Delta y_a^b$	3, 25 319 n	$\log \Delta y_a$	3, 14 621
cpl $\log \sin \delta$	0 00 178	$\log \Delta x_a^b$	3, 50 560 n	$\log \Delta x_a$	2, 60 543 n
cpl $\log \cos \nu_a^b$	0 00 019 n	$\log \sin \nu_b^c$	9, 91 653 n	$\log \sin \nu_b$	9, 55 908 n
$\log(x_b - x_a)$	3 63 754 n	$\log m$	3, 63 952	$\log m$	3, 63 952
$\log m$	3 63 952 n	$\log \sin (2\pi - \beta)$	9, 66 435	⑬a $\log \sin \delta_a$	9, 98 625 n
$\log(y_q - y_m)$	3 06 335 n	⑧a $\log \cos \nu_b^c$	9, 75 199	$\log \cos \nu_b$	9, 96 944 n
⑪a $\log(x_q - x_m)$	3 00 652 n	$\log \Delta y_b^a$	3, 22 040 n	$\log \Delta y_b$	3, 18 485
$\log \operatorname{tg} \nu_m^b$	0 05 683	$\log \Delta x_b^a$	3, 05 586	$\log \Delta x_b$	3, 59 521

den Winkel  $90^\circ - \beta_2$  an. In den Schnittpunkten  $M_1$  und  $M_2$  schließen die freien Schenkel dieser Winkel dann miteinander die Winkel  $2\beta_1$  und  $2\beta_2$  ein. Schlägt man nun um  $M_1$  einen Kreis, der durch  $A$  und  $B$  geht und um  $M_2$  einen solchen, der durch  $B$  und  $C$  geht, so schneiden diese beiden Kreise einander außer in  $B$  noch in dem gesuchten Neupunkt  $R.E.$ , da der Umfang jedes dieser Kreise der geometrische Ort für alle Punkte ist, die mit der Sehne  $AB$  bzw.  $BC$  den Winkel  $\beta_1$

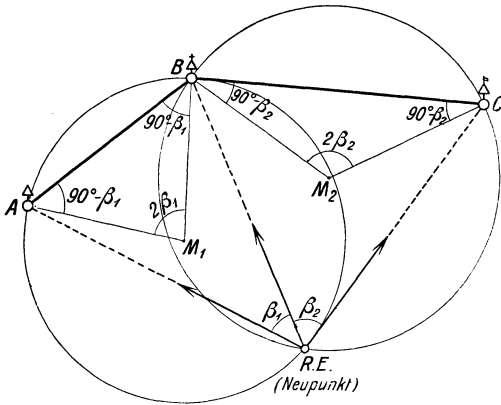


Abb. 93. Graphische Lösung des Rückwärtseinschnittes.

bzw.  $\beta_2$  einschließen. Aus der Art des Schnittes der beiden Kreise ersieht man auch, ob die Punktbestimmung günstig, ungünstig oder unmöglich ist. Ein annähernd rechtwinkliger Schnitt ergibt eine genauere Punktlage als ein spitzer, fallen die Kreise genau zusammen, so ist die Aufgabe nicht zu lösen.

**78. Dreiecksnetze der Landesaufnahme.** Durch die Landesvermessungen, die in fast allen Kulturstaaten im Laufe des letzten Jahrhunderts durchgeführt wurden, ist ein Netz von Punkten fest-

gelegt worden, die ursprünglich nur als Grundlage für die Herstellung topographischer Karten dienten, später aber hauptsächlich für den Anschluß aller weitergehenden Messungen Verwendung gefunden haben. In Preußen und der Mehrzahl der übrigen deutschen Länder hat die Trigonometrische Abteilung des Reichsamtes für Landesaufnahme diese Punkte in Dreiecksnetzen und Dreiecksketten der Lage und auch der Höhe nach bestimmt. Als Dreieckspunkte hat man entweder Hochpunkte, z. B. die Turmspitzen weithin sichtbarer, vorhandener Bauwerke, oder Bodenpunkte, die im Erdboden durch eine Granitplatte mit aufgesetztem Vierkantpfeiler vermarkt sind, deren behauener, aus dem Boden ragender Kopf ein eingemeißeltes Kreuz und die Bezeichnung TP — Trigonometrischer Punkt — trägt.

Während der Messung wird über dem Steinpfeiler ein Holzgerüst mit lotrechter, als Zielpunkt dienender Signalstange errichtet.

Die Standpunkte für die Winkelmessung liegen bei vorhandenen Bauwerken häufig exzentrisch zu den Zielpunkten, z. B. auf der Brüstung des Turmanges oder der Plattform, und werden hier durch Metallbolzen vermarkt. In diesen Fällen müssen die exzentrischen Winkelmessungen auf den zentrisch gelegenen Dreieckspunkt bezogen werden, s. S. 52. Zur besseren Sichtbarmachung der Zielpunkte wurde früher ausschließlich durch einen Sonnenspiegel — Heliotrop — gerichtetes Sonnenlicht benutzt. Jetzt werden hierfür vielfach künstliche Lichtquellen — elektrische Blinkgeräte für kürzere und Kalklicht für größere Entfernungen — verwendet.

Entsprechend dem für alle Messungen gültigen Grundsatz „Vom Großen ins Kleine zu arbeiten“, sind die Dreieckspunkte der Landesaufnahme zu Netzen I. bis IV. Ordnung zusammengestellt worden. Das Dreiecksnetz I. Ordnung umfaßt Dreiecke von durchschnittlich 30 bis 50 km Seitenlänge. In dieses Netz sind die übrigen Dreiecke eingeschaltet, und zwar haben wir bei denjenigen II. Ordnung Seiten von 8 bis 10 km Länge, bei denjenigen III. Ordnung Seiten von etwa 5 km

Länge, Abb. 94. Als Dreieckspunkte IV. Ordnung gelten die zur weiteren Verdichtung des Netzes geschaffenen Punkte, auf denen in der Regel keine Winkelmessung stattgefunden hat, die vielmehr nur durch Anschneiden von anderen trigonometrischen Punkten aus bestimmt sind.

Durch das Gesetz über die Neuordnung des Vermessungswesens vom 3. Juli 1934 ist für ganz Deutschland eine Zusammenfassung der durch die einzelnen Landesvermessungen bestimmten Dreieckspunkte in einem Reichsfestpunktfeld eingeleitet worden. Innerhalb dieses Reichsfestpunktfeldes wird ein einheitliches Reichsdreiecksnetz, das alle bisherigen Netze I. und II. Ordnung und die Grundlinienmessungen nebst deren Vergrößerungsnetze umfaßt, vom Reichsamt für Landesaufnahme hergestellt, ergänzt und erneuert. In dieses Reichsdreiecksnetz, von dem auf je 50 km<sup>2</sup> Fläche in der Regel ein Punkt — *TP (R)* — entfällt, werden Landesdreiecksnetze eingeschaltet, die in Preußen jeweils für den Bereich einer Provinz, sonst für das betreffende Land so anzulegen sind, daß auf

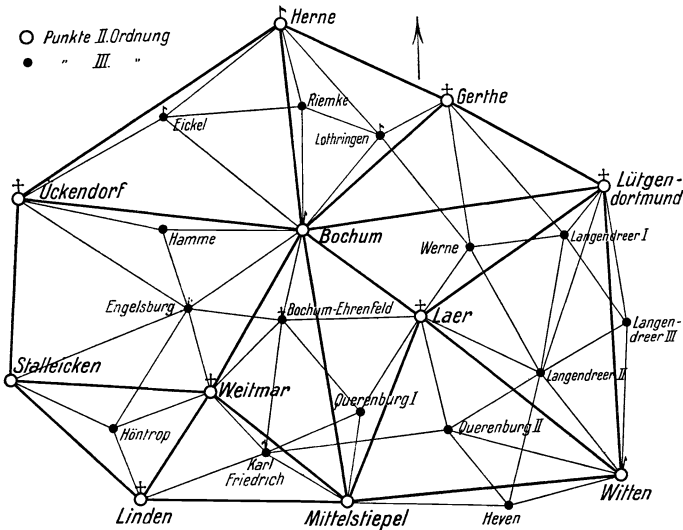


Abb. 94. Teil des Dreiecksnetzes im rheinisch-westfälischen Industriebezirk.

etwa 5 km<sup>2</sup> Fläche ein Punkt — *TP (L)* — kommt. Im wesentlichen entsprechen die neuen Landesdreiecksnetze den alten Dreiecksnetzen III. und IV. Ordnung. Schließlich ist noch eine weitgehende Verdichtung des Festpunktfeldes durch Aufnahmenetze vorgesehen, die durchschnittlich einen Punkt — *TP (A)* — je Quadratkilometer Fläche aufweisen sollen. Diese Netze werden in Zukunft zum Anschluß aller Kleinvermessungen, zur Entzerrung oder Auswertung von Lichtbildmessungen, s. S. 147 u. f., als geodätische Grundlage für die deutsche Grundkarte bzw. für die Katasterplankarte, s. S. 229/230, als Hilfsmittel für Reichsverweidigungszwecke usw. dienen. In die Aufnahmenetze können sonst vorhandene Dreieckspunkte und andere Punkte gleicher Genauigkeit eingegliedert werden. Darüber hinaus sind aber für diese Netze noch zahlreiche weitere Punkte durch Kleindreiecksmessungen, Einschnideverfahren oder auch durch Fein-Polygonmessungen neu zu bestimmen. Die Herstellung, Erhaltung und Erneuerung der Landesdreiecksnetze und der Aufnahmenetze wurde den Ende 1938 gebildeten Hauptvermessungsabteilungen übertragen, die auch das Reichsdreiecksnetz in ihrem Bereich zu überwachen und verlorengegangene Punkte dieses Netzes wiederherzustellen haben. Alle Punkte des Reichsfestpunktfeldes sind nach einheitlichen Grundsätzen zu vermarken, wobei ihre Lage durch Hilfsmarken und Einmessung gegen vorhandene Tagesgegenstände genügend zu sichern ist.

Die Länge der Seiten bedingt bei den Reichsdreiecks- und den Landesdreiecksnetzen die Berücksichtigung der Erdkrümmung. Die einzelnen Dreiecke können nicht mehr, wie bei den Kleinvermessungen und bei den Aufnahmenetzen, als „eben“ angesehen werden, sie sind vielmehr als „sphärisch“, d. h. auf einer Kugeloberfläche oder noch genauer als „sphäroidisch“, d. h. auf einer Ellipsoidfläche gelegen, zu behandeln. Bei den Winkelmessungen wirkt sich das darin aus, daß die Winkelsumme im Dreieck nicht mehr genau  $180^\circ$ , sondern um einen kleinen Betrag größer ist, den man als sphärischen Exzeß bezeichnet. In den Berechnungen müssen dann auch die Sätze der sphärischen Trigonometrie Anwendung finden, da die Dreiecksseiten jetzt als Bogenstücke aufzufassen sind.

Das Reichsfestpunktfeld hat als Ausgangspunkt den Helmert-Turm auf dem Telegraphenberg bei Potsdam, dessen Lage auf der Erdoberfläche durch astronomische Messungen des Preußischen Geodätischen Instituts in Potsdam genau bestimmt ist. Auch die Richtung der von hier ausgehenden Anfangsseite der Dreiecksmessung — Potsdam bis Golmberg — wurde auf astronomischem Wege ermittelt.

Wie schon bei der Kleindreiecksmessung erwähnt, muß die Länge einer Dreiecksseite im Anschluß an eine unmittelbar gemessene Grundlinie mit Hilfe eines Basisvergrößerungsnetzes abgeleitet werden, um alle weiteren Dreiecksseiten berechnen zu können, s. S. 99. Eine solche Grundlinie von wenigen Kilometern Länge ist für das Netz der Landesaufnahme bei Berlin mit besonderen Basisgeräten bis auf einige Millimeter Genauigkeit bestimmt worden. Um eine Anhäufung von Längenfehlern im Gesamtdreiecksnetz zu vermeiden, sind dann in Abständen von etwa 250 km noch weitere Grundlinien gemessen und als Grundlagen für die Längenberechnungen benutzt worden.

Die Genauigkeit der Punkte des Reichsfestpunktfeldes liegt im allgemeinen innerhalb eines Dezimeters.

**79. Gestalt und Größe der Erde.** Die Notwendigkeit, bei Vermessungsarbeiten in größeren Gebieten die wirkliche Form der Erdoberfläche zu berücksichtigen, erfordert die genaue Kenntnis der Gestalt und Größe unserer Erde. Die Meeresoberfläche mit ihrer unter den Festländern gedachten Fortsetzung umschließt ein Körpergebilde, das wir als Geoid bezeichnen. Diesem Geoid entspricht als mathematische Form der Erde nahezu ein Ellipsoid, d. h. ein durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Halbachse entstandener Körper. Durch Erdmessungen wurde die Äquatorhalbachse dieses Erdellipsoides zu 6378 km bestimmt, die halbe Erd- oder Polachse 6357 km lang ist. Wie man sieht, ist der Unterschied in den Achsenlängen, d. h. die Abplattung an den Erdpolen, verhältnismäßig gering, so daß für viele Zwecke angenähert die Kugel als Erdgestalt angenommen werden kann, wie wir es im folgenden auch voraussetzen wollen.

**80. Einteilung der Erde.** Denkt man sich durch den Mittelpunkt der Erdkugel rechtwinklig zur Erdachse eine Ebene gelegt, so schneidet diese die Erdoberfläche in einem Kreise, den man als Äquator bezeichnet. Der Bogen vom Äquator zu jedem Erdpol läßt sich, z. B. auf einer Nachbildung der Erdkugel, in  $90^\circ$  unterteilen, so daß die durch diese Teilpunkte parallel zum Äquator gezogenen Kreise, die infolgedessen Parallel- oder Breitenkreise heißen, je  $1^\circ$  Abstand voneinander haben. Der Äquator selbst wird als Vollkreis in  $360^\circ$  geteilt. Zieht man durch die so erhaltenen Teilpunkte, rechtwinklig zum Äquator, Kreise, die man als Meridian- oder Längenkreise bezeichnet, so schneiden sich diese alle in den beiden Erdpolen.

Das von den Breiten- und Längenkreisen gebildete Gradnetz dient als wichtiges Hilfsmittel für die Orientierung auf der Erdoberfläche. Zwecks Angabe der Lage eines Punktes geht man hierbei vom Äquator und von einem durch Übereinkommen bestimmten Längenkreis, dem Meridian der Sternwarte von Greenwich bei London, aus. Der Bogenabstand eines Punktes vom Äquator in nordsüdlicher Richtung ist seine geographische Breite  $\varphi$ , der Abstand vom Nullmeridian von Greenwich in ostwestlicher Richtung seine geographische Länge  $\lambda$ . Breite und Länge werden zusammen als geographische Koordinaten eines Punktes bezeichnet und im „Gradmaß“ angegeben. Die Bogenlänge auf der Kugeloberfläche wird also bei der geographischen Breite durch den Winkel ausgedrückt, den die Lotlinie

des Punktes im Erdmittelpunkt mit der Äquatorebene einschließt, während man die geographische Länge durch den Winkel bezeichnet, den die Meridianebene des Punktes mit der Meridianebene des Nullpunktes Greenwich in der Erdachse bildet, wobei dieser Winkel in der Äquator- oder in irgendeiner Parallelkreisebene liegen kann, Abb. 95. Zur eindeutigen Kennzeichnung der Lage eines Punktes ist weiterhin die Angabe der Himmelsrichtung durch Buchstaben oder Vorzeichen erforderlich. So unterscheidet man nördliche und südliche Breite — n. B. und s. B. — sowie östliche und westliche Länge von Greenwich — ö. Gr. und w. Gr. —.

**§1. Bestimmung der geographischen Koordinaten.** Da weder die Entfernungen vom Äquator oder vom Nullmeridian auf der Erdoberfläche noch die entsprechenden Winkel im Erdinnern unmittelbar gemessen werden können, muß die Bestimmung der geographischen Koordinaten auf andere Weise, und zwar unter Zuhilfenahme des gestirnten Himmels erfolgen.

Wie man aus Abb. 96 erkennt, ist im Standpunkt *B* auf der Erdoberfläche der Neigungswinkel einer Parallelen zur Erdachse gleich der geographischen Breite dieses Ortes. Die Verbindungslinie vom Standpunkt zum Himmelspol kann wegen der unendlichen Entfernung als parallel zur Erdachse angesehen werden, so daß die geographische Breite durch Messung des Neigungswinkels dieser Verbindungslinie — der Polhöhe — mit dem Höhenkreis des Theodolits erhalten wird. Am Himmelspol ist zwar kein Zielpunkt vorhanden, doch kann die Lage desselben aus der oberen und unteren Stellung des in geringem Abstände um den Pol kreisenden Polarsternes bestimmt werden. Da die Bahnen der Sonne und anderer Sterne in ihrer Lage zur Erdachse bekannt sind, können auch diese Gestirne zur Feststellung der geographischen Breite herangezogen werden. In Bochum beträgt z. B. die Polhöhe und damit die geographische Breite + 51° 29'.

Die geographische Länge eines Ortes ermittelt man aus dem Zeitunterschied, der zwischen der Erreichung der höchsten Stellung der Sonne an diesem Punkt und an einem Punkt des Nullmeridians von Greenwich besteht. Dieser Zeitunterschied *dt*, der durch drahtlos übermittelte Zeitzeichen bestimmt werden kann, verhält sich zur Gesamtumdrehungszeit der Erde, also zu 24<sup>h</sup>, wie die geographische Länge  $\lambda$  des Punktes zu 360°. Es ist demnach

$$\frac{dt}{24} = \frac{\lambda^\circ}{360^\circ}$$

woraus sich

$$\lambda^\circ = \frac{360^\circ}{24} \cdot dt = 15^\circ \cdot dt \text{ ergibt.}$$

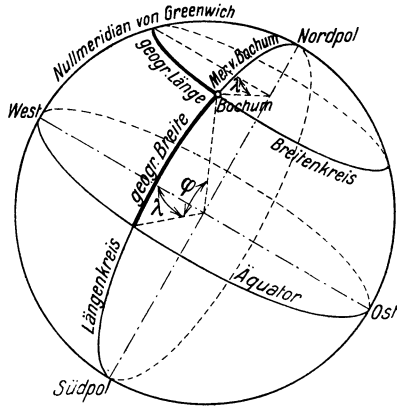


Abb. 95. Geographische Breite und Länge.

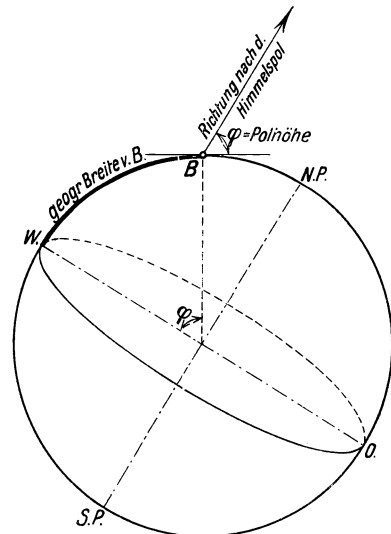


Abb. 96. Ermittlung der geographischen Breite aus der Polhöhe.



Da der Zeitunterschied zwischen Bochum und Greenwich  $28^m 52^s$  beträgt, so errechnet sich die geographische Länge von Bochum zu  $+7^{\circ} 13'$ .

**82. Bestimmung der Erddimensionen.** Geographische Ortsbestimmungen werden auch zur Ermittlung der Größe und Gestalt der Erde benutzt. Hat man z. B. an zwei, auf einem Meridian gelegenen Punkten die geographischen Breiten festgestellt und ferner durch eine Basismessung mit anschließendem Dreiecksnetz die Entfernung dieser Punkte abgeleitet, so verhält sich die Entfernung der Punkte  $b$  zum Umfang der Erde  $2\pi r$  wie der Breitenunterschied  $d\varphi^0$  zu  $360^0$ , woraus sich dann der Umfang oder der Halbmesser  $r$  der Erde errechnen läßt. Es ist also

$$\frac{b}{2\pi r} = \frac{d\varphi^0}{360^0} \quad \text{oder} \quad 2\pi r = b \cdot \frac{360^0}{d\varphi^0}$$

und daraus

$$r = \frac{b}{d\varphi^0} \cdot \frac{360^0}{2\pi} = \frac{b}{d\varphi^0} \cdot \rho^0.$$

Führt man solche Erdmessungen an verschiedenen Stellen des Meridians vom Äquator bis zur Polnähe aus, so erhält man auch das Maß der Abplattung und die wahre elliptische Form des Meridianbogens.

**83. Beziehung zwischen ebenen und geographischen Maßen.** Aus dem Umfang der Erdkugel, der etwa 40000 km beträgt, errechnet sich die Länge eines Grades auf dem Meridian oder auf dem Äquator zu  $\frac{40\,000}{360} \approx 111$  km. Demgemäß ist hier eine Bogenminute  $\approx 1850$  m, eine Bogensekunde  $\approx 31$  m. Für die geographischen Längen ist zu beachten, daß der Halbmesser und der Umfang eines Breitenkreises nach den Polen zu immer kleiner wird, und zwar erfolgt die Abnahme mit dem Kosinus der geographischen Breite. Mit diesem Kosinus müssen also auch die Äquatormaße multipliziert werden, wenn man die linearen Werte für die geographische Länge eines Ortes ermitteln will. So ist z. B. für die geographische Breite  $51^{\circ}$  ein Längengrad  $\approx 70$  km, eine Längenminute  $\approx 1150$  m, eine Längensekunde  $\approx 19$  m.

Die vorstehend angegebenen Werte für eine Breiten- und eine Längensekunde lassen schon erkennen, daß die unmittelbare Bestimmung geographischer Koordinaten aus astronomischen Messungen für das praktische Vermessungswesen meist unbrauchbar ist, da die hier geforderte Zentimetergenauigkeit in den Entfernungen durch Winkelmessungen dieser Art nie erreicht werden kann. Man beschränkt sich daher auch bei einer Landesvermessung darauf, außer dem Ausgangspunkt nur wenige weitere, im Lande verteilte Punkte auf astronomischem Wege zu ermitteln und wendet sonst die erwähnten Dreiecksmessungen zur Bestimmung der genauen Lage aller übrigen Punkte an, deren geographische Koordinaten bis auf die vierte Dezimale der Sekunden berechnet werden.

## Koordinatensysteme.

**84. Geographische Netze.** Die auf der ganzen Erdoberfläche gleichartigen geographischen Koordinaten und das mit ihnen im Zusammenhang stehende Gradnetz von Breiten- und Längenkreisen werden bei den Nachbildungen der Erdoberfläche in Globen und bei der zeichnerischen Darstellung in Karten kleineren Maßstabes — Landkarten und topographischen Karten — benutzt. Da die ellipsoidische oder auch die kugelförmige Erdoberfläche in der Ebene nicht abwickelbar ist, so entstehen bei der Übertragung in Karten Verzerrungen der Längen, Flächen und Winkel. Die Abbildung kann je nach Lage des darzustellenden Gebietes und dem Zweck der Karte entweder so erfolgen, daß man gleich auf eine den Mittelpunkt des Gebietes berührende Bildebene überträgt oder aber so, daß man erst auf eine die Kugel an geeigneter Stelle umhüllende Zylinder- oder Kegelmantelfläche projiziert und diese Fläche dann in der Ebene ausbreitet. Da der Karteninhalt

nur auf Grund des Gradnetzes eingezeichnet werden kann, so besteht die Hauptaufgabe zunächst immer darin, eine zweckentsprechende Übertragung dieses Gradnetzes in die Ebene vorzunehmen.

**85. Rechtwinklige Koordinatensysteme.** Für die Bedürfnisse von Wirtschaft, Technik und Verwaltung sind die geographischen Koordinaten ungeeignet, da es z. B. schon unverständlich sein würde, mit einem Längenmeßgerät unmittelbar gemessene Entfernungen im Winkelmaß anzugeben. Auch die richtige Eintragung des Gradnetzes in die meist aus vielen Blättern bestehenden, großmaßstäblichen Planwerke würde auf Schwierigkeiten stoßen. Man bestimmt daher aus den Ergebnissen der Polygon- und Kleindreiecksmessungen rechtwinklig-ebene Koordinaten und rechnet auch die geographischen Koordinaten der Dreieckspunkte der Landesaufnahme, um sie für Anschlußmessungen brauchbar zu machen, in rechtwinklig-lineare Koordinaten um. Damit letztere beim Gebrauch als ebene Koordinaten behandelt werden können, hat man für jedes Staatsgebiet eine Anzahl Koordinatensysteme mit kleinen Geltungsbereichen eingeführt. In Preußen bestehen z. B. zur Zeit noch 40 derartiger Koordinatensysteme, deren Nullpunkte Dreieckspunkte der Landesaufnahme sind.

**86. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten.** Zwei Arten dieser rechtwinklig-linearen Koordinaten haben im letzten Jahrhundert in Deutschland hauptsächlich Verbreitung gefunden, die Soldnerschen und die Gaußschen Koordinaten. Bei beiden Arten denkt man sich auf der Erdoberfläche durch den Nullpunkt des Systems den Meridian als Abszissenachse gelegt, auf die dann rechtwinklig von allen Punkten Großkreisbogen als Ordinatenräger gezogen werden, Abb. 97, Mitte. In

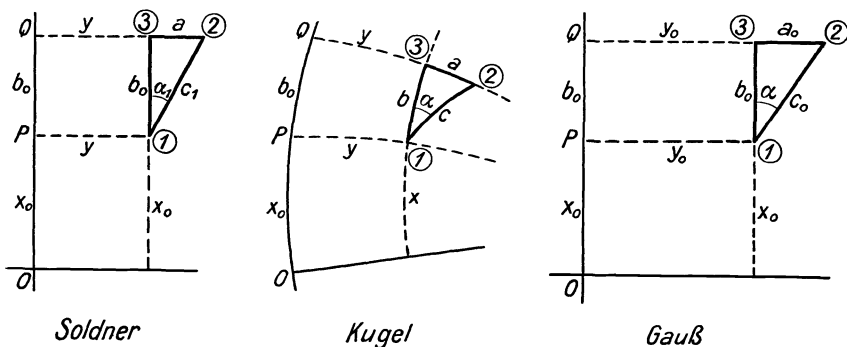


Abb. 97. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten.

der Ebene stellt man den Nullmeridian, die zu ihm parallelen Kreisbogen und die Großkreisbogen als Scharen gerader, einander rechtwinklig schneidender Linien dar. Die Abszissen und alle in nordsüdlicher Richtung verlaufenden Strecken erleiden bei der Übertragung in die Ebene eine Vergrößerung, die mit wachsender Entfernung vom Nullmeridian zunimmt, die im übrigen aber bei beiden Arten gleich ist. Die Ordinaten und alle in ostwestlicher Richtung verlaufenden Strecken werden bei der Soldnerschen Abbildung in ihren wirklichen Längen übertragen, Abb. 97, links, während bei Gauß hier eine, der Verzerrung in nordsüdlicher Richtung entsprechende Vergrößerung stattfindet, Abb. 97, rechts. Das hat zur Folge, daß bei Soldner die Längen, abgesehen von denjenigen in nordsüdlicher Richtung, und die Flächen weniger verzerrt sind als bei Gauß, daß aber andererseits bei Soldner die Längenverzerrung in allen Richtungen verschieden

ist. Dadurch tritt bei Soldner eine erhebliche Winkel- bzw. Richtungsverzerrung ein, die bei Gauß verschwindend klein bleibt. Dem letzteren Umstand, der für ebene Kleinvermessungen wichtig ist, verdankt die Gaußsche Abbildung, daß sie heute allgemein als zweckentsprechender angesehen wird.

Soldnersche Koordinaten galten bisher für das Kataster und die Mehrzahl der übrigen Vermessungsdienststellen, auch für den Bergbau in den Oberbergamtsbezirken Breslau, Halle und Clausthal. Gaußsche Koordinaten waren für das bergbauliche Vermessungs- und Rißwesen in den Oberbergamtsbezirken Dortmund und Bonn vorgeschrieben.

Die Verbesserung der gemessenen söhlichen Längen infolge Verzerrung in der Gaußschen Abbildung ist bis zu Längen von 1000 m und alle vorkommenden Ordinatenabstände aus dem Schaubild im Anhang, auf Tafel 1 unten zu entnehmen, während die folgende Tafel 2 den Gesamteinfluß dieser Verzerrung und der Lotkonvergenz, s. S. 82, für eine konstante Länge von 1000 m, aber für verschiedene Ordinatenabstände und Höhen abzulesen gestattet.

**87. Gauß-Krügersche Koordinaten.** Die große Anzahl und die unregelmäßige Abgrenzung der Geltungsbereiche der bestehenden rechtwinkligen Koordinatensysteme machen ihre Verwendung als Grundlage für die über ganz Deutschland reichenden topographischen Karten ungeeignet. Die Mannigfaltigkeit der geltenden Koordinatensysteme und -arten haben in wirtschaftlich und verkehrstechnisch eng verbundenen Gebieten, wie z. B. im rheinisch-westfälischen Industriebezirk, auch im übrigen Vermessungs- und Planwesen zu erheblichen Unzuträglichkeiten geführt. Krüger<sup>1</sup> hat daher ein Verfahren entwickelt, das für die ganze Erdoberfläche die Verwendung Gaußscher Koordinaten in gleichartigen, an Zahl aber erheblich eingeschränkten Systemen zuläßt. Jedes dieser Systeme umfaßt einen, von Pol zu Pol reichenden Meridianstreifen von 3 bis 4 Längengraden, in dem als Koordinatennullpunkt der Schnittpunkt des Mittelmeridians mit dem Äquator angenommen wird. Für Deutschland kommen damit 6 Systeme mit den Mittelmeridianen  $6^{\circ}$ ,  $9^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $18^{\circ}$  und  $21^{\circ}$  östlich Greenwich in Frage, die mit den Kennziffern 2 bis 7 benannt werden, Abb. 98. Die jetzt als „Hoch“-werte bezeichneten Nord-Süd-Entfernungen vom Äquator sind in Deutschland alle positiv und brauchen daher keine Vorzeichen. Um auch in den nun als „Rechts“-werte bezeichneten Ost-West-Entfernungen vom Mittelmeridian das Vorzeichen in Fortfall bringen zu können, beginnt man die Zählung auf dem Mittelmeridian nicht mit 0 m, sondern mit 500 000 m und setzt außerdem zur eindeutigen Bezeichnung noch die Kennziffer des betreffenden Meridianstreifens davor. So besagt z. B. die Bezeichnung  $H = 5706$  km,  $R = 2584$  km, daß dieser Punkt 5706 km nördlich des Äquators und im 2. Meridianstreifen 84 km östlich vom 6. Längengrad liegt. Wenn dagegen  $R = 3405$  km ist, so liegt der Punkt im 3. Meridianstreifen, 95 km westlich vom 9. Längengrad.

Im allgemeinen ist der Geltungsbereich eines Meridianstreifens auf 3 Längengrade beschränkt, er kann jedoch in wirtschaftlich zusammenhängenden Bezirken ohne weiteres auf 4 Längengrade ausgedehnt werden, so daß dann in einer  $1^{\circ}$  breiten Zone die Werte zweier Meridianstreifen zu benutzen sind. Dieser Ausnahmefall kommt z. B. für das rheinisch-

<sup>1</sup> L. Krüger: Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene. Leipzig 1912.

westfälische Industriegebiet in Betracht, da hier die normale Streifengrenze,  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  östlich Greenwich, durch den Ostteil von Dortmund verläuft.

Die Ergebnisse der neueren Dreiecksmessungen werden vom Reichsamt für Landesaufnahme außer in geographischen nur noch in Gauß-Krügerschen Werten veröffentlicht. Auch für die meisten übrigen Dienststellen ist die Verwendung Gauß-Krügerscher Koordinaten bei Neuaufnahmen und Neuanlage von Plan- und Reißwerken schon an-

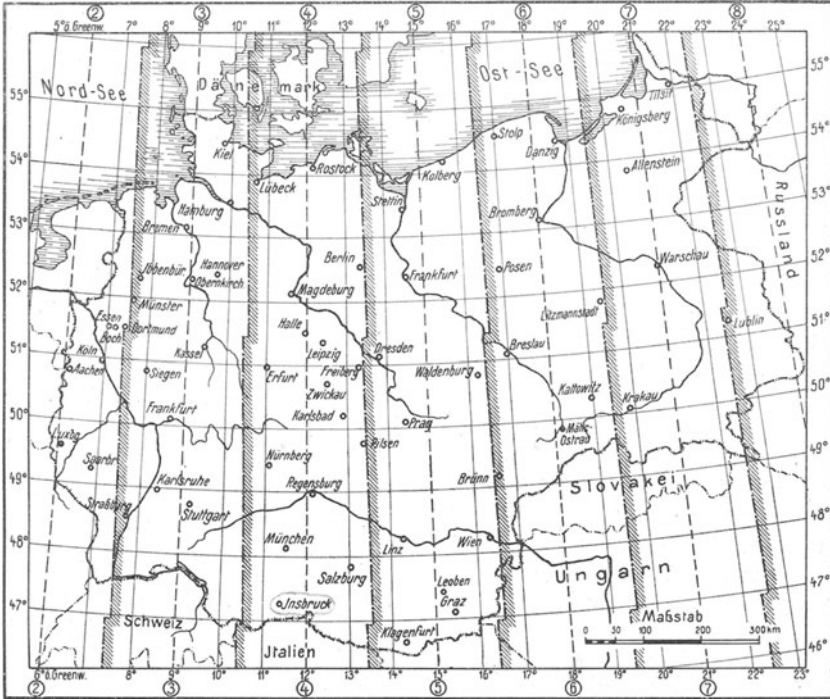


Abb. 98. Gauß-Krügersche Meridianstreifen.

geordnet worden, für den Bergbau durch den Erlaß des Reichs- und Preussischen Wirtschaftsministers vom 4. Februar 1936.

**88. Koordinatenumformung.** Sind die Bezirkskoordinaten eines Systems auf einen andern Nullpunkt zu beziehen und kann wegen nicht allzu großer Entfernung der beiden Koordinatennullpunkte oder wegen geringerer Genauigkeitsanforderungen, z. B. für Darstellungen kleineren Maßstabes, die Erdoberfläche in diesem Bereich noch als eben angesehen werden, so lassen sich für die Koordinatenumformung aus Abb. 99 folgende Beziehungen ablesen:

$$y_1 = b_1 + y_2 \cdot \cos \gamma_1 - x_2 \cdot \sin \gamma_1$$

$$x_1 = a_1 + x_2 \cdot \cos \gamma_1 + y_2 \cdot \sin \gamma_1,$$

wobei  $y_1$  und  $x_1$  die gesuchten Koordinaten von Punkt  $P$  sowie  $b_1$  und  $a_1$  die bekannten Koordinaten des Nullpunktes  $O_2$  im System  $O_1$  sind, während  $y_2$  und  $x_2$  die gegebenen Koordinaten von Punkt  $P$  im System  $O_2$  und  $\gamma_1$  die Meridiankonvergenz zwischen  $O_2$  und  $O_1$  bedeuten. Letztere läßt sich aus der Formel

$$\text{tg } \gamma_1 = \frac{b_1}{r} \cdot \text{tg } \varphi_2$$

bei bekannter geographischer Breite  $\varphi_2$  von  $O_2$  und dem mittleren Erdhalbmesser  $r$  errechnen.

In ähnlicher Weise kann man auch die Formeln für

$$y_2 = b_2 + y_1 \cdot \cos \gamma_2 + x_1 \cdot \sin \gamma_2$$

$$\text{und } x_2 = a_2 + x_1 \cdot \cos \gamma_2 - y_1 \cdot \sin \gamma_2 \text{ ableiten,}$$

wobei jetzt  $b_2$  und  $a_2$  die Koordinaten des Nullpunktes  $O_1$  im System  $O_2$  und  $\gamma_2$  die Meridiankonvergenz zwischen  $O_1$  und  $O_2$  sind, die sich aus  $\text{tg } \gamma_2 = b_2/r \cdot \text{tg } \varphi_1$  ergibt.

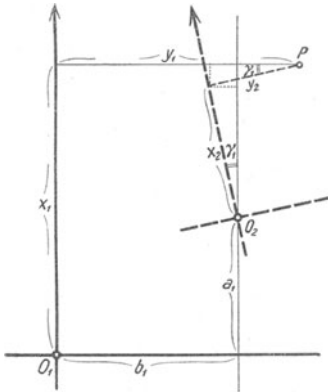


Abb. 99. Koordinatenumformung.

Häufig müssen bei der jetzigen Neuordnung der Vermessungs- und Kartengrundlagen die bisherigen Soldnerschen oder Gaußschen Bezirkskoordinaten von Dreiecks-, Polygon- oder Feldeseckpunkten in ein Gauß-Krüger-sches Meridianstreifen-System umgerechnet werden. Hierfür reichen jedoch die vorstehenden Formeln in der Regel nicht aus, da in ihnen die notwendigen sphärischen und sphäroidischen Zusatzglieder für die wahre Erdgestalt fehlen. Diese Umrechnungen lassen sich u. a. nach den in der Vermessungsanweisung XI vom 11. März 1932 enthaltenen Regeln und Formularen durchführen, die auch die Umwandlung geographischer Koordinaten in diese Werte und die umgekehrten Rechnungsarten behandeln.

## Höhenmessungen.

**89. Zweck und Einteilung.** Höhenmessungen bezwecken die Ermittlung der Höhenunterschiede je zweier Punkte, um aus diesen und einer gegebenen Anfangshöhe die Höhenzahlen der Punkte errechnen zu können. Der Höhenunterschied zweier Punkte ist der seitere Abstand des einen von einer Waagerechten durch den anderen Punkt.

Die Art der Bestimmung dieses Höhenunterschiedes richtet sich nach der gegenseitigen Lage der beiden Punkte. Liegen sie lotrecht über- oder untereinander, so kann man den Höhenunterschied  $h$  mit einem Längenmeßgerät unmittelbar messen, man spricht dann von einer unmittelbaren Höhenmessung, Abb. 100a. Wenn die Punkte, wie gewöhnlich, nicht nur lotrechten Abstand, sondern auch waagerechte Entfernung voneinander haben, so ist für die Wahl des Höhenmeßverfahrens neben der verlangten Genauigkeit im wesentlichen maßgebend, ob der Höhenunterschied  $h$  im Verhältnis zur waagerechten Entfernung groß oder klein ist. Im

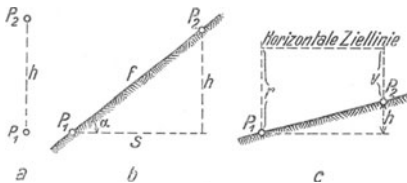


Abb. 100. Ermittlung des Höhenunterschiedes zweier Punkte durch a) unmittelbare, b) trigonometrische, c) geometrische Höhenmessung.

ersten Falle wendet man die

trigonometrische Höhenmessung an, Abb. 100b, bei der außer dem Neigungswinkel  $\alpha$  der Verbindungslinie der Punkte meist diese Linie als flache Länge  $f$ , seltener ihre söhliche Projektion  $s$  gemessen und der Höhenunterschied  $h$  mit Hilfe der Sinus- oder Tangensfunktion

des Neigungswinkels berechnet wird. Im letzteren Falle werden von einer beliebig gelegenen Waagerechten aus nach beiden Punkten die lotrechten Abstände  $r$  und  $v$  gemessen, deren Differenz gleich dem Höhenunterschied  $h$  ist, Abb. 100c. Man bezeichnet dieses Verfahren als geometrisches Höhenmessen oder Nivellieren.

Außer diesen drei gebräuchlichen Arten der Höhenmessung kann die Ermittlung der Höhenunterschiede auch mittels Barometer oder Siedethermometer vorgenommen werden. Die Ergebnisse dieser Methoden sind aber wesentlich ungenauer als die vorerwähnten Verfahren.

Die Anwendung des Barometers beruht darauf, daß der Luftdruck mit zunehmender Höhe geringer, mit abnehmender Höhe größer wird. Man kann daher aus der gleichzeitigen Beobachtung der Barometerstände an zwei verschiedenen hoch gelegenen Punkten deren Höhenunterschied bestimmen. Ungefähr entspricht in Bodennähe einem Steigen bzw. Fallen des Barometers von 1 mm eine Höhenabnahme bzw. Höhenzunahme von 11 m. Barometrische Höhenmessungen werden in der markscheiderischen Praxis nur selten ausgeführt, z. B. wenn über Tage bei fehlenden Kartenunterlagen schnell die ungefähren Höhen in einem Grubenfeld festgestellt werden sollen.

### Unmittelbare Höhenmessungen.

**90. Schachtteufenmessung.** Die unmittelbare Höhenbestimmung kommt praktisch bei der Schachtteufenmessung zur Anwendung. Zwischen einem Punkt an der Rasenhängebank und lotrecht darunter gelegenen Punkten auf den einzelnen Sohlen sollen die Höhenunterschiede ermittelt werden, um die Höhenangaben in der Grube auf dieselbe Ausgangsfläche — Normal-Null — beziehen zu können wie die Messungen über Tage. Ebenso werden in Blindschächten Teufenmessungen vorgenommen, wenn Höhenzahlen von einer zur anderen Sohle oder von einer Sohle zu den Teilsohlen oder Abbauörtern übertragen werden sollen.

Die Ausführung der Messung geschieht bei geringen Teufen absatzweise mit einem gewöhnlichen Stahlmeßband. Hierbei geht man z. B. von einem am oberen Schachtende an geeigneter Stelle eingeschlagenen Nagel aus, dessen Höhenlage durch Nivellieren von bekannten, über Tage gelegenen Festpunkten aus bestimmt wird. Die seigere Meßlinie im Schacht muß so liegen, daß das freihängende Meßband vom fahrenden Korbe zwar nicht berührt wird, aber doch an den Endpunkten zwecks Einschlagen weiterer Nägel sowie Aus- und Einhängen des Bandes bequem erreichbar ist. Bei der Aneinanderreihung ist die Lage der oberen Aufhänge- und unteren Anhaltepunkte des Meßgerätes zum Nullpunkt oder Endpunkt der Teilung festzustellen und bei der Berechnung zu berücksichtigen, Abb. 101. Genauere Ergebnisse sind durch Ermittlung und Einsetzung von Verbesserungen für die auf S. 12 aufgeführten Meßbandfehler zu erzielen. Durch Nägel bezeichnete Punkte an Zwischensohlen sowie am unteren Schachtende



Abb. 101. Aneinanderreihen der Meßbandlängen bei der Teufenmessung.

werden eingemessen. Von diesen Punkten aus erfolgt die Übertragung auf den nächsten Festpunkt wieder durch Nivellement.

Große Schachtteufen werden zweckmäßigerweise mit einem Schachtmeßband, s. S. 11, vom Tage bis zur unteren Sohle durchgehend gemessen, wobei das im Schacht freihängende Band ungefähr wie bei der Vergleichsmessung — 9 statt 10 kg — belastet ist. Die Übertragung der Höhe vom Festpunkt über Tage auf das Band und auf den einzelnen Sohlen vom Schachtmeßband auf die nächsten Höhenbolzen geschieht mittels Nivellierinstrument und Nivellierlatte gleich in Verbindung mit der Teufenmessung, so daß sich das Anbringen von Punkten im Schacht erübrigt, Abb. 102. Neben den gewöhnlichen Meßbandfehlern ist bei der

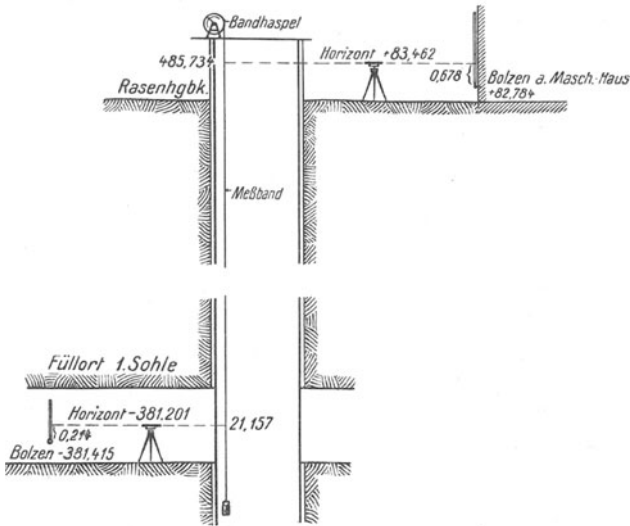


Abb. 102. Teufenmessung mit dem Schachtmeßband.

Teufenmessung noch die Längung des Schachtmeßbandes durch Eigengewicht zu berücksichtigen, s. Zahlentafel S. 12.

Beispiel:

Ablesung am Meßband an der Rasenhängebank . . . . .	=	485,734 m
„ „ „ auf der 1. Sohle . . . . .	=	21,157 m
		Teufe = 464,577 m
Verbesserungen für Meßbandvergleich . . . . .	=	+ 0,013 m
„ „ Temperaturänderung (+ 5° C) =	=	+ 0,027 m
„ „ Dehnung durch Eigengewicht =	=	+ 0,046 m
		verbesserte Teufe = 464,663 m
Horizont der Ziellinie an der Rasenhängebank . . . . .	= +	83,462 m
„ „ „ auf der 1. Sohle . . . . .	= -	381,201 m

Die Genauigkeit einer absatzweisen Teufenmessung entspricht etwa derjenigen einer söhligigen Längenmessung. Bei einer durchgehenden Messung ist das Ergebnis meist etwas genauer.

### Trigonometrische Höhenmessungen.

Über Tage wird die trigonometrische Höhenmessung in Verbindung mit der Dreiecksmessung zur Bestimmung der Höhen der Dreieckspunkte angewendet. Seltener kommt dieses Verfahren auch zur Festlegung der Höhen von Polygonpunkten und vereinzelt zur Ermittlung der Höhen von Bauwerken in Betracht. In der Grube werden bei allen durch Überhauen oder Bremsberge geführten Messungszügen auch die Seigerteufen nach dem trigonometrischen Verfahren bestimmt.

Während über Tage die Winkelmessung durchweg mit dem Höhenkreis des Theodolits und die Längenmessung, soweit erforderlich, mit dem Stahlmeßband ausgeführt wird, kann man unter Tage zwischen einer Feinmessung mit Theodolit und Stahlmeßband und einer Nachtragungsmessung mit Gradbogen und Meßkette unterscheiden.

**91. Trigonometrische Höhenmessung über Tage.** Da bei den Dreiecksmessungen über Tage die söhnigen Entfernungen  $s$  als Rechnungsergebnisse erhalten werden, so sind die Höhenunterschiede  $h$  nach Messung der Neigungswinkel  $\alpha$  hier nach der Formel

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

zu errechnen, s. S. 112, Abb. 100 b. Bei größeren Ziellängen muß man auch noch die Krümmung der Erdoberfläche und die Brechung der Lichtstrahlen infolge der nach oben abnehmenden Dichte der Luftschichten berücksichtigen.

Der Einfluß der Erdkrümmung  $-\frac{s^2}{2r}$  ist dem berechneten Höhenunterschied  $h$  zuzuzählen, während der Einfluß der Strahlenbrechung, der bei wechselnder Brechungszahl unter schwankenden atmosphärischen Verhältnissen im Mittel  $0,13 \cdot \frac{s^2}{2r}$  beträgt, abgezogen werden muß, um den wirklichen

Höhenunterschied zu erhalten, Abb. 103. Der Gesamteinfluß von Erdkrümmung und Strahlenbrechung erreicht bei  $s = 400$  m etwa 11 mm; er wächst aber mit dem Quadrat der Entfernung.

Wenn Zielpunkt und Fernrohrmitte gleich hoch über den vermarkten Festpunkten liegen, so entspricht der errechnete Höhenunterschied ohne weiteres dem seigeren Abstand der Festpunkte, andernfalls muß die Instrumenten- und Zielhöhe besonders gemessen und bei der Berechnung eingesetzt werden.

Bei Dreiecksmessungen und Polygonzügen kann eine Prüfung der Meßergebnisse durch Gegenvisur erfolgen.

Die Bestimmung der Höhe von Bauwerken geschieht am zweckmäßigsten von den Endpunkten einer beliebig gelegten Grundlinie aus. Durch Dreieckswinkelmessung wird die Errechnung der söhnigen Entfernungen, durch Neigungswinkelmessung die Errechnung der Höhenunterschiede ermöglicht, wenn die Länge der Grundlinie bestimmt worden ist.

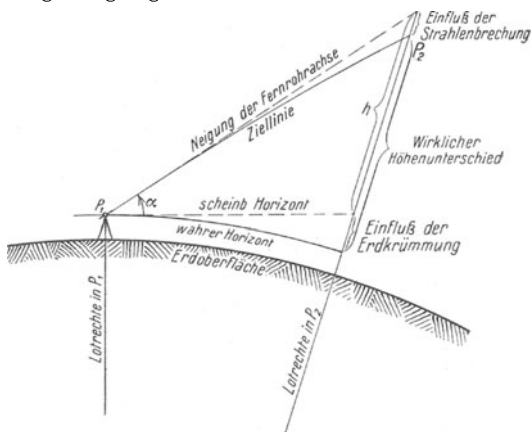


Abb. 103. Einfluß der Erdkrümmung und Strahlenbrechung bei der trigonometrischen Höhenmessung.



Beispiel einer Gradbogen-

15. Mai 1931, vorm. Zeche Glückauf, 3. Tiefbausohle, 1. westl. Abteilung, Flöz 10, Grund-

Punkt	Nr. des Zuges	Neigungswinkel $\alpha$		Flache Länge $f$ m	Abstand des Punktes von der Sohle bzw. vom Liegenden m	Abstand des Punktes vom Hangenden m	Sohle $= f \cdot \cos \alpha$ m	Seigerteufe $= f \cdot \sin \alpha$ m		
		+	-					+	-	
<i>a</i>	1	27,9		9,00	2,00	0,00	7,96	4,21		
<i>b</i>	2	49,0		8,54	0,30	1,15	5,60	6,45		
<i>c</i>	3	30,1		10,00	1,35	0,10	8,65	5,02		
<i>d</i>	4	43,9		8,42	0,20	1,30	6,07	5,84		
<i>e</i>	5		24,2	2,09	1,35	0,10	1,91		0,86	
<i>f</i>	6	46,2		8,87	0,20	1,25	6,14	6,40		
<i>g</i>	7	32,8		9,00	1,20	0,10	7,57	4,88		
<i>h</i>	8	40,8		9,08	0,40	1,10	6,87	5,93		
<i>i</i>	9	19,9		3,12	1,30	0,10	2,93	1,06		
<i>k</i>					0,20	1,35				
							53,70	39,79	0,86	
								+ 38,93		

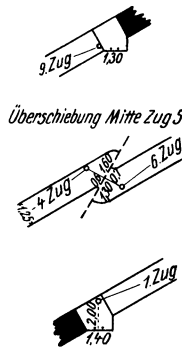
Die Berechnung der Höhenunterschiede erfolgt logarithmisch fünfstellig oder mit der Rechenmaschine.

**92. Gradbogenmessung in der Grube.** Dieses meist in Verbindung mit der Kompaßmessung durchgeführte Meßverfahren bedingt kurze Züge von 10 bis 12 m Länge, damit die Kette möglichst straff gespannt werden kann. Trotzdem ist eine Durchbiegung der Meßkette bei angehängtem Gradbogen unvermeidlich. Der Einfluß dieser Durchbiegung wird durch geeignete Wahl des Aufhängepunktes nach Möglichkeit ausgeschaltet, s. S. 40. Um die Sohle und Firste in schwebenden Strecken später darstellen zu können, werden am Endpunkt jeder Zugseite bei flacher Lagerung die lotrechten, bei steiler Lagerung die normalen, d. h. rechtwinklig zum Einfallen verlaufenden Abstände von der Sohle, häufig auch diejenigen von der Firste, gemessen. Sollen die Ergebnisse der Gradbogenmessung nur für die aufrißliche Darstellung einer schwebenden Strecke verwendet werden, so empfiehlt es sich, die einzelnen Züge in die Streckenachse zu legen, um besondere Richtungsmessungen mit dem Kompaß entbehrlich zu machen.

Die Berechnung der Seigerteufen und auch der Sohlen erfolgt unter Zuhilfenahme von Tabellen der Sinus- und Kosinuswerte, wie sie auf S. 266/267 für die gebräuchliche Ablesung der Neigungswinkel auf  $1/10^0$  gegeben sind. Die aus der Tabelle entnommenen Werte für die einzelnen Neigungswinkel  $\alpha$  müssen mit der flachen Zuglänge  $f$  multipliziert werden, um Seigerteufen oder Sohlen zu erhalten.

messung.  
strecke nach Osten. I. Überhauen zur Teilsohlenstrecke.

Höhe des Punktes über S.O. der Grundstrecke ± m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnungen
+ 2,00	a	Gradbogen Nr. 6135 von Hildebrand und 20 m Meßkette
+ 6,21	b	
+ 12,66	c	<i>Teilsohlenstrecke</i> ↘30° 125K Ort 5
+ 17,68	d	Ort 4
+ 23,52	e	Ort 4
+ 22,66	f	Übersch 3 Str. 98° ↘60° Ort 3
+ 29,06	g	Ort 3
+ 33,94	h	Ort 2
+ 39,87	i	Fl. 10 Grundstr. 0.
+ 40,93	k	↘33° 125K



Beispiel: Ist  $f = 11,76$  m,  $\alpha = +42,4^\circ$ , so findet man in der links mit  $42^\circ$  bezeichneten Reihe, und zwar in der mit  $0,4^\circ$  überschriebenen Spalte den Sinuswert  $0,674$ , der mit  $11,76$  m multipliziert die Seigerteufe  $+ 8,03$  m ergibt.

In der rechts mit  $42^\circ$  bezeichneten Reihe ist in der mit  $0,4^\circ$  unterschriebenen Spalte der Kosinuswert  $0,738$  zu entnehmen, der wieder mit  $11,76$  m multipliziert die Sohle  $8,68$  m ergibt.

Für die Auftragung der Messungsergebnisse genügt meist auch die Entnahme der Sohlen und Seigerteufen aus einem entsprechenden Schaubild, s. Tafel 5 des Anhanges.

Die Genauigkeit einer Gradbogenmessung ist nicht sehr groß. Bei kleinen Neigungswinkeln macht sich vor allem ein Fehler in der

Winkelmessung bemerkbar, während bei stärkerer Neigung der Einfluß des Längenfehlers überwiegt. Nimmt man an, daß bei jedem Zug der Neigungswinkel auf  $\frac{1}{4}^\circ$ , die Länge auf  $5$  cm genau bestimmt worden sind, so würde z. B. der Höhenfehler am Endpunkt einer flachen Zugseite von  $10$  m Länge und  $40^\circ$  Einfallen  $\pm 4,6$  cm betragen und bei einem Gesamtzuge von  $10$  solcher Längen auf etwa  $\pm 15$  cm anwachsen. Demgegenüber lassen die allerdings veralteten amtlichen preußischen Vorschriften nur einen Höhenfehler von  $\frac{1}{2500}$  der söhligern Länge, d. h. in vorliegendem Falle bei  $100$  m flacher und  $76,6$  m söhlicher Länge von etwa  $3$  cm zu, eine Genauigkeit, die mit einem gewöhnlichen Gradbogen und einer Meßkette kaum zu erreichen ist.

**93. Trigonometrische Höhenmessung mit Theodolit und Meßband in der Grube.** Die Ausführung der zu diesem Verfahren notwendigen Längen- und Winkelmessungen ist bereits auf den S. 17/18 und 53/54 behandelt worden. Bei Anwendung der bekannten Aufstellungen mit Zwangszentrierung und besonderen Zielzeichen kann in der Bestimmung der Neigungswinkel auch bei kleinen Theodoliten eine Genauigkeit von etwa  $15''$  erreicht werden. Man muß dann besonders darauf Bedacht nehmen, daß auch die Längenmessung dieser Genauigkeit angepaßt wird. Durch Zwischenunterstützung in der Zielrichtung, Berücksichtigung der Längenabweichung vom Sollmaß, des Temperatur- und Spannungseinflusses ist der Längenmeßfehler wohl auf  $1$  bis  $2$  cm für  $100$  m flache Länge herabzudrücken. Das ergibt bei  $40^\circ$  Einfallen einen Höhenfehler von etwa  $8$  bis  $14$  mm, bleibt also innerhalb der für Gegenortsangaben vorgeschriebenen Größe von  $\frac{1}{3000}$  der söhligern Länge.

### Geometrische Höhenmessungen.

Die geometrische Höhenmessung oder das Nivellement ist das verbreitetste Höhenmeßverfahren über und unter Tage. Je nach dem

Zweck der Messung kann man Festpunkt-, Längen- und Flächennivellements unterscheiden, je nach dem Grad der erreichten Genauigkeit auch von Feinnivellements und technischen Nivellements sprechen. Bevor wir auf die einzelnen Meßverfahren eingehen, sollen zunächst die hierfür benutzten Instrumente besprochen werden.

**94. Kanal- und Schlauchwaage.** Die vielfach noch bei Erdarbeiten Verwendung findende Kanalwaage besteht aus einem etwa 1 m langen, 3 cm weiten Blechrohr, in dessen rechtwinklig umgebogenen Enden kurze Glaszylinder eingekittet sind. Eine in der Mitte des Rohres angebrachte Hülse gestattet das Aufstecken auf ein Stock- oder Zapfenstativ. Füllt man das Rohr mit Wasser, so steht der Flüssigkeitsspiegel in beiden Glaszylindern gleich hoch. Sieht man über die beiden Wasserspiegel hinweg, so hat man eine söhlige Visierlinie und kann nun an lotrecht aufgestellten Maßstäben die Abstände beliebiger Punkte von dieser Linie bestimmen.

Die Schlauchwaage beruht auf demselben Grundsatz wie die Kanalwaage. Die beiden lotrechten Glaszylinder sind hier in Messing-

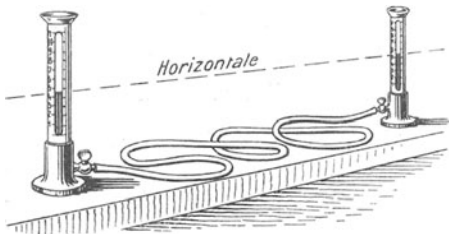


Abb. 104. Schlauchwaage.

rohren mit festem Fuß eingelassen. Diese Messingrohre tragen Millimeterteilungen und am unteren Ende verschließbare Hähne, die durch einen 20 bis 30 m langen Gummischlauch miteinander verbunden sind, Abb. 104. Werden die beim Transport geschlossenen Hähne nach

Aufstellung der Messingzylinder an den Beobachtungspunkten geöffnet, so stellt sich die Oberfläche der eingefüllten, zweckmäßigerweise gefärbten Flüssigkeit in beiden Glaszylindern gleich hoch ein, d. h. sie bildet eine Horizontale. Man erhält daher aus dem Unterschied der Ablesungen an den Zentimeterteilungen den Höhenunterschied der beiden Punkte. Allerdings muß man mit den Ablesungen, die möglichst bei stehen-

bleibendem Gerät und bei waagerechter Sicht vorzunehmen sind, einige Minuten warten, da der Ausgleich des Wasserstandes in dem langen, engen Schlauch nur langsam vor sich geht.

Die Schlauchwaage wird an und in Bauwerken zur Feststellung etwaiger Schief lagen von Mauersockeln, von Zimmerfußböden und ähnlichem mit Vorteil verwendet.

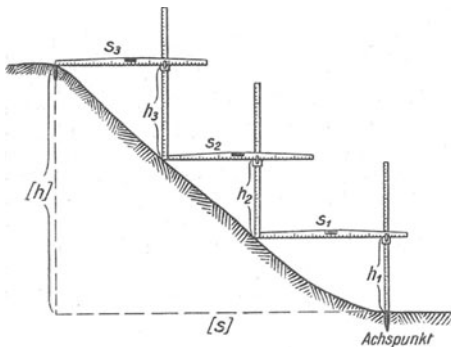


Abb. 105. Aufnahme eines Querprofils mit Staffelzeug.

**95. Staffelzeug.** Für die Bestimmung der Höhenunterschiede an Böschungen, also bei Querprofil-aufnahmen im Gelände, benutzt man häufig zwei 3 bis 4 m lange, ge-

teilte Latten, von denen die eine mittels eingelassener Röhrenlibelle bei der Messung waagrecht, die andere lotrecht gehalten wird. Zur Unterstützung der waagerechten Latte ist an der lotrechten ein feststellbarer Schieber angebracht, dessen Stellung beim Einspielen der Libelle den Höhenunterschied angibt, während man die söhlige Entfernung an der waagerechten Latte ablesen kann, Abb. 105.

**96. Nivellierinstrumente.** Das wichtigste Instrument für die geometrische Höhenmessung ist das Nivellierinstrument, das in Verbindung mit einem Stativ und einer Nivellierlatte zur Bestimmung von Höhenunterschieden über und unter Tage am meisten Verwendung findet. Die Hauptteile eines Nivellierinstrumentes sind die Röhrenlibelle, mit der die Waagerechte hergestellt, und das Zielfernrohr, mit dem diese Waagerechte auf die Nivellierlatte übertragen wird. Je nach der Anordnung der Einzelteile des Instrumentes unterscheidet man im wesentlichen folgende Bauarten:

1. Nivellierinstrumente mit festen Teilen, Abb. 106, bei denen Libelle, Fernrohr und lotrechte Umdrehungsachse starr miteinander verbunden sind. In der Regel besitzen diese Instrumente wie die nach-

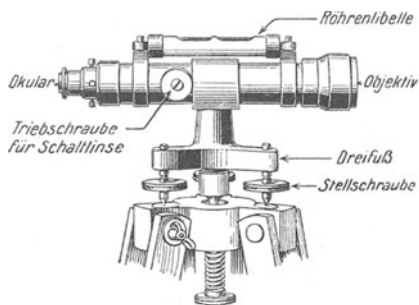


Abb. 106. Nivellierinstrument mit festen Teilen von Fennel.

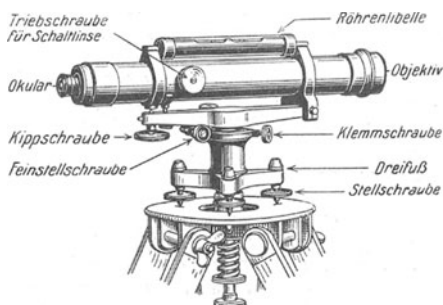


Abb. 107. Nivellierinstrument mit kippbarem Fernrohr von Fennel.

folgenden auch eine Klemmschraube und eine Feinbewegungsschraube zum genaueren Einstellen der Zielrichtung auf die Nivellierlatte.

2. Nivellierinstrumente mit kippbarem Fernrohr, Abb. 107, die an dem mit der Umdrehungsachse fest verbundenen Fernrohrträger eine Kippschraube haben, mit der die Feinbewegung des Fernrohres nebst Libelle in der lotrechten Ebene und damit die scharfe Einstellung der Libellenblase bewirkt wird, während eine Dosenlibelle am Fernrohrträger oder Dreifuß zur genäherten Horizontalstellung des Instrumentes dient.

3. Nivellierinstrumente mit in der Längsrichtung drehbarem Fernrohr und Wendelibelle, Abb. 108 und 109, die ebenfalls mit Kippschraube und Dosenlibelle ausgerüstet sind.

Weitere Bauarten, wie z. B. Instrumente mit umlegbarem Fernrohr und fester oder umsetzbarer Libelle, werden im bergbauischen Vermessungswesen nur noch selten benutzt.

Die Leistungsfähigkeit eines Nivellierinstrumentes hängt weniger von seiner Bauart, sondern in der Hauptsache von der Empfindlichkeit

seiner Libelle, s. S. 23, und von der Vergrößerung seines Fernrohres, s. S. 31, ab.

Nivellierinstrumente für technische Zwecke. Für die ein-

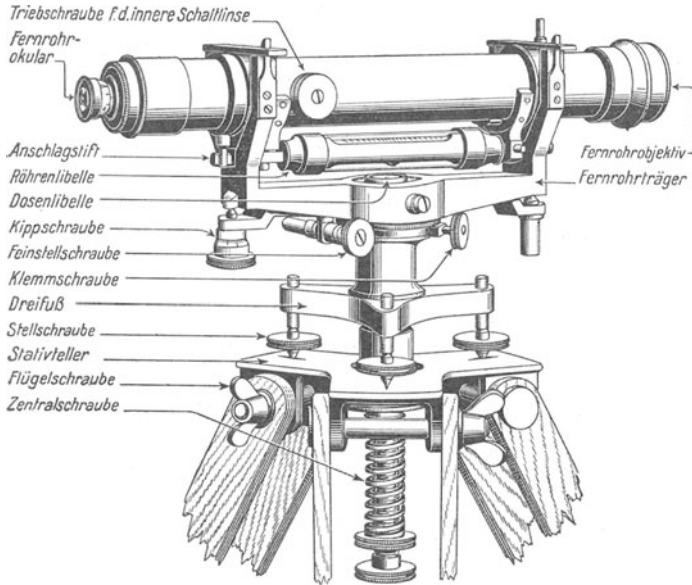


Abb. 108. Nivellierinstrument mit drehbarem Fernrohr, Wendelibelle und Kippschraube von Fennel.

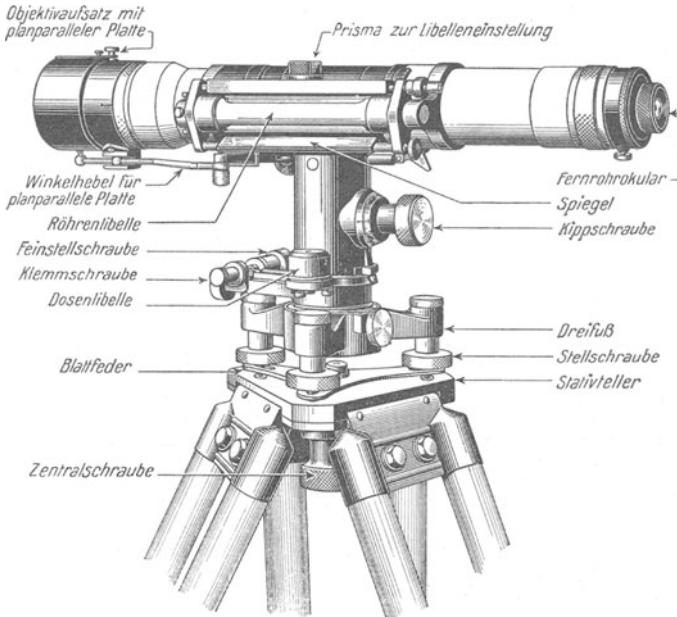


Abb. 109. Nivellierinstrument Zeiss III mit drehbarem Fernrohr, Wendelibelle, Kippschraube und planparalleler Glasplatte.

fachsten Arbeiten über und unter Tage genügen sog. „Baunivelliere“ mit Libellenempfindlichkeiten von 60'' bis 30'' je 2 mm Teilungseinheit und mit 10- bis 20facher Fernrohrvergrößerung. Meist wählt man hierzu die in Abb. 106 wiedergegebene Bauart mit festen Teilen, weil sie am billigsten und gegen eine nicht ganz sachgemäße Behandlung am unempfindlichsten ist. Zu weitergehenden technischen Nivellements über Tage und auch zu Grubenmessungen aller Art benutzt man „Ingenieurnivelliere“ mit Libellenempfindlichkeiten von 30'' bis 15'' und 20- bis 30facher Fernrohrvergrößerung. Beliebt und zweckmäßig ist hierfür die in Abb. 107 gezeigte Bauart mit festen Teilen und Kippschraube. Die Libelleneinstellung kann durch einen einfachen Spiegel, der das Bild der Libellenblase vom Fernrohrokular aus zu beobachten gestattet, erleichtert werden, während die Verwendung von Spiegeln oder Prismen mit Linsen, die ein vergrößertes Bild der Blasenenden neben oder noch besser im Okular des Fernrohres erscheinen lassen, Abb. 112, links, und Abb. 114, links, sowie das Zusammenführen der halben Blasenenden bei besonderen Prismensystemen, Abb. 110, diese Einstellung bequemer und genauer machen.

Feinnivelliere. Die für Feinnivellements benutzten Nivellierinstrumente besitzen Libellenempfindlichkeiten von 15'' bis 5'' und 30- bis 45fache Fernrohrvergrößerungen. Neben den schon erwähnten Hilfsmitteln haben diese Instrumente zwecks Steigerung der Ablesegenauigkeit an den Nivellierlatten mit Stricheinteilung, Abb. 116, S. 125, auch

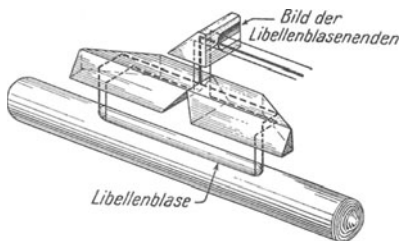


Abb. 110. Strahlengang im Prismensystem von Zeiss zum Einstellen der Libelle.

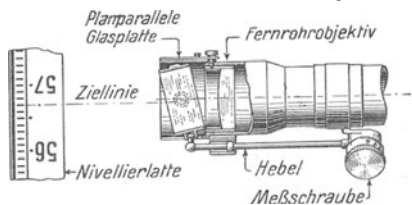


Abb. 111. Planparallele Platte und Meßschraube von Zeiss.

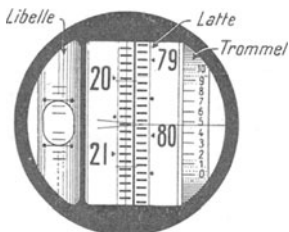


Abb. 112. Libellen- und Keilstricheinstellung sowie Feinablesung im Gesichtsfeld eines Feinnivellierinstrumentes von Fennel.

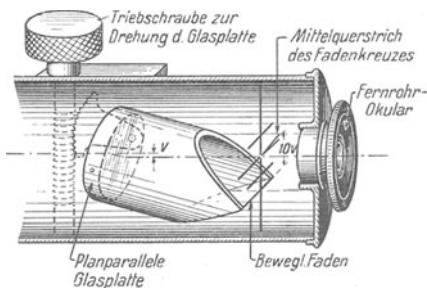
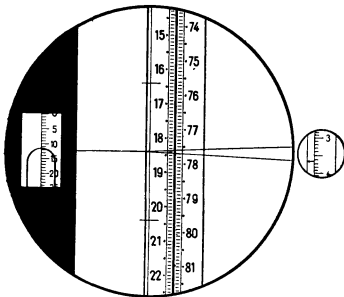


Abb. 113. Einrichtung der Feinablesung beim Präzisions-Nivellierinstrument von Breithaupt.

vielfach Einrichtungen zur optischen Parallelverschiebung der Ziellinie. Statt wie sonst die letzte Stelle der Ableseung an der Latte zu schätzen, stellt man in diesem Falle einen keilförmigen Querstrich im Fernrohr auf den nächsttiefergelegenen

Teilstrich der Latte scharf ein, Abb. 112 und 114, Mitte. Dies wird bewirkt durch Drehen einer meist vor dem Fernrohrobjektiv, Abb. 111, seltener im Fernrohr, Abb. 113, angebrachten planparallelen Glasplatte mittels Meßschraube, Einstellscheibe oder Triebsschraube. Das Maß der Verschiebung liest man bis auf  $\frac{1}{100}$



*Ablesung: 18436*

Abb. 114. Libellen- und Keilstricheinstellung sowie Trommelablesung beim Feinnivellierinstrument A von Zeiss.

eines Lattenteiles an der Meßschraube, Abb. 111 und 114, rechts, oder an einer im Fernrohr sichtbaren Trommel, Abb. 112, rechts, unmittelbar ab, oder es wird auf der Nivellierlatte durch einen beweglichen Faden angezeigt, der sich am Ende eines mit der Planplatte verbundenen und die Verschiebungen 10fach vergrößernden Hebels dicht vor dem Strichkreuz befindet, Abb. 113.

Als Feinnivelliere werden im bergbaulichen Vermessungswesen bisher noch meist Instrumente mit drehbarem Fernrohr und Wendelibelle benutzt, die vielfach auch eine doppelte Zielachse besitzen, so daß nach dem Umstecken des Okulars Zielungen in der Gegenrichtung möglich sind. Letztere Einrichtung beschleunigt lediglich die Prüfung der Instrumente. Weil diese Prüfung aber jeweils nur einen geringen Bruchteil des Zeit-

aufwandes für die Meßarbeit beansprucht, hat man die Doppelachsigkeit neuerdings im Interesse der Vereinfachung und der Verbilligung der Herstellung wieder aufgegeben. Da ferner bei den Instrumenten mit planparalleler Glasplatte die Lattenablesungen nur in einer Fernrohrlage vorgenommen werden, benötigt man hierbei die gleichfalls für Prüfungszwecke vorteilhafte Drehbarkeit des Fernrohres auch nicht mehr. Infolgedessen ist das als Ersatz des weit verbreiteten Nivellierinstrumentes III, Abb. 109, jetzt hergestellte Feinnivellier A von Zeiss ebenso wie gleichartige Instrumente von Fennel, Hildebrand und Wild nur noch mit festen Teilen und Kippschraube versehen.

Die Nivellierinstrumente bleiben, im Gegensatz zu den Theodoliten, während des Gebrauches auch beim Transport mit den Stativen verbunden, nur bei eingelegten Fernrohren wird man diese mit Libellen abnehmen. Im übrigen ist aber, um schädliche Spannungen in den Instrumententeilen zu vermeiden, darauf zu achten, daß die Instrumente von einem zum anderen Standort annähernd in der Gebrauchsstellung, also aufrecht getragen werden.

**97. Aufstellung der Nivellierinstrumente.** Die Aufstellung eines Nivellierinstrumentes mit fest verbundenen Teilen ohne Dosenlibelle erfolgt so, daß man bei ungefähr waagerechter Lage des Stativtellers die Stativbeine in den Boden fest eintritt und etwa vorhandene Flügelschrauben anzieht. Dann dreht man das Fernrohr, bis es parallel zu 2 Stellschrauben des Dreifußes steht und bringt die seitwärts, über oder unter dem Fernrohr befindliche Röhrenlibelle durch entgegengesetzt gerichtetes Drehen dieser beiden Stellschrauben nach außen oder innen zum Einspielen. Darauf wird das Fernrohr um  $90^\circ$  gedreht und der Libellenausschlag jetzt mit der dritten Dreifußstellschraube beseitigt. Das Verfahren ist so lange zu wiederholen, bis die Libelle in beiden Lagen einspielt.

Weist das Instrument eine Dosenlibelle auf, so läßt man diese bei beliebiger Stellung des Fernrohres durch abwechselndes Drehen an den drei Stellschrauben des Dreifußes einspielen. Die Blase der Röhrenlibelle

wird hierbei erst nach dem Anzielen der Latte mit einer ungefähr in Richtung des Fernrohres befindlichen Fußschraube in die genaue Mittel-lage gebracht.

Bei Instrumenten mit Kippschraube, die immer eine Dosenlibelle zur genäherten Horizontalstellung besitzen, wird die Feineinstellung der Röhrenlibelle nur durch Drehen dieser Kippschraube bewirkt.

**98. Prüfung und Berichtigung der Nivellierinstrumente.** Um mit einem Nivellierinstrument den Höhenunterschied zweier Punkte auch bei ungleichen Zielweiten richtig feststellen zu können, muß die Zielachse parallel zur Libellenachse sein.

Neben dieser Hauptbedingung ist es für die bequemere Durchführung der Messungen erwünscht, daß bei Instrumenten ohne Kippschraube die Achse der Röhrenlibelle, sonst nur diejenige der Dosenlibelle rechtwinklig zur lotrechten Stehachse sowie schließlich der Querstrich des Fadenkreuzes genau waagrecht liegt.

Die Prüfung und Berichtigung der Nivellierinstrumente wird zweckmäßig in nachstehender Reihenfolge vorgenommen:

1. Querfaden waagrecht. Diese Forderung ist bei horizontal aufgestelltem Instrument durch Vorbeiführen des Querstriches im Fadenkreuz an einer scharfen Marke oder durch Vergleich mit einer waagrecht verlaufenden Linie zu prüfen und erforderlichenfalls durch Drehen des Fadenkreuzrahmens oder bei drehbarem Fernrohr durch Verstellen der Anschlagschraubchen am Fernrohrträger zu berichtigen.

2. Libellenachse  $\perp$  Stehachse. Die rechtwinklige Lage von Röhrenlibellenachse und Stehachse bei Instrumenten ohne Kippschraube prüft man dadurch, daß man nach scharfer Einstellung der Libellenblase das Fernrohr um  $180^\circ$  dreht und beobachtet, ob die Blase wieder einspielt. Zeigt sich ein Ausschlag der Libelle, so ist dieser zur Hälfte an den lotrecht wirkenden Berichtigungsschrauben der Libelle, zur Hälfte an den Stellschrauben des Dreifußes zu beseitigen. Eine am Fernrohrträger sitzende Dosenlibelle läßt sich in gleicher Weise untersuchen, während eine am Dreifuß angebrachte Dosenlibelle mit der berichtigten Röhrenlibelle in Übereinstimmung gebracht wird.

3. Zielachse  $\parallel$  Libellenachse. Die Hauptforderung der parallelen Lage von Ziel- und Libellenachse kann bei allen Instrumenten durch Nivellement aus der Mitte und aus einem Endpunkt geprüft werden. Man wählt zu diesem Zweck zwei etwa 50 bis 60 m voneinander entfernte, durch Unterlagsplatten bezeichnete Punkte aus, stellt in der Mitte zwischen diesen das Nivellierinstrument auf und liest an der in beiden Punkten nacheinander aufgehaltene Nivellierlatte bei einspielender Libelle ab, Abb. 115. Der Unterschied der Ablesungen,  $r_1 - v_1$ ,

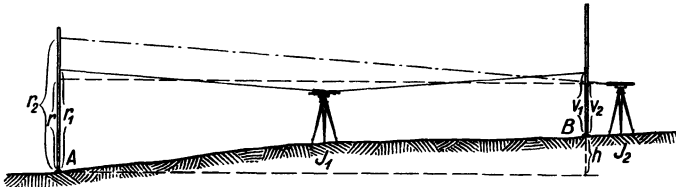


Abb. 115. Nivellement aus der Mitte und aus einem Endpunkt.

gibt auch bei geneigter Lage der Zielachse den richtigen Höhenunterschied  $h$ . Nun bringt man das Instrument in die Nähe des zweiten Zielpunktes B und macht die Ablesungen  $r_2$  und  $v_2$ . Ist deren Unterschied nicht gleich  $h$ , so läßt sich die Sollablesung  $r$  aus dem beim Nivellieren aus der Mitte erhaltenen Höhenunterschied  $h$  und der fast fehlerlosen Ablesung  $v_2$  errechnen zu  $r = v_2 + h$ . Auf



diese Sollablesung  $r$  muß die Zielachse des Fernrohres gerichtet werden, und zwar geschieht das bei Instrumenten mit festen Teilen durch Heben oder Senken des Fadenkreuzrahmens. Bei Instrumenten mit kippbarem Fernrohr erfolgt die Einstellung mit der Kippschraube und die Beseitigung des dadurch auftretenden Ausschlags der Libelle durch Drehen an ihrer Berichtigungsschraube.

Instrumente mit drehbarem Fernrohr und Wendelibelle kann man für eine Fernrohrlage in gleicher Weise untersuchen und dann an der Libelle berichtigen. Da mit diesen Instrumenten aber vielfach in 2 Lagen — vor und nach der Drehung um die Längsachse des Fernrohres — beobachtet werden soll, so wendet man zweckmäßigerweise ein anderes Verfahren an, bei dem die ganze Prüfung auch bequemer von einem Standpunkt aus vorgenommen wird. Zunächst untersucht man, wie bei der Reiterlibelle eines Theodolits, s. S. 45, durch geringes Drehen des Fernrohres um die Längsachse, ob ein Kreuzungsfehler der Röhrenlibelle vorhanden ist, den man gegebenenfalls mit der seitlichen Berichtigungsschraube der Libelle wegschafft. Dann prüft man die zentrische Lage der Zielachse zu den Lagerringen des Fernrohres durch Anzielen eines möglichst weit entfernten, scharf begrenzten Punktes oder Ablesung an einer Nivellierlatte in der ersten Fernrohrlage und Drehen des Fernrohres in die zweite Lage. Eine jetzt bemerkbare Abweichung von dem Zielpunkt in vertikaler Richtung ist zur Hälfte durch Verstellen des Fadenkreuzrahmens zu berichtigen, während die andere Hälfte mit der Kippschraube des Instrumentes nachgestellt wird. Die nun weiter erforderliche Prüfung der Parallelität von Libellenachse und Ringachse des Fernrohres läßt sich, sofern der Ausschliff der Wendelibelle auf beiden Seiten gleich ist, so vornehmen, daß man den Ausschlag, den die in erster Fernrohrlage ein spielende Libelle nach der Drehung des Fernrohres um seine Längsachse zeigt, zur Hälfte mit der vertikalen Berichtigungsschraube der Libelle, zur Hälfte wieder mit der Kippschraube beseitigt.

Will man die Wendelibelle auf beiderseits gleichmäßigen Ausschliff untersuchen, so nimmt man nach vorstehender Prüfung auch noch das bei den Instrumenten mit festen Teilen beschriebene Nivellement aus der Mitte und aus einem Endpunkt vor. Letztere Prüfung kommt natürlich nur einmal für jedes Instrument in Frage.

Bei den noch häufig im Gebrauch befindlichen Nivellierinstrumenten von Zeiss mit drehbarem, doppelachsigem Fernrohr und Wendelibelle läßt sich die Prüfung von einem Standpunkt aus bewerkstelligen, indem man an einer etwa 50 m entfernt aufgestellten Nivellierlatte in 4 verschiedenen Fernrohrlagen — Okular in Gebrauchs- und Berichtigungsstellung, Libelle links und rechts vom Fernrohr — Ablesungen vornimmt. Das Mittel dieser 4 Ablesungen entspricht einer fehlerfreien Zielung. Zur Berichtigung stellt man in Lage *I* mit der Kippschraube auf die Mittelablesung ein und verschiebt dann den Prismenkasten über der Libelle so lange, bis die Enden der beiden Blasenhälften im Beobachtungsprisma, Abb. 110, S. 121, genau miteinander abschneiden.

**99. Nivellierlatten.** Als Maßstäbe zum Ablesen der lotrechten Abstände der Punkte von der waagerechten Ziellinie werden Nivellierlatten gebraucht.

Über Tage benutzt man hölzerne Latten von 3, 4 oder 5 m Länge, die oben und unten mit eisernen Kappen beschlagen, meist mit Handgriffen versehen und mit einer Dosenlibelle zur Lotrechtstellung ausgerüstet sind. Um ein Einsinken der Latte während des Instrumentenwechsels zu verhindern, wird sie beim Fehlen fester Punkte auf den Dorn eines eisernen Untersatzes, den man fest in den Boden eintritt, gestellt.

Die Lattenteilung, Abb. 116, ist als Felder- oder Strichteilung mit auf dem Kopf stehender Bezifferung ausgeführt. Für einfache Nivellements wählt man meist Zentimeter-Felderteilung, an der dann noch Millimeter geschätzt werden können. Neben den Latten aus einem Stück

hat man auch zusammenklappbare und zusammensetzbare Nivellierlatten. Für Längen- und Flächennivellements mit zahlreichen Zwischenpunkten werden mitunter Latten benutzt, die eine feste und eine in der Gegenrichtung bezifferte, verschiebbare Teilung tragen, Abb. 117.

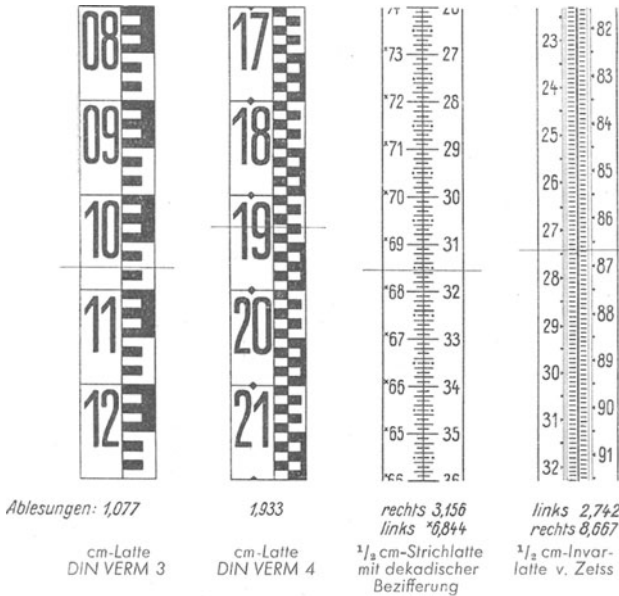


Abb. 116. Nivellierlattenteilungen im Fernrohrgesichtsfeld.

Diese Latten gestatten, die Höhenzahlen der angezielten Punkte an der verschiebbaren Teilung auf Zentimeter unmittelbar abzulesen, wenn zuvor für jeden Instrumentenstand die bewegliche Teilung so verschoben wird, daß die Höhenzahl des Anschluß- oder Wechsellpunktes erscheint, wobei die großen Buchstaben an der Teilung den vollen Metern der jeweilig einzustellenden Höhenzahlen entsprechen. Zur Übertragung der Höhen auf die Wechsellpunkte werden die Rückwärts- und Vorwärtsablesungen nach diesen Punkten wie gewöhnlich an der festen Latte auf Millimeter gemacht.

Für Feinhöhenmessungen verwendet man in der Regel Nivellierlatten mit Strichteilungen, die entweder auf einer oder bei Wendelatten auf der Vorder- und Rückseite getrennt angebracht sind. Zur Vermeidung grober Ablesefehler steht auf den Latten neben der Hauptbezifferung häufig auch ihre dekadische Ergänzung, Abb. 116. Bevorzugt werden heute 3 m-Latten, die auf einer gegen Temperaturänderungen und Feuchtigkeitseinwirkungen unempfindlichen Invarbandeinlage zwei gegeneinander verschobene Halbzentimeter-Teilungen tragen, Abb. 116, rechts.

Die auf den hölzernen Latten angebrachten Teilungen müssen für Feinmessungen, insbesondere bei größeren Höhenunterschieden, wegen der sonst nicht erfaßbaren Einwirkung der Feuchtigkeit an jedem Beobachtungstage, möglichst

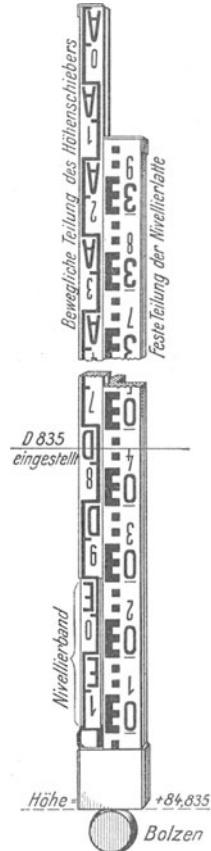


Abb. 117. Lippelatte von Dennert & Pape zur unmittelbaren Ablesung von Höhenzahlen.

vor und nach der Messung, mit einem geeigneten Kontrollmeter geprüft werden. Bei den Invarlatten, deren Lattenmeter kaum noch mehr als 0,1 mm vom wahren Wert abweicht, ist diese Prüfung nur jährlich ein- bis zweimal erforderlich. Die Lage des Nullpunktes der Teilung ist bei Benutzung einer Nivellierlatte belanglos. Werden für ein Nivellement dagegen zwei Latten verwendet, so muß die Abweichung in den Nullpunktlagen bestimmt werden, was sich leicht von einem Instrumentenstandpunkt aus durch Ablesen der auf dem gleichen Festpunkt aufgestellten Latten bewerkstelligen läßt.

In der Grube benutzt man 1,3 bis 1,5 m lange Nivellierlatten, meist mit Zentimeterfelderteilungen, die auf Holz, Glas (möglichst splitter-sicher) oder neuerdings auch auf durchsichtigen Kunstharzstoffen aufgetragen sind. Um die wechselnde Höhe der Grubenstrecken beim Nivellieren voll ausnützen zu können, gebraucht man hier auch Auszieh-latten, wobei sich die Auszieh-Rollbandlatte von O. Müller, die jeweils um 1 dm bei fortlaufender Bezifferung bis zu 2,40 m verlängert werden kann, bewährt hat.

### Ausführung und Berechnung geometrischer Höhenmessungen.

**100. Festpunktnivellement.** Man spricht von einem Festpunktnivellement, wenn es sich nur um die geometrische Bestimmung des Höhenunterschiedes von zwei oder meist mehreren, der Lage nach bekannten Punkten und um die Errechnung der Höhenzahlen dieser Punkte handelt. Demnach sind alle Feinmessungen, die der Festlegung von Anschlußpunkten oder der Ermittlung kleinster Bodenbewegungen dienen, ferner alle Nivellements, die nur zur Bestimmung von Höhenzahlen für die rißliche Darstellung des Geländes und der Grubenbaue vorgenommen werden, und schließlich sämtliche Sonderhöhenmessungen, die z. B. die Feststellung von Bodensenkungen bezwecken oder für Durchschlagsangaben notwendig sind, als Festpunktnivellements anzusehen.

Nur selten wird ein solches Nivellement, auch wenn lediglich zwei Punkte in Betracht kommen, von einem Instrumentenstandpunkt aus möglich sein. Man muß vielmehr durchweg absatzweise mit der Messung

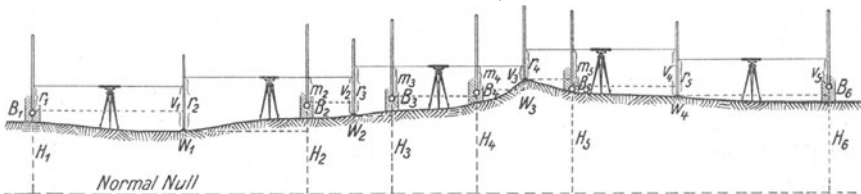


Abb. 118. Zusammengesetztes Festpunktnivellement.

vorgehen, also ein zusammengesetztes Nivellement ausführen. Dabei können beliebig viele, auf dem Nivellementswege gelegene Höhenfestpunkte — Bolzen, Treppenstufen, Haussockelecken usw. — durch Zwischenablesungen von den jeweiligen Instrumentenstandpunkten aus in die Messung einbezogen werden. Sollen beispielsweise in Abb. 118 die Mauerbolzen  $B_2$  bis  $B_6$  an den der Höhe nach bekannten Mauerbolzen  $B_1$  mit einem einfachen Nivellierinstrument angeschlossen werden,

Beispiel für ein Festpunktnivellement.  
30. Juni 1931, vorm. Bochum, Wiesental.

Punkt	Lattenablesungen			Steigen (+)	Fallen (-)	Höhe bezogen auf N. N.	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
	rückwärts m	bei Zwischenpunkten m	vorwärts m					
$B_1$	0,768					+ 94,825	$B_1$	Niv.-Instr. Nr. 707 von Zeiss (I), 3 m Latte mit cm-Einteilung.  
$W_1$			1,435		0,667	+ 94,158	$W_1$	
	1,604							
$B_2$		0,653		0,951		+ 95,109	$B_2$	
$W_2$			1,047		0,394	+ 94,715	$W_2$	
	1,812							
$B_3$		1,206		0,606		+ 95,321	$B_3$	
$B_4$		0,980		0,226		+ 95,547	$B_4$	
$W_3$			0,851		0,129	+ 95,676	$W_3$	
	1,075							
$B_5$		1,128			0,053	+ 95,623	$B_5$	
$W_4$			1,410		0,282	+ 95,341	$W_4$	
	2,103							
$B_6$			1,678	0,425		+ 95,766	$B_6$	
$[r] = 7,362$ $[v] = 6,421$			2,337	1,396	+ 94,825	$B_1$	$\circ J$ = Instrumentenstandpunkte. $\times W$ = Wechsellpunkte.	
$[r] - [v] = +0,941$			$[h] = +0,941$		+ 0,941 = $H_6 - H_1$			

so stellt man das Nivellierinstrument etwa 30 bis 50 m von  $B_1$  entfernt, in beliebiger Lage zur Verbindungslinie der Punkte, auf. Nach der Horizontalstellung des Instrumentes zielt man die in  $B_1$  aufgehaltene Nivellierlatte an, liest am mittleren Querstrich des Fadekreuzes auf Millimeter genau ab und trägt diesen Wert als erste Rückwärtsablesung  $r_1$  in das Formular des Beobachtungsbuches ein. Dann schreitet der Lattenträger die Entfernung von  $B_1$  bis zum Instrumentenstand ab und geht, da weitere Festpunkte in erreichbarer Nähe nicht vorhanden sind, dieselbe Schrittzahl vom Instrument aus vorwärts. Dort legt er die Unterlagsplatte auf den Boden, tritt sie fest ein und setzt seine Latte, mit der Teilung zum Instrument gerichtet, lotrecht darauf. Inzwischen ist vom Beobachter das Oberteil des Instrumentes um die Stehachse gedreht, das Fernrohr auf die Latte gerichtet und die Stellung der Libellenblase geprüft und verbessert worden. Jetzt wird wieder wie vorher an der Latte abgelesen und dieser Wert als erste Vorwärtsablesung  $v_1$  eingetragen. Der Unterschied  $r_1 - v_1$  ist möglichst gleich im Felde zu

berechnen, und je nachdem, ob er positiv oder negativ, in die Spalte Steigen oder Fallen des Formulars einzuschreiben. Während nun der Lattenträger die Unterlagsplatte auf diesem ersten Wechsellpunkt unverändert liegen läßt und nur die Latte um ihre Längsachse dreht, nimmt der Beobachter oder ein zweiter Gehilfe nach Lösen der Flügelschrauben des Stativs das Nivellierinstrument, geht an dem Lattenträger vorbei, wieder um den Betrag der beliebig gewählten Zielweite vor und stellt das Instrument neu auf. Vom zweiten Instrumentenstandpunkt aus wird die noch auf dem ersten Wechsellpunkt stehende Latte angezielt und die zweite Rückwärtsablesung  $r_2$  gemacht. Da in der Nähe des zweiten Instrumentenstandpunktes der Höhenbolzen  $B_2$  liegt, so hält der Lattenträger hiernach die Latte auf diesem Bolzen als Zwischenpunkt auf. Die Lattenablesung  $m_2$  trägt man in die Spalte „bei Zwischenpunkten“ des Formulars ein. Dann erst wird die Latte auf dem wieder durch die Unterlagsplatte bezeichneten zweiten Wechsellpunkt aufgehoben und die zweite Vorwärtsablesung  $v_2$  ausgeführt. Die Berechnung der Höhenunterschiede erfolgt jetzt in der Weise, daß man  $r_2 - m_2$  und  $m_2 - v_2$  bildet und diese Einzelunterschiede, deren algebraische Summe gleich  $r_2 - v_2$  ist, einträgt. In der gleichen Weise wird das Meßverfahren fortgesetzt. Bei der dritten Aufstellung sind zwischen der Rückwärts- und der Vorwärtsablesung zwei Mittelablesungen  $m_3$  und  $m_4$  nach den beiden Zwischenpunkten  $B_3$  und  $B_4$  zu machen und demgemäß auch drei Teilunterschiede  $r_3 - m_3$ ,  $m_3 - m_4$  und  $m_4 - v_3$  zu bilden. Die vierte Aufstellung ergibt wieder eine Mittelablesung  $m_5$  nach dem Bolzen  $B_5$ , während schließlich bei der fünften Aufstellung, die etwa in der Mitte zwischen dem vierten Wechsellpunkt und dem Endpunkt  $B_6$  liegt, außer der Rückwärtsablesung die letzte Vorwärtsablesung nach der auf Bolzen 6 aufgehobenen Latte ausgeführt wird.

Eine Rechenprobe für die Bildung der Höhenunterschiede ergibt sich, wenn man die Summe aller Vorwärtsablesungen  $[v]$  von der Summe aller Rückwärtsablesungen  $[r]$  abzieht und diesen Wert mit der algebraischen Summe aller Teilunterschiede  $[h]$  vergleicht, also  $[r] - [v] = [h]$ . Schließlich werden noch die Teilunterschiede nacheinander zu der gegebenen Anfangshöhe und den hiernach erhaltenen Höhenzahlen der Wechsel- und Zwischenpunkte algebraisch addiert, wobei der Unterschied zwischen den Höhen des End- und des Anfangspunktes wieder gleich der Summe der Teilunterschiede sein muß, also  $H_6 - H_1 = [h] = [r] - [v]$ .

Wie wir aus vorstehend beschriebenem Meßvorgang ersehen, dürfen während der Messung Instrument und Latte niemals gleichzeitig ihre Plätze wechseln. Wird das Instrument vorgetragen, muß der Lattenstandpunkt unverändert bleiben, und beim Transport der Latte darf das Instrument nicht verstellt werden. Die jeweiligen Zielweiten nach den für den Fortgang des Nivellements maßgebenden Wechsellpunkten werden auch bei richtigem Instrument möglichst gleich groß gewählt, um eine schädliche Anhäufung der bei der Berichtigung zurückbleibenden kleinen Fehler zu vermeiden. Örtliche Verhältnisse, wie ansteigendes oder abfallendes Gelände, können die Zielweiten, die sonst in der Haupt-

sache von der Leistungsfähigkeit des Fernrohres und der Teilung der Latte abhängen, erheblich verringern.

Eine Probe für die Richtigkeit des gesamten Meßvorganges läßt sich dadurch erzielen, daß man das Nivellement entweder auf einem der Höhe nach bekannten Festpunkt abschließt oder die Messung wieder auf den Anfangspunkt zurückführt, also in einer Schleife nivelliert oder aber das Nivellement doppelt, einmal hin und einmal zurück, ausführt.

Bei umfangreichen Nivellements verwendet man vielfach zur Beschleunigung des Arbeitsvorganges zwei Latten, wodurch die zum Lattenwechsel erforderliche Zeit für die Messung ausgenutzt wird.

Die für Feinnivellements an Nivellierinstrumenten und Nivellierlatten vorgesehenen Einrichtungen zur Genauigkeitssteigerung sind schon auf den Seiten 121/122 und 125/126 besprochen worden. Man wird bei den Feinmessungen Kontrollen für die Ablesungen z. B. durch Beobachtung in zwei Fernrohrlagen oder durch Benutzung von Wendelatten bzw. nebeneinander liegender Doppelteilungen schaffen. Bei Verwendung von zwei Latten kann auch durch wechselseitigen Rück- und Vorblick nach den beiden Teilungen die Unveränderlichkeit des Standpunktes während der Messung geprüft werden. Die ruhige Vertikalstellung der Latten sichert man durch seitliche Stützen. Ferner ist darauf zu achten, daß die Libelle vor unmittelbarer Sonnenbestrahlung durch einen Schirm oder ein besonderes Sonnendach geschützt wird, und daß man Zielungen in weniger als  $\frac{1}{2}$  m Höhe über dem Erdboden wegen der dort stark veränderlichen Strahlenbrechung vermeidet. Die Zielweiten, die zwecks Ausschaltung kleiner Restfehler in der parallelen Lage von Ziel- und Libellenachse sowie des Einflusses der Strahlenbrechung auf jeden Standpunkt möglichst gleich gewählt werden, sollen in der Regel 60 m nicht überschreiten.

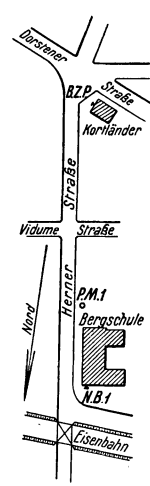
Aus dem nachfolgenden Beispiel, S. 130, sind die Ablesungen und Berechnungen für ein Feinnivellement zu ersehen, das unter Benutzung eines Instrumentes mit Keilstrich und planparalleler Glasplatte sowie zweier mit Doppelteilung versehenen  $\frac{1}{2}$  cm-Invarlatten nach dem üblichen Verfahren mit einspielender Libelle ausgeführt wurde. Die Ablesungen erfolgten in der Reihenfolge  $r_1$ ,  $v_1$ ,  $v_2$  und  $r_2$ . Die sonst an den Höhenunterschieden noch anzubringenden Verbesserungen für die Lattenmeter und für den Unterschied in der Nullpunktlage der Teilung an beiden Latten waren im vorliegenden Falle so gering, daß sie vernachlässigt werden konnten.

Da auf verkehrsreichen Straßen das Einspielenlassen empfindlicher Libellen viel Zeit beansprucht, führt man hier die Feinnivellements auch wohl bei nur ungefähr einspielender Libelle und Ablesung des Standes der Blasenenden durch, was natürlich eine am besten durchlaufend bezifferte Libellenteilung, Abb. 114, links, S. 122, voraussetzt. Aus dem Unterschied  $d$  der Ablesungen an der Libelle, der im vorliegenden Falle ihrem Blasenausschlag entspricht, dem Winkelwert  $\varepsilon''$  für den Ausschlag um eine Teilungseinheit der Libelle und der Zielweite  $s$  läßt sich die an jeder Lattenablesung anzubringende Verbesserung  $v = \frac{d \cdot \varepsilon''}{q''} \cdot s$  mit dem Rechenschieber berechnen oder aus einem Schaubild entnehmen.

Festpunktnivellements in der Grube entsprechen denjenigen über Tage, nur braucht man für die Wechsellagen keine Unterlagsplatten, da die Latte gewöhnlich auf den Schienen der Förderbahn an den durch Kreidestriche gekennzeichneten Punkten jeweils für Vor- und Rückwärtsablesung aufgehoben wird. Sollen dagegen die Höhen von Polygonpunkten in der Firste ermittelt werden, so muß man die Latte in umgekehrter Lage unter diese Punkte halten oder an ihnen aufhängen. In diesem Falle ist jedoch zu beachten, daß die so gemachten Ablesungen

Beispiel eines Feinnivellements.  
3. Oktober 1939, vorm. Bochum, Hernerstraße.

Punkt	Zielweite m	Lattenablesungen		Mittlerer Höhenunterschied $\frac{1}{2} m$ m	Höhe bezogen auf N.N. m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
		linke Teilung	rechte Teilung				
		Rückblick $r_1$ Vorblick $v_1$ $r_1 - v_1$ $\frac{1}{2} m$	Rückblick $r_2$ Vorblick $v_2$ $r_2 - v_2$ $\frac{1}{2} m$				
B.Z.P	15	1,1941	7,1191		+ 85,958	B.Z.P	Niv.-Instr. Nr. 8461 von Zeiss mit Planplatte. 3 m Invarlatten Nr. 1078 u. 1079 mit $\frac{1}{2}$ cm-Strichteilung Wetter: bedeckt, trocken
	15	3,2359	9,1608	-2,0418			
		-2,0418	-2,0417	-1,0209	+ 84,937 <sub>1</sub>		
40	40	2,0501	7,9751				
	40	3,7600	9,6847	-1,7098			
		-1,7099	-1,7096	-0,8549	+ 84,082 <sub>2</sub>		
50	50	2,2359	8,1609				
	50	4,1716	10,0966	-1,9357			
		-1,9357	-1,9357	-0,9678	+ 83,114 <sub>4</sub>		
50	50	2,4173	8,3425				
	50	3,7138	9,6386	-1,2963			
		-1,2965	-1,2961	-0,6482	+ 82,466 <sub>2</sub>		
50	50	2,1990	8,1240				
	50	3,2371	9,1619	-1,0380			
		-1,0381	-1,0379	-0,5190	+ 81,947 <sub>2</sub>		
P.M. 1	45	3,0342	8,9592			P.M. 1	
	26	2,7119	8,6368	+ 0,3224			
		+ 0,3223	+ 0,3224	+ 0,1612	+ 82,108 <sub>4</sub>		
P.M. 1	26	2,7119	8,6368				
	45	3,5992	9,5240	-0,8872			
		-0,8873	-0,8872	-0,4436	+ 81,664 <sub>8</sub>		
N.B. 1	18	1,9931	7,9183			N.B. 1	
	18	0,8296	6,7546	+ 1,1636			
		+ 1,1635	+ 1,1637	+ 0,5818	+ 82,246 <sub>6</sub>		
		+ 1,4858	+ 1,4861	+ 1,4860	+ 3,711 <sub>4</sub>	B.Z.P	
		- 8,9093	- 8,9082	- 8,9088	+ 85,958		
		- 7,4235	- 7,4221	- 7,4228			
				+ 0,7430			
				- 4,4544			
				- 3,7114			



mit negativen Vorzeichen in die Rechnung einzusetzen sind. Gleich lange Zielweiten lassen sich unter Tage wegen des unregelmäßigen Verlaufes der Strecken nicht immer einhalten.

**101. Längennivellement.** Bei diesem Verfahren geht der geometrischen Höhenmessung eine Längenmessung voraus, durch die eine im Gelände abgesteckte Achse oder die Mittellinie einer Grubenstrecke bzw. die Förderbahn in gleiche Abstände — 10 bis 100 m — untergeteilt wird. Die Teilpunkte sind ebenso wie etwaige Knickpunkte des Geländes oder der Förderbahn zu bezeichnen, und zwar über Tage meist durch kleine Pfähle, in der Grube durch Farb- oder Kreidestriche an den Schienen und Streckenstößen.

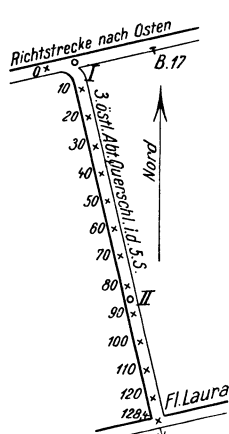
Über Tage sind Längennivellements erforderlich, um für Massenberechnungen bei Anlage von Wegen und Straßen, beim Bau von Anschlußbahnen, bei der Herstellung von Gräben und Kanälen die Höhenlage des gewachsenen Bodens in der Mittelachse des geplanten Bauwerkes feststellen und in Längenprofilen veranschaulichen zu können. In Grubenstrecken sollen die durch Gebirgsbewegungen hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten in den Ansteigeverhältnissen der Förderbahn bestimmt werden, um danach zwecks Herstellung einer gleichmäßigen Neigung die Streckensohle durch Nachreißen oder Auffüllen auszugleichen, s. S. 159/160.

Die Ermittlung der Höhenunterschiede entspricht im wesentlichen dem beim Festpunktnivellement beschriebenen Meßvorgang. In Einzelfällen kann die Kenntnis der Meereshöhen belanglos sein und für den Anfangspunkt der eingeteilten Strecke eine beliebige Höhenlage angenommen werden. Allgemein wird man aber auch die Längennivellements an einen bekannten Höhenfestpunkt anschließen und am Ende möglichst auf ebensolchem Punkte wieder abschließen. Von jeder Instrumentenaufstellung aus werden die innerhalb der Zielweiten gelegenen Bodenpunkte als Zwischenpunkte bestimmt, auf denen die Latte ohne Unterlagsplatte aufgehalten und nur auf Zentimeter abgelesen wird. Die notwendigen, beliebig gelegenen Wechsellpunkte sind dagegen über Tage wieder durch Unterlagsplatten zu bezeichnen und zur Vermeidung von Fehleranhäufungen auf Millimeter genau zu ermitteln.

Wie aus nachfolgendem Zahlenbeispiel ersichtlich, wendet man bei Längennivellements, bei denen jede Aufstellung neben dem Rück- und Vorblick eine Anzahl Mittelablesungen aufweist, wenn nicht an der in Abb. 117, S. 125, gezeigten Latte mit verschiebbarer Teilung gleich die Höhenzahlen der Zwischenpunkte abgelesen werden, zweckmäßig eine etwas bequemere Berechnungsart für die Feststellung der Höhen an. Durch Zuzählen der Rückwärtsablesung zur Höhe des Anfangs- oder Wechsellpunktes erhält man die Höhe der Ziellinie oder den „Horizont“ des betreffenden Instrumentenstandpunktes und durch Abziehen aller bei dieser Aufstellung gemachten weiteren Aablesungen von diesem Horizont die Höhenzahlen der zugehörigen Punkte, Abb. 119. Als Rechnungsprüfung ergibt sich hierbei nur noch der Vergleich des Unterschiedes der Summen aller Rückwärts- und Vorwärtsablesungen mit dem Unterschied der Höhenzahlen zwischen Anfangs- und Endpunkt.



Beispiel eines Längennivellements.  
 16. März 1931, vorm. Zeche Friedrich der Große I/II, 5. Sohle, 3. östl. Abt.,  
 Querschlag von der Richtstrecke nach Flöz Laura.

Punkt (Entfernung vom An- fangs- punkt in m)	Lattenablesungen			Horizont = Höhe + rückwärts	Höhe bezogen auf N. N.	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
	rück- wärts	bei Zwi- schen- punk- ten	vor- wärts				
	m	m	m	m	m		
B. 17	0,784			— 483,871	— 484,655	B. 17	Niv.-Instr. Nr. 6237 von Fennel, 1,5 m Latte mit cm-Felderteilung 
0		1,27			— 485,14	0	
10		1,20			— 485,07	10	
20		1,12			— 484,99	20	
30		1,08			— 484,95	30	
40			0,987		— 484,858	40	
40	1,306			— 483,552			
50		1,25			— 484,80	50	
60		1,22			— 484,77	60	
70		1,16			— 484,71	70	
80		1,20			— 484,75	80	
90		1,27			— 484,82	90	
100		1,26			— 484,81	100	
110		1,21			— 484,76	110	
120		1,15			— 484,70	120	
128,4			1,076		— 484,628	128,4	
[r] =	2,090	[v] = 2,063			— 484,655	B. 17	o = Instrumentenstandpunkte x = Lattenstandpunkte
	[r] — [v] = + 0,027			[h] = + 0,027			

Sind neben den Unterlagen für Längenprofile über Tage auch Quer-  
 profile aufzunehmen, so kann diese Aufnahme im ebenen Gelände mit  
 Nivellierinstrument und Latte erfolgen, nachdem vorher die Lage der

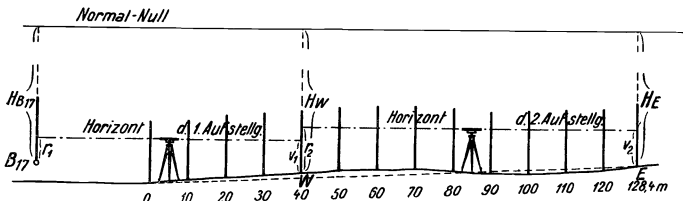


Abb. 119. Längennivellement.

zu bestimmenden Geländepunkte durch Längenmessung von der Achse  
 aus ermittelt worden ist. Man geht hierbei von dem Achspunkt des  
 Längenprofils aus und trägt alle meist von einer Instrumentenaufstellung  
 aus gemachten Lattenablesungen, ebenso wie die Entfernungen, in eine

Handzeichnung ein, Abb. 120. Bei stärkerer Querneigung des Geländes wird zweckmäßigerweise das auf S. 118/119 beschriebene Stafffelzeug für die Aufnahme der Querprofile benutzt.

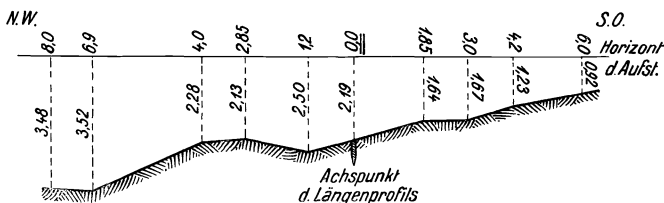
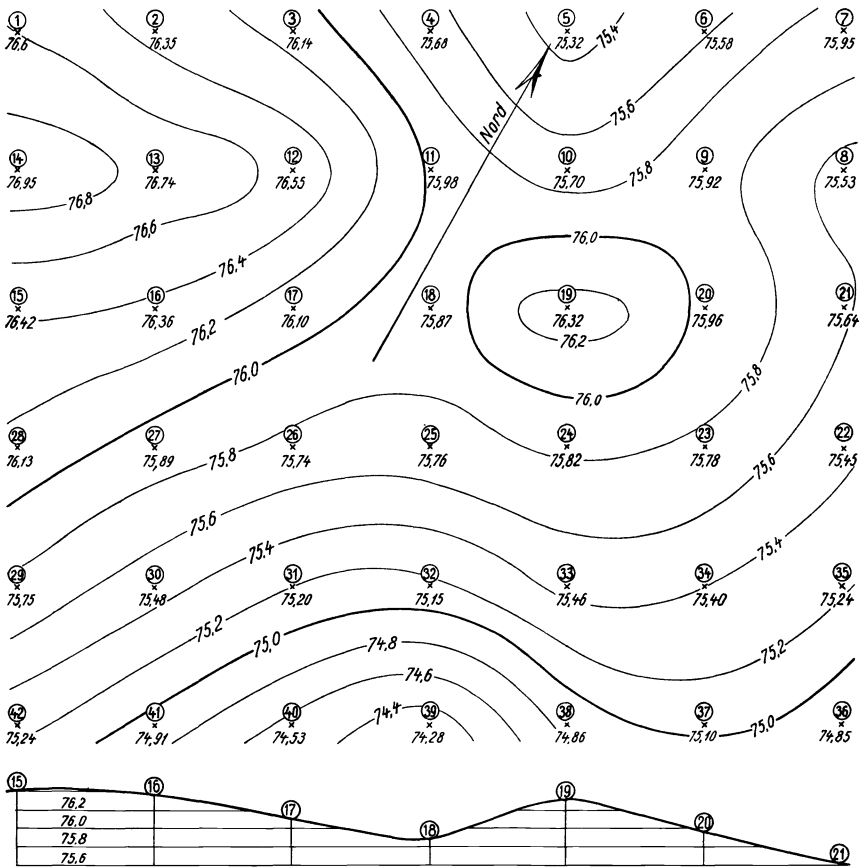


Abb. 120. Aufnahme eines Querprofils mit dem Nivellierinstrument.

**102. Flächennivellement.** In einem begrenzten Geländeabschnitt ist vielfach für die Herrichtung von Bau- und Lagerplätzen, für die Ent- oder Bewässerung von Grundstücken sowie beim Tagebau für die Inangriffnahme der Abraum- und der Gewinnungsarbeiten die genaue Form der Tagesoberfläche aufzunehmen und darzustellen. Diese Aufnahme erfolgt in ebenen Gebieten durch ein Flächennivellement, bei dem mit der geometrischen Höhenmessung die Lagebestimmung einer Reihe von Geländepunkten verbunden ist. Am einfachsten wird das Gelände zu diesem Zweck mit einem quadratischen oder rechteckigen Maschennetz überzogen, dessen Eck- und Schnittpunkte verflochten und durch Längenmessung in zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen der Lage nach bestimmt werden. Die Maschenweite und damit die Punktentfernung hängt von der Unregelmäßigkeit der Tagesoberfläche ab. Die Einnivellierung geschieht am zweckmäßigsten wieder im Anschluß an einen Höhenfestpunkt von einem oder wenigen Standpunkten aus, wobei alle Bodenpunkte durch Mittelablesungen auf Zentimeter genau festzulegen sind. Das Flächennivellement wird ebenso wie das Längennivellement nach Horizont und Höhe berechnet. In einem Höhenschichtenplan kann man die Ergebnisse der Messung veranschaulichen, Abb. 121.

**103. Genauigkeit der geometrischen Höhenmessungen.** Der aus Instrumenten-, Latten- und Beobachtungsfehlern sowie aus äußeren Einflüssen herrührende Gesamtfehler eines Nivellements darf ein gewisses Maß nicht überschreiten, das je nach dem Zweck der Messung verschieden groß sein kann. Bei Feinnivellements ist als mittlerer Fehler für 1 km höchstens  $\pm 5$  mm anzunehmen. Tatsächlich wird bei derartigen Messungen heute durchschnittlich eine erheblich größere Genauigkeit, und zwar etwa 0,5 bis 1 mm je Kilometer Doppelnivellement erreicht. Für Nivellements mittlerer Genauigkeit, zu denen auch die Grubennivellements zählen, sind Kilometerfehler von etwa 10 bis 20 mm, bei einfachen technischen Nivellements, wie z. B. bei Längen- und Flächennivellements, noch größere Fehler zulässig. Die amtlichen preussischen Vorschriften verlangen für gewöhnliche Grubennivellements nur eine Genauigkeit von  $\frac{1}{20,000}$  der Länge, das ist 50 mm auf 1 km, für Durchschlagsangaben die Hälfte, also 25 mm je Kilometer nivellierter Streckenlänge.

**104. Grundlegende Höhenmessungen über Tage.** Bei Besprechung der vom Reichsamt für Landesaufnahme ausgeführten Dreiecksmessungen, s. S. 104/105, wurde schon erwähnt, daß in Verbindung mit diesen Messungen auch die Höhen der Dreieckspunkte, und zwar in der



Maßstab:  
 für die Längen 0 5 10 20m für die Höhen 0 0,5 1 2m  
 Abb. 121. Teil eines Höhenschichtenplanes aus den Ergebnissen eines Flächennivellements.  
 Unten: Schnitt nach der Linie (15) — (21).

Regel auf trigonometrischem Wege, ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Höhenmessungen, die nur eine Punktgenauigkeit von 5 bis 10 cm gewährleisteten, sollen lediglich als Ausgangswerte für die topographische Geländeaufnahme, nicht aber für den Anschluß anderer, insbesondere geometrischer Höhenmessungen dienen.

Als Grundlage für geometrische Höhenmessungen aller Art hat die Trigonometrische Abteilung des Reichsamtes für Landesaufnahme durch Feinnivellements ein Netz von Höhenfestpunkten geschaffen, die etwa alle 10 km als Höhenmarken (HM) und alle 5 km als Mauerbolzen (MB) an festen Gebäuden sowie alle 2 km als Nummerbolzen (NB) an besonderen Granitpfeilern eingelassen sind. Dieses nach der Vereinheitlichung des Vermessungswesens durch die Höhenmessungen der übrigen deutschen Länder erweiterte Netz bildet das neue Reichshöhennetz,

das für Anschlußmessungen der Wirtschaft noch durch Verbindungs-nivellements verdichtet werden soll.

Ausgangspunkt für das Reichshöhennetz ist der Normalhöhenpunkt (NH) von 1912, der etwa 40 km östlich von Berlin, bei Hoppegarten, in sicherem Untergrunde durch einen Granitpfeiler unterirdisch vermarktet und durch eine Reihe benachbarter Punkte gesichert worden ist. Die Höhenzahlen sind auf den Landeshorizont — Normal-Nullfläche — bezogen. Außer dem Normalhöhenpunkt wurden in den letzten zwei Jahrzehnten vom Reichsamt für Landesaufnahme in den verschiedenen Landesteilen, etwa 200 bis 400 km voneinander entfernt, sichere, unterirdisch vermarkte Landes-Nivellements-Hauptpunkte (LNH) geschaffen, die auch als Anschlußpunkte für die weiteren Nivellementsnetze der Landesaufnahme dienen.

In Bergbaugebieten, in denen eine genaue Kenntnis der durch Abbaueinwirkungen fortlaufend hervorgerufenen Veränderungen an den Höhenfestpunkten notwendig ist, hat das Reichsamt für Landesaufnahme schon wiederholt Neubestimmungen seines grundlegenden Festpunktnetzes durchgeführt.

Eine ausreichende Anschlußmöglichkeit für alle Interessenten kann aber, zumal in dichtbesiedelten Industriebezirken, durch das Höhennetz der Landesaufnahme allein nicht geboten werden. Daher benutzt man für Anschlußzwecke vielfach auch die von anderen Behörden zwischen den Punkten der Landesaufnahme ausgeführten Feinnivellements. Insbesondere sind die von der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements an den Wasserstraßen entlanggeführten Nivellementszüge hierfür geeignet.

Im Ruhrbezirk hat man darüber hinaus in Gemeinschaftsarbeit

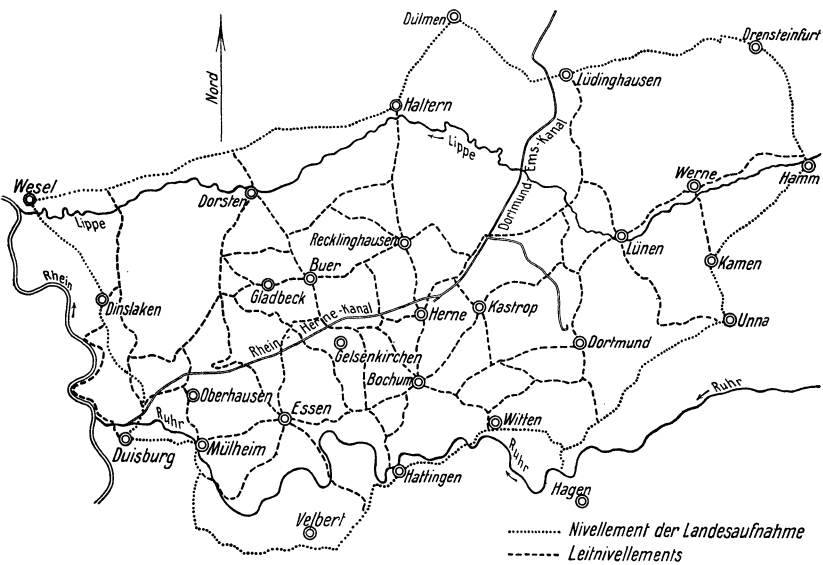


Abb. 122. Leitnivellements im rheinisch-westfälischen Bergbaubezirk (nach Pohlschmidt).

der Zechen, nach einem vom Oberbergamt Dortmund ausgearbeiteten Plan, Leitnivellements durchgeführt, die ein genügend dichtes Netz von Höhenfestpunkten für den Anschluß der Bodensenkungenivellements und aller weitergehenden geometrischen Höhenmessungen abgeben. Diese Leitnivellements werden als Feinhöhenmessungen in den durch die Nivellementsschleife der Landesaufnahme bestimmten Rahmen eingepaßt und alle 2 Jahre wiederholt. Die große Zahl der Beobachter, die zu gleicher Zeit und nach gleichen Grundsätzen nivellieren, gewährleistet die in Senkungsgebieten erforderliche schnelle Durchführung der Messungen. Die einheitliche Bearbeitung und Ausgleichung der Ergebnisse am Oberbergamt zu Dortmund liefert den Beteiligten möglichst genaue Werte für alle festgelegten Höhenpunkte. Damit werden auch bei Bergschadenstreitfällen die früher zwischen den beteiligten Parteien häufig auftretenden Widersprüche in den Höhenzahlen gleicher Nivellements Ausgangspunkte beseitigt. Abb. 122 zeigt eine schematische Übersicht der 1930 ausgeführten Leitnivellements samt der 1921 von der Landesaufnahme nivellierten Schleife, von der 15 Punkte in die Leitnivellements einbezogen wurden. Die Gesamtlänge der gemessenen Linien betrug 630 km Doppelnivellement, die Anzahl der festgelegten Mauerbolzen etwa 500. Der mittlere Kilometerfehler von  $\pm 1$  mm wurde nur selten etwas überschritten.

## Tachymetermessungen.

Unter Tachymetrie oder Schnellmessung versteht man ein Meßverfahren, bei dem gleichzeitig Lage und Höhe der einzelnen Geländepunkte ermittelt werden. Die Schnelligkeit des Verfahrens liegt in der Messung der Entfernungen, die man nicht unmittelbar mit einem Längenmeßgerät, sondern mittelbar auf optischem Wege bestimmt. Von den Instrumentenstandpunkten müssen außer den Koordinaten auch die Höhenzahlen bekannt sein.

**105. Optische Entfernungsmessung.** Die mittelbare Bestimmung einer Länge erfolgt am einfachsten unter Zuhilfenahme einer geteilten Latte im Zielpunkt und eines entfernungsmessenden Fadenkreuzes oder einer Tangentenschraube am Meßinstrument. Neuerdings wendet man auch vielfach die Doppelbildentfernungsmessung an, bei der außer der Latte im Zielpunkt ein Prisma vor dem Objektiv des Meßfernrohres angebracht wird. Schließlich ist für Entfernungsmessungen, auch von hoher Genauigkeit, ein Verfahren geeignet, zu dem man neben einem Theodolit eine im Zielpunkt aufgestellte Basislatte benötigt.

1. Fadenentfernungsmessung. Ist das Faden- oder Strichkreuz eines Theodolits so eingerichtet, daß parallel zum gewöhnlichen Querstrich noch zwei weitere Striche in festem Abstände voneinander vorhanden sind, s. S. 31, Abb. 37, so kann der Theodolit als Entfernungsmesser benutzt werden. Das beim Anzielen einer lotrecht aufgestellten Latte zwischen diesen Strichen erscheinende Lattenstück gibt ein Maß für die flache Länge vom Standpunkt zum Zielpunkt. In Abb. 123 ist  $p$  der Abstand der beiden festen Querstriche im Fernrohr,  $d$  der Abstand des Objektivs von Mitte Fernrohr,  $f$  die Objektivbrennweite,  $e'$  die Entfernung vom vorderen Brennpunkt des Objektivs bis zur Mitte des Lattenabschnittes,  $l$  der Lattenabschnitt bei lotrechter Latte,  $l'$  der Lattenabschnitt bei rechtwinklig zur Zielachse geneigter Latte,  $\alpha$  der Neigungswinkel der Ziellinie.

Es verhält sich nun  $e':l' = f:p$  oder es ist  $e' = \frac{f}{p} \cdot l'$ . Da die Dreiecke  $ABD$  und  $ACE$  nahezu rechtwinklig sind und  $\sphericalangle BAD = \sphericalangle CAE = \alpha$  ist, so kann man  $l' \approx l \cdot \cos \alpha$  setzen und erhält dann

$$e' = \frac{f}{p} \cdot l \cdot \cos \alpha.$$

Der Faktor  $\frac{f}{p}$  bleibt für ein und dasselbe Instrument immer gleich. Man bezeichnet ihn als Multiplikationskonstante  $k$ , deren Wert in der Regel gleich 100 ist. Da als Entfernung der Abstand des Zielpunktes von Mitte Fernrohr und nicht vom vorderen Brennpunkt gesucht wird, so müssen die kleinen Stücke  $d$  und  $f$  oder ihre Summe  $c$ , die man Additionskonstante nennt, noch zu  $e'$  addiert werden. Demnach ergibt sich die flache Länge

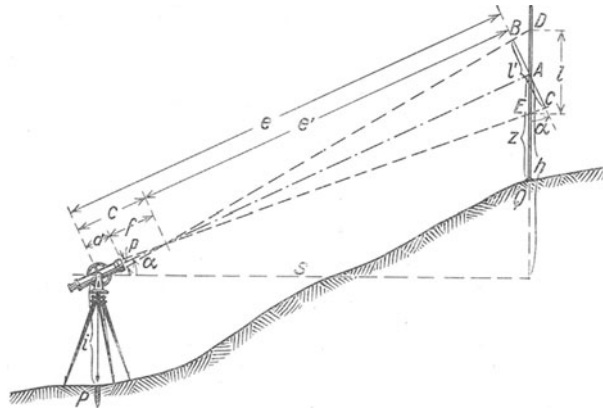


Abb. 123. Fadenentfernungsmessung.

Um für die geometrische Darstellung die söhliche Projektion  $s$  und die seigere Projektion  $h$  dieser flachen Länge zu erhalten, hat man den vorstehenden Wert noch mit  $\cos \alpha$  bzw.  $\sin \alpha$  zu multiplizieren, so daß

$$s = c \cdot \cos \alpha + k \cdot l \cdot \cos^2 \alpha$$

und

$$h = c \cdot \sin \alpha + k \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

wird. Für gewöhnlich werden allerdings  $s$  und  $h$  nach den Näherungsformeln

$$s \approx (c + k \cdot l) \cdot \cos^2 \alpha$$

$$h \approx (c + k \cdot l) \cdot \frac{1}{2} \sin 2\alpha$$

ermittelt, deren Werte aus Tachymetertafeln zu entnehmen oder mit tachymetrischen Rechenschiebern zu berechnen sind.

Man kann  $s$  und  $h$  auch aus geeigneten graphischen Rechentafeln bestimmen, wobei man, da der Neigungswinkel  $\alpha$  in der Regel kleiner als  $20^\circ$  ist, statt des Schaubildes für die söhliche Länge  $s$  zweckmäßiger ein solches für den Abzug  $R$  von dem Wert  $c + k \cdot l$  aufstellt, der sich zu

$$R = (c + k \cdot l) - s \approx (c + k \cdot l) \cdot (1 - \cos^2 \alpha) = (c + k \cdot l) \cdot \sin^2 \alpha$$

ergibt, s. Tafeln 3 und 4 im Anhang.

Für Neigungswinkel unter  $6^\circ$  lassen sich  $R$  und  $h$  aus den vereinfachten Formeln

$$R = (c + k \cdot l) \cdot \left(\frac{\alpha}{\rho}\right)^2$$

$$\text{und } h = (c + k \cdot l) \cdot \frac{\alpha}{\rho}$$

auch mit dem gewöhnlichen Rechenschieber errechnen.

Bemerkt sei noch, daß Fernrohre mit Schalllinsen vielfach so eingerichtet sind, daß die Additionskonstante  $c$  praktisch vernachlässigt werden kann, womit sich dann obige Formeln noch einfacher gestalten.

Die Höhenzahl eines Tachymeterpunktes errechnet sich, wie aus Abb. 124 zu ersehen, nach der Formel

$$H_Q = H_P + i + h - z,$$

in der  $i$  die Instrumentenhöhe und  $z$  die Ablesung am Mittelfaden bedeuten.

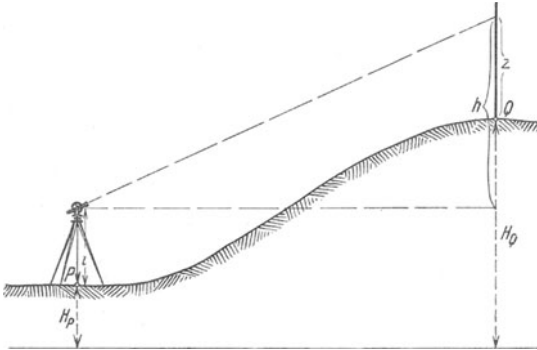


Abb. 124.  
Ermittlung der Höhenzahl bei der Tachymetermessung.

2. Entfernungsmessung mittels einer Tangentschraube. Auf einen mit dem Fernrohr eines Theodolits fest verbundenen Hebel wirkt lotrecht oder waagrecht eine Meßschraube, durch deren Drehung die Ziellinie nacheinander auf zwei Ablesestellen der im Zielpunkt lotrecht aufgestellten Latte gebracht werden kann.

In Abb. 125 sind die Zusammenhänge für eine lotrecht wirkende Schraube schematisch dargestellt. Bezeichnet  $a$  die Länge

des Hebelarms,  $g$  die Ganghöhe der Schraube,  $n$  die Anzahl der Umdrehungen,  $l$  den lotrechten Lattenabschnitt und  $s$  die sölhliche Entfernung, so verhält sich

$$s : a = l : n \cdot g$$

oder es ist

$$s = \frac{a}{g} \cdot \frac{l}{n}.$$

$\frac{a}{g} = k$  ist konstant, und zwar meist gleich 100, so daß

$$s = k \cdot \frac{l}{n}$$

wird. Bei der Messung wählt man entweder immer einen runden Lattenabschnitt oder eine ganze Zahl von Schraubenumdrehungen, so daß in dem einen Falle  $l$ , im andern  $n$  auch noch als konstanter Wert eingesetzt werden kann.

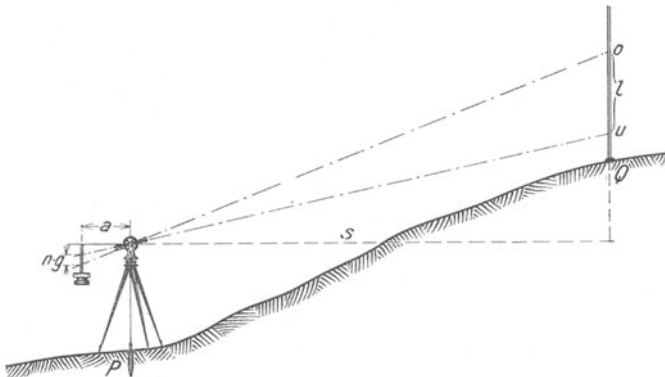


Abb. 125. Entfernungsmessung mit der Tangentschraube.

Der lotrechte Abstand  $h$  von der sölhlichen Ziellinie bis zum unteren Zielpunkt  $u$  errechnet sich zu  $h = s \cdot \operatorname{tg} \alpha$ , wenn  $\alpha$  der entsprechende Neigungswinkel ist. Den Höhenunterschied der Bodenpunkte und die Höhenzahl von  $Q$  erhält man in gleicher Weise wie bei der Fadenentfernungsmessung.

3. Doppelbildentfernungsmessung. Bringt man vor dem Objektiv eines Theodolitfernrohres ein Glasprisma an, so daß ein Teil der Lichtstrahlen um einen kleinen, konstanten Winkel abgelenkt wird, dann erhält man beim Anzielen einer geteilten Latte im Fernrohr zwei Bilder der Lattenteilung, die gegeneinander verschoben erscheinen. Der Betrag dieser Verschiebung gibt ein Maß für die Entfernung vom Instrument bis zur Latte. In Abb. 126 ist ein keilförmiges Prisma angenommen, durch das eine Ablenkung von  $34' 23''$  erzeugt wird. Da

$$e = l \cdot \cotg 34' 23''$$

und

$$\cotg 34' 23'' = 100$$

ist, so ergibt sich

$$e = 100 \cdot l.$$

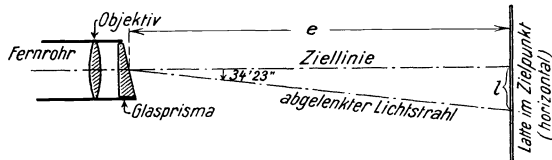


Abb. 126. Doppelbildentfernungsmessung. Grundriß.

Die Additionskonstante — hier der Abstand des Prismas von Mitte Fernrohr — wird durch die innere Einrichtung des letzteren und durch die Art der Teilung an der Latte gleich Null.

Bei der Doppelbildentfernungsmessung werden die Latten in der Regel auf besonderen Gestellen oder mit Zwangszentrierung auf Theodolitstativen waagrecht aufgestellt und dann mit einem Diopter rechtwinklig zur Ziellinie gerichtet. Der Anfang der teilweise auch auf Invarband angebrachten Lattenteilung ist meist als Nonius ausgebildet, um eine genauere Ablesung der seitlichen Bildverschiebung am Nullstrich zu ermöglichen. Vielfach sind auch 2 Nonien für kurze und weite Entfernungen vorhanden, s. S. 142, Abb. 134 b. Durch Vorschalten planparalleler Glasplatten kann, wie bei einzelnen Instrumenten noch gezeigt wird, eine weitere Verfeinerung der Messung erzielt werden.

Der Höhenunterschied der Bodenpunkte entspricht bei der Doppelbildentfernungsmessung dem lotrechten Abstand zwischen Kippachse des Instrumentes und Latte, wenn, wie üblich, die Zielhöhe gleich der Instrumentenhöhe gemacht wird. Er errechnet sich dann zu  $h = e \cdot \sin \alpha$ .

4. Entfernungsmessung mit Basislatten. Das in Abb. 127 dargestellte Verfahren besteht darin, daß man im Standpunkt  $P$  den kleinen Horizontalwinkel mißt, der von den beiden Zielstrahlen nach den Endmarken einer im Zielpunkt  $Z$  waagrecht und rechtwinklig zur Meßlinie aufgestellten Basislatte von 1 bis 3 m Länge gebildet wird. Aus diesem Winkel  $\beta$  und dem Abstand  $l$  der Zielmarken errechnet sich die söhliche Entfernung

$$s = \frac{l}{2} \cdot \cotg \frac{\beta}{2}.$$

Bei Benutzung eines Feinmeßtheodolits und einer guten Latte lassen sich so auf einfache Weise für gewöhnliche Polygonzüge durch zweimalige Winkelmessung die Seiten bis zu etwa 50facher Länge der Basislatte genügend genau feststellen. Sind dagegen längere Seiten von Feinpolygonzügen oder die Grundlinie einer Kleindreiecksmessung möglichst scharf zu bestimmen, so ermittelt man durch einseitige oder doppelseitige Anwendung des vorstehenden Verfahrens zunächst eine Hilfsbasis von 10 bis 20facher Länge der Basislatte. Bei Polygonzügen kann man dann von der einseitig festgelegten Hilfsbasis  $b$ , Abb. 128, gleich zwei benachbarte Polygonseiten  $s_1$  und  $s_2$  bestimmen, wenn man neben den spitzen Winkeln  $\beta_1$  und  $\beta_2$  in den Punkten  $P_1$  und  $P_2$  auch die Winkel  $\varepsilon_1$  und  $\varepsilon_2$  zwischen den Polygonseiten und der Hilfsbasis mißt. Nach dem Sinussatz ergeben sich die Längen

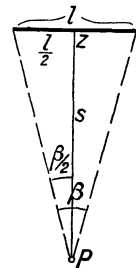


Abb. 127. Ermittlung einer söhlichen Entfernung mittels Basislatte.

$$s_1 = b \cdot \frac{\sin(\varepsilon_1 + \beta_1)}{\sin \beta_1} \quad \text{und} \quad s_2 = b \cdot \frac{\sin(\varepsilon_2 + \beta_2)}{\sin \beta_2}.$$



Für die Ermittlung der Grundlinie eines Kleindreiecksnetzes legt man die Hilfsbasis  $b$  etwa in der Mitte dieser Linie und genau rechtwinklig zu ihr durch doppelseitige Verwendung der Basislatte  $l$  fest und mißt in den Endpunkten der

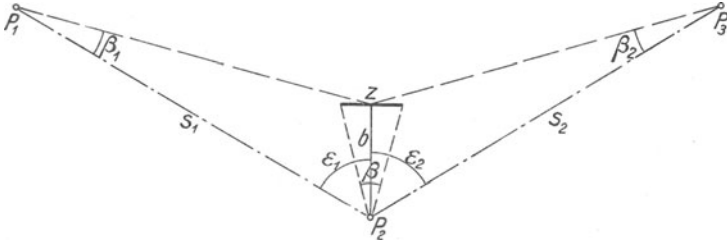


Abb. 128. Streckenmessung mit Basislatte und Hilfsbasis bei Feinpolygonzügen.

Grundlinie die spitzen Winkel  $\beta_3$  und  $\beta_4$  nach den Endpunkten der Hilfsbasis. Die Länge der letzteren errechnet sich dann zu

$$b = \frac{l}{2} \left( \cotg \frac{\beta_1}{2} + \cotg \frac{\beta_2}{2} \right),$$

wobei  $\beta_1$  und  $\beta_2$  die der Basislatte gegenüberliegenden Winkel sind, während die Grundlinie

$$s = \frac{b}{2} \cdot \left( \cotg \frac{\beta_3}{2} + \cotg \frac{\beta_4}{2} \right) \text{ ist.}$$

Die Länge der Hilfsbasis wählt man zweckmäßig so, daß sich  $s : b = b : l$  verhält, also  $b = \sqrt{s \cdot l}$  wird. Die den Basen gegenüberliegenden Winkel müssen beim Einschalten einer Hilfsbasis besonders scharf gemessen werden, während

für die Winkel zwischen den Polygonseiten und der Hilfsbasis die zweifache Bestimmung genügt. Bei allen Messungen mit Basislatten und Hilfsbasen ist das Zwangszentrierverfahren, s. S. 70 u. f., anzuwenden.

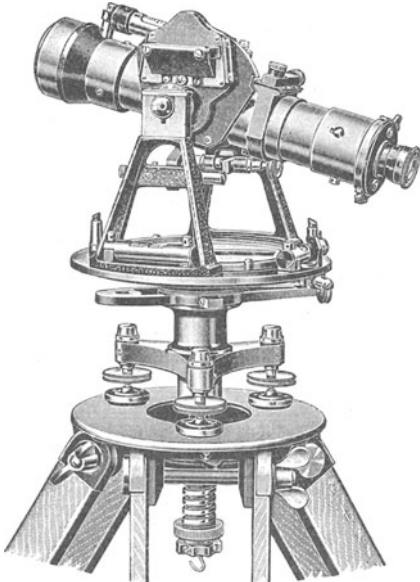


Abb. 129. Tachymeter Hammer-Fennel.

**106. Sonderinstrumente für Fodentachymetrie.** Neben den mit Doppelfäden oder Tangentenschraube ausgerüsteten Theodoliten, die man auch wohl als Tachymetertheodolite bezeichnet, sind eine Reihe von Sonderinstrumenten konstruiert worden, bei denen die söhlichen und seigere Entfernungen unmittelbar entnommen werden können. Die Richtungen nach den Zielpunkten bestimmt man hierbei entweder zahlenmäßig durch Messung der Brechungswinkel gegen Dreiecks- oder Polygonseiten an einem Teilkreis oder gleich graphisch durch Eintragen der Visierlinien auf einem Zeichenbogen, auf dem dann auch die ermittelten söhlichen Entfernungen abgestochen und die Höhen der Punkte eingeschrieben werden.

Bei den sog. Schiebetachymetern wird der abgelesene Lattenabschnitt an einem Lineal eingestellt und von diesem Wert durch einmalige Übertragung bei geneigter Lattenlage, durch doppelte Übertragung bei lotrechter Lattenlage die söhliche und seigere Entfernung mittels besonderer Projektionseinrichtungen am Instrument ermittelt.

Tachymeter und Topometer von Hammer-Fennel. Diese Instrumente, von denen das erstere mit Teilkreis, Abb. 129, das letztere mit runder Zeichenplatte ausgerüstet ist, tragen über der Kippachse anstatt des Höhenkreises ein feststehendes Glasplättchen mit einem in Abb. 130 wiedergegebenen

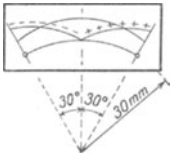


Abb. 130. Diagramm-im Hammer-Fennelschen Tachymeter.

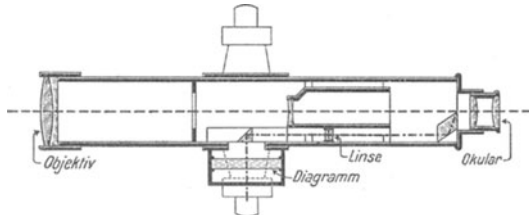


Abb. 131. Horizontalschnitt durch das Fernrohr des Hammer-Fennelschen Tachymeters.

Diagramm, in dem Kurven für die mit wechselnder Neigung veränderliche söhlige und seigere Projektion des Lattenabschnittes eingetragen sind. Durch Prismen und eine Linse wird dieses Kurvenbild in die linke Sehfeldhälfte des Okulars, wie Abb. 131 zeigt, übertragen. Der Horizontalstrich des Fadenkreuzes berührt auch beim Kippen des Fernrohres immer einen Punkt der Nullkurve, während die jeweiligen Abstände der übrigen Kurven von dieser Nulllinie an der rechten Kante des Prismas im Sehfeld die Maße für die söhligen und seigeren Entfernungen liefern. Diese Maße werden an der im Zielpunkt lotrecht aufgestellten Latte, deren Bild in der rechten Hälfte des Sehfeldes neben der Prismenkante erscheint,



Abb. 132. Sehfelder des Hammer-Fennelschen Tachymeters.

gemäß Abb. 132 abgelesen und für die söhlige Entfernung mit 100, für den Höhenunterschied, dessen Vorzeichen an der Kurve angeschrieben ist, mit 20 multipliziert.

Bei einem neueren Diagramm, das für Neigungen bis 47°, statt bisher 30°, hergestellt wird, sind für die Höhenunterschiede zwei Kurven vorhanden, und zwar eine für die Neigungen 0° bis 14° mit der Multiplikationskonstanten 10 und eine für die größeren Neigungen mit der Multiplikationskonstanten 20. Der Nullpunkt der Lattenteilung, auf den der Horizontalstrich des Fadenkreuzes eingestellt wird, liegt in mittlerer Instrumentenhöhe bei 1,40 m, so daß der ermittelte Höhenunterschied angenähert auch für die Bodenpunkte gilt.

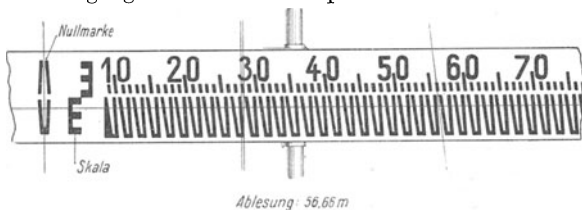


Abb. 133. Fadenentfernungsmesser Heckmann-Breithaupt mit Latte im Fernrohrgesichtsfeld.

Fadenentfernungsmesser

Heckmann-Breithaupt. Das Fadenkreuz dieses Instrumentes besitzt für die Entfernungsmessung einen lotrechten und einen im Verhältnis 1:10 geneigten

Faden. Beim Anzielen der Entfernungsmeßlatte, die über Tage auf ein Gestell, in der Grube auf ein Stativ waagrecht gesetzt wird, bringt man den lotrechten Faden mit deren Nullmarke zur Deckung und kippt sodann das Fernrohr mit seiner Feinstellschraube, bis der geneigte Faden mit einem schrägen Strich der Lattenteilung zusammenfällt, Abb. 133. Die Ablesung am geneigten Faden ergibt, da die Multiplikationskonstante 100 ist, die flache Länge in vollen Metern; Dezimeter und schätzungsweise Zentimeter werden an einer neben der Nullmarke der Latte angebrachten lotrechten Skala durch den Horizontalstrich des Fadenskreuzes angezeigt.

**107. Doppelbildentfernungsmesser.** 1. Von den Firmen Kern, Hildebrand, Fennel und Zeiss werden als Doppelbildentfernungsmesser für gewöhnliche Theodolite Zusatzeinrichtungen gebaut, die aus einer auf das Fernrohrobjektiv aufsteckbaren Fassung mit einem Glaskeil von der in Abb. 134 a wiedergegebenen

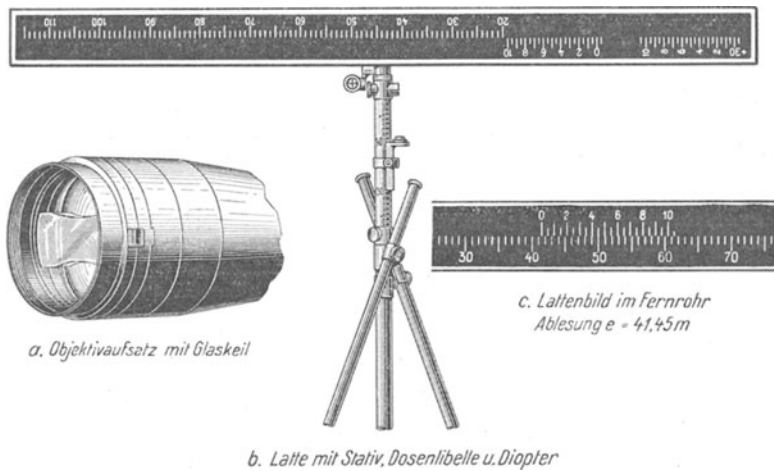


Abb. 134. Zusatzeinrichtungen für die Doppelbildentfernungsmessung (nach Hildebrand).

oder von halbkreisförmiger Gestalt bestehen. Die nach dem Anzielen der Latte erkennbaren Doppelbilder sind durch leichtes Drehen des Keilprismas so zusammenzubringen, daß sich die Teilungen berühren bzw. der Nonius etwas in die Teilung hineinragt, Abb. 134 c. Die Ablesungen am Nullstrich des Latten-Nonius erfolgen auf 5 cm, Schätzung auf 2,5 cm.

2. Breithaupts Doppelbildtachymeter besitzt zwei drehbare Spiegelprismen von nahezu Rhomboederform. Durch die Drehung der Prismen wird ein Strich des Latten-Nonius mit dem nächsten Strich der Lattenteilung genau zur Deckung gebracht. Meter und Dezimeter werden an der Latte, Zentimeter an der zur Drehung der Prismen dienenden Meßschraube abgelesen.

3. Das Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiss, Abb. 135, ist ein Sonderinstrument, das vor dem unteren Teil des Fernrohrobjektivs zwei gleiche, kreisförmige Glaskeile trägt, die durch eine besondere Vorrichtung bei jedem Kippen des Fernrohres gegeneinander gedreht werden. Dadurch erfährt der Ablenkungswinkel eine Veränderung mit der Neigung, und zwar nimmt er bei  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  Neigung von  $34'23''$  bis  $0'0''$  ab. Da diese Abnahme mit dem Kosinus des Neigungswinkels erfolgt, so erhält man gleich söhlige Entfernungen. Ein Rhomboederprisma lenkt das oberhalb der Glaskeile eintretende Strahlenbündel in das Fernrohr, Abb. 136. Dieses mit planparallelen Flächen versehene Prisma dient zugleich als optisches Mikrometer, indem durch geringe Drehung desselben mittels Meßschraube und Hebel die genaue Deckung eines Noniusstriches mit einem Teilungsstrich der Latte herbeigeführt wird, Abb. 137. An der in Doppelzentimeter eingeteilten Latte selbst liest man Meter und gerade

Dezimeter, an der Trommelteilung der Meßschraube Zentimeter ab. Die beiden durch rote oder schwarze Rechtecke unterschiedenen Nonien werden in Verbindung mit den gleich gefärbten Teilungszahlen zur Messung von nahen oder weiten Entfernungen benutzt. Für die Ablesungen an beiden Teilkreisen dienen, wie beim Theodolit IV, Skalenmikroskope, deren Teilungsbilder, s. S. 26,

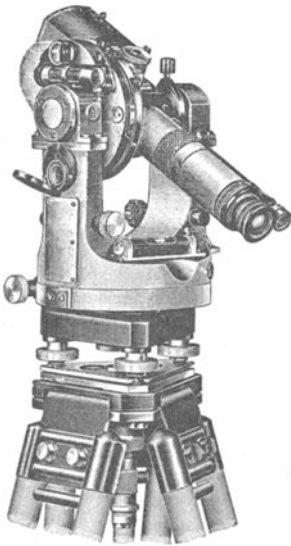


Abb. 135. Reduktionstachymeter  
Boßhardt-Zeiss.

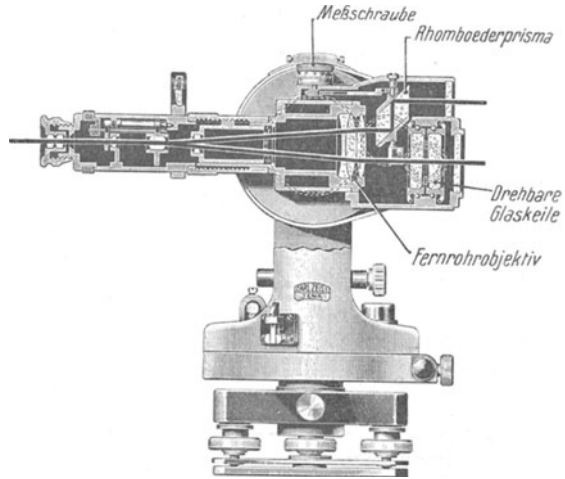


Abb. 136. Fernrohrschnitt zum Reduktionstachymete  
Boßhardt-Zeiss.

Abb. 25, in einem neben dem Fernrohr angebrachten Ableseokular zu beobachten sind. Der Höhenkreis hat außer der Gradeinteilung noch eine Tangenteinteilung, deren Werte mit den söhlichen Entfernungen multipliziert werden, um die Höhenunterschiede zu erhalten.

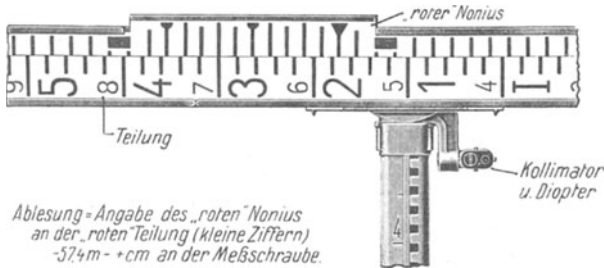


Abb. 137. Entfernungsmeßlatte zum Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiss.

4. Der Lotstabentfernungsmesser von Zeiss, der in zwei Ausführungen, mit festem Fernrohr für ebenes Gelände und mit kippbarem Fernrohr für unebenes Gelände, Abb. 138, hergestellt und auf einem mit Lotstab versehenen leichten Metallstativ aufgestellt wird, trägt für die optische Streckenmessung vor einer seitlichen Hälfte des Objektivs zwei Glaskeile, die zusammen eine Ablenkung der Strahlen um 1:20 bewirken. Im Gesichtsfeld des Fernrohres erscheinen infolgedessen die mit und ohne Keile erzeugten Teilungsbilder von einer im Zielpunkt lotrecht aufgestellten Latte um  $\frac{1}{20}$  der Entfernung gegeneinander versetzt. An der  $\frac{1}{2}$  cm-Teilung ergibt dann der Unterschied zweier gegenüberliegender Ablesungen, auf  $\frac{1}{10}$  der Teilungseinheit geschätzt, die flache Entfernung, Abb. 139.

Der Lotfußpunkt wird bei der Lageaufnahme nach dem rechtwinkligen Koordinatenverfahren mit dem über dem Fernrohr befindlichen, für unebenes Gelände mit Steilsichtaufsatz versehenen Doppelprisma aufgesucht. Je eine Latte steht bei dieser Messung im Anfangspunkt der Aufnahmlinie und im Endpunkt der Rechtwinkligen. Zur Ermittlung der söglichen Entfernungen bei geneigter Zielung dient neben einer Gradeinteilung mit Nonius in erster Linie die Reduktions- teilung des Höhenbogens, auf dem man den Unterschied zwischen flacher und sölhiger Ent- fernung ablesen kann.

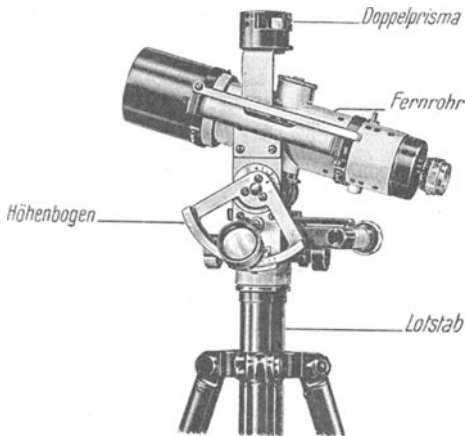


Abb. 138. Lotstabentfernungsmesser mit kippbarem Fernrohr (Kippodis) von Zeiss.



Ablesung:  $40,03 - 30,00 = 10,03\text{ m}$

Abb. 139. Lattenbild im Gesichtsfeld des Lotstabentfernungsmessers.

**107 a. Basismessplatten für Streckenmessungen.** Die Basislatten von Zeiss werden in 2 m Länge als Stahlrohr für gewöhnliche Polygonmessungen oder in 1 m und 3 m Länge als Invarstäbe, die durch Metallrohre geschützt sind, für die Grundlinienmessung und für die Streckenmessung in Feinpolygonzügen hergestellt. Die zusammenlegbare 2 m-Latte trägt an den Enden je eine elektrisch zu beleuchtende Zielmarke, Abb. 140. Zwecks waagerechter und

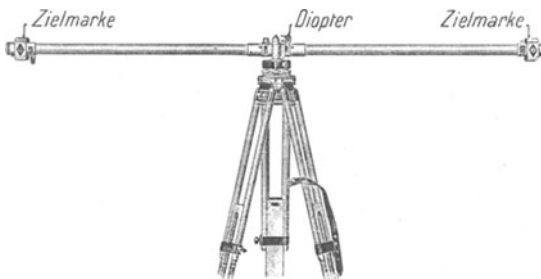


Abb. 140. 2 m-Basislatte von Zeiss.

rechtwinklig zur Visur verlaufender Aufstellung ist die Latte mit Dosenlibelle und Diopter versehen. Sie wird beim Gebrauch mit einem Zapfen in die Hülse eines Theodolitreifußes gesteckt.

Die aus zwei in der Mitte zusammenstoßenden Teilstäben bestehenden 1 m- und 3 m-Latten tragen an ihren aus der Hülle herausragenden und bei Nichtgebrauch durch

Schutzkappen verdeckten dreikantigen Enden für wechselnde Entfernungen drei verschieden ausgebildete Zielmarken. Am Mittelstück dieser Latten befindet sich neben einer Zielmarke ein kleines durchschlagbares Fernrohr zum genauen Ausrichten und ein Meßlattenhalter, der in den Dreifuß eingesetzt wird.

Zur Messung der kleinen Winkel benutzt man in Verbindung mit vorstehenden Basislatten entweder die Basismessschraube des Theodolits III oder meist den Theodolit II von Zeiss, s. S. 55 u. f., dessen hohe Ablesegenauigkeit bei 10facher Satzbeobachtung die Winkelgenauigkeit auf etwa  $\pm 0,5''$  zu steigern erlaubt.

**108. Prüfung und Genauigkeit der Entfernungsmesser.** Sowohl bei Faden- und Schrauben- als auch bei Doppelbildentfernungsmessern prüft oder bestimmt man die Multiplikationskonstante durch Beobachtung an genau abgemessenen,

söhlichen oder gleichmäßig geneigten Strecken. Die hierbei sich ergebende Abweichung vom Sollwert wird, wenn sie am Instrument nicht beseitigt werden kann, bei der Rechnung berücksichtigt.

In dem nachstehenden Beispiel der Ermittlung der Multiplikationskonstanten eines Fadentachymeters ist auch die Fehlerberechnung durchgeführt.

Konstantenbestimmung für den Tachymetertheodolit Nr. 43386 von Hildebrand. Additionskonstante  $c = 0,35$  m.  
Ausgeführt am 25. Juni 1940. Bochum. Wiesental.

Meßband- messung $e-c$ m	Lattenabschnitt $l$				$l$ im Mittel m	$\frac{100}{k} = \frac{100 l}{e-c}$	Fehlerberechnung		
	1.	2.	3.	4.			$v$		$vv$
	Messung m						+	-	
20,00	0,200	0,201	0,201	0,200	0,2005	1,0025	15		225
40,00	0,401	0,400	0,402	0,402	0,4012	1,0030	10		100
60,00	0,603	0,600	0,602	0,602	0,6018	1,0030	10		100
80,00	0,806	0,805	0,804	0,803	0,8045	1,0056		16	256
100,00	1,006	1,009	1,005	1,004	1,0060	1,0060		20	400
					Mittel = 1,0040		35	36	1081

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{1081}{4}} = \pm 16,4; \quad M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \frac{16,4}{\sqrt{5}} = \pm 7,3;$$

$$k = \frac{100}{1,004} = 99,6 \pm 0,07.$$

Die Genauigkeit der Fadentachymetrie hängt im wesentlichen von der Genauigkeit der Bestimmung des Lattenabschnittes ab. Da dieser auch bei nahen Entfernungen im allgemeinen nicht schärfer als auf 1 mm ermittelt werden kann, so wird der Fehler in der Länge hier schon 1 dm betragen und bei 100 bis 150 m auf etwa 3 bis 5 dm anwachsen. Ähnlich sind die Fehler bei der Schraubenentfernungsmessung. Die Höhenunterschiede bei beiden Verfahren werden infolge der meist geringen Neigung der Ziellinien schärfer bestimmt als die söhlichen Längen, und zwar kann man den Höhenfehler bei 100 m Entfernung zu etwa 1 dm veranschlagen.

Wesentlich günstigere Ergebnisse erzielt man bei der Doppelbildentfernungsmessung und bei der einfachen Anwendung der Basislatte in Verbindung mit einem Feinmeßtheodolit, bei denen Längen von 100 m auf einige Zentimeter genau bestimmt werden, so daß diese Verfahren die gewöhnliche, unmittelbare Längenmessung mit Meßband oder Meßlatten vollwertig ersetzen können. Bei Benutzung einer Invar-Basislatte und schärfster Winkelmessung lassen sich unter Einschaltung einer Hilfsbasis Entfernungen von 500 bis 1000 m auf 1 bis 2 cm genau ermitteln.

**109. Ausführung von Tachymeteraufnahmen.** Bei der tachymetrischen Geländeaufnahme kommt es darauf an, neben den Eck- und Brechpunkten der Tagesgegenstände die Bodengestaltung — Erhebungen und Einsenkungen — vollständig und richtig zu erfassen. Daher muß auf ausreichende und zweckentsprechend ausgewählte Lattenstandpunkte im Gelände, möglichst in Richtung des größten Gefälles, besonderer Wert gelegt werden. Die Geländepunkte werden fortlaufend numeriert und mit gleicher Bezeichnung in eine deutliche Handzeichnung eingetragen.

Die Instrumentenaufstellung erfolgt wie bei jedem Theodolit. Der Abstand der Kippachse des Instrumentes vom vermarkten Bodenpunkt ist zu messen und als Instrumentenhöhe einzusetzen. Beim Einstellen der Ausgangsrichtung — Dreiecks- oder Polygonseite — wird der Zeiger am Grundkreis zweckmäßig entweder auf  $0^\circ$  oder auf den für diese Seite bekannten Richtungswinkel gestellt und nach Anzielen der im Geländepunkt aufgestellten Latte der Horizontalwinkel an einem Zeiger auf Grade und ganze Minuten abgelesen. Hierauf stellt man beim Fadentachymeter den Mittelfaden des Fadenkreuzes auf den der gemessenen

Instrumentenhöhe nächstliegenden vollen Dezimeterstrich ein und liest bei einspielender Höhenkreislibelle den Neigungswinkel gleichfalls auf Minuten an einem Zeiger ab. Sodann wird der obere Faden  $o$  im Gesichtsfeld des Fernrohres mit dem nächstliegenden vollen Dezimeter zur Deckung gebracht, der untere Faden auf Millimeter abgelesen und der Unterschied der Lattenablesungen  $u - o$  gebildet. Zur Prüfung dieses Lattenabschnittes stellt man nun umgekehrt zuerst den unteren Faden im Fernrohr-Gesichtsfeld auf den nächsten vollen Dezimeter und liest gleichzeitig den oberen Faden ab.

Beispiel einer Tachymeteraufnahme mit einem

Standpunkt	Zielpunkt	Horizontalwinkel ° ' "	Mittelfaden $z$ m	Neigungswinkel $\alpha$ ± ° ' "	Lattenablesungen			$c + k \cdot l$ $c = 0,35 \text{ m}$ $k = 100$ m	Abzug $R =$ $(c + k l) \cdot \sin \alpha^2$ $\left[ (c + k l) \cdot \left( \frac{\alpha}{\rho} \right)^2 \right]$ m
					oberer Faden $o_1$ unterer Faden $u_1$ m	unterer Faden $u_2$ oberer Faden $o_2$ m	$u_1 - o_1$ $u_2 - o_2$ m		
P.M. 25	P.M. 24	0 00							
Instrumentenhöhe $i = 1,44 \text{ m}$	1	68 24	1,4	— 2 32	1,000 1,815	1,800 0,984	0,815 0,816	81,90	0,16
	2	108 08	1,72	0 00	1,200 2,137	2,100 1,163	0,937 0,937	94,05	—
	3	135 43	1,4	+ 10 15	0,800 2,013	2,000 0,788	1,213 1,212	121,60	3,85

Beim Schraubentachymeter muß man den mittleren Querfaden entweder auf zwei in rundem Abstand liegende Teilungsstriche bringen und jedesmal an der Schraubentrommel ablesen oder die Schraube um eine volle Anzahl von Umdrehungen bewegen und jedesmal die Lattenteilung beobachten. In beiden Fällen ist eine gute Lotrechthaltung der Latte wegen der nacheinander erfolgenden Einstellungen oder Ablesungen erforderlich. Im übrigen wird man beim Schraubentachymeter für die zweite Einstellung möglichst angenähert die Instrumentenhöhe wählen, damit der hiernach abgelesene Neigungswinkel auch für die Verbindung der Bodenpunkte gilt.

Die Wahl der Ziellängen bei der Faden- und Schraubentachymetrie hängt außer von den Geländeverhältnissen von der geforderten Genauigkeit, d. h. in erster Linie vom Maßstab der Auftragung ab. Bei größeren Maßstäben wird man jedoch nicht über 200 m Zielweite hinausgehen. In flachem Gelände werden zur Verringerung der Rechenarbeit möglichst waagerechte Zielungen vorgenommen. Hierbei ist der Mittelfaden auf volle Zentimeter abzulesen, s. Meßbeispiel, Geländepunkt 2.

Ist an einem der vorgenannten Instrumente statt des Grundkreises eine Zeichenplatte mit radialem Lineal vorhanden, wie z. B. beim Topometer Hammerfennel, so tritt an Stelle der Grundkreisablesung die Eintragung des Zielstrahles mit scharfem Bleistift oder gleich das Einstecken des Zielpunktes an dem mit Maßstabsteilung versehenen Lineal nach Feststellung der söglichen Entfernung.

Bei der Messung der Entfernungen mit Doppelbildentfernungsmessern muß die waagrecht gestellte Latte mittels Diopter rechtwinklig zur Ziellinie gerichtet werden, was vom Instrument aus meist durch Beobachtung einer besonderen Marke am Lattengestell geprüft werden kann. Nach dem Anzielen der Latte bringt man die sichtbaren Doppelbilder erforderlichenfalls durch Drehung des Prismas zusammen, Abb. 134 c, S. 142. Dann wird entweder am Nonius gleich abgelesen oder aber erst ein Strich dieses Nonius mit einem Teilstrich durch das optische Mikrometer zur Deckung gebracht, Abb. 137, S. 143, und teils an der Latte, teils an der Meßschraube die Ablesung erhalten.

Als größte Zielweiten kommen bei den Doppelbildentfernungsmessern ent-

sprechend den Lattenlängen nur etwa 150 m in Frage. Hat man bei Polygonzügen größere Entfernungen zu ermitteln, so kann man die Strecken unterteilen.

Um bei tachymetrischen Geländeaufnahmen die Leistung nicht durch die zum Lattentransport von Punkt zu Punkt notwendige Zeit herabzumindern, verwendet man 2 bis 4 Latten, die abwechselnd auf den einzelnen Zielpunkten aufgestellt werden.

**110. Anwendung der Tachymetrie.** Die tachymetrische Aufnahme erfordert übersichtliches Gelände. Im Bergbau wird die Faden- und Schrauben-

Fadentachymeter. 25. Juni 1940. Bochum, Wiesental.

Söhlige Länge $s = (c + kl) - R$ m	Höhen- unterschied $h =$ $(c + kl) \cdot \frac{\sin 2\alpha}{2}$ $\left[ (c + kl) \cdot \frac{\alpha}{\varphi} \right]$ ± m	$i - z$ ± m	$h + i - z$ ± m	Höhe über N. N. ± m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
81,74	— 3,62	+ 0,04	— 3,58	+ 82,65 + 79,07	P.M. 25 1	
94,05	—	— 0,28	— 0,28	+ 78,79	2	
117,75	+ 21,29	+ 0,04	+ 21,33	+ 100,12	3	

tachymetrie über Tage in Geländeabschnitten, in denen die gewöhnliche Kleinaufnahme schwierig und zeitraubend ist, oder zur Lösung von Sonderaufgaben, wie Aufnahme von Tagebauen, Bergehalden, Vorarbeiten für bestimmte technische Zwecke usw., verwendet. In der Grube kann man die optische Entfernungsmessung dieser Art bei untergeordneten Messungen mit Vorteil benutzen, s. S. 60.

Die Doppelbildentfernungsmessung ist auch bei gewöhnlichen Polygonmessungen über Tage zur Bestimmung der Seitenlängen und bei der Stückvermessung für das Kataster brauchbar. Für Grubenmessungen ist dieses Verfahren bisher leider noch nicht durchgebildet.

Die Entfernungsmessung mit der Basislatte findet, wie schon erwähnt, bei der gewöhnlichen und bei der Feinpolygonmessung über Tage sowie bei Grundlinienmessungen für Kleindreiecksnetze Verwendung.

## Lichtbildmessung oder Photogrammetrie.

Die Lichtbildmessung hat die Aufgabe, aus Lichtbildern, die nach den Gesetzen der Zentralperspektive aufgenommen worden sind, maßstäbliche geometrische Bilder herzustellen, im Vermessungswesen insbesondere das Gelände über Tage mit Höhenschichtlinien wiederzugeben. Man unterscheidet die Erdbildmessung, bei der die Aufnahme von festen Standpunkten auf der Erdoberfläche aus vorgenommen wird, und die Luftbildmessung, bei der diese Aufnahme in der Regel von einem Flugzeug aus erfolgt. Während man in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts nur die einfache, ebene Lichtbildmessung kannte, ist in den letzten Jahrzehnten die Raumbildmessung oder Stereophotogrammetrie in den Vordergrund gerückt.

**111. Erdbildmessung.** Die Anwendung dieses Verfahrens verlangt, ebenso wie die Tachymetrie, übersichtliches Gelände, in dem von zwei Standpunkten



aus, die ihrer Lage und Höhe nach bekannt sein müssen, die Aufnahmen mit einem Phototheodolit ausgeführt werden. Der Phototheodolit ist eine Verbindung von Theodolit und einer photographischen Kammer, deren Bildrahmen mit Marken zur Festlegung der waagerechten und lotrechten Achse stets in unveränderlichem Abstände vom Objektiv liegt. Die Einrichtungen des Theodolits dienen zur Bestimmung der Richtung und Neigung der Aufnahmeachsen der photographischen Kammer.

Bei der einfachen Lichtbildmessung kann die Lage der Geländepunkte in der grundrißlichen Zeichnung als Schnitt der Verbindungslinien von den Standpunkten zu den Bildpunkten in den richtig aufgelegten Bildern ermittelt werden. Sie läßt sich aber auch ebenso wie die Höhe durch punktweise Ausmessung der Abstände von dem durch die Rahmenmarken gegebenen Achsenkreuz mittels besonderer Geräte — Komparatoren — bestimmen. Schließlich können auch mit einem Bildmeßtheodolit die der Aufnahme entsprechenden Richtungs- und Neigungswinkel aus den Bildern unmittelbar festgestellt und zur Übertragung in die Zeichnungen benutzt werden.

Bei der Raumbildmessung werden die auf den beiden Standpunkten mit parallelen Achsen aufgenommenen Bilder gleichzeitig in einem Doppelkomparator — Stereokomparator — ausgemessen. Diese Ausmessung kann viel schärfer erfolgen, da man beim stereoskopischen Betrachten das Gelände mit allen Einzelheiten körperlich sieht, und die gleichzeitig räumlich erscheinende Meßmarke sich sehr genau auf jeden Punkt des Raumbildes aufsetzen läßt. Um die Auswertung der Raumbilder zu beschleunigen, hat man besondere Auswertegeräte geschaffen, welche die mit der Meßmarke umfahrenen Linien auf mechanischem oder optischem Wege zu einem Zeichenstift übertragen und damit die automatische Anfertigung des Lageplanes mit Höhenlinien ermöglichen. Derartige, unter den Namen Stereoautograph, Autokartograph, Stereoplanigraph und Aerokartograph bekannten Auswertemaschinen sind allerdings recht kostspielig und daher nur bei besonderen, mit solchen Aufgaben fortlaufend betrauten Stellen mit geschultem Personal in Benutzung.

Das Hauptanwendungsgebiet der Erdbildmessung liegt in gebirgigen Gegenden, vor allen Dingen im Hochgebirge, wo die Unzugänglichkeit des Geländes andere Meßverfahren völlig ausschließt. Darüber hinaus eignet sich diese Messung wegen der schnellen Durchführung aber auch vorzüglich zur Festhaltung von Augenblickszuständen, z. B. in Überschwemmungsgebieten. Für den Bergbau kommt die Anwendung bei der Aufnahme von Tagebauen, Bergehalden, umfangreichen Industrieanlagen, Rangierbahnhöfen und gegebenenfalls auch zur fortlaufenden Bestimmung der Bodengestalt in Senkungsgebieten in Betracht.

Die Genauigkeit der Ergebnisse, die gewöhnlich in den Maßstäben 1:1000 bis 1:5000 dargestellt werden, entspricht etwa derjenigen der Faden-Tachymeteraufnahmen.

**112. Luftbildmessung.** Dieser Zweig der Bildmessung ist praktisch für jedes Gelände anwendbar. Die Aufnahmen erfolgen mit besonderen Meßkammern, die fest im Flugzeug eingebaut und meist als Reihenbildner mit einem von Hand oder durch Elektromotor anzutreibenden Aufnahmemechanismus versehen sind. Wegen der schnellen Bewegung des Flugzeuges müssen die Aufnahmen in rascher Aufeinanderfolge mit kurzer Belichtungszeit gemacht werden, was nur bei klarem Wetter durchzuführen ist.

Als Aufnahmearten kommen Schräg- und Senkrechtaufnahmen in Frage. Bei ersteren ist die Aufnahmeachse um  $30^{\circ}$  bis  $45^{\circ}$  gegen die Waagerechte geneigt. Sie zeigen gegenüber den Senkrechtaufnahmen einen größeren Geländeabschnitt im Einzelbilde, aus dem man auch Höhenunterschiede gut entnehmen kann. Andererseits ist der Bildmaßstab nicht einheitlich, was eine schwierigere Umformung bedingt.

Senkrechtaufnahmen werden immer nur mit annähernd lotrechter Aufnahmeachse gemacht, da die genaue Einhaltung der Vertikalen im schwankenden Flugzeug unmöglich ist. Sie geben trotzdem schon ein ungefähr grundrißliches Bild, wenn es sich um ebenes Aufnahmegelände handelt. Der Maßstab dieses Bildes ist durch das Verhältnis der Objektivbrennweite zur Flughöhe gegeben.

Er kann durch entsprechende Wahl der Flughöhe dem gewünschten Kartenmaßstab in etwa angepaßt werden.

Wenn Luftbildaufnahmen auch räumlich betrachtet und ausgewertet werden sollen, muß eine Überdeckung der Einzelbilder dergestalt stattfinden, daß jeder Punkt in zwei benachbarten Bildern zu sehen ist.

Dem Vorzug der unbegrenzten Einsicht in das Gelände steht bei der Luftbildmessung der Nachteil entgegen, daß Lage und Höhe der jeweiligen Aufnahme-standpunkte von vornherein nicht bekannt sind. Diese Standorte müssen vielmehr erst nachträglich nach festen, in den Bildern erkennbaren Bodenpunkten bestimmt werden, und zwar sind für jedes Einzelbild mindestens drei solcher Punkte erforderlich.

Die Auswertung der Luftbilder hängt von dem Verwendungszweck ab. Sollen in ebenem Gelände diese Bilder zur Ergänzung und Berichtigung vorhandener Karten dienen, so werden die einzelnen Senkrechtaufnahmen durch photographische Umbildung in einem Entzerrungsgerät nach den im Grundriß aufgetragenen Festpunkten in waagerechte Lage und richtigen Maßstab gebracht.

Handelt es sich dagegen um hügeliges oder gebirgiges Gelände oder in der Ebene um die selbständige Herstellung einer Luftbildkarte mit Schichtlinien, so muß diese abschnittsweise aus je zwei aufeinanderfolgenden, zur räumlichen Betrachtung geeigneten Bildern mit den bei der Erdbildmessung aufgeführten automatischen Auswertemaschinen gewonnen werden. Auch hierbei müssen in jedem Bilde mindestens drei bekannte Paßpunkte vorhanden sein.

Senkrechtaufnahmen lassen sich ferner paarweise mit einem Doppelprojektor auswerten, der ein Raummodell erzeugt, dessen Einzelheiten auf einer in lotrechter Richtung verstellbaren, waagerechten Zeichenplatte aufgefangen und nachgezogen werden können.

Für die Überbrückung von Zwischenräumen ohne Paßpunkte steht der Aeroprojektor Multiplex zur Verfügung, bei dem eine größere Anzahl solcher Projektoren in verkleinerter Form hintereinander geschaltet sind, um gleichzeitig aus den Teilmodellen ein Gesamtmodell aufzubauen. Die hierbei durch Einschalten roter und grüner Filter in den Strahlengang nach dem Anaglyphenverfahren erzeugten Raumbilder werden bei der Kartierung durch eine Brille mit gleichen Filtern betrachtet.

Für die Luftbildmessung eignen sich am besten die Maßstabsverhältnisse 1 : 5000 bis 1 : 25000, bei denen auch die erreichte Genauigkeit allen billigerweise zu stellenden Ansprüchen genügt. In der Hauptsache sind in Deutschland bisher Senkrechtaufnahmen zur Vervollständigung der verschiedensten Kartenwerke der Tagesoberfläche herangezogen worden, wobei die schnelle Beschaffung des naturgetreuen Zustandsbildes sehr wirtschaftlich erfolgte. Die Herstellung selbständiger Luftbildkarten wird auch in Zukunft auf Einzelfälle beschränkt bleiben, weil die Auswertung in automatischen Maschinen zeitraubend und kostspielig ist. Voraussetzung für alle Luftbildaufnahmen ist ein nicht zu kleiner Geländeabschnitt, damit die An- und Abflugkosten in angemessenem Verhältnis zu den eigentlichen Aufnahmekosten stehen.

## Absteckungen und Angaben.

Unter Absteckungen und Angaben versteht man die Übertragung und Festlegung von Punkten oder Linien, die im Gelände und in der Grube die Ausführung von Neuanlagen ermöglichen sollen. Die Unterlagen für diese Übertragung werden in der Regel aus Lage- und Höhenplänen, in denen die Neuanlagen im Entwurf eingezeichnet sind, entnommen. Vereinzelt ergeben sie sich auch gleich aus den bei der Aufnahme vorgefundenen örtlichen Verhältnissen.

### Absteckungsarbeiten über Tage.

**113. Achsabsteckungen.** Ist eine geradlinige Wege-, Bahn- oder Grabenachse über Tage abzustecken, so werden zunächst Anfangs- und Endpunkt von vorhandenen Festlinien oder Tagesgegenständen aus mittels Längenmessungen in das Gelände übertragen und durch Pfähle, Rohre oder Steine vermarktet. Weitere Zwischenpunkte, die meist durch kleine Holzpfähle bezeichnet sind, wird man in runden Abständen von 10 bis 50 m und bei Gefällwechsel anbringen.

Bei mehrfach gebrochenen Mittelachsen muß man, sofern nicht sämtliche Brechpunkte, z. B. im freien Felde, durch einfache Längenmessung von bekannten Punkten aus festgelegt werden können, die aus der Zeichnung entnommenen Brechungswinkel mittels Theodolit oder Winkeltrommel und die Seitenlängen mit dem Meßband im Gelände absetzen. Zu diesem Zweck wird nach Anzielen des rückwärts gelegenen Achspunktes der Brechungswinkel zur Teilkreisablesung addiert, der so erhaltene Wert eingestellt und nun in ungefähr richtiger Entfernung ein Fluchstab in die Zielachse eingewiesen. Nach genauer Längenermittlung ist dann der neue Punkt in der Achsrichtung entsprechend zu verlegen.

Vielfach wird bei gebrochenen Linienzügen der Übergang von einer zur anderen Achsrichtung durch eine Kreiskurve erfolgen, von der sowohl Anfangs- und Endpunkt als auch meist eine für die richtige Einhaltung der Krümmung genügende Anzahl von Kurvenpunkten besonders abgesteckt werden müssen.

**114. Kurvenabsteckungen.** Von den verschiedenen Absteckungsverfahren für Kreiskurven sollen hier nur einige gebräuchliche Arten behandelt werden:

1. Absteckung durch Kreisbogenschlag. Bei kleinen Halbmessern von etwa 10 bis 30 m kann in freiem Gelände der Kreisbogen oft mittels einer Meßkette oder eines Meßbandes unmittelbar geschlagen werden, wenn der Kreismittelpunkt festliegt. Diesen Mittelpunkt erhält man, indem man vom Anfangspunkt aus rechtwinklig zur bisherigen Achsrichtung den gegebenen Halbmesser abträgt. Zwischenpunkte sind in beliebigen runden Abständen auf der vorgerissenen Kreiskurve einzuschlagen.

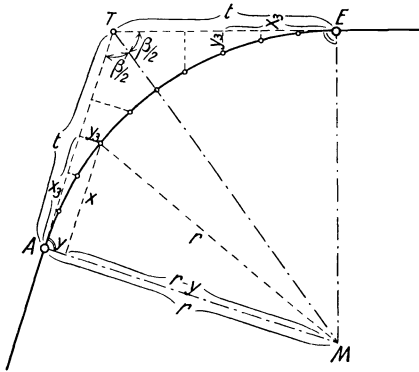


Abb. 141. Kurvenabsteckung nach rechtwinkligen Koordinaten.

Tangenten zu

$$t = r \cdot \cotg \frac{\beta}{2}.$$

Man kann also den Anfangs- und Endpunkt der Kurve durch Absetzen dieser Längen vom Tangentenschnittpunkt in Richtung der beiden Achsen bestimmen.

2. Absteckung nach rechtwinkligen Koordinaten. Aus Abb. 141 ergibt sich die Länge jeder der beiden an die Kurve gezogenen

Von diesen Tangenten aus lassen sich Zwischenpunkte ermitteln, wenn man in bezug auf den Anfangs- und Endpunkt der Kurve rechtwinklige Koordinaten  $x$  und  $y$  abträgt, wobei  $x$  in runden Werten gleichmäßig wachsend gewählt wird. Nach Abb. 141 ist

$$(r - y)^2 = r^2 - x^2$$

oder

$$r - y = \sqrt{r^2 - x^2},$$

woraus

$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$$

folgt. Für die verschiedenen  $x$  können die zugehörigen  $y$ -Werte für jedes  $r$  aus Tabellen, z. B. von Sarrazin und Oberbeck, Knoll-Weitbrecht u. a., entnommen werden.

3. Absteckung mit einer Prismentrommel. Um Flurschäden an bestellten Feldern beim Kurvenabstecken möglichst zu vermeiden, kann man bei gegebenem Anfangs- und Endpunkt auch gleich auf dem Kreisbogen selbst beliebig viele Zwischenpunkte mit einer Prismentrommel aufsuchen. Man benutzt hierbei den bekannten Satz, daß an einem Kreise alle Umfangswinkel über einer Sehne einander gleich, und zwar gerade so groß sind, wie der Winkel, den die Sehne in einem ihrer Endpunkte mit der Tangente an den Kreis bildet, Abb. 143.

Bei der Prismentrommel nach Decher, Abb. 142, sind in einem zylindrischen, mit Kreisteilung versehenen Gehäuse zwei dreiseitige Winkel-

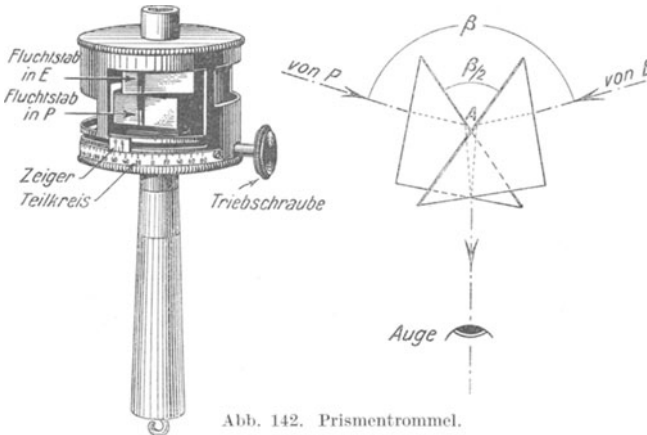


Abb. 142. Prismentrommel.

prismen untergebracht, von denen das eine fest, das andere drehbar angeordnet ist. An einem mit dem drehbaren Prisma verbundenen Zeiger kann man bei Doppelgradbezeichnung gleich den Winkel ablesen, der von den Strahlen nach 2 Punkten eingeschlossen wird, wenn die Bilder dieser Punkte in den beiden Prismen an der Kreuzungsstelle der Kathetenflächen übereinanderstehen. Man mißt auf diese Weise, z. B. im Punkte A, Abb. 143, mit der auf einem Stockstativ aufgeschraubten Prismentrommel den Winkel  $\beta$  zwischen der Tangente und der Sehne, indem man die in den Prismen erscheinenden Bilder von P und E durch Drehen des einen Prismas zur Deckung bringt. In dieser Stellung beläßt man die beiden Prismen und ermittelt nun in runden Abständen vom Anfangspunkt der Kurve weitere Punkte, auf denen sich jeweils die Bilder von A und E decken. Alle diese Punkte müssen auf dem gesuchten Kreisbogen liegen.

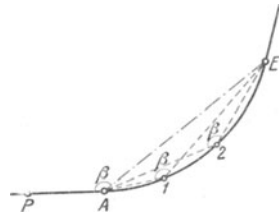


Abb. 143. Kurvenabsteckung nach Sehnenwinkeln.

**115. Abstecken von Querlinien.** Soweit es sich bei Neuanlagen nicht lediglich um das Ausheben schmaler Gräben oder die Herstellung schmaler Anschüt-

tungen handelt, sind an den Teilpunkten der Längsachsen auch Querlinien abzustrecken, in denen die Unebenheiten des Geländes vor Beginn der Arbeit aufgenommen und die nötigen Angaben für die Ausführung der Erdarbeiten gemacht werden. Bei geradliniger Achse verlaufen diese Querlinien rechtwinklig zu dieser, in den Kurven dagegen radial, d. h. auf die Mittelpunkte der Kreisbogen zu gerichtet. Das Abstecken erfolgt unter Zuhilfenahme einfacher Instrumente wie Winkelspiegel und Winkelprisma bei den rechtwinkligen, Winkel- oder Prismentrommel bei den radialen Linien. Um letztere zu erhalten, werden die von zwei benachbarten Sehnen eingeschlossenen Winkel halbiert. Die Höhen der in den Querlinien bezeichneten Geländepunkte sind von der Längsachse aus mit Staffelleuge oder Nivellierinstrument und Latte zu bestimmen, s. S. 118/119 und S. 132/133.

**116. Angaben für die Ausführung von Erdarbeiten.** In den Querlinien bezeichnet man die seitlichen Begrenzungen der Neuanlagen durch Pfähle, die z. B. bei Einschnitten und Dämmen die Lage der Böschungskanten angeben. An den Pfählen in den Längsachsen und Querlinien werden die Anschüttungs- oder Abtragungsmaße angeschrieben. Für niedrige Aufschüttungen läßt man Lehrprofile aus dem Anschüttungsmaterial oder aus Pfählen und Latten herstellen. Höhere Aufschüttungen können durch einzelne lange Achspfähle mit Querlatten, die mit der zukünftigen Dammkrone abschneiden, und durch Böschunganschnitte bezeichnet werden. Auf die zu erwartende Sackung des aufgeschütteten Bodens ist Rücksicht zu nehmen. Für Einschnitte lassen sich oft den endgültigen Verhältnissen entsprechende schmale Quergräben ausheben.

**117. Sonstige Absteckungsarbeiten.** Bei Gleisabsteckungen wird die mittlere Gleisachse durch Pfähle bezeichnet. Für Weichen sind der Weichenanfangspunkt, Weichenmitte und die beiden Weichenenden im geraden und abzweigenden Gleis festzulegen. Die Absteckungsmaße für die verschiedenen Weichenarten entnimmt man aus Tabellen oder Sonderzeichnungen.

Das Abstecken von einzelnen Bauwerken, Durchlässen, Maschinenfundamenten und -achsen erfordert außerhalb der Neuanlage die Herstellung von Lattengerüsten, auf denen in Richtung der Begrenzungen Marken zum Spannen von Richtungsschnüren anzubringen sind.

### Angaben unter Tage.

Für die geradlinige Auffahrung von Querschlägen, Richtstrecken, Bandstrecken, Überhauen und Bremsbergen in der Grube müssen außer den Ansatzpunkten die Richtungen und Längen der Mittellinien sowie bei söhligem Strecken auch die Ansteigeverhältnisse angegeben werden. Beim Übergang von streichenden in querschlägige Förderstrecken sowie bei der Herstellung von Umtrieben ist oft das Abstecken von Kreisbogen erforderlich. Sonstige Angaben unter Tage beziehen sich auf die Neigungsverhältnisse der Förderbahn in söhligem und geneigten Strecken, ferner auf das Ansetzen von Schrägstößen und das Verlegen von Schüttelrutschen sowie das Anbringen von Versatzdrähten, s. auch S. 206.

**118. Richtungsangaben mit dem Kompaß — Stundenhängen.** Ist in Abb. 144 vom Punkt *A* aus ein Überhauen im Flöz parallel zum Querschlag von der Grund- zur Teilstrecke aufzuhauen, so wird zunächst die Mittellinie dieses Überhauens mit Bleistift in den Baugrundriß des Grubenbildes eingetragen und eine Parallele zur Nordrichtung durch *A* gezogen. Damit sind die Unterlagen für die Auffahrung, d. h. Ansatzpunkt und Richtung, in der Zeichnung festgelegt und aus dieser zu entnehmen. Man greift zu diesem Zweck zunächst die Lage des Ansatzpunktes *A* gegen einen in der Grube vorhandenen Festpunkt oder gegen

einen bereits aufgetragenen Grubenbau, z. B. eine Streckenkreuzung, Stapelecke usw., und ferner auch die söhlige Entfernung  $A$  bis  $E$  ab. Alsdann wird mit einer Gradscheibe der Streichwinkel  $\gamma$  der Mittellinie  $A$  bis  $E$  des Überhauens abgenommen, s. S. 177/178. Um die wirkliche flache Länge des Aufhauens zu erhalten, muß die abgegriffene söhlige Länge  $A$  bis  $E$  durch den Kosinus des Einfallwinkels geteilt werden.

In der Grube mißt man von dem vorhandenen Festpunkt oder Grubenbau aus mit einer Meßkette die Entfernung zum Ansatzpunkt des Überhauens ab und läßt an dieser Stelle erst einige Meter in der ungefähr verlangten Richtung aufhauen. Nach Vermarkung des Ansatzpunktes durch eine Krampe in der Kappe der Zimmerung oder besser

in einem Firstenpflock spannt man, nachdem vorher von der Arbeitsstelle alle Eisenteile entfernt worden sind, eine Schnur von dem Anfangspunkt  $A$  zu einem vor Ort unter der Firste gelegenen Anhaltepunkt  $B$ . An die nicht straff gespannte Schnur hängt man nun den Kompaß, und zwar mit  $0^\circ$  der Teilung auf den Endpunkt  $B$  hinweisend, löst sodann die Sperrvorrichtung und liest den Streichwinkel der Linie  $A$  bis  $B$  an der Nordspitze der Magnetnadel ab. Ist dieser Streichwinkel kleiner als der auf dem Reiß ermittelte Wert, so

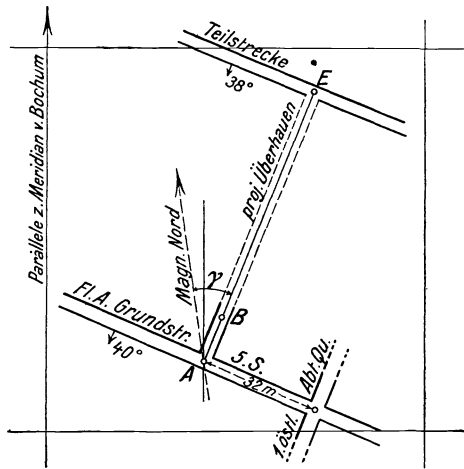


Abb. 144. Ermittlung des Ansatzpunktes und der Richtung eines Überhauens.

muß der Punkt  $B$ , von  $A$  aus gesehen, nach rechts, andernfalls nach links verlegt werden, und zwar so weit, bis sich der Sollbetrag des Streichwinkels  $A$  bis  $E$  ergibt. In dieser Lage wird Punkt  $B$  durch ein Kreidezeichen festgehalten, an dessen Stelle, nach Abnahme des Kompasses, eine Krampe entweder in die Kappe oder in einen besonders angebrachten Firstenpflock geschlagen wird. Man prüft die Angabe, indem man erneut die Schnur zwischen den beiden jetzt durch Krampen bezeichneten Punkten  $A$  und  $B$  ausspannt und am angehängten Kompaß nochmals den Streichwinkel beobachtet. Kleine Abweichungen können noch durch Seitwärtsschlagen der Krampe im Punkte  $B$  berichtigt werden. Schneidet man nun die in den Punkten  $A$  und  $B$  befestigte Schnur etwa in der Mitte durch und beschwert die beiden freien Enden mit Steinen oder Schraubenmuttern, so gibt die Vertikalebene durch die Lotschnüre die Richtung an, in der das Überhauen aufgefahren werden muß.

Man bezeichnet diese Art der Richtungsangabe nach der früheren Einteilung des Kompasses in Stunden auch heute noch als „Stundenhängen“ und die Richtung selbst als „Stunde“.

Zur Sicherung gegen den Fortfall oder die Verschiebung eines Stundenpunktes ist es unbedingt erforderlich, stets noch einen dritten Richtungspunkt anzubringen, dessen Festlegung jedoch ohne Instrument lediglich durch Einweisen oder Einrücken in die vorhandene Richtung erfolgt.

### 119. Richtungsangaben mit dem Theodolit — Durchschlagsangaben.

Bei längeren Gesteinsstrecken, bei Gegenortsbetrieben, bei Schacht- und Blindschachtunterfahrungen, d. h. bei allen Vortriebsarbeiten, die ein genaues Auskommen im End- oder Durchschlagspunkt erfordern, wird die mit dem Kompaß vorgenommene Richtungsangabe gewöhnlich nicht ausreichen, da für diese infolge der unzulänglichen Winkelablesung und der nicht berücksichtigten Änderungen der Magnetrichtung, auch unter günstigen äußeren Verhältnissen eine Unsicherheit von mindestens  $\pm 0,5^{\circ}$  angenommen werden muß. Man ist daher gezwungen, die Richtungsangabe in den genannten Fällen mit einem Theodolit auszuführen.

Das bedingt aber den Anschluß an Linien des Grubenpolygonnetzes, wenn nicht ein besonderer Theodolitzug zwischen Anfangs- und Endpunkt der Durchschlagsstrecke gelegt wird.

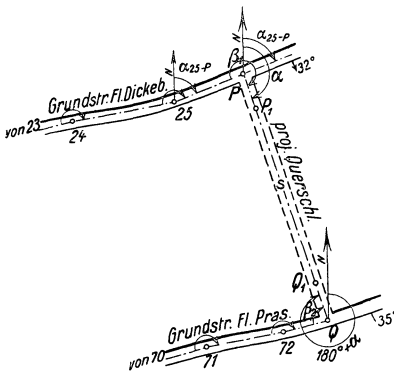


Abb. 145. Durchschlagsangabe für einen Querschlag.

Wir wollen im folgenden den in Abb. 145 dargestellten, einfachen Fall behandeln, daß ein Querschlag zwischen den Punkten  $P$  und  $Q$  im Gegenortsbetrieb, also von  $P$  und  $Q$  aus gleichzeitig, aufzufahren ist.

Nachdem die beiden Ansatzpunkte auf dem Grubenbild ausgewählt und nach Übertragung in die Grube durch Firstenpflocke mit Krampen bezeichnet worden sind, müssen wieder beiderseits einige Meter nach vorläufig genäherter

Angabe aufgefahren werden. Zur endgültigen Richtungsbestimmung schließt man dann die Punkte  $P$  und  $Q$  in das Zugnetz der Grube ein, d. h. man verbindet jeden dieser Punkte durch Längen- und Brechungswinkelmessung mit der durch die beiden nächstgelegenen Festpunkte gegebenen Seite des vorhandenen Polygonzuges. Für Punkt  $P$  ist das die Polygonseite 24 bis 25, so daß nach Prüfung der unveränderten Richtung dieser Seite durch Nachmessung des Winkels 23-24-25 nur noch der Winkel 24-25- $P$  und die Länge 25 bis  $P$  zu messen sind. Aus dem gemessenen Brechungswinkel und der aus der Polygonberechnung bekannten Richtung 24 bis 25 ergibt sich der Richtungswinkel der Linie 25 bis  $P$ , aus diesem und der gemessenen Länge errechnen sich die Koordinatenunterschiede, die, zu den bekannten Koordinaten des Punktes 25 algebraisch addiert, die Koordinaten von  $P$  liefern, s. S. 72/73. In der gleichen Weise wird man den Gegenpunkt  $Q$  an die Seite 71 bis 72 des Zugnetzes anschließen und die Koordinaten von  $Q$  berechnen. Aus den so erhaltenen Koordinatenwerten von  $P$  und  $Q$  ermittelt man nun den Richtungswinkel  $\alpha$  und die Länge  $s$  der geplanten Strecke nach den Formeln

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_Q - y_P}{x_Q - x_P} \quad \text{und} \quad s = \frac{y_Q - y_P}{\sin \alpha} = \frac{x_Q - x_P}{\cos \alpha}.$$

Da der Richtungswinkel  $\alpha$  des Querschlages nicht mit dem Theodolit angegeben werden kann, so müssen die Angabe des Brechungswinkels  $\beta_1$  und  $\beta_2$ , d. h. die Brechungswinkel zwischen der jeweils letzten Polygonseite und der Durchschlagsrichtung

aus den Richtungswinkeln der beiden letzteren berechnet werden, s. S. 4. Es ist

$$\beta_1 = \alpha - \alpha_{25-P} + 180^\circ$$

und

$$\beta_2 = 180 + \alpha - \alpha_{72-Q} - 180^\circ = \alpha - \alpha_{72-Q}.$$

Für die Richtungsangabe im Punkt  $P$  wird nach Aufstellung des Theodolits in diesem Punkt zunächst der Zeiger  $I$  auf  $0^\circ$  der Teilung gestellt und der Punkt  $25$  bei gelöstem Grundkreis angezielt. Dann dreht man das Oberteil des Instrumentes so weit, bis am Zeiger  $I$  der Abgabewinkel  $\beta_1$  erscheint. In dieser Lage gibt die Zielachse des Fernrohres die Durchschlagsrichtung an, und man kann nun in die Ziellinie ein in der Firste vor dem Ortsstoß angehaltenes Lot einweisen, dessen Anhaltepunkt  $P_1$  danach durch einen Firstenpflock mit Krampe bezeichnet wird. Nach Prüfung und Berichtigung des in die Krampe eingehängten Lotes muß der in beiden Fernrohrlagen gemessene Winkel  $25-P-P_1$  mit dem Abgabewinkel übereinstimmen. Im Punkt  $Q$  ist in der gleichen Weise die Angabe mit dem Abgabewinkel  $\beta_2$  vorzunehmen.

Bei Richtungsangaben mit kleinen Nachtragetheodoliten oder dem Steigertheodolit ist das Verfahren ebenso durchzuführen, nur wird man, wenn die mit diesen Instrumenten gemessenen Züge graphisch aufgetragen worden sind, auch die Durchschlagsrichtung aus der Zeichnung und nicht rechnerisch ermitteln.

**120. Einhalten und Verlängern der Stunde.** Beim Auffahren der Strecken nach einer angegebenen Stunde ist eine möglichst genaue Einhaltung dieser Richtung unbedingt zu fordern, da sich Abweichungen hiervon nicht nur als Schönheitsfehler, sondern fast immer nachteilig für den Betrieb auswirken. Das Einhalten und auch das Verlängern der Stunde durch die entsprechend anzuleitende örtliche Belegschaft muß daher von den zuständigen Betriebsbeamten dauernd überwacht werden, wobei in erster Linie zu prüfen ist, ob die drei Stundenpunkte noch in einer Richtung liegen. Ist das nicht der Fall, so hat man eine möglichst baldige Berichtigung der Stunde vorzunehmen oder zu veranlassen. Dies muß mit dem Kompaß oder Theodolit geschehen, da man niemals weiß, welcher der drei Punkte durch Gebirgsdruck oder sonstige Vorkommnisse seine Lage verändert hat.

Vor der Herstellung jedes Streckeneinbruches ist die Mitte des Ortsstoßes durch eine nach den Stundenpunkten eingewiesene Lampe zu bezeichnen, während beim Setzen der Türstöcke zweckmäßig ein von einer Mittelmarke an der Kappe herabhängendes Lot in die Streckenrichtung gebracht wird. Weiter darf man sich beim Einweisen nicht unmittelbar hinter das erste Lot stellen, sondern muß möglichst einige Meter davon entfernt bleiben, damit die an der ersten Lotschnur vorbeigehenden Visierlinien nur einen schmalen Streifen begrenzen, in dem die eingewiesenen Punkte liegen, Abb. 146. Diese Abbildung zeigt weiter, wie bei Benutzung nur zweier Stundenpunkte, von denen einer etwas aus seiner

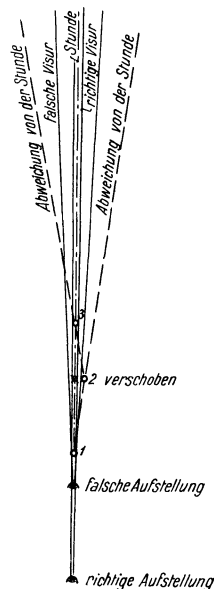


Abb. 146. Einhalten und Verlängern einer Stunde.



Lage verschoben ist, die ursprüngliche Richtung mit dem Weiterauffahren der Strecke immer mehr verlorengelht. Einen gleichen Fehler kann ein Entlangsehen an den Stoßstempeln bewirken, wenn geringe Unterschiede in der Dicke oder Form der Hölzer bzw. in der Länge der Kappen vorliegen. Auch die Verlängerung der Stunde mit einer an den Lotpunkten vorbeigezogenen Schnur führt fast immer zu falschen Ergebnissen.

Besondere Sorgfalt ist beim Sonderausbau der Strecken in Formsteinen, eisernen Ringen, Gelenkbogen usw. auf die Einhaltung der richtigen Stunde zu verwenden. Bei den auf festen Auflagern ruhenden Gelenkbogen des Mollischen Ausbaues in streichenden Flözstrecken z. B. liegen die in der Firste am Mittelläufer anzubringenden Stundenpunkte nur dann in der Mitte der Strecke, wenn die Stoßläufer der beiden

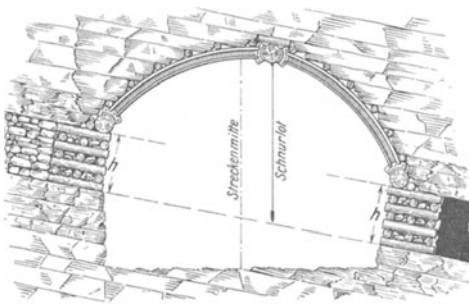


Abb. 147. Stundenpunkt beim Mollischen Ausbau in der streichenden Strecke eines flach einfallenden Flözes.

Halbbogen sich in gleicher Höhe befinden, was bei gleich hohen Auflagern und söhligler Flözablagerung ohne weiteres der Fall ist. Dagegen verschiebt sich die Stunde ebenso wie der Mittelläufer, Abb. 147, wenn bei geringem Flözeinfallen gleich hohe Auflager  $h$  auf dem Flözliegenden aufgebaut werden, und zwar parallel zur Streckenmitte, wenn das Einfallen gleichmäßig bleibt,

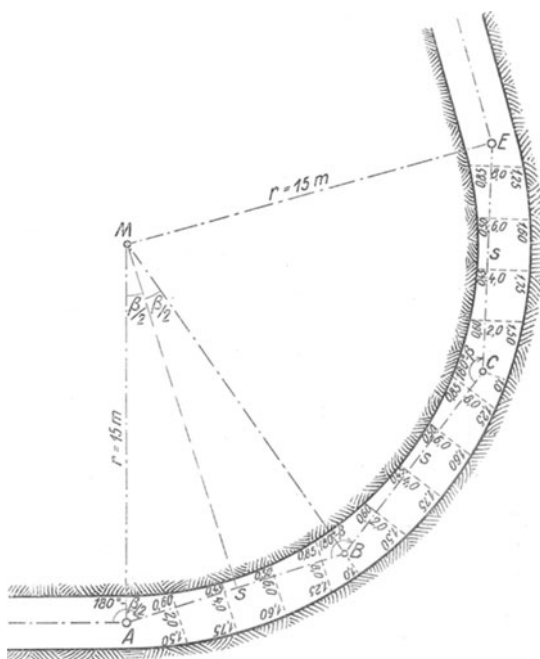
sonst aber unregelmäßig. Um daher bei wechselndem Einfallen, wie es bei flacher Ablagerung vielfach auftritt, eine Flözstrecke nach der Stunde gerade auffahren zu können, ist es notwendig, die Stoßläufer durch Ausgleich der Auflager auf beiden Seiten immer in einer gleichbleibenden, etwa dem mittleren Flözeinfallen entsprechenden Querneigung zu legen. In Bandstrecken ist außerdem natürlich noch auf bestmögliche Ausrichtung des Förderbandes Bedacht zu nehmen, da schon durch kleine Knicke in seiner Längsrichtung ein erheblicher Verschleiß während des Betriebes eintritt.

Ein Verlängern oder Vortragen der Stunde, das bei fortschreitender Auffahrung infolge Sichtbehinderung oder mangelnder Verständigung notwendig wird, kann gleichfalls meist ohne Instrument durch einfaches Einweisen von weiteren 3 Punkten vor Ort in die Lotebene vorgenommen werden, da das Auge für die Feststellung der Deckung von Punkten — Lotschnüre oder eingehängte Lampen — sehr empfindlich ist.

**121. Kurvenabstecken in der Grube.** Die im freien Gelände üblichen Verfahren der Kreisbogenabsteckung lassen sich in der Grube kaum jemals anwenden, da hier Tangentenschnittpunkte oder Kreismittelpunkte unzugänglich sind und Anfangs- und Endpunkte der Kurven nicht gleichzeitig beobachtet werden können. Man muß vielmehr absatzweise mit dem Fortschreiten der Auffahrung Punkte in der Mittel-

achse oder an den Stößen der gekrümmten Strecke im Anschluß an gegebene Richtungen bestimmen. Hierbei lassen sich u. a. folgende Verfahren anwenden:

1. Absteckung von einem Sehnenpolygon aus, Abb. 148. Aus einer in möglichst großem Maßstab angefertigten Zeichnung ermittelt man zwischen Anfangs- und Endpunkt der Kurve ein innerhalb der Streckenstöße verlaufendes Polygon von möglichst wenigen, gleich langen Sehnen. Aus den Sehnenlängen und dem gewählten Halbmesser errechnen sich die Brechungswinkel am Kurvenanfang und in den Knickpunkten, die mit dem Theodolit wie bei der Richtungsangabe abgesetzt werden müssen, wobei die einzelnen Richtungen durch Lotpunkte anzugeben sind.



Ist  $s$  die Sehnenlänge und  $r$  der Halbmesser des Kreisbogens, so ergibt sich der zugehörige Mittelpunktwinkel  $\beta$  aus

Abb. 148. Kurvenabsteckung von einem Sehnenpolygon aus.

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{s}{2r}.$$

Da der Sehntangentenwinkel gleich der Hälfte des Mittelpunktwinkels ist, so ist der im Punkt  $A$  gegen die bisherige Richtung abzusteckende Winkel gleich  $180^\circ - \frac{\beta}{2}$ . In den übrigen Punkten  $B$  und  $C$  müssen dagegen die Winkel  $180^\circ - \beta$  abgesetzt werden.

In der großmaßstäblichen Zeichnung werden die rechtwinkligen Abstände der Streckenstöße von gleichmäßig weit entfernten Teilpunkten der einzelnen Sehnen abgegriffen und eingeschrieben. Die richtige Auffahrung kann dann durch Absetzen dieser Maße auf und von den Seiten des Sehnenpolygons aus bewirkt werden.

2. Einrückverfahren, Abb. 149. Bei diesem Verfahren kann man die Kurvenabsteckung ohne Benutzung von Winkelmeßinstrumenten vornehmen. Man verlängert zunächst die ursprüngliche Richtung  $P$  bis  $A$  um eine beliebige, runde Länge  $x$  und setzt von dieser Tangente aus rechtwinklig eine Länge  $y$  ab, um den ersten Punkt  $B$  in der Mittel-

achse der Kurve zu bekommen. Da der Sehnentangentenwinkel  $QAB = \frac{\beta}{2}$  ist, so erhält man im Dreieck  $ABQ$

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{y}{s},$$

andererseits ist

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{s}{2r},$$

so daß

$$\frac{y}{s} = \frac{s}{2r} \quad \text{oder} \quad y = \frac{s^2}{2r}.$$

Bei kleinen Werten wird  $s$  angenähert gleich  $x$ , daher kann man dann als Näherungsformel

$$y \approx \frac{x^2}{2r}$$

benutzen.

Für die weiteren Kurvenpunkte muß man von den verlängerten Sehnen ausgehen, also erstmalig für Punkt  $C$  von der Sehne  $A$  bis  $B$ . Verlängert man diese um den Betrag  $x$ , so wird das am Endpunkt rechtwinklig abzusetzende Stück, genügend genau

$$2y \approx \frac{x^2}{r},$$

da der Winkel zwischen der Verlängerung von  $A-B$  und der Sehne  $B-C$ , der Sehnensekantenwinkel, gleich  $\beta$

Abb. 149. Kurvenabsteckung nach dem Einrückverfahren.

ist. Mit dem Näherungswert  $2y$  werden alle anderen Punkte der Kurve bestimmt.

Der durch Anwendung der Näherungsformeln hervorgerufene Fehler beträgt jeweils höchstens 1 bis 2 mm, wenn man die Länge  $x$  nicht größer als  $\frac{1}{5}$  des Halbmessers  $r$  wählt. Die Genauigkeit der Einzelpunktbestimmung hängt aber wesentlich von der Verlängerung der Richtungen, dem Absetzen der rechtwinkligen Abstände und der Anbringung der Punktzeichen ab. Bei sorgfältiger Ausführung kann der Einzelpunktfehler dieses Verfahrens zu etwa  $\pm 5$  bis 10 mm, der Gesamtfehler bei einem Viertelkreisbogen zu 5 bis 10 cm angenommen werden.

**122. Höhenangaben unter Tage.** 1. Ermittlung und Prüfung des Ansteigeverhältnisses in söhligem Strecken. Für die Auffahrung söhligiger Grubenstrecken ist beim Durchschlag die richtige Höhenlage der Sohle oder der Förderbahn ebenso wichtig wie das genaue Auskommen in der Seitenrichtung. Alle Durchschlagsangaben für Querschläge, Richtstrecken, Umtriebe usw. erfordern daher auch eine Höhenbestimmung und Höhenangabe. Der Höhenunterschied zwischen den Schienenoberkanten am Anfang und Ende der zu treibenden Strecke wird vielfach durch ein besonderes Nivellement ermittelt,

das zwischen diesen Punkten ohne Anschluß an Höhenfestpunkte ausgeführt werden kann. In anderen Fällen ist der Anschluß des Anfangs- und des Endpunktes von benachbarten Höhenpunkten aus bequemer. Der Unterschied der errechneten Höhenzahlen gibt alsdann den Höhenunterschied  $h$ , d. h. das Ansteigen oder Abfallen der neuen Strecke. Dividiert man  $h$  durch die söhlige Länge  $s$ , so erhält man das Ansteigeverhältnis, nach dem die Auffahrung vorzunehmen ist. Dieses Ansteigeverhältnis wird immer so ausgedrückt, daß im Zähler der Wert 1 und im Nenner diejenige Länge  $x$  steht, bei der das Ansteigen 1 m beträgt, also

$$\frac{h}{s} = \frac{1}{x}, \text{ woraus } x = \frac{s}{h}.$$

Für  $s = 120$  m und  $h = 0,6$  m ist  $x = 200$  m und demnach das Ansteigeverhältnis 1 : 200.

Die Prüfung der richtigen Auffahrung geschieht durch Aufsetzen einer Ansteigelatte, Abb. 150, auf die Schienen der Förderbahn. Diese etwa 3 bis 5 m lange Ansteigelatte ist in der Längsrichtung so geschnitten, daß bei söhliger Lage der Oberkante, die man durch Aufsetzen

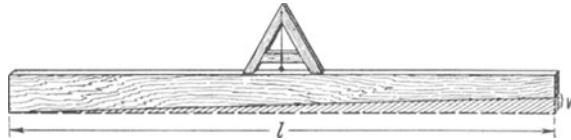


Abb. 150. Ansteigelatte mit Setzwaage.

einer Libelle oder Setzwaage bestimmt, die untere Kante der Latte die richtige Neigung angibt. Das bedingt an der einen Kopfseite der Latte  $l$  eine Verkürzung  $v$ , die wie folgt berechnet wird:

$$\frac{v}{l} = \frac{h}{s} = \frac{1}{x}, \text{ also } v = \frac{l \cdot h}{s} = \frac{l}{x}.$$

Demnach ist  $v$  beim Ansteigeverhältnis 1 : 200 und einer 4 m-Latte gleich 2 cm. Beim Aufsetzen der Latte auf die Schienenoberkante ist darauf zu achten, daß die verkürzte, vielfach durch einen Pfeil bezeichnete Schmalseite nach dem höher gelegenen Punkt gerichtet wird.

2. Ausgleichung des Gefälles in söhligen und geneigten Strecken. Weitere Höhenangaben sind in der Grube erforderlich, wenn in söhligen Strecken die Förderbahn z. B. durch Gebirgsdruck

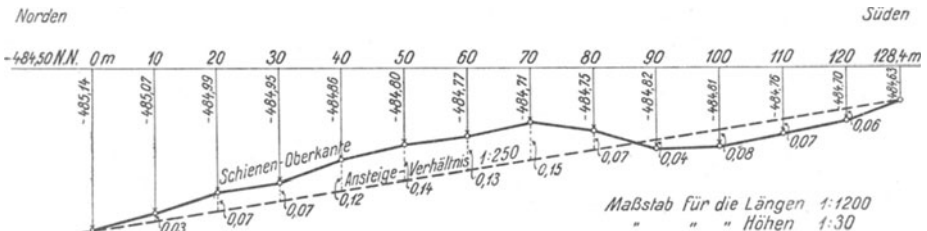


Abb. 151. Längsprofil einer Förderbahn zwecks Ausgleichung des Gefälles.

ungleichmäßiges Gefälle aufweist. Man wird dann den vorhandenen Zustand durch ein Längennivellement ermitteln, s. S. 131, und in ein stark überhöht gezeichnetes Längsprofil eintragen, Abb. 151. Nach

Einzeichnen der zukünftigen Neigungslinie entnimmt man aus diesem Profil an den Teilpunkten die Maße, um die das Fördergestänge hochzuziehen oder abzusenken, die Sohle also anzuschütten oder nachzureißen ist.

Beim Ausbau von Überhauen zu Bremsbergen kann bei welliger Ablagerung ein Nachschießen des Liegenden notwendig werden, um eine gleichmäßige Neigung zu erzielen. Die Aufnahme erfolgt in diesem Falle durch eine Gradbogenmessung, s. S. 116, deren Darstellung in einem nicht überhöhten Profil in Abb. 152 wiedergegeben ist. Das

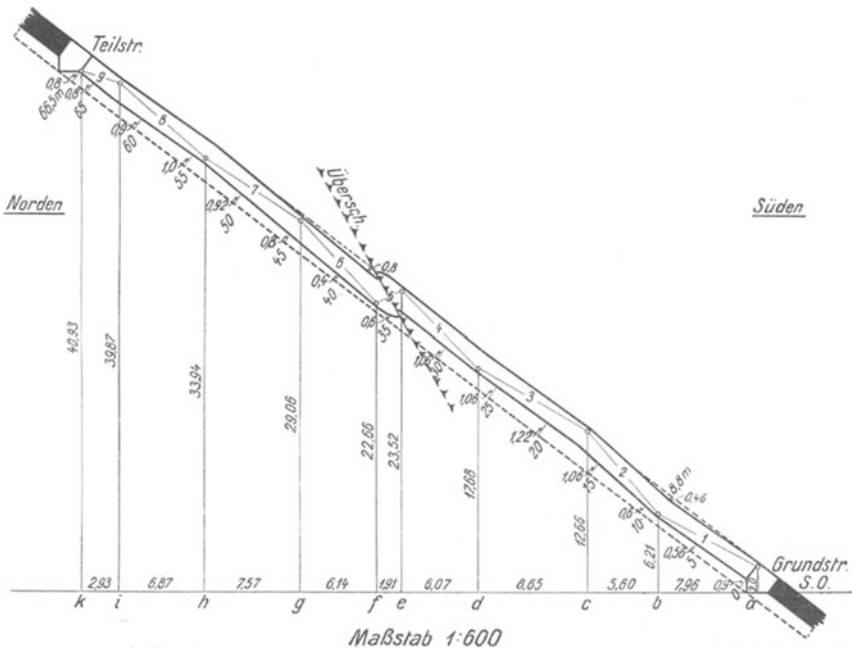


Abb. 152. Längenprofil eines Überhauens zwecks Herstellung gleichmäßiger Neigung.

Abgreifen der Maße und die Angabe in der Grube sind wie in söhligen Strecken vorzunehmen.

In ähnlicher Weise muß auch vorgegangen werden, wenn mit einer Bandstrecke eine Querstörung durchfahren wird.

## Aufnahme von Gebirgsschichten.

**123. Allgemeines.** Zwecks Darstellung der Lagerungsverhältnisse sind Art, Erstreckung und Verhalten der Gebirgsschichten, d. h. der Lagerstätten, des Nebengesteins und der Störungen aufzunehmen. Insbesondere muß ihre Lage und ihr Verlauf, d. h. das Streichen und Einfallen, sowie ihre Mächtigkeit und Zusammensetzung ermittelt werden.

Die Bestimmung der Art und Zusammensetzung der Schichten bedingt vielfach eingehendere geologische, vor allem petrographische

und paläontologische Untersuchungen, wenn nicht durch den Augenschein oder durch den Vergleich mit bekannten Vorkommen eine eindeutige Feststellung möglich ist.

Lage und Mächtigkeit der Gebirgsschichten ergeben sich an den Aufschlußstellen durch Einmessen der Begrenzungslinien oder -punkte von den Seiten des Zugnetzes oder von besonders gelegten Aufnahme­linien aus. Die Mächtigkeit dünnbankiger Lagerstätten, z. B. von Steinkohlenflözen, bestimmt man durch unmittelbare Längenmessung, und zwar rechtwinklig zum Einfallen stets vom Hangenden zum Liegenden, um aus den Zahlenangaben sofort die richtige Lage der Bergemittel und sonstiger Einlagerungen innerhalb der Lagerstätte erkennen zu können, Abb. 153.

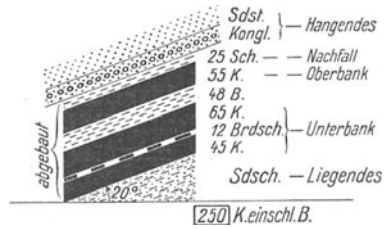


Abb. 153. Flözprofil.

Die Erstreckung der Schichten wird durch Messung des Streichens und des Einfallens erfaßt.

Das Streichen einer Gebirgsschicht bezeichnet ihren söhlig­en Verlauf in einer bestimmten Himmelsrichtung, die durch den Streichwinkel näher anzugeben ist. Unter letzterem versteht man den Horizontalwinkel, der von der magnetischen Nordrichtung und einer Streichlinie der Schicht gebildet wird. Die Streichlinie ist eine söhliche Linie in der Schicht, die parallel zum Hangenden oder Liegenden, bei Störungs­zonen parallel zu den Begrenzungsflächen — Salbändern — verläuft, Abb. 154. In einer ebenen Schicht haben alle Streichlinien die gleiche Richtung, sie unterscheiden sich nur durch die verschiedene Höhenlage.

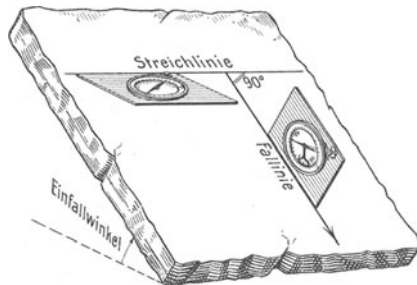


Abb. 154. Messung des Streichens und des Einfallens einer Schicht mit dem Setzkompaß.

Das Einfallen einer Gebirgsschicht bezeichnet ihren geneigten Verlauf nach Richtung und Stärke, die durch den Einfallwinkel gegeben ist. Letzterer wird in der Vertikalebene von einer söhlichen Linie und der Fallinie gebildet. Die Fallinie verläuft in einer Begrenzungsfläche der Schicht stets rechtwinklig zur Streichlinie, und zwar in Richtung des stärksten Gefälles, Abb. 154. Als Einfallrichtung wird die ungefähre Himmelsrichtung, in der die Gebirgsschicht sich nach unten erstreckt, angegeben. Weitere Ausführungen über das Verhalten der Gebirgsschichten und Störungen sind im Lehrbuch der Bergbaukunde von Heise-Herbst-Fritzsche Bd. I, 1938, S. 17—36, enthalten.

**124. Messung von Streichen und Einfallen.** Die Ermittlung des Streichwinkels erfolgt mit dem Kompaß, die Bestimmung des Einfallwinkels meist mit dem Gradbogen.

Ist das Hangende oder Liegende einer Schicht bloßgelegt, so läßt sich die Bestimmung des Streichens und auch des Einfallens am bequemsten mit einem Setz- oder Geologenkompaß ausführen, Abb. 154. Zur Messung des Streichens hält man die rechteckige Platte des Kompasses horizontal mit einer zur  $0^{\circ}$  bis  $180^{\circ}$ -Linie der Teilung parallelen Anschlagkante an eine Streichlinie der Schicht, löst die Sperrvorrichtung der Magnetnadel und liest an ihrer Nordspitze den Streichwinkel ab.

Zwecks Ermittlung des Einfallens hält man die gleiche Kante bei vertikaler Plattenlage an eine Fallinie der Schicht und liest am Zeiger des starren Lotes auf der Teilung im Boden der Kompaßbüchse den Einfallwinkel ab.

Das Einfallen einer Schicht kann, wenn eine Grenzfläche von unten her freigelegt ist, auch mit dem im Hängezeug vorhandenen Gradbogen gemessen werden, indem man die Haken des vertikal gestellten Grad-

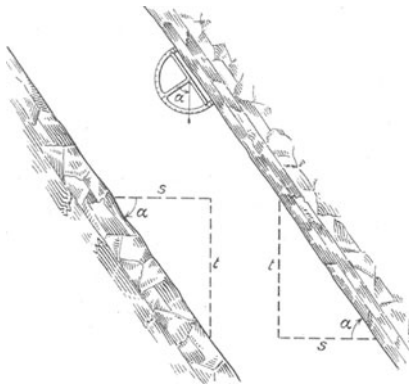


Abb. 155. Bestimmung des Einfallens mit dem Gradbogen oder mit Hilfe eines Falldreiecks.

d. h. eines in der Fallebene gelegenen, rechtwinkligen Dreiecks und durch trigonometrische Berechnung zu ermitteln, Abb. 155, unten, doch wird dieses Verfahren sowohl bei kleinen als auch bei großen Einfallswinkeln ungenau.

Bei querschlägig durchfahrenen Lagerstätten und Störungen bestimmt man das Streichen  $\gamma$  der Schichten am zweckmäßigsten in der Weise, daß man den Hängekompaß an eine zwischen den Aufschlußpunkten an den Stößen söhlig gespannte Meßkette hängt, die dann der Streichlinie der Lagerstätte oder der Störung entspricht, Abb. 156. Die söhliche Lage der Schnur ist hierbei roh durch Abmessen gleicher Abstände von der Streckensohle oder genauer durch Anhängen eines Gradbogens zu prüfen. Ferner ist darauf zu achten, daß beiderseits an der gleichen Grenzfläche der Schicht — Hangendes oder Liegendes — angehalten wird. Die Lage für den Nullpunkt der Kompaßteilung ist dagegen beliebig, da hier keine Vermessungsrichtung vorliegt.

Der Einfallwinkel muß in diesem Falle an einer Schnur, die rechtwinklig zur söhlig verlaufenden Meßkette von dieser zum Aufschluß der Grenzfläche in der Sohle gespannt wird, festgestellt werden, Abb. 156,

bogens in Richtung der Fallinie unter die Schichtfläche hält und am Lotfaden abliest, Abb. 155, oben. Da der Einfallwinkel zugleich der größte Neigungswinkel der Schicht ist, so läßt sich die Fallinie durch leichtes Verschieben eines Aufhängehakens und Ablesen der größten Gradzahl am Lotfaden leicht feststellen.

Schließlich ist auch der Einfallwinkel bei bloßgelegten Schichtflächen ohne Instrument durch Messung der söhlichen und seigeren Kathete oder einer Kathete und der Hypotenuse eines Falldreiecks,

oben, wenn nicht bei genau rechtwinkliger Durchörterung die Messung des Einfallens durch Anhalten des Gradbogens an der am Stoß aufgeschlossenen Schicht möglich ist.

Bei streichend durchfahrenen Gebirgsschichten wird zwecks Ermittlung des Streichens die Meßkette oder Schnur wiederum genau sählig, jetzt aber parallel zu einem Streckenstoß und damit parallel zum Hangenden oder Liegenden der Schicht oder Lagerstätte ausgespannt, der Kompaß angehängt und der Streichwinkel abgelesen, Abb. 157. Das Einfallen der Schichten ermittelt man sodann in der bereits auf S. 162 beschriebenen Weise.

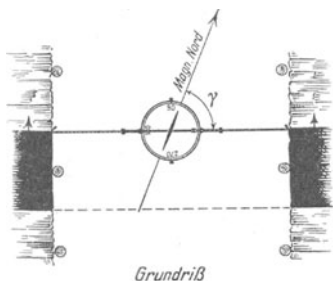
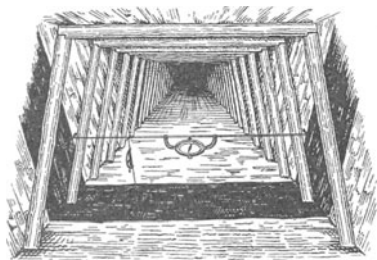


Abb. 156. Messung des Streichens und des Einfallens eines querschlägig durchfahrenen Flözes mit dem Hängezeug.

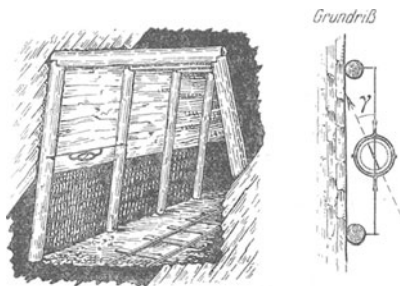


Abb. 157. Messung des Streichens in einer streichend aufgefahrenen Flözstrecke.

Die Ergebnisse der Gebirgsschichtenaufnahmen werden in Handzeichnungen, die ein ungefähres Bild der wirklichen Verhältnisse geben sollen, eingetragen. In Abb. 158 ist ein Beispiel einer solchen Aufnahme im Querschlag eines Steinkohlenbergwerkes gegeben. Die Aufnahmelinie hat man hier durch die Mitte des Querschlages gelegt. Die Schichtflächen sind in der Sohle an den Schnittpunkten mit dem Meßband oder der Meßkette einzumessen. Bei unregelmäßigem Verhalten kann auch die Aufnahme und Darstellung beider Querschlagstöße erforderlich sein. Man wird dann auch zwei an den Stößen liegende Aufnahmelinien wählen. In Schächten und Blindschächten muß die Einmessung der Schichten in lotrechter Richtung von oben oder unten her vorgenommen werden. Auch hier geht man entweder nur von einer Mittellage aus oder nimmt zwei gegenüberliegende Stöße je für sich auf. Die Bestimmung des Streichens und des Einfallens der Schichten entspricht den bei sählicher Durchörterung behandelten Methoden.

Ein für die Kenntnis der Ablagerung wichtiges, in der Erzielung brauchbarer Ergebnisse aber schwieriges Verfahren ist die unmittelbare Bestimmung des Streichens und Einfallens der in lotrechten Bohrlöchern erschlossenen Gebirgsschichten. Diese Bestimmung kann natürlich nur bei Kernbohrungen vorgenommen werden. Die zu solchen Messungen



verwendeten Instrumente — Stratometer — sind heute lediglich noch als Zusatzeinrichtungen zu Bohrlochsneigungsmessern konstruiert, deren Hauptaufgabe die Ermittlung des Verlaufs von Bohrlöchern — insbesondere Gefrierbohrlöchern — nach der Teufe zu ist. Bei den Kreisel-Bohrlochsneigungsmessern wird die Nordrichtung durch einen schnell umlaufenden, kleinen Kreisel, der sich in die Richtung der Erdachse einstellt, sowie die Neigung durch ein Lot bestimmt und über Tage fortlaufend aufgezeichnet. Verbindet man mit dem Kreisel eine

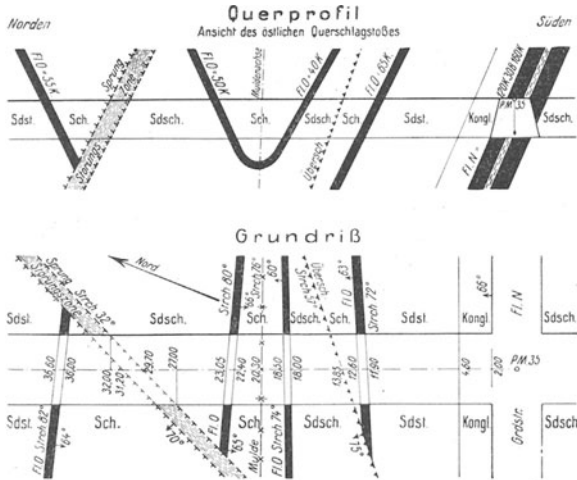


Abb. 158. Gebirgsschichtenaufnahme in einem Querschlag.

Vorrichtung zum Anbringen einer Nordmarke auf dem noch feststehenden Bohrkern, so kann man nach dem Abreißen und Ziehen dieses Kernes das Streichen und Einfallen der Schichten ermitteln, da mit Hilfe der Marke die Orientierung und aus der Neigungsbestimmung des Bohrloches auch die wirkliche Neigung des Bohrkernes wiederherzustellen sind.

## Feststellung von Abbauwirkungen.

Die durch den Abbau der Lagerstätten hervorgerufenen Einwirkungen, insbesondere die Bewegungen an der Tagesoberfläche und in den Schächten, müssen durch markscheiderische Messungen genau festgestellt werden, um die Ursache bereits entstandener Schäden richtig beurteilen, den Einfluß zukünftiger Einwirkungen im voraus ermitteln und möglichst Maßnahmen zu ihrer Verringerung treffen zu können. Darüber hinaus haben die beim Steinkohlenbergbau im letzten Jahrzehnt durchgeführten Messungen der Gebirgsbewegungen in Abbaubetrieben unter Tage wertvolle Unterlagen für die Klärung betrieblicher Fragen geliefert.

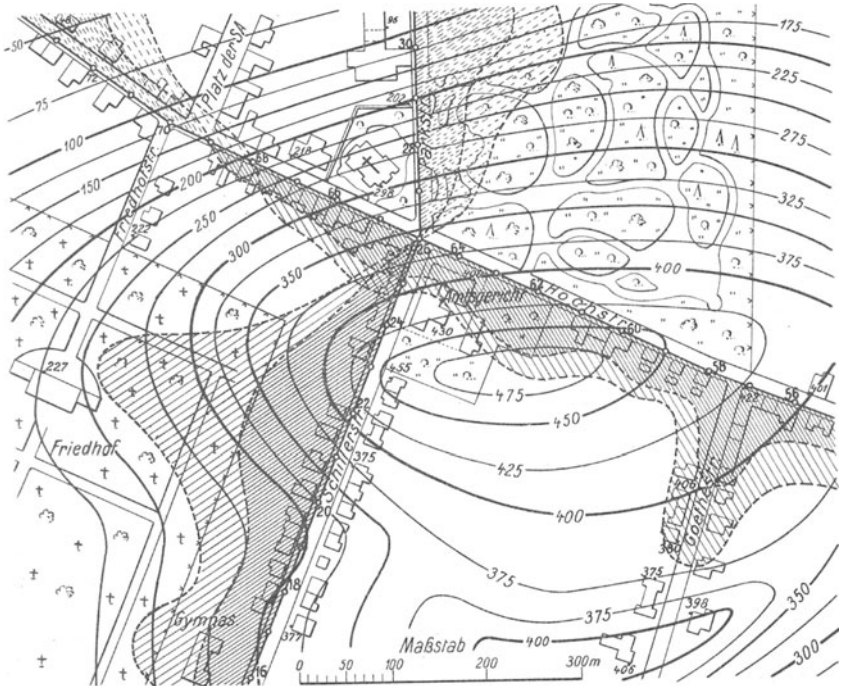
**125. Bodenbewegungen über Tage.** Beim Abbau eines Steinkohlenflözes findet über dem Bruch- oder Versatzfeld eine Durchbiegung der

hangenden Gebirgsschichten statt, die sich bei genügender Ausdehnung der abgebauten Flächen bis zu Tage fortsetzt und dort Bodensenkungen sowie durch die Wanderung der Bodenteilchen nach dem Senkungsraum auch seitliche Bodenverschiebungen bewirkt. Infolge der unterschiedlichen Größe dieser Seitenverschiebungen an den einzelnen Stellen des Einwirkungsbereiches werden sodann noch Bodenspannungen — Pressungen und Zerrungen — erzeugt, die in erster Linie die auftretenden Schäden verursachen. Einzelheiten des Bewegungsvorganges über dem Abbaufeld, ferner Angaben über wirkliche und scheinbare Bergschäden sowie Maßnahmen der Abbauführung zwecks Herabminderung der Schäden sind u. a. im Lehrbuch der Bergbaukunde von Heise-Herbst-Fritzsche Bd. I, 1938, S. 452 bis 461, enthalten. Hier sollen nur die markscheiderischen Messungen zur Erfassung der Bewegungen kurz behandelt werden.

**126. Bodensenkungsnivellements.** Zur Feststellung des Verlaufes der Bodensenkungen über Tage führt man in ein- bis zweijährigen Zeitabschnitten Bodensenkungsnivellements als Feinhöhenmessungen durch, bei denen im Anschluß an vorhandene sichere Festpunkte oder an gleichzeitig neu bestimmte Punkte von Leitnivellements, s. S. 135/136, eine große Anzahl von zweckmäßig über das ganze Abbaufeld verteilten Punkten — Mauerbolzen, Treppenstufen, Haussockel usw. — ihrer Höhenlage nach zu ermitteln sind. Besondere Sorgfalt ist dabei auf die Beobachtungen in den Randgebieten der Senkungsmulde zu legen, damit die äußersten Einwirkungsgrenzen des Abbaues möglichst sicher erfaßt werden. Aus den Ergebnissen zweier aufeinanderfolgender Messungen dieser Art sind die Unterschiede in den Höhenzahlen für jeden Punkt zu errechnen und in Bodensenkungsplänen als Kurven gleicher Veränderung darzustellen, Abb. 159. Diese Bodensenkungspläne geben eine gute Übersicht über den Einfluß des Abbaues auf die verschiedenen Gebiete der Tagesoberfläche. Sie lassen auch schon ungefähr die Spannungsverhältnisse im Boden erkennen.

**127. Beobachtungen an Festlinien.** Aus den vorstehend erwähnten Bodensenkungsnivellements und den nach diesen angefertigten Senkungsplänen kann man nur die Gesamtwirkung aller sich oft mehr oder weniger überdeckender Abbaubetriebe ersehen. Dagegen sind aus ihnen in der Regel nicht die für die Beurteilung jetziger oder zukünftiger Schäden wichtigen Fragen der Reichweite und Dauer bzw. des zeitlichen Ablaufes der Einwirkung und des Senkungsausmaßes für ein Flöz mit gegebenem Einfallen, bestimmter Versatzart und bekannten hangenden Schichten zu ermitteln. Um hierüber zutreffende Aufschlüsse zu bekommen und auch die seitlichen Verschiebungen unmittelbar zu erfassen, richtet man an geeigneten Stellen des Grubenfeldes, insbesondere dort, wo der vorrückende Abbau eines Flözes in naher Zukunft die ersten Einwirkungen erwarten läßt, Beobachtungslinien ein, die von unverändert bleibenden Punkten außerhalb des Einwirkungsbereiches ausgehend, möglichst über die ganze Senkungsmulde bis wieder zu sicheren Punkten führen. Solche Linien werden zweckmäßigerweise als gestreckte Polygonzüge sowohl im Streichen als auch im Einfallen der Flöze

angelegt, Abb. 159. Außer den Brechpunkten jedes Zuges ist auch eine Reihe von Zwischenpunkten in 20 bis 30 m Abstand voneinander stand-sicher, z. B. durch einbetonierte Metallstangen, zu vermarken und durch eingemeißelte Kreuze möglichst scharf zu bezeichnen. In kurzfristigen Zeitabständen von etwa 1 bis 2 Monaten werden die Koordinaten der Polygonpunkte durch Längen- und Winkelmessung genau bestimmt,



### Zeichenerklärung:

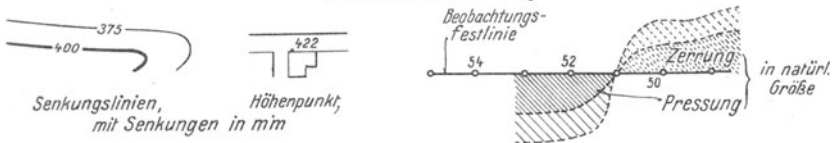


Abb. 159. Ausschnitt aus einem Bodensenkungsplan.

während man für die Zwischenpunkte die Verschiebungen in der Längsrichtung der Polygonlinien durch Nachmessen der Entfernungen, in der Querrichtung durch Ablesen der Abweichungen von der geraden Richtung an einem kurzen Millimetermaß mit dem bei der Winkelmessung auf den Endpunkt jeder Polygonlinie gerichteten Theodolit ermittelt. Durch Feinnivellement sind sodann noch die Höhen aller Punkte festzustellen.

Aus den Ergebnissen dieser Lage- und Höhenmessungen werden zunächst die seitlichen Verschiebungen sowie die Bodensenkungen und

sodann die Zerrungen oder Pressungen als Unterschiede der seitlichen Verschiebungen berechnet. Der Verlauf der Zerrungs- und Pressungskurve an jeder Beobachtungslinie wird in den Senkungsplan eingetragen, Abb. 159.

Auch in den Grubenstrecken, dicht über einem Abbau, legt man mitunter Beobachtungslinien an, um insbesondere Erfahrungswerte über die Größe von Bruch- und Grenzwinkeln für bestimmte Gesteinsschichten — Sandstein, Sandschiefer oder Schiefertone — zu bekommen.

**128. Schachtabseigerungen.** Aus sicherheitlichen und betrieblichen Gründen ist es erforderlich, Schächte und zum Teil auch Blindschächte, deren Aus- und Einbau gegen Seitenverschiebungen und Gebirgsspannungen besonders empfindlich sind, möglichst in ihrer ursprünglichen Lage zu erhalten. Zur Überwachung dieser Lage führt man bei den durch Abbaueinwirkungen gefährdeten Schächten von Zeit zu Zeit Schachtabseigerungen aus, durch die eine Abweichung des Schachtmittelpunktes, der Einstriche und Spurlatten sowie des Schachtausbaues von der Lotrechten festgestellt werden soll. Von zwei, durch schwere Gewichte belasteten Lotdrähten im Schacht werden an der Rasenhängebank und auf sämtlichen Sohlen sowie an weiteren der Teufe nach durch ein Schachtmeßband bestimmten Punkten söhliche Stichmaße in Richtung der Verbindungslinie der Lote und rechtwinklig hierzu von jedem Lot bis zu den Schachtstößen und Einstrichen genommen.

In grund- und aufrißlicher Darstellung der Meßergebnisse läßt sich sodann eine etwaige Schiefelage des Schachtes veranschaulichen. Über die durch Abbaueinwirkung entstehenden Schäden im Schacht und ihre Verhütung durch planmäßige Abbaugestaltung, besonders bei völligem Abbau des Schachtsicherheitspfeilers, sind im Lehrbuch der Bergbaukunde von Heise-Herbst-Fritzsche Bd. I, 1938, S. 461 bis 464, nähere Angaben gemacht.

**129. Ermittlung des Verlaufes von Spaltflächen.** Für die Hereingewinnung der Kohle ist u. a. auch der Verlauf der durch Druck und Dehnung in der Kohle bzw. im Nebengestein entstandenen Schlechten, Klüfte, Drucklagen und Risse zum Abbaustoß nach Richtung und Neigung von Bedeutung, s. Lehrbuch der Bergbaukunde von Heise-Herbst-Fritzsche Bd. I, 1938, S. 343 bis 345. Es empfiehlt sich daher in manchen Fällen, das Streichen und das Einfallen dieser Spaltflächen, insbesondere der Schlechten, vor dem Abbau des in Betracht kommenden Flözstückes durch einfache Messungen zu ermitteln, um daraufhin die günstigste Stellung des Stoßes für den Abbau festlegen zu können. Die Aufnahmen erfolgen in der auf S. 161 u. f. beschriebenen und in Abb. 154 wiedergegebenen Weise mit einem kleinen Setzkompaß, z. B. dem Bergmannskompaß von Breithaupt, der durch Niederdrücken eines Sperrhebels eine Feststellung der zur Ruhe gekommenen Magnetnadel gestattet und damit auch bei ungünstig gelegenen Beobachtungspunkten eine bequeme Ablesung des Streichwinkels ermöglicht.

**130. Abbaudynamische Messungen.** Durch diese Messungen sollen Größe und Richtung von kleinen Gebirgsbewegungen, die als Ausgleich der in den Schichten durch Gebirgsdruck und Abbaueinwirkung er-

zeugten Spannungsunterschiede entstehen, in den Grubenstrecken oder an den Abbaustößen ermittelt werden, um so einen Einblick sowohl in den Bewegungsvorgang als auch in die Verteilung der Gebirgsspannungen in der Nähe der durch den Abbau geschaffenen Hohlräume zu erhalten.

Die Erfassung der Gebirgsbewegungen erfolgt durch planmäßige, möglichst kurzfristig — gegebenenfalls täglich — wiederholte, sehr genaue Messungen der lotrechten und waagerechten Verschiebungen von zahlreichen, dicht aufeinanderfolgenden Beobachtungspunkten bzw. Punktpaaren, die man in der Firste und in der Sohle, zuerst genau übereinanderliegend, im Abbauhohlraum, am Kohlenstoß, im Versatzfeld, in besonderen Versuchsörterern oder -überhauen und in geeigneten Strecken anbringt. Die Vermarkung dieser Punkte erfolgt durch Ringeisen oder Nägel in Hartholzpflocken bzw. durch Zeichen auf eisernen Platten, die an kurzen, in Bohrlöchern eingetriebenen Rohren angeschweißt sind. Vielfach werden auch Punkte in entsprechenden Einbrüchen der hangenden oder liegenden Schichten in einer Tiefe von 0,5 bis 3 m eingelassen, um so die Bewegungen dieser über oder unter den Flözen gelegenen Schichten verfolgen zu können.

Zur Ermittlung der absoluten seitlichen Punktverschiebungen müssen Feinpolygonzüge, in die man sämtliche Sohlen- und Firstpunkte einbezieht, ausgeführt werden. Hierbei sind die Haupt- und Ergänzungswinkel zweckmäßig unter Anwendung eines Zwangszentrierverfahrens und die Längen mit verglichenen Stahlmeßbändern unter Berücksichtigung von Temperatur und Spannung im Hin- und Rückgang so genau zu messen, daß die unvermeidlichen Punktlagefehler auf jeden Fall kleiner bleiben als die festzustellenden Punktverschiebungen, die sich aus den Unterschieden der jeweils errechneten Koordinaten ergeben. Die gegenseitigen relativen Bewegungen eines Punktpaares können notwendigenfalls dadurch erfaßt werden, daß man den Firstpunkt auf eine waagerechte, auf einem Stativ angebrachte Millimetertafel, die man über dem zugehörigen Sohlenpunkt zentriert, herablotet und den Abstand zwischen Lotspitze des Firstlotes und der Zentriermarke des Sohlenpunktes mißt.

Die absoluten lotrechten Bewegungen der Punkte bestimmt man durch sehr sorgfältig ausgeführte Nivellements, während die relativen seigeren Verschiebungen zwischen Sohle und Firste bzw. Hangendem und Liegendem sich durch unmittelbare lotrechte Abmessungen zwischen den Punktpaaren ermitteln lassen.

Für die richtige Feststellung der absoluten räumlichen Bewegungen der Beobachtungspunkte sind sichere Anschlußpunkte sowohl für die auszuführenden Polygon- als auch für die Höhenmessungen unerläßliche Vorbedingung. Die unverrückbare Lage der Anschlußpunkte, die möglichst in einer in der Nähe befindlichen Gesteinsstrecke sicher zu vermarken sind, muß ständig durch entsprechende Winkel- und Längen- bzw. Höhenmessungen überwacht werden.

Mit den abbaudynamischen Messungen verbindet man vielfach die Aufnahme der Schichten, Klüfte, Drucklagen und Risse sowohl im Flöz wie auch in seinem Hangenden und Liegenden, s. S. 167.

Die Ergebnisse der abbaudynamischen Messungen, aus denen man Gebirgsbewegungen und Spannungszustände ermittelt, geben wichtige Fingerzeige für viele abbau- und unfalltechnische Fragen, z. B. für den Gang der Kohle und den Abbaufortschritt, für die Wahl eines geeigneten Abbauverfahrens, für den zweckmäßigsten Ausbau, für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Gebirgsschlägen u. a. m.

Zweiter Teil.

## Darstellungen.

### Allgemeines.

**131. Zweck.** Markscheiderische Darstellungen bezwecken die Veranschaulichung natürlicher Zustände und künstlicher Anlagen über und unter Tage, um einerseits bestehende Rechtsverhältnisse, wie z. B. das Eigentum am Grund und Boden sowie die Begrenzung des Bergwerksbesitzes und ähnliches, urkundlich festzuhalten, und andererseits die Ausführung bestimmter Maßnahmen, wie z. B. die Erschließung und den Abbau der Lagerstätten, zu ermöglichen oder zu überwachen.

**132. Darstellungsarten.** Die Wiedergabe räumlicher Gebilde, insbesondere auch der Grubenbaue und der Lagerungsverhältnisse, kann entweder in plastischen Nachbildungen — Hochbildern bzw. Modellen — oder in zeichnerischen Darstellungen erfolgen.

Ein Hochbild leistet als Anschauungsmittel zur Erläuterung selbst verwickelter Zusammenhänge gute Dienste. Allerdings ist hierbei in der Regel nur die Nachbildung einzelner Flächen möglich, die bei undurchsichtigen Stoffen — Gips, Holz, Pappe usw. — nötigenfalls abgedeckt werden müssen, aber auch bei durchsichtigen und zweckmäßigerweise durchleuchteten Stoffen — Glas, Zellstoffverbindungen oder Kunstharze — kein lückenloses Bild der räumlichen Verhältnisse geben. Das Hochbild wird mit Vorteil bei der übersichtlichen Darstellung unregelmäßiger Geländeformen, des Gesamtverlaufes einer Lagerstätte wie auch zur Veranschaulichung einzelner gestörter Teile derselben herangezogen. Die Anfertigung der Hochbilder geschieht nach zeichnerischen Unterlagen. Sie muß naturgemäß immer auf Sonderfälle beschränkt bleiben wegen der zeitraubenden und kostspieligen Herstellung, der oft unzureichenden Darstellungsmöglichkeit, der schwierigen Ergänzung und Berichtigung, des Raumbedarfes für die Aufbewahrung und des umständlichen Transportes.

Bei den zeichnerischen Darstellungen haben wir im wesentlichen zu unterscheiden zwischen raumbildlichen und geometrischen Zeichnungen.

Als Raumbilder bezeichnet man einerseits die perspektivischen Darstellungen, bei denen alle drei Dimensionen der körperlichen Gebilde nach bestimmten Gesetzen in einer Zeichenebene veranschaulicht werden. Andererseits rechnen hierzu Doppelbilder, bei denen man

entweder zwei von verschiedenen Punkten gewonnene Ansichten bzw. perspektivische Zeichnungen eines Gegenstandes nebeneinanderlegt und unter Benutzung entsprechender Hilfsmittel — Stereoskope — betrachtet. Oder man stellt die beiden in Gegenfarben — z. B. rot und grün — ausgeführten Darstellungen ineinander und betrachtet sie dann durch eine Brille mit entsprechenden Filtern — Anaglyphenbilder.

Die Raumbilder dienen wie die Hochbilder zur Erläuterung von Lagerungsverhältnissen. Sie finden aber auch vielfach als Sonderrisse, wie Wetterrisse und sonstige Betriebsrisse, Verwendung, bei denen die gegenseitige räumliche Lage der in mehreren Sohlen, Abteilungen und Lagerstätten verlaufenden Strecken möglichst deutlich veranschaulicht werden soll. Für die im Allgemeinen Preußischen Berggesetz vorgeschriebenen Risse, deren Inhalt urkundliche Beweiskraft zukommt, sind Raumbilder im allgemeinen nicht zulässig, da bei den perspektivischen Darstellungen Entfernungen und Winkel in den nach rückwärts verlaufenden Flächen meist in jeder Richtung verschieden verzerrt erscheinen und bei den Doppelbildern Form und Größe stark von der Wahl des Betrachtungspunktes abhängen.

Die geometrischen Zeichnungen — Karten, Pläne oder Risse — bilden auch heute noch die verbreitetste und wichtigste Darstellungsart. Bei dieser werden die Einzelheiten der wiederzugebenden räumlichen Verhältnisse in waagerechte und lotrechte Bildebenen übertragen. Die Darstellungen auf einer söhlichen Bildebene bezeichnet man als Grundrisse, die auf einer seigeren Bildebene als Aufrisse. Bei letzteren kann noch die Richtung der Bildebene verschieden sein. In der Hauptsache verwenden wir im Bergbau Aufrisse, deren Bildebenen entweder parallel zur Streichrichtung oder aber in der Einfallrichtung, also rechtwinklig zur Streichrichtung der Lagerstätten verlaufen.

In einen Grundriß werden Punkte ohne Rücksicht auf ihre Höhenlage lotrecht übertragen oder projiziert. Bei einem Aufriß sind entweder in gleicher Weise Punkte waagerecht und rechtwinklig zur Bildebene zu übertragen, oder aber man zeichnet hier nur diejenigen Punkte und Linien ein, die in der Bildebene selbst, nicht aber davor oder dahinter liegen. Im ersteren Falle sprechen wir von einer Projektion, im letzteren Falle von einem Schnitt oder Profil. Praktisch kommt als Projektion bei den Aufrissen nur der Seigerriß vor. Das ist die Darstellung der Baue einer steileinfallenden Lagerstätte auf einer im Streichen derselben verlaufenden Bildebene. Alle andern Aufrisse sind Schnitte, und zwar Längsschnitte oder Längsprofile, wenn ihre Bildebenen im Streichen der Gebirgsschichten gerade verlaufen, Längenschnitte oder Längensprofile, wenn ihre Bildebenen sich den Unregelmäßigkeiten im Streichen der Gebirgsschichten oder im Verlauf einer Achse anpassen. Querschnitte oder Querprofile verlaufen unter Tage in Richtung des Einfallens der Gebirgsschichten, also in der Regel in Richtung der Querschläge, über Tage rechtwinklig zu Straßen-, Eisenbahn- oder Grabenachsen.

Bei den Grundrissen, deren söhliche Bildebene in Höhe des Meeresspiegels — Normal-Null — liegend gedacht ist, wird im Bergbau viel-



fach noch eine Unterscheidung nach dem Inhalt vorgenommen. Man spricht von einem Tageriß, wenn nur Gegenstände der Tagesoberfläche eingezeichnet sind, von einem Hauptgrundriß, wenn in ihm die Baue einer oder mehrerer Sohlen und von einem Baugrundriß, wenn in ihm die Baue einer Lagerstätte enthalten sind.

Eine weitere Darstellungsart haben wir in den Flachrissen, die z. B. bei der Herstellung von Hochbildern zur Übertragung von Grubenbauen und Gebirgsaufschlüssen auf Lagerstätten- und Störungsflächen benötigt werden, die aber auch zur Veranschaulichung von Betriebsverhältnissen in Sonderrissen, z. B. Abbauplänen, mit Vorteil heranzuziehen sind. In diesen Rissen bleiben alle Längen und damit auch alle Flächen unverzerrt. Da die Bildebene eines flachen Risses von einer Lagerstätte sich deren Unregelmäßigkeiten im Streichen und Einfallen anpassen muß, also auf größere Erstreckung in der Richtung und in der Neigung meist mehrfach zu knicken ist und daher nicht eindeutig im Raume festliegt, kommt diese Darstellungsart für die Wiedergabe der Gesamtbaue einer Lagerstätte in den amtlich vorgeschriebenen Rissen nicht in Betracht.

**133. Maßstäbe.** In den rißlichen Darstellungen werden die wirklichen Verhältnisse fast immer in starker Verkleinerung wiedergegeben. Diese Verkleinerung wird ziffernmäßig durch eine Verhältniszahl oder durch einen Bruch ausgedrückt, dessen Zähler gleich 1 und dessen Nenner gleich einer runden Zahl, der sog. Maßstabszahl, ist. Das Verjüngungsverhältnis oder kurz der „Maßstab“ gilt für die Verkleinerung der Längen. Hat man z. B. einen Plan im Maßstab 1:1000, so ist in der Zeichnung jede Entfernung auf ein Tausendstel ihrer Länge verkleinert. Jedes Meter in der Natur wird also durch ein Millimeter auf dem Plan dargestellt. Umgekehrt muß jede in der Zeichnung abgegriffene Strecke mit der Maßstabszahl multipliziert werden, um die wirkliche Länge zu erhalten.

Der Längenmaßstab ist in jeder Darstellung anzugeben. Meist verwenden wir bei bergbaulichen Rissen die Maßstäbe 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 und 1:10000. Der Maßstab 1:2000 ist kleiner, und zwar halb so groß als der Maßstab 1:1000, aber größer, und zwar  $2\frac{1}{2}$ mal so groß als der Maßstab 1:5000.

Flächen werden in der Darstellung im Quadrat des Maßstabes verkleinert. Ein rechteckiges Grundstück von  $50 \times 20$  m Ausdehnung wird in einem Plan 1:2000 durch Seitenlängen von 25 mm und 10 mm begrenzt. Dem wirklichen Inhalt von  $50 \times 20$  m =  $1000$  m<sup>2</sup> oder  $1\,000\,000\,000$  mm<sup>2</sup> entspricht also die Zeichengröße  $25 \times 10$  mm =  $250$  mm<sup>2</sup>, das ist  $\frac{1}{4\,000\,000}$  oder  $\frac{1}{2000^2}$  der natürlichen Größe.

Um das genaue Eintragen von Längen in zeichnerische Darstellungen und umgekehrt das Abgreifen von Maßen aus diesen zu erleichtern, hat man für die verschiedenen Verjüngungsverhältnisse besondere Zeichenmaßstäbe aus Metall, Zellhorn oder Karton geschaffen, auf denen die verkleinerten Maße dargestellt, aber die wirklichen Längen angeschrieben sind. Da die Unterteilung auf einer Linie für starke Ver-

kleinerungen nicht weit genug durchgeführt werden kann, benutzt man zum Auftragen der Längen meist Transversalmaßstäbe, Abb. 160, bei denen auf 10 zur Grundlinie parallelen Linien mit Hilfe diagonaler Verbindungen einzelne Zehntel der Teilungseinheit und in den Zwischenräumen dieser Parallelen auch noch schätzungsweise einzelne Hundertstel dieser Teilungseinheit abgegriffen werden können.

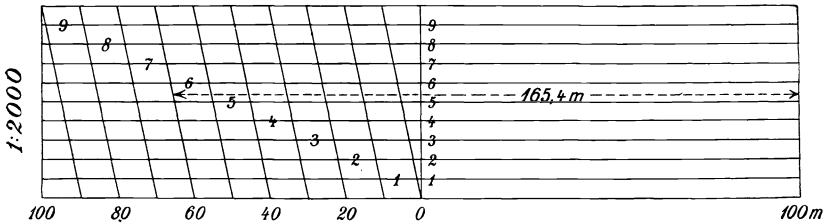


Abb. 160. Transversalmaßstab.

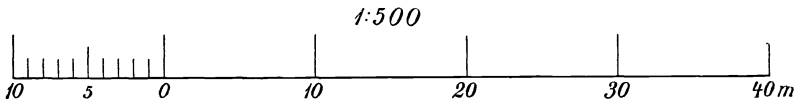


Abb. 161. Strichmaßstab.

Auf den Zeichnungen selbst findet sich vielfach ebenfalls ein Zeichenmaßstab, der allerdings in der Regel nur als einfacher Strichmaßstab ausgeführt ist, Abb. 161. Seine Benutzung erspart die Umrechnung der Naturmaße in Zeichenmaße und umgekehrt.

## Geometrische Darstellungen.

**134. Einteilung und Inhalt.** Ganz allgemein lassen sich die vorhandenen Kartenwerke in drei Gruppen einteilen, und zwar in geographische Karten, in topographische Karten und in Sonderkarten. Im einzelnen sind diese Gruppen nicht scharf voneinander getrennt, so daß mitunter Zweifel über die Zugehörigkeit zur einen oder andern Gruppe entstehen können.

Die geographischen Karten umfassen in der Regel Darstellungen von den kleinsten Maßstäben herauf bis etwa 1:500000. Sie sollen von der gesamten Erdoberfläche, von einzelnen Erdteilen oder Ländern die wesentlichsten Züge in übersichtlicher Weise zeigen und meist noch besondere Aufgaben als politische, physikalische, historische Karten usw. erfüllen. Für unsere Zwecke scheiden sie bei den weiteren Betrachtungen vollkommen aus.

Als topographische Karten bezeichnen wir in den Maßstäben von etwa 1:300000 bis 1:5000 angefertigte Darstellungen, die, soweit die Deutlichkeit es zuläßt, alle Einzelheiten der Tagesoberfläche sowie die Bodengestaltung anschaulich wiedergeben. Hierzu gehören insbesondere die amtlichen Reichs- und Landeskartenwerke, s. S. 229 u. f., die auch im Bergbau vielseitige Verwendung finden.

Sonderkarten sind Darstellungen in den Maßstäben von etwa 1:10000 bis 1:500, die von Behörden und privaten Dienststellen im wesentlichen auf Grund von Kleinvermessungen über und unter Tage geschaffen werden. Man bezeichnet sie gewöhnlich als Karten, wenn der Maßstab 1:5000 oder kleiner ist, als Pläne, wenn es sich um großmaßstäbliche Zeichnungen über Tage handelt, und als Risse, wenn sie bergbauliche Verhältnisse wiedergeben.

In den Darstellungen der Tagesoberfläche sollen Gebäude, Verkehrswege, Gewässer, Kulturarten und andere bemerkenswerte Tagesgegenstände sowie die politischen Grenzen verzeichnet sein. Außerdem werden nach dem jeweiligen besonderen Zweck auch die Bodengestaltung oder die Rechtsverhältnisse am Grund und Boden sowie an den Lagerstätten, d. h. die Flurstücksgrenzen oder die Grenzen der Grubenfelder, eingetragen. Die Grubenrisse dagegen enthalten sämtliche Grubenbaue sowie die für den Verlauf und das Verhalten der Lagerstätten maßgebenden Einzelheiten, einschließlich der Nebengesteins- und Deckgebirgsschichten.

### Die Herstellung der Grundrisse.

**135. Koordinatennetze.** Jede grundrißliche Zeichnung ist in der Regel mit einem Quadratnetz zu versehen, das aus dünnen schwarzen Linien besteht, die meist parallel zu den Blatträndern verlaufen. Die Maschenweite dieses Quadratnetzes richtet sich nach dem Maßstab der Zeichnung. Bei Rissen 1:500 und 1:1000 wird der Abstand der Netzlinien meist 10 cm betragen, während beim Maßstab 1:2000 hierfür 5 cm gewählt werden. Die Auftragung des Netzes erfolgt am bequemsten mittels eines Quadriertisches, an dessen Rande Marken in festen Abständen das Anlegen eines Lineals zum Ziehen der Netzlinien ermöglichen, oder mittels einer Quadrierplatte, die zum Durchstechen der Netzpunkte feine Öffnungen aufweist. Stehen derartige Vorrichtungen nicht zur Verfügung, so ist zunächst ein rechteckiger Rahmen, und zwar meist parallel zu den Blatträndern in Bleilinen zu konstruieren. Das geschieht, da die Katheten der Zeichendreiecke für die langen Linien nicht immer genügend rechtwinklig zueinander sind, durch Einzeichnen zweier Diagonalen, auf deren 4 Hälften vom Schnittpunkte aus mit einem Stangen-

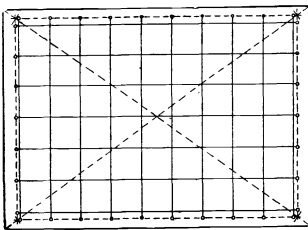


Abb. 162. Herstellung eines Quadratnetzes.

zirkel oder gut geteiltem Lineal gleiche Stücke abgetragen werden, Abb. 162. Verbindet man die Endpunkte der Halbdialagonalen miteinander, so erhält man ein genaues Rechteck, auf dessen Seiten nun unter Berücksichtigung gleicher oder im Einzelfalle vorgeschriebener Randbreiten die Netzabstände mittels Anlegemaßstab oder Zirkel und Transversalmaßstab bezeichnet werden. Durch die so erhaltenen Punkte sind die einander rechtwinklig schneidenden Scharen von Netzlinien mit

Tusche fein auszuziehen. In manchen Fällen genügt auch die Kennzeichnung der Netzpunkte durch kleine Strichkreuze.

Das Quadratnetz soll die Eintragung der koordinatenmäßig bestimmten Punkte in den Grundriß ermöglichen, also als Koordinatennetz dienen. Zu diesem Zweck bezeichnet man zunächst an einer zur Schmalseite des Blattes parallel verlaufenden Netzlinie die Nordrichtung durch einen Pfeil und schreibt dann die runden Ost-West-Entfernungen (Ordinaten) von der Nord-Süd-Achse des Koordinatensystems an die nordsüdlichen Linien am oberen Blattrande, die Nord-Süd-Entfernungen (Abszissen) von der Ost-West-Achse an die ostwestlichen Linien am linken Blattrande in Tusche klein an. Bei Sonderplänen oder -rissen wählt man die Koordinaten für die einzelnen Netzlinien so, daß die Darstellung möglichst auf einem Blatt erfolgen kann, und daß sie einigermaßen symmetrisch zu den Blatträndern liegt. Für Einzelblätter in zusammenhängenden Plan- oder Rißwerken sind die Koordinaten für die Blattecken durch eine Blatteilung vorgeschrieben, s. S. 237.

**136. Auftragung von rechtwinkligen Koordinaten.** Die Auftragung rechtwinkliger Koordinaten erfolgt vielfach noch mit Stechzirkel und Transversalmaßstab. Man ermittelt zunächst das Netzquadrat, in welches der betreffende Punkt fällt und trägt dann auf der oberen und unteren Seite dieses Quadrates von der dem Nullmeridian am nächsten gelegenen, nordsüdlichen Netzlinie aus den Ordinatenüberschuß  $dy$  über den Netzlinienwert ab, Abb. 163. Die so erhaltenen Hilfspunkte werden durch eine dünne Bleilinie verbunden, auf der dann von der nächstgelegenen ostwestlichen Netzlinie aus der Restbetrag der Abszisse  $dx$  abzusteichen ist. Zur Prüfung der Auftragung und der Netzeinteilung können auch die Ergänzungen zum Maschenabstand von der Gegenseite aus abgesetzt werden. Der Punkt selbst wird durch einen Zirkelstich bezeichnet, um den zur besseren Sichtbarmachung ein kleiner Kreis, zunächst nur in Blei, gezogen wird. Die Nummer oder sonstige Benennung des Punktes ist beizuschreiben.

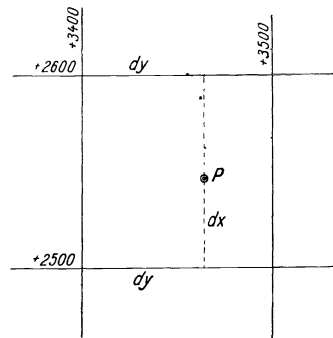


Abb. 163. Auftragung eines Polygonpunktes nach rechtwinklig-ebenen Koordinaten.

Schneller erfolgt das Absetzen der Koordinatenüberschüsse  $dy$  und  $dx$  mit Anlegemaßstäben, die für einfache Auftragungen als prismatische Stäbe mit mehreren Verjüngungsverhältnissen ausgebildet sind, während für genaue Arbeiten Glasmaßstäbe mit Nadel und Lupe oder verschiebbare Maßstablineale mit Feineinstellung zur Verfügung stehen.

Noch vorteilhafter verwendet man für die Auftragung der Koordinaten handliche Kartiergeräte, an denen gleich beide, rechtwinklig zueinander gelegene Entfernungen eingestellt und die gewünschten Punkte mit einer Nadel auf dem Riß bezeichnet werden können, Abb. 164. Schließlich seien hier auch die großen Koordinatographen erwähnt, die bei umfangreichen Kartierungen sowohl zur Netzerstellung als auch zum Auftragen der Punkte benutzt werden.

Sind alle koordinatenmäßig errechneten Punkte aufgetragen, so wird durch Verbindung derselben das Zugnetz in dem bei der Aufnahme gewählten Verlauf eingezeichnet. Durch Abgreifen der Zugseiten auf dem Riß und Vergleich mit den bei der Messung oder durch Rechnung erhaltenen söhnigen Maßen prüft man die Auftragung und in bezug auf grobe Fehler auch die Berechnung.

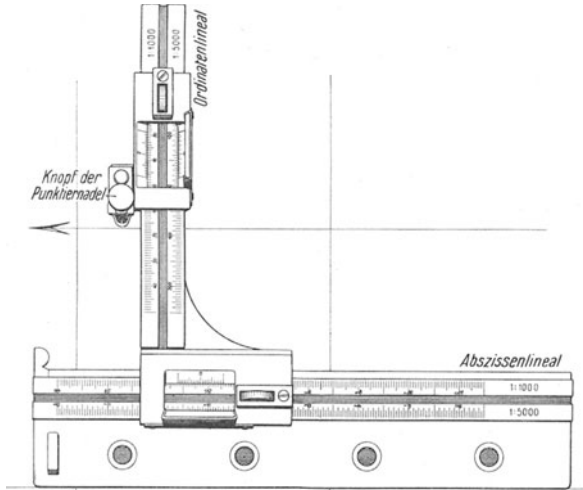


Abb. 164. Auftragegerät „Purco“ von Ott für rechtwinklige Lageaufnahmen.

**137. Auftragung der rechtwinkligen Lageaufnahme.** Ist die Einzelaufnahme oder Stückvermessung durch Bestimmung rechtwinkliger Abstände auf und von den Zugseiten aus erfolgt, so kann das Abgreifen der in den Handzeichnungen eingeschriebenen Maßzahlen wieder mit dem Stechzirkel auf dem Transversalmaßstab geschehen, während die rechten Winkel mittels zweier Zeichendreiecke aufgetragen werden. Zunächst sind auf jeder Zugseite die Fußpunkte sämtlicher Rechtwinkligen nach Abtragen der Abstände vom Anfangspunkt der Linie durch Zirkelstiche zu bezeichnen. Dann werden mittels zweier Zeichendreiecke oder mit einem Lineal und einem Dreieck durch die so kenntlich gemachten Fußpunkte nach der Handzeichnung die Rechtwinkligen in Blei gezogen und schließlich auf diesen Rechtwinkligen die Abstände der Eck- und Brechpunkte von der Zugseite aus abgetragen, s. S. 62, Abb. 61.

Auch hier läßt sich durch Verwendung der obenerwähnten Anlegemaßstäbe oder der Kartiergeräte, deren Abszissenlineal man jetzt parallel zur Aufnahmelinie legt und an deren Ordinatenlineal man die Länge der Rechtwinkligen einstellt, eine wesentliche Beschleunigung der Arbeit erreichen. Im letzteren Falle wird zudem die Zeichenfläche weitgehend geschont, da keine Punkte auf den Zugseiten abzustecken und keine Rechtwinkligen zu ziehen sind.

Wenn bei der Lageaufnahme sämtliche Begrenzungspunkte angeschnitten wurden, so ergibt die Verbindung dieser Punkte unmittelbar den Grundriß des betreffenden Gegenstandes. Bei Gebäuden wer-

den in der Regel aber nur 2 bis 3 Punkte an einer Front festgelegt. Daher muß man die grundrißliche Form hier aus den gemessenen Längen der rechtwinklig aufeinanderstehenden Seiten ergänzen.

Als Maßstabsverhältnisse für Lagepläne kommen meist 1:500 bis 1:2000 in Betracht. Da die Auftragegenauigkeit höchstens 0,1 mm beträgt, so genügt es in jedem Falle, wenn die Maße der Kleinaufnahme auf 5 cm genau bekannt sind. Ein Aneinanderreihen der Auftragestücke und damit eine Anhäufung der Auftragefehler findet hier nicht statt.

**138. Zulage von Kompaß-, Hängetheodolit- und Tachymeterzügen.** Soweit die Einzelaufnahme nach dem Polarkoordinatenverfahren erfolgt ist oder Kompaß- und Hängetheodolitzüge als Grundlage untergeordneter Aufnahmen ausgeführt worden sind, erfolgt die Auftragung der gemessenen oder abgeleiteten Winkel- und Längengrößen auf graphischem Wege, wenn nicht schon — wie bei einzelnen Tachymetermessungen — mit der Aufnahme im Gelände die Auftragung der Richtungen und Längen gleich verbunden war. Die Winkel werden dabei in einfachster Weise mit einer Gradscheibe, für höhere Ansprüche mit einem Zulegetransporteur oder einer Zeichenmaschine auf das Zeichenblatt übertragen, während man die Längen wieder mit dem Stechzirkel auf dem Transversalmaßstab abgreift oder mit einem Anlegemaßstab absetzt.

Als Gradscheibe, die für die meisten praktischen Bedürfnisse völlig ausreicht, verwendet man einen Halbkreis von 12 bis 20 cm Durchmesser aus Zellhorn. Am Rande dieser Scheibe ist eine durchgehend rechtsherum bezifferte Gradteilung angebracht, während der Mittelpunkt der Teilung durch den Schnitt des Durchmessers mit dem hierzu rechtwinkligen Halbmesser gekennzeichnet ist.

Bei der Auftragung eines Richtungswinkels, Abb. 165, legt man die Gradscheibe mit ihrem Mittelpunkt auf den Anfangspunkt des Zuges, und zwar so, daß der Durchmesser mit einer durch den Anfangspunkt gezogenen Parallelen zur Nord-Süd-Richtung zusammenfällt. Für Richtungswinkel unter  $180^\circ$  muß hierbei der Halbkreis rechts der Nord-Süd-Richtung, für Winkel über  $180^\circ$  links dieser Linie liegen. Dann bezeichnet man mit scharfem Bleistift am Rande der Teilung den gewünschten Richtungswinkel auf ganze und schätzungsweise zehntel Grade und zieht nun mit einem guten Lineal die Zugrichtung in feiner Bleilinie durch Verbindung des Auftragepunktes mit der Randmarke.

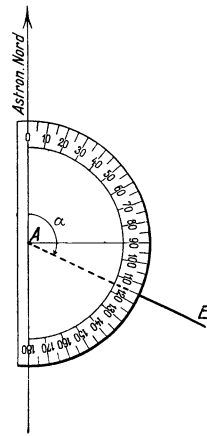


Abb. 165. Auftragung eines Richtungswinkels mit der Gradscheibe.

Sind Streichwinkel aufzutragen, so kann man diese entweder durch Abzug der für den betreffenden Kompaß ermittelten Nadelabweichung auf Richtungswinkel zurückführen oder aber besser die Gradscheibe so drehen, daß die durch den Auftragepunkt gezogene Parallele zur Nord-Süd-Linie am Rande der Gradscheibe die Nadelabweichung anzeigt, Abb. 166.

Um beim Auftragen mehrerer Richtungs- oder Streichwinkel das jedesmalige Ziehen der Nord-Süd-Richtung und das Auflegen der Gradscheibe zu vermeiden, geht man zweckmäßigerweise von einem Netzpunkt des Blattes aus und trägt hier möglichst alle Richtungen ab, deren

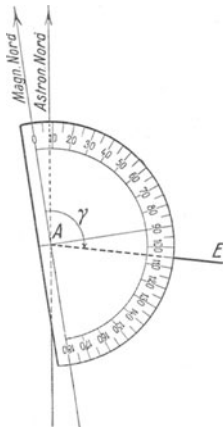


Abb. 166. Auftragung eines Streichwinkels mit der Gradscheibe.

Randmarken die Zugnummer beigefügt wird, Abb. 167. Die

Übertragung dieser Richtungen an den jeweils benötigten Punkt geschieht dann durch Parallelverschiebung mit zwei Zeichendreiecken oder mit Lineal und Dreieck.

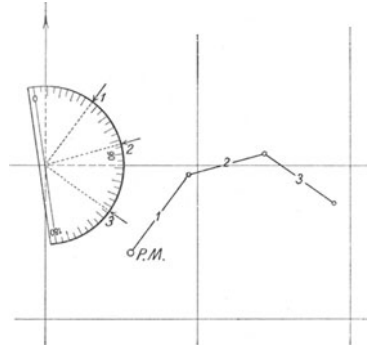


Abb. 167. Auftragung mehrerer Streichwinkel von einem Netzpunkt aus.

Als Zulegetransporteur wird meist ein Metallhalbkreis von 20 bis 30 cm Durchmesser gebraucht, um dessen Mittelpunkt eine Regel, d. h. ein Lineal, das einen als Nonius ausgebildeten Zeiger trägt, drehbar angeordnet ist. Ein eisernes Führungslinial, an dem der Transporteur mit seinen parallel zum Durchmesser

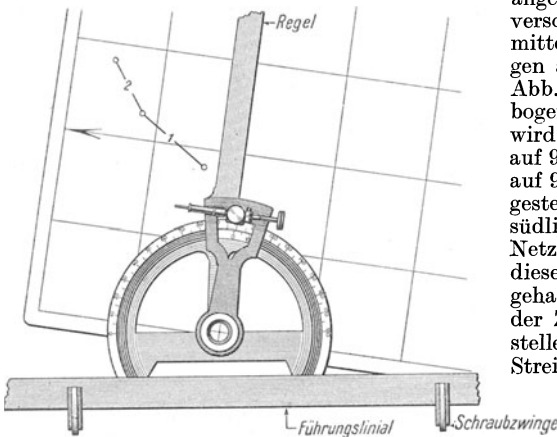


Abb. 168. Orientierung des Zeichenbogens bei Benutzung des Zulegetransporteurs.

angebrachten Ansatzstücken verschoben werden kann, wird mittels zweier Schraubzwingen am Zeichentisch befestigt, Abb. 168. Dann ist der Zeichenbogen zu orientieren, d. h. er wird so weit gedreht, bis die auf  $90^\circ$  oder bei Streichwinkeln auf  $90^\circ$  plus Nadelabweichung gestellte Regel mit den nord-südlichen oder ostwestlichen Netzlinien zusammenfällt. In dieser Lage wird das Blatt festgehalten. Die Einzeichnung der Züge geschieht nach Einstellen des Richtungs- oder Streichwinkels unmittelbar an

der Regel, wenn zu Beginn das Blatt, wie in der Abb. 168, nach den Ost-West-Linien orientiert wurde, sonst an einer Kathete eines mit

der anderen Kathete an die Regel gelegten rechtwinkligen, eisernen Driecks.

Eine besondere Art von Zulegegerät ist die in größeren Betrieben vielfach benutzte Kuhlmannsche Zeichenmaschine für Vermessungsingenieure, Abb. 169, die zum Auftragen der Winkel einen drehbaren Vollkreistransporteur besitzt, der mittels einer am Zeichentisch befestigten Parallelführung bequem an alle Stellen auf dem Zeichenbogen gerückt und dann gleich auf jeden Zug-

punkt richtig orientiert aufgesetzt wird. An einem verstellbaren, mit Teilungen versehenen Linealkreuz werden die söhnigen Längen oder auch Koordinatenunterschiede abgestochen.

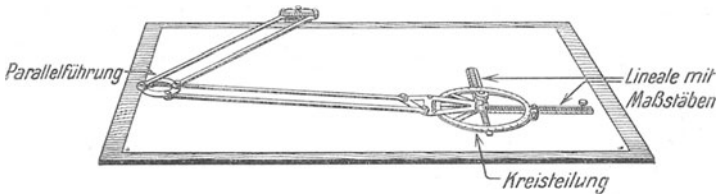


Abb. 169. Kuhlmannsche Zeichenmaschine für Vermessungsingenieure.

Die früher gebräuchliche Art der Auftragung von Streichwinkeln mit dem Kompaß in der Zulegeplatte ist wegen der in modernen Gebäuden stets störenden Einflüsse eiserner Bauteile und elektrischer Leitungen mit Recht fast völlig aufgegeben worden.

Bei der Auftragung von Tachymetermessungen ist neben dem häufig benutzten Vollkreisstrahlenzieher mit drehbarem Ring und Durchmesserlineal und der Zeichenmaschine auch wohl ein kleines Gerät in Gebrauch, bei dem die Winkelgrößen durch Abwicklung einer Meßrolle, die mit einem um seinen Endpunkt drehbaren Maßstablineal zum Auftragen der Längen fest verbunden ist, bestimmt werden, Abb. 170.

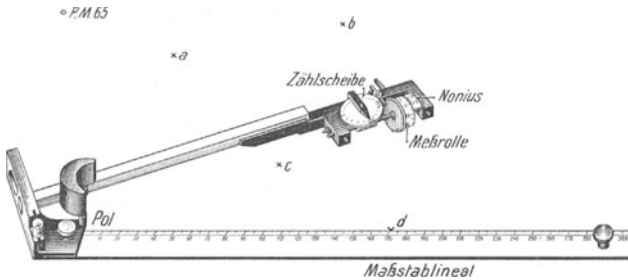


Abb. 170. Auftragegerät von Ott für Polarkoordinaten.

Die Genauigkeit der Winkelauftragung mit der Gradscheibe beträgt bei sorgfältiger Ausführung  $0,1^\circ$  bis  $0,2^\circ$ . Bei dem Zulegetransporteur, dem Vollkreisstrahlenzieher und der Zeichenmaschine wird sie unter  $0,1^\circ$  liegen.

**139. Ausgleichung von Meß- und Zulegefehlern, Abb. 171.** Ist ein Kompaß- oder Hängetheodolit auf einem seiner Lage nach bekannten Punkt ab-

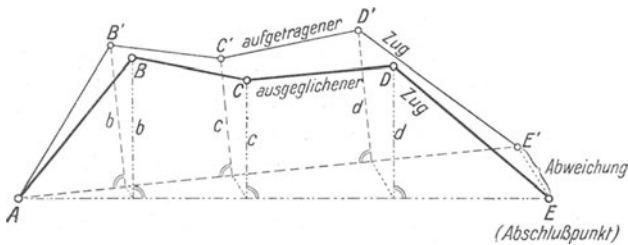


Abb. 171. Zeichnerische Ausgleichung von Fehlern bei der Kompaßmessung (Nach Brathuhn.)

geschlossen worden, und zeigt sich nach der Auftragung, daß dieser Punkt *E* mit dem Endpunkt *E'* des mechanisch zugelegten Zuges nicht ganz zusammen-



fällt, so kann die wahrscheinlichste Lage der Zwischenpunkte  $B$ ,  $C$  und  $D$  nach folgendem Verfahren erhalten werden. Man verbindet den Anfangspunkt  $A$  mit  $E'$  und fällt von den Zwischenpunkten  $B'$ ,  $C'$  und  $D'$  Lote  $b$ ,  $c$  und  $d$  auf diese Verbindungslinie. Durch die Fußpunkte dieser Lote zieht man Parallele zur Endabweichung  $E'$  bis  $E$  und errichtet dann in den Schnittpunkten dieser Parallelen mit der Verbindungslinie  $A$  bis  $E$  Lotrechte, auf denen wieder jeweils die Lotlängen  $b$ ,  $c$  und  $d$  abgetragen werden.

Bei geschlossenen Zügen kann man dasselbe Verfahren anwenden, wenn man den Zug in zwei Teilen vom Anfangspunkt aus zulegt, den beim Zusammenreffen der beiden Zughälften auftretenden Unterschied halbiert und nun jeden Teil auf diesen Halbierungspunkt einpaßt.

Auf andere Weise lassen sich die in diesem Falle parallel zur Endabweichung  $e$  bei den Zwischenpunkten vorzunehmenden Verschiebungen  $v$  aus der Gesamtlänge des Zuges  $[s]$  und den jeweiligen vom Anfangspunkt aus gerechneten Teil-

längen  $s$  zu  $v = \frac{e}{[s]} \cdot s$  ermitteln.

**140. Ausarbeitung der Zeichnungen.** Auf den Zulegerissen werden die Punkte und Seiten des Hauptzugnetzes wie auch der Kompaß- und Hängetheodolitzüge meist in Tusche ausgezeichnet, während auf den Gebrauchsrissen nur die Festpunkte des ersteren und die Endpunkte der letzteren zur Darstellung gelangen. Die rechtwinkligen Abstände der Kleinaufnahme und die Visierstrahlen der Tachymetermessung werden dagegen nur in seltenen Fällen in Reinzeichnungen bleibend festgehalten. Die Punkte werden durch kleine, mit dem Nullenzirkel um den Stichpunkt geschlagene, schwarze oder farbige Kreise mit gleichfarbiger Numerierung, die Seiten durch strichpunktierte oder für die Zugnummer in der Mitte unterbrochene, feine Tuschlinien gekennzeichnet. Die Umrahmungen der Gegenstände zieht man dann mit schwarzer Tusche nach. Weiterhin müssen in der Darstellung die Einzelheiten durch Farben oder Zeichen, die den natürlichen Verhältnissen angepaßt sind, s. Tafel 9 und 10 des Anhanges, sinnfällig hervorgehoben und durch entsprechende Beschriftung lesbar gemacht werden, wobei die Anwendung verständlicher Abkürzungen, s. S. 264/265, häufig notwendig ist.

### Die Herstellung der Aufrisse.

Während bei den zeichnerischen Darstellungen der Tagesoberfläche Aufrisse nur in Sonderfällen angefertigt werden, spielen sie im bergbaulichen Reißwesen bei der Wiedergabe der Grubenbaue und Lagerungsverhältnisse als Ergänzung der Grundrisse eine wesentliche Rolle. In der Regel wird hierbei der Aufriß aus dem Grundriß oder wenigstens unter Zuhilfenahme des Grundrisses hergestellt. Den Verlauf der Bildebene eines Aufrisses gibt man nach Himmelsrichtungen an, die, vielfach durch Buchstaben abgekürzt, links und rechts auf jedem Blatt der Darstellung angeschrieben werden. Um das Auftragen und das Abgreifen von Punkten zu ermöglichen, sind die Aufrisse gewöhnlich auch mit einem Quadratnetz überzogen, an dessen waagrecht verlaufenden Netzlinien jeweils der Abstand von Normal-Null mit positivem oder negativem Vorzeichen angeschrieben ist, während die lotrechten Netzlinien das Absetzen und Entnehmen von söhlichen Entfernungen erleichtern.

**141. Konstruktion von Profilen oder Schnitten.** Sollen nach einem oder mehreren mit Höhenzahlen versehenen Grundrissen Profile konstruiert werden, so zeichnet man zunächst die Schnittlinien in die grundrißlichen Darstellungen ein. Um möglichst unverzerrte Bilder zu erhalten, soll man im allgemeinen gerade Schnittlinien wählen, doch kann bei Grubenbauen durch die Lage aufschlußreicher Strecken, wie Querschläge oder Richtstrecken, bei Lagerungsverhältnissen durch das Auftreten von Störungen oder durch Unregelmäßigkeiten im Verlauf von Falten und im Schichtstreichen ein Knicken oder Absetzen der Schnittlinien notwendig werden. In der Profilzeichnung geht man von einem, in der Schnittebene gelegenen Grubenbau, z. B. von einem Schacht oder Blindschacht aus, den man, in Breite und Höhe richtig begrenzt, an geeigneter Stelle, möglichst auf einer lotrechten Netzlinie, zuerst aufträgt. Dann greift man mit dem Zirkel die Entfernungen von Mitte Schacht zu den Begrenzungslinien aller übrigen, die Profillinie schneidenden Grubenstrecken oder Streichlinien in den Grundrissen ab und überträgt diese Entfernungen söhlig in das Profil. Durch die so erhaltenen Punkte werden lotrechte Bleilinen gezogen, auf denen man nun die Höhenlage durch Abstechen des seigeren Abstandes von der nächsten, mit runder Höhenzahl bezeichneten, waagerechten Netzlinie bestimmt. Zum Schluß verbindet man die zugehörigen Punkte miteinander, z. B. Blindschachtstöße, Liegendes und Hangendes der Lagerstätten, Sohle und Firste der Grubenstrecken usw. Werden die söhlichen Entfernungen vom Ausgangspunkt für das Abgreifen mit dem Zirkel zu groß, so teilt man die Schnittlinie im Grundriß in runde Entfernungen — meist 100 m — vom Schacht ausgehend und schreibt diese Entfernungen an den lotrechten Netzlinien des Profilblattes an. Bei der Auftragung von söhlichen Längen hat man dann nur das Maß von der letzten Netzlinie aus abzusetzen.

Bei geknickten Profillinien ist darauf zu achten, daß nicht die kürzesten Entfernungen vom Ausgangspunkt, sondern diejenigen in der gebrochenen Schnittlinie abzugreifen sind. Muß ein Absetzen der Schnittlinie eintreten, so kann dies entweder rechtwinklig zu dieser erfolgen oder aber im Streichen einer Gebirgsschicht bzw. Lagerstätte vorgenommen werden. In letzterem Falle wird das mehr oder weniger rechtwinklig zum Hauptverlauf der Schnittebene liegende Stück in der Zeichnung ausfallen. Die beiden Teilstücke werden dann also einfach aneinandergesetzt, obwohl es vielfach besser wäre, sie vollständig voneinander zu trennen, zumal wenn es sich um ganz verschiedene Gebirgsteile im Hangenden und Liegenden einer Störung handelt.

Auch einzelne, durch Messung gewonnene und durch Rechnung in söhliche Entfernungen und Höhen umgewandelte Werte können unmittelbar in die Profilzeichnung eingetragen werden. So wird die Auftragung einer durch die Mitte eines Überhauens oder Bremsberges ausgeführten Gradbogenmessung im Querprofil in der Weise erfolgen, daß man auf einer waagerechten Linie durch den Anfangspunkt die söhlichen Längen in Richtung der Messung aneinanderreihet, durch die so gewonnenen Punkte lotrechte Linien zieht und auf diesen die Seiger-

teufen oder die Höhenzahlen abträgt, s. S. 160, Abb. 152. Sohle und Firste des Überhauens oder Bremsberges lassen sich nach Lage der Punkte in der Handzeichnung oder nach dem Abstand der Punkte von den genannten Flächen einzeichnen. Verlaufen jedoch die einzelnen Gradbogenzüge von Stoß zu Stoß, so muß man erst die Punkte der im Grundriß dargestellten Züge auf die Schnittlinie rechtwinklig übertragen und dann die söhligigen Entfernungen auf dieser Linie abgreifen.

Sind im Einzelfalle im Grundriß Höhenzahlen nicht oder nur unvollständig angegeben, so kann die Eintragung von rechtwinklig zum Streichen geschnittenen Lagerstätten und sonstigen Gebirgsschichten im Querprofil auch mit Hilfe der Einfallwinkel dieser Schichten erfolgen. Für diagonal geschnittene Schichten muß der Profilwinkel aus dem Einfallwinkel und dem Unterschied der Streichwinkel von Schicht- und Schnittlinie erst ermittelt werden, s. S. 205 und Tafel 6, oben.

Wenn auch im allgemeinen für Profile der Grundsatz gilt, daß nur die in der Schnittebene befindlichen Gegenstände aufgetragen werden, so schließt das doch nicht aus, daß auch in unmittelbarer Nachbarschaft dieser Schnittlinien gelegene Baue mit aufgenommen werden, wenn die Darstellung dadurch an Anschaulichkeit gewinnt und keine falschen Deutungen möglich sind. So wird man z. B. bei einem Profil durch übereinanderliegende Querschläge auch die unmittelbar seitwärts dieser Querschläge liegenden Blindschächte eintragen.

Durchkreuzen sich im Grundriß zwei Schnittlinien, z. B. von Quer- und Längsprofilen, so sind diese Punkte in den einzelnen Profilen als lotrechte Linien zu kennzeichnen. Alle Eintragungen an diesen Stellen müssen in beiden Schnitten in gleicher Höhenlage auftreten.

Die Ausarbeitung der Profilzeichnung erfolgt in der bei den Grundrissen angegebenen Weise, wobei nicht unmittelbar in der Schnittebene gelegene Teile durch gestrichelte Linien besonders kenntlich gemacht werden.

**142. Anfertigung von Seigerrissen.** Eine besondere Darstellungsart, die nur zur Wiedergabe der Baue einer steil einfallenden Lagerstätte oder eines Lagerstättenflügels gewählt wird, ist der Seigerriß. Auf eine parallel zum Streichen der Lagerstätte verlaufende, lotrechte Bildebene werden hierbei alle Einzelheiten, aber nur soweit sie in der Lagerstätte selbst auftreten, rechtwinklig übertragen. Da in einem Seigerriß über das Verhalten einer Lagerstätte, insbesondere über ihr Streichen und Einfallen nichts zu erkennen ist, so wird ihm gewöhnlich eine grundrißliche Wiedergabe der Hauptstrecken beigefügt, aus der auch der Verlauf der Seigerrissebene zu erkennen ist, Abb. 172, oben. Letztere legt man bei südlichem oder westlichem Einfallen ins Hangende, bei nördlichem oder östlichem Einfallen ins Liegende der Lagerstätte. Dann zieht man im Grundriß von allen bemerkenswerten Punkten — Streckenkreuzungen, End- und Knickpunkten — Bleilinien rechtwinklig auf die Spur der Seigerrissebene, greift die Entfernungen der so erhaltenen Schnittpunkte von einem Ausgangspunkt, z. B. einer Querschlagkreuzung oder ähnlichem, ab und überträgt sie söhlig in den Seigerriß. Auf lotrechten Linien durch die abgetragenen Punkte werden, wie bei

der Konstruktion der Profile, die jeweiligen Höhenzahlen, von der nächsten runden Höhenlinie ausgehend, abgesetzt. Die nicht im Grundriß auftretenden Baue, wie Abbaustrecken, Durchhiebe, Abbauflächen, sind unmittelbar nach den Messungsergebnissen — sölhige Längen — und nach den errechneten Werten — Höhenzahlen oder Seigerteufen — einzutragen. Zum Schluß werden die zugehörigen Punkte verbunden. Man erhält dann von allen streichenden Strecken in der Lagerstätte neben der wirklichen Länge die Begrenzungslinien, d. h.

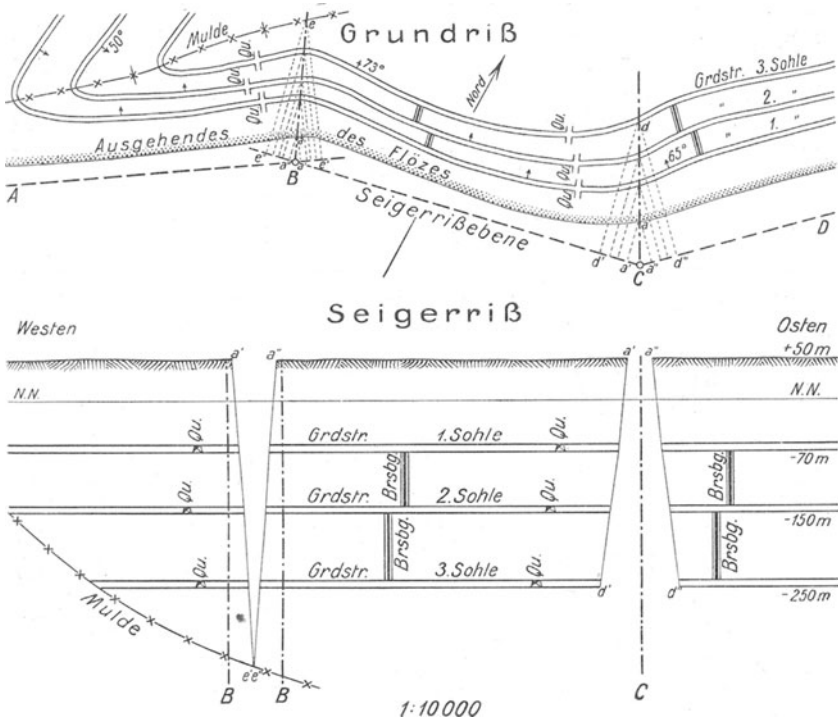


Abb. 172. Konstruktion eines Seigerrißes bei geknicktem Verlauf der Bildebene. (Nach Nehm.)

Sohle und Firste, von allen flachen Grubenbauen die seigere Projektion ihrer wirklichen Länge und die Streckenstöße. Alle Querschläge erscheinen im Querschnitt. Nicht in die Lagerstätte fallende, sie aber durchsetzende, seigere Grubenbaue, die aus irgendeinem Grunde mit aufgenommen werden sollen, wie z. B. Schächte, dürfen nur in gerissenen Linien veranschaulicht werden. Sattelhöchstes und Muldentiefstes begrenzen bei gefalteten Lagerstätten die seigerrißliche Darstellung nach oben und unten.

Damit im Seigerriß die streichenden Längen richtig wiedergegeben werden, muß die Bildebene desselben dem Streichen der Lagerstätte ziemlich genau parallel verlaufen. Bei unregelmäßigem Verhalten der Lagerstätte wird daher häufig eine mehrmalige Richtungsänderung,

d. h. ein Knicken dieser Bildebene erforderlich sein, um sich der Streichrichtung immer anpassen zu können. An den Knickpunkten entsteht nun, je nach Lage der Streckenkrümmungen zur Seigerrißebene mit zunehmender Entfernung der Baue von letzterer ein keilförmiges Klaffen oder eine keilförmige Überdeckung in der Darstellung. Bei einer Überdeckung, Abb. 172, links, muß die Bildebene um den Betrag der größten Überdeckung auseinander gezogen werden, während bei einem Klaffen, Abb. 172, rechts, sich an den Knickpunkten die Aussparungen in der Darstellung ohne weiteres ergeben.

Der Seigerriß läßt sich durch Eintragung von Scheibelinien, d. h. Linien gleichen Abstandes der Lagerstätte von der lotrechten Bildebene, weiter ausgestalten<sup>1</sup>, um so aus dem Verlauf dieser den Höhenkurven im Grundriß etwa entsprechenden Linien die Unregelmäßigkeiten im Streichen und Einfallen der Lagerstätte erkennen zu können. Die richtige Konstruktion der Scheibelinien erfordert natürlich eine vollständige Lage- und Höhenaufnahme aller aufgeführten Strecken und Abbaue in den steilen Lagerstättenflügel.

## Raubildliche Darstellungen.

Auf die verschiedenen Arten von Raumbildern und ihre Verwendung zur Veranschaulichung von Grubenbauen und Lagerstättenverhältnissen wurde schon auf S. 170/171 hingewiesen. Im folgenden sollen zunächst einzelne perspektivische Verfahren und danach die übrigen Möglichkeiten raumbildlicher Darstellungen kurz erläutert und ihre bildliche Wirkung an einfachen Beispielen gezeigt werden.

**143. Polar- oder Zentralperspektive.** Ein Würfel läßt sich bei diesem Verfahren darstellen, indem man zunächst im Vordergrund eine seiner Flächen geometrisch maßstäblich zeichnet und dann die von dieser Fläche nach rückwärts verlaufenden, in Wirklichkeit parallelen Körperkanten so zieht, daß sie alle auf einen Punkt, den Fluchtpunkt  $F$ ,

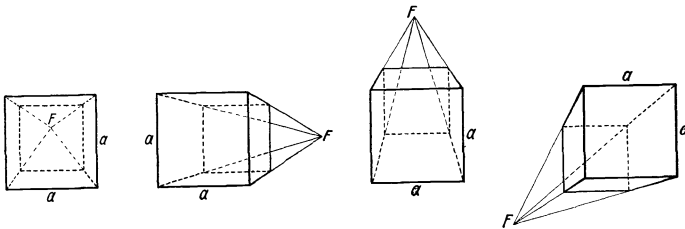


Abb. 173. Darstellung eines Würfels in Zentralperspektive mit einem Fluchtpunkt.

gerichtet sind. Die Lage von  $F$  ist an sich beliebig. Wie Abb. 173 zeigt, kann  $F$  innerhalb der Vorderfläche, über oder unter derselben, rechts oder links von ihr liegen. Die hinteren, zur Vorderseite parallelen Flächen erscheinen immer wieder geometrisch richtig, allerdings gegenüber der Vorderfläche verkleinert. Die obere und die untere Grundfläche sind dagegen ebenso wie die Seitenflächen verschiedenartig ver-

<sup>1</sup> Nehm, W.: Die Erweiterung markscheiderischer Darstellungsmethoden im Seigerriß. Mitt. Markscheidewes. 1923, S. 1.

zerzt. Das Maß dieser Verzerrung hängt von der Wahl des Fluchtpunktes ab.

Man kann bei der Zentralperspektive den Körper auch so drehen, daß nur eine lotrechte Kante nach vorn zu liegen kommt, Abb. 174. Dann laufen alle waagerechten, am Körper parallelen Kanten paarweise auf zwei Fluchtpunkte zu, und nur die lotrechten Kanten bleiben einander parallel. Sämtliche Flächen sind jetzt in Gestalt und Größe verzerrt.

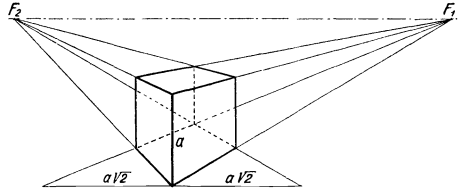


Abb. 174. Zentralperspektivische Würfeldarstellung mit 2 Fluchtpunkten.

Die räumliche Wirkung der zentralperspektivischen Bilder hängt wesentlich von der richtigen Verkürzung der nach rückwärts gerichteten Kanten ab.

Die vorstehend angeführten zentralperspektivischen Bilder kann man sich auch so entstanden denken, daß vom Auge des Beschauers aus Strahlen nach allen Körperecken gezogen werden, die eine, vor der Vorderseite oder Vorderkante des Würfels aufgestellte, lotrechte Zeichenebene durchstoßen. Verbindet man nun die Durchdringungspunkte miteinander, so erhält man das perspektivische Bild, das je nach Lage des Auges zum Würfel wieder sehr verschieden aussieht. Wir wollen uns im folgenden auf die Darstellung der Grundflächen des Würfels beschränken, da hiermit auch ohne weiteres die Begrenzungen seiner Seitenflächen und seiner rückwärtigen Flächen gegeben sind.

In Abb. 175 ist  $E$  eine waagerechte Ebene durch die untere Würfelkante  $PQRS$ , an deren Seite  $PS$  die lotrechte Zeichenebene  $Z$  anstößt.  $A$  ist der Augpunkt, der sich  $h$  Meter über der Ebene  $E$  und  $s$  Meter vor der Ebene  $Z$  in der Mitte von  $PS$  befindet. Die Punkte  $P$  und  $S$  der Würfebene liegen schon in der Zeichenebene, also ist ihre Verbindung zugleich das Abbild der vorderen unteren Würfelkante. Der Strahl  $AQ$  durchstößt die Zeichenebene im Punkte  $Q'$ , der Strahl  $AR$  in  $R'$ , so daß das Trapez  $PQ'R'S$  jetzt das perspektivische Bild der unteren Würfelkante ist. Die Schnitte der Strahlen  $AQ$  und  $AR$  mit der Zeichenebene sind in dieser nun ohne weiteres aber nicht festzustellen. Wir müssen vielmehr zur Bestimmung der Lage von  $Q'$  und  $R'$  je zwei geometrische Örter in der Zeichenebene haben. Denken wir uns die parallelen Würfelkanten  $PQ$  und  $SR$  über  $Q$  bzw.  $R$  hinaus bis zum Schnitt in der Unendlichkeit verlängert und von hier aus den Strahl nach  $A$  gezogen, so wird dieser Strahl parallel zu  $PQ$  und  $SR$  verlaufen und die Zeichenebene in  $F$  durchdringen. Diesen Punkt  $F$  können wir in der Zeichenebene leicht bestimmen, da er, wie der Augpunkt,  $h$  Meter lotrecht

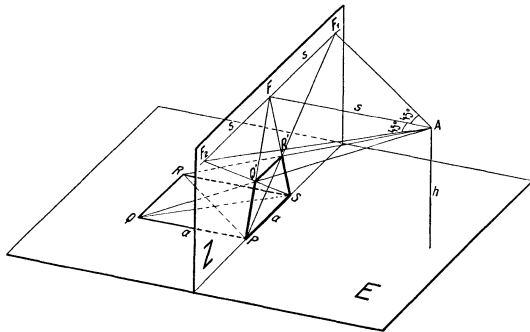


Abb. 175. Zentralperspektivische Abbildung einer Würfelkante.

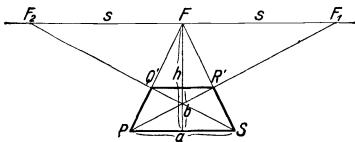
mitten über  $PS$  liegen muß. Da  $F$  der Bildpunkt des unendlich fernen Schnittpunktes aller seitlichen Würfelkanten oder der Fluchtpunkt dieser Kanten ist, so müssen die Abbildungen von  $PQ$  und  $SR$  auf den Verbindungslinien  $PF$  und  $SF$  liegen. Ziehen wir weiter in der unteren Würfelfläche die Diagonalen  $PR$  und  $SQ$ , so bildet jede von ihnen mit der Würfelkante  $PS$  einen Winkel von  $45^\circ$ . Für die Diagonale  $PR$  und alle zu ihr parallelen Linien ist nach dem Vorhergehenden das Abbild ihres unendlich fernen Schnittpunktes der Fluchtpunkt  $F_1$  in der Zeichenebene, der auf der Waagerechten durch  $F$  und, da im Dreieck  $FAF_1$  der Winkel bei  $A = 45^\circ$  ist,  $s$  Meter von ihm entfernt liegt. Ebenso ist das Abbild des unendlich fernen Schnittpunktes der Diagonalen  $SQ$  mit den zu ihr parallelen Linien der Fluchtpunkt  $F_2$  in der Zeichenebene, der die gleiche Höhenlage  $h$  und denselben Abstand  $s$  von  $F$  hat. Auf den Verbindungslinien  $PF_1$  und  $SF_2$  liegen die Abbildungen der Diagonalen  $PR$  und  $SQ$ . Wir bekommen also in der Zeichenebene den Bildpunkt  $Q'$  als Schnitt der Linien  $PF$  und  $SF_2$ , den Bildpunkt  $R'$  als Schnitt der Linien  $SF$  und  $PF_1$  und damit das Trapez  $PQ'R'S$  als Abbild des Quadrates  $PQRS$ .

Das perspektivische Bild der oberen Würfelfläche wird auf gleiche Weise erhalten, nur liegt der Augpunkt jetzt nicht mehr  $h$  Meter, sondern nur noch  $h - a$  Meter über dieser Fläche. Wir müssen also für diese Konstruktion bei unverändertem Augpunkt und gleichen Fluchtpunkten die waagerechte Ebene  $E$  mit der Würfelfläche um  $a$  Meter nach oben verschieben und dann die den Punkten  $P$  und  $S$  entsprechenden Punkte in der Zeichenebene wie vor mit den Fluchtpunkten verbinden.

Betrachten wir das in der Zeichenebene entstandene Bild von vorn, Abb. 176, so können wir folgende Beziehungen ablesen:

$$Q'R' : s = b : h \quad \text{und} \quad Q'R' : a = (h - b) : h,$$

daraus folgt



$$\begin{aligned} \frac{b}{h} \cdot s &= \frac{h-b}{h} \cdot a \\ b \cdot s &= a \cdot h - b \cdot a \\ b \cdot (a + s) &= a \cdot h \\ b &= \frac{a \cdot h}{a + s}. \end{aligned}$$

Abb. 176.  
Vorderansicht der Bildebene  $Z$  in Abb. 175.

Die Höhen  $b$  der Bildtrapeze für die waagerechten Würfelflächen sind also von der Breite  $a$  des Würfels, von der jeweiligen Höhe  $h$  des Augpunktes über den Würfelflächen sowie von dem Abstand  $s$  von der Vorderkante des Würfels abhängig. Je größer  $h$  und je kleiner  $s$ , um so größer erscheint  $b$ . Allerdings ist zu beachten, daß  $b$  nicht größer als  $a$  wird, da sonst das Abbild der oberen Würfelfläche dasjenige der unteren überdeckt. Die gleichen Beziehungen gelten auch, wie leicht nachzuweisen, wenn der Augpunkt nicht mitten vor dem Körper, sondern seitlich gelegen ist.

Durch Versuche wurde festgestellt, daß die Zentralperspektive am besten wirkt, wenn der Abstand  $s$  des Augpunktes von der Darstellung gleich dem  $1\frac{1}{2}$ - bis 2fachen der Darstellungsbreite  $a$  ist. Setzt man diese Werte in die letzte Gleichung ein, so erhält man

$$b = 2/5h \text{ bis } 1/3h.$$

Bei perspektivischen Darstellungen der Grubenbaue oder Lagerstättenverhältnisse wird die Anfertigung in der Regel an Hand vorhandener geometrischer Risse, insbesondere von Grundrissen vorgenommen. Da in diesen Grundrissen Quadratnetze als Koordinatennetze eingetragen sind oder bei anders gerichtetem Einblick auf Pauspapier aufgetragene Quadratnetze entsprechend aufgelegt werden können, so besteht die erste Aufgabe darin, dieses grundlegende Quadratnetz in den verschiedenen Höhenlagen — Sohlen, Teilsohlen, Abbauörtern — nach vorstehenden Regeln perspektivisch abzubilden. Ist dieses geschehen, so werden die Begrenzungslinien der Grubenbaue, die Streichlinien von Schichten, Falten und Sprüngen an den Grenzen der einzelnen Netzquadrate entnommen und an

den Grenzen der entsprechenden Bildtrapeze abgetragen. Zum Schluß sind die zwischen den söhligigen Ebenen liegenden Verbindungen für Schächte, Blindschächte, Überhauen, Bremsberge sowie Kreuzlinien usw. zu ziehen.

In Abb. 177 ist ein einfaches Beispiel der Darstellung von Grubenbauen in Zentralperspektive nach dem in Abb. 178 wiedergegebenen Grundriß aus-

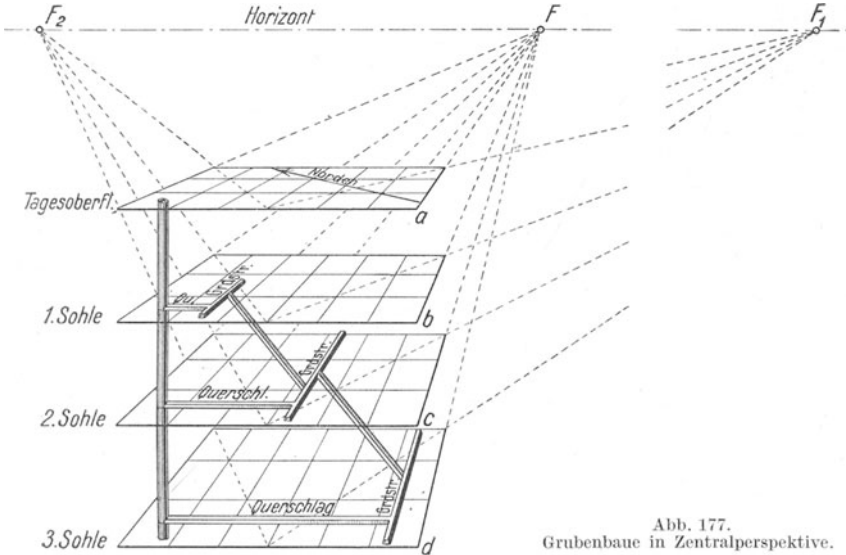


Abb. 177.  
Grubenbaue in Zentralperspektive.

geführt. Die Quadratnetzpause wurde in diesem Falle so aufgelegt, daß die Netzlinien parallel den Querschlägen und den Sohlenstrecken verlaufen. Der Augpunkt ist im Südwesten 200 m über Normal-Null und 400 m vor der Darstellung, und zwar 100 m rechts vom rechten Rande derselben gewählt worden.

Auf einer Waagerechten werden in der Mitte der Fluchtpunkt  $F$  und links und rechts von ihm im Abstände  $s = 400$  m die Fluchtpunkte  $F_1$  und  $F_2$  bezeichnet. 100 m links von  $F$  trägt man auf einer lotrechten Bleilinie die Abstände der Tagesoberfläche, 142 m, und der 3 Sohlen, 232, 314 und 410 m, von dem Horizont aus nach unten ab. In den so erhaltenen Punkten  $a, b, c$  und  $d$  wird jeweils eine Waagerechte als Vorderkante der Netzquadrate nach links gezogen und auf dieser die 6 Netzabstände für die im Grundriß in querschläger Richtung liegenden Quadrate abgetragen. Dann verbindet man in jeder Höhenlage diese Netzpunkte mit dem mittleren Fluchtpunkt  $F$ , wodurch sich die seitlichen Begrenzungen der Bildtrapeze ergeben. Schließlich liefern die Schnittpunkte der von den gleichen Netzpunkten nach  $F_1$  und  $F_2$  gezogenen Linien mit den Seitengrenzen die zur Vorderkante parallelen hinteren Trapezlinien. In der Abb. 177 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige der Verbindungslinien zu den Fluchtpunkten gestrichelt angedeutet, die zur Konstruktion der Bildtrapeze aber schon ausreichen.



Abb. 178. Grundriß zu den Abb. 177, 180, 182, 186, 191 und 193.

Nun werden in den einzelnen Trapeznetzen die in den verschiedenen Höhen aufgeschlossenen Baue nach ihrer Lage in den Netzquadraten des Grundrisses übernommen. Der Schacht liegt an der Tagesoberfläche und auf allen drei Sohlen



in der Mitte des nordwestlichen Quadrates bzw. Trapezes. Durch Verbindung der in den Trapezflächen ungefähr elliptischen Querschnitte erhalten wir die lotrechte Begrenzung des Schachtes. Die Querschläge verlaufen vom Schacht aus parallel zur Netzvorderkante, und zwar auf der 1. Sohle bis ins zweite, auf der 2. Sohle bis ins vierte und auf der 3. Sohle bis ins sechste westliche Netzquadrat bzw. Netztrapez. Die im Grundriß parallel den westöstlichen Quadratnetzlinien streichenden Grundstrecken müssen in der Perspektive auf den Fluchtpunkt  $F$  zu gerichtet sein. Sie erstrecken sich auf der 1. Sohle bis an die östliche Grenze des zweiten, auf der 2. und 3. Sohle bis an die östliche Grenze des dritten Trapezes. An der östlichen Grenze des ersten Trapezes sind in den Grundstrecken der 1. und 2. Sohle die Ansatzpunkte des oberen Überhauens, im zweiten östlichen Trapez in den Grundstrecken der 2. und 3. Sohle die Ansatzpunkte des unteren Überhauens zu bezeichnen und diese Ansatzpunkte miteinander zu verbinden. Die kastenförmige Auszeichnung der Grubenstrecken erhöht ebenso wie die Stellung der Schrift die räumliche Anschauung.

Die Zentralperspektive ist bei zweckmäßiger Wahl des Augpunktes und richtiger Betrachtung von diesem Punkt aus die am natürlichsten wirkende Darstellung, da sie dem Sehen mit freiem Auge nachgebildet wurde. Wenn sie trotzdem nicht die verbreitetste Art des Raumbildes ist, so liegt das z. T. an der immerhin noch umständlichen Netzkonstruktion. Bei der Wiedergabe umfangreicher Grubenbaue kommt hinzu, daß entweder eine leicht unklar wirkende Überdeckung der Baue in verschiedenen Höhenlagen in Kauf genommen werden muß oder aber, daß bei größerem Abstand des Augpunktes von der Darstellung eine zu starke Tiefenverkürzung eintritt.

**144. Parallelperspektive.** Gegenüber der Zentralperspektive als natürlicher Perspektive haben wir es bei den Parallelperspektiven, die vielfach nur als schiefe Parallelprojektionen angesprochen werden, mit Darstellungen zu tun, deren Herstellungsregeln durch Übereinkommen festgelegt worden sind. Bedingung ist nur, daß alle am Körper parallelen Kanten auch in der Darstellung parallel erscheinen. Man nimmt also den Augpunkt jetzt im Unendlichen an, so daß auch sämtliche Strahlen zu den Körperecken parallel zueinander verlaufen. Aus der großen Zahl der Möglichkeiten seien hier nur folgende herausgegriffen und zunächst jeweils wieder an der Würfeldarstellung erläutert.

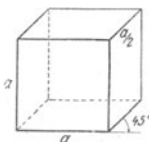


Abb. 179. Würfel in dimetrischer Darstellung.

1. Die dimetrische Darstellung bildet die Vorderfläche des Körpers und alle zu ihr parallelen Flächen in gleichem Maßstab geometrisch richtig ab. Grund- und Oberfläche dagegen werden

ebenso wie die Seitenflächen verzerrt wiedergegeben, Abb. 179.

Die Seitenkanten verlaufen wieder nach rechts oder links, schräg aufwärts oder abwärts unter  $45^\circ$  bzw.  $135^\circ$  gegen die waagerechten oder auch gegen die anstoßenden lotrechten Würfelmkanten und werden dabei auf die Hälfte ihrer wirklichen Länge verkürzt.

Für die Wiedergabe von Grubenbauen wird bei diesem Verfahren das in den Grubenrissen vorhandene oder parallel zur Querschlags- und Streichrichtung

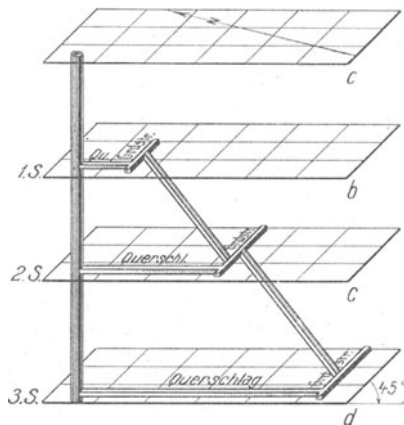


Abb. 180. Grubenbaue in dimetrischer Darstellung.

aufgelegte Quadratnetz in ein Parallelogrammnetz auf Pauspapier umgewandelt, indem man auf den unter  $45^\circ$  gegen die Vorderkante verlaufenden Seitenkanten deren halben Maschenabstand abträgt. In dieses Parallelogrammnetz zeichnet man dann nach dem Quadratnetz die Baue jeder Sohle nacheinander unter Berücksichtigung des Streckenverlaufes und der Längen ein. In der perspektivischen Darstellung bezeichnet man an einer lotrechten Bleilinie die einzelnen Sohlenabstände im Maßstab des Grundrisses und zieht wieder durch die Teilpunkte  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  waagerechte Gerade. Dann legt man nacheinander jeweils die Vorderkante des Parallelogrammnetzes so auf diese Waagerechten, daß ein und derselbe Netzpunkt immer an der lotrechten Linie liegt und drückt dann mit Hilfe von Graphitpapier die Strecken der betreffenden Sohlen durch. Zum Schluß muß wieder die Einzeichnung der seigeren und flachen Grubenbaue zwischen den Ansatzpunkten in den Sohlen erfolgen. Nach diesen Grundsätzen ist das in Abb. 180 nach dem Grundriß in Abb. 178 wiedergegebene Bild entworfen worden.

2. Die trimetrische Darstellung. Bei diesem in der Technik häufiger verwendeten Verfahren behalten nur die lotrechten Körperkanten ihre Richtung und Länge. Von den waagerechten Kanten erscheint die eine Schar wie bei der vorherigen Darstellungsart unter  $45^\circ$  schräg auf- oder abwärts mit halber Länge, während die andere Schar beispielsweise unter  $10^\circ$  gegen die Waagerechte schräg auf- oder abwärts geneigt und auf  $9/10$  ihrer wirklichen Länge verkürzt ist, Abb. 181.

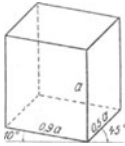


Abb. 181. Würfel in trimetrischer Darstellung.

Die Anfertigung bergbaulicher Raumbilder in trimetrischer Darstellung geht in gleicher Weise wie bei der dimetrischen vor sich. Nur ist zu beachten, daß die waagerechten Parallelogramme jetzt andere

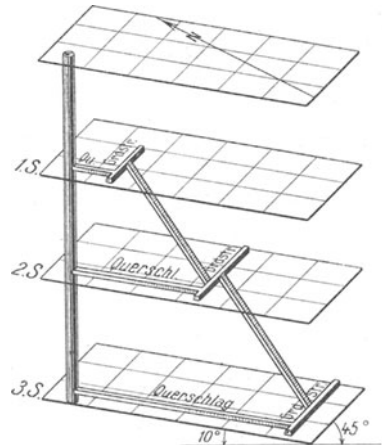


Abb. 182. Grubenbaue in trimetrischer Darstellung.

Formen und in einer Richtung auch andere Seitenlängen haben, sowie ferner, daß das Anlegen des Parallelogrammnetzes an die Waagerechten jetzt unter dem Achsenwinkel von  $10^\circ$  erfolgen muß. Abb. 182 zeigt die in Abb. 177 und 180 bereits veranschaulichten Grubenbaue im trimetrischen Bilde.

3. Die isometrische Darstellung. Wie schon der Name sagt, handelt es sich hierbei um eine in den Achsenrichtungen gleichmaßstäbliche Darstellung, beim Würfel also um eine Abbildung mit gleichlangen Kanten. Dieses Bild erhält man, wenn man den Würfel so stellt, daß die Projektionsstrahlen in Richtung einer Würfeldiagonalen die vor einer Ecke gedachte Zeichenebene rechtwinklig schneiden. Die Strahlen bilden dann mit sämtlichen Würfelflächen Winkel von etwa  $35,3^\circ$ . Wie aus der Abb. 183 zu ersehen, stoßen die Würfelfkanten in der vor- und zurückliegenden Ecke unter  $120^\circ$  aneinander. Die übrigen Kanten bilden die Form eines regelmäßigen, in einen Kreis eingeschriebenen Sechsecks. Eine Schar paralleler Kanten steht immer lot-

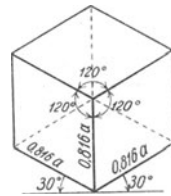


Abb. 183. Würfel in isometrischer Darstellung.

recht, während die übrigen gleichgerichteten unter  $30^\circ$  nach links und rechts aufwärts oder abwärts verlaufen. Alle Würfel­flächen sind ebenso wie die Würfelkanten gleichmäßig verzerrt.

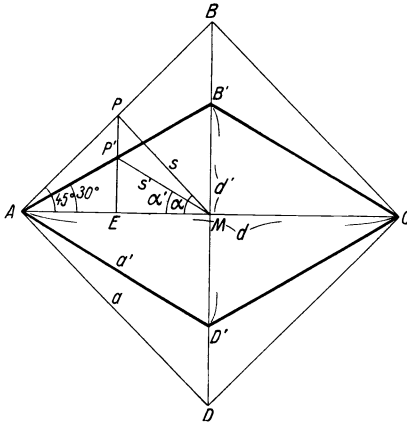


Abb. 184. Winkel- und Längenverzerrung bei der isometrischen Darstellung.

Um das Maß der Verzerrung in den Längen und Winkeln zu ermitteln, betrachten wir eine Würfel­fläche. In Abb. 184 ist  $ABCD$  eine quadratische Würfel­fläche und  $A'B'C'D'$  ihr isometrisches Bild.  $AD = a$  ist die Quadratseite,  $AD' = a'$  die Seite des Rhombus,  $AC = d$  die unverzerrt bleibende lange Diagonale,  $B'D' = d'$  die kurze Diagonale,  $MP = s$  eine Strecke im Quadrat in Richtung  $\alpha$ ,  $M'P' = s'$  dieselbe Strecke in isometrischer Verkürzung in Richtung  $\alpha'$  gegen die lange Diagonale,  $\sphericalangle BAA' = 45^\circ$  und  $\sphericalangle B'A'M' = 30^\circ$ .

$$\begin{aligned} \text{Im rechtwinkligen Dreieck } P'ME \text{ ist } \operatorname{tg} \alpha' &= \frac{P'E}{EM} \text{ und } \cos \alpha' = \frac{EM}{s'} \\ \text{,, ,, ,, } P'ME \text{ ist } \operatorname{tg} \alpha &= \frac{PE}{EM} \text{ und } \cos \alpha = \frac{EM}{s} \end{aligned}$$

$$\text{daraus folgt } \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{P'E}{PE} \text{ und } \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} = \frac{s'}{s}.$$

$$\begin{aligned} \text{Im rechtwinkligen Dreieck } P'AE \text{ ist } \operatorname{tg} 30^\circ &= \frac{P'E}{AE} \\ \text{,, ,, ,, } PAE \text{ ist } \operatorname{tg} 45^\circ &= \frac{PE}{AE} \end{aligned}$$

$$\text{also } \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\operatorname{tg} 45^\circ} = \frac{P'E}{PE}.$$

Aus vorstehenden Ableitungen ergibt sich zunächst

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\operatorname{tg} 45^\circ} \text{ oder } \operatorname{tg} \alpha' = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\operatorname{tg} 45^\circ} \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Da  $\operatorname{tg} 30^\circ = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,577$  und  $\operatorname{tg} 45^\circ = 1$ , so ist  $\operatorname{tg} \alpha' = 0,577 \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . Hieraus kann man die verzerrten Richtungswinkel  $\alpha'$  der isometrischen Darstellung, gegen die lange Diagonale gerechnet, ermitteln.

Die Gleichung  $\frac{s'}{s} = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'}$ , die sich, da  $\frac{\sin \alpha'}{\cos \alpha'} = 0,577 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  ist, auch in der Form  $\frac{s'}{s} = 0,577 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$  aufstellen läßt, gibt den Verkürzungsfaktor an, mit dem die wirklichen Längen  $s$  der in Richtung  $\alpha$  gezogenen Strahlen multipliziert werden müssen, um ihre Länge  $s'$  in der isometrischen Darstellung zu erhalten. Aus den Schaubildern in Abb. 185 sind die verzerrten Richtungswinkel  $\alpha'$  und die Verkürzungsfaktoren  $\frac{s'}{s}$  für die isometrische Darstellung zu entnehmen.

Beispiele:

$$1. \alpha = 52,5^\circ, \alpha' = 37,0^\circ,$$

$$2. \alpha = 65,0^\circ, \frac{s'}{s} = 0,674.$$

Für Strecken in Richtung der langen Diagonalen  $d$  ist der Faktor gleich 1, in Richtung der kurzen Diagonalen  $d'$  dagegen gleich 0,577 und in Richtung der Rhombuseiten  $a'$  gleich 0,816.

Die isometrische Darstellung, die schon vor mehr als hundert Jahren für die Wiedergabe von Grubenbauen und Lagerstätten verwendet wurde<sup>1</sup>, ist wegen der gleichmäßigen Verzerrung in den drei Hauptbildebenen für bergbauliche Zwecke sehr beliebt. In neuerer Zeit ist diese in Vergessenheit geratene Darstellungsart für die Veranschaulichung tektonischer Formen wieder eingeführt worden<sup>2</sup>.

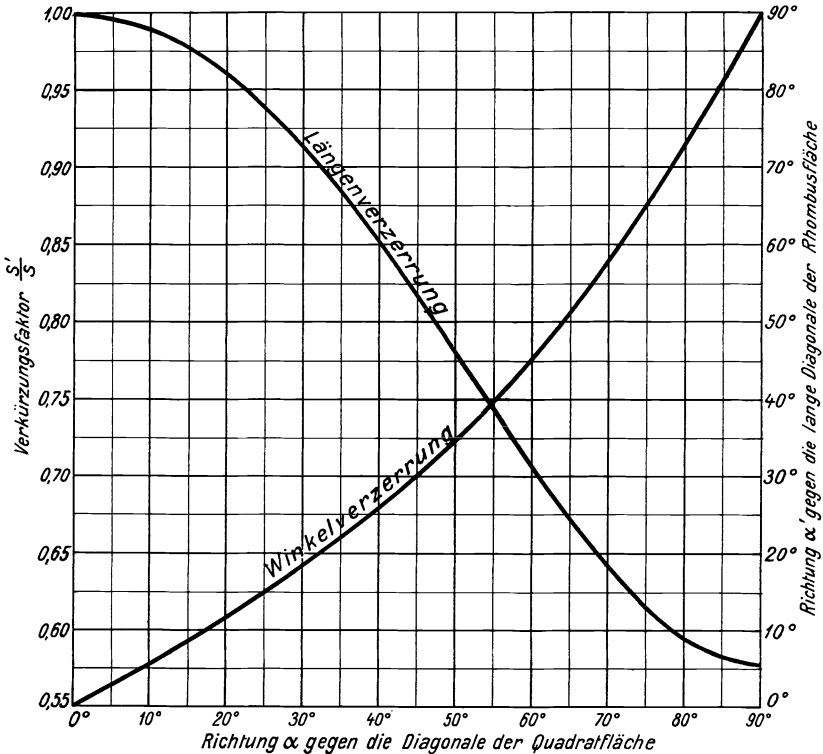


Abb. 185. Graphische Tafel zur Ermittlung der Winkel- und Längenverzerrung bei der isometrischen Darstellung.

Zur Übertragung geometrischer Darstellungen kann man auch ein besonderes „Stereomillimeterpapier“ — Rautennetz auf Pauspapier — und für die Auftragung von Winkeln einen nach obigen Winkelverzerrungen konstruierten „Stereotransporteur“ aus Zellhorn benutzen.

In Abb. 186 sind die schon mehrfach dargestellten Grubenbaue nach dem Grundriß in Abb. 178 in isometrischer Darstellung wiedergegeben. Die Anfertigung ist nach dem bei der dimetrischen Darstellung beschriebenen Verfahren erfolgt, nur mußte die Übertragung der Baue jetzt in ein Rautennetz mit Seitenlängen von 0,816 mal der Länge einer Quadratseite und Winkeln von  $120^\circ$  und  $60^\circ$  vor-

<sup>1</sup> Kegel, E.: Über Anwendung der isometrischen Projektion auf Zeichnung von Grubenbauen und geognostischen Verhältnissen. Bergwerksfreund 1844/45, S. 193.

<sup>2</sup> Stach, E.: Die stereographische Darstellung tektonischer Formen im Würfeldiagramm. Z. dtsh. geol. Ges. 1922, S. 277.

genommen werden. Auch die auf der lotrechten Achse abzutragenden Sohlenabstände betragen nur das 0,816fache ihres maßstäblichen Wertes. Im übrigen wurden die Begrenzungslinien des Rhombennetzes jetzt an die unter  $30^\circ$  gegen die Waagerechte geneigten Achsen angelegt.

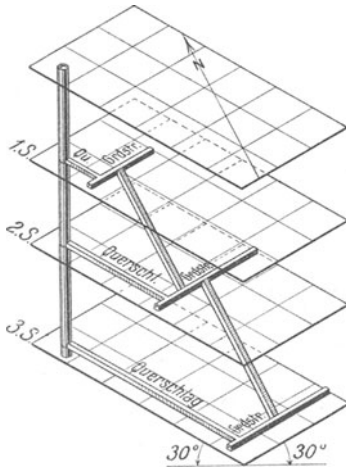


Abb. 186.  
Grubenbaue in isometrischer Darstellung.

Die durch das Achsenkreuz getrennten drei vorderen Ebenen entsprechen wie bei den übrigen, vorher aufgeführten Raumbildern den Bildebenen des Grundrisses, des Querprofils und des Längsprofils oder des Seigerisses. Nicht immer wird die hier gewählte Art der Orientierung der Baue zweckmäßig sein, insbesondere dann nicht, wenn Strecken in einer vom Beschauer abfallenden Lagerstätte dargestellt werden sollen. Wie Abb. 187, links, für eine gefaltete Flözablagerung erkennen läßt, liegen die Grundstrecken auf dem mit  $40^\circ$  einfallenden Muldensüdfügel eines Flözes schon sehr dicht zusammen. Sie würden bei  $45^\circ$  Einfallen sich völlig decken. In solchen Fällen wählt man den Einblick etwas anders, d. h. man dreht das für die Übertragung zu Hilfe genommene Quadratnetz auf dem Grundriß. Abb. 187, rechts, zeigt das Bild der Mulde nach Drehung des Netzes um den Höchstbetrag von  $45^\circ$ .

Da insbesondere Wetterrisse häufig in isometrischen Raumbildern angefertigt werden, ist in Abb. 188 ein Ausschnitt aus einem solchen, nach obigen Grundsätzen konstruierten Bilde wiedergegeben. Als Grundform ist wegen der ungleichen Erstreckung in streichender und querschlägiger Richtung sowie nach der Tiefe zu nicht mehr der Würfel, sondern ein Block angenommen worden, von dessen Achsen eine lot-

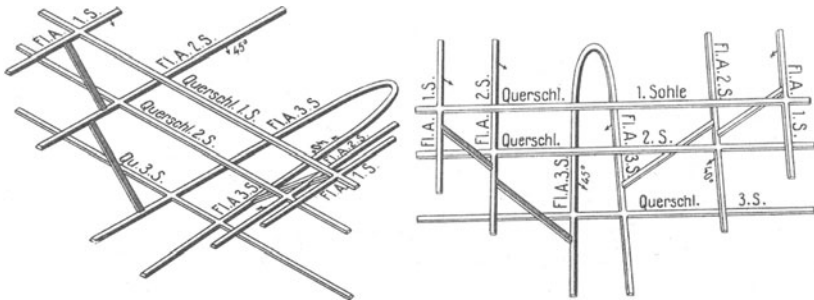


Abb. 187. Isometrische Darstellung von Grubenbauen in einer Mulde.

recht verläuft, während die übrigen wie sonst mit dieser Achse Winkel von je  $120^\circ$  einschließen. Wenn im Einzelfalle die tieferen Baue einer rückwärtigen Abteilung durch die höheren einer vorliegenden überdeckt werden, so läßt sich, weil genaue Maßstäblichkeit für diese Risse nicht vorgeschrieben ist, das Raumbild durch Auseinanderziehen in der Streichrichtung deutlicher gestalten.

Um das Umzeichnen grundrißlicher Darstellungen in isometrische Raumbilder zu erleichtern und zu beschleunigen, wird vielfach der Affinzeichner

Fox-Breithaupt benutzt, Abb. 189. Bei diesem Gerät ist auf einem mit 3 Rollen versehenen und in einer Richtung fahrbaren starren Rahmen eine bewegliche

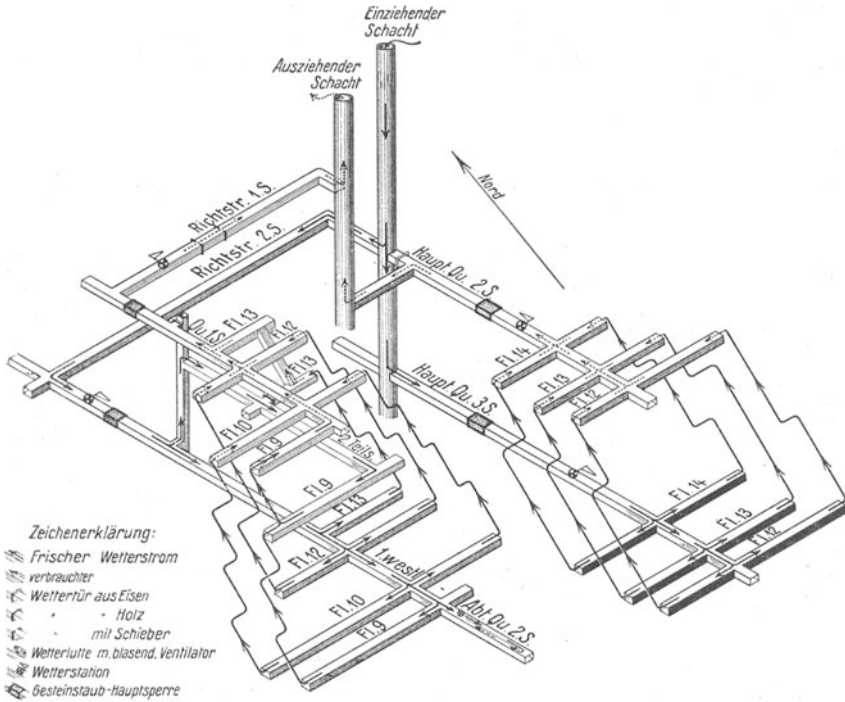


Abb. 188. Wetterriß in isometrischer Darstellung.

Zeichenvorrichtung mit Fahrstift und Zeichenstift angebracht. Der Abstand des Zeichenstiftes vom Fahrstift bleibt in der Fahrriichtung stets gleich, während

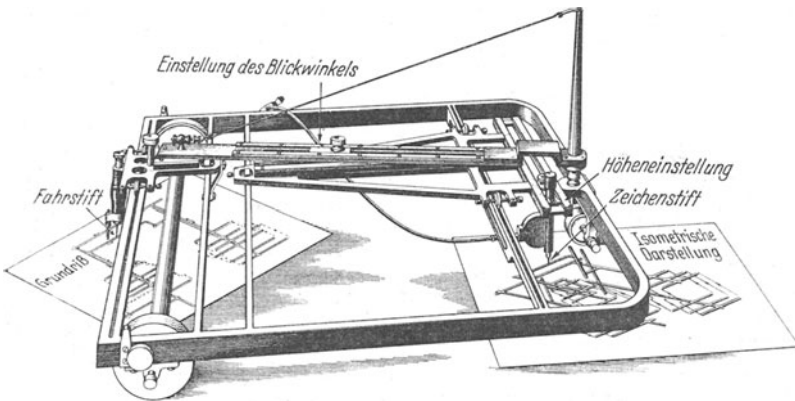


Abb. 189. Affinzeichner Fox-Breithaupt.

bei Bewegungen des Fahrstiftes rechtwinklig zu dieser Richtung der Zeichenstift nur einen Teilbetrag dieser Bewegung ausführt, und zwar bei der normalen Ein-  
 Schulte-Löhr, Markscheidekunde, 2. Aufl. 13

stellung des Blickwinkels auf  $35,3^\circ$ , das 0,577fache ( $\sin 35,3^\circ = 0,577$ ). Die Fahrrihtung des Affinzeichners entspricht also der Richtung der langen Diagonalen der Rhombusfläche in Abb. 184, S. 190, während rechtwinklig dazu vom Zeichenstift die isometrische Länge der kurzen Diagonalen angegeben wird. Umfährt man mit dem Fahrstift eine in einer söhligen Ebene gelegene Zeichnung, so liefert der Zeichenstift, nachdem er mittels Auslösevorrichtung auf den Zeichenbogen herabgelassen worden ist, ihr isometrisches Bild. Für die Umfahung jeder höher oder tiefer gelegenen söhligen Ebene ist eine Verschiebung des Zeichenstiftes um das 0,816fache ( $\cos 35,3^\circ = 0,816$ ) des Höhenunterschiedes der Ebenen im Maßstabe des Grundrisses an der Höheneinstellung erforderlich. Da sich die Einstellung des Blickwinkels am Affinzeichner zwischen etwa  $14,5^\circ$  und  $48,5^\circ$  verändern läßt, so sind mit diesem Gerät auch unter- oder überhöhte isometrische Darstellungen anzufertigen. Man kann ferner mit ihm durch Wahl der Blickrichtung rechtwinklig zum Streichen und zum Einfallen einer Lagerstätte bei Einfallswinkeln von  $41,5^\circ$  bis  $75,5^\circ$  aus einem Grundriß gleich einen Flachriß herstellen.

In Fortbildung des Affinzeichners ist neuerdings auch ein Parallelprojektor zur mechanischen Ausführung jedweder Parallelprojektion angegeben worden<sup>1</sup>.

4. Die Militärperspektive. Da sämtliche bisher behandelten perspektivischen Darstellungen eine Umzeichnung vorhandener geometrischer Zeichnungen, insonderheit der Grundrisse, erfordern und dabei

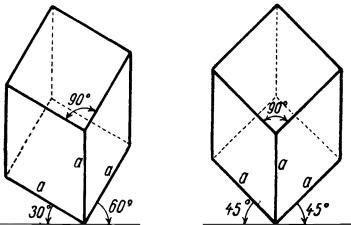


Abb. 190. Würfel in Militärperspektive.

alle Maße in den verschiedenen Richtungen eine mehr oder weniger starke Verzerrung erleiden, ist neuerdings auch im Bergbau die als Militärperspektive bekannte Parallelprojektion zur Einführung gelangt<sup>2</sup>. Bei diesem Verfahren werden die unverändert bleibenden Grundrisse in ihren wirklichen Höhenabständen übereinander gelegt, wodurch sich ein in den söhligen und seigeren Richtungen unverzerrtes und maßstäbliches Raumbild ergibt. Wie in Abb. 190 zu sehen, kann die Stellung des Körpers, hier eines Würfels, in der Zeichenebene verschieden gewählt werden, so daß die Seitenkanten z. B. unter je  $45^\circ$ , Abb. 190, rechts, oder unter  $30^\circ$  und  $60^\circ$ , Abb. 190, links, gegen die Waagerechte geneigt verlaufen.

ander gelegt, wodurch sich ein in den söhligen und seigeren Richtungen unverzerrtes und maßstäbliches Raumbild ergibt. Wie in Abb. 190 zu sehen, kann die Stellung des Körpers, hier eines Würfels, in der Zeichenebene verschieden gewählt werden, so daß die Seitenkanten z. B. unter je  $45^\circ$ , Abb. 190, rechts, oder unter  $30^\circ$  und  $60^\circ$ , Abb. 190, links, gegen die Waagerechte geneigt verlaufen.

Abb. 191 zeigt die in Abb. 178 grundrißlich dargestellten Grubenbaue in Militärperspektive. Bei Benutzung eines durchsichtigen Zeichnstoffes braucht man diesen nur jeweils um den Betrag des Sohlenabstandes an einer Lotrechten zu verschieben und dann die auf der betreffenden Sohle vorhandenen Grubenbaue durchzupausen. Die lotrechten und flachen Grubenbaue ergeben sich wieder durch Verbindung der Ansatzpunkte auf den einzelnen Sohlen.

Der in vielen Fällen ausschlaggebende Vorzug der schnellen und bequemen Anfertigung sowie der Maßstäblichkeit in söhligen und seige-

<sup>1</sup> Fox, E.: Einfache mathematische Grundlagen der senkrechten Parallelprojektion und ihre Anwendung zur Herstellung eines Parallelprojektors. Mitt. Markscheidewes. 1939, S. 62.

<sup>2</sup> Müller, H.: Eine erweiterte Anwendungsmöglichkeit der Militärperspektive im bergbaulichen Reißwesen. Glückauf 1940, S. 518.

ren Richtungen wird allerdings bei diesem Verfahren durch eine im Vergleich zu den übrigen Perspektiven etwas geringere Bildwirkung, die sich insbesondere bei tiefgegliederten Darstellungen bemerkbar macht, erkauft.

#### 145. Stereoskopische Raumbilder.

Wie bei der Raumbildmessung, S. 148, durch Betrachten zweier von verschiedenen Standpunkten aufgenommener Lichtbilder, kann auch im Raumglas — Stereoskop — von zwei nebeneinander gelegten, aus verschiedenen Punkten gesehenen perspektivischen Zeichnungen eine Raumwahrnehmung erzielt werden. Sie beruht darauf, daß die mit beiden Augen erfaßten Darstellungen wie beim gewöhnlichen Sehen in unserer Vorstellung einen körperlichen Eindruck hervorrufen. Bei Verwendung des gewöhnlichen Linsenraumglases dürfen aber die gleichen Punkte in beiden Bildern nicht weiter auseinanderliegen als der Augenabstand beträgt, also etwa 65 mm, so daß man bei der Betrachtung nur kleine Ausschnitte aus einer Darstellung zusammenfügen kann oder diese in sehr kleinem Maßstab anfertigen muß. Et-

was mehr Spielraum in der Größenanordnung hat man allerdings beim Spiegelraumglas, das Bilder bis  $18 \times 24$  cm Größe zu betrachten erlaubt. Für die üblichen Rißformate kommt jedoch diese stereoskopische Betrachtungsweise nicht in Frage.

**146. Anaglyphenverfahren.** Die Raumwahrnehmung erfolgt bei diesem Verfahren in gleicher Weise wie bei den vorerwähnten stereoskopischen Bildern, doch wird hier jedem Auge sein Bild dadurch zugeordnet, daß es in einer bestimmten Farbe — rot oder grün — gezeichnet und durch eine Brille mit Filtern in den Gegenfarben — grün oder rot — betrachtet wird. Das mit rotem Filter ausgerüstete Auge erblickt dann von der rotgrünen Zeichnung nur die grünen Linien, und zwar schwarz, während die roten Linien für dieses Auge verschwinden. Umgekehrt sieht das mit grünem Filter ausgestattete Auge nur die roten Linien schwarz, während hierfür die grünen Linien verschwinden.

Bei der Herstellung der Anaglyphenzeichnungen<sup>1</sup> kommt es darauf an, daß die aus der Grundfläche eines Körpers aufragenden Kanten nach Richtung und

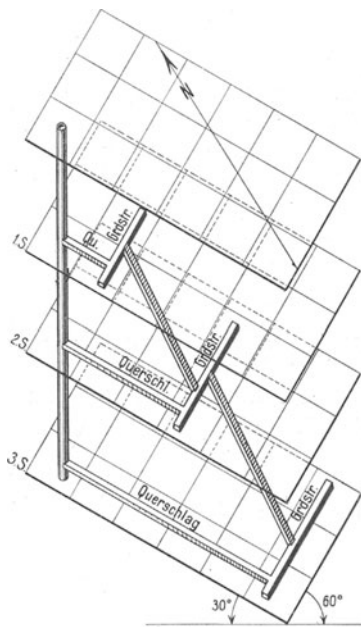
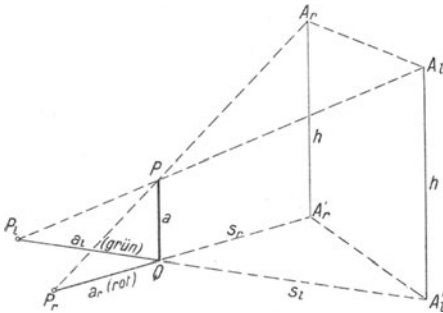


Abb. 191. Grubenbaue in Militärperspektive.

<sup>1</sup> Nehm, W.: Das Raumbild und seine Konstruktion. Mitt. Markscheidewes. 1936, S. 102. — Köhler, O., U. Graf u. C. Calow: Mathematische Raumbilder. Berlin 1938. — Rellensmann, O., u. H. Jung: Das Anaglyphenraumbild als Hilfsmittel für die Veranschaulichung von bergmännischen Aufgaben. Glückauf 1939, S. 530.



Länge bzw. die Lage der Grundrisse der verschiedenen Sohlen in der Zeichenebene richtig dargestellt werden. Nach Abb. 192 ergibt sich bei zentralperspektivischer Abbildung als Bildpunkt von  $P$  für das rechte Auge  $A_r$  der Punkt  $P_r$ , für das linke Auge  $A_l$  der Punkt  $P_l$  und demgemäß als Abbilder der lotrechten Strecke  $a$  die waagerechten Strecken  $a_r$  und  $a_l$ . Befinden sich die Augenpunkte  $A_r$  und  $A_l$  um den Betrag  $h$  über der Zeichenebene und sind die Entfernungen ihrer Fußpunkte  $A'_r$  und  $A'_l$  von  $Q$  gleich den Strecken  $s_r$  und  $s_l$ , so erhält man



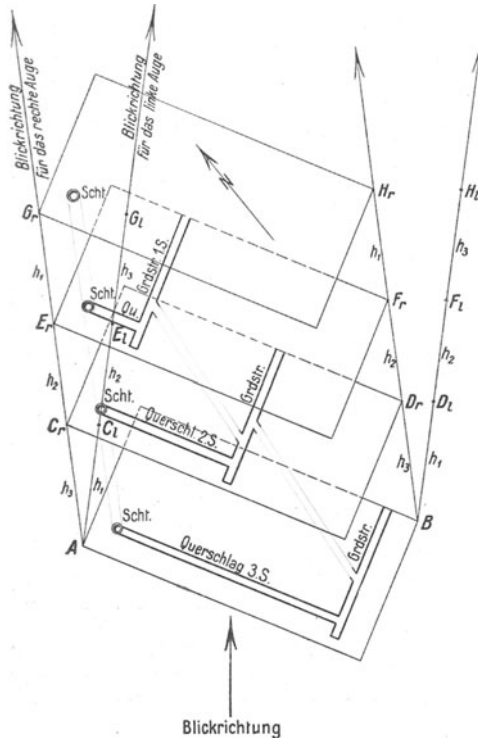
$$\frac{a_r}{a} = \frac{s_r}{h - a} \quad \text{oder} \quad a_r = \frac{a}{h - a} \cdot s_r$$

und entsprechend

$$a_l = \frac{a}{h - a} \cdot s_l.$$

Abb. 192. Zentralperspektivische Abbildungen einer lotrechten Strecke für beide Augen.

Die Strecken  $a_r$  und  $a_l$  liegen auf den Verlängerungen von  $s_r$  und  $s_l$ . Auf diese Weise kann man für alle Punkte eines Körpers außerhalb der Grundfläche bei gleichem  $h$  die Werte für  $a_r$  und  $a_l$  ermitteln und in den entsprechenden Richtungen abtragen. Durch richtige Verbindung der zugehörigen Punkte erhält man zwei zentralperspektivische Bilder des Körpers, von denen das linke in roter, das rechte in grüner Farbe ausgezogen wird.



Die vorstehend angegebene Konstruktion der beiden zentralperspektivischen Zeichnungen für ein Anaglyphenraumbild ist bei umfangreichen Darstellungen recht umständlich. Man kommt erheblich einfacher zum gleichen Ziel, wenn man für diesen Zweck perspektivische Bilder heranzieht, und zwar gänzlich ohne Umzeichnung, wenn man die auf S. 194 behandelte Militärperspektive mit einer Einblickneigung von  $45^\circ$  hierfür zugrunde legt. Um die in Abb. 178, S. 187, grundrißlich dargestellten Grubenbaue auf diese Weise im Anaglyphenbild zu zeichnen, zieht man nach dem Beispiel in Abb. 193 auf einem aufgelegten Pauspapier durch 2 Punkte des Grundrisses die Einblickrichtungen für das rechte und linke Auge, die in vorliegendem Falle einen angenommenen Winkel von  $15^\circ$  miteinander bilden. Nach-

Abb. 193. Zeichnung der beiden Bilder in Militärperspektive beim Anaglyphenverfahren.

dem man dann die auf der untersten Sohle liegenden Baue durchgepaust hat, verschiebt man, da beim Einblick unter  $45^\circ$  Neigung sämtliche söhlig-

Abstände  $a_r$  und  $a_l$  der Abb. 192 gleich den seigeren  $a$  werden, das Pauspapier zunächst an den beiden linken Blickstrahlen jeweils um den Betrag des Sohlenabstandes, so daß sich die Punkte  $A$  und  $B$  des Grundrisses nacheinander mit den Punkten  $C_r$  und  $D_r$ ,  $E_r$  und  $F_r$ ,  $G_r$  und  $H_r$  der Pause decken, zeichnet nach jedem Verschieben die Baue der betreffenden Sohlen in roter Farbe nach und trägt schließlich die außerhalb der Sohle liegenden Grubenbaue, wie Schacht und Überhauen, durch Verbindung der Ansatzpunkte auf den Sohlen ein. In gleicher Weise wird dann das grüne Bild für das linke Auge durch Verschieben an den rechten Blickstrahlen und jeweiliges Durchzeichnen der entsprechenden Baue erhalten. Bei Betrachtung der so gezeichneten farbigen Bilder durch eine Brille, deren rotes Filter vor das linke und deren grünes Filter vor das rechte Auge gebracht werden muß, sieht man ein scheinbar im Raume stehendes Modell der Grubenbaue, dessen Form sich beim Hin- und Herbewegen oder Heben und Senken des Kopfes „affin“, d. h. gesetzmäßig parallel verändert<sup>1</sup>. Durch rötliche Tönung der Bildebene nach patentamtlich geschützten Verfahren ist eine bessere Bildwirkung zu erreichen.

Da bei dem Anaglyphenverfahren die Betrachtung der Bilder abschnittsweise erfolgen kann, so läßt sich hiermit auch der Inhalt eines größeren Kartenblattes raumbildlich erfassen, wodurch dieses Verfahren sich für bergbauliche Darstellungen als besonders geeignet erweist. Andererseits ist allerdings bei allen Anaglyphenbildern der sonst übliche Gebrauch von Farben zur Kennzeichnung bestimmter Schichten, Flächen oder Höhenlagen nur in geringem Umfange möglich.

## Vervielfältigungen von zeichnerischen Darstellungen.

**147. Abzeichnungen im gleichen Maßstab.** Wenn eine Abzeichnung von geometrischen oder raumbildlichen Darstellungen nur auf durchsichtigem Zeichenstoff — Pauspapier, Pausleinwand, Zellon, Kodak-Klarzell usw. — erfolgen soll, so legt man das Zeichenblatt glatt auf die Urzeichnung und hält es in seiner Lage durch Gewichte unverrückbar fest. Dann zieht man jede Linie mit spitzem Bleistift oder besser mit Reißfeder und Tusche genau nach, indem man für Gerade ein Zeichendreieck, für Kreisbogen einen Zirkel und für sonstige Bogen Kurvenlineale zu Hilfe nimmt. Vermessungspunkte werden mit dem Nullenzirkel lotrecht durchgestochen und umringelt. Durch Beschriftung, Zeichen- und Farbgebung kann die Pause wie der Originalplan ausgeführt werden.

Ist die Abzeichnung auf Zeichenpapier zu übertragen, so wird man bei Anfertigung der Pausen zunächst die Eck- und Brechpunkte aller geradlinig begrenzten Gegenstände ebenso wie die Vermessungs- und etwaige Netzpunkte mittels lotrecht gehaltener Nadel durchstechen und umringeln. Die geradlinigen Grenzen deutet man in Blei freihändig an, während krummlinige Begrenzungen genau nachgezogen werden. Bei der Übertragung auf den Zeichenbogen sind von der festgelegten Pause aus alle umringelten Punkte mit lotrechter Nadel durchzustechen, während alle Bleilinien mit scharfem Bleistift nachgezogen

<sup>1</sup> Wegen drucktechnischer Schwierigkeiten konnte das vorgesehene, farbig ausgeführte Anaglyphenbild der Grubenbaue nebst Brille leider nicht beigegeben werden.

werden, nachdem man vorher zur Erzielung einer sichtbaren Durchzeichnung zwischen Pause und Zeichenbogen ein Blatt Graphitpapier eingeschoben hat. Das Ausziehen, Beschreiben, Anlegen und die Zeichengebung erfolgen auf der Abzeichnung wieder wie bei der Urzeichnung. Die Pause kann man zur Übertragung auf Zeichenbogen mehrmals benutzen, doch werden nach mehrfachem Durchstechen die Punkte leicht ausgeweitet und daher die Übertragungen ungenau.

Ein anderes Verfahren, bei dem unter Ausschaltung der Pausen die Abzeichnung auf dem über den Urriß gelegten Zeichenpapier unmittelbar vorgenommen wird, ermöglicht der Durchleuchtungstisch, der auch vielfach zum Vergleich des Inhaltes übereinandergelegter Risse benutzt wird. Die Platte dieses Tisches besteht aus einer kräftigen Spiegelglasscheibe, unter der sich ein Kasten mit elektrischen Lampen, Reflektor, Wärmeschutzscheibe und Ventilationseinrichtung befindet. Die Leuchtkraft der Lampen ist so groß, daß auch bei aufgezogenen Rissen noch ein deutliches Erkennen aller Einzelheiten und daher ein Nachzeichnen möglich wird.

**148. Verkleinern und Vergrößern von Zeichnungen.** Sind aus einer Zeichnung nur wenige Punkte in eine Darstellung kleineren oder größeren Maßstabes zu übertragen, so geschieht das am einfachsten mit einem Reduktionszirkel. Dies

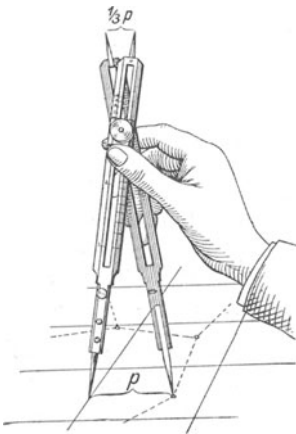


Abb. 194. Reduktionszirkel.

ist ein mit doppelten Schenkeln versehener Zirkel, dessen verschiebbarer Drehpunkt so eingestellt werden kann, daß das Verhältnis des Spitzenabstandes auf beiden Seiten des Drehpunktes der gewünschten Verkleinerung oder umgekehrt der Vergrößerung entspricht, Abb. 194. Zum Abgreifen der Punktabstände am einen und zum Abtragen am andern Zirkelende muß man von Netzlinien mit gleichen Nord-Süd- und Ost-West-Entfernungen ausgehen.

Behelfsmäßig kann eine Verkleinerung oder Vergrößerung von Zeichnungen mit Hilfe von Quadratnetzen erfolgen, die, dem Maßstab von Urzeichnung und Kopie entsprechend, möglichst engmaschig auf beiden Plänen aufgetragen werden. Durch gleichartige Bezeichnungen der Planquadrate schützt man sich vor Übertragungsfehlern.

Das gebräuchlichste Gerät zum maßstabsgetreuen Umzeichnen von Plänen und Rissen ist der Pantograph, Abb. 195. Derselbe besteht aus vier in Verhältniswerte und in Millimeter geteilten, hohlen Metallstangen, die zu einem beweglichen, waagerechten Parallelogramm verbunden sind. In einem äußeren Gelenkpunkt liegt der Pol  $P$ , um den das ganze System drehbar ist, und der zwecks unverrückbarer Festlegung in einem durch Gewichte beschwerten Traggestell eingelassen wird. Zwei von einem Punkt über dem Pol ausgehende Drähte halten das Gestänge freischwebend, so daß die Reibung auf dem Zeichentisch oder Zeichenbogen aufgehoben ist. Dem Pol gegenüber liegt im Gelenksystem bei Verkleinerungen der Fahrstift  $F$ , während auf der Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Pol sich jetzt der Zeichenstift  $Z$  befindet. Für Verkleinerungen auf  $\frac{1}{n}$  der Urzeichnung werden zunächst die Punkte  $B$  und  $C$  auf  $\frac{1}{n}$  der Stangenlänge  $AF$  und alsdann  $Z$  auf  $\frac{1}{n}$  der gleich großen Länge  $CB$  eingestellt. Es verhalten sich dann in jeder Lage des Gelenksystems

$$PC : AF = CZ : CB = PZ : PF = 1 : n .$$

Daher wird auch jede von  $Z$  zurückgelegte Strecke =  $\frac{1}{n}$  des von  $F$  beschriebenen Weges sein. Man braucht also mit dem Fahrstift nur die Gegenstände der Urzeichnung zu umfahren, um auf der gleichgerichtet liegenden Abzeichnung durch

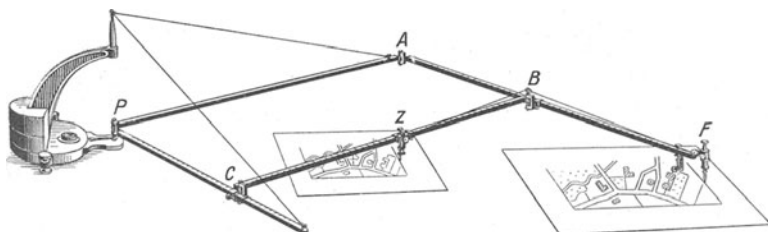


Abb. 195. Pantograph.

den Zeichenstift die maßstäbliche Verkleinerung zu erhalten. Um das Einsetzen des Zeichenstiftes gleichzeitig mit dem Aufsetzen des Fahrstiftes zu beginnen und zu beenden, ist zwischen beiden eine Schnurverbindung angebracht, mit welcher der Zeichenstift beim Niederdrücken des Fahrstiftes herabgelassen, beim Aufheben des Druckes hochgezogen wird. Statt der Umfahrung der einzelnen Gegenstände kann bei geradlinigen Gebilden eine schärfere Übertragung der Eckpunkte stattfinden, wenn beim Aufsetzen des Fahrstiftes durch eine an Stelle des Zeichenstiftes eingesetzte Nadel ein Einstechen der Punkte vorgenommen wird. Bei Vergrößerungen sind Original und Abzeichnung sowie Fahr- und Zeichenstift gegeneinander zu vertauschen.

Für Umzeichnungsverhältnisse, die nahe bei 1:1 liegen, rückt der Zeichenstift zu nahe an den Fahrstift heran. Man kann in solchem Falle den Pol gegen den Zeichenstift auswechseln, hat also den Drehpunkt dann zwischen Zeichen- und Fahrstift liegen.

**149. Chemische und photomechanische Vervielfältigungsverfahren.** Zur Vervielfältigung in gleichem Maßstab dient bei lichtdurchlässigen Vorlagen das Lichtpausverfahren. In einem Kopierrahmen wird unter einer Glasplatte oder einem Glaszylinder die Zeichnung auf ein mit einer lichtempfindlichen Schicht versehenes Papier gepreßt und dann kurze Zeit mittels natürlicher oder künstlicher Beleuchtung durchstrahlt. Danach wird die Lichtpause entweder in Wasser ausgewaschen oder auf trockenem Wege durch Ammoniakdämpfe — Ozalidverfahren — entwickelt. Da das trocken behandelte Ozalidpapier maßhaltig bleibt und auch Eintragungen mit Bleistift, Tusche und Farben gestattet, so ist es zur Vervielfältigung maßstäblicher Zeichnungen besonders geeignet.

Gleichmaßstäbliche Abzüge von undurchsichtigen Vorlagen können nach dem Reflexverfahren mit besonderen Geräten — Aluna, Ultraplex, Lumoprint, Rectophot u. a. — hergestellt werden, bei denen auf angelegtem Bromsilberpapier nach der Durchleuchtung ein negatives Spiegelbild erzeugt wird, von dem nach erfolgter Entwicklung und Fixierung eine positive Kontaktkopie auf durchsichtigem Material herzustellen ist, die wieder als Lichtpausvorlage dient.

Zur Herstellung von Abzügen im gleichen Maßstab sowie zur Anfertigung von Vergrößerungen und Verkleinerungen wird weiterhin auch das photographische Verfahren in wachsendem Maße herangezogen. Man braucht zur Anfertigung maßstäblicher Bilder Photokopiergeräte, bei denen einmal für jede Aufnahme eine genau und einfach zu regelnde, starre Verbindung zwischen Gegenstands- und Bildträger hergestellt und andererseits durch Einschalten eines Umkehrprismas oder -spiegels vor verzeichnungsfreiem Objektiv ein seitenrichtiges, wenn auch tonverkehrtes Bild — weiße Zeichnung auf schwarzem Grund — gleich auf Zeichen- oder pausfähigem Papier erhalten wird, während sich die von dem ersten Abzug gemachten weiteren Kopien positiv, also mit schwarzer Zeichnung auf weißem Grund ergeben.

Von den für die verschiedensten Gebrauchszwecke zur Verfügung stehenden Photokopiergeräten zeigt Abb. 196 eine Ausführungsart der bekannten Kontophotgeräte. Vor der zum Anlegen der Zeichnungen dienenden pneumatischen Ansaugfläche von  $105 \times 150$  cm Größe ist außer der Beleuchtungseinrichtung auf einem fahrbaren Gestell die Aufnahmekammer angebracht, die entweder in gerader Richtung zur Herstellung seitenverkehrter Glas- bzw. Filmnegative oder, um  $90^\circ$  verschwenkt und mit Umkehrspiegel versehen, für seitenrichtige Aufnahmen auf Papier bis zu  $21 \times 30$  cm Größe dient. Mittels eines an der Kammer anzusetzenden Durchleuchtungskasten kann sodann wieder eine Rückvergrößerung durchsichtiger Negative zur Ansaugfläche hin oder bei den Vergrößerungsverhältnissen bis 2:1 zu dem unter der Kammer sichtbaren Tisch mit Glasplatte hin

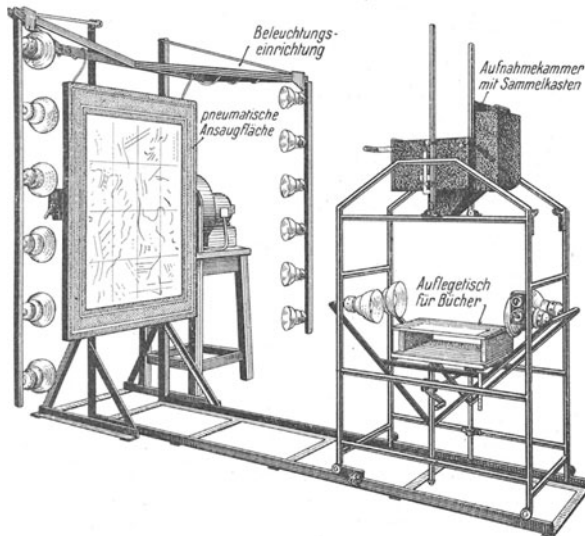


Abb. 196. Kontophotgerät „Akts“ in seitenrichtiger Aufnahmestellung.

erfolgen. Letzterer ist im übrigen als Auflager für Bücher, Aktenstücke usw., aus denen einzelne Seiten kopiert werden sollen, vorgesehen. Die Einstellungen der richtigen Bildgröße und -scharfe der Aufnahmen lassen sich an Skalen vornehmen.

Alle chemischen und photomechanischen Vervielfältigungsverfahren bieten neben großer Zeit- und Arbeitersparnis den Vorteil der unbedingten Übereinstimmung von Kopie und Original, was bei inhaltsreichen Darstellungen besonders wertvoll ist.

**150. Druckverfahren.** Wenn bei der Vervielfältigung von Zeichnungen größere Auflagen verlangt oder höhere Anforderungen gestellt werden oder wenn es sich um die Vervielfältigung mehrfarbiger Darstellungen handelt, macht man vom Kartendruck Gebrauch.

Das älteste Druckverfahren ist der Kupferstich, bei dem das Spiegelbild der Zeichnung in eine gehämmerte Kupferplatte mit einem Stichel oder mit einer Graviermaschine eingeritzt und in die so hergestellten Vertiefungen Druckerfarbe eingewalzt wird. Ferner kann auch auf photomechanischem Wege durch galvanische Gravur mit Hilfe der Elektrolyse der Karteninhalt einer Druckplatte auf Kupfer übertragen werden. Der kostspieligeren Herstellung des Kupferstiches stehen die sonst unerreichbare Schärfe des Druckes und die für spätere Auflagen nützliche Möglichkeit fast unbegrenzter Berichtigung einmal vorhandener Kupferplatten gegenüber.

Der Steindruck oder die Lithographie erfordert gleichfalls die Übertragung des Spiegelbildes der Zeichnung, und zwar auf einen, aus Solnhofener

Kalkschiefern gewonnenen, glattgeschliffenen Stein. Dieser Stein ist maßhaltiger als die Kupferplatte, läßt sich aber nur in beschränktem Umfange berichtigen und liefert nicht so scharfe Drucke wie der Kupferstich. Vielfach verwendet man den Steindruck für die Farbplatten von Karten, deren Schwarzplatten in Kupfer gestochen werden. Sowohl beim Kupferstich als auch beim Steindruck erfolgt der Druck der Auflage in der Regel nicht unmittelbar von der Stichplatte oder dem Stichstein, sondern von einem Maschinenstein oder einer Aluminiumplatte, auf die das Kartenbild vorher umgedruckt worden ist.

Meist kommen für den Druck von Karten und Plänen, z. B. auch zur Herstellung der Gebrauchsrise neuer Grubenbilder, heute Flachdruckverfahren zur Anwendung, die unter den Namen Gisdruk, Manuldruck, Pulchradruk, Wilgrödruck usw. bekannt sind. Bei diesen Verfahren werden durchsichtige Vorlagen mittels Durchlichtung und undurchsichtige Zeichnungen photomechanisch auf die lichtempfindliche Schicht der Druckplatten aus Zink oder Aluminium übertragen. Um Unebenheiten in der Zeichnung und Beschriftung weniger in Erscheinung treten zu lassen, fertigt man die Vorlage gewöhnlich in größerem Maßstabe an und stellt dann die Druckplatte als Verkleinerung her. Man muß dabei aber beachten, daß Striche, Schrift und Kartenzeichen in den Drucken in richtiger Stärke, Größe und Dichte erscheinen.

Schließlich sei noch der Offsetdruck erwähnt, der für sehr große Auflagen vorteilhaft ist und daher bei der Vervielfältigung von Plänen und Rissen nur selten in Betracht kommt. Bei diesem Verfahren besteht der Bildträger für den Druck aus einem Gummituch, das auf eine über einem Zylinder gelegte Zinkplatte gespannt wird.

## Sonderkonstruktionen und Berechnungen.

**151. Herstellung von Schichtlinienplänen.** Wenn durch Flächennivellement oder Tachymetermessung eine ausreichende Anzahl von Bodenpunkten im Gelände der Lage und auch der Höhe nach bestimmt worden ist, so kann die Bodengestaltung im Grundriß durch Einzeichnen von Schichtlinien oder Höhenkurven veranschaulicht werden, s. S. 134, Abb. 121. Diese Schichtlinien sind die Schnittkurven von waagerechten, in bestimmten Abständen gelegten Ebenen mit dem Gelände. Sie verbinden also alle Punkte gleicher Höhe miteinander, und zwar gewöhnlich in runden Meterzahlen über dem Meeresspiegel.

Die Konstruktion der Schichtlinien geht in folgender Weise vor sich: Sind die Geländepunkte in den Grundriß eingetragen und mit Höhenzahlen versehen, so verbindet man durch dünne Bleilinen je zwei benachbarte Punkte, die in der Höhenlage möglichst voneinander abweichen, also genähert in der Fallrichtung des Geländes liegen. Auf diesen Verbindungslinien werden dann Punkte in Höhe der vorgesehenen Schichtlinien unter der Annahme gleichmäßiger Neigungen ermittelt. Man kann hierbei z. B. so verfahren, daß man von einem Endpunkt die söglichen Entfernungen der Zwischenpunkte aus der Länge der Verbindungslinie, dem Höhenunterschied ihrer Endpunkte und demjenigen des jeweils gesuchten Punktes gegen den Anfangspunkt mit dem Rechenschieber ermittelt. Sind die Entfernung der Punkte  $A$  und  $E$  in Abb. 197 zu  $s$  Millimeter, ihr Höhenunterschied zu  $h$  Meter, die Höhenunterschiede der Punkte  $B$ ,  $C$  und  $D$  gegen  $A$  zu  $h_1$ ,  $h_2$  und  $h_3$  Meter bestimmt worden, so ergeben sich die Entfernungen

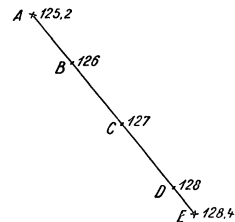


Abb. 197. Ermittlung von Schichtlinienpunkten durch Rechnung.

$$AB = \frac{s}{h} \cdot h_1, \quad AC = \frac{s}{h} \cdot h_2 \quad \text{und} \quad AD = \frac{s}{h} \cdot h_3 \quad \text{in mm.}$$

Ohne Rechnung lassen sich die Zwischenpunkte mit einer auf einem Stückchen Pauspapier gezeichneten Schar von gleichabständigen, parallelen Linien, denen die Höhen der gesuchten Schichtlinien beigeschrieben sind, einschalten. Hält man in Abb. 198 einen in 127,5 m gelegenen Punkt der Teilung auf dem Punkt *F*

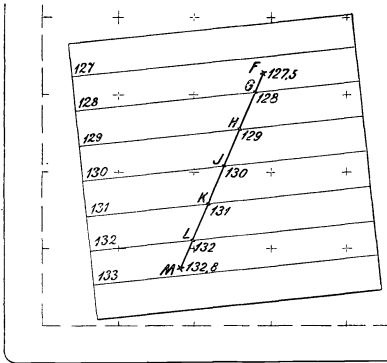


Abb. 198. Einschalten von Schichtlinienpunkten mittels paralleler Linien.

formen durch Schichtlinien hängt im wesentlichen von der zweckmäßigen Auswahl der Punkte bei der Aufnahme ab. Jeder Wechsel im Gefälle muß erfaßt werden.

Die Entfernung der Schichtlinien voneinander kennzeichnet die Neigung des Geländes. An steilen Hängen rücken diese Linien im Grundriß dichter zusammen, während sie in flachen Gebieten größeren Abstand aufweisen. Man kann mit Hilfe der Schichtlinien die Neigungswinkel in jedweder Richtung leicht ermitteln, die Höhenlage beliebiger Punkte entnehmen, das Ausgehende von Lagerstätten und sonstigen Gebirgsschichten an der Tagesoberfläche feststellen usw.

Auch bei der Darstellung der Lagerungsverhältnisse von Lagerstätten und andern Gebirgsschichten läßt sich in gewissen Fällen die Wiedergabe durch Schichtlinien mit Vorteil verwenden. Insbesondere kann der Verlauf der Unterfläche des Deckgebirges, das Hangende und Liegende von flachwelligen oder sehr mächtigen Lagerstätten — z. B. Braunkohlenlager — in dieser Art veranschaulicht werden, wenn durch Bohrlöcher oder sonstige Aufschlüsse eine genügende Anzahl von Punkten in diesen Schichten der Lage und Höhe nach bekannt ist.

### Darstellung von Lagerungsverhältnissen.

Die Lage einer ebenflächigen Schicht im Raume wird grundrißlich durch eine in bestimmter Höhe gezogene und mit Einfallpfeil nebst Gradzahl versehene Streichlinie gekennzeichnet.

Sind in einer Lagerstätte söhliche Strecken aufgefahren, so entsprechen ihre im Grundriß eingezeichneten Stöße im allgemeinen den Streichlinien der Lagerstätte. An diese Strecken gesetzte Einfallpfeile nebst Gradzahlen sowie Höhenzahlen und Mächtigkeitsangaben liefern die weiteren Unterlagen für den räumlichen Verlauf der Lagerstätte. Krummlinige Streckenstöße, Veränderung der Entfernungen streichen-

mit einer Zirkelspitze fest und dreht das Pauspapier so lange, bis Punkt *M* auf 132,8 m der Teilung liegt, so kann man die Zwischenpunkte als Schnittpunkte der Verbindungslinie *F* bis *M* mit den Parallelen 128 bis 132 m durchstechen. Sind auf eine dieser Arten genügend Zwischenpunkte festgelegt worden, so wird man, gegebenenfalls mit Benutzung der Handzeichnung, in der bei der Aufnahme die Geländeformen in ihren wesentlichen Zügen schon einskizziert wurden, alle Punkte gleicher Höhe miteinander verbinden. Dabei ist darauf zu achten, daß fortlaufend gekrümmte Linien entstehen und keine scharfen Knickpunkte oder sonstige, in der Natur unmögliche Formen auftreten. Die richtige Wiedergabe der Gelände-

der Strecken, wechselnde Richtung und Größe des Einfallwinkels und unterschiedliche Mächtigkeiten lassen auch im Grundriß die Unregelmäßigkeiten im Verlauf und Verhalten der Lagerstätten erkennen.

Während das Streichen und Einfallen der Schichten meist aus unmittelbarer Messung erhalten wird, s. S. 161 u. f., ist manchmal auch die Ermittlung dieser Größen aus unzugänglichen Aufschlußpunkten oder wenig entblößten und für die Messung daher ungeeigneten Aufschlüssen notwendig.

**152. Bestimmung des Streichens und des Einfallens einer Schicht aus 3 Aufschlußpunkten.** Ist eine Schicht ebenflächig und ungestört abgelagert, so läßt sich ihr Streichen und Einfallen aus drei, nicht in einer Geraden liegenden Aufschlußpunkten ermitteln, wenn deren Lage und Höhe bekannt ist.

In Abb. 199 ist angenommen, daß 3 Bohrlöcher *I*, *II* und *III* in 217, 225 und 184 m Teufe die ebene Unterfläche des Deckgebirges in einem Grubenfeld

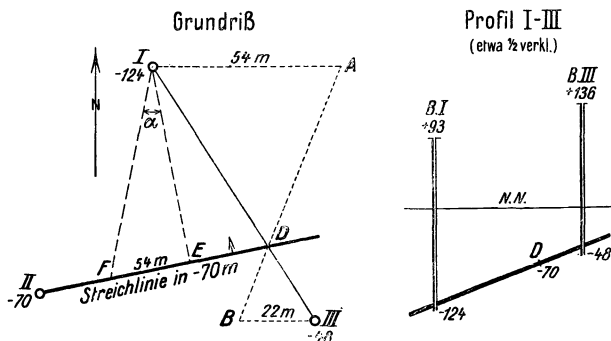


Abb. 199. Ermittlung des Streichens und Einfallens einer Schicht aus 3 Bohrlöchern.

durchstoßen haben. Die grundrißliche Lage der Bohrlöcher wurde in eine mit Schichtlinien versehene Karte 1:5000 eingetragen, aus der dann die Höhen der Tagesöffnungen des Bohrlochs *I* zu +93 m, des Bohrlochs *II* zu +155 m und des Bohrlochs *III* zu +136 m entnommen worden sind. Durch Abzug der Teufen von den entsprechenden Höhenzahlen an der Tagesoberfläche erhält man die Höhen der Aufschlußpunkte in den Bohrungen *I*, *II* und *III* zu -124, -70 und -48 m NN. Wie man sieht, liegt die Deckgebirgsunterfläche im Bohrloch *I* am tiefsten, im Bohrloch *III* am höchsten. Eine durch den Aufschluß im Bohrloch *II*, also in -70 m Höhe, gezogene Streichlinie muß daher zwischen den Bohrungen *I* und *III* durchsetzen, d. h. die auf der Deckgebirgsunterfläche von *I* nach *III* gezogene Linie in einem Punkte schneiden, der auch die Höhe -70 m NN hat. Dieser Punkt wird gefunden, wenn man die söhliche Entfernung *I* bis *III* im Verhältnis der Höhenunterschiede *I* bis *II* = 54 m und *II* bis *III* = 22 m teilt. Zu dem Zweck zieht man durch *I* und *III* zwei beliebig gerichtete, parallele Linien, auf denen man im beliebigen, aber gleichen Maßstab die Werte 54 m und 22 m, und zwar den einen nach rechts, den andern nach links, abträgt. Verbindet man die Endpunkte *A* und *B* der Parallelen miteinander, so schneidet diese Gerade die Linie *I* bis *III* in dem Punkt *D*, der, wie aus der Ähnlichkeit der Dreiecke *I-A-D* und *III-B-D* leicht nachzuweisen ist, in -70 m Höhe liegt. Die Linie *II* bis *D* ist die Streichlinie der Deckgebirgsunterfläche, und man kann nun mittels Gradscheibe den Streichwinkel dieser Linie entnehmen. Die rechtwinklig zur Streichlinie *II* bis *D* nach dem tiefer gelegenen Punkt *I* gezogene Linie *E* bis *I* ist die Falllinie der Schicht im Grundriß. Trägt man den Höhenunterschied zwischen den Punkten *II* und *I*, also 54 m, im Maßstab 1:5000 von *E* aus auf der Streichlinie



ab und verbindet den Endpunkt  $F$  dieser Strecke mit  $I$ , so ist das rechtwinklige Dreieck  $I-E-F$  ein in die Grundrißebene umgeklapptes Falldreieck der Deckgebirgsunterfläche und der in diesem Dreieck bei  $I$  auftretende Winkel der Einfallwinkel  $\alpha$ , dessen Größe mit einer Gradscheibe aus der Darstellung entnommen werden kann.

Die Lage des Punktes  $D$  und der Einfallwinkel der Schicht läßt sich auch aus der Ähnlichkeit der Dreiecke  $I-D-A$  und  $III-D-B$  rechnerisch ermitteln. Aus der in Abb. 199 abzulesenden Beziehung

$$\frac{I-D}{III-D} = \frac{54}{22} \text{ ergibt sich weiter } \frac{I-D}{I-D + III-D} = \frac{54}{54 + 22}$$

oder

$$\frac{I-D}{I-III} = \frac{54}{76} \text{ und daraus } I-D = \frac{54}{76} \cdot I-III,$$

wobei  $I$  bis  $D$  gleich in Millimetern erhalten wird, wenn man  $I$  bis  $III$  in Millimetern einsetzt. Den Einfallwinkel bekommt man aus der Gleichung  $\text{tg } \alpha = \frac{54}{I-E}$ , wobei  $I$  bis  $E$  in Metern aus dem Maßstab des Grundrisses festgestellt werden muß.

Wenn mehr als 3 Aufschlußpunkte vorhanden sind, kann man vorstehendes Verfahren wiederholt anwenden und muß dann bei ebenen Schichten parallele Streichlinien und gleiche Fallwinkel erhalten. Da aber auf größere Erstreckung auch in den als ebenflächig bezeichneten Schichten zum mindestens geringe Unregelmäßigkeiten auftreten, ist es zweckmäßiger, in diesem Falle wie bei der Schichtlinienkonstruktion, s. S. 201/202, vorzugehen, also ungefähr im Einfallen verlaufende Linien zwischen den Aufschlußpunkten zu ziehen, auf diesen Linien die Punkte runder Höhenzahlen zu ermitteln und gleichhochliegende Punkte auf allen Linien durch Kurven zu verbinden. Das Einfallen kann dann an jeder beliebigen Stelle aus der kürzesten söhligten Entfernung der Schichtlinien und ihrem Höhenunterschied bestimmt werden.

**153. Ermittlung des Streichens einer Schicht aus 2 Aufschlußpunkten und dem Einfallwinkel.** Mitunter sind steilstehende Schichten, insbesondere Störungen, nur in 2 Bohrlöchern, die annähernd im Streichen der Schicht stehen, aufgeschlossen. Auch hier kann man die Streichlinie ermitteln, wenn die allgemeine Himmelsrichtung und die Größe des Einfallens aus Bohrkernen oder entfernteren Aufschlüssen bekannt sind.

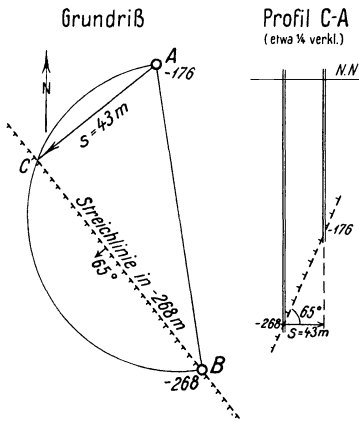


Abb. 200. Ermittlung des Streichens einer Störung aus 2 Bohrlöchern.

In den Bohrungen  $A$  und  $B$ , deren Lage in einem Grundriß 1:2000 eingetragen ist, seien aus Teufenmessungen und Höhenzahlen über Tage die Aufschlußpunkte eines Sprunges, der mit  $65^\circ$  in ungefähr westlicher Richtung einfällt, bei  $-176$  m und  $-268$  m festgestellt, Abb. 200. Aus dem Höhenunterschied der Aufschlüsse von  $92$  m und dem Einfallwinkel von  $65^\circ$  bestimmt man die Sohle des Falldreiecks der Störung zeichnerisch oder rechnerisch nach

$$\text{der Formel } s = \frac{92}{\text{tg } 65^\circ} \approx 43 \text{ m.}$$

Da man weiß, daß Streich- und Einfallrichtung rechtwinklig aufeinanderstehen, so muß der Schnittpunkt der Streichlinie durch Bohrloch  $B$  und der Falllinie durch Bohrloch  $A$  im Grundriß auf dem über die beiden Bohrungen nach Westen geschlagenen Halbkreis liegen. Im vorliegenden Falle ist vom Bohrloch  $A$  aus der Betrag von  $43$  m als Sehne im Maßstab 1:2000 auf dem Halbkreis abzutragen, um den Punkt  $C$  zu erhalten, der mit  $B$  verbunden die Streichlinie der Verwerfung in  $-268$  m ergibt.

**154. Ermittlung des Profilwinkels.** Wenn eine Schicht — Lagerstätte oder Störung — in streichender Richtung durch eine Profilebene geschnitten wird, so ist sie im Profil söglich einzuzeichnen. Schneidet die Profilebene die Schicht dagegen rechtwinklig zum Streichen, so muß man im Profil den Einfallwinkel eintragen, um die richtige Neigung der Schicht gegen die Horizontale zu erhalten. In vielen Fällen ist nun bei der Darstellung von Lagerstätten, die durch spießwinklig verlaufende Störungen verworfen werden, die Eintragung der in schräger Richtung geschnittenen Störung in das Quer- oder Längsprofil der Lagerstätte notwendig, wie auch umgekehrt die Wiedergabe einer schräg geschnittenen Lagerstätte in einem quer zum Streichen der Störung gelegten Profil in Betracht kommt. Den Neigungswinkel der schrägen Schnittlinie der Schicht, der immer kleiner ist als ihr Einfallwinkel, bezeichnet man als Profil- oder Schnittwinkel. Sind im Grundriß mehrere Streichlinien der schräg geschnittenen Schicht in verschiedener Höhenlage wiedergegeben, so erhält man den Profilwinkel zeichnerisch jeweils aus dem durch 2 Streichlinien begrenzten Abschnitt der Profillinie — in Abb. 201, oben, *A* bis *E* — und dem Höhenunterschied der Streichlinien, wenn man mit ersterem als söhlige und mit letzterem als seigere Kathete ein rechtwinkliges Dreieck zeichnet, Abb. 201, unten.

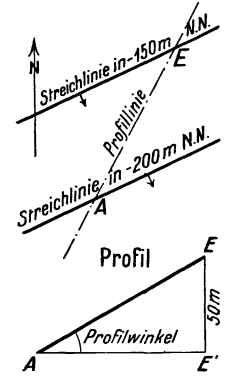


Abb. 201. Konstruktion des Profilwinkels.

Man kann aber auch den Profilwinkel, der nur vom Einfallen der Schicht und der Richtung der Profillinie abhängt, berechnen. In Abb. 202 sind  $\alpha$  das Einfallen der Schicht,  $\beta$  der söhlige Winkel zwischen der Profillinie, d. h. hier der Projektion der Diagonalen, und der Streichlinie der Schicht und  $\gamma$  der Profilwinkel, ferner sind  $h$  der Höhenunterschied der Streichlinien,  $s_1$  und  $s_2$  die söhligen Projektionen der Falllinie und der Diagonalen.

Aus

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{s_2} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{s_1}$$

ergibt sich 
$$\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{s_1}{s_2} .$$

Ferner ist 
$$\sin \beta = \frac{s_1}{s_2} ,$$

also

$$\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} = \sin \beta \quad \text{oder} \quad \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \beta .$$

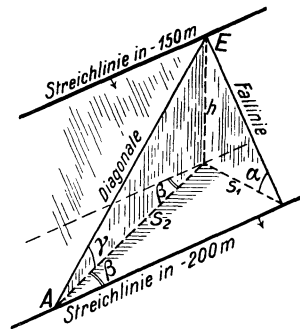


Abb. 202. Berechnung des Profilwinkels.

Für die Angabe der Richtung einer unter bestimmtem Winkel geneigten Diagonalen läßt sich aus letzterer Gleichung auch der Winkel  $\beta$  nach  $\sin \beta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha}$  berechnen, während zur Ermittlung des Einfallens einer Lagerstätte aus einer nach Richtung und Neigung bekannten Diagonalen die Formel  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sin \beta}$  dient.

Die Profilwinkel  $\gamma$  sind für alle Einfallswinkel  $\alpha$  und alle Werte von  $\beta$  aus dem Schaubild im Anhang ,Tafel 6 oben, zu entnehmen, das zugleich auch die gesuchten Winkel  $\beta$  bei bekannten  $\alpha$  und  $\gamma$  oder die Winkel  $\alpha$  bei bekannten  $\beta$  und  $\gamma$  abzulesen gestattet.

**155. Ermittlung der Angaben für einen Schrägstoß.** Beim Einrichten eines Schrägbaues in mittelsteilen oder steilen Flözen sind die Richtung des unter vorgeschriebenen Neigungswinkel anzusetzenden Abbaustoßes und seine Länge, sowie gegebenenfalls auch noch die Länge der unteren Ladestrecke zu Beginn der vollen Entwicklung des Betriebes, d. h. bei Erreichung der oberen Kopfstrecke mit dem Schrägstoß, durch Zeichnung oder Rechnung zu bestimmen. Um die Richtung des Abbaustoßes in der Grube festzulegen, ist es zweckmäßiger, den in der geneigten Flözfläche vom Abbaustoß und der Ladestrecke eingeschlossenen Schrägwinkel mit einer Gradscheibe oder einem Winkel aus Pappe oder Holz anzugeben, als den Horizontalwinkel zwischen diesen Schenkeln mit einem Winkelmeßinstrument abzusetzen.

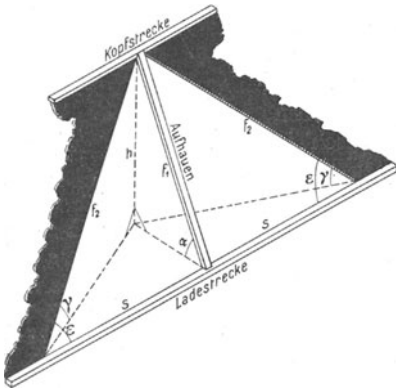


Abb. 203. Ermittlung der Angaben für einen Schrägstoß.

Von den in Abb. 203 eingetragenen Größen ist in der Regel das Einfallen des Flözes  $\alpha$ , die Neigung des Abbaustoßes  $\gamma$  und der Höhenunterschied zwischen Lade- und Kopfstrecke  $h$  gegeben. Aus dem Höhenunterschied  $h$  als lotrechter Kathete und dem gegenüberliegenden Winkel  $\alpha$  läßt sich das rechtwinklige Falldreieck des Flözes zeichnen, dessen Hypotenuse gleich der Länge des Aufhauens bzw. der flachen Bauhöhe  $f_1$  ist. Das in gleicher Weise aus der

lotrechten Kathete  $h$  und dem gegenüberliegenden Winkel  $\gamma$  gezeichnete rechtwinklige Dreieck ergibt als Hypotenuse die Länge des Abbaustoßes  $f_2$ . Wird aus den so ermittelten Größen  $f_2$  als Hypotenuse und  $f_1$  als Kathete ein drittes rechtwinkliges Dreieck konstruiert, so ist in diesem der der Kathete  $f_1$  gegenüberliegende Winkel der gesuchte Schrägwinkel  $\epsilon$  und die andere Kathete  $s$  die Länge der Ladestrecke.

Rechnerisch ergibt sich nach Abb. 203.

$$\sin \gamma = \frac{h}{f_2} \quad \text{und} \quad \sin \alpha = \frac{h}{f_1},$$

also

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{f_1}{f_2} \quad \text{und} \quad f_2 = \frac{h}{\sin \gamma}.$$

Da ferner

$$\sin \epsilon = \frac{f_1}{f_2} \quad \text{und} \quad \cos \epsilon = \frac{s}{f_2},$$

$$\text{so ist auch} \quad \sin \epsilon = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} \quad \text{und} \quad s = f_2 \cdot \cos \epsilon = \frac{h \cdot \cos \epsilon}{\sin \gamma}.$$

Der Winkel  $\epsilon$  ist aus dem Schaubild im Anhang, Tafel 6 unten, zu entnehmen.

**156. Bestimmung der Kreuzlinie zwischen Lagerstätte und Störung.**  
 Als Kreuzlinie bezeichnet man bei einer verworfenen Lagerstätte die Grenze zwischen einem Lagerstättenteil und der Störung. Streng genommen ist diese Begrenzung der an der Störung zwischen Hangendem und Liegendem der Lagerstätte verlaufende Flächenstreifen, der jedoch in den Rissen bei wenig mächtigen Lagerstätten als Linie dargestellt wird. Da die Lagerstätte durch eine Störung in zwei Teile, einen im Hangenden und einen im Liegenden der Störung gelegenen Teil, zerrissen wird, so hat man auch stets zwei Kreuzlinien, die parallel zueinander verlaufen, wenn sich das Streichen und Einfallen der Lagerstätte auf beiden Seiten der Störung nicht ändert. Diese Kreuzlinien bilden in der Grube die natürlichen Abbaugrenzen der beiden Lagerstättenteile. Da durch die Einwirkung der hauptsächlichsten Störungsarten<sup>1</sup> — Verwerfungen auf Sprüngen und Überschiebungen auf Wechsellagen — die beiden Lagerstättenteile in verschiedenen Höhen liegen, so unterscheidet man zwischen einer oberen und einer unteren Kreuzlinie bzw. Abbaugrenze. Die Kreuzlinie ist im allgemeinen eine Diagonale sowohl in der Lagerstätte als auch in der Störungsfläche. Ihr streichender Verlauf fällt also mit den Streichlinien dieser Schichten nicht zusammen, ihre Neigung ist geringer als das Einfallen der Lagerstätte und dasjenige der Störung. Die Kreuzlinie ändert sowohl ihren streichenden Verlauf als auch ihre Neigung bei jeder Änderung des Einfallens von Störung und Lagerstätte, besonders stark im Sattelhöchst- und Muldentiefsten der letzteren.

Man erhält den streichenden Verlauf der Kreuzlinie zwischen ebeflächiger Lagerstätte und Störung in einer grundrisslichen Darstellung, wenn man zwei in verschiedenen Höhenlagen, aber in gleichen Lagerstättenteilen gelegene Punkte der Störung geradlinig miteinander verbindet. Ist z. B. die Kreuzlinie für den durch einen Sprung begrenzten Flözteil in der Abb. 204 zu bestimmen, so zeichnet man zunächst je eine Streichlinie des Flözes und der Störung, deren Verlauf man vorher aus einer Streich- und Einfallwinkel-messung in einem Aufschlußpunkt des Sprunges ermittelt hat, etwa in den Höhenlagen — 100 m und — 200 m durch Abtragen der söhnigen Entfernung  $s_1$  in der Fallrichtung des Flözes und  $s_2$  in der Fallrichtung des Sprunges in den Grundriß ein, bringt die zusammengehörigen, d. h.

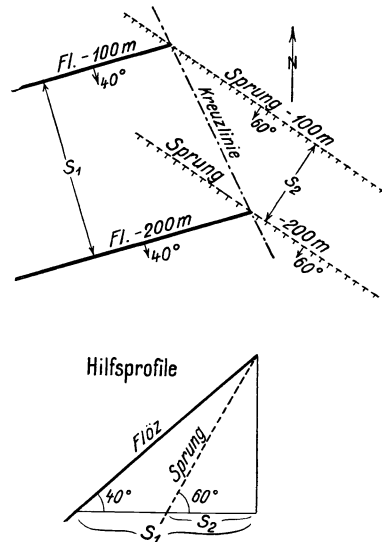


Abb. 204. Konstruktion der Kreuzlinie zwischen Flöz und Störung.

<sup>1</sup> Heise-Herbst-Fritzsche: Lehrbuch der Bergbaukunde Bd. 1, 1938, S. 23 u. f.

gleich hoch liegenden Streichlinien von Flöz und Sprung zum Schnitt und verbindet die so erhaltenen beiden Schnittpunkte durch eine strichpunktlierte Linie, die die Kreuzlinie darstellt.

Die söhliche Entfernung  $s_1$  ist aus dem Falldreieck des Flözes, Abb. 204, unten, das aus dem Einfallwinkel des Flözes und dem Höhenunterschied der beiden Streichlinien konstruiert wird, zu entnehmen, während die söhliche Entfernung  $s_2$  durch Zeichnung eines entsprechenden aus dem Einfallwinkel des Sprunges und dem Höhenunterschied zu konstruierenden Falldreiecks der Störung erhalten wird.

Die Neigung der Kreuzlinie läßt sich zeichnerisch in der gleichen Weise, wie es auf S. 205 für den Profilwinkel geschehen ist, durch Konstruktion eines Schnittes im streichenden Verlauf der Kreuzlinie ermitteln.

Den söhlichen Winkel, den die abwärtsführende Kreuzlinie mit der in das Hangende der Lagerstätte gezogenen Streichlinie der Störung einschließt, bezeichnet man als Verwurfswinkel, bei Sprüngen auch als Sprungwinkel. Von der Größe dieses Winkels hängt die Art der Ausrichtung des verworfenen Flözteiles ab, s. S. 211 u. f.

Bei querschlägigen und gegenfallenden Störungen ist der Verwurfswinkel stets spitz. Bei gleichfallenden Störungen bleibt er spitz, wenn das Einfallen der Lagerstätte flacher oder gleich dem Einfallen der Störung ist, und nur, wenn das Einfallen der Lagerstätte steiler als das Einfallen der Störung ist, kann er stumpf werden, s. Abb. 208 bis 215.

Die Größe des Verwurfswinkels  $\beta_2$  läßt sich auch rechnerisch aus den Einfallwinkeln der Lagerstätte und der Störung sowie aus dem Unterschied ihrer Streichwinkel wie folgt bestimmen:

Nach der Formel für den Profilwinkel, S. 205, erhält man die Neigung der Kreuzlinie in Abb. 205 aus

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2), \\ \operatorname{tg} \gamma &= \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \sin \beta_2. \end{aligned}$$

und auch aus

$$\frac{\sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sin \beta_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1}$$

Hieraus folgt

oder

$$\frac{\sin \beta_1 \cdot \cos \beta_2 + \cos \beta_1 \cdot \sin \beta_2}{\sin \beta_2} = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 + \cos \beta_1 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2} - \cos \beta_1$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1 - \operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \cos \beta_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

und schließlich

$$\operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1 - \operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \cos \beta_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \sin \beta_1}$$

Die letztere Gleichung liefert für  $\operatorname{cotg} \beta_2$  einen positiven Wert, wenn der Zähler der rechten Seite positiv ist, dagegen einen negativen Wert, wenn dieser Zähler negativ wird. Demgemäß ist im ersteren Falle der Verwurfswinkel  $\beta_2$  spitz, im letzteren stumpf. Der Zähler des rechten Teiles der Gleichung ist aber einmal immer positiv, ohne Rücksicht auf das Einfallen von Lagerstätte und Störung, wenn  $\cos \beta_1$  negativ, wenn also der Winkel  $\beta_1$  zwischen Lagerstätte

und Störung größer als  $90^\circ$  ist. Da der Winkel  $\beta_1$  beim stehengebliebenen Teil im Hangenden, beim bewegten Teil im Liegenden der Lagerstätte liegt, so ist an einer gegenfallenden Störung, wie schon erwähnt, der Verwurfswinkel stets spitz. Bei einer gleichfallenden Störung bleibt der Verwurfswinkel spitz, solange

$$\cotg \alpha_1 - \cotg \alpha_2 \cdot \cos \beta_1 \text{ positiv}$$

oder

$$\cotg \alpha_1 > \cotg \alpha_2 \cdot \cos \beta_1 \text{ ist.}$$

Da der Kosinus eines Winkels immer kleiner als 1 ist und die Kotangente mit wachsendem Winkel abnimmt, so ergibt sich auch, wie oben schon angegeben, bei einer gleichfallenden Störung immer ein spitzer Verwurfswinkel, solange das Einfallen der Störung gleich oder größer als dasjenige der Lagerstätte ist. Fällt jedoch die Lagerstätte steiler ein als die gleichfallende Störung, so wird der Verwurfswinkel stumpf,

wenn  $\cos \beta_1 > \frac{\cotg \alpha_1}{\cotg \alpha_2}$  oder im Sonderfalle gleich  $90^\circ$ , wenn  $\cos \beta_1 = \frac{\cotg \alpha_1}{\cotg \alpha_2}$  ist.

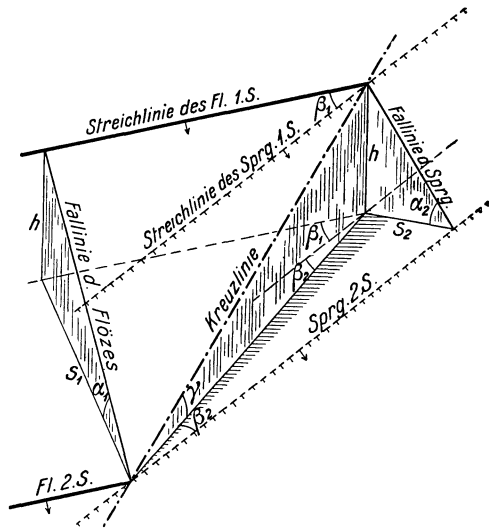


Abb. 205. Berechnung des Verwurfswinkels.

Nach Berechnung von  $\beta_2$  ergibt sich der Neigungswinkel der Kreuzlinie aus einer der beiden ersten, auf S. 208 angeführten Gleichungen bzw. aus dem Schaubild im Anhang, Tafel 6, oben.

**157. Ausrichtung von Störungen.** Bei der Ausrichtung von Störungen handelt es sich im allgemeinen immer um die Aufsuchung des verworfenen Lagerstättenteiles in der Höhenlage des aufgeschlossenen Teiles. Die söhliche Ausrichtung der im Steinkohlengebirge auftretenden Störungen nach bestimmten Regeln ist im Lehrbuch für Bergbaukunde von Heise-Herbst-Fritzsche Bd. I, 1938, S. 26—29 behandelt. In Ergänzung dieser Ausführungen soll hier die söhliche Ausrichtung von Störungen durch zeichnerische Konstruktion und durch Berechnung dargestellt werden. Hierbei wird der Einfachheit halber angenommen, daß bei Sprüngen die Abwärts- und bei Wechslern die Aufwärtsbewegung des verworfenen Flözteiles im Hangenden der Störung stets in ihrer Fallrichtung und überall gleichmäßig erfolgt ist.

Um bei beiden Störungsarten den verlorenen Flözteil durch Konstruktion in der gleichen Höhenlage wie den aufgeschlossenen Teil zu erhalten, kann man vom Aufschlußpunkt des letzteren in den Grundriß den Weg einzeichnen, den der verworfene Flözteil auf dem Hangenden der Störung zurückgelegt hat, und sodann für diesen Flözteil die Lage in Höhe des aufgeschlossenen Teiles ermitteln. Dementsprechend ist in dem in Abb. 206 wiedergegebenen Beispiel eines spießwinkligen Sprunges zunächst vom Aufschluß- bzw. Ansatzpunkt A der 1. Sohle des stehengebliebenen Flözteiles aus auf der Falllinie des Sprunges, die hier die Wegrichtung angibt, die Weglänge, d. h. in grundrißlicher Dar-

stellung die söhliche Verwurfsweite  $s$  bis zum Ansatzpunkt  $B$  des verlorenen, also hier des abgesunkenen Flözteil und alsdann von dem so wiedergefundenen, aber um den Seigerverwurf  $h$  tiefer gelegenen Flözteil aus die söhliche Projektion  $s_1$  ins Liegende des Flözes abgetragen

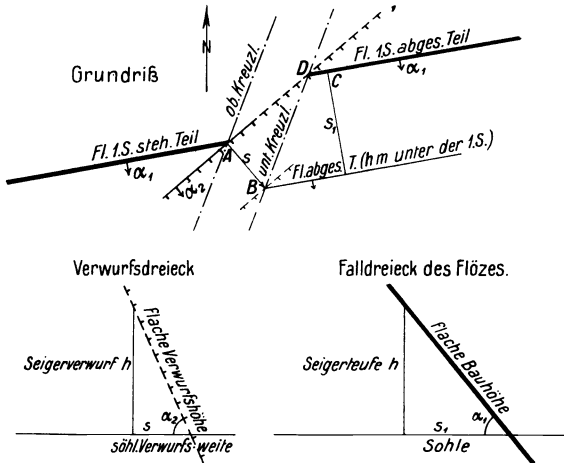


Abb. 206. Ermittlung des durch einen Sprung verworfenen Flözteil von einer Höhenlage aus.

Bauhöhe aus dem mittels Seigerverwurfes und Einfallwinkels des Flözes zu zeichnenden Falldreieck des Flözes ermittelt wird, s. Abb. 206, unten.

Verbindet man nun die beiden in verschiedenen Höhenlagen erhaltenen Ansatzpunkte  $B$  und  $D$  des abgesunkenen Flözteil mit-

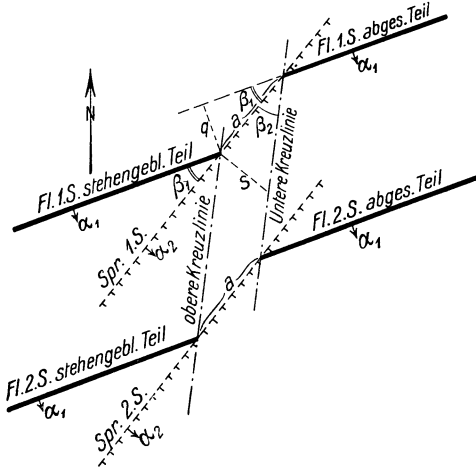


Abb. 207. Ermittlung des durch einen Sprung verworfenen Flözteil mit Hilfe der Kreuzlinien.

einander, z. B. in der 1. und 2. Sohle, bestimmt und sodann im Abstände der söhlichen Verwurfsweite, die man wieder von den Ansatzpunkten

worden. Durch den erhaltenen Punkt  $C$  zieht man eine Parallele zur Streichlinie des aufgeschlossenen Flözteil bis zu der Streichlinie des Sprunges in der 1. Sohle, d. h. bis zum Punkt  $D$ .

Die söhliche Verwurfsweite  $s$  ist aus dem rechtwinkligen Verwurfsdreieck, das man mit Hilfe des Sprungfallens und des bekannten Seigerverwurfes konstruiert, zu entnehmen, während die söhliche Projektion  $s_1$  der flachen

Abbaugrenze dieses Flözteil und durch Einzeichnung einer Parallelen hierzu durch den Ansatzpunkt  $A$  die Kreuzlinie des stehengebliebenen Teiles.

Zu dem gleichen Ergebnis gelangt man, wenn man, wie in dem vorausgegangenen Abschnitt ausgeführt und aus Abb. 207 zu ersehen ist, zuerst die Kreuzlinie des aufgeschlossenen Flözteil durch Einzeichnen der Streichlinien dieses Flözteil und des Sprunges in zwei verschiedenen Höhen-





durch  $\alpha_1$  ist mit dem seigeren Verwurf zu multiplizieren, um die querschlägige Ausrichtungslänge  $q$  zu erhalten.

Durch umgekehrte Anwendung der Formeln für  $a$  und  $q$  läßt sich natürlich auch aus einer grundrißlichen Darstellung der verworfenen Lagerstättenteile der Seigerverwurf einer Störung bestimmen.

In den Abb. 208 bis 215 ist in je einem Grundriß und in zugehörigen Querschnitten rechtwinklig zur Störung ① und rechtwinklig zum Flöz ② die gegenseitige räumliche Lage der beiden durch die Störung auseinandergerissenen Flözteile unter der Annahme einer gleichbleibenden seigeren Verwurfshöhe von 50 m für die bei Sprüngen und Wechseln am häufigsten auftretenden Fälle dargestellt. In den Profilen und Grundrissen der Abb. 208, 210, 211, 213 und 215 zeigt sich bei den gleichfallenden Sprüngen mit spitzen und den gleichfallenden Wechseln mit stumpfen Verwurfswinkeln sowie bei den querschlägigen Sprüngen und gegenfallenden Wechseln ein Schichtenausfall in querschlägiger Richtung, während bei den übrigen Störungen, Abb. 209, 212 und 214, in dieser Richtung eine Überdeckung bzw. Doppellagerung der Schichten stattfindet.

Bemerkenswert sind noch die Profile in den Abb. 210 und 211. Während hier der Querschnitt ① rechtwinklig zum Sprung in beiden Fällen die richtige Bewegung des abgesunkenen Teiles erkennen läßt, täuscht der Querschnitt ② rechtwinklig zum Flöz eine andersartige Bewegung, und zwar beim querschlägigen Sprung eine söhliche Verschiebung, beim gleichfallenden Sprung eine Überschübung vor. Letzterer Fall tritt immer auf, wenn das Einfallen von Störung und Lagerstätte nur wenig voneinander abweicht und damit der Sprungwinkel größer als  $90^\circ - \beta_1$ , Abb. 207, aber kleiner als  $90^\circ$  ist. Man sieht aus diesen beiden Beispielen, daß die Beurteilung einer Störung lediglich aus den u. a. beim Grubenbild vorhandenen Querprofilen rechtwinklig zu den Lagerstätten besonders bei den ungefähr querschlägig verlaufenden Sprüngen zu falschen Deutungen führen kann.

Wie man aus den Abbildungen erkennt, gilt für alle vorkommenden Fälle folgende allgemeine Ausrichtungsregel:

Liegt die Lagerstätte hinter der Störung tiefer, so ist nach der Seite auszurichten, nach der die Fallinie der Störung von der abwärtsführenden Kreuzlinie abweicht.

Liegt die Lagerstätte dagegen hinter der Störung höher, so ist der verlorene Teil auf der Seite zu suchen, nach der die abwärtsführende Kreuzlinie von der Fallinie der Störung abweicht.

Bei den Verschiebungen auf Blättern, bei denen nur eine gleichmäßige söhliche Bewegung des einen, im Hangenden oder im Liegenden der Kluft gelegenen Gebirgstertes stattgefunden hat, können die Streichlinien der beiden getrennten Flözteile in den Grundriß ohne weiteres eingetragen werden, wenn der bewegte Teil bekannt sowie Richtung und Ausmaß der Verschiebung gegeben sind. Wie der Grundriß eines gefalteten Flözes, dessen östlicher Teil nach Südwesten bewegt wurde, in Abb. 216 zeigt, bleibt bei der seitlichen Verschiebung auch für verschiedenes Flözeinfallen die Ausrichtungslänge  $a$  und der Abstand der

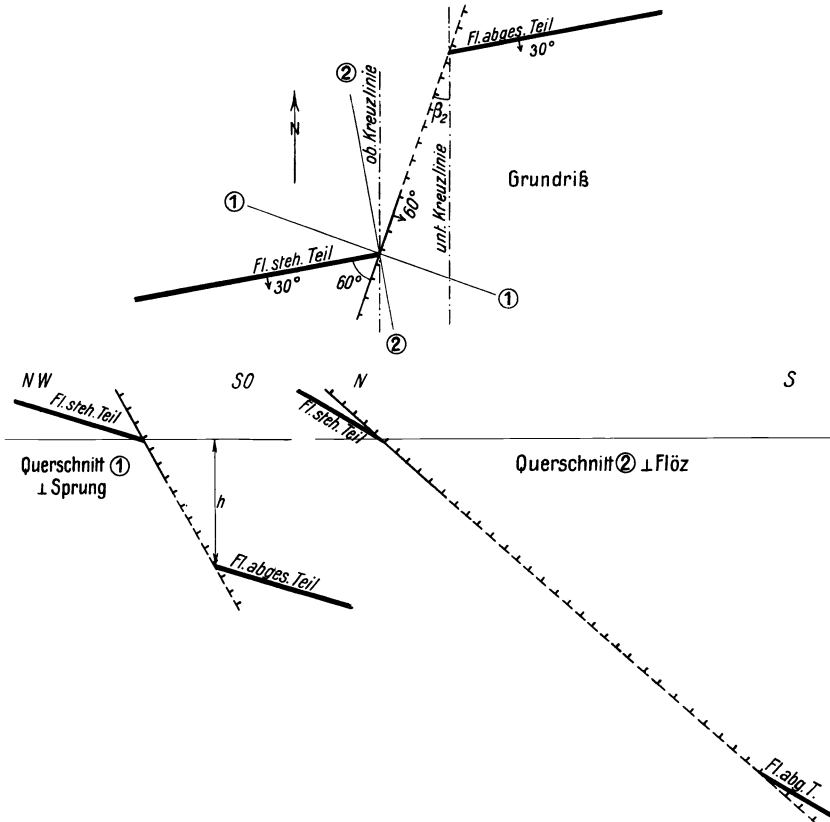


Abb. 208. Gleichfallender Sprung (steiler einfallend als Flöz). Sprungwinkel spitz.

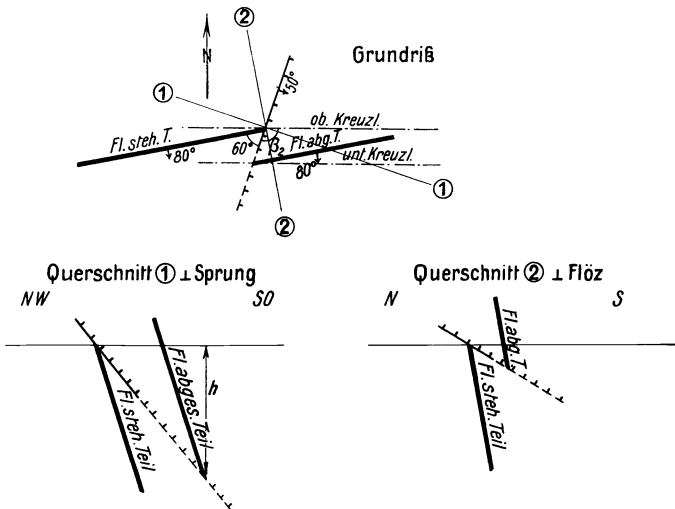


Abb. 209. Gleichfallender Sprung (flacher einfallend als Flöz). Sprungwinkel stumpf.

Darstellungen.

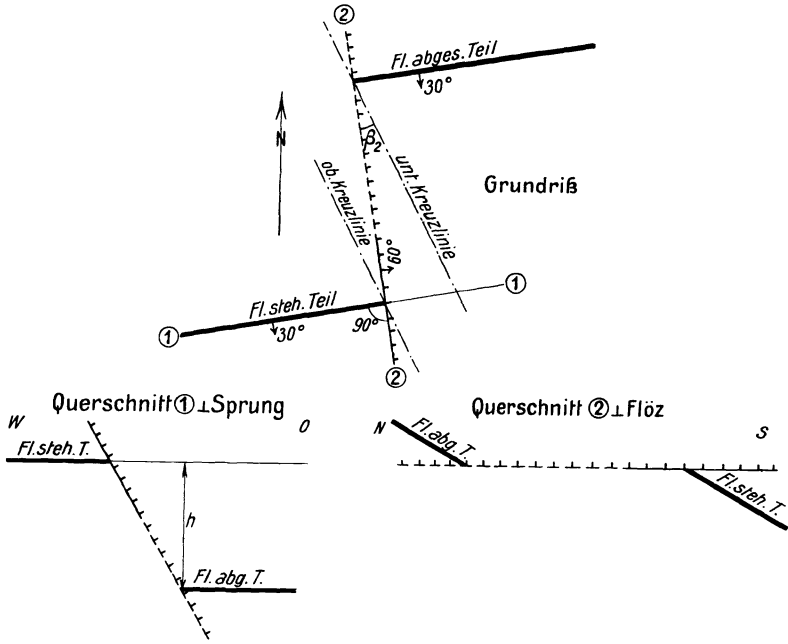


Abb. 210. Querschlägiger Sprung. Sprungwinkel spitz.

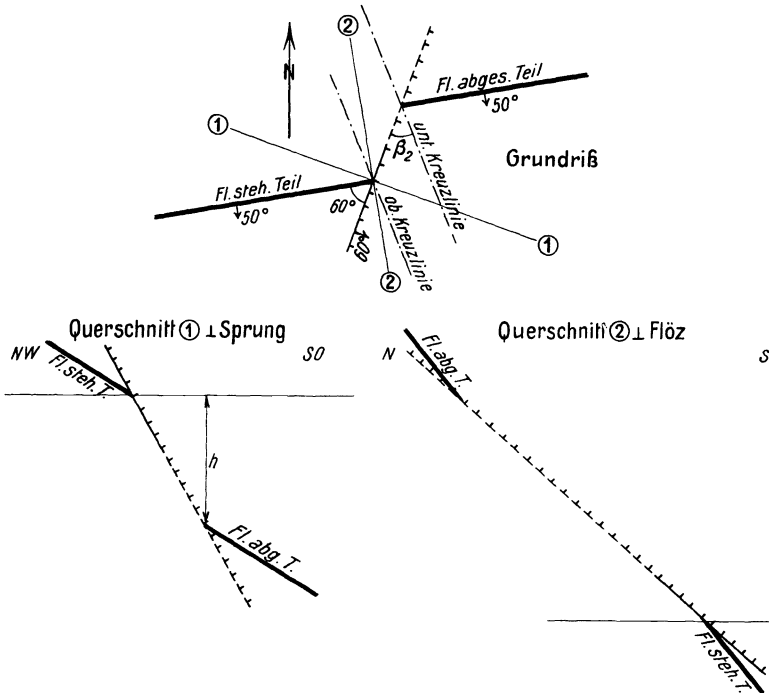


Abb. 211. Gleichfallender Sprung. Sprungwinkel spitz.

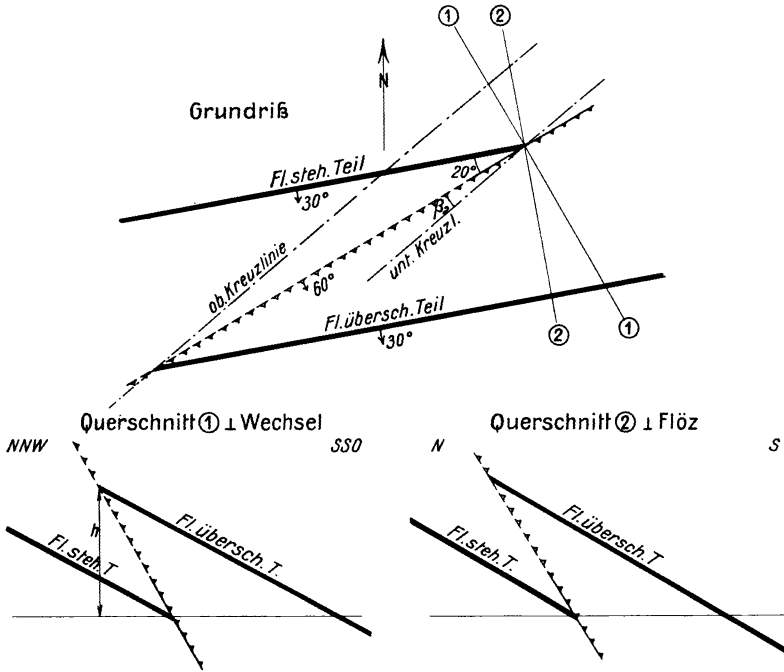


Abb. 212. Gleichfallender Wechsel (steiler einfallend als Flöz). Verwurfswinkel spitz.

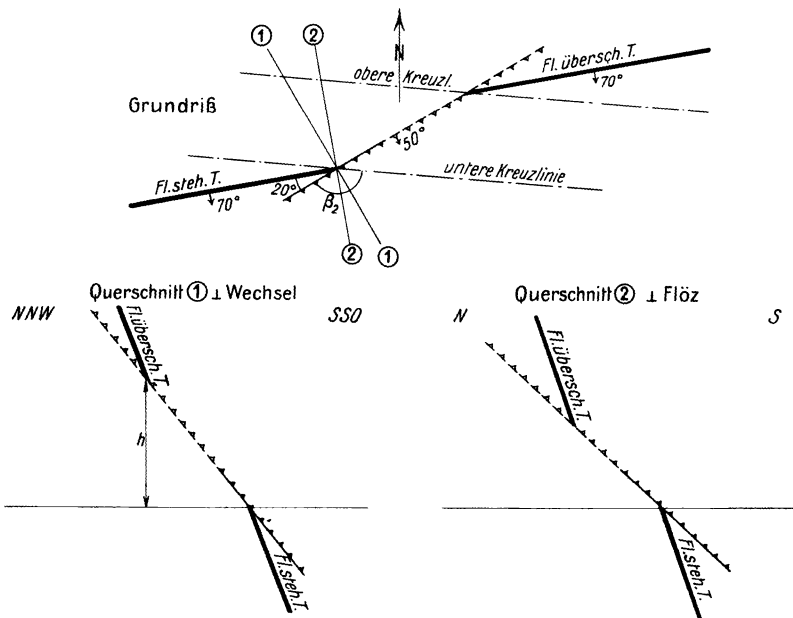


Abb. 213. Gleichfallender Wechsel (flacher einfallend als Flöz). Verwurfswinkel stumpf.

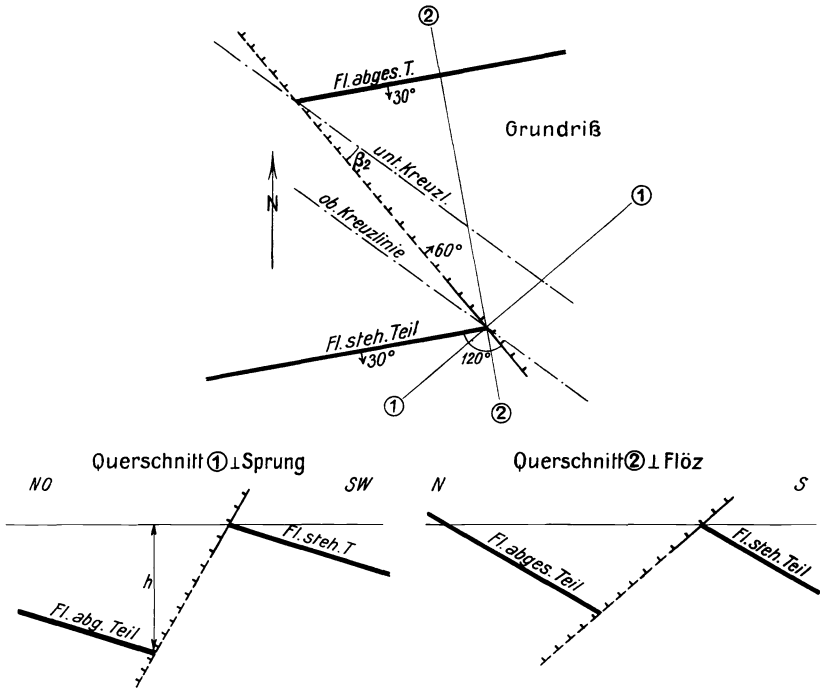


Abb. 214. Gegenfallender Sprung. Verwurfswinkel spitz.

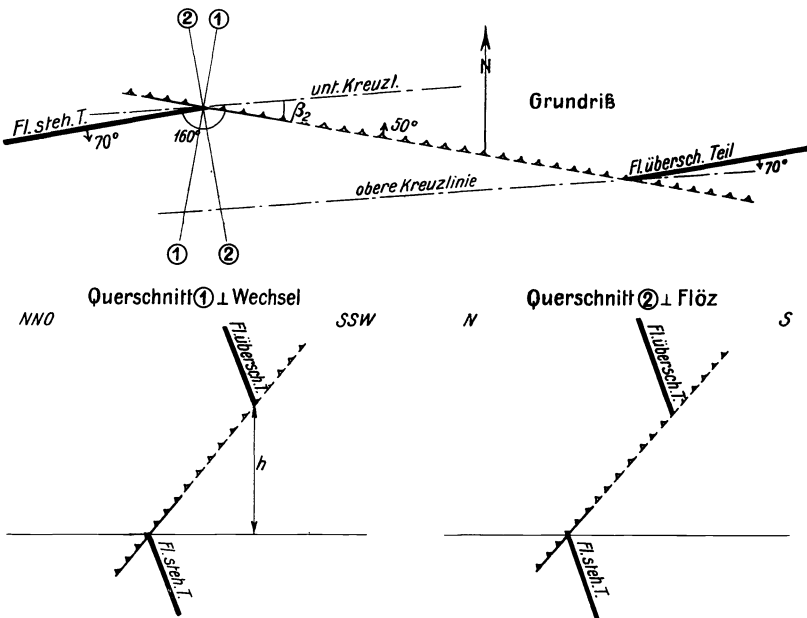


Abb. 215. Gegenfallender Wechsel. Verwurfswinkel spitz.

Streichlinien  $s$  des Flözes zwischen den Faltenflügeln beiderseits der Störung unverändert. Der Querschnitt ② der Abb. 216, rechtwinklig zum Flöz, täuscht eine Abwärtsbewegung des verschobenen Flözteilcs vor, womit scheinbar auf dem Sattelnordflügel ein Schichtenausfall, auf dem Sattelsüdflügel eine Schichtenüberdeckung verbunden ist,

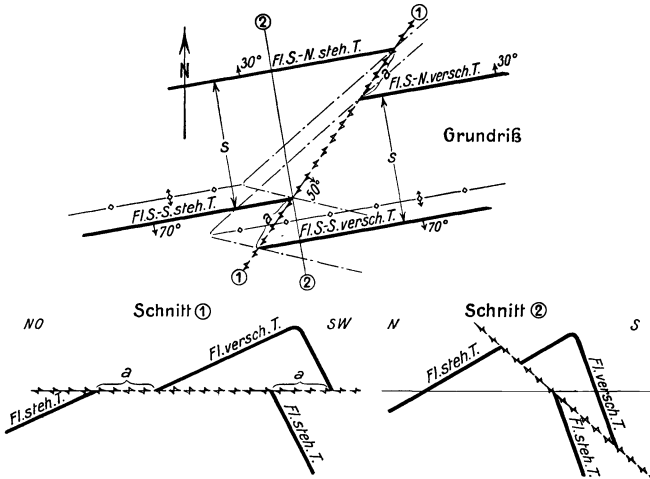


Abb. 216. Verschiebung eines Flözsattels an einem diagonalen Blatt.

während der Schnitt ① in der Streichrichtung der Verschiebung den richtigen Bewegungsvorgang erkennen läßt.

**158. Systematik der Bruchformen und der Störungen.** In jüngster Zeit sind von Professor Nehm neue Ansichten über das Störungsproblem entwickelt worden<sup>1</sup>, die zu einer Systematik aller Bruchformen führten. An Hand der Abb. 217 sollen die wesentlichsten Gesichtspunkte dieses Verfahrens kurz erläutert werden. Die Bezeichnungen der Winkel decken sich beim Einfallen der Störung  $\alpha_2$  und der Lagerstätte  $\alpha_1$  sowie bei dem Verwurfswinkel  $\beta_2$  mit den in den vorhergehenden Abschnitten verwendeten Buchstaben. Dagegen ist als Winkel zwischen den Streichlinien von Lagerstätte und Störung jetzt der Winkel zwischen dem Liegenden des stehengebliebenen Lagerstättenteiles und dem Liegenden der Störung gewählt und mit  $\beta$  bezeichnet worden, so daß hier also ein stumpfer Winkel  $\beta$ , wie in Abb. 217, einer gleichfallenden und ein spitzer Winkel  $\beta$  einer gegenfallenden Störung entspricht. Der Winkel  $\beta$  wird durch jede Kreuzlinie innerlich geteilt, und zwar so, daß sie mit der Lagerstätte den Winkel  $\beta_1$  und mit der Störung den Winkel  $\beta_2$  einschließt. Durch Rechtwinklige zu den Streichlinien der Lagerstätte und der Störung, die also in Richtung der Querschnitte dieser Schichten verlaufen, wird der Winkel  $\beta$  in 3 Ausschnitte [1], [2] und [3] zerlegt, von denen die

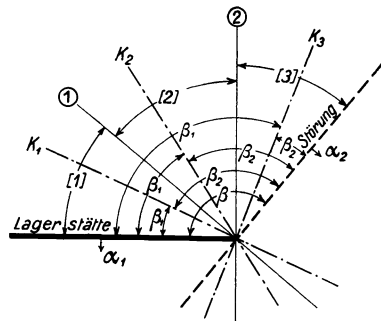


Abb. 217. Systematik der Störungen.

<sup>1</sup> Nehm, W.: Markscheiderische Erwägungen zum Störungsproblem. Mitt. Markscheidewes. 1939, S. 1.

beiden äußeren [1] und [3] gleich groß sind und der innere [2] gleich dem Ergänzungswinkel von  $\beta$  ist. Durch die Zugehörigkeit der Kreuzlinie zu einem der 3 Ausschnitte ist die jeweilige Form der Störung bestimmt. Wie man sieht, bleibt der Verwurfwinkel  $\beta_2$ , wenn die Kreuzlinie in den Ausschnitten [2] und [3] liegt, spitz und wird nur stumpf, wenn diese Linie durch den Ausschnitt [1] geht.

Tritt nunmehr zu der Bruchbildung eine geradlinige, also nicht kippende Bewegung, so sind stets zwei Möglichkeiten denkbar: Die wandernde Kreuzlinie — Rinnenkante — liegt nach beendeter Bewegung entweder höher oder tiefer als die feststehende Kreuzlinie — Dachkante. Da Namen für diese Formen fehlen, werden Kennzeichen eingeführt: Die eckigen Klammern um die Kennziffer bezeichnen die Gruppe der vorhandenen Bruchformen im einfachen Aufschluß, der Querstrich kann nur bei einem Doppelaufschluß Anwendung finden; er kennzeichnet die Wanderung der Rinnenkante nach oben oder nach unten. Der Punkt vor der Kennziffer bedeutet die Form der Schichtenverdopplung, der Punkt hinter der Kennziffer die Form der Schichtenlücke. Die Lage der Rinnenkante gilt als wesentliches Merkmal, das Auftreten der Verdoppelungs- oder der Lückenform als nebensächliches Kennzeichen. Rinnenkante oben bedeutet Wechsel, Rinnenkante unten Sprung. Dementsprechend sind die Zeichen der Normung anzuwenden.

Für die gleichfallenden Störungen ergeben sich nunmehr folgende Schlußfolgerungen:

a) Die Gruppe [3] umfaßt alle Störungen, bei denen die Störungsfläche steiler steht als die Lagerstätte. Sie enthält die Störungsformen  $\overline{[3]}$  oder  $[3\cdot]$ . Die höherliegende Rinnenkante hat eine Schichtenverdopplung im Gefolge, die tieferliegende Rinnenkante eine Schichtenlücke. Die Gruppe [3] stimmt in den Schnitten ① und ② in ihren Störungsbildern formmäßig überein und entspricht stets jenen Begriffen, die man von jeher mit der Bezeichnung Wechsel und Sprung verbunden hat. Sie heißt deshalb die Grundform.

b) Die Gruppe [1] umfaßt alle Störungen, bei denen die Lagerstätte steiler steht als die Störungsfläche. Sie weist die Zeichen  $\overline{[1\cdot]}$  oder  $[\cdot 1]$  auf. Die höherliegende Rinnenkante hat eine Schichtenlücke zur Folge, die tieferliegende eine Schichtenverdopplung. Die Störungsbilder der Schnitte ① und ② stimmen auch hier in der Form überein. Da in der Gruppe [1] sämtliche geometrischen Bilder das Gegenteil der Gruppe [3] ergeben, heißt diese Störungsgruppe die Umkehrform.

c) Die Gruppe [2] ( $\overline{[2]}$  oder  $[2\cdot]$ ) umfaßt jene Störungen, bei denen das Einfallen der Störung und der Lagerstätte genähert gleich sind. Diese Eigenschaft bringt es mit sich, daß im Schnitt ① die Störung steiler als die Lagerstätte und im Schnitt ② die Lagerstätte steiler als die Störung erscheint. Die sich hieraus ergebenden Widersprüche rechtfertigen für die Gruppe [2] die Bezeichnung als Durchgangsform. Um die Einführung einer festen sinnbildlichen Darstellung zu ermöglichen, wird dem Schnitt ① die Führung gegeben.

Die gegenfallenden Störungen werden in der Gruppe [4] zusammengefaßt; sie erhalten die Zeichen  $\overline{[4]}$  oder  $[4\cdot]$ , die in ihrem Aufbau den Zeichen der Gruppe [3] entsprechen. Die Störungen der Gruppe [4] gehören somit auch zu den Grundformen.

**159. Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild.** Die bisher in geometrischen Zeichnungen dargestellten Lagerungsverhältnisse können auch in Raumbildern veranschaulicht werden, was häufig bei verwickelter Ablagerung, wie bei Sprungkreuzungen, Durchsetzungen von Sprung und Überschiebung, bei mehrfach gefalteten Lagerstätten usw., zur richtigen Erfassung des Zusammenhangs zweckmäßig ist.

Im folgenden soll ein einfaches Beispiel aus der Tektonik behandelt werden, bei dem ohne vorherige Anfertigung einer geometrischen Zeichnung ein isometrisches Raumbild durch Abtragen von Längen und Winkeln erhalten wird.

Gegeben ist an einem durch einen Sprung verworfenen Flözsattel die querschlägige Entfernung der Strecken auf der 1. Sohle in den Flügeln des stehengebliebenen Teiles zu 120 m, das Streichen beider Flügel zu  $70^\circ$ , das Einfallen

des nördlichen Sattelflügels zu  $40^\circ$  und des südlichen zu  $60^\circ$ ; ferner ein Sprung, der unter  $350^\circ$  streicht und mit  $50^\circ$  nach Westen einfällt. Als bekannt soll weiter vorausgesetzt werden, daß Flözflügel und Sprung ebenflächig verlaufen, und daß der Seigerverwurf am Sprung 50 m beträgt. Der Einblick wird ungefähr von Südwesten her gewählt, und zwar so, daß der Sprung in Richtung einer söhlichen Würfelkante streicht. Eine 2. Sohle ist 90 m unter der 1. anzunehmen.

Bei einem in Abb. 218 angedeuteten isometrischen Hilfswürfel zeichnet man in die obere Grundrißfläche, die als 1. Sohle angenommen wird, die Streichlinie

des Sprunges ein. Auf dieser Streichlinie trägt man etwa in der Mitte die Entfernung der beiden Flözflächen auf der 1. Sohle, die sich zu

$\frac{120}{\cos 10^\circ} \approx 122 \text{ m}$  ergibt, in ihrer isometrischen Verkürzung mit

$122 \cdot 0,816 \approx 99,5 \text{ m}$  ab. In den beiden Ansatzpunkten legt man den Stereotransporteur auf und zeichnet, unter  $80^\circ$  gegen die Streichlinie des Sprunges gerichtet, die beiden Flözstrecken der 1. Sohle bis zum rechten hinteren Rande der Grundrißfläche ein. Dann werden an den Grenzen der Streichlinie des Sprunges, d. h. in der vorderen rechten und hinteren linken Würfelfläche, der Einfallwinkel des Sprunges, in der rechten hinteren Fläche die Profilwinkel in beiden Flözflügeln, die sich hier nur wenig kleiner als die Fallwinkel, zu  $39,5^\circ$  für den Nordflügel und  $59,6^\circ$  für den Südflügel, ergeben, mit dem Stereotransporteur abgetragen.

Beim Gebrauch des Stereotransporteurs ist zu beachten, daß die in Rhombusform begrenzten Kanten desselben immer parallel zu den Grenzlinien der Rautenflächen liegen müssen, in denen Richtungs- oder Neigungswinkel einzuzeichnen sind. Steht ein Stereotransporteur aus Zellhorn nicht zur Verfügung, so kann man sich einen solchen aus Pauspapier leicht selbst herstellen oder nach der Formel  $\text{tg } \alpha' = 0,577 \cdot \text{tg } \alpha$  bzw. nach Abb. 185, S. 191, die verzerrten Winkel ermitteln und mit einer gewöhnlichen Gradscheibe abtragen, muß aber hierbei immer von der langen Diagonalen der Rhombusfläche ausgehen, da sich die berechneten Werte hierauf beziehen.

Die Schnittlinien von Sprung und Flöz werden in den Seitenflächen gezogen und beim Flöz bis zur Sattelpuppe verlängert, wo den wirklichen Verhältnissen entsprechend eine Abrundung eintritt. Nun trägt man die 2. Sohle ein, indem an den lotrechten Kanten von den Begrenzungslinien der oberen Fläche aus je  $0,816 \times 90 = 73,4 \text{ m}$  als Sohlenabstand abgesetzt und diese Punkte miteinander verbunden werden. In der rechten vorderen und in der linken hinteren Seitenfläche schneiden die Grenzen der 2. Sohlenebene die Falllinien des Sprunges in diesen Flächen. Die Verbindungslinie dieser Schnittpunkte ergibt die Streichlinie des Sprunges auf der 2. Sohle. Zieht man weiter durch die Schnittpunkte der beiden Flözflügel mit der 2. Sohlenbegrenzung in der rechten hinteren Fläche die Streichlinien parallel zu denjenigen auf der 1. Sohle, so erhält man beim Auftreffen auf die Streichlinie des Sprunges zwei gemeinsame Punkte von Flöz und Störung in der 2. Sohle. Durch Verbindung der gemeinsamen Punkte von

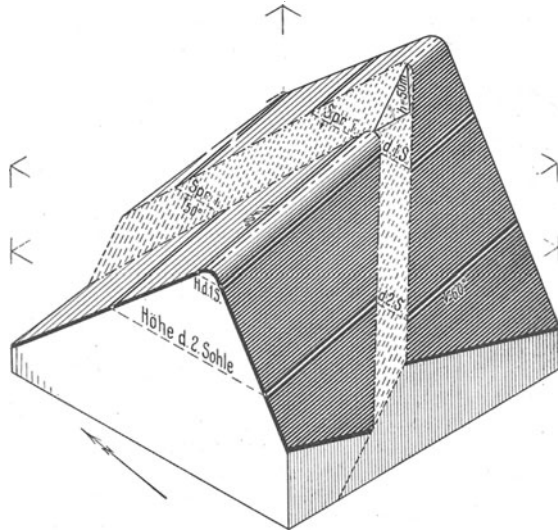


Abb. 218. Isometrisches Bild eines verworfenen Flözsattels.



Flöz und Sprung in jedem Sattelflügel auf beiden Sohlen und Verlängerung einerseits bis zur Kuppe, andererseits bis zum Schnitt mit den Falllinien des Sprunges an den Seitenflächen ergibt sich die obere Kreuzlinie, d. h. die Schnittlinie zwischen Sprung und stehengebliebenem Flözteil. Gleichzeitig bekommt man die Begrenzung der Flözflügel in der rechten vorderen und in der linken hinteren Fläche, wenn man den Schnitt zwischen Kreuzlinie und Falllinie des Sprunges mit den Schnittpunkten des Flözes an der rechten bzw. an der hinteren Würfelkante verbindet.

Die Kreuzlinie des abgesunkenen Flözteiles wird erhalten, indem man an die vorhandene obere Kreuzlinie auf jedem Sattelflügel das Verwurfsdreieck anlegt, das aus der Fallinie des Sprunges, dem lotrecht abzutragenden, verkürzten Seigerwurf und einer zur Sprungrichtung rechtwinkligen, söhligten Geraden leicht konstruiert werden kann. Durch die so gewonnenen Punkte wird die untere Kreuzlinie auf beiden Flözflügeln parallel zur oberen gezogen. Die Schnittpunkte dieser Kreuzlinie mit den Streichlinien des Sprunges auf der 1. und 2. Sohle liefern wieder die Ansatzpunkte des Flözes in diesen Höhenlagen, so daß die Streichlinien auf den Sattelflügeln parallel zum Verlauf im stehengebliebenen Stück ohne weiteres eingetragen werden können. Durch Verbindung der Schnittpunkte, die diese Streichlinien mit den Sohlenbegrenzungen in der linken vorderen Fläche haben, erhalten wir die Grenze des abgesunkenen Flözteiles in dieser Fläche, während in der rechten vorderen und linken hinteren Fläche die Kantenschnittpunkte wieder mit den gemeinsamen Punkten von unterer Kreuzlinie und Falllinie des Sprunges verbunden werden müssen.

Bei der Ausarbeitung des Raumbildes läßt man zwecks Erhöhung der körperlichen Anschaulichkeit alle nicht mit Flöz- und Störungsfläche zusammenfallenden oberen Linien des Hilfswürfels fort und stellt nur den unteren vorderen Teil, gewissermaßen als Stützblock, dar. Durch Eintragung von Parallelen zu den Streichlinien auf den Flözflügeln und von Falllinien auf der Störung sowie auch durch farbige Anlegung wird die flächenhafte Wirkung an diesen Ebenen vergrößert.

In ähnlicher, z. T. noch einfacherer Weise als vorstehend für die isometrische Darstellung gezeigt, lassen sich auch Raumbilder der Lagerungsverhältnisse in den übrigen Perspektiven herstellen und weiterhin gegebenenfalls zu stereoskopischen Doppelbildern oder Anaglyphenbildern zusammensetzen.

**160. Ermittlung des Ausgehenden einer Gebirgsschicht.** In Höhenschichtenkarten und -plänen werden häufig die Ausbißlinien von Gebirgsschichten — Lagerstätten, Störungen, Leitschichten, Grenzen der Formationen und ihrer Unterabteilungen — eingetragen. Diese Ausbißlinien sind die Schnittlinien der Schichten mit der Tagesoberfläche. Man erhält sie, wenn man die Schnittpunkte der Höhenkurven des Geländes und der in gleichen Höhen gezogenen Streichlinien der Schichten miteinander verbindet. Bei geneigten ebenen Schichten kann man, sofern eine Streichlinie in beliebiger, aber bekannter Höhe und das Einfallen nach Richtung und Größe gegeben ist, die Lage der für die Tagesoberfläche in Betracht kommenden Streichlinien durch Konstruktion oder Rechnung ermitteln.

In Abb. 219, oben, sind ein Flözaufschluß in einem Bohrloch und die Bodengestaltung über Tage durch Höhenkurven grundrißlich wiedergegeben. Legt man durch das Bohrloch rechtwinklig zum Streichen des Flözes im Maßstab des Grundrisses ein Querprofil, Abb. 219, unten, und trägt die Höhenlinien +100, +120, +140, +160 und +180 m in dieses Profil ein, so ergeben die söhligten Entfernungen der Schnittpunkte des Flözes mit diesen Höhenlinien die Lage der entsprechenden Streichlinien des Flözes im Grundriß.

Ohne Profilkonstruktion sind diese Entfernungen aus  $s = h \cdot \cotg 25^\circ$  zu berechnen, wenn  $h$  der jeweilige Höhenunterschied gegen  $+35$  m, also gleich 65, 85 usw. bis 145 m ist. Die in den Höhenlagen  $+120$  m bis  $+180$  m parallel zum Aufschlußstreichen gezogenen Streichlinien liegen teilweise über dem Ge-

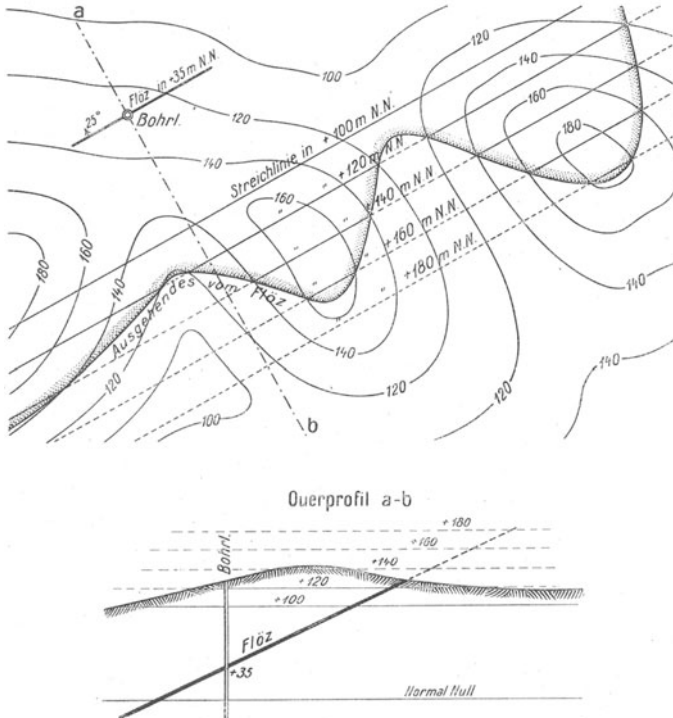


Abb. 219. Ermittlung des Ausgehenden eines Flözes.

lände — in Abb. 219 die gestrichelten Stücke — und sind dann lediglich als Konstruktionslinien anzusehen.

### Abgrenzung von Sicherheitspfeilern.

**161. Markscheidesicherheitspfeiler.** An den Grenzen der Grubenfelder sind in der Regel beiderseits der Markscheide Sicherheitspfeiler von meist 20 m söhlgiger Breite vorgeschrieben, die ohne besondere bergbehördliche Genehmigung weder abgebaut noch durchörtert werden dürfen. Diese Sicherheitspfeiler sollen verhindern, daß die Baue eines im Betrieb befindlichen Bergwerkes durch Wassereinbrüche oder den Übertritt schädlicher Gase aus älteren Bauen des Nachbarbergwerkes gefährdet werden. Da die Markscheidesicherheitspfeiler eine gleichbleibende Breite besitzen, verlaufen ihre Grenzen stets parallel den Markscheiden und können daher in die Grund- und Aufrisse ohne weiteres eingetragen werden.

**162. Sicherheitspfeiler gegen das Deckgebirge.** Unter dem Deckgebirge unserer flöz- und salzführenden Schichten ist ein Sicherheits-

pfeiler von gleichbleibender seigerer Mächtigkeit angeordnet, um die Grubenbaue vor dem Eindringen von Wasser aus den Deckgebirgsschichten zu schützen. Die Grenzen dieses Sicherheitspfeilers lassen sich in die Aufrisse einzeichnen, sofern diese die Unterfläche des Deckgebirges enthalten, während für die Grundrisse der Verlauf von der Begrenzung der Lagerstätte am Deckgebirge abhängt. Diese Begrenzung muß daher auch, wenn Lagerstätte und Deckgebirge nicht gleiches Streichen haben, als Kreuzlinie erst ermittelt werden.

In einem Bohrloch seien z. B. bei 85 m Teufe die Mergelunterfläche mit  $88^\circ$  Streichen und  $10^\circ$  nördlichem Einfallen sowie bei 120 m Teufe das Liegende eines Flözes mit  $68^\circ$  Streichen und  $25^\circ$  südöstlichem Einfallen erschlossen worden, wobei Mergelunterfläche sowohl wie Flöz als geneigte Ebenen anzunehmen sind, Abb. 220.

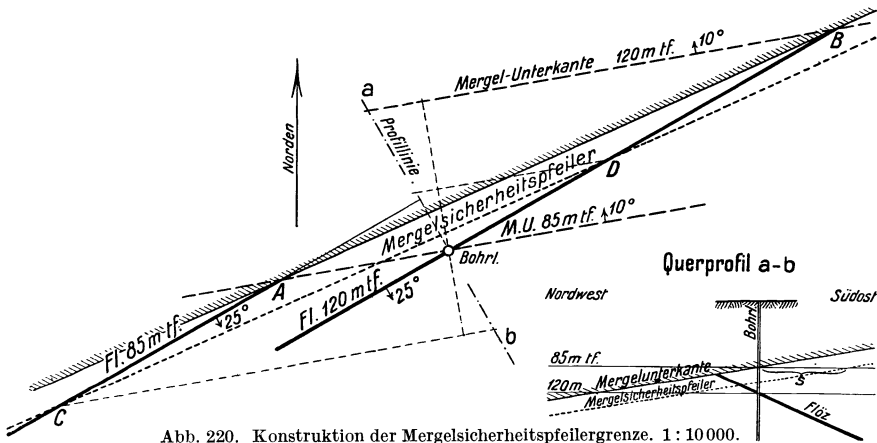


Abb. 220. Konstruktion der Mergelsicherheitspfeilergrenze. 1 : 10000.

Da das Flöz im Bohrloch 35 m tiefer als die Mergelunterfläche liegt, handelt es sich nach Eintragung der beiden Streichlinien durch das Bohrloch in den gegebenen Teufen zunächst darum, die Streichlinie des Flözes in 85 m Teufe und diejenige der Mergelunterfläche in 120 m Teufe zu ermitteln. Die söhliglen Entfernungen der Streichlinien in den Teufen 85 m und 120 m ergeben sich für das Flöz und die Mergelunterfläche konstruktiv aus den Falldreiecken dieser Flächen oder rechnerisch für das Flöz aus  $35 \cdot \cotg 25^\circ$  zu 75 m und für die Mergelunterkante aus  $35 \cdot \cotg 10^\circ$  zu 198 m. Diese Entfernungen trägt man vom Bohrloch aus rechtwinklig zum Flöz in dessen Liegendes bzw. rechtwinklig zur Mergelunterfläche in deren Hangendes ab und erhält nach Ziehen der Parallelen zu den vorhandenen Streichlinien durch die Endpunkte dieser rechtwinkligen Entfernungen die Schnittpunkte A und B, deren Verbindungslinie die Flözbegrenzung am Mergel liefert.

Für die Einzeichnung der unteren Grenzfläche des Mergelsicherheitspfeilers in den Grundriß entnimmt man entweder die söhligle Entfernung  $s$  in Richtung der Profillinie  $a-b$  aus dem Querprofil der Abb. 220 oder errechnet die kürzeste söhligle Entfernung dieser Streichlinien aus  $20 \cdot \cotg 10^\circ$  zu 113 m. Letzteren Betrag setzt man rechtwinklig zu den Mergelunterkanten in 120 m und 85 m Teufe ins Liegende, also nach Süden, ab und erhält nach Ziehen der Parallelen zu diesen Linien die Schnittpunkte C und D, deren Verbindung der gesuchten Grenze des Mergelsicherheitspfeilers im Flöz entspricht.

**163. Schachtsicherheitspfeiler und Sicherheitspfeiler für Bauwerke über Tage.** Wenn ein Schacht oder ein wichtiges Bauwerk über Tage

vor Abbauwirkungen geschützt werden soll, so muß als Sicherheitspfeiler ein Ausschnitt aus dem Gebirgskörper festgelegt werden, der nach der Teufe zu sich ständig entsprechend den seitlichen Einwirkungsgrenzen der Abbaue erweitert. Über den Verlauf dieser Einwirkungsgrenzen, der im wesentlichen von der Art und den Lagerungsverhältnissen der Schichten abhängt, hat man vielfach durch regelmäßig wiederholte Senkungsbeobachtungen über und unter Tage die nötigen Unterlagen gewonnen, s. S. 165 u. f. Um bei der Übertragung dieser Erfahrungswerte auf ähnliche Verhältnisse auch geringe Abweichungen zu erfassen, ordnet man über Tage um den Schacht oder das zu schützende Bauwerk zunächst einen Schutzbezirk an, von dessen Rändern erst die geneigten Grenzlinien des Sicherheitspfeilers ausgehen.

Im Ruhrkohlenbezirk werden für Flöz- und Deckgebirge meist durchschnittliche Neigungswinkel der Sicherheitspfeilergrenzen angenommen, die im allgemeinen den beobachteten Bruchwinkeln beim Abbau entsprechen. Als Schutzbezirk über Tage wird hier für einen Schacht gewöhnlich eine kreisrunde Fläche von 100 m Durchmesser bestimmt, in deren Mittelpunkt der Schacht liegt. Im Deckgebirge verlaufen dann die Grenzen nach allen Seiten gleichmäßig geneigt, und zwar beim Mergel unter  $70^\circ$ . Im Steinkohlengebirge wird eine gleichmäßige Neigung von  $75^\circ$  bei einem Einfallen der Flöze bis zu  $15^\circ$  beibehalten, so daß, unter der Annahme einer annähernd waagerechten Mergelunterfläche, die in den Sicherheitspfeiler fallende Flözfläche bei söhlicher Ablagerung von einem Kreise, bei schwacher, aber gleichmäßiger Neigung von einer Ellipse begrenzt ist. Wenn die Flöze steiler als  $15^\circ$  einfallen, muß die Neigung der Grenze des Schachtsicherheitspfeilers für den oberen Teil der Flöze, entsprechend der Einwirkung an der unteren Abbaugrenze, geringer angenommen werden, und zwar wählt man bei  $15^\circ$  bis  $35^\circ$  Flözeinfallen Neigungswinkel von  $75^\circ$  bis  $55^\circ$ , um letzteren Wert dann auch für steilere Lagerung beizubehalten. Im Streichen und für den unteren Teil der Flöze bleibt der Neigungswinkel von  $75^\circ$  bestehen. Da die Mantelfläche des Sicherheitspfeilers jetzt nicht mehr einem Kegelmantel entspricht, so ist auch die Begrenzung desselben im Flöz nicht mehr eine Ellipse oder ein sonstiger einfacher Kegelschnitt.

Auch wenn der Schachtsicherheitspfeiler, wie es in zunehmendem Maße geschieht, abgebaut wird, empfiehlt sich die Festlegung des auf den Schacht einwirkenden Bereiches für jedes Flöz, damit sich der Umfang der Fläche, in der ein besonderes, eine möglichst gleichmäßige Absenkung verbürgendes Abbau- oder Versatzverfahren durchzuführen ist, entsprechend abgrenzen läßt.

An einem einfachen Beispiel soll gezeigt werden, wie man die Begrenzung des Schachtsicherheitspfeilers für ein Flöz im Grundriß ermitteln kann.

In Abb. 221 sind ein Quer- und ein Längsprofil durch ein in einem Schacht erschlossenes Flöz gezeichnet. Nach Abtragung des Halbmessers des Schutzbezirktes an der Tagesoberfläche vom Schacht jeweils nach beiden Seiten werden die Sicherheitspfeilergrenzen im Mergel unter  $70^\circ$ , im Steinkohlengebirge nach SO, SW und NO unter  $75^\circ$ , nach NW unter  $55^\circ$  gezogen. Die Schnittpunkte des Flözes mit den Sicherheitspfeilergrenzen liefern für den Grundriß, Abb. 222,

4 Begrenzungspunkte, die vom Schacht aus auf den beiden Profillinien abzutragen sind. Durch diese 4 Punkte ist aber die Form des Sicherheitspfeilers noch nicht genügend bestimmt. Hat man im Schacht mehrere Sohlen angesetzt, oder denkt man sich mehrere söhligte Ebenen gelegt, so ist leicht zu erkennen, daß der

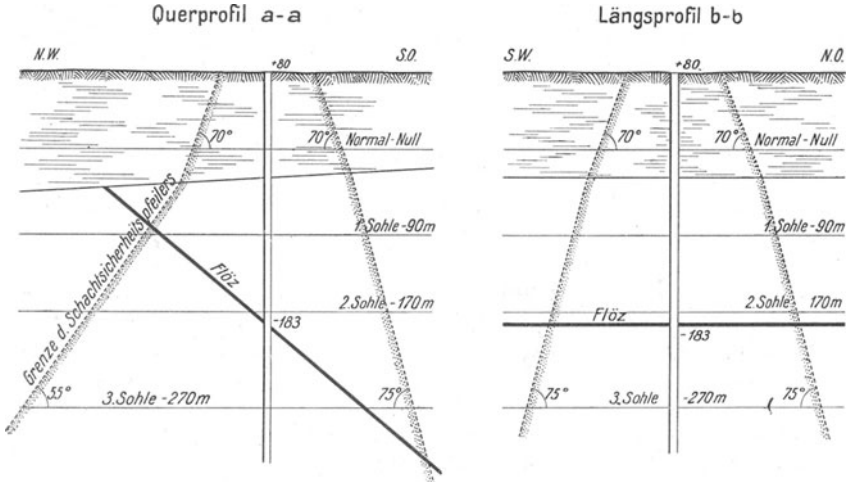


Abb. 221. Schachtsicherheitspfeiler im Quer- und Längsprofil. 1:8000.

Sicherheitspfeiler aus diesen söhligten Ebenen Flächen herauschneidet, die in der südlichen Hälfte von einem Halbkreis, in der nördlichen Hälfte von einer halben Ellipse begrenzt sind. Man kann also aus den Entfernungen der Sicherheitspfeilergrenzen vom Schacht in den vier verschiedenen Richtungen der Profile für jede Sohle diese Schnittfiguren grundrißlich konstruieren.

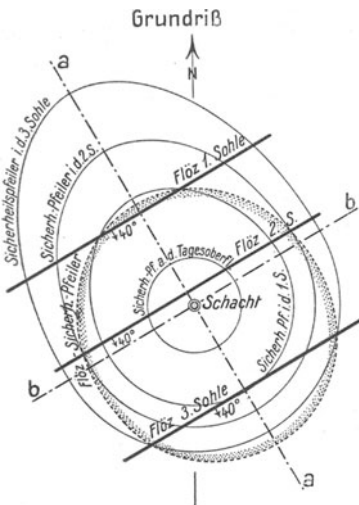


Abb. 222. Konstruktion eines Schachtsicherheitspfeilers im Baugrundriß. 1:8000.

beiden Schächte und von parallel zur Verbindungslinie der Schachtmitten verlaufenden Geraden begrenzt wird. Dementsprechend werden auch die Hilfskurven auf den einzelnen Sohlen durch gerade Stücke unterbrochen. Im übrigen kann es hier notwendig sein, statt der kreisförmigen oder elliptischen Bogen-

heitspfeilergrenzen vom Schacht in den vier verschiedenen Richtungen der Profile für jede Sohle diese Schnittfiguren grundrißlich konstruieren. Entnimmt man nun aus dem Querprofil die Lage des Flözes auf den einzelnen Sohlen und zeichnet danach die Streichlinien des Flözes in den Grundriß ein, so erhält man aus den Schnittpunkten dieser Streichlinien mit den Schnittfiguren der betreffenden Sohlen weitere Punkte für den Verlauf des Sicherheitspfeilers im Flöz. Durch Vermehrung der Zahl der söhligten Ebenen läßt sich die Punktdichte im Grundriß beliebig steigern.

Das beschriebene Verfahren kann in gleicher Weise bei gefalteten und gestörten Flözen angewendet werden. Die Gestalt des Sicherheitspfeilers ist in diesen Fällen mitunter recht unregelmäßig. So treten z. B. bei gefalteten Flözen Einschnürungen an den Sätteln und Ausbuchtungen an den Mulden auf.

Bei Doppelschachtenanlagen wählt man als Schutzbezirk über Tage gewöhnlich eine Form, die von 2 Halbkreisen um die

stücke, andere Kurven, wie z. B. zweiteilige Korbbögen, zu konstruieren, wenn nämlich die Verbindungslinie der Schachtmitten nicht annähernd mit der Streich- oder der Fallrichtung des Flözes zusammenfällt.

Die Regeln für die Konstruktion von Schachtsicherheitspfählern finden sinngemäß auch Anwendung bei der Ermittlung der Sicherheitspfähler für Bauwerke über Tage.

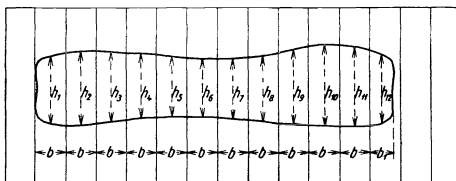
### Flächenermittlungen aus Plänen.

**164. Flächenberechnung durch Teilung.** Soll die Größe einer geradlinig begrenzten, in einem Plan dargestellten Fläche ermittelt werden, so teilt man diese zunächst durch dünne Bleilinien in einfache Figuren — Dreiecke, Rechtecke und Trapeze — in ähnlicher Weise wie das bei der Flächenaufnahme im Gelände durch Aufnahmelinien und Rechtwinklige geschieht, s. S. 65, Abb. 62. Dann bestimmt man die Grundlinien und Höhen der Einzelflächen mit Zirkel und Transversalmaßstab oder mit einem Anlegemaßstab und errechnet den Inhalt dieser Flächen nach bekannten Formeln der Geometrie. Hat man die Maße der Zeichenflächen in Millimetern, z. B. mit einem Anlegelineal, festgestellt, so muß jedes Maß entweder vor der Inhaltsberechnung mit der Maßstabszahl der Zeichnung multipliziert werden, oder es ist die vorerst in Quadratmillimetern errechnete Fläche noch mit dem Quadrate der Maßstabszahl zu multiplizieren, um den wirklichen Inhalt zu erhalten.

Sind, wie z. B. bei Grubenfeldern, die rechtwinklig-ebenen Koordinaten für die Eckpunkte einer Fläche gegeben, so erfolgt die Inhaltsberechnung nach den auf S. 66 angeführten Flächenformeln.

Bei der Ermittlung der Feldesgrößen neuer Mutungs- und Berechtsamsfelder müssen an den aus Gauß-Krügerschen Koordinaten berechneten Flächengrößen Verbesserungen angebracht werden, welche die durch die Abbildungsart begründete Flächenverzerrung ausgleichen. Die von der ermittelten Fläche  $F$  abzuziehende Verbesserung errechnet man nach der Formel  $v = \frac{y^2}{r^2} \cdot F$ , wobei  $y$  die mittlere Ost-West-Entfernung der Fläche vom Nullmeridian und  $r$  den Erdhalbmesser bedeuten, sie kann aber auch aus Tafel 8 des Anhangs entnommen werden.

**165. Inhaltsermittlung von Flächenstreifen.** Handelt es sich bei den Flächen um Streifen von ungefähr gleichbleibender Breite, so kann man die Flächenermittlung auch unter Zuhilfenahme einer auf Pauspapier in gleichen, runden Abständen gezogenen Schar von parallelen Linien ausführen, Abb. 223. Legt man das Pauspapier auf die Fläche, so wird diese durch die Parallelen in eine Anzahl Trapeze geteilt, deren Inhalt jeweils gleich dem festen Linienabstand mal der mittleren Höhe der Trapeze ist. Die mittleren Höhen greift man mit dem Zirkel nacheinander ab und addiert sie hierbei mechanisch auf. Etwas genauer wird diese Ermittlung bei Benutzung der Simpsonschen Flächenformel, die besagt, daß



$$F = b \{ h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n \} \cdot b_1 \cdot b_2$$

Abb. 223. Inhaltsbestimmung von Flächenstreifen.

$$F = \frac{b}{3} [y_0 + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2}) + y_n]$$

ist, wobei wieder  $b$  die Breite der einzelnen Streifen und  $y_0$  bis  $y_n$  die Höhen an den Streifengrenzen sind.

Die Genauigkeit vorgenannter Flächenermittlungen hängt von der Schärfe des Abgreifens der Maße, von der Genauigkeit der Darstellungen und vom Papierengang ab. Man kann den Papierengang in den beiden Hauptrichtungen des Planes durch Vergleich der Netzlinienabstände mit den Sollwerten feststellen und durch prozentualen Zuschlag zu den abgegriffenen Maßen oder bei Zugrundelegung der Netzquadrate zu den ermittelten Flächen berücksichtigen.

**166. Flächenermittlung mit dem Planimeter.** Krummlinig begrenzte Flächen ermittelt man am zweckmäßigsten durch Umfahrung mit einem Planimeter. In einfacher Form besteht dieses Gerät als Polarplanimeter aus zwei Metallstäben, dem Polarm und dem Fahrarm, die gelenkartig miteinander verbunden sind, Abb. 224. Der feste Polarm trägt am freien Ende eine, mit einem Gewicht beschwerte, feine Spitze, um

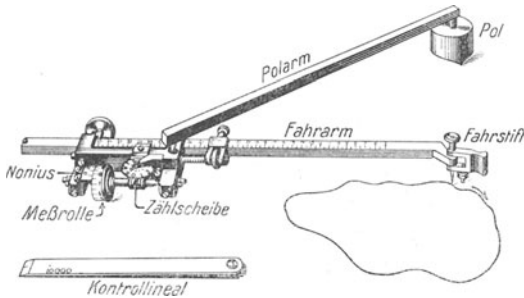


Abb. 224. Polarplanimeter von Coradi.

die vollen Umdrehungen angibt, übertragen wird, während Bruchteile der Umdrehung an der Rollenteilung mit Hilfe eines 10teiligen Nonius zu beobachten sind. Da der Umfang der Rolle in 100 Teile geteilt ist, so lassen sich am Nonius noch Tausendstel der Rollenumdrehung ablesen.

Beim Gebrauch wird das Planimeter gewöhnlich so auf die Zeichnung gesetzt, daß der Pol außerhalb der zu umfahrenden Fläche liegt und Pol- und Fahrarm etwa einen rechten Winkel miteinander bilden, wenn der Fahrstift mitten auf der Fläche steht. Nachdem man den Fahrstift auf einen Punkt der Flächenbegrenzung gebracht hat, liest man an der Zählscibe, an der Meßrolle sowie an dem Nonius ab und schreibt diese vierstellige Ablesung auf. Dann umfährt man mit dem zwischen Daumen und Zeigefinger geführten Fahrstift die Fläche sorgfältig rechts herum, wobei der Spurkranz der Meßrolle teils gleitende, teils rollende Bewegungen ausführt. Nach Rückkehr auf den Ausgangspunkt liest man wieder am Zählwerk ab und bildet den Unterschied gegen die Anfangsablesung. Der Inhalt der Fläche entspricht einem Rechteck, dessen Grundlinie gleich der Länge des Fahrarmes und dessen Höhe gleich der Länge der Rollenabwicklung, d. h. gleich dem Unterschied der Ablesungen mal dem Spurkranzumfang ist.

Für Geräte mit verstellbarem Fahrarm kann man aus einer, die gebräuchlichsten Maßstabsverhältnisse berücksichtigenden Tabelle diejenigen Fahrarmeinstellungen entnehmen, die für runde Flächenwerte der Noniuseinheit gelten. Man braucht dann nach richtiger Einstellung des Fahrarmes den betreffenden Flächenwert nur mit der Ablesedifferenz zu multiplizieren, um den Flächeninhalt zu erhalten. Ist der Fahrarm nicht verstellbar oder will man die Richtigkeit der Einstellung prüfen, so umfährt man noch eine bekannte Fläche  $F_0$  und kann dann den Inhalt der gesuchten Fläche  $F$  aus der bekannten Fläche  $F_0$  und den Ablesedifferenzen  $n$  und  $n_0$  für die gesuchte und die bekannte Fläche feststellen,

also  $F = \frac{n}{n_0} \cdot F_0$ . Als bekannte Fläche wird hierbei häufig eine durch Drehung

des dem Gerät beigefügten Kontrolllineals erzeugte Kreisfläche gewählt. Das eine Ende dieses Lineals trägt eine Spitze, die in den Zeichenbogen gedrückt wird, am anderen Ende ist eine feine Öffnung angebracht, in die der Fahrstift bei der

Drehung gesetzt wird, während eine Strichmarke die genaue Einhaltung der vollen Umdrehung gestattet.

Die Genauigkeit der Flächenbestimmung mit dem Planimeter bei einmaliger Umfahrung wächst von etwa 1 % bei kleinen, auf etwa 0,1 % bei größeren Flächen. Um die unvermeidlichen Abweichungen beim Umfahren der Flächengrenzen möglichst auszugleichen und damit die Genauigkeit der Flächenermittlung zu erhöhen, wird man jede Fläche mehrmals umfahren und die erhaltenen Ablesesunterschiede mitteln. Der Einfluß einer nicht parallelen Lage der Rollachse zum Fahrarm, die Rollenschiefe, ist bei Kompensationsplanimetern auszuschalten, wenn man die Umfahrung in zwei symmetrischen Lagen der Meßrolle zum Pol ausführt.

Bei größeren Flächen kann die Umfahrung auch mit Pol innerhalb vorgenommen werden. Zu dem Produkt aus Länge des Fahrarmes mal der Rollenabwicklung ist in diesem Falle noch eine Konstante hinzuzufügen, die sich aus den Abmessungen des Instrumentes ergibt. Besser ist es aber, größere Flächen zu zerlegen und die Teilflächen mit Pol außerhalb zu bestimmen. Auch kann man in diesem Falle Rollplanimeter verwenden, bei denen der Pol fortfällt und das ganze Gerät auf Walzen dem Fahrstift in gleichbleibender Richtung nachgeführt wird. Die Abhängigkeit der Abwicklung des Spurkranzes von der Art des Zeichenspapiers läßt sich dadurch beheben, daß die Meßrolle auf einer besonderen aus Hartgummi oder Metall hergestellten Scheibe abrollt —

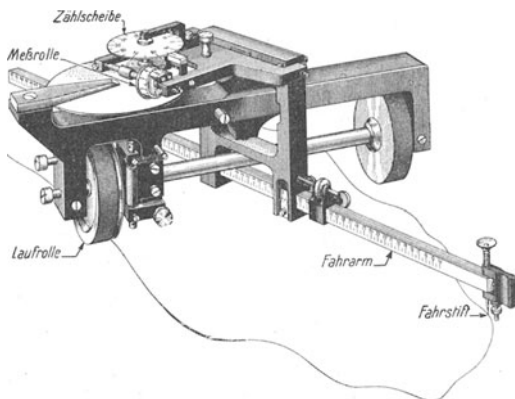


Abb. 225. Scheibenrollplanimeter von Ott.

Scheibenpolar- und Scheibenrollplanimeter, Abb. 225. Bei weiteren Arten — den Kugelpolar- und Kugelrollplanimetern — wird bei der Flächenumfahrung ein Kugelabschnitt in Drehbewegung versetzt und die Bewegung dann auf einen Zylinder mit Zahlwerk übertragen.

## Massenberechnungen.

Beim Bau von Wegen und Anschlußbahnen sowie bei der Herstellung von Gräben usw. müssen häufig die abzutragenden oder aufzuschüttenden Erdmassen, bei Halden die lagernden Bestände, im Tage- oder Tiefbau die anstehenden Abraum- und Mineralmengen festgestellt werden.

**167. Erdmassenermittlungen.** Sind beim Straßen-, Eisenbahn- oder Wasserbau auf Grund von Absteckungen und Höhenmessungen hergestellte Unterlagen vorhanden, und zwar Längenprofile in den Achsrichtungen mit eingezeichnetem Planum oder Sohle, sowie annähernd parallel zueinander verlaufende Querprofile mit den vorgesehenen Schnittfiguren, so wird man die Massen zwischen den einzelnen Querprofilen abschnittsweise berechnen und, nach Auftrag und Abtrag getrennt, aufaddieren. Der Flächeninhalt der Querprofile ist fast immer aus einfachen geometrischen Gebilden zu ermitteln. Der Kubikinhalte zwischen 2 Profilen ergibt sich angenähert aus dem arithmetischen Mittel



der Flächen multipliziert mit ihrer Entfernung. An den Schnittpunkten der geplanten Neigungslinie mit der Geländeoberkante im Längenprofil findet der Übergang von Auftrag in Abtrag statt. Man muß in diesen Punkten auch Querprofile legen, deren Flächen bei ebenem Gelände gleich Null sind.

**168. Kohlenberechnungen.** Den Inhalt wenig mächtiger Lagerstätten, wie Steinkohlenflöze, errechnet man bei ebenem Verlauf für geradlinig begrenzte Teile in einfachster Weise aus mittlerer streichender Länge mal flacher Bauhöhe mal Mächtigkeit.

Ist die zu bestimmende Flözfläche unregelmäßig begrenzt, wie z. B. in Schachtsicherheitspeilern, so ermittelt man die Größe der söhligigen Fläche im Grundriß mit dem Planimeter, dividiert den erhaltenen Wert durch den Kosinus des Einfallwinkels und multipliziert sodann mit der Mächtigkeit, um den Inhalt zu bekommen.

Für langgestreckte Gebilde, wie Sicherheitspeiler für Kanäle oder Eisenbahnlagen, kann auch die Kohleninhaltsberechnung nach Art der oben angeführten Erdmassenberechnung vorgenommen werden. Man stellt, da es sich in solchen Fällen meist um eine Anzahl von Flözen handelt, zweckmäßigerweise den Inhalt des eine gleichwertige Flözgruppe umfassenden Gebirgskörpers fest und multipliziert mit dem Prozentgehalt dieser Gruppe an bauwürdiger Kohle, die aus Schichtenschnitten — Normalprofilen — entnommen wird.

In ähnlicher Weise sind für flache, mächtige Braunkohlenlager Netzprofile in gleichen Abständen voneinander zu konstruieren, die Lagerstättenschnittflächen in diesen Profilen durch Rechnung oder Umfahrung mit dem Planimeter zu bestimmen und der Inhalt zwischen zwei Profilen aus dem arithmetischen Mittel der Flächen und dem Profilabstand zu ermitteln.

Bei mächtigen Einzellagerstätten oder flachwellig abgelagerten Flözgruppen ist die Bestimmung des Kubikinhaltes am zweckmäßigsten auf Grund von Schichtlinienplänen der Ober- und Unterfläche der Lagerstätte oder der Flözgruppe auszuführen. Nachdem man durch Umfahrung aller Höhenlinien mit dem Planimeter die von diesen Schichtlinien eingeschlossenen Flächen ermittelt hat, errechnet man stufenweise den Inhalt der zwischen 3 Schichten liegenden Teile nach der Simpsonschen Regel

$$J = \frac{h}{6} \cdot (F_1 + 4F_2 + F_3),$$

wenn  $F_1$  die untere,  $F_2$  die mittlere,  $F_3$  die obere Schichtenfläche und  $h$  der Abstand zwischen  $F_1$  und  $F_3$  bedeuten. Die gleiche Formel verwendet man auch für die Berechnung von Haldenbeständen und Abraummassen.

Der Maßstab der Darstellung muß bei allen Inhaltsberechnungen aus Plänen richtig berücksichtigt werden. Entweder sind die linearen Maße einzeln mit der Maßstabszahl zu multiplizieren oder der in Zeichnungsmaßen ermittelte Kubikinhalt ist mit der 3. Potenz der Maßstabszahl zu multiplizieren.

Um bei Kohlenberechnungen das Ergebnis in Tonnen zu erhalten, ist bei kleineren und gut erschlossenen Baufeldern der Inhalt in Kubikmetern mit dem spezifischen Gewicht der Kohle — für Steinkohle 1,2 bis 1,4 — zu multiplizieren. Für größere Kohlenberechnungen nimmt man im Steinkohlenbergbau die ermittelte Kubikmeterzahl auch gleich als Tonnenwert an und hat damit Gewinnungs- und Abbauverlusten,

die durch Störungen, Unreinheit der Kohle, Sicherheitspfeiler usw. verursacht werden, Rechnung getragen.

Bei allen Massenberechnungen soll die Abrundung des Endergebnisses auf die Größenordnung der wahrscheinlichen Genauigkeit abgestimmt sein. Es ist z. B. sinnlos, eine Kohlenmenge von mehreren hunderttausend Tonnen, bei deren Berechnung um mindestens 5% unsichere Mächtigkeiten eingesetzt wurden, auf einzelne Tonnen genau anzugeben. Eine Abrundung des Ergebnisses auf volle zehntausend Tonnen ist hier zweckentsprechend.

## Karten-, Plan- und Reißwerke.

### Topographische Karten.

**169. Allgemeines.** Die verbreitetsten topographischen Karten, die im wesentlichen den Grundriß der Tagesoberfläche und die Geländeformen veranschaulichen, sind in Deutschland die Landeskartenwerke in den Maßstäben 1:5000 und 1:25000 sowie die Reichskartenwerke in den Maßstäben 1:50000, 1:100000, 1:200000 und 1:300000. Die Herausgabe und Weiterführung der ersteren ist in Zukunft Aufgabe der vor einigen Jahren in Preußen für die einzelnen Provinzen und im übrigen für die einzelnen Länder eingerichteten Hauptvermessungsabteilungen, während die Bearbeitung der letzteren auch weiterhin dem Reichsamt für Landesaufnahme obliegt.

Zur Unterscheidung der einzelnen Kartenwerke dient außer der Bezeichnung und dem Maßstabsverhältnis jetzt auch die Angabe desjenigen Längenmaßes, das in der Karte einer wirklichen Länge von 1 km entspricht, also z. B. 20 cm-Karte für den Maßstab 1:5000. Bezüglich der Darstellung kann allgemein darauf verwiesen werden, daß neuerdings ein Auszug aus den für die verschiedenen Karten aufgestellten Musterblättern mit den wichtigsten zur Verwendung gelangten Zeichen und Abkürzungen auf dem Rande jedes Kartenblattes abgedruckt ist, wodurch das Lesen der Karten wesentlich erleichtert wird. Alle neueren topographischen Karten, also auch die nach geographischen Koordinaten begrenzten, sind ferner mit einem rechtwinklig-ebenen Koordinatennetz in Gauß-Krügerschen Meridianstreifen, s. S. 110, überzogen, für dessen Nord-Süd-Linien auch jeweils die magnetische Nadelabweichung nebst jährlicher Abnahme angegeben ist.

**170. Deutsche Grundkarte 1:5000 (20 cm-Karte).** Diese seit dem Jahre 1924 zunächst nur vereinzelt auf Grund behördlicher oder privater Aufträge hergestellte Karte soll als amtliches Landes-Grundkartenwerk in Zukunft neben ihrer Verwendung für Reichsverteidigungszwecke die Grundlage für alle wirtschaftlichen und technischen Planungsarbeiten sowie auch für die Ergänzung und Berichtigung aller kleinmaßstäblichen topographischen Karten bilden.

Zur Übertragung der Erdoberfläche in die Ebene ist das Gaußsche Abbildungsverfahren, s. S. 109, gewählt. Die Abgrenzung der einzelnen Blätter entspricht den geraden Kilometer-Rechts- und Hochwerten der Gauß-Krügerschen Meridianstreifen, so daß jedes Blatt, das nach den Koordinaten der linken unteren Ecke benannt wird, eine Fläche von  $2 \times 2 \text{ km} = 4 \text{ km}^2$  überdeckt. Auf der Karte erscheinen Grundriß und Schrift schwarz, Gewässer blau und Gelände-

formen in braunen Höhenkurven, die allgemein für volle Meter mit Hervorhebung der 5- und 10 m-Kurven, in der Ebene darüber hinaus noch für Dezimeter eingetragen sind. Der Besitzstand am Grund und Boden ist durch Einzeichnung der Grenzen aller Flurstücke, allerdings ohne Nummerbezeichnung, nachgewiesen. Zur Herstellung der Grundkarte werden möglichst alle zuverlässigen großmaßstäblichen Aufnahmen einschließlich Luftbildmessungen herangezogen, deren Ergebnisse in diesem Kartenwerk ihre maßstabsgetreue Wiedergabe finden. Die Übertragung des Karteninhaltes von der Originalzeichnung auf die Druckplatten erfolgt auf photomechanischem Wege.

Da die zur Darstellung der Geländeformen notwendigen Unterlagen in der Regel noch nicht vorliegen, sondern erst durch besondere Höhenmessungen beschafft werden müssen, so ist zur beschleunigten Bereitstellung für besondere Zwecke, z. B. für die Eintragung der Ergebnisse der Reichsbodenschätzung, die Anfertigung einer Katasterplankarte 1:5000 im gleichen Rahmen, aber ohne Höhenkurven, angeordnet worden. Nach Durchführung der noch fehlenden Höhengaufnahmen wird diese Karte allmählich zur Grundkarte ausgestaltet werden.

**171. Topographische Karte 1:25 000 (4 cm-Karte).** Die einzelnen Blätter dieses bisher meist nach Aufnahmen mit dem Meßtisch und der Kippregel sofort im Gelände angefertigten Kartenwerkes sind in Preußen und benachbarten Ländern unter dem Namen Meßtischblätter bekannt. In Zukunft wird diese Karte nur noch nach der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Grundkarte herzustellen bzw. zu ergänzen sein.

Jedes Meßtischblatt überdeckt ein Gebiet von 6' in der geographischen Breite und 10' in der geographischen Länge, das sind etwa 11,1 km oder 44,5 cm in nordsüdlicher und, bei  $51\frac{1}{2}^{\circ}$  geographischer Breite, 11,6 km oder 46 cm in ostwestlicher Richtung. Die Bezeichnung des einzelnen Blattes erfolgt nach der größten auf ihm vorhandenen Ortschaft und einer Nummer, die für das ganze Reich neuerdings eindeutig festgelegt ist. Der Karteninhalt entspricht im allgemeinen dem der Grundkarte, nur fällt die Wiedergabe der Flurstücksgrenzen fort. Soweit sich Gegenstände nicht maßstäblich darstellen lassen, müssen Verzerrungen, z. B. bei Wegen usw. in der Breite, eintreten oder besondere Kartenzeichen Verwendung finden. Die Veranschaulichung der Bodengestaltung geschieht durch Höhenkurven, die im offenen Gelände allgemein von 5 m zu 5 m mit Hervorhebung der vollen 10- und 20 m-Linien eingetragen werden. Nur da, wo diese Kurven zur Darstellung der Bodenformen nicht ausreichen, sind Hilfsschichtlinien von 1,25 m zu 1,25 m eingeschaltet. Die früher in Kupferstich oder Steingravur vervielfältigten Meßtischblätter, die in der Regel nur schwarz gedruckt erschienen, werden, nach Einführung eines photomechanischen Herstellungsverfahrens, nach dem Muster der süddeutschen Staaten dreifarbig herausgegeben — Grundriß und Schrift schwarz, Gewässer blau, Höhenkurven braun —, womit eine bessere Übersichtlichkeit und leichtere Lesbarkeit erzielt worden ist.

**172. Deutsche Karte 1:50 000 (2 cm-Karte).** Die Herausgabe dieses Kartenwerkes war schon vor dem Weltkriege beschlossen worden, weil die nachfolgende Karte 1:100 000 erhöhten militärischen Ansprüchen nicht mehr genügte. Sie wurde aber erst in der Nachkriegszeit in Angriff genommen und konnte infolge dringender anderer Arbeiten zunächst nur wenig gefördert werden, so daß die Karte heute noch in der Entwicklung begriffen ist. Die Herstellung erfolgt durch Verkleinerung der Meßtischblätter, wobei jedoch unwesentliche Wege und Einzelgegenstände sowie entbehrliche Geländeformen weggelassen werden, damit vor allem das Straßennetz in seinen Hauptzügen und die Höhenunterschiede klar erkennbar bleiben. Bei der dreifarbigten Ausführung gelangt die Bodengestaltung durch braune Höhenkurven in 2,5 m Abstand zur Darstellung.

Jedes Blatt dieser seit 1931 im Großformat hergestellten Gradabteilungskarte überdeckt ein Gebiet von 15' in der geographischen Breite und 30' in der geographischen Länge, was dem Inhalte von  $7\frac{1}{2}$  Meßtischblättern oder einem Blatt der Reichskarte 1:100 000 entspricht, deren Einteilung auch dieser Karte zugrunde liegt.

**173. Karte des Deutschen Reiches 1:100 000 (1 cm-Karte).** Die in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts begonnene und im Jahre 1912 für das damalige Reichsgebiet mit 675 Blättern vollendete Karte, die auch unter dem

Namen „Generalstabskarte“ bekannt geworden ist, war die erste nach einheitlichen Gesichtspunkten hergestellte topographische Karte des gesamten Reiches. Sie unterscheidet sich von den Karten größeren Maßstabes vor allem in der Wiedergabe der Bodengestaltung, die hier nicht durch Höhenkurven, sondern durch Bergschraffur erfolgt. Dadurch wird auf den ersten Blick ein anschaulicheres Erkennen der Geländeformen bewirkt, doch ist es nicht möglich, die Höhenlage und die Höhenunterschiede von Punkten in der Karte mit der gleichen Genauigkeit festzustellen wie bei eingezeichneten Höhenschichtlinien.

Das einzelne Kartenblatt überdeckt, wie bei der Karte 1:50000, ein Gebiet von 15' in der geographischen Breite und 30' in der geographischen Länge, hat also etwa 28×33 cm Bildgröße. Die Vervielfältigung erfolgt in Kupfer-schwarzdruck sowie in dreifarbigem Kupferbuntdruck und außerdem auch noch als schwarze Umdruckausgabe. Für die Folge ist neben der Erweiterung dieses Kartenwerkes auf die neu erworbenen Gebiete nur die Laufendhaltung durch Berichtigungen notwendig.

**174. Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200000 (1/2 cm-Karte).** Als Nachfolgerin der alten Reymannschen Spezialkarte von Mitteleuropa wurde diese Karte seit dem Beginn des jetzigen Jahrhunderts als Gradabteilungskarte hergestellt. Jedes Blatt ist aus 4 Blättern der Reichskarte 1:100000 zusammengesetzt, überdeckt also bei gleicher Größe ein Gebiet von 30 in der geographischen Breite und 60' in der geographischen Länge. Die Geländeformen sind wieder durch Höhenkurven, und zwar von 10 zu 10 m veranschaulicht. Die Ausführung erfolgt in vierfarbigem Kupferdruck und im Umdruck, wobei zu den üblichen Farben Schwarz, Blau und Braun noch die grüne Farbe zur Hervorhebung der Talsohlen kommt.

**175. Übersichtskarte von Mitteleuropa 1:300000 (1/3 cm-Karte).** Diese Gradabteilungskarte wurde 1893 für militärische Zwecke begonnen und mit 105 Blättern nach allen Seiten über die Reichsgrenzen hinaus ausgedehnt. Die Blattgrenzen werden durch die einzelnen Breitengrade und durch die geraden Längengrade östlich Ferro gebildet, so daß jedes Blatt das Gebiet von 4 Blättern der Karte 1:200000 oder 16 Blättern der Karte 1:100000 überdeckt. Die Bodengestaltung wird durch Schummerung gekennzeichnet. Von der in Stein gravierten Karte gelangen schwarze und bunte Umdruckausgaben zum Vertrieb. Bei letzteren sind der Grundriß und die Schrift schwarz, Gewässer blau, das Gelände braun, Straßen rot, Wälder grün und Landesgrenzen orange gedruckt. Als Sonderausgabe dieser Karte ist für den Bereich von Deutschland — 51 Blätter — in neuerer Zeit die Reichsautokarte 1:300000 erschienen.

**176. Sonstige Karten des Reichsamtes für Landesaufnahme.** Neben vorgenannten topographischen Karten seien hier noch zwei weitere kleinmaßstäbliche Übersichtskarten erwähnt, die vom Reichsamt für Landesaufnahme ganz bzw. teilweise hergestellt worden sind. Es sind dies die Übersichtskarte 1:800000, die als Operationskarte während des Weltkrieges entstand und auf 80 Blättern von je 4° Länge und Breite in 5 Farben den größten Teil Europas und Vorderasiens enthält, und weiter die Internationale Weltkarte 1:1000000, von der für Deutschland und nähere Umgebung insgesamt 8 farbige Blätter mit je 4° Breiten- und 6° Längenausdehnung angefertigt wurden. Die Geländeverhältnisse sind in der Karte 1:800000 durch braune Schummerung, in der Karte 1:1000000 durch Höhenschichtflächen von je 100 m in grüner bis schwarzbrauner Farbe kenntlich gemacht.

**177. Verwendung topographischer Karten.** Die amtlichen topographischen Karten dienten ursprünglich vorwiegend militärischen Zwecken. Im Laufe der Zeit haben sich diese Karten aber als vorzügliches Hilfsmittel für viele andere Aufgaben erwiesen. Wir finden sie heute verbreitet als Wanderkarten, als Heimatkarten im Unterricht, als Kreis- und Umgebungskarten, als Verkehrskarten, als Unterlagen für den Entwurf von Verkehrswegen, Wasserversorgungs- und Entwässerungsanlagen, für Land-, Forstwirtschafts- und Vegetationskarten, als Grund-

lage für statistische, geographische, geschichtliche und geologische Forschungen.

So ist z. B. auch die Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, herausgegeben von der früheren Preussischen Geologischen Landesanstalt, der jetzigen Reichsstelle für Bodenforschung, ein farbiger Überdruck der Meßtischblätter, in dem die Verbreitung und Begrenzung der einzelnen geologischen Formationen und ihrer Unterabteilungen veranschaulicht wird, wie sie an Aufschlüssen zutage treten oder nach Beseitigung der Verwitterungsdecke festgestellt werden. Nutzbare Lagerstätten mit ihren Störungen und Leitschichten sowie die Grenzen des Deckgebirges sind auf Grund von Bohrlochs- und Grubenaufschlüssen eingetragen. In Bergbaugebieten werden auch die verliehenen Feldesgrenzen aus bergmännischen Karten übernommen. Vereinzelt, wie z. B. im Ruhrkohlenbezirk, hat die Landesanstalt daneben noch besondere Flözkarten hergestellt, die als Aufdruck der Meßtischblätter nur die durch Bergbau erschlossenen, nutzbaren Lagerstätten unter Fortlassung der geologischen Flächenfärbung enthalten. Auf den Rändern der einzelnen Blätter sind neben Farben- und Zeichenerklärungen durchgehende Schnitte dargestellt, in denen der Aufbau, d. h. im wesentlichen die Faltung und Mächtigkeit der Schichten gezeigt ist. Eine Beschreibung aller Einzelheiten wird in dem zu jedem Blatt gehörigen Erläuterungsheft gegeben.

Für eine Tiefbohrkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens 1:100000, die in Tiefenschichtlinien die Oberfläche des Steinkohlengebirges mit ihren Unregelmäßigkeiten wiedergibt, benutzt die Preussische Geologische Landesanstalt die Reichskarte 1:100000.

Die topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200000 ist als Unterlage für eine von der Preussischen Geologischen Landesanstalt veröffentlichte Karte der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands verwendet worden. Diese Karte enthält alle Vorkommen nutzbarer Lagerstätten unter Angabe des Nebengesteins nach Verbreitung und wirtschaftlicher Bedeutung. In den einzelnen, durch farbige Umrandung hervorgehobenen natürlichen Lagerstättenbezirken sind die wichtigsten Grenzlinien bergrechtlicher Natur eingezeichnet, auch ist in Schaubildern Wert und Menge der Produktion dargestellt. Weiter dient das gleiche Kartenwerk als topographische Grundlage der noch in Bearbeitung stehenden Geologischen Übersichtskarte von Deutschland 1:200000.

Topographische Karten können ferner für die Herstellung bergbaulicher Risse herangezogen werden. So war es z. B. bisher gestattet, die auf 1:10000 vergrößerten Meßtischblätter als Unterlagen für Berechtsamsrisse zu benutzen, wenn Karten größeren Maßstabes von dem betreffenden Gebiet nicht zur Verfügung standen. Die Siedlungs- und Landesplanungsverbände verwendeten für ihre Zwecke gleichfalls Vergrößerungen der Meßtischblätter in 1:10000. Immerhin sind derartige Vergrößerungen stets nur als Notbehelf anzusehen, da unvermeidliche Ungenauigkeiten und Verzerrungen der Ausgangskarte hier entsprechend größer in die Erscheinung treten. Die neue Grundkarte 1:5000 wird nach ihrer Fertigstellung den bisherigen Mangel an geeigneten Kartengrundlagen für diese Zwecke beseitigen.

## Planwerke.

**178. Katasterpläne.** In diesen großmaßstäblichen Grundrissen der Tagesoberfläche soll in erster Linie jedes Grundstück nach Lage und Form, also auch nach Größe und Begrenzung sowie nach Besitz und Nutzung nachgewiesen werden.

Die Aufnahme des Planinhaltes erfolgt im Anschluß an das Reichsfestpunktfeld in Preußen auf Grund der Vermessungsanweisung IX, während die Bestimmungen über die Darstellung der Messungsergebnisse in der Anweisung VIII aufgeführt sind. Zu beiden Anweisungen erschienen 1931 Ergänzungsbestimmungen.

Die einzelnen Blätter eines Katasterplanes enthalten inselartig, d. h. ohne Zusammenhang mit den Nachbarblättern, jeweils ein durch Eigentums Grenzen

abgeschlossenes, in einer Gemarkung liegendes Gebiet, das als Flur bezeichnet wird. Jedes in diesem Bereich befindliche Grundstück, das auf dem Plan eine besondere Nummer trägt und durch Grenzzeichen und -linien umschrieben ist, heißt Flurstück (früher Parzelle). Die verschiedenen Nutzungsarten der Flurstücke werden, durch Buchstaben abgekürzt, angegeben. Eine Darstellung der Geländeformen findet im allgemeinen nicht statt.

Als Maßstab der Katasterpläne, von denen auch Planabdrucke hergestellt werden, ist in Preußen 1:2000 vorgeschrieben, wenn die einzelnen Flurstücke durchschnittlich mehr als 50 a umfassen, während man bei Größen von 5 a bis 50 a den Maßstab 1:1000 wählt. In geschlossenen Ortschaften hat die Anfertigung meist im Maßstab 1:500 zu erfolgen.

Die zeichnerische Darstellung in den Katasterplänen wird ergänzt durch beschreibende Nachweise in den Katasterbüchern. Beide zusammen bilden das Kataster. An Katasterbüchern sind von den bisherigen Katasterämtern, jetzigen Vermessungsämtern, zu führen

1. das Flurbuch, ein nach Fluren und Nummern geordnetes Verzeichnis der Flurstücke jeder Gemeinde mit den Bezeichnungen im Grundbuch und Liegenschafts- bzw. Gebäudebuch, Angabe der Besitzer, des Flächeninhaltes, der Nutzung, der Schätzungswerte usw.

2. das Liegenschaftsbuch (früher Mutterrolle), ein ähnliches, aber nach Besitzern geordnetes Verzeichnis der unbebauten Grundstücke,

3. das Gebäudebuch mit Nachweis der vorhandenen Gebäude und

4. das alphabetische Namensverzeichnis als Übersicht zu dem beschreibenden Teil des Katasters.

Die unter 2 bis 4 angeführten Verzeichnisse müssen neuerdings in Karteiform angelegt werden.

Das Kataster entstand zunächst aus dem Bedürfnis nach gleichmäßiger Besteuerung des Grund und Bodens. Durch seine Verbindung mit dem Grundbuch übernahm es dann die wichtige Aufgabe der Sicherung der Grundeigentums. Aber auch für technische Planungen wird sein zeichnerischer Teil schon seit langem herangezogen, wenn es sich um Feststellung der Wirkung neuer Anlagen auf den Grundeigentumsbestand im einzelnen handelt.

Die durch das Gesetz vom 3. Juli 1934 eingeleitete Neuordnung des Vermessungswesens sieht auch die Vereinheitlichung der vielgestaltigen Kataster aller deutschen Länder zu einem Reichskataster vor, das allen Bedürfnissen der Steuer, der Wirtschaft, der Planung sowie der Statistik Rechnung tragen und als Grundlage für die Erneuerung und Laufendhaltung topographischer Karten dienen soll. Die ersten Maßnahmen auf dem Wege hierzu waren durch die Übernahme der Schätzungsergebnisse in das Kataster nach dem Bodenschätzungsgesetz vom 16. Oktober 1934 bedingt. Dadurch ist der Anstoß zur Neuanlage der Katasterbücher nach einheitlichem Muster und mit einheitlichen Bezeichnungen für ganz Deutschland gegeben worden, während von einer Neuanfertigung der vorhandenen Katasterpläne abgesehen wird. Jedoch muß in Zukunft neben dem eigentlichen Katasterplan eine Zweitausfertigung als Schätzungsplan mit Eintragung der bei der Bodenschätzung ermittelten Klassengrenzen, Klassenzeichen und Wertzahlen geführt werden.

Die Fortschreibung des Katasters, d. h. die Aufnahme und Eintragung aller Veränderungen in die Katasterbücher und -pläne geschieht in Preußen nach der Anweisung II. Durch neue Erlasse sind auch die hierfür bestehenden Vorschriften im Hinblick auf das zukünftige Reichskataster teilweise geändert worden.

Mit der Neuherstellung von Katasterplänen befassen sich auch die Landes-kulturbehörden, deren Hauptaufgabe darin besteht, durch Neugestaltung der ländlichen Besitz-, Wege- und Vorflutverhältnisse den Flurstücken eine für die Bewirtschaftung günstige Lage, Form und Größe zu geben, um die Ertragsfähigkeit des Grund und Bodens zu steigern. Dabei soll insbesondere auch der Klembesitz durch Landzulage gestärkt, die Gründung neuer Bauernhöfe ermöglicht und eine notwendige Auflockerung der Ortschaften durch Verlegung einzelner Besitzungen verwirklicht werden. In gleicher Weise ist auch eine Umlegung des Grundbesitzes bei der Anlage großer gemeinnütziger Bauwerke, z. B. Reichsautobahnen, notwendig. Die Darstellung des Ergebnisses der Zu-

sammenlegung ist die neue Flurkarte, die dem Katasterplan entspricht. Nach dem Umlegungsgesetz vom 26. Juni 1936 und der Reichsumlegungsordnung vom 16. Juni 1937 wird die Flurbereinigung von Amts wegen durchgeführt und ist nicht mehr, wie früher, von der Zustimmung einer bestimmten Mehrheit der Teilnehmer abhängig.

Durch photomechanische Verkleinerung kann aus den Katasterplänen die Katasterplankarte 1:5000, s. S. 230, als Rahmenkarte im Gauß-Krügerschen Meridianstreifennetz hergestellt werden.

**179. Sonderpläne für Wirtschaftszwecke.** Für die früher hinsichtlich Ausführung, Größe und Maßstab so mannigfaltigen Wirtschaftspläne, wie sie von Gemeinden und Gemeindeverbänden, von Eisenbahn-, Wasserstraßen- und Forstverwaltungen, von Wasserwirtschaftsverbänden und industriellen Werken gebraucht und bisher noch vielfach auf Grund eigener Aufnahmen angefertigt werden, hat sich allmählich auch eine einheitliche Ausgestaltung durchgesetzt. Grundsätzlich tritt das Bestreben hervor, schon bei den Aufnahmen keine unnütze Doppelarbeit mehr zu leisten und die nach Neumessungen hergestellten Katasterpläne bzw. die der Öffentlichkeit zugänglichen Abdrucke dieser Pläne möglichst für alle Zwecke auszunutzen, wie auch umgekehrt die von anderen Dienststellen vorgenommenen Aufnahmen so ausgeführt werden sollen, daß sie dem Kataster dienstbar sein können. Der Maßstab des Grundplanes für Wirtschaftszwecke entspricht daher auch dem Maßstab des Katasterplanes, also allgemein 1:2000 und nur in Sonderfällen 1:1000 oder 1:500. Dagegen ist der inselartige Abschluß der einzelnen Fluren in den Katasterplänen wohl für alle Wirtschaftspläne unbrauchbar. Hierfür wird vielmehr ein Rahmenplan im Bildformat  $500 \times 750$  mm, Blattformat DIN A 1, zusammengestellt, der für zusammenhängende Pläne nach einer bestimmten Blattordnung zu bezeichnen ist. Die weitere Ausarbeitung des Wirtschaftsplanes richtet sich nach dem Verwendungszweck. So werden z. B. für die Verwaltung des Grundbesitzes, für Bebauungs- und Fluchtlinienpläne in die mit Flurstücksgrenzen und -bezeichnungen übernommenen Grundrisse nur ergänzende Eintragungen zu machen sein. Für die Veranschaulichung besonderer, vorhandener oder geplanter Anlagen müssen dagegen zunächst noch zusätzliche Lageaufnahmen oder Absteckungen und für die Wiedergabe der Geländeformen auch entsprechende Höhenmessungen, z. B. Tachymeteraufnahmen, gemacht werden.

Die Ausführung der Wirtschaftspläne erfolgt, wenn die Darstellungsart der Katasterpläne nicht ausreicht, nach dem in Anlehnung an das Musterblatt der deutschen Grundkarte 1:5000 aufgestellten Normblatt DIN VERM 20, das unter der Bezeichnung DIN BERG 1915 auch in die Normblätter für Markscheidewesen übernommen wurde.

## Bergbauliche Risse.

**180. Allgemeines.** Die Anfertigung der im Bergbau benötigten rißlichen Darstellungen ist teils durch berggesetzliche Bestimmungen oder bergbehördliche Anordnungen vorgeschrieben, teils aus den Bedürfnissen des praktischen Betriebes heraus erforderlich geworden. Ganz allgemein dienen diese Risse dazu, das Bergwerkseigentum bezüglich Lage, Größe und Begrenzung zu sichern, die behördliche Überwachung der Betriebe, vor allem in bezug auf die Grubensicherheit zu gewährleisten sowie die planmäßige Durchführung betrieblicher Maßnahmen bei der Erschließung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien zu ermöglichen.

Die im einzelnen an die behördlich vorgeschriebenen Risse zu stellenden Anforderungen sind früher durch Geschäftsanweisungen für Markscheider in den verschiedenen Oberbergamtsbezirken getrennt geregelt worden. Die Markscheider-Ordnung vom 23. März 1923, der

ein Reißmusteratlas von 15 Tafeln beigegeben war, brachte erstmalig eine Vereinheitlichung des behördlichen Reißwesens für ganz Preußen. Da sich in den folgenden Jahren aber zeigte, daß die getroffene Regelung nicht allen Verhältnissen gerecht wurde und außerdem die Einbeziehung der rein betrieblichen Darstellungen in eine solche Regelung notwendig erschien, hat der Arbeitsausschuß für die Normung im Markscheidewesen des Fachnormenausschusses für Bergbau (Faberg) in enger Fühlungnahme mit den zuständigen Behörden, insgesamt 40 Normblätter — DIN BERG 1901 bis 1940 —<sup>1</sup> ausgearbeitet, die in einem Nachtrag zur Markscheiderordnung durch den Reichs- und Preußischen Wirtschaftsminister am 4. Februar 1936 für die Anfertigung von Mutungsrisen und neuen Grubenbildern als verbindlich erklärt worden sind. Damit ist auch den übrigen deutschen Ländern eine geeignete Grundlage für die Neuordnung ihres bergbaulichen Reißwesens gegeben. Zur Weiterführung vorhandener Reißwerke müssen natürlich die bisherigen Vorschriften vorerst noch Gültigkeit behalten, doch kommen hierfür im wesentlichen nur die Grubenbilder in Frage.

Die Normen für Markscheidewesen, die in ihrer Anwendung durch 59 in einem Atlas<sup>2</sup> zusammengefaßte Musterrisse der auf den verschiedenen Lagerstätten umgehenden Bergbauarten für alle Zwecke eingehend erläutert werden, unterteilen das gesamte nach gleichen Richtlinien zu behandelnde bergbauliche Reißwerk in drei Hauptteile — Berechtsamsrisse, Grubenbild und Sonderrisse. Auf die Musterrisse wird im folgenden noch häufiger Bezug genommen.

Bevor die Besprechung der 3 Gruppen im einzelnen erfolgt, sollen die für alle Risse gemeinsamen Bestimmungen kurz angeführt werden.

1. Geodätische Grundlagen. Wie den bergbaulichen Vermessungen sind auch den Darstellungen bisher in den einzelnen Bergbaurevieren die jeweils geltenden Koordinatensysteme, in Preußen durchweg die Katastersysteme zugrunde gelegt, deren Bezirkskoordinaten teils in Gaußscher, teils in Soldnerscher Abbildung, s. S. 109, verwendet werden.

Für die Folge gelten in allen Revieren nur noch Gauß-Krügersche Koordinaten in den einheitlich festgelegten Meridianstreifensystemen, s. S. 110. Gegebenenfalls kann allerdings an den Grenzen zweier Meridianstreifen für einen geschlossenen Bergbaubezirk, abweichend von der allgemeinen Regelung, ein Meridianstreifen bis zu  $\frac{1}{2}^0$  in den Nachbarstreifen übergreifen.

Das Koordinatennetz von 5 oder 10 cm Linienabstand wird auf den Grundrissen parallel den Blatträndern eingetragen. Für die Aufrisse gelten die waagerechten Netzlinien als Parallele zur Normal-Null-Linie, während die lotrechten Linien zur Ermittlung der söhlichen Entfernungen dienen.

2. Blatt- und Bildgrößen. Bisher war nur für Grubenbilder die Bildgröße vorgeschrieben, und zwar für Gebrauchsrisse  $300 \times 450$  mm,

<sup>1</sup> Vertrieb Beuth-Verlag G.m.b.H., Berlin SW 19.

<sup>2</sup> Verlag Faberg, Essen, Friedrichstr. 2.



während sie für Zulegerisse im allgemeinen in jeder Richtung doppelt so groß, also  $600 \times 900$  mm, gewählt wurde.

Die Normung sieht nunmehr tunlichst für alle Risse als Bildgröße  $500 \times 750$  mm und als Blattgröße den Bogen DIN A1 —  $594 \times 1189$  mm — vor. Auf den Blättern bleibt links und oben ein schmaler Rand von je 15 mm Breite, der zum Beschreiben der Netzlinsen, Netzquadrate und Schnittlinien sowie zum Einzeichnen des Nordpfeiles oder dergleichen bestimmt ist. Die breiten Ränder von 79 mm unten und 76 mm rechts dienen zur Aufnahme des Titels — stets unten rechts —, einer Blattübersicht, einer Zeichen- und Farbenerklärung und erläuternder Schnittzeichnungen oder sonstiger Angaben (DIN BERG 1910 bis 1913 und Musterrisse).

3. Blattordnung. Eine einheitliche Blatteinteilung und Blattbezeichnung war bisher in der Regel nur für die Grundrisse der Grubenbilder und Zulegerisse in größeren Bergbaurevieren eingeführt. Im rheinisch-westfälischen Bezirk z. B. stützt sich diese Einteilung auf die Übersichts- und Flözkarte 1:10000 der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. Die Blätter dieser Karte von  $600 \times 900$  mm Bildgröße tragen außer dem Namen der größten Ortschaft eine dreistellige Nummer, deren erste Ziffer den Quadranten in bezug auf den Koordinatennullpunkt Bochum, deren zweite Ziffer die Reihe östlich oder westlich des Meridians von Bochum und deren dritte Ziffer das Blatt in jeder Reihe, nördlich oder südlich der Ost-West-Achse durch den Nullpunkt bezeichnen.

Wie Abb. 226, links erkennen läßt, wird jedes Blatt der Karte 1:10000 bei gleicher Bildgröße untergeteilt in 4 Übersichtsrisse 1:5000 bzw. 25 Zulegerisse 1:2000, während für Zulegerisse von  $600 \times 900$  mm in 1:1000 oder für Grubenbilder von  $300 \times 450$  mm in 1:2000 je 100 Blätter auf ein Flözartenblatt entfallen. Die Numerierung erfolgt bei Rissen 1:5000 in römischen, bei den übrigen Rissen in arabischen Ziffern, jeweils fortschreitend von links oben nach rechts unten. Die Art der Bezeichnung der Einzelblätter ist gleichfalls in Abb. 226, links angegeben.

Die Normblätter DIN BERG 1909, Blatt 1 bis 13, bringen in den jetzt gültigen Meridianstreifensystemen für die verschiedenen Bergbaurevire einheitliche Blattordnungen, die für Kartenwerke 1:10000 in der nunmehr vorgeschriebenen Bildgröße  $500 \times 750$  mm aufgestellt sind. Die Bezeichnung der einzelnen Blätter erfolgt wieder nach der größten Ortschaft und außerdem, wie für alle anderen Maßstäbe, nach den Koordinaten der linken unteren Blattecke. Die Unterteilung der Risse 1:5000 und 1:2000 entspricht der oben angegebenen Art, doch schreiben die römischen bzw. arabischen Ziffern jetzt von links unten nach rechts oben fort, Abb. 226, rechts.

Die Risse 1:1000 und größeren Maßstabes werden aus den Rissen 1:2000 entwickelt, indem man den arabischen Ziffern für diese Risse ein oder zwei Dezimalstellen zufügt.

4. Zeichenstoffe. Die Platten der alten Grubenbilder bestehen aus zwei- bis dreifachem Zeichenpapier, das mit Leinen hinterklebt

ist, während für die Zulegerisse bisher nur einfache, nicht unterklebte Zeichenbögen verwendet werden durften.

Nach den Normvorschriften sind, wie bisher schon die Berechtsams-

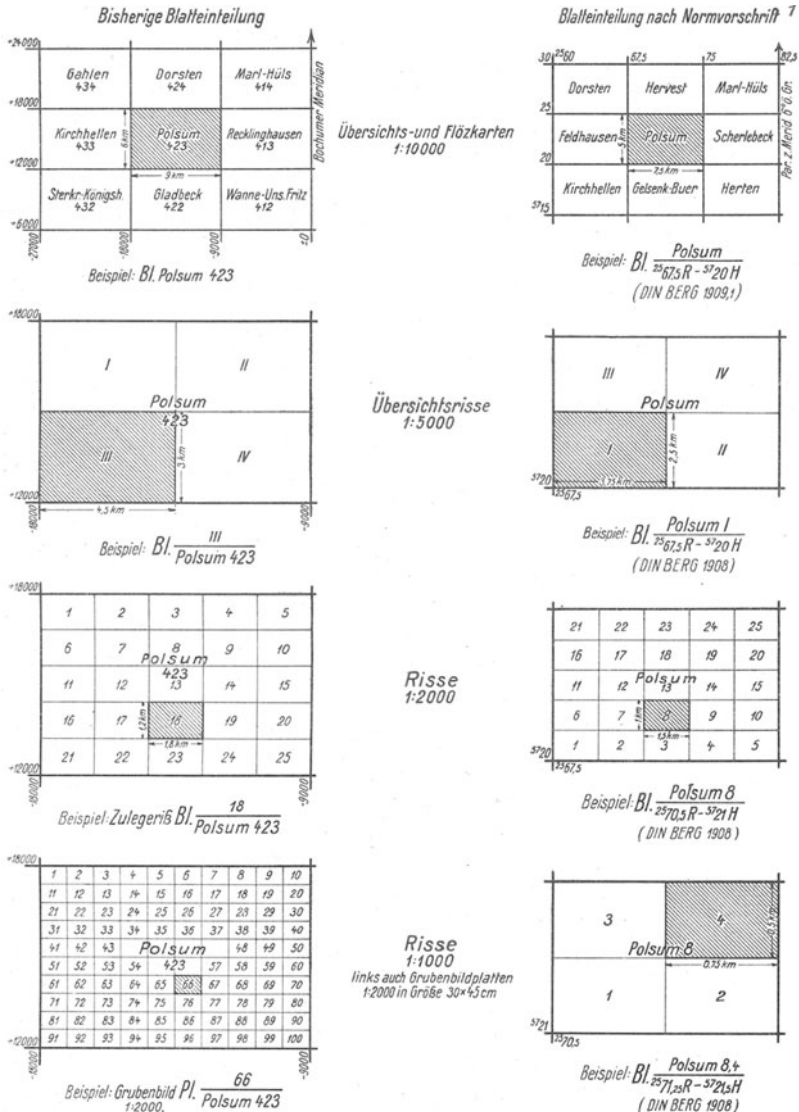


Abb. 226. Blatteinteilung und -bezeichnung für Karten und Risse.

risse, nunmehr auch die Zulege- und Gebrauchsrise der neuen Grubenbilder für gewöhnlich auf dauerhaften, mit Leinen unterklebten Zeichenbögen anzulegen. Doch kann für die Gebrauchsrise auch ein durch-

<sup>1</sup> Wiedergegeben mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses.

sichtiger oder durchscheinender Zeichenstoff zur Verwendung kommen, ebenso wie für Sonderrisse, für die im übrigen vielfach einfaches Zeichen-, Lichtpaus- oder photographisches Papier genügt.

5. Zeichen- und Farbgebung. Die bisherige Zeichen- und Farbgebung der bergbaulichen Risse ist in Tafel I des Reißmusteratlases zur Markscheider-Ordnung festgelegt. Die neue Zeichengebung weist demgegenüber im wesentlichen nur Abänderungen in der Darstellung der Versatzarten, der Faltenlinien und Störungen auf, während der neuen Farbgebung die Ostwaldsche Farbnormung zugrunde gelegt wurde, welche die eindeutige Kennzeichnung jedes Farbtone durch Zahlen und Buchstaben anstrebt (DIN BERG 1914). Die Festsetzung der jetzt gültigen Farben wurde jedoch auch so getroffen, daß sie den bisher gebräuchlichen Farbtönen tunlichst angelehnt bleiben. Farbstriche und kleine Flächen erhalten dabei den Vollfarbton, während größere Flächen nach Weiß abgestuft angelegt werden.

### Berechtsamsrisse.

Unter der Berechtsame eines Bergwerkes versteht man gewöhnlich das Grubenfeld, in dem die Aufsuchung und Gewinnung eines dem Bergwerkseigentümer verliehenen Minerals erfolgen kann. Berechtsamsrisse sind demgemäß geometrische Darstellungen, die im wesentlichen die Lage, Größe und Begrenzung eines oder mehrerer Grubenfelder nachweisen. Der Maßstab der Berechtsamsrisse beträgt in Preußen mit wenigen Ausnahmen 1:10000.

**181. Mutungs- bzw. Verleihungsrisse.** Die §§ 17 bis 20 des Allgemeinen Berggesetzes für die Preußischen Staaten vom 24. Juni 1865 (ABG), die durch Bestimmungen der Preußischen Markscheider-Ordnung vom 23. März 1923 (MO) ergänzt werden, enthalten die Vorschriften über Anfertigung, Inhalt und Einreichung des Mutungsrisse. Danach muß der Bergbehörde spätestens 6 Monate nach Einlegung der Mutung ein Mutungsriß in 2 Ausfertigungen eingereicht werden. Auf diesem Riß sind der Fundpunkt, die Feldesgrenzen, die Feldesgröße und die hauptsächlichsten Tagesgegenstände nebst Kreis- und Gemeindegrenzen einzutragen. Das begehrte Feld wird dann in die beim Oberbergamt geführte Mutungsübersichtskarte übernommen. Der Fundpunkt ist durch eine an das Reichsfestpunktfeld angeschlossene Messung aufzunehmen und gegen benachbarte Tagesgegenstände, wie Gebäudeecken, Kilometersteine usw. so einzumessen, daß er jederzeit im Gelände wieder leicht aufgefunden werden kann. Die Fundpunktaufnahme ist in einer Sonderdarstellung 1:2000 auf dem Riß wiederzugeben. Die übrigen Tagesgegenstände und politische Grenzen können aus Katasterplänen, der Deutschen Grundkarte 1:5000 bzw. der Katasterplankarte oder, wo diese noch nicht vorhanden, auch aus andern Karten entnommen werden. Die Koordinaten des Fundpunktes müssen ebenso wie die ungefähre Höhenlage desselben auf dem Mutungsriß vermerkt sein, auch ist die kleinste und größte Entfernung zwischen Fundpunkt und Feldesgrenze einzuschreiben.

Die weitere Ausführung der Mutungsrisse regelt die Markscheider-Ordnung und Normblatt DIN BERG 1918 (Musterriß 16). Hiernach sind die Grenzen des begehrten Feldes in roten gerissenen Linien mit leichter Verwaschung nach innen anzugeben. Innerhalb dieser Grenzen ist der Name des Feldes und des Minerals, die Bezeichnung der Eckpunkte nach Buchstaben oder Zahlen und die Größe in Quadratmetern rot einzutragen. Bereits verliehene benachbarte Felder oder überdeckende Felder anderer Mineralien werden in folgenden Farben ausgezogen und beschriftet: Steinkohlenfelder grau, Braunkohlenfelder kreß (dunkel), Eisenerzfelder rot, sonstige Erzfelder ublau, Salz- und Solefelder laubgrün, Dachschiefer-, Marmor- und Schwerspatfelder seegrün, Ölfelder kreß (hell), Geviertfelder auf mehrere Mineralien und auf alle übrigen Mineralien veil.

Alte Längfelder sind in der Mineralfarbe, aber in gestrichelten durch aufrechte Kreuze unterbrochenen Linien darzustellen, doch können dieselben bei nur einem Mineral zur deutlicheren Kennzeichnung auch in blauer Farbe hervorgehoben werden.

Die Koordinaten der Eckpunkte des Mutungsfeldes, aus denen die Feldesgröße nach den Flächenformeln auf S. 66 unter Abzug der auf S. 225 für Gauß-Krügersche Koordinaten angegebenen und auf Tafel 8 des Anhangs zu entnehmenden Flächenverzerrungen errechnet wird, sind in einer Tabelle auf dem Rande des Risses aufgeführt.

Nach der Beglaubigung des Mutungsrisse bei der Verleihung durch das Oberbergamt bezeichnet man ihn als Verleihungsriß. Die eine Ausfertigung dieses Risses bleibt gemäß § 33 ABG bei der Bergbehörde, die andere erhält der Bergwerkseigentümer.

**182. Konsolidationsrisse.** Nach § 42 des ABG ist in Preußen bei der Vereinigung zweier oder mehrerer Bergwerke dem Oberbergamt ein Konsolidationsriß in 2 Ausfertigungen einzureichen, der eine Übersicht über die zu vereinigenden Einzelfelder und das daraus zu bildende neue Grubenfeld gibt. Die Risse müssen nach der MO außer den Einzelfeldern und den hauptsächlichsten Tagesgegenständen, die politischen Grenzen, die Bezeichnungen der Kreise, den Flächeninhalt der Einzelfelder und des durch Farbstreifen umränderten Gesamtfeldes sowie den Gegenstand der Verleihung enthalten. Im übrigen werden die Konsolidationsrisse nach den Vorschriften für Mutungsrisse ausgeführt, doch kann, wenn die Eckpunkte der Einzelfelder auf den Verleihungsrisse nur in einem Bezirkskoordinatensystem angegeben sind, dieses System vorerst für die neuanzufertigenden Risse beibehalten werden. Bei Konsolidationen größerer Felder sind auch auf Leinen aufgezeichnete Kartenblätter im Maßstab 1:25000 zugelassen.

**183. Teilungs-, Austausch- und Zulegungsrisse.** Bei der realen Teilung eines Grubenfeldes in selbständige Felder sowie beim Austausch von Feldesteilen zwischen angrenzenden Bergwerken gemäß § 51 ABG sind für jede Partei eine Ausfertigung des Teilungs- oder Austauschrisse und für das Oberbergamt so viele Ausfertigungen erforderlich als Bergwerke beteiligt sind.

Die ganze oder teilweise Zulegung überdeckender Längfelder

sowie von benachbarten Geviertfeldern, deren Flächeninhalt die für eine Verleihung zulässige Größe nicht überschreitet, kann zwecks Mitgewinnung des noch anstehenden Minerals oder zwecks Feldesbereinigung nach dem preußischen Gesetz vom 21. Mai 1937 aus all-gemeinwirtschaftlichen Gründen beantragt werden. In diesem Falle hat der Antragsteller, wenn es sich um die Zulegung eines ganzen Feldes handelt, zwei und sonst drei Zulegungsrisse einzureichen, aus denen die geänderten Feldesgrenzen und die Lage des Zulegungsfeldes zu seinem bisherigen Stammfeld sowie zum neuen Hauptfeld ersicht-lich sind.

In der Ausführung entsprechen die vorgenannten Risse den Mutungs- bzw. Konsolidationsrissen.

**184. Sonstige Berechtsamsrisse.** Nach § 215 ABG ist die Umwandlung von Längensfeldern in Geviertfelder oder die Ausdehnung der vor 1865 verliehenen kleinen Geviertfelder bis zur jetzt zulässigen Maximalgröße vorgesehen. Die hierzu erforderlichen Feldesumwandlungsrisse sind ebenfalls nach den Bestimmungen für Mutungsrisse, unter Wegfall des auf den Fundpunkt sich beziehenden Teiles, anzufertigen.

Aus den nach § 39 ABG beantragten Vermessungen und Verlochsteinungen von verliehenen Grubenfeldern entstehen Vermessungsrisse zu amtlichen Verlochsteinungen, die in ähnlicher Weise wie die übrigen Berechtsamsrisse ausgeführt werden. Sie haben aber dort, wo die Grenzen des Bergwerkseigentumes durch die Koordinaten der Feldes-eckpunkte eindeutig festgelegt und gesichert sind, keine Bedeutung mehr.

### Grubenbild.

Das Grubenbild ist ein Reißwerk, in dem für jedes Bergwerk die Tagesoberfläche, sämtliche Grubenbaue, die Gebirgsaufschlüsse und Grenzen politischer, bergrechtlicher, sicherheitlicher und vertraglicher Art dargestellt sind. Die gesetzliche Grundlage für die Herstellung des Grubenbildes gibt in Preußen der § 72 des ABG, nach dem der Bergwerksbesitzer verpflichtet ist, ein Grubenbild in zwei Ausfertigungen von einem Markscheider anfertigen und regelmäßig nachtragen zu lassen. Die Art der Anfertigung und die Ausgestaltung der einzelnen Risse des Grubenbildes regelt wieder die bereits auf S. 238 erwähnte Preußische Markscheider-Ordnung vom 23. März 1923 in Verbindung mit den Geschäftsanweisungen für Markscheider in den einzelnen Oberbergamtsbezirken. Für neue Grubenbilder sind außerdem jedoch die in den Normblättern DIN BERG 1901 bis 1940 niedergelegten Richtlinien maßgebend. Nach vorstehenden Bestimmungen müssen von jeder selbständigen Anlage eine als Zulegerisse bezeichnete Darstellung und hiernach mindestens zwei für die Führung und Überwachung des Betriebes vorgesehene Abzeichnungen als Gebrauchsrisse, und zwar ein Werksgrubenbild und ein amtliches Grubenbild hergestellt werden.

Der Maßstab des Reißwerkes beträgt allgemein 1:2000. Er ist jetzt für alle drei Ausfertigungen gleich, während bisher die Zulegerisse meist in doppelt so großem Maßstab wie die Gebrauchsrisse angefertigt

wurden. Im Bedarfsfalle kann im Einverständnis mit dem Oberbergamt der Maßstab 1:1000 oder 1:500 für die Grubenbilder gewählt werden.

**185. Zulegerisse.** Die als öffentliche Urkunden geltenden Zulegerisse sind das Ergebnis sämtlicher markscheiderischer Aufnahmen über und unter Tage. Zu diesen Rissen gehören außer den die Berechtsamsverhältnisse betreffenden Unterlagen die bei den Messungen geführten Beobachtungsbücher und Handzeichnungen sowie alle Berechnungen, die der zweckmäßigen Umwandlung der Meßergebnisse dienen. In besonderen Netzrissen 1:5000 oder 1:10000 wird der Zusammenhang der ober- und untertägigen Dreiecks-, Polygon- und Höhenmessungen veranschaulicht.

Über die Zulage der Aufnahmen, durch welche die verschiedenen, den Gebrauchsgrubenbildern entsprechenden Rißarten erhalten werden, sind in den Abschnitten „Herstellung der Grund- und Aufrisse“, S. 174 bis 184, bereits nähere Angaben gemacht. Die zeichnerische Ausarbeitung der Zulegerisse sah bisher statt der Flächenfärbung für Gebäude über Tage eine Schraffung, für Grubenbaue eine farbige Ränderung und für Gebirgsschichten eine Unterscheidung durch Zahlen, Kartenzeichen oder abgekürzte Schrift vor. Nach den Normblättern ist nunmehr auch in bezug auf die Darstellungsart eine völlige Übereinstimmung zwischen allen Rissen erzielt worden.

Für die Abzeichnung und Nachtragung der Gebrauchsrisse, die bislang die Verwendung von Zwischenpausen oder Photokopien erfordern, kann bei neuen Grubenbildern auch der Durchleuchtungstisch herangezogen werden. Zur Herstellung der Grubenbilder auf drucktechnischem Wege fertigt man jetzt vielfach Abzeichnungen der Zulegerisse auf durchsichtigen Zeichenstoffen an, sogenannte Urpausen (Musterriß 10), die man weiterhin beim Nachtragen der Zulegerisse fortlaufend ergänzt und zur Vervollständigung der Gebrauchsrisse benutzt.

**186. Gebrauchsrisse.** Die Gebrauchsrisse des Grubenbildes setzen sich aus folgenden Rißarten zusammen:

1. Titelblatt,
2. Tageriße,
3. Hauptgrundrisse,
4. Baurisse — Grund- und Seigerrisse,
5. Schnitte — Quer-, Längs- und Längenschnitte.

1. Das Titelblatt soll im wesentlichen eine allgemeine Übersicht über die Berechtsame, über die Lagerungsverhältnisse und über die Zusammensetzung des Rißwerkes geben. Es muß daher außer dem Namen des Bergwerkes, des Minerals, des Ortes und des Bergrevieres auf einer Übersichtskarte kleinen Maßstabes die Begrenzung des Grubenfeldes und möglichst auch die Lage der Schächte, die Hauptausrichtungsbauwerke, die Schnittebenen sowie die Einteilung und Bezeichnung der Grundrißblätter erkennen lassen. Ferner enthält das Haupttitelblatt in der Regel eine Chronik über die Entstehung der Berechtsame und des Bergwerkes, ein Koordinatenverzeichnis der Feldeseckpunkte, eine grund- und aufrißliche Darstellung des geologischen Aufbaues der Lagerstätten, einen Hauptschichtenschnitt sowie schließlich einen Anfertigungsvermerk des Markscheiders (Musterrisse 1, 17 und 23).

Ein Verzeichnis der von jeder Rißart vorhandenen Einzelblätter und eine Tabelle der Nachtragungen werden bei umfangreichen Grubenbildern auf einem besonderen Blatt zusammengestellt (Musterriß 2).

Ein gesonderter Berechtsamsübersichtsriß 1:10000 ist als Bestandteil des Titelblattes anzufertigen, wenn das Bergwerkseigentum sich aus Geviert- und Längensfeldern zusammensetzt. Er soll im wesentlichen die Lage der Fundpunkte und die Grenzen sämtlicher noch bestehender und erloschener Geviertfelder sowie die Vermessungslinien und Vierungsgrenzen der Längensfelder mit Angabe der verliehenen Maße nach der auf DIN BERG 1918, Blatt 2 wiedergegebenen Zeichen- und Farbengebung enthalten (Musterriß 3). Die Entstehung dieser Berechtsamen wird zweckmäßig auf einem weiteren Riß nach Art eines Stammbaumes mit Angabe der Verleihungsdaten und Größen der Einzelfelder erläutert (Musterriß 4).

Ferner wird ein besonderer Grenzriß mit Vorteil dann angelegt, wenn die Grenzen des Baufeldes nicht überall mit den koordinatenmäßig festgelegten Berechtsamsgrenzen zusammenfallen, sondern durch Abbau- und Sicherheitspfeilergrenzen bestimmt werden, die durch Austausch-, Erwerb- oder Pachtverträge mit den Nachbarzechen oder durch behördliche Anordnungen entstanden sind. Der Grenzriß soll ein klares Bild über die Grenzverhältnisse des Grubenfeldes unter Angabe der Verfügungen über die aufgehobenen Sicherheitspfeiler und der mit den markscheidenden Zechen getroffenen Vereinbarungen vermitteln (Musterriß 5).

2. Der Tageriß enthält sämtliche Tagesgegenstände, die Tagesöffnungen der Grubenbaue sowie die politischen Grenzen und die Feldesgrenzen. Zur Darstellung kommen hier also im wesentlichen alle Gebäude, Verkehrswege, Gewässer und besondere Einzelgegenstände sowie die Kulturarten der Grundstücke, ferner Schächte, Stollenmundlöcher, Tagesüberhauen, Bohrlöcher, Schürfe und gegebenenfalls das Ausgehende der Lagerstätten und des Deckgebirges sowie die Markscheiden, Kreis- und Gemeindegrenzen (Musterriß 6). Beim Grundeigentümerbergbau treten hierzu noch die Grenzen und Nummern der Flurstücke sowie die Bezeichnung der Fluren.

Die Bodenformen werden in Bergbaugebieten, deren Tagesoberfläche unter den Einwirkungen des Abbaues steht, in der Regel nicht durch Schichtlinien veranschaulicht, sondern nur in großen Zügen durch Eintragen von Höhenzahlen kenntlich gemacht.

Die zeichnerische Wiedergabe der vorgenannten Gegenstände und Grenzen ist im einzelnen aus der Zeichenerklärung für den Tageriß, Tafel 9 des Anhangs, bzw. aus dem Normblatt DIN BERG 1917 zu entnehmen.

3. Die Hauptgrundrisse sollen die söhliche Erschließung der Lagerstätten sowie die Lage der Aufschlußbaue zueinander und zu den natürlichen und künstlichen Grenzen in der Grube zeigen. Sie veranschaulichen daher die in den einzelnen Sohlen aufgefahrenen Grubenbaue, die hierdurch erschlossenen Lagerungsverhältnisse des Minerals und der Nebengesteinsschichten sowie bergrechtliche und sicherheitliche Grenzen.

Bei den älteren Grubenbildern sind, wenn es die Deutlichkeit der Darstellung zuläßt, häufig der Tageriß mit dem Hauptgrundriß der oberen Sohlen oder mehrere Sohlen miteinander in einem Riß vereinigt. Andererseits werden im Bedarfsfalle auch für Teilsohlen größerer Ausdehnung, wenn auf ihnen mehrere Lagerstätten gelöst wurden, besondere Hauptgrundrisse angelegt, während bei Bergwerken, die nur eine Lagerstätte bauen, eine Zusammenfassung von Haupt- und Baugrundriß gestattet ist. Auf den Hauptgrundrissen sind ferner bisher auch die wesentlichsten Tagesgegenstände, auf die der Grubenbetrieb seiner Einwirkung wegen Rücksicht zu nehmen hat, in schwarzen Umrißlinien ohne Farbgebung, Flächenzeichen und Beschriftung eingetragen, während auf den neuen Grubenbildern, deren Hauptgrundrisse in der Regel nur die Baue einer einzigen Sohle zeigen, die Gegenstände der Tagesoberfläche bei allen Grubenrissen fortbleiben.

Im einzelnen werden auf den Hauptgrundrissen von den Grubenbauen die Haupt- und Abteilungsquerschläge, die Auslenkungs-, Richt- und Grundstrecken, die Maschinen- und Sprengstoffkammern sowie die Querschnitte der Schächte und Blindschächte in der Sohle dargestellt (Musterrisse 7 und 24).

Bei den Tagesschächten sind die Bezeichnung des Schachtes und die Höhenzahl der Rasenhängebank angegeben. Eine Unterscheidung in einziehende und ausziehende Schächte, wie sie bisher durch Ausfüllzeichen vorgenommen wurde, geschieht neuerdings nicht mehr. Abgeworfene Schächte erhalten die Bezeichnung „stillgelegt“ oder ein umgekehrtes Schlägel und Eisen mit der Angabe, ob der Schacht zugefüllt oder nur abgeschlossen ist. Bei den Blindschächten, von denen meist auch die Höhenzahlen des oberen und unteren Anschlages angegeben werden, unterscheidet man niedergehende (Gesenke), aufwärtsgehende (Aufbrüche) und durchgehende Schächte durch entsprechende Zeichen. Ihre Benennung, die zur besseren Hervorhebung des Blindschachtes neuerdings rot umrandet wird, erfolgt in der Regel sohlenweise nach der örtlichen Lage, z. B. Bl.Scht. 3, Qu. 1 Ost. Tonnlägige Schächte sind grau angelegt und ihre Stöße durch Doppellinien hervorgehoben.

Die Grubenstrecken in den einzelnen Sohlen werden durch Farben voneinander unterschieden. Für ältere und neue Grubenbilder aller Bergbaubezirke sind folgende Sohlenfarben vorgeschrieben:

<u>Bisher</u>	<u>Nach DIN BERG 1914</u>
bergblau . . . . .	obere Stollensohle (3.) . . . . . laubgrün
orangerot . . . . .	mittlere „ (2.) . . . . . veil
karminrot . . . . .	unterste „ (1.) . . . . . gelb
preußischblau . . . . .	1. Sohle . . . . . ublau
zinnoberrot . . . . .	2. „ . . . . . rot
hellgrün . . . . .	3. „ . . . . . laubgrün
braun . . . . .	4. „ . . . . . veil
chromgelb . . . . .	5. „ . . . . . gelb
dunkelgrün . . . . .	6. „ . . . . . wie 1. Sohle
violett . . . . .	7. „ . . . . . usw.
indischrot . . . . .	8. „ . . . . .
wie 1. Sohle . . . . .	9. „ . . . . .
usw.	



Die Strecken in der Lagerstätte erhalten außerdem am liegenden Stoß einen kräftigen Farbstrich in der Sohlenfarbe, während alle Gesteinsstrecken mit grauen oder schwarzen Schattenlinien links bzw. oben versehen werden. Im übrigen wird die Kennzeichnung der einzelnen Strecken durch entsprechende Beschriftung vorgenommen, wobei von verständlichen Abkürzungen weitgehend Gebrauch zu machen ist, s. Tabelle S. 264. Wasserdämme in den Strecken sind blau, Branddämme rot dargestellt.

Von den Lagerungsverhältnissen werden auf den Hauptgrundrissen Verlauf und Mächtigkeit der aufgeschlossenen Lagerstätten, Störungen, Sättel und Mulden sowie die Nebengesteinsschichten wiedergegeben.

Die Streichrichtung der Lagerstätten ist im allgemeinen schon aus dem Verlauf der Grundstrecken, deren Stoßlinien meistens den Streichlinien der Lagerstätten entsprechen, zu erkennen. Die Einfallrichtung wird an den Grundstrecken durch kleine Pfeile angedeutet, denen die Einfallstärke in Gradzahlen beigeschrieben ist. Die Mächtigkeit der Lagerstätte und ihre Zusammensetzung schreibt man gleichfalls, und zwar im allgemeinen in Zentimetern, bei mächtigen Lagerstätten in Metern an.

Der streichende Verlauf der Sättel und Mulden wird durch Einzeichnen der Sattel- und Muldenlinien, welche hier die Schnittlinien der Achsenflächen dieser Falten mit der Sohle darstellen, gekennzeichnet. Diese tektonischen Linien wurden bisher durch blau gestrichelte, mit entsprechenden Doppelpfeilen versehene Linien dargestellt. Auf neueren Grubenrissen werden sie ublau ausgezogen, falls sie aufgeschlossen sind, sonst gestrichelt und in beiden Fällen mit Unterscheidungszeichen für den Sattel — liegende Karos — und die Mulde — liegende Kreuze — versehen. Ein Einsinken der Falten in der Streichrichtung wird ebenso wie das Einfallen ihrer Achsenflächen durch entsprechend gerichtete Pfeile mit beigeschriebenen Gradzahlen angedeutet.

Das mit Querschlägen durchfahrene Nebengestein, welches im Steinkohlengebirge in der Hauptsache aus Sandsteinen, Sandschiefern, Schiefertönen und Konglomeraten, mit verschiedentlich eingelagerten Brandschiefer-, Eisensteinflözen usw., besteht, ist nebst charakteristischen Leitschichten, z. B. Marineschichten und Süßwassermuschelschichten, durch entsprechende Farben und Zeichen an einer oder an beiden Stoßseiten der Gesteinsstrecken anzugeben.

Von den Störungen werden die Streichlinien mit Einfallpfeilen und Gradzahlen sowie einem Farbstrich am Hangenden in der jeweiligen Sohlenfarbe aufgetragen, und zwar auf den älteren Hauptgrundrissen durch einfach gestrichelte Linien, auf den neuen dagegen, wenn die Art der Störung erkannt ist, durch Linien, die mit entsprechenden Zeichen versehen und bei aufgeschlossenem Verlauf der Störung ausgezogen, bei unaufgeschlossenem hingegen gestrichelt sind.

Die Markscheiden der Geviertfelder werden durch ausgezogene, ihre Sicherheitspfeiler durch gestrichelte rote Linien wiedergegeben.

Schließlich sind auf den Hauptgrundrissen noch die Festpunkte

der Polygonmessungen durch Kreise und Zahlen in der Sohlenfarbe sowie diejenigen der Kompaßmessungen durch schwarze Kreise mit Dreiecken nebst Angabe von Monat und Jahr der Auffahrung eingezeichnet. Die gewöhnlich auf die Streckensohle (SO) bezogenen Höhenzahlen werden in Metern und Zentimetern, und zwar in blauer Farbe eingetragen. Den Verlauf der Schnittebenen stellt man durch strichpunktierte, früher rote, jetzt schwarze Linien dar, die mit geraden Ziffern — Querprofile — bzw. ungeraden Ziffern — Längsprofile — versehen sind. Auch die Lage der Seigerrißebenen wird in den Grundrissen durch schwarz gestrichelte Linien kenntlich gemacht.

Einen Ausschnitt aus einem Hauptgrundriß in der bisherigen Darstellungsart zeigt Tafel 11 des Anhanges, links oben, während die Risse 7 und 24 des Reißmusteratlasses den neuen Normvorschriften entsprechen. Die Zeichen- und Farbgebung für alle Grubenrisse ist auf Tafel 10 des Anhanges und auf den Normblättern DIN BERG 1919, 1920 und 1922 erläutert.

4. Die Baurisse sollen sämtliche Baue sowie das Verhalten jeweils einer Lagerstätte mit allen Einzelheiten wiedergeben und den Stand des Abbaues erkennen lassen. Man unterscheidet Baugrundrisse und Seigerrisse.

Der Baugrundriß zeigt alle in der Lagerstätte aufgefahrenen streichenden und schwebenden Strecken sowie die abgebauten Flächen. Von den Querschlägen sieht man in der Regel nur ein kurzes Stück an den Aufschlußstellen der Lagerstätte, doch werden, soweit möglich, auch die wichtigsten zum Schacht führenden Förder- und Wetterwege gestrichelt eingetragen. Schächte und Blindschächte erscheinen im Querschnitt.

Die Grundstrecken sind wie bei den Hauptgrundrissen dargestellt, also in den Sohlenfarben jeweils mit gleichem, kräftigem Farbstrich am liegenden Stoß. In neueren Baurissen werden die Dämme der beim Rückbau aufgefahrenen Breitstrecken in blasser Sohlenfarbe angelegt und mit dem Zeichen für Handversatz versehen. Die Strecken zwischen den Sohlen, wie Teil-, Sumpf-, Wetter- und Wasserlösungsstrecken sowie Abbauörter erhalten die Farbe der nächsttieferen Sohle, aber keinen besonderen Farbstrich. Schwebend und diagonal in der Lagerstätte verlaufende Strecken, z. B. Überhauen, Abhauen, Aufhauen, Überbrechen und Bremsberge, werden grau angelegt, wobei man letztere durch doppelte Stoßlinien besonders kennzeichnet.

Im Gegensatz zu den durch Messung festgelegten Bauen, deren Stöße in vollen Linien auszuziehen sind, werden die durch vorläufige oder unsichere Aufnahmen bestimmten Strecken in der Lagerstätte gestrichelt begrenzt und farbig angelegt, während die nach Angabe von Betriebsbeamten aufgetragenen Strecken gleichfalls in gerissenen Linien wiedergegeben, aber nur in halber Breite farbig angelegt werden. Blindörter sind in dünnen gestrichelten Linien ohne Farbgebung darzustellen. Auch die Stöße der außerhalb der Lagerstätte liegenden Lösungsbaue sind gestrichelt.

Der Stand des Abbaues wird durch Flächenzeichen für den Bruch-

bau und die verschiedenen Versatzarten — Teilversatz, Handversatz, Handversatz mit Nachspülung, Blas- oder Schleuderversatz und Spülversatz — in der im Anhang auf Tafel 10, rechts angegebenen Weise in grauer Farbe kenntlich gemacht. Gegenüber der bisherigen Darstellung ist hier für neue Grubenbilder neben der weiteren Unterteilung der Versatzarten die verschiedene Wiedergabe des Handversatzes bemerkenswert. Darüber hinaus kann z. B. der zu den Vollversatzarten rechnende Schräpperversatz oder der zu den Teilversatzarten zählende Blindort-, Rippen-, Schachbrettversatz usw. durch entsprechend abgekürzte Schrift, s. S. 264, kenntlich gemacht werden. Beim Abbau von zwei Scheiben wird die Schraffur oder Versatzdarstellung für die Oberbank in der Sohlenfarbe ausgeführt. In die Abbaufelder werden die Jahresgrenzen dünn gerissen eingezeichnet und die Jahreszahlen des Abbaues und des Versatzes eingeschrieben.

Von den Lagerungsverhältnissen sind Verlauf und Mächtigkeit der Lagerstätten, Sattel- und Muldenlinien sowie Störungen dargestellt.

Das Streichen der Lagerstätten ergibt sich wieder aus dem Verlauf der söhlig aufgefahrenen Strecken. Das Einfallen ist durch Einfallpfeile und Gradzahlen an diesen Strecken gekennzeichnet. Die Mächtigkeit und Zusammensetzung der Lagerstätten wird namentlich bei wechselndem Verhalten möglichst oft bestimmt und an den gemessenen Stellen angeschrieben. Mittlere Mächtigkeiten können auch in die Baufelder eingetragen werden.

Die Sattel- und Muldenlinien, die in diesem Falle die lotrechte Übertragung des Sattelhöchsten bzw. Muldentiefsten der Lagerstätte auf die söhliche Bildebene darstellen, sind wie im Hauptgrundriß gezeichnet.

Von den Störungen erscheinen die Kreuzlinien, die in der Grube die Abbaugrenzen der beiden durch die Störung getrennten Lagerstättenteile bilden, in strichpunktierten, schwarzen Linien mit einem bisper orangefarbenen, jetzt kreisfarbenen Strich.

Auf den Baugrundrissen sind, ebenso wie auf allen andern Grubenrissen, auch etwaige Gefahrenzonen kenntlich zu machen, die durch Ansammlung von Standwassern in Unterwerksbauen, durch schwelende Brände in abgeriegelten Baufeldern oder durch gebirgsschlagbedrohte Stellen entstehen. So werden z. B. Baue, in denen Standwasser vorhanden oder zu vermuten ist, mit einem breiten, blau ausgezogenen oder gestrichelten Farbstrich umrahmt und mit einem eingeschriebenen großen W in gleicher Farbe unter Angabe der Jahreszahl versehen. Abgedämmte Brandfelder sind mit der Bezeichnung „Brandfeld“ unter Angabe des Jahres der Entstehung des Brandes durch einen breiten roten Farbstrich hervorgehoben. Die Lage des Brandherdes ist dabei, falls bekannt, durch ein liegendes rotes Kreuz zu kennzeichnen. In gebirgsschlagbedrohten Flözteilen werden die Gefahrenpunkte und -zonen durch rotgestrichelte, nach innen mit einem gelben Farbstrich versehene Linien begrenzt. Bei Wegfall einer Gefahrenzone muß die Kennzeichnung in auffälliger Weise, z. B. rot durchkreuzt und der Zeitpunkt der Aufhebung angegeben werden. Die in Grubenstrecken ein-

gebauten Wasser- und Branddämme stellt man auf den Baugrundrissen wie auf den Hauptgrundrissen dar.

Ferner sind auf den Baugrundrissen die Grenzen der Markscheide- und Mergelsicherheitspfeiler, gegebenenfalls mit einem Vermerk über die oberbergamtliche Genehmigung der Durchörterung oder des Abbaues derselben durch rot gestrichelte Linien und, soweit nötig, auch die des Schachtsicherheitspfeilers und der Sicherheitspfeiler für besonders zu schützende Tagesgegenstände eingetragen. Ebenso werden die Grenzen der Lagerstätte gegen das Deckgebirge durch eine schwarze strichpunktierte Linie und vorkommendenfalls auch das Ausgehende der Lagerstätte durch eine schwarze ausgezogene, mit entsprechender Verwaschung oder neuerdings Schraffur versehene Linie in den Baurißeingezeichnet.

Schließlich werden noch Vermessungspunkte und Höhenzahlen sowie Feldegrenzen, Schnitt- und Seigerrißebenen in der Bezeichnungsweise des Hauptgrundrisses dargestellt.

Ein Ausschnitt aus einem Baugrundriß in der bisherigen Darstellungsweise ist im Anhang auf Tafel 11, links unten wiedergegeben, während die Musterrisse 8 und 15 nach den neuen Vorschriften angefertigt sind.

Wenn Teile einer Lagerstätte infolge von Gebirgsstörungen im größeren Umfange übereinanderliegen, so ist für die überdeckenden Teile je ein besonderer Baugrundriß anzulegen und durch eine zusätzliche Bezeichnung zu unterscheiden. Unter Umständen lassen sich auch Deckrisse auf durchsichtigem Zeichenstoff (Musterriß 31) für die Wiedergabe der Baue im überdeckenden Teil verwenden. Andererseits sind für Baue, deren Darstellung im Baugrundriß infolge steilen Einfallens der Lagerstätte nicht mehr möglich ist, besondere Seigerrisse anzufertigen.

Der Seigerriß zeigt im Gegensatz zum Baugrundriß bei gefalteten Lagerstätten lediglich die in einem Lagerstättenteil, z. B. einem Flözflügel, befindlichen Baue. Das Streichen und Einfallen der Lagerstätte läßt sich im Seigerriß nicht veranschaulichen. Infolgedessen wird vielfach ein Ausschnitt aus dem Hauptgrundriß über die seigerrißliche Darstellung gesetzt. Beim Flözbergbau muß für jeden über 60° einfallenden Sattel- oder Muldenflügel ein besonderer Seigerriß hergestellt werden (Musterriß 13).

Über die Anfertigung der Seigerrisse, besonders bei wechselndem Streichen der Lagerstätte und über ihren Inhalt ist das Notwendige bereits auf S. 182 u. f. gesagt worden. Die Zeichen- und Farbgebung der Grubenbaue, Gebirgsaufschlüsse und Grenzen im Seigerriß erfolgt in gleicher Weise wie beim Baugrundriß. Die Querschläge erscheinen als Querschnitte, die je nachdem, ob der Querschlag ins Liegende oder ins Liegende und Hangende oder nur ins Hangende der Lagerstätte getrieben ist, die gleichen Füllzeichen erhalten, wie sie bei den Blindschächten im Hauptgrundriß angewendet werden, s. Tafel 10 des Anhanges. Als obere oder untere Grenze der darzustellenden Grubenbaue werden das Sattelhöchste bzw. das Muldentiefste auf die Bildebene des Seigerrißes rechtwinklig übertragen.

5. Die Schnitte oder Profile sollen in erster Linie den Aufbau und das Verhalten der Lagerstätten und des Nebengesteins in einfallender oder in streichender Richtung veranschaulichen. Sie zeigen ferner die in den Schnittebenen gelegenen Grubenbaue im Aufriß sowie gegebenenfalls die Mächtigkeit und Zusammensetzung des Deckgebirges. Einen in der Einfallrichtung der Lagerstätten verlaufenden lotrechten Schnitt bezeichnet man als Querschnitt, während ein lotrechter Schnitt in der Streichrichtung der Lagerstätten Längsschnitt genannt wird. Die Querschnitte werden gewöhnlich durch die Haupt- und Abteilungsquerschläge gelegt, da sich hier die meisten Gebirgsaufschlüsse befinden, die Längsschnitte dagegen bei gefalteter Ablagerung durch Sättel oder Mulden.

Die Querschnitte zeigen stets das Einfallen der Lagerstätten. Man erkennt beim Flözbergbau die Sattel- und Muldenbildung, d. h. die Faltung des Gebirges, ferner die Mächtigkeit der Flöze und des Nebengesteins. Störungen erscheinen als Schnittlinien. Von den Grubenbauen werden neben den Querschlägen gegebenenfalls Schächte und Blindschächte in der Längserstreckung geschnitten. Alle streichenden Strecken sieht man dagegen nur im Querschnitt, s. Tafel 11 des Anhangs, rechts oben, und Musterriß 11.

Die Längsschnitte veranschaulichen im wesentlichen das Verhalten der Gesamtablagerung in der Streichrichtung. Man sieht z. B. die söhliche Lage oder das Herausheben bzw. Einsinken der Sattelhöchsten oder Muldentiefsten der Flöze in streichender Richtung und gegebenenfalls ihre Schnittstellen mit den einzelnen Sohlen, an denen in den Grundrissen die bekannten Sattel- bzw. Muldenwendungen der Flöze auftreten. Auch der Einfluß der Querstörungen ist zu erkennen. An Grubenbauen werden in den Längsschnitten gegebenenfalls wieder Schächte, Blindschächte, Sattel- und Muldenörter, Richt-, seltener auch Grund- oder Abbaustrecken in der Längserstreckung geschnitten, während hier Querschläge im Querschnitt erscheinen, s. Tafel 11 des Anhangs, rechts unten.

In allen Schnitten sind die von der jeweiligen Schnittebene getroffenen Grubenbaue und Gebirgsaufschlüsse in vollen Linien, seitwärts der Bildebene gelegene dagegen in gerissenen Linien dargestellt.

Die Farbengebung für söhliche und flache Baue in den Schnitten entspricht der in den Grundrissen üblichen. Die seigeren Baue erhalten graue Farbe mit dunkelgrauen oder schwarzen Schattenstrichen.

Vermessungspunkte und Höhenzahlen sowie die Grenzen des Grubenfeldes und der Sicherheitspfeiler werden wie in den Grundrissen dargestellt.

Die Lagerstätten und Gebirgsschichten nebst Einschlüssen sind in allen Schnitten nach vorgeschriebenen Farben und Zeichen gekennzeichnet. Eine Zusammenstellung der vorwiegend im Steinkohlengebirge auftretenden Gebirgsschichten befindet sich auf Tafel 10 des Anhangs, rechts unten. Hiernach werden auf den älteren Grubenbildern Steinkohlenflöze bei geringer Mächtigkeit schwarz, bei größerer Mächtigkeit grau, Eisensteinflöze hellrot, Schieferton blau, Sandschiefer

violett, Sandstein hellbraun und Konglomerat hellbraun mit roten Punkten dargestellt. Das aus Kreidemergel bestehende Deckgebirge wird hellgrün, Tertiär gelb, Buntsandstein violett und Zechstein orange-rot angelegt.

Auf den neueren Grubenrissen werden für die vorgenannten geologischen Schichten Farben verwendet, die im allgemeinen den bisher benutzten Farbtönen angeglichen sind. So werden z. B. Schieferton und Tonschiefer ublau, sandiger Schieferton veil, Sandstein kreß und Toneisensteinflöze rot dargestellt, während Kohleneisensteinflöze abwechselnd schwarz und rot gezeichnet sind. Bei den Konglomeraten unterscheidet man Toneisensteinkonglomerate — kreß mit roten Kreisen — und Quarzkonglomerate — kreß mit schwarzen Kreisen. Süßwassermuscheln werden neuerdings durch ein besonderes Muschelzeichen in ublauer Farbe wiedergegeben.

Die weitere Farben- und Zeichengebung für die wichtigsten petrographischen und geologischen Bezeichnungen in allen auf Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erz, Salz sowie Steinen und Erden umgehenden Bergbauarten ist aus den Normblättern DIN BERG 1925 bis 1933 zu entnehmen.

**187. Nachtragung der Grubenbilder.** Die mit dem Fortschreiten der Baue eines Bergwerkes erforderliche Ergänzung der Grubenbilder durch Nachtragung wird in den einzelnen Oberbergamtsbezirken durch Bergpolizeiverordnungen (BPV) geregelt. So bestimmt die BPV für den Oberbergamtsbezirk Dortmund vom 1. Mai 1935 im Abschnitt 15, Markscheidewesen, daß die Grubenbaue und die Gebirgsaufschlüsse auf dem Grubenbild mindestens vierteljährlich nachzutragen sind, wobei der Stand des Abbaues am Ende des Vierteljahres anzugeben ist. Tagesgegenstände, auf die der Grubenbetrieb Rücksicht zu nehmen hat, sind mindestens jährlich nachzutragen.

Unverzüglich müssen auf das Grubenbild aufgetragen werden:

1. Bergpolizeilich festgelegte Sicherheitspfeiler und Schutzbezirke.
2. Sprengstofflagèr über und unter Tage, vorhandene oder vermutete Standwasser, Wasserdämme, Brandfelder und Branddämme.
3. Anderes auf Verlangen des Bergrevierbeamten im Einzelfalle.

Im allgemeinen sind alle Grubenbaue, bevor sie unbefahrbar werden, markscheiderisch aufzunehmen, während die Lage von Bauen, die wider Erwarten unbefahrbar geworden sind, dem Markscheider möglichst genau anzugeben ist. Auch bei Einstellung des Betriebes einer Schachtanlage ist das Grubenbild vorher vollständig nachzutragen und in allen Teilen und Unterlagen abzuschließen.

Weiter bestimmt die genannte BPV, daß zum Schutz von Bauen an der Markscheide der Besitzer des Nachbarbergwerkes gestatten muß, daß seine Baue, die 100 m oder weniger von der Markscheide entfernt sind, auf das Grubenbild des anderen Bergwerkes aufgetragen werden.

Ferner dürfen Baue an Markscheiden und bergpolizeilich festgelegten Sicherheitspfeilern sowie Baue, mit denen Standwasser gelöst werden können oder bei denen ein Durchbruch aus wasserreichem

Gebirge bzw. ein Durchbruch schädlicher Gase zu vermuten ist, nur nach besonderen Angaben des Markscheiders aufgefahren werden.

Der Betriebsführer ist verpflichtet, dem Markscheider vor jeder Nachtragung schriftlich mitzuteilen, was auf dem Grubenbild aufgetragen werden muß. Zu diesem Zweck führt man auf den Schachtanlagen Nachtragebücher oder Nachtragezettel.

Die bei den Nachtragungen und sonstigen Messungen angebrachten Festpunkte und Zeichen dürfen nicht durch Unbefugte beseitigt oder verändert werden.

**188. Gebrauch der Grubenbilder.** Das Werksgrubenbild bildet die unentbehrliche Grundlage für die Planung, Führung und Sicherung des Grubenbetriebes.

Die Inangriffnahme eines noch unerschlossenen Feldesteiles, einer tieferen Sohle oder auch nur eines neuen Abbaufeldes in einer Lagerstätte setzt zunächst die Ermittlung der anstehenden bauwürdigen Mineralmenge voraus, von der u. a. die Bemessung der Baufeldgröße, die Festsetzung der Förderleistung sowie die Lebensdauer des geplanten Betriebes abhängen. Die Unterlagen für die Berechnung des Mineralvorrates, wie streichende Baulängen, flache Bauhöhen und Baumächtigkeiten liefert das Grubenbild. Eine zweckmäßige Erschließung des neuen Baufeldes muß weiterhin die schon vorhandenen Grubenbaue in höheren Sohlen oder benachbarten Abteilungen, die im Grubenbild lückenlos dargestellt sind, berücksichtigen, so daß nur auf Grund dieses Reißwerkes die Anfertigung der Aus- und Vorrichtungspläne nebst Aufstellung der erforderlichen Zeit- und Kostenpläne möglich ist. Auch der jährlich an die Bergbehörde einzureichende „Betriebsplan“ wird an Hand des Grubenbildes aufgestellt.

Bei wichtigen Betriebsmaßnahmen, wie z. B. bei Neuauffahrungen von Querschlägen, Richtstrecken, Bandstrecken, Bremsbergen usw., oder beim Abteufen bzw. Aufbrechen von Schächten und Blindschächten, müssen die Wahl des Ansatzpunktes und der Richtung sowie die Bestimmung der Länge oder Höhe der geplanten Baue und bei söhligem Strecken auch die Wahl des Ansteigeverhältnisses nach den im Grubenbild gegebenen Unterlagen getroffen werden. Das gilt in erhöhtem Maße von Gegenortsbetrieben und von Schacht- oder Blindschachtunterfahrungen. Aber auch für Fragen des Abbaues der Lagerstätte, wie Stellung des Strebstoßes, Verhiebrichtung, Abbaufortschritt, gleichzeitiger Abbau mehrerer Lagerstätten usw., bietet das Grubenbild wichtige Anhaltspunkte. Ferner ist die Ausrichtung der Gebirgsstörungen von dem im Grubenbild eingetragenen Streichen und Einfallen der Aufschlüsse und den bei der Durchörterung dieser Störungen an anderen Stellen ermittelten Seigerverwürfen abhängig.

Die Festlegung und Einhaltung der zur Sicherung der Grubenbaue oder der Tagesoberfläche angeordneten Sicherheitspfeiler sowie der bergrechtlichen und sonstigen Abbaugrenzen, die nicht in die Grube übertragen werden können, ist nur mit Hilfe des Grubenbildes durchführbar. Das gleiche gilt für Gefahrenzonen, wie sie z. B. durch Standwasser, Brandfelder oder gebirgschlagbedrohte Stellen entstehen. Auch

eine Beurteilung der Einwirkungen des Abbaues auf die Tagesoberfläche oder andere Grubenbaue ist nur auf Grund der im Grubenbild dargestellten Abbauf lächen nebst Versatzart, Teufe und Abbaumächtigkeit möglich.

So dient das Werksgrubenbild dem Betriebsleiter als Wegweiser und Ratgeber bei der zweckmäßigen Gestaltung des Grubengebäudes und der planmäßigen Führung des Betriebes nach technischen, wirtschaftlichen und sicherheitlichen Grundsätzen.

Das amtliche Grubenbild wird zur Überwachung des Betriebes durch die Bergbehörde benutzt. Es kann beim Bergrevierbeamten von jedermann eingesehen werden, der einen Schadenersatzanspruch gegen den Bergwerksbesitzer erheben will und diesen Anspruch der Behörde glaubhaft macht. Der Werksbesitzer ist von der beabsichtigten Einsichtnahme zu verständigen und kann hierzu einen Vertreter entsenden.

### Sonderrisse.

Die vorgeschriebenen Risse des Grubenbildes, das vorwiegend bergbehördlich-sicherheitliche Gesichtspunkte berücksichtigt, reichen für die mannigfaltigen Bedürfnisse des praktischen Bergwerksbetriebes häufig allein nicht aus. Daher werden schon lange neben dem Grubenbild noch Sonderrisse angefertigt, die jeweils einem bestimmten Betriebszweck dienen. Bisher war jedoch die Ausgestaltung dieser Risse dem Anfertiger weitgehend selbst überlassen und daher ziemlich willkürlich. Nach dem Erscheinen der Normen für Markscheidewesen sind nun aber auch die Sonderrisse den allgemeinen Bestimmungen über das Reißwesen unterworfen.

Der Maßstab der Sonderrisse beträgt bei Darstellungen, die sich über das ganze Grubenfeld oder einen größeren Teil desselben erstrecken, in der Regel 1:5000 oder 1:10000, bei Darstellungen, die Einzelheiten erkennen lassen müssen, wird er möglichst groß, etwa 1:1000 bis 1:100 gewählt.

Im folgenden sollen die wichtigsten Sonderrisse kurz erläutert werden.

**189. Lagerstättenentwurfssrisse.** Diese Risse geben im kleineren Maßstab für unerschlossene Felder oder Feldesteile den wahrscheinlichen Verlauf der Lagerstätten sowie ihre Begrenzungen an der Tagesoberfläche oder unter dem Deckgebirge und an Störungen wieder. Sie werden in der Regel als Hauptgrundriß, möglichst in der Höhenlage einer später geplanten Sohle, mit zugehörigen Quer- und Längsschnitten angefertigt, doch kann bei flachwelliger Ablagerung oder bei sehr mächtigen Lagerstätten, wenn genügend Aufschluß- oder Anhaltspunkte vorhanden sind, die Herstellung von Schichtlinienplänen der Liegendflächen oder im letzteren Falle der Liegend- und Hangendflächen der Lagerstätten zweckmäßiger sein (Musterriß 57).

Bei der Anfertigung der Entwurfssrisse stützt man sich auf die Gruben-, Bohrlochs- und Tagesaufschlüsse im eigenen und in benachbarten Feldern. Daneben lassen sich zur Erfassung der Tiefenlage und



Ausdehnung der Lagerstätten gegebenenfalls auch die Ergebnisse geophysikalischer Bodenuntersuchungen heranziehen.

Um in den Grundrissen, Quer- und Längsschnitten die richtigen Abstände einhalten zu können, müssen bei der Aufeinanderfolge einer Reihe von Lagerstätten, wie wir sie im Steinkohlengebirge vorfinden, die sorgfältig untersuchten Aufschlüsse auf Grund petrographischer und paläontologischer Merkmale zunächst in Schichtenschnitten — Normalprofilen — mit Angabe der Mächtigkeiten zusammengestellt oder in bekannte Hauptschichtenschnitte eingeordnet werden.

Nachdem die Aufschlüsse nach gegebener Lage und Höhe in den Grundriß und die Schnitte eingezeichnet und erforderlichenfalls in die für die grundrißliche Darstellung vorgesehene Höhenlage übertragen worden sind, sucht man durch Verbindung entsprechender Punkte in dieser Höhenlage den Verlauf der tektonischen Hauptlinien — Falten und Störungen — festzulegen. Weiterhin werden unter Beachtung des aus benachbarten Aufschlüssen bekannten Verhaltens bezüglich der Umbiegung der Schichten in den Falten, des Einsinkens bzw. Heraushebens der letzteren in streichender Richtung und der aus den Schichtenschnitten entnommenen Normalabstände die Quer- und Längsprofile fertiggestellt, wobei insbesondere die zwanglose Übereinstimmung der Höhenlagen an den Kreuzungen dieser Schnitte zu prüfen ist. Schließlich nach Übertragung der Schnittpunkte der Lagerstätten mit der Grundrißebene aus den Profilen, im Grundriß die Streichlinien der Lagerstätten zu ziehen. Um bei vielen, dicht übereinanderliegenden Lagerstätten, z. B. Steinkohlenflözen, die Darstellung in den Entwurfsrissen nicht unübersichtlich zu machen, empfiehlt es sich häufig, nur die Leitflöze der einzelnen Kohlengruppen in die Grundrisse, Quer- und Längsschnitte aufzunehmen, die übrigen Flöze dagegen lediglich in die Schichtenschnitte einzuzichnen.

Lagerstättenentwurfssrisse dienen u. a. zur Ermittlung des Mineralvorrates in dem dargestellten Feld oder Feldesteil, um die Bewertung des Vorkommens bei An- und Verkäufen, Verpachtungen, Belastungen und für Steuerzwecke vornehmen oder die Möglichkeit der wirtschaftlichen Ausbeutung der Lagerstätten nachweisen zu können.

**190. Aus- und Vorrichtungspläne.** Sie sollen die beabsichtigte Erschließung eines Feldes oder Feldesteiles für eine oder mehrere Sohlen veranschaulichen. Da die unmittelbare Unterlage dieser Darstellungen vielfach die oben beschriebenen Lagerstättenentwurfssrisse bilden, werden sie auch in gleicher Art und in gleichem Maßstabe wie diese angelegt oder gleich als Weiterbearbeitung der Entwurfssrisse durchgeführt.

Die Aus- und Vorrichtungspläne zeigen neben den Lagerstätten mit ihren Falten und Störungen die Lage der geplanten Schächte, Blindschächte, Querschläge und Richtstrecken sowie die Baufeldeinteilung und -begrenzung. Erläuternde Darstellungen des Schichtenaufbaues, der Querschnitte der Aus- und Vorrichtungsbetriebe sowie Tabellen mit Angaben über Mineralvorräte und den wichtigsten Betriebszahlen vervollständigen das Bild (Musterrisse 43 und 44).

Auf zugehörigen besonderen Blättern werden in graphischer Über-

sicht alle Einzelheiten der Aus-, Vorrichtungs- und Abbauplanung veranschaulicht, wie Zeit- und Schichtenbedarf für die Ausrichtung, Länge, Inhalt und Kosten der Ausrichtungsbetriebe, ferner Zeit der Vorrichtung und des Abbaues in den verschiedenen Steigerrevieren und deren tägliche Sollförderung aus jeder Lagerstätte (Musterrisse 45 und 46).

**191. Geologische Pläne.** Hierunter versteht man Sonderrisse, in denen entweder die Ergebnisse der Aufnahmen von Gebirgsaufschlüssen in Schächten, Gesteins- und Lagerstättenstrecken großmaßstäblich dargestellt oder aber die Ablagerung im ganzen wiedergegeben werden. Über die Zeichen- und Farbgebung in den nachstehend genannten Rissen unterrichten die Normblätter DIN BERG 1924 bis 1933.

Schachtschnitte lassen von jedem Schacht im Längsschnitt neben der Ausbauart die durchteuften Gebirgsschichten des Deck- und Lagerstättengebirges mit genauen Angaben über ihre Höhenlage, Gesteinsausbildung und etwaige Wasserführung sowie über das Auftreten von Versteinerungen und die Einordnung der Schichten in geologische Formationen und deren Unterstufen erkennen. Sonderdarstellungen über die Einteilung der Schachtscheiben und Veränderungen ihrer grundrißlichen Lage infolge Abbaueinwirkungen vervollständigen das Bild (Musterriß 42).

Übersichtspläne der Bohrungen mit ihren Aufschlüssen werden in der Regel für Tagebaubetriebe aufgestellt (Musterriß 55).

In Querschlagschnitten kommen in ähnlicher Weise, wie bei den Schachtschnitten, alle Einzelheiten der Gebirgsschichtenaufnahmen in den Querschlägen zur Darstellung (Musterriß 39).

Besondere Flözschnitte veranschaulichen vielfach die petrographische Zusammensetzung der Lagerstätten in den verschiedenen Sohlen und Abteilungen mit Angabe der Hauptergebnisse der Analysen (Musterriß 48).

Höhenlinienpläne und Raumbilder der Lagerstätten sollen meist die Form der Lagerstätte mit ihren Unregelmäßigkeiten und Begrenzungen übersichtlich erkennen lassen.

Der Höhenlinienplan (Musterriß 20) entspricht den schon bei den Lagerstättenentwurfsskizzen, S. 251, erwähnten Schichtlinienplänen. Da für seine Herstellung jedoch jetzt sämtliche beim Betrieb gemachten Aufschlüsse zur Verfügung stehen, so kann die Wiedergabe des Verlaufes der Höhenlinien wesentlich genauer erfolgen. Die Höhenlinien entsprechen den Streichlinien der Lagerstätte bzw. denjenigen ihres Hangenden und Liegenden. Die Pläne zeigen außerdem die Kreuzlinien an Störungen und die Begrenzungslinien am Deckgebirge oder das Ausgehende an der Tagesoberfläche.

Raumbilder der Lagerstätten werden meist in Parallelperspektive (Musterrisse 14, 28, 34 und 57), seltener in Zentralperspektive (Musterriß 28) ausgeführt. Man kann aber auch mit Vorteil das Anaglyphenverfahren für diesen Zweck verwenden (Musterriß 52). In all diesen Darstellungen ist bevorzugt die Oberflächengestalt einer Lagerstätte ersichtlich. Daneben erscheint vielfach das tektonische Bild des Grundgebirges, in dem die Lagerstätte eingebettet liegt.

**192. Betriebsrisse.** Diese Risse geben technische Einrichtungen an einzelnen Betriebspunkten oder im ganzen Grubengebäude wieder und unterrichten außerdem vielfach noch über wirtschaftliche Betriebsvorgänge. Sie können natürlich nur in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Betriebsbeamten aufgestellt werden. Wegen der Darstellung maschineller Einrichtungen durch Sinnbilder sei auf Normblatt DIN BERG 1934, Bl. 1 u. 2, verwiesen. Die im folgenden aufgeführten Risse dieser Art stellen nur eine Auswahl dar, die keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit macht.

Pläne der Schachtenanlagen. In großmaßstäblichen Grundrissen werden außer den auch auf dem Tageriß des Grubenbildes vorhandenen Umrissen der Betriebsgebäude, deren Unterteilungen, der Verlauf von Förderbahnen, Be- und Entwässerungsgräben, Wasser-, Gas- und elektrischen Leitungen und sonstige besondere Einrichtungen dargestellt.

Füllortpläne lassen in Füllörtern und Umtrieben die Gleisanordnung, Weichenlage und -bedienung, Aufschiebe- und andere Vorrichtungen für den Wagenumlauf sowie etwaige Umfülleinrichtungen am Schacht erkennen.

Pläne der Wasserhaltungsanlagen enthalten die Auffangräume der Tages-, Schacht- und Grubenwässer sowie die Pumpenkammern mit den zur Hebung oder Ableitung dienenden maschinellen Einrichtungen. Zusätzliche Kennziffern geben Auskunft über Wassermengen, Förderhöhe, Leistung, Wirkungsgrad usw.

Betriebspunktpläne sollen für jeden Abbaubetrieb alle Unterlagen nachweisen, die für die Überwachung der Betriebsverhältnisse, zur Durchführung von Verbesserungen und zur Aufstellung der Betriebs- und Unfallstatistik erforderlich sind. Ihre Anfertigung erfolgt zweckmäßig in großmaßstäblichen Flachrissen (Musterriß 47).

Förderpläne in perspektivischer Darstellung erläutern Herkunft und Weg des Förder- und Versatzgutes in den einzelnen Lagerstätten und Steigerrevieren. Sie werden durch schaubildliche Darstellungen mit Angaben über Fördermengen, Förderlängen, Belegung, Leistungen, eingesetzte Maschinen usw. ergänzt (Musterriß 49).

Übersichtspläne der Druckluftleitungen. Diese Pläne zeigen den Verlauf der Rohrleitungen mit den Druckluftverbrauchern. Dabei sind Schächte und Strecken im perspektivischen Bild durch Leitungen, die den jeweils verlegten Rohrdurchmessern entsprechen, gekennzeichnet. Auch bei diesen Plänen finden betriebstechnische Kennziffern weitgehend Verwendung (Musterriß 52). Diesen Rissen entsprechend können erforderlichenfalls auch Pläne der unterirdischen Kabel angelegt werden.

Ausbaupläne vermitteln eine Übersicht über die Art des Grubenausbaues in Schächten, Blindschächten und Strecken. Auf dem Blattrand werden in Grundrissen der Schächte und in Streckenquerschnitten größeren Maßstabes die Ausmaße im einzelnen verzeichnet (Musterriß 53).

**193. Wetterrisse.** Als Betriebsrisse sind auf Grund der Bergpolizeiverordnungen in den einzelnen Oberbergamtsbezirken für jede selbst-

ständige Betriebsanlage auch ein Wetterriß und ein Wetterstamm-  
baum zu führen, von denen eine Abzeichnung über Tage für die Auf-  
sichtspersonen auszuhängen ist. Der Wetterriß soll eine Übersicht  
über den Verlauf der Wetterströme im ganzen und in den einzelnen  
Bauabteilungen geben. Besonders darzustellen sind in ihm frischer,  
verbraucher und aufgefrischter Strom, Wetterstationen, Gesteins-  
staubsperrern sowie alle zur Verteilung, Absperrung und Sonderbe-  
wetterung dienenden Einrichtungen, zu deren Kenntlichmachung und  
Unterscheidung einheitliche Zeichen und Farben festgelegt sind (DIN  
BERG 1921). Der Wetterriß wird in der Regel jährlich erneuert und  
dauernd nachgetragen, so daß er auch stets den neuesten Stand aller  
fahrbaren Strecken anzeigt und für Rettungszwecke jederzeit benutzt  
werden kann. Da in den Wetterrissen die gegenseitige Lage und der  
Zusammenhang der in verschiedenen Lagerstätten, Abteilungen und  
Sohlen bzw. Teilsohlen verlaufenden Wetterstrecken möglichst an-  
schaulich wiederzugeben ist, werden sie meist als Raumbilder an-  
gefertigt, und zwar hat sich hierbei neben der zur Zeit noch überwiegend  
verwendeten isometrischen Darstellung, s. S. 193, Abb. 188, neuerdings  
auch die Militärperspektive, s. S. 194, und vor allem das Anaglyphen-  
raumbild, s. S. 195 u. f., bewährt (Musterriß 51).

Der Wetterstammbaum muß für alle Teilströme bzw. für die  
von ihnen bestrichenen Betriebe die Wettermengen in  $\text{m}^3/\text{min}$  und die  
Höchstbelegschaft in einer Arbeitsschicht enthalten. Die Wetter-  
mengen und Wettergeschwindigkeiten lassen sich aber auch durch ent-  
sprechende Wahl der Streckenquerschnitte, die Höchstbelegung durch  
Punktzeichen im Wetterriß mitveranschaulichen (Musterriß 50).

**194. Sonstige Risse.** An sonstigen Rissen mögen noch erwähnt  
werden:

**Grundbesitzpläne.** Sie stellen im allgemeinen eine Verkleinerung  
des Tagerisses bzw. eine Abzeichnung der Katasterplankarte 1:5000,  
s. S. 230, dar und dienen zur Verwaltung des werkseigenen Flurstücks-  
besitzes, der farbig hervorgehoben wird.

**Grenzbaurisse.** Auf ihnen werden die in der Nähe der Mark-  
scheiden betriebenen Grubenbaue der eigenen und der Nachbarberg-  
werke aufgetragen, um die Regelung gemeinsam verursachter Berg-  
schäden zu ermöglichen.

**Bodensenkungspläne** (Musterriß 59) wurden schon auf S. 165  
u. 166 angeführt.

**Fahrnisse** sind meist als zusammenfaltbare verkleinerte Abzeich-  
nungen der Hauptgrund- und Baurisse sowie der Schnitte des Gruben-  
bildes angefertigt, um Aufsichts- und Betriebsbeamten die Orien-  
tierung bei der Befahrung der Grubenbaue zu erleichtern.

**Unfallrisse.** In diese oft als Übersichtsrisse der Betriebspunkt-  
pläne in kleinerem Maßstab hergestellten Risse werden die Betriebs-  
unfälle nach Ursache und Wirkung mit sinnbildlicher Bezeichnung  
(DIN BERG 1934, Bl. 2) eingetragen. Dabei können auch statistische  
Angaben, z. B. Verhältniszahlen der Unfälle zur Förderung oder Beleg-  
schaft usw., Aufnahme finden.

Feuerlöschrisse sollen die Unterbringung der für die Grubenbrandbekämpfung benötigten Geräte und Stoffe nachweisen.

Fluchtwegepläne geben die bei größeren Grubenunglücken von der Belegschaft einzuschlagenden Fluchtwege zum Schacht sowie die Lage der Rettungsstellen und Zufluchtsräume wieder.

### Lagerstättenkarten einzelner Bergbaureviere.

195. Im Grubenbild werden die topographischen, bergbaulichen, geologischen und rechtlichen Verhältnisse jeweils für ein Bergwerk dargestellt. Daneben bedarf man aber für die Lösung technischer, wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Aufgaben noch besonderer Karten, aus denen vor allem der Zusammenhang aller Gebirgsaufschlüsse in einem Lagerstättenbezirk ersichtlich ist, um z. B. die einheitliche Bezeichnung der vorhandenen Aufschlüsse und die Einpassung neuer Vorkommen in den Schichtenaufbau bewerkstelligen, die Planung im größeren Umfang vornehmen und damit die zweckmäßige Vereinigung von Grubenfeldern und deren Erschließung betreiben zu können.

Außer den auf S. 232 schon erwähnten Karten 1:25000 der Preussischen Geologischen Landesanstalt, die auch bergbauliche Aufschlüsse enthalten, sind daher in den Hauptbergbaugebieten seit langem derartige Übersichtskarten angefertigt und veröffentlicht worden, in denen als Zusammenfassung der in den Grubenbildern niedergelegten Verhältnisse neben der Tagesoberfläche die Berechtsame der einzelnen Bergwerke, die Lage der Schächte, Stollen und sonstiger Ausrichtungsbaue, die erschlossenen Lagerstätten mit ihrem Nebengestein, den Falten und Störungen veranschaulicht werden. An bekannten neueren Karten dieser Art seien nachfolgende aufgeführt:

1. Übersichts- und Flözkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks. Sie wird seit dem Jahre 1912 als Neubearbeitung ähnlicher älterer Kartenwerke von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum herausgegeben und umfaßt vorläufig 2 Blatteinteilungen, 43 Blätter der topographischen Übersichtskarte 1:10000, 42 Blätter der Flözkarte 1:10000, 50 Profilblätter 1:5000 in 60×90 cm Bildgröße und 43 Verkleinerungen 1:25000 der topographischen Karte. Die einzelnen Blätter werden laufend ergänzt bzw. berichtigt und erscheinen zur Zeit nach Bedarf in zweiter und vereinzelt auch schon in dritter Auflage. In der Übersichtskarte und in deren Verkleinerungen sind außer den Tagesgegenständen und politischen Grenzen nur die Markscheiden und Tagesöffnungen der Gruben wiedergegeben, während die Flözgrundrisse, die die Tagesoberfläche in Grundruck enthalten, außerdem die Aufschlüsse einer oder mehrerer Sohlen farbig nachweisen. Die Profilblätter entsprechen in Inhalt und Ausführung den Querprofilen der Grubenbilder.

Die Blatteinteilung der Grundrisse dieses Kartenwerkes ist, wie auf S. 236 angegeben, auch der Einteilung der bisherigen Grubenbilder und anderer Planwerke im Ruhrbezirk zugrunde gelegt worden.

2. Übersichtskarte des linksrheinischen Bergwerksbezirks 1:50000 von K. Wagner, Gea-Verlag, 1926. Sie gibt in einem Blatt Grundriß mit 3 Querprofilen und 2 Schichtenschnitten neben der Tagesoberfläche und den Grubenfeldgrenzen die hauptsächlichsten Flözaufschlüsse wieder.

3. Übersichtskarte des Aachener Steinkohlenbezirks 1:50000 von K. Wagner, Gea-Verlag, 1927. Sie besteht aus einem Blatt Grundriß und einem Blatt Profile und entspricht im übrigen der vorgenannten Karte. Auch der niederländische Bergbau im Limburger Bezirk ist auf dieser Karte dargestellt.

4. Vom Steinkohlenvorkommen an der Saar wurde in den Jahren 1910 bis 1924 in 80 Blättern von  $90 \times 60$  cm Größe eine topographische Karte 1:5000 und eine Flözkarte 1:5000 veröffentlicht. Hierzu erschien im Jahre 1914 eine „Übersichtskarte 1:10000 der auf Steinkohle verliehenen Felder im Saarbrücker Direktionsbezirk und der angrenzenden Felder in Lothringen und Bayern“.

5. Die Waldenburger Flözkarte 1:10000 besteht aus 6 Blättern Topographie, 6 Blättern Flözkarte, 3 Profiltafeln und 1 Blatt Schichtenfolge. Sie umfaßt den bei Waldenburg gelegenen Teil des Niederschlesisch-Böhmischen Steinkohlenbeckens und ist als 2. Auflage im Jahre 1928 von der Niederschlesischen Steinkohlenbergbau-Hilfskasse neu bearbeitet und herausgegeben worden.

6. Die Neuroder Flözkarte 1:10000 liegt noch in erster Auflage aus den Jahren 1910 bis 1913 vor. Diese in der Unterteilung und Ausführung der vorigen entsprechende Karte wurde beim Oberbergamt Breslau bearbeitet und ebenfalls von der Niederschlesischen Steinkohlenbergbau-Hilfskasse veröffentlicht.

7. Vom Westoberschlesischen Steinkohlenbezirk ist im Jahre 1926 auf 22 Blättern eine Neubearbeitung der im Jahre 1903 vom ganzen oberschlesischen Bezirk erschienenen Flözkarte 1:10000 fertiggestellt und durch den Berg- und Hüttenmännischen Verein in Gleiwitz herausgegeben worden.

Eine Karte des oberschlesischen Erzbergbaues, die vom Oberbergamt Breslau im Jahre 1911/12 veröffentlicht wurde, umfaßt neben einem Übersichtsblatt und einem Verzeichnis der Bergwerke 30 Grundrißblätter 1:10000 und 11 Profilblätter 1:5000.

Als erstes kartographisches Erzeugnis nach der Vernichtung des polnischen Staates ist im Jahre 1940 eine Industrie- und Felderbesitzkarte des Industrievereins Oberschlesien 1:200000 erschienen.

8. Die Siegerländer Gangkarte 1:10000, die beim Oberbergamt Bonn bearbeitet worden ist, wurde zunächst in den Jahren 1910 bis 1913 von der Preussischen Geologischen Landesanstalt in 4 Lieferungen mit insgesamt 19 Blättern nebst zugehörigen Profilen herausgegeben.

9. Eine Feld- und Flözkarte des Lugau-Ölsnitzer Steinkohlenreviers hat Krug 1920 im Maßstab 1:7500 mit zugehörigen Schnittzeichnungen veröffentlicht, während eine gleiche Karte des Zwickauer Steinkohlenreviers 1:8000 nebst einem Heft Erläuterungen im Jahre 1900 von Arnold erschien.

## Grubenfelder.

Seit Erlaß des Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 sind in Preußen nur noch Geviertfelder verliehen worden, d. h. Ausschnitte aus dem Erdkörper, die von geraden Linien an der Tagesoberfläche und lotrechten Ebenen nach der Teufe zu begrenzt werden. Die Lage der Grenzen dieser Felder zum Fundpunkt und damit ihre Form ist vom Verlauf und Verhalten der Lagerstätten unabhängig. Im Gegensatz hierzu sind bis zum Jahre 1865 Längfelder zur Verleihung gekommen, die an die Fundlagerstätte vollständig gebunden waren, also auch alle Unregelmäßigkeiten dieser Lagerstätte mitmachen mußten. Auf die hauptsächlichsten, heute noch in Preußen bestehenden Grubenfelder soll im folgenden kurz eingegangen werden.

### 196. Geviertfelder.

1. Die Größe des jetzigen, auf einen Fundpunkt zur Verleihung kommenden Geviertfeldes, das auch als Maximal- oder Normalfeld bezeichnet wird, ist durch die Berggesetznovelle vom 18. Juni 1907 festgelegt worden. Hiernach beträgt der Flächeninhalt im allgemeinen bis zu  $2200000 \text{ m}^2$ , dagegen in den Kreisen Siegen, Olpe, Altenkirchen und Neuwied nur bis zu  $110000 \text{ m}^2$ . Die geradlinig begrenzte Form des

Feldes ist beliebig, doch dürfen freibleibende Flächen nicht umschlossen werden, Abb. 227. Die Feldesgrenzen müssen in den größeren Feldern mindestens 100, dürfen aber höchstens 2000 m, in den kleineren Feldern 25 bzw. 500 m vom Fundpunkt entfernt sein.

2. Die Mehrzahl der bestehenden Grubenfelder ist nach den Bestimmungen des Allgemeinen Preußischen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 verliehen worden. Dieses Gesetz sah eine Maximalgröße von 500000 Quadratlathern = 2189000 m<sup>2</sup>, in den Kreisen Siegen, Olpe, Altenkirchen

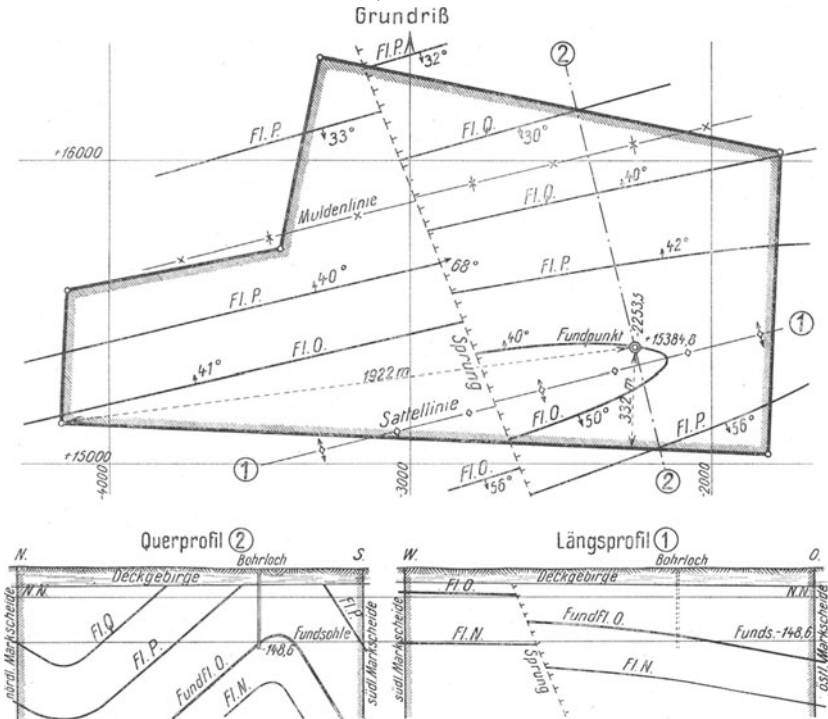


Abb. 227. Geviertfeld nach der Berggesetznovelle vom 18. Juni 1907. Maßstab 1 : 25000.

und Neuwied eine solche von 25000 Quadratlathern = 109450 m<sup>2</sup> vor. Der Fundpunkt mußte im Felde liegen, war aber nicht an einen Mindestabstand von den Grenzen gebunden. Als größte Entfernung zweier Punkte der Feldesbegrenzung waren 2000 Lachter = 4185 m, bei den kleineren Feldern 500 Lachter = 1046 m vorgeschrieben.

3. Als Geviertfelder alten Rechts werden die nach dem Gesetz vom 1. Juli 1821 verliehenen Geviertfelder für Flöze bezeichnet, die eine Fundgrube und bis zu 1200 Maßen umfassen. Eine Maße ist hierbei einheitlich als Quadrat von 14 × 14 Lathern = 196 Quadratlathern festgesetzt worden, während die Fundgrube, in deren Mitte der Fundpunkt liegt, in den Geltungsbereichen der verschiedenen Provinzial-Bergordnungen und des Allgemeinen Preußischen Landrechts wechselnde

Größe hat. So gewährten die revidierte Schlesische (1769), die Magdeburger (1772) und die Kleve-Märkische Bergordnung (1766) für Flöze eine Fundgrube von  $28 \times 28$  Lachtern = 784 Quadratlachter, das Allgemeine Landrecht (1794) von  $50 \times 50$  Lachtern = 2500 Quadratlachter. Im Bereich der Kurkölnischen (1669) und der Kurtrierischen Bergordnung (1564) kamen für flözartige Lagerstätten Fundgruben von  $42 \times 42$  Lachtern = 1764 Quadratlachter<sup>1</sup>, im Bereich der Jülich-Bergischen Bergordnung (1719) solche von  $80 \times 80$  Lachtern = 6400 Quadratlachter in Betracht.

4. Auch vor 1821 sind schon Geviertfelder auf unregelmäßige Lagerstätten, in erster Linie auf Flöze und Lager, deren Einfallen nach den Bergordnungen nicht mehr als  $20^\circ$ , nach dem Allgemeinen Preußischen Landrecht nicht mehr als  $15^\circ$  betragen durfte, zur Verleihung gekommen. Diese Felder wurden aber nicht an der Tagesoberfläche, sondern auf der Lagerstätte vermessen. Sie waren nach dem Wortlaut der Bergordnungen auch nicht von lotrechten Ebenen begrenzt, sollten sich vielmehr dem Körper der Fundlagerstätte anschließen, wobei zur Mächtigkeit der Lagerstätte noch eine Vierung von 7 Lachtern trat. Trotzdem wurde gewöhnlich in der Praxis die lotrechte Begrenzung angenommen. Die Feldegröße ist nach der revidierten Schlesischen und der Kleve-Märkischen Bergordnung bei Erzlagern zu 1 Fundgrube und 8 bis 12 Maßen, bei Steinkohlenflözen zu 1 Fundgrube und 20 Maßen, nach der Magdeburger Bergordnung für Erz zu 1 Fundgrube und 6 bis 8 Maßen, für Steinkohle zu 1 Fundgrube und 16 Maßen, nach dem Allgemeinen Landrecht für flachfallende Gänge und Erzlager zu 1 Fundgrube und 20 Maßen, für Flöze oder Seifen zu 1 Fundgrube und 1200 Maßen bestimmt worden. Dabei war die Größe der Fundgrube nach den drei revidierten Bergordnungen für Flöze  $28 \times 28$  Lachter. Sie galt nach der Kleve-Märkischen Bergordnung auch für Erzlager, während nach der Schlesischen und Magdeburger Bergordnung für Stockwerke  $42 \times 42$  Lachter, für Seifenwerke  $50 \times 50$  Lachter, nach dem Allgemeinen Landrecht für flachfallende Gänge und Erzlager  $42 \times 42$  Lachter, für Flöze und Seifen  $50 \times 50$  Lachter angeordnet waren. Die Maßen umfaßten im Bereich der drei revidierten Bergordnungen und für Flöze und Seifen auch im Bereich des Allgemeinen Landrechts je  $14 \times 14$  Lachter, für flachfallende Gänge und Erzlager im letzteren Falle jedoch  $28 \times 28$  Lachter.

5. Zu den gevierten Feldern gehören auch die Distriktsverleihungen, die schon seit alter Zeit gelegentlich für zerstreute Lagerstätten — insbesondere Raseneisenerz — und weiter durch Erlasse vom 1. September 1842 und 12. August 1854 für ganz Preußen rechts des Rheins als außergewöhnliche Verleihungen anerkannt waren. Als Distriktsfeld wurde ein unvermessenes, nach Gemeinde-, Kreisgrenzen usw. bezeichnetes Gebiet festgelegt.

### 197. Längenfelder.

1. Die nach älterem Recht zunächst auf Gänge beschränkten Längenfelder sind auch für andere Lagerstätten verliehen worden, deren Einfallen mehr als  $20^\circ$  oder nach dem Allgemeinen Landrecht mehr als  $15^\circ$  betrug. Im Bereich der Kleve-Märkischen Bergordnung an der Ruhr war diese Art der Feldestreckung, entgegen dem Wortlaut der Bergordnung, auch für alle Steinkohlenflöze üblich. Ein Längenfeld hatte eine im Streichen der Fundlagerstätte gemessene Länge, die in den älteren Bergordnungen und im Allgemeinen Landrecht zu 1 Fundgrube und 6 bis 12 Maßen festgelegt war, und die für Steinkohlenvorkommen im Bereich der Kleve-Märkischen Bergordnung an der Ruhr zu 1 Fundgrube und bis zu 20 Maßen gewährt wurde. Dabei waren die beiderseits des Fundpunktes gelegene Fundgrube allgemein 42 Lachter

<sup>1</sup>Im Bereich der Kurkölnischen BO für Eisensteinflöze nur  $28 \times 28$  Lachter.



— Ausnahme: Jülich-Bergische Bergordnung = 80 Lachter — und die beliebig verteilten Maßen einheitlich je 28 Lachter lang. Als gesamte streichende Länge kamen danach z. B. beim Flözbergbau an der Ruhr  $42 + 20 \times 28$  Lachter = 602 Lachter  $\approx 1260$  m in Betracht. Im Einfallen der Lagerstätte ist fast immer die Ausdehnung bis zur ewigen Teufe gewährt worden, die bei gefalteten Lagerstätten allerdings im Muldentiefsten der Lagerstätte erreicht war. Nach oben erstreckte sich das Feld bis zum Ausgehenden oder bei gefalteter Ablagerung des Fund-

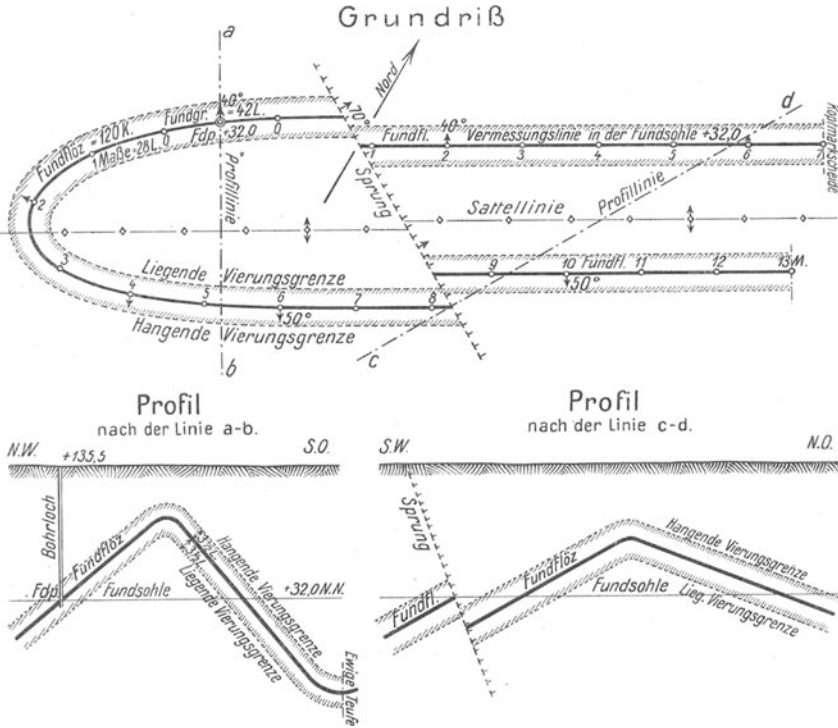


Abb. 228. Längenfeld mit kleiner Vierung. Ungefäher Maßstab 1 : 6000.

flözes bis zur Sattelkuppe. Als dritte Ausdehnung wurde zur Mächtigkeit der Lagerstätte eine Vierung verliehen, die allgemein 7 Lachter — Ausnahme: Jülich-Bergische Bergordnung 8 Lachter — betrug und die rechtwinklig zum Einfallen an allen Punkten des Hangenden und Liegenden der Fundlagerstätte gewöhnlich je zur Hälfte nach oben und unten anzulegen war. Die Begrenzung im Streichen erfolgte durch rechtwinklig zur Streichlinie gelegte Kopfmarkscheiden. Ein solches Längenfeld bezeichnet man heute als Längenfeld mit kleiner Vierung, Abb. 228.

Alle innerhalb des verliehenen Feldes auftretenden Lagerstätten, die das gleiche Mineral enthielten wie die Fundlagerstätte, konnten mitgewonnen werden. An Störungen hörte das Bergwerkseigentum auf, wenn nach Anlegung der Vierung an die verworfenen Lagerstättenteile

kein zusammenhängendes Feld mehr vorhanden war, sonst trat nur eine Verschiebung der Vierungsgrenzen ein, Abb. 228.

2. Im Gesetz vom 1. Juli 1821 ist neben den hier für Steinkohlenvorkommen festgelegten, wesentlich vergrößerten Geviertfeldern für die gleiche Mineralart auch die gestreckte Vermessung weiterhin zugelassen worden, doch wurde die bisherige Vierung bis zu 500 Lachtern ausge-

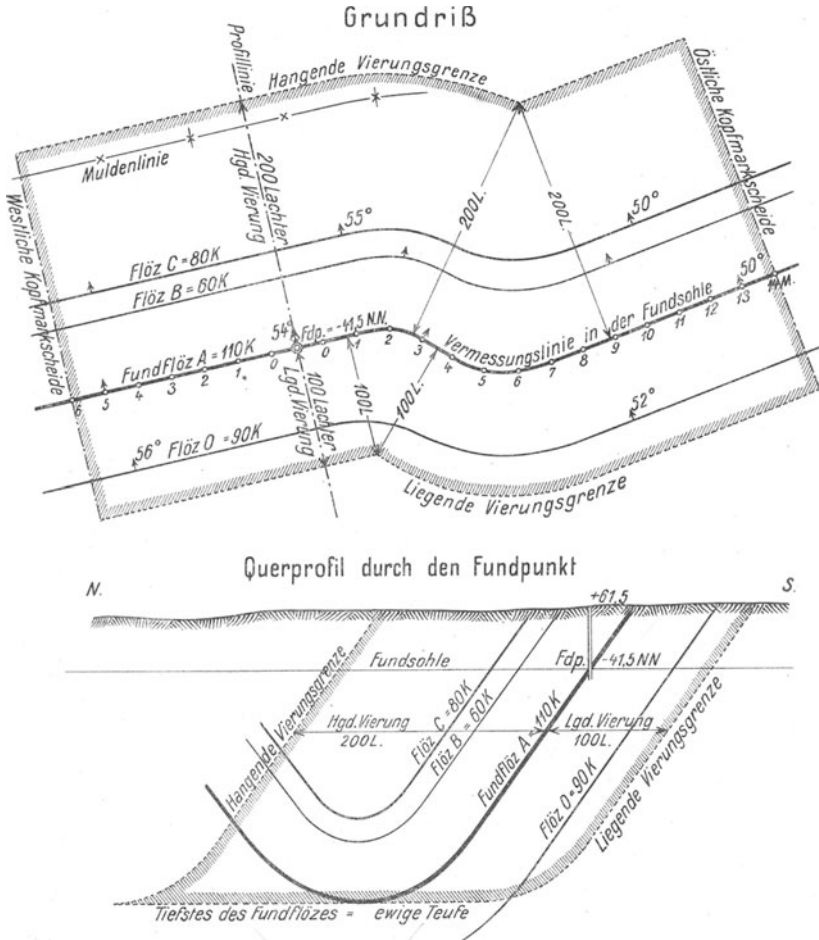


Abb. 229. Längenfeld mit großer Vierung. Maßstab 1 : 12500.

dehnt, wodurch die Möglichkeit gegeben war, innerhalb dieses nunmehr über 1000 m breiten Feldes mehrere bauwürdige Flöze zu gewinnen. Bei den von 1821 bis 1865 auf Steinkohle verliehenen Längenfeldern mit großer Vierung war letztere jedoch waagrecht und nicht mehr rechtwinklig zum Einfallen anzulegen. Die Erstreckungen im Streichen — 1 Fundgrube und 20 Maßen — und im Einfallen — ewige Teufe — blieben bestehen, Abb. 229.

Bei flacher Ablagerung konnte aber dieses große Längenfeld unter ungünstigen Umständen auch nur auf die Fundlagerstätte beschränkt sein.

Allgemein hat die Verleihung von Längenfeldern zu unsicheren Rechtszuständen und damit zu vielfachen Berechtsamsstreitigkeiten geführt. Da die Ausdehnung der Berechtsame bei Längenfeldern in allen Einzelheiten vom Verhalten der Fundlagerstätte abhängig ist, so können die Feldesgrenzen erst nach vollkommener Erschließung, d. h. nach dem vollständigen Abbau der Fundlagerstätte mit Sicherheit bestimmt werden.

# Anhang.

## Maße.

### I. Metrisches System.

#### Längenmaße.

1 Meter	= 1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm
1 Dezimeter	= 0,1 m = 1 dm = 10 cm = 100 mm
1 Zentimeter	= 0,01 m = 0,1 dm = 1 cm = 10 mm
1 Millimeter	= 0,001 m = 0,01 dm = 0,1 cm = 1 mm
1 Mikron	= 0,001 mm = 1 $\mu$

#### Flächenmaße.

1 Quadratmeter	= 1 m <sup>2</sup> = 100 dm <sup>2</sup> = 10000 cm <sup>2</sup> = 1000000 mm <sup>2</sup>
1 Quadratdezimeter	= 0,01 m <sup>2</sup> = 1 dm <sup>2</sup> = 100 cm <sup>2</sup> = 10000 mm <sup>2</sup>
1 Quadratzentimeter	= 0,0001 m <sup>2</sup> = 0,01 dm <sup>2</sup> = 1 cm <sup>2</sup> = 100 mm <sup>2</sup>
1 Quadratmillimeter	= 0,000001 m <sup>2</sup> = 0,0001 dm <sup>2</sup> = 0,01 cm <sup>2</sup> = 1 mm <sup>2</sup>
1 Ar	= 1 a = 100 m <sup>2</sup>
1 Hektar	= 1 ha = 100 a = 10000 m <sup>2</sup>
1 Quadratkilometer	= 1 km <sup>2</sup> = 100 ha = 1000000 m <sup>2</sup>

#### Raummaße.

1 Kubikmeter	= 1 m <sup>3</sup> = 1000 dm <sup>3</sup> = 1000000 cm <sup>3</sup> = 1000000000 mm <sup>3</sup> = 1000 Liter
1 Kubikdezimeter	= 0,001 m <sup>3</sup> = 1 dm <sup>3</sup> = 1000 cm <sup>3</sup> = 1000000 mm <sup>3</sup> = 1 Liter
1 Kubikzentimeter	= 0,000001 m <sup>3</sup> = 0,001 dm <sup>3</sup> = 1 cm <sup>3</sup> = 1000 mm <sup>3</sup> = 0,001 Liter
1 Kubikmillimeter	= 0,000000001 m <sup>3</sup> = 0,000001 dm <sup>3</sup> = 0,001 cm <sup>3</sup> = 1 mm <sup>3</sup> = 0,000001 Liter

### II. Alte Maße.

#### Längenmaße.

1 preuß. oder rhein. Fuß	= 12 Zoll = 0,31385 m
1 Zoll	= $\frac{1}{12}$ Fuß = 2,615 cm
1 Pariser Linie	= $\frac{1}{12}$ Zoll = 2,26 mm
1 preuß. Rute	= 12 Fuß = 144 Zoll = 3,766 m
1 Lachter	= 80 Zoll = 2,0924 m

#### Flächenmaße.

1 Quadratrute	= 14,185 m <sup>2</sup>
1 Quadratlachter	= 4,378 m <sup>2</sup>
1 preuß. Morgen	= 180 Quadratruten = 2553,2 m <sup>2</sup>

### III. Andere Längenmaße.

1 Seemeile	= 1 Knoten = 1 Äquatorminute = 1,852 km
1 deutsche Meile	= 4 Seemeilen = 7,420 km
1 engl. Meile	= 1760 Yards (je 3 engl. Fuß zu 0,3048 m) = 1,609 km

### IV. Winkelmaße.

#### Alte Kreisteilung.

1 Grad	= 1° = $\frac{1}{360}$ des Vollkreises = 60' = 3600''	$\rho^0 = \frac{360^0}{2\pi} = 57,3^0$
1 Minute	= $\frac{1}{60}^0 = 1' = 60''$	$\rho' = \frac{360 \cdot 60}{2\pi} = 3438'$
1 Sekunde	= $\frac{1}{3600}^0 = \frac{1}{60}' = 1''$	$\rho'' = \frac{360 \cdot 60 \cdot 60}{2\pi} = 206265''$

## Neue Kreisteilung.

$$1 \text{ Neugrad} = 1^{\text{g}} = \frac{1}{400} \text{ des Vollkreises} = 100^{\text{c}} = 10000^{\text{cc}} \quad \varrho^{\text{g}} = \frac{400^{\text{g}}}{2\pi} = 63,7^{\text{g}}$$

$$1 \text{ Neuminute} = 0,01^{\text{g}} = 1^{\text{c}} = 100^{\text{cc}} \quad \varrho^{\text{c}} = \frac{40000}{2\pi} = 6366^{\text{c}}$$

$$1 \text{ Neusekunde} = 0,0001^{\text{g}} = 0,01^{\text{c}} = 1^{\text{ccc}} \quad \varrho^{\text{ccc}} = \frac{4000000}{2\pi} = 636620^{\text{ccc}}$$

## V. Kleines griechisches Alphabet.

$\alpha$ alpha	$\varepsilon$ epsilon	$\iota$ jota	$\nu$ ny	$\varrho$ rho	$\varphi$ phi
$\beta$ beta	$\zeta$ zeta	$\kappa$ kappa	$\xi$ xi	$\sigma$ sigma	$\chi$ chi
$\gamma$ gamma	$\eta$ eta	$\lambda$ lamda	$\omicron$ omikron	$\tau$ tau	$\psi$ psi
$\delta$ delta	$\theta$ theta	$\mu$ my	$\pi$ pi	$\upsilon$ ypsilon	$\omega$ omega

## Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen.

abfallend	abf.	konsolidiert	kons.
abgesunkener Teil	abges.T.	konzessioniert	konz.
Abhauen	Abh.	Liegendes	Lgd.
Abteilung	Abt.	links, linker, linke	l.
Abteilungsquerschlag	Abt. Qu.	Markscheide	Marksch.
ansteigend	anstg.	Mauerbolzen	M.-B.
Aufbruch	Aufbr.	Mergelunterfläche	Mrg.-U.
Aufhauen	Aufh.	Meridian	Merid.
bauwürdig	bauw.	Mittelbank	Mtlbk.
Berge, Bergemittel	B.	Muldennordflügel	M.-N.
Bergwerk	Bgw.	Muldensüdflügel	M.-S.
Blindschacht	Bl.Scht.	Mundloch	Mdl.
Bohrloch	Brl.	Nebenbank	Nbk.
Branddamm	Brdd.	Normal-Null	NN
Brandschiefer	Brdsch.	oben, oberer, obere	o.
Bremsberg	Brsbg.	Oberbank	Obk.
Bremsschacht	Brs.Scht.	Oberbergamt	O.B.A.
Diagonale	Diag.	Parallele	Par.
Einfallen	Einf.	Pfeiler	Pf.
Erlaß	Erl.	Pinge	Pi.
flach	fl.	Querschlag	Qu.
Flöz	Fl.	Rasenhängebank	Rhgbk.
Fundgrube	Fdgr.	rechts, rechter, rechte	r.
Fundpunkt	Fdp.	regelmäßig	rglm.
Gebirge	Geb.	Rolle, Rutsche	R.
genehmigt	gen.	Sand	Sd.
Gesenk	Ges.	Sandschiefer	Sdsch.
Gestein	Gest.	Sandstein	Sst.
gestört	gest.	Sattelnordflügel	S.-N.
Grube	Gr.	Sattelsüdflügel	S.-S.
Grundstrecke	Grdstr.	Schacht	Scht.
Hängebank	Hgbk.	Schiefer	Sch.
Hangendes	Hgd.	Schienenoberkante	S.O.
Hauptquerschlag	Hpt. Qu.	seiger	sg.
hoch	h.	Sicherheitspfeiler	Sichhpfl.
Höhenbolzen	H.B.	söhlig	söhl.
Höhenmarke	H.M.	Sohle	S.
Höhenzahl	H.	Sprung	Spr.
in der Firste	i.F.	Sprunghöhe	Sprgh.
in der Sohle	i.S.	stehengebliebener Teil	steh.T.
Kluft	Kl.	Steinkohle	Stk.
Kohle	K.	Störung	Strg.
Konglomerat	Kongl.	Stoß	St.

Strecke	Str.	verdrückt	verdr.
Streichen	Strch.	Verfügung	Verf.
Teufe	Tf.	Verhieb	Verh.
tief	tf.	Versatz	Vers.
Tiefbau	Tfb.	Blasversatz Bl.	Kastenversatz K.
Trigonometrischer Punkt	TP	Rippen- „ R.	Schleuder- „ Schl.
Überhauen	Übh.	Spül- „ Sp.	Stampf- „ St.
überkippt	überk.	versetzt	vers.
Überschiebung	Übersch.	Verschiebung	Versch.
Umbruch	Umbr.	Verwerfung	Verw.
unrein	unr.	verworfen	verw.
unten, unterer, untere	u.	wasserführend	wf.
Unterbank	Übk.	Wetterschacht	W.-Scht.
Unterwerksbau	Untwbau	Wetterstrecke	W.-Str.

Seigerteufe												Grade
Grade	0,0°	0,1°	0,2°	0,3°	0,4°	0,5°	0,6°	0,7°	0,8°	0,9°	1,0°	
Sinus												
0	0,000	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,010	0,012	0,014	0,016	0,017	89
1	0,017	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,028	0,030	0,031	0,033	0,035	88
2	0,035	0,037	0,038	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,051	0,052	87
3	0,052	0,054	0,056	0,058	0,059	0,061	0,063	0,065	0,066	0,068	0,070	86
4	0,070	0,071	0,073	0,075	0,077	0,078	0,080	0,082	0,084	0,085	0,087	85
5	0,087	0,089	0,091	0,092	0,094	0,096	0,098	0,099	0,101	0,103	0,105	84
6	0,105	0,106	0,108	0,110	0,111	0,113	0,115	0,117	0,118	0,120	0,122	83
7	0,122	0,124	0,125	0,127	0,129	0,131	0,132	0,134	0,136	0,137	0,139	82
8	0,139	0,141	0,143	0,144	0,146	0,148	0,150	0,151	0,153	0,155	0,156	81
9	0,156	0,158	0,160	0,162	0,163	0,165	0,167	0,168	0,170	0,172	0,174	80
10	0,174	0,175	0,177	0,179	0,181	0,182	0,184	0,186	0,187	0,189	0,191	79
11	0,191	0,193	0,194	0,196	0,198	0,199	0,201	0,203	0,204	0,206	0,208	78
12	0,208	0,210	0,211	0,213	0,215	0,216	0,218	0,220	0,222	0,223	0,225	77
13	0,225	0,227	0,228	0,230	0,232	0,233	0,235	0,237	0,239	0,240	0,242	76
14	0,242	0,244	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252	0,254	0,255	0,257	0,259	75
15	0,259	0,261	0,262	0,264	0,266	0,267	0,269	0,271	0,272	0,274	0,276	74
16	0,276	0,277	0,279	0,281	0,282	0,284	0,286	0,287	0,289	0,291	0,292	73
17	0,292	0,294	0,296	0,297	0,299	0,301	0,302	0,304	0,306	0,307	0,309	72
18	0,309	0,311	0,312	0,314	0,316	0,317	0,319	0,321	0,322	0,324	0,326	71
19	0,326	0,327	0,329	0,331	0,332	0,334	0,335	0,337	0,339	0,340	0,342	70
20	0,342	0,344	0,345	0,347	0,349	0,350	0,352	0,353	0,355	0,357	0,358	69
21	0,358	0,360	0,362	0,363	0,365	0,367	0,368	0,370	0,371	0,373	0,375	68
22	0,375	0,376	0,378	0,379	0,381	0,383	0,384	0,386	0,388	0,389	0,391	67
23	0,391	0,392	0,394	0,396	0,397	0,399	0,400	0,402	0,404	0,405	0,407	66
24	0,407	0,408	0,410	0,412	0,413	0,415	0,416	0,418	0,419	0,421	0,423	65
25	0,423	0,424	0,426	0,427	0,429	0,431	0,432	0,434	0,435	0,437	0,438	64
26	0,438	0,440	0,442	0,443	0,445	0,446	0,448	0,449	0,451	0,452	0,454	63
27	0,454	0,456	0,457	0,459	0,460	0,462	0,463	0,465	0,466	0,468	0,469	62
28	0,469	0,471	0,473	0,474	0,476	0,477	0,479	0,480	0,482	0,483	0,485	61
29	0,485	0,486	0,488	0,489	0,491	0,492	0,494	0,495	0,497	0,498	0,500	60
30	0,500	0,502	0,503	0,505	0,506	0,508	0,509	0,511	0,512	0,514	0,515	59
31	0,515	0,517	0,518	0,520	0,521	0,522	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	58
32	0,530	0,531	0,533	0,534	0,536	0,537	0,539	0,540	0,542	0,543	0,545	57
33	0,545	0,546	0,548	0,549	0,550	0,552	0,553	0,555	0,556	0,558	0,559	56
34	0,559	0,561	0,562	0,564	0,565	0,566	0,568	0,569	0,571	0,572	0,574	55
35	0,574	0,575	0,576	0,578	0,579	0,581	0,582	0,584	0,585	0,586	0,588	54
36	0,588	0,589	0,591	0,592	0,593	0,595	0,596	0,598	0,599	0,600	0,602	53
37	0,602	0,603	0,605	0,606	0,607	0,609	0,610	0,612	0,613	0,614	0,616	52
38	0,616	0,617	0,618	0,620	0,621	0,623	0,624	0,625	0,627	0,628	0,629	51
39	0,629	0,631	0,632	0,633	0,635	0,636	0,637	0,639	0,640	0,641	0,643	50
40	0,643	0,644	0,645	0,647	0,648	0,649	0,651	0,652	0,653	0,655	0,656	49
41	0,656	0,657	0,659	0,660	0,661	0,663	0,664	0,665	0,667	0,668	0,669	48
42	0,669	0,670	0,672	0,673	0,674	0,676	0,677	0,678	0,679	0,681	0,682	47
43	0,682	0,683	0,685	0,686	0,687	0,688	0,690	0,691	0,692	0,693	0,695	46
44	0,695	0,696	0,697	0,698	0,700	0,701	0,702	0,703	0,705	0,706	0,707	45
Cosinus												
	1,0°	0,9°	0,8°	0,7°	0,6°	0,5°	0,4°	0,3°	0,2°	0,1°	0,0°	Grade

teufen und Sohlen

## Seigerteufe

Grade	0,0°	0,1°	0,2°	0,3°	0,4°	0,5°	0,6°	0,7°	0,8°	0,9°	1,0°	
Sinus												
45	0,707	0,708	0,710	0,711	0,712	0,713	0,714	0,716	0,717	0,718	0,719	44
46	0,719	0,721	0,722	0,723	0,724	0,725	0,727	0,728	0,729	0,730	0,731	43
47	0,731	0,733	0,734	0,735	0,736	0,737	0,738	0,740	0,741	0,742	0,743	42
48	0,743	0,744	0,745	0,747	0,748	0,749	0,750	0,751	0,752	0,754	0,755	41
49	0,755	0,756	0,757	0,758	0,759	0,760	0,762	0,763	0,764	0,765	0,766	40
50	0,766	0,767	0,768	0,769	0,771	0,772	0,773	0,774	0,775	0,776	0,777	39
51	0,777	0,778	0,779	0,780	0,782	0,783	0,784	0,785	0,786	0,787	0,788	38
52	0,788	0,789	0,790	0,791	0,792	0,793	0,794	0,795	0,797	0,798	0,799	37
53	0,799	0,800	0,801	0,802	0,803	0,804	0,805	0,806	0,807	0,808	0,809	36
54	0,809	0,810	0,811	0,812	0,813	0,814	0,815	0,816	0,817	0,818	0,819	35
55	0,819	0,820	0,821	0,822	0,823	0,824	0,825	0,826	0,827	0,828	0,829	34
56	0,829	0,830	0,831	0,832	0,833	0,834	0,835	0,836	0,837	0,838	0,839	33
57	0,839	0,840	0,841	0,842	0,842	0,843	0,844	0,845	0,846	0,847	0,848	32
58	0,848	0,849	0,850	0,851	0,852	0,853	0,854	0,854	0,855	0,856	0,857	31
59	0,857	0,858	0,859	0,860	0,861	0,862	0,863	0,863	0,864	0,865	0,866	30
60	0,866	0,867	0,868	0,869	0,869	0,870	0,871	0,872	0,873	0,874	0,875	29
61	0,875	0,875	0,876	0,877	0,878	0,879	0,880	0,880	0,881	0,882	0,883	28
62	0,883	0,884	0,885	0,885	0,886	0,887	0,888	0,889	0,889	0,890	0,891	27
63	0,891	0,892	0,893	0,893	0,894	0,895	0,896	0,896	0,897	0,898	0,899	26
64	0,899	0,900	0,900	0,901	0,902	0,903	0,903	0,904	0,905	0,906	0,906	25
65	0,906	0,907	0,908	0,909	0,909	0,910	0,911	0,911	0,912	0,913	0,914	24
66	0,914	0,914	0,915	0,916	0,916	0,917	0,918	0,918	0,919	0,920	0,921	23
67	0,921	0,921	0,922	0,923	0,923	0,924	0,925	0,925	0,926	0,927	0,927	22
68	0,927	0,928	0,928	0,929	0,930	0,930	0,931	0,932	0,932	0,933	0,934	21
69	0,934	0,934	0,935	0,935	0,936	0,937	0,937	0,938	0,938	0,939	0,940	20
70	0,940	0,940	0,941	0,941	0,942	0,943	0,943	0,944	0,944	0,945	0,946	19
71	0,946	0,946	0,947	0,947	0,948	0,948	0,949	0,949	0,950	0,951	0,951	18
72	0,951	0,952	0,952	0,953	0,953	0,954	0,954	0,955	0,955	0,956	0,956	17
73	0,956	0,957	0,957	0,958	0,958	0,959	0,959	0,960	0,960	0,961	0,961	16
74	0,961	0,962	0,962	0,963	0,963	0,964	0,964	0,965	0,965	0,965	0,966	15
75	0,966	0,966	0,967	0,967	0,968	0,968	0,969	0,969	0,969	0,970	0,970	14
76	0,970	0,971	0,971	0,972	0,972	0,972	0,973	0,973	0,974	0,974	0,974	13
77	0,974	0,975	0,975	0,976	0,976	0,976	0,977	0,977	0,977	0,978	0,978	12
78	0,978	0,979	0,979	0,979	0,980	0,980	0,980	0,981	0,981	0,981	0,982	11
79	0,982	0,982	0,982	0,983	0,983	0,983	0,984	0,984	0,984	0,985	0,985	10
80	0,985	0,985	0,985	0,986	0,986	0,986	0,987	0,987	0,987	0,987	0,988	9
81	0,988	0,988	0,988	0,988	0,989	0,989	0,989	0,990	0,990	0,990	0,990	8
82	0,990	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,992	0,992	0,992	0,992	0,993	7
83	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,995	6
84	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	5
85	0,996	0,996	0,996	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	4
86	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,999	0,999	3
87	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	2
88	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1
89	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0
Cosinus												
	1,0°	0,9°	0,8°	0,7°	0,6°	0,5°	0,4°	0,3°	0,2°	0,1°	0,0°	Grade

Sohle



## Zahlentafel zur Verwandlung

0	g	c	cc	0	g	c	cc	0	g	c	cc	0	g	c	cc	0	g	c	cc
1	1	11	11	46	51	11	11	91	101	11	11	136	151	11	11	181	201	11	11
2	2	22	22	47	52	22	22	92	102	22	22	137	152	22	22	182	202	22	22
3	3	33	33	48	53	33	33	93	103	33	33	138	153	33	33	183	203	33	33
4	4	44	44	49	54	44	44	94	104	44	44	139	154	44	44	184	204	44	44
5	5	55	56	50	55	55	56	95	105	55	56	140	155	55	56	185	205	55	56
6	6	66	67	51	56	66	67	96	106	66	67	141	156	66	67	186	206	66	67
7	7	77	78	52	57	77	78	97	107	77	78	142	157	77	78	187	207	77	78
8	8	88	89	53	58	88	89	98	108	88	89	143	158	88	89	188	208	88	89
9	10	00	00	54	60	00	00	99	110	00	00	144	160	00	00	189	210	00	00
10	11	11	11	55	61	11	11	100	111	11	11	145	161	11	11	190	211	11	11
11	12	22	22	56	62	22	22	101	112	22	22	146	162	22	22	191	212	22	22
12	13	33	33	57	63	33	33	102	113	33	33	147	163	33	33	192	213	33	33
13	14	44	44	58	64	44	44	103	114	44	44	148	164	44	44	193	214	44	44
14	15	55	56	59	65	55	56	104	115	55	56	149	165	55	56	194	215	55	56
15	16	66	67	60	66	66	67	105	116	66	67	150	166	66	67	195	216	66	67
16	17	77	78	61	67	77	78	106	117	77	78	151	167	77	78	196	217	77	78
17	18	88	89	62	68	88	89	107	118	88	89	152	168	88	89	197	218	88	89
18	20	00	00	63	70	00	00	108	120	00	00	153	170	00	00	198	220	00	00
19	21	11	11	64	71	11	11	109	121	11	11	154	171	11	11	199	221	11	11
20	22	22	22	65	72	22	22	110	122	22	22	155	172	22	22	200	222	22	22
21	23	33	33	66	73	33	33	111	123	33	33	156	173	33	33	201	223	33	33
22	24	44	44	67	74	44	44	112	124	44	44	157	174	44	44	202	224	44	44
23	25	55	56	68	75	55	56	113	125	55	56	158	175	55	56	203	225	55	56
24	26	66	67	69	76	66	67	114	126	66	67	159	176	66	67	204	226	66	67
25	27	77	78	70	77	77	78	115	127	77	78	160	177	77	78	205	227	77	78
26	28	88	89	71	78	88	89	116	128	88	89	161	178	88	89	206	228	88	89
27	30	00	00	72	80	00	00	117	130	00	00	162	180	00	00	207	230	00	00
28	31	11	11	73	81	11	11	118	131	11	11	163	181	11	11	208	231	11	11
29	32	22	22	74	82	22	22	119	132	22	22	164	182	22	22	209	232	22	22
30	33	33	33	75	83	33	33	120	133	33	33	165	183	33	33	210	233	33	33
31	34	44	44	76	84	44	44	121	134	44	44	166	184	44	44	211	234	44	44
32	35	55	56	77	85	55	56	122	135	55	56	167	185	55	56	212	235	55	56
33	36	66	67	78	86	66	67	123	136	66	67	168	186	66	67	213	236	66	67
34	37	77	78	79	87	77	78	124	137	77	78	169	187	77	78	214	237	77	78
35	38	88	89	80	88	88	89	125	138	88	89	170	188	88	89	215	238	88	89
36	40	00	00	81	90	00	00	126	140	00	00	171	190	00	00	216	240	00	00
37	41	11	11	82	91	11	11	127	141	11	11	172	191	11	11	217	241	11	11
38	42	22	22	83	92	22	22	128	142	22	22	173	192	22	22	218	242	22	22
39	43	33	33	84	93	33	33	129	143	33	33	174	193	33	33	219	243	33	33
40	44	44	44	85	94	44	44	130	144	44	44	175	194	44	44	220	244	44	44
41	45	55	56	86	95	55	56	131	145	55	56	176	195	55	56	221	245	55	56
42	46	66	67	87	96	66	67	132	146	66	67	177	196	66	67	222	246	66	67
43	47	77	78	88	97	77	78	133	147	77	78	178	197	77	78	223	247	77	78
44	48	88	89	89	98	88	89	134	148	88	89	179	198	88	89	224	248	88	89
45	50	00	00	90	100	00	00	135	150	00	00	180	200	00	00	225	250	00	00

von alter in neue Winkelteilung.

0	g	c	cc	0	g	c	cc	0	g	c	cc	1	g	c	cc	11	c	cc	
												1	1	85		1		3	
226	251	11	11	271	301	11	11	316	351	11	11	2	3	70		2		6	
227	252	22	22	272	302	22	22	317	352	22	22	3	5	56		3		9	
228	253	33	33	273	303	33	33	318	353	33	33	4	7	41		4		12	
229	254	44	44	274	304	44	44	319	354	44	44	5	9	26		5		15	
230	255	55	56	275	305	55	56	320	355	55	56	6	11	11		6		19	
												7	12	96		7		22	
												8	14	81		8		25	
231	256	66	67	276	306	66	67	321	356	66	67	9	16	67		9		28	
232	257	77	78	277	307	77	78	322	357	77	78	10	18	52		10		31	
233	258	88	89	278	308	88	89	323	358	88	89	11	20	37		11		34	
234	260	00	00	279	310	00	00	324	360	00	00	12	22	22		12		37	
235	261	11	11	280	311	11	11	325	361	11	11	13	24	07		13		40	
												14	25	93		14		43	
												15	27	78		15		46	
236	262	22	22	281	312	22	22	326	362	22	22	16	29	63		16		49	
237	263	33	33	282	313	33	33	327	363	33	33	17	31	48		17		52	
238	264	44	44	283	314	44	44	328	364	44	44	18	33	33		18		56	
239	265	55	56	284	315	55	56	329	365	55	56	19	35	19		19		59	
240	266	66	67	285	316	66	67	330	366	66	67	20	37	04		20		62	
												21	38	89		21		65	
241	267	77	78	286	317	77	78	331	367	77	78	22	40	74		22		68	
242	268	88	89	287	318	88	89	332	368	88	89	23	42	59		23		71	
243	270	00	00	288	320	00	00	333	370	00	00	24	44	44		24		74	
244	271	11	11	289	321	11	11	334	371	11	11	25	46	30		25		77	
245	272	22	22	290	322	22	22	335	372	22	22	26	48	15		26		80	
												27	50	00		27		83	
												28	51	85		28		86	
246	273	33	33	291	323	33	33	336	373	33	33	29	53	70		29		90	
247	274	44	44	292	324	44	44	337	374	44	44	30	55	56		30		93	
248	275	55	56	293	325	55	56	338	375	55	56	31	57	41		31		96	
249	276	66	67	294	326	66	67	339	376	66	67	32	59	26		32		99	
250	277	77	78	295	327	77	78	340	377	77	78	33	61	11		33	1	02	
												34	62	96		34	1	05	
												35	64	81		35	1	08	
251	278	88	89	296	328	88	89	341	378	88	89	36	66	67		36	1	11	
252	280	00	00	297	330	00	00	342	380	00	00	37	68	52		37	1	14	
253	281	11	11	298	331	11	11	343	381	11	11	38	70	37		38	1	17	
254	282	22	22	299	332	22	22	344	382	22	22	39	72	22		39	1	20	
255	283	33	33	300	333	33	33	345	383	33	33	40	74	07		40	1	23	
												41	75	93		41	1	27	
256	284	44	44	301	334	44	44	346	384	44	44	42	77	78		42	1	30	
257	285	55	56	302	335	55	56	347	385	55	56	43	79	63		43	1	33	
258	286	66	67	303	336	66	67	348	386	66	67	44	81	48		44	1	36	
259	287	77	78	304	337	77	78	349	387	77	78	45	83	33		45	1	39	
260	288	88	89	305	338	88	89	350	388	88	89	46	85	19		46	1	42	
												47	87	04		47	1	45	
												48	88	89		48	1	48	
261	290	00	00	306	340	00	00	351	390	00	00	49	90	74		49	1	51	
262	291	11	11	307	341	11	11	352	391	11	11	50	92	59		50	1	54	
263	292	22	22	308	342	22	22	353	392	22	22	51	94	44		51	1	57	
264	293	33	33	309	343	33	33	354	393	33	33	52	96	30		52	1	60	
265	294	44	44	310	344	44	44	355	394	44	44	53	98	15		53	1	64	
												54	1	00	00		54	1	67
												55	1	01	85		55	1	70
266	295	55	56	311	345	55	56	356	395	55	56	56	1	03	70		56	1	73
267	296	66	67	312	346	66	67	357	396	66	67	57	1	05	56		57	1	76
268	297	77	78	313	347	77	78	358	397	77	78	58	1	07	41		58	1	79
269	298	88	89	314	348	88	89	359	398	88	89	59	1	09	26		59	1	82
270	300	00	00	315	350	00	00	360	400	00	00	60	1	11	11		60	1	85

Zahlentafel zur Verwandlung

g	o	l	g	o	l	g	o	l	g	o	l	g	o	l
1	0	54	51	45	54	101	90	54	151	135	54	201	180	54
2	1	48	52	46	48	102	91	48	152	136	48	202	181	48
3	2	42	53	47	42	103	92	42	153	137	42	203	182	42
4	3	36	54	48	36	104	93	36	154	138	36	204	183	36
5	4	30	55	49	30	105	94	30	155	139	30	205	184	30
6	5	24	56	50	24	106	95	24	156	140	24	206	185	24
7	6	18	57	51	18	107	96	18	157	141	18	207	186	18
8	7	12	58	52	12	108	97	12	158	142	12	208	187	12
9	8	06	59	53	06	109	98	06	159	143	06	209	188	06
10	9	00	60	54	00	110	99	00	160	144	00	210	189	00
11	9	54	61	54	54	111	99	54	161	144	54	211	189	54
12	10	48	62	55	48	112	100	48	162	145	48	212	190	48
13	11	42	63	56	42	113	101	42	163	146	42	213	191	42
14	12	36	64	57	36	114	102	36	164	147	36	214	192	36
15	13	30	65	58	30	115	103	30	165	148	30	215	193	30
16	14	24	66	59	24	116	104	24	166	149	24	216	194	24
17	15	18	67	60	18	117	105	18	167	150	18	217	195	18
18	16	12	68	61	12	118	106	12	168	151	12	218	196	12
19	17	06	69	62	06	119	107	06	169	152	06	219	197	06
20	18	00	70	63	00	120	108	00	170	153	00	220	198	00
21	18	54	71	63	54	121	108	54	171	153	54	221	198	54
22	19	48	72	64	48	122	109	48	172	154	48	222	199	48
23	20	42	73	65	42	123	110	42	173	155	42	223	200	42
24	21	36	74	66	36	124	111	36	174	156	36	224	201	36
25	22	30	75	67	30	125	112	30	175	157	30	225	202	30
26	23	24	76	68	24	126	113	24	176	158	24	226	203	24
27	24	18	77	69	18	127	114	18	177	159	18	227	204	18
28	25	12	78	70	12	128	115	12	178	160	12	228	205	12
29	26	06	79	71	06	129	116	06	179	161	06	229	206	06
30	27	00	80	72	00	130	117	00	180	162	00	230	207	00
31	27	54	81	72	54	131	117	54	181	162	54	231	207	54
32	28	48	82	73	48	132	118	48	182	163	48	232	208	48
33	29	42	83	74	42	133	119	42	183	164	42	233	209	42
34	30	36	84	75	36	134	120	36	184	165	36	234	210	36
35	31	30	85	76	30	135	121	30	185	166	30	235	211	30
36	32	24	86	77	24	136	122	24	186	167	24	236	212	24
37	33	18	87	78	18	137	123	18	187	168	18	237	213	18
38	34	12	88	79	12	138	124	12	188	169	12	238	214	12
39	35	06	89	80	06	139	125	06	189	170	06	239	215	06
40	36	00	90	81	00	140	126	00	190	171	00	240	216	00
41	36	54	91	81	54	141	126	54	191	171	54	241	216	54
42	37	48	92	82	48	142	127	48	192	172	48	242	217	48
43	38	42	93	83	42	143	128	42	193	173	42	243	218	42
44	39	36	94	84	36	144	129	36	194	174	36	244	219	36
45	40	30	95	85	30	145	130	30	195	175	30	245	220	30
46	41	24	96	86	24	146	131	24	196	176	24	246	221	24
47	42	18	97	87	18	147	132	18	197	177	18	247	222	18
48	43	12	98	88	12	148	133	12	198	178	12	248	223	12
49	44	06	99	89	06	149	134	06	199	179	06	249	224	06
50	45	00	100	90	00	150	135	00	200	180	00	250	225	00

von neuer in alte Winkelteilung.

g	o	i	g	o	i	c	i	''	c	i	''	cc	''	cc	''
301	270	54	351	315	54	1	0	32,4	51	27	32,4	1	0,3	51	16,5
302	271	48	352	316	48	2	1	04,8	52	28	04,8	2	0,6	52	16,8
303	272	42	353	317	42	3	1	37,2	53	28	37,2	3	1,0	53	17,2
304	273	36	354	318	36	4	2	09,6	54	29	09,6	4	1,3	54	17,5
305	274	30	355	319	30	5	2	42,0	55	29	42,0	5	1,6	55	17,8
306	275	24	356	320	24	6	3	14,4	56	30	14,4	6	1,9	56	18,1
307	276	18	357	321	18	7	3	46,8	57	30	46,8	7	2,3	57	18,5
308	277	12	358	322	12	8	4	19,2	58	31	19,2	8	2,6	58	18,8
309	278	06	359	323	06	9	4	51,6	59	31	51,6	9	2,9	59	19,1
310	279	00	360	324	00	10	5	24,0	60	32	24,0	10	3,2	60	19,4
311	279	54	361	324	54	11	5	56,4	61	32	56,4	11	3,6	61	19,8
312	280	48	362	325	48	12	6	28,8	62	33	28,8	12	3,9	62	20,1
313	281	42	363	326	42	13	7	01,2	63	34	01,2	13	4,2	63	20,4
314	282	36	364	327	36	14	7	33,6	64	34	33,6	14	4,5	64	20,7
315	283	30	365	328	30	15	8	06,0	65	35	06,0	15	4,9	65	21,1
316	284	24	366	329	24	16	8	38,4	66	35	38,4	16	5,2	66	21,4
317	285	18	367	330	18	17	9	10,8	67	36	10,8	17	5,5	67	21,7
318	286	12	368	331	12	18	9	43,2	68	36	43,2	18	5,8	68	22,0
319	287	06	369	332	06	19	10	15,6	69	37	15,6	19	6,2	69	22,4
320	288	00	370	333	00	20	10	48,0	70	37	48,0	20	6,5	70	22,7
321	288	54	371	333	54	21	11	20,4	71	38	20,4	21	6,8	71	23,0
322	289	48	372	334	48	22	11	52,8	72	38	52,8	22	7,1	72	23,3
323	290	42	373	335	42	23	12	25,2	73	39	25,2	23	7,5	73	23,7
324	291	36	374	336	36	24	12	57,6	74	39	57,6	24	7,8	74	24,0
325	292	30	375	337	30	25	13	30,0	75	40	30,0	25	8,1	75	24,3
326	293	24	376	338	24	26	14	02,4	76	41	02,4	26	8,4	76	24,6
327	294	18	377	339	18	27	14	34,8	77	41	34,8	27	8,7	77	24,9
328	295	12	378	340	12	28	15	07,2	78	42	07,2	28	9,1	78	25,3
329	296	06	379	341	06	29	15	39,6	79	42	39,6	29	9,4	79	25,6
330	297	00	380	342	00	30	16	12,0	80	43	12,0	30	9,7	80	25,9
331	297	54	381	342	54	31	16	44,4	81	43	44,4	31	10,0	81	26,2
332	298	48	382	343	48	32	17	16,8	82	44	16,8	32	10,4	82	26,6
333	299	42	383	344	42	33	17	49,2	83	44	49,2	33	10,7	83	26,9
334	300	36	384	345	36	34	18	21,6	84	45	21,6	34	11,0	84	27,2
335	301	30	385	346	30	35	18	54,0	85	45	54,0	35	11,3	85	27,5
336	302	24	386	347	24	36	19	26,4	86	46	26,4	36	11,7	86	27,9
337	303	18	387	348	18	37	19	58,8	87	46	58,8	37	12,0	87	28,2
338	304	12	388	349	12	38	20	31,2	88	47	31,2	38	12,3	88	28,5
339	305	06	389	350	06	39	21	03,6	89	48	03,6	39	12,6	89	28,8
340	306	00	390	351	00	40	21	36,0	90	48	36,0	40	13,0	90	29,2
341	306	54	391	351	54	41	22	08,4	91	49	08,4	41	13,3	91	29,5
342	307	48	392	352	48	42	22	40,8	92	49	40,8	42	13,6	92	29,8
343	308	42	393	353	42	43	23	13,2	93	50	13,2	43	13,9	93	30,1
344	309	36	394	354	36	44	23	45,6	94	50	45,6	44	14,3	94	30,5
345	310	30	395	355	30	45	24	18,0	95	51	18,0	45	14,6	95	30,8
346	311	24	396	356	24	46	24	50,4	96	51	50,4	46	14,9	96	31,1
347	312	18	397	357	18	47	25	22,8	97	52	22,8	47	15,2	97	31,4
348	313	12	398	358	12	48	25	55,2	98	52	55,2	48	15,6	98	31,8
349	314	06	399	359	06	49	26	27,6	99	53	27,6	49	15,9	99	32,1
350	315	00	400	360	00	50	27	00,0	100	54	00,0	50	16,2	100	32,4

## Sachverzeichnis.

- Abbaudynamische Messungen 167f.  
Abbauwirkungen 164f.  
Abbildung, Soldnersche, Gaußsche 109.  
Abgabewinkel 154, 155.  
Abgrenzung von Sicherheitspfeilern 221f.  
Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen 264, 265.  
Ablenkung der Magnetnadel 94.  
Ablesefehler bei der Winkelmessung 55.  
Ableselupe 28, 29.  
Ablesemikroskop 29.  
Ablesevorrichtungen 28, 29.  
Ableseung am Nonius 25.  
— der Libellen an Nivellierinstrumenten 121, 122.  
Abnahme der Deklination, jährliche 85.  
Abraummengen, Ermittlung 227.  
Abstecken rechter und gestreckter Winkel 31f.  
— von Querlinien 151, 152.  
Absteckungen und Angaben 149f.  
Absteckungsarbeiten über Tage 150f.  
Abstimmen der Skalen im Mikroskop 27, 29.  
Abszisse 6.  
Abtritt der Schachtlote 82.  
Abweichung der Meßbänder und Meßlatten vom Sollmaß 12.  
Abzeichnungen im gleichen Maßstab 197, 198.  
Achsabsteckungen 150.  
Additionskonstante 137, 139.  
Änderungen der Deklination 83f.  
Affinzeichner 192f.  
Alphabet, kleines griechisches 264.  
Alte Maße 263.  
Anaglyphenbilder 171.  
Anaglyphenverfahren 195f.  
Angaben unter Tage 152f.  
Anhalte- und Anreihfehler bei Längenmessungen 18.  
Anlegemaßstäbe 175, 176.  
Anschlaglibelle 9.  
Anschluß an die Landesaufnahme 100.  
— eines Polygonzuges an hochgelegene Punkte 76, 77.  
Ansteigelatte 159.  
Ansteigeverhältnis, Ermittlung, Prüfung 158, 159.  
Astronomischer Meridian 3.  
Aufgaben der Markscheidekunde 1.  
Aufhängevorrichtung für Winkelmeßinstrumente 22.  
Aufnahme eines Querprofils über Tage 118, 133.  
— von Gebirgsschichten 160f.  
Aufnahmenetze 105.  
Aufrisse 171.  
— Herstellung 180f.  
Aufrißebene 2.  
Aufsatzlibelle 24.  
Aufsatzneigungsmesser 39.  
Aufstellungsfehler des Theodolits 45.  
Aufstellvorrichtungen für Meßinstrumente 21, 22.  
— bei Zwangszentrierungen 71, 72.  
Auftragegenauigkeit 177, 179.  
Auftragegeräte 176, 179.  
Auftragen von rechtwinkligen Koordinaten 175, 176.  
Auftragung der rechtwinkligen Lageaufnahme 176, 177.  
— eines Richtungswinkels 177f.  
— eines Streichwinkels 177f.  
Ausarbeitung der Zeichnungen 180.  
Ausbaupläne 254.  
Ausfluchten von Meßlinien 14.  
Ausgehendes einer Gebirgsschicht, Ermittlung 220, 221.  
Ausgleichung des Gefälles in söhligem und geneigten Strecken 159, 160.  
— von Meß- und Zulegefehlern 179, 180.  
Ausrichtung von Störungen 209f.  
Ausrichtungslänge 211.  
— Ermittlung der querschlägigen, Tafel 7.  
Ausrichtungsregel 211, 212.  
Austauschrisse 239.  
Aus- und Vorrichtungspläne 252, 253.  
Barometrische Höhenmessung 113.  
Basismeßgerät 10.  
Basismeßplatten 144.  
Basisvergrößerungsnetz 99, 100.  
Baugrundriß 172, 245f., Tafel 11.  
Baurisse 245f.  
Beobachtungslinien 165, 166.  
Berechsamkeit 238.  
Berechsamssrisse 238f.  
Berechsammsübersichtsriß 242.  
Bergbauliche Risse 234f.  
Berichtigungsschrauben 22.

- Betriebspunktpläne 254.  
 Betriebsrisse 254.  
 Bezirkskoordinaten 5.  
 Bezugsfläche 2.  
 Bildweite 30.  
 Blatteinteilung und -bezeichnung für Karten und Risse 237.  
 Blattordnung für bergbauliche Risse 236.  
 Blatt- und Bildgrößen für bergbauliche Risse 235, 236.  
 Bodenbewegungen über Tage 164, 165.  
 Bodensenkungen 165.  
 Bodensenkungsnivellements 165.  
 Bodensenkungspläne 165, 166.  
 Bodenspannungen 165.  
 Bodenverschiebungen 165.  
 Brechungsgesetz 27.  
 Brechungswinkel 3.  
 Brechungswinkelmessung 35.  
 — mit dem Theodolit 46f.  
 Breitenkreise 106.  
 Breithauptsche Steckhülsenvorrichtung 70.  
 Brennweite 27, 28.  
 Bruchformen, Systematik 217, 218.  
 Bruchwinkel 223.  
 Bussole 87, 88.  
 Bussolenmessung über Tage 94, 95.  
  
**Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild 218f.**  
 — von Lagerungsverhältnissen 202f.  
 Darstellungen, dimetrische 188.  
 — geometrische 173 f.  
 — isometrische 189f.  
 — raumbildliche 184f.  
 — trimetrische 189.  
 — Zweck 170.  
 Darstellungsarten 170f.  
 Dehnung der Meßbänder durch Eigengewicht 12.  
 Deklination 83.  
 — Änderungen 83f.  
 — Größe 86.  
 Deutsche Grundkarte 229, 230.  
 Deutsche Karte 230.  
 Dimetrische Darstellung 188.  
 Diopter 29, 30.  
 Distriktsverleihungen 259.  
 Doppelbild-Entfernungsmesser 142, 143.  
 Doppelbild-Entfernungsmessung 139.  
 — Zusatzeinrichtungen 142.  
 Doppelbild-Tachymeter von Breithaupt 142, 143.  
 Doppelbilder 170.  
 Doppellotverfahren 78f.  
 Doppelnonien 25, 53.  
 Doppelprisma 35.  
 Dosenlibelle 23.  
 Dreiecksmessung 99, 100.  
  
 Dreiecksnetze der Landesaufnahme 104f.  
 Dreieckspunkte 104.  
 Druckverfahren 200, 201.  
 Durchhang des Meßbandes 18, 19.  
 Durchleuchtungstisch 198.  
 Durchschlagsangaben 154, 155.  
  
 Einfallen 161f.  
 — Bestimmung aus 3 Aufschlußpunkten 203, 204.  
 Einrechnungsverfahren 81.  
 Einrückverfahren beim Kurvenabstecken 157, 158.  
 Einspielen der Libelle 23.  
 Einstellung der Libellen an Nivellierinstrumenten 121f.  
 Einteilung der Messungen 7.  
 Einweisefehler bei der Längenmessung 18.  
 Einweisen von Zwischenpunkten in gerade Linien 14.  
 Empfindlichkeit der Libelle 23.  
 Endmaße 10.  
 Entfernungsmesser, Prüfung und Genauigkeit 144, 145.  
 Entfernungsmeißplatte von Schmidt-Hildebrand 60, 61.  
 — von Zeiss 144.  
 Entfernungsmessung mittels einer Tangentenschraube 138.  
 — mit Basislatten 139, 140.  
 — optische 136f.  
 Erdbildmessung 147, 148.  
 Erddimensionen, Bestimmung 108.  
 Erde, Einteilung, Gestalt und Größe 106.  
 Erdellipsoid 106.  
 Erdkrümmung, Berücksichtigung 106, 115.  
 Erdmassenermittlungen 227, 228.  
 Exzentrisches Doppellotverfahren 78f.  
 Exzentrizität der Zeigerkreise am Theodolit 45.  
 Exzentrizitätsfehler des Kompasses 88.  
  
 Fadenentfernungsmesser 140f.  
 Fadenentfernungsmessung 136, 137.  
 — Ermittlung des Abzuges, Tafel 3.  
 — — des Höhenunterschiedes, Tafel 4.  
 — Genauigkeit 145.  
 — Sonderinstrumente 140f.  
 Fadenkreuz 30, 31.  
 Fadentachymeter 140f.  
 Fadentachymetrie 136, 137.  
 Fahrrisse 255.  
 Farbnormung 238.  
 Fehlerfortpflanzung in Kompaß- und Theodolitziigen 96, 97.  
 Feinablesung an Nivellierinstrumenten 121, 122.

- Feinmeßmikroskop 26.  
 Feinmeßtheodolite 55f.  
 Feinnivellements 129, 130.  
 Feinnivelliere 121.  
 Feinstellschrauben 22, 23.  
 Feldesumwandrungsrisse 240.  
 Feld- und Flözkarte des Lugau-Ölsnitzer  
 Steinkohlenreviers 257.  
 — — — des Zwickauer Steinkohlen-  
 reviers 257.  
 Fernrohre 30.  
 Fernrohrvergrößerung 31.  
 Festlinien 165, 166.  
 Festpunkte 2, 7, 8.  
 Festpunktnivellement 126f.  
 Feststellschrauben 22.  
 Feuerlöschrinne 256.  
 Firstennagel 8, 9.  
 Flachdruckverfahren 201.  
 Flachrisse 172.  
 Fläche, ebene, gekrümmte 2.  
 Flächenaufnahme 65.  
 Flächenberechnung aus Maßzahlen 65,  
 66.  
 — aus rechtwinkligen Koordinaten 66,  
 67.  
 — durch Teilung 225.  
 Flächenermittlung aus Plänen 225f.  
 — mit dem Planimeter 226, 227.  
 Flächenformel, Gaußsche 66.  
 — Simpsonsche 225.  
 Flächenmaße 263.  
 Flächennivellement 133.  
 Flächenstreifen, Inhaltsermittlung 225,  
 226.  
 Flächenteilung 67.  
 Flächenverzerrung 225.  
 Flözkarte des Rhein.-Westfäl. Stein-  
 kohlenbezirks 256.  
 — vom Steinkohlenvorkommen an der  
 Saar 257.  
 — vom Westoberschlesischen Steinkoh-  
 lenbezirk 257.  
 Flözprofil 161.  
 Flözschnitte 253.  
 Fluchtstäbe 9.  
 Fluchtwegpläne 256.  
 Flurkarte 234.  
 Förderpläne 254.  
 Freiburger Aufstellung 71.  
 Füllortpläne 254.  
 Fundgrube 258f.  
 Fundpunktaufnahme 238.  
  
 Gaußsche Abbildung 109, 110.  
 — Koordinaten 109, 110.  
 — — Verbesserungen der söhlichen  
 Längen infolge Verzerrungen, Tafel  
 I u. 2.  
 — — Flächenverbesserungen, Tafel 8.  
  
 Gauß-Krügersche Koordinaten 110, 111.  
 — — Meridianstreifen 110, 111.  
 Gebäudeaufnahme 62, 63.  
 Gebirgsschichten, Lage, Mächtigkeit,  
 Streichen, Einfallen 160f.  
 Gebirgsschichtenaufnahme 160f.  
 Gebirgsstörungen, Ausrichtung 209f.  
 Gebrauchsrise des Grubenbildes 241f.  
 Gegenstandsweite 28.  
 Geodätische Grundlagen für bergbau-  
 liche Risse 235.  
 Geographische Breite 106, 107.  
 — Karten 173.  
 — Koordinaten 106, 107.  
 — Länge 106, 107.  
 — Netze 108.  
 Geoid 106.  
 Geologenkompaß 88.  
 Geologische Karte von Preußen und  
 benachbarten deutschen Ländern  
 232.  
 — Pläne 253.  
 — Übersichtskarte von Deutschland  
 232.  
 Geometrische Darstellungen, Einteilung  
 und Inhalt 173f.  
 — Höhenmessungen 113, 117f.  
 — — Ausführung und Berechnung  
 126f.  
 — — Genauigkeit 133.  
 — Zeichnungen 171, 172.  
 Gesichtsfeld 30.  
 Geviertfelder 257f.  
 Gradbogen, Gebrauch, Prüfung 39, 40.  
 Gradbogenmessung in der Grube 116,  
 117.  
 Gradscheibe 177, 178.  
 Grenzbaurisse 255.  
 Grenziß 242.  
 Grubenbaue in dimetrischer Darstel-  
 lung 188, 189.  
 — in isometrischer Darstellung 189f.  
 — in Militärperspektive 195.  
 — in trimetrischer Darstellung 189.  
 — in Zentralperspektive 187, 188.  
 Grubenbild 240f.  
 — eines Steinkohlenbergwerks, Aus-  
 schnitte, Tafel 11.  
 Grubenbilder, Gebrauch 250, 251.  
 — Nachtragung 249, 250.  
 Grubenfelder 257f.  
 Grubenspolygonzüge 69, 70.  
 Grundbegriffe 2f.  
 Grundbesitzpläne 255.  
 Grundlegende Höhenmessungen über  
 Tage 133f.  
 — Lagemessungen über Tage 99f.  
 Grundrisse 171, 172.  
 — Herstellung 174f.  
 Grundrißebene 2.

- Hängekompaß 86, 87.  
 Hängelibelle 23.  
 Hängetheodolite 58f.  
 Hängetheodolitzüge, Zulage 177f.  
 Hauptgrundriß 172, 242f., Tafel 11.  
 Hauptzugnetz in der Grube 69, 70.  
 Hilfsbasis bei der optischen Entfernungsmessung 139, 140.  
 Hilfhängezeuge 93, 94.  
 Hochbild 170.  
 Höhen 6.  
 Höhenangaben unter Tage 158f.  
 Höhenbolzen 8.  
 Höhenkreis 24.  
 Höhenkreisbezifferungen 53.  
 Höhenkurven, Konstruktion 201, 202.  
 Höhenlinienpläne der Lagerstätten 253.  
 Höhenmarken 134.  
 Höhenmessungen, geometrische, Ausführung und Berechnung 126f.  
 — grundlegende, über Tage 133.  
 — Zweck und Einteilung 112, 113.  
 Höhengichtenplan 134.  
 Höhenunterschied 112.  
 Höhenzahlen 6, 112.  
 Horizontalmesser 38.  
 Industrie- und Felderbesitzkarte von Oberschlesien 257.  
 Inhaltsermittlung von Flächenstreifen 225, 226.  
 Inklination 83.  
 Internationale Weltkarte 231.  
 Invar-Nivellierlatte 125, 126.  
 Isogonen 85.  
 Isogonenkarte 84.  
 Isometrische Darstellung 189f.  
 Kanalwaage 118.  
 Karte der magnetischen Mißweisung 84.  
 — der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands 232.  
 — des Deutschen Reiches 230, 231.  
 — des Oberschlesischen Erzbergbaues 257.  
 Karten, geographische, topographische, Sonderkarten 173, 174.  
 — Plan- und Reißwerke 229f.  
 — des Reichsamtes für Landesaufnahme 229 f.  
 Kartiergeräte 175f.  
 Katasterbücher 233.  
 Katasterpläne 232f.  
 Katasterplankarte 230.  
 Keilstricheinstellung an Nivellierinstrumenten 121, 122.  
 Kippachsenfehler des Theodolits 45.  
 Kippschraube 22, 119 f.  
 Kleinaufnahme in der Grube 64, 65.  
 Kleindreiecksmessung 99, 100.  
 Klemmschraube 22.  
 Kohlenberechnungen 228.  
 Kollimationsfehler am Hängekompaß 89.  
 Kombinationsmikroskop 26.  
 Komparatoren für Längenmeßgeräte 13.  
 Kompaß 86f.  
 — Fehler 88, 89.  
 — störende Einflüsse 93, 94.  
 Kompaßmessungen 91f.  
 — Fehler 96, 97.  
 — zeichnerische Ausgleichung der Meß- und Zulegefehler 179, 180.  
 Kompaßpunkt 8.  
 Kompaßzüge, Zulage 177f.  
 Kompaßzug in der Grube 91f.  
 Konsolidationsrisse 239.  
 Konstantenbestimmung für ein Fadentachymeter 145.  
 Kontophotgeräte 200.  
 Koordinaten 4f.  
 Koordinatenabschlußfehler 74.  
 Koordinatennetze, Herstellung 174, 175.  
 Koordinatennullpunkte 5, 109, 110.  
 Koordinatensysteme 5, 108f.  
 Koordinatenumformung 111, 112.  
 Kopfmarkscheiden 260, 261.  
 Kreisel-Bohrlocheigungsmesser 164.  
 Kreisteilungen 24, 263, 264.  
 Kreisteilungsfehler des Theodolits 44.  
 Kreuzlinie, Bestimmung 207f.  
 Kreuzschnüre 93, 94.  
 Kreuzungsfehler der Libelle 45.  
 Kreuzvisiere 35.  
 Kützel-Hildebrand-Aufstellung 71, 72.  
 Kuhlmannsche Zeichenmaschine 178, 179.  
 Kupferstich 200.  
 Kurvenabsteckungen 150, 151.  
 — durch Kreisbogenschlag 150.  
 — in der Grube 156f.  
 — mit einer Prismentrommel 151.  
 — nach rechtwinkligen Koordinaten 150, 151.  
 — von einem Sehnenpolygon aus 157.  
 Länge, söhliche, seigere, flache 2.  
 Längeneinheit 9.  
 Längfelder 259f.  
 Längenkreise 106.  
 Längenmaße 263.  
 Längenmeßgeräte 10.  
 — Fehler 11.  
 — Prüfung 13.  
 Längenmessungen 9f.  
 — Ausführung 14f.  
 — Fehlerinfluß 19.  
 — Genauigkeit 18, 19.  
 — optische 136f.



- Längenmessungen, unmittelbare 9f.  
 Längennivellement 131f.  
 Längenprofile 159, 171.  
 Längsprofil 171, 248, Tafel 11.  
 Längsschnitte 248, 249.  
 Lageaufnahmen 61f.  
 Lagemessungen, grundlegende 99f.  
 Lagerstättenentwurfssrisse 251, 252.  
 Lagerstättenkarten einzelner Bergbau-  
 bezirke 256, 257.  
 Lagerungsverhältnisse, Darstellung  
 202f.  
 Landesdreiecksnetze 105.  
 Landeskartenwerke 229, 230.  
 Landes-Nivellements-Hauptpunkte 135.  
 Landesvermessungen 104f.  
 Leitnivellements im Ruhrbezirk 135,  
 136.  
 Libellen 22f.  
 — Kreuzungsfehler 45.  
 Libellenblase 22, 23.  
 Libelleneinstellung an Nivellierinstru-  
 menten 121, 122.  
 Libellenneigungsmesser 39.  
 Libellenprüfer 23.  
 Lichtbildmessung 147f.  
 Lichtpausverfahren 199.  
 Linsen 27, 28.  
 Lippelatte 125.  
 Lithographie 200, 201.  
 Lotkonvergenz, Einfluß 82.  
 — Verbesserungen der söhligem Längen,  
 Tafel 1 u. 2.  
 Lotrechtstellung des Theodolits 43.  
 Lotsignal zum Hängetheodolit 59, 60.  
 Lotstabentfernungsmesser 63, 143, 144.  
 Luftbildmessung 148, 149.  
 Lupe 28, 29.  
  
**Magnetinstrumente** 86f.  
 Magnetische Feinmeßinstrumente 89, 90.  
 — Messungen 83f.  
 — Warten 85, 86.  
 Magnetometer 90.  
 Magnetorientierung 97, 98.  
 Magnettheodolit 86.  
 Markscheidensicherheitspeiler 221.  
 Massenberechnungen 227f.  
 Maße 263, 264.  
 Maßen bei Grubenfeldern 258f.  
 Maßstäbe 172, 173.  
 Maßsystem, metrisches 10.  
 Mauerbolzen 134.  
 Maximalfeld 257.  
 Mehrgewichtslotung 82, 83.  
 Mergelsicherheitspeiler, Konstruktion  
 221, 222.  
 Meridian, astronomischer, geographi-  
 scher, magnetischer 3.  
 — Parallele zum astronomischen 3.  
 Meridiankonvergenz 3.  
 Meridiankreise 106.  
 Meridianstreifen 110, 111.  
 Meßbahn 13.  
 Meßband 10, 11.  
 — Dehnung durch Eigengewicht 12.  
 — Durchhang 18, 19.  
 — Temperatureinfluß 12.  
 Meßbandvergleichung 13.  
 Meßfehler, Ausgleichung 179, 180.  
 Meßkeil 14.  
 Meßkette 11.  
 Meßlatten 11.  
 Meßlinien, söhliche, seigere, flache 2.  
 Meßpunkte 2, 7, 8.  
 — verlorene 2, 18.  
 Meßschraube an Nivellierinstrumenten  
 121, 122.  
 — an Schraubenmikroskopen 26.  
 Meßtischblätter 230.  
 Messung von Brechungswinkeln mit  
 dem Theodolit 46f.  
 — von Neigungswinkeln mit dem Theo-  
 dolit 53, 54.  
 — von Streichen und Einfallen 161f.  
 Messungen, Einteilung 7.  
 Mikrometer, optisches 26.  
 Mikroskoptheodolit 42, 43.  
 Militärperspektive 194, 195.  
 Mineralmengen, Berechnung 227f.  
 Multiplikationskonstante 137, 145.  
 Mutungssrisse 238, 239.  
 Mutungsübersichtskarte 238.  
  
 Nachtrage-Hängetheodolit 58f.  
 Nachtragetheodolite 57f.  
 Nachtragung der Grubenbilder 249, 250.  
 Nachtragungsmessung mit dem Kom-  
 paß 91f.  
 — mit dem Theodolit 70.  
 Nadelabweichung, magnetische 3.  
 — — Ermittlung 95, 96.  
 Neigungsfehler am Hängekompaß 89.  
 Neigungsmesser mit Visiervorrichtung  
 38, 39.  
 Neigungswinkel 4.  
 Neigungswinkelmesser 38.  
 Neigungswinkelmessung mit einem  
 Theodolit 53, 54.  
 Netzrisse 241.  
 Neuroder Flözkarte 257.  
 Nivellements 126f.  
 Nivellieren 112, 117f.  
 Nivellierinstrumente 119f.  
 — Aufstellung 122, 123.  
 — Prüfung und Berichtigung 123, 124.  
 Nivellierlatten 124, 125.  
 Nonienmikroskop 25, 26.  
 Nonientheodolit 41, 42.  
 Nonius 24, 25.

- Normalfeld 257.  
 Normalhöhenpunkt 135.  
 Normalmeter 10.  
 Normal-Nullfläche (NN) 6.  
 Normalprofile 252.  
 Normalspannung 12, 19.  
 Normaltemperatur 12.  
 Normblätter 235.  
 Normung im Markscheidewesen 235.  
 Nullmeridian 106, 107.  
 Nummerbolzen 134.
- Objektiv** 29, 30.  
**Offsetdruck** 201.  
**Okular** 29, 30.  
**Optische Entfernungsmessung** 136f.  
**Ordinate** 6.  
**Orientierung des Zeichenbogens bei Benutzung des Zulegetransporteurs** 178.  
**Orientierungsfehler am Kompaß** 88, 89.  
**Orientierungslinien** 95.  
**Ozalidverfahren** 199.
- Pantograph** 198, 199.  
**Papierengang** 226.  
**Parallele zum astronomischen Meridian** 3.  
**Parallelkreise** 106.  
**Parallelperspektive** 188f.  
**Pendelneigungsmesser** 39.  
**Pentagonprisma** 34, 35.  
**Photogrammetrie** 147f.  
**Photographisches Verfahren zur Vielfältigung von Zeichnungen** 199, 200.  
**Photokopiergeräte** 199, 200.  
**Pläne** 174, 232f., 252f.  
 — der Schachtanlagen 254.  
 — der Wasserhaltungsanlagen 254.  
 — für Wirtschaftszwecke 234.  
**Planimeter** 226, 227.  
**Planparallele Glasplatte an Nivellierinstrumenten** 121, 122.  
**Planwerke** 232f.  
**Polarkoordinaten** 4, 5.  
**Polarkoordinatenverfahren** 62.  
**Polarperspektive** 184f.  
**Polarplanimeter** 226.  
**Polhöhe** 107.  
**Polygonmessungen** 68f.  
**Polygonzüge, Ausführung** 68f.  
 — Berechnung 72f.  
 — Einteilung 68.  
 — Fehler 75, 76.  
 — über Tage 68, 69.  
 — unter Tage 69, 70.  
**Präzisions-Hängetheodolit** 57.  
**Prismen** 27.  
**Prismenkreuz** 35.  
**Prismensystem an Nivellierinstrumenten** 121.  
**Prismentrommel** 151.  
**Profile** 171, 248.  
 — Konstruktion 181, 182.  
**Profilinien** 181, 182.  
**Profilwinkel, Ermittlung** 205, 206, Tafel 6.  
**Prüfmeterstäbe** 10.  
**Punktabseigerung** 82, 83.  
**Punktbezeichnung** 9.  
**Punktübertragung in die Grube** 77f.  
**Punktvermarkung** 7, 8.
- Quadratnetz, Herstellung** 174, 175.  
**Quarzfadenmagnetometer** 90.  
**Querlinien, Absteckung** 151, 152.  
**Querprofilaufnahme über Tage** 118, 133.  
**Querprofile** 171, 248, Tafel 11.  
**Querschlagschnitte** 253.  
**Querschnitte** 248, 249.  
 — Konstruktion 181, 182.
- Raubilder** 170, 171, 195f.  
 — der Lagerstätten 253.  
**Raubildliche Darstellungen** 184f.  
 — — gestörter Lagerstättenteile 218f.  
**Raubildmessung** 148.  
**Raumglas** 195.  
**Raummaße** 263.  
**Rautennetz** 191, 192.  
**Rechtwinklig ebene Koordinaten** 72.  
**Rechtwinklige Kleinaufnahme, Auftragung** 176, 177.  
 — Koordinaten 4, 5.  
 — Koordinaten, Auftragung 175, 176.  
 — Koordinatensysteme 109.  
 — Koordinatenverfahren 62f.  
**Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiss** 142, 143.  
**Reduktionszirkel** 198.  
**Reflexverfahren** 199.  
**Registriervorrichtung für magnetische Warten** 85, 86.  
**Reichsautokarte** 231.  
**Reichsdreiecksnetz** 105.  
**Reichsfestpunktfeld** 105.  
**Reichshöhennetz** 134.  
**Reichskartenwerke** 229f.  
**Reiterlibelle** 23.  
**Repetitionsmessung** 49f.  
**Repetitionstheodolit** 41f.  
**Richtstab** 10.  
**Richtungen** 3.  
**Richtungsangaben mit dem Kompaß** 152f.  
 — mit dem Theodolit 154, 155.  
**Richtungsübertragung in die Grube** 77f.  
**Richtungswinkel** 3.  
 — Auftragung 177f.

- Ringeisen 8.  
 Risse 174.  
 Rißwerke 234f.  
 Röhrenlibelle 22, 23.  
 Rollbandmaß 11.  
 Rollplanimeter 227.  
 Rückwärtseinschneiden 101f.  
 — Berechnung 103.  
 — graphische Lösung 102, 104.  
 Ruhelage der Schachtlote 82, 83.
- Sammellinse 27.  
 Satzbeobachtung 48, 49.  
 Schachtabseigerungen 167.  
 Schachtlotung 78f.  
 — exzentrische 79f.  
 — zentrische 78.  
 Schachtmeßbänder 11.  
 — Dehnung durch Eigengewicht 12.  
 Schachtschnitte 252.  
 Schachtsicherheitspfeiler, Konstruktion 222f.  
 Schachtteufenmessung 113, 114.  
 Schätzmikroskop 25.  
 Schätzungsplan 233.  
 Scheibenlinien 184.  
 Scheibenrollplanimeter 227.  
 Schichtenschnitte 252.  
 Schichtlinienpläne, Herstellung 201, 202.  
 Schiebetachymeter 140.  
 Schlauchwaage 118.  
 Schnitte 171, 248, 249.  
 — Konstruktion 181, 182.  
 Schnittlinien 181, 182.  
 Schnittwinkel, Ermittlung 205, 206.  
 Schrägmesser 39.  
 Schrägstoß, Ermittlung der Angaben 206.  
 Schrägwinkel, Ermittlung 206, Tafel 6.  
 Schrauben 22.  
 Schraubenmikroskop 26.  
 Schraubentachymeter, Anwendung 146.  
 Seigerlage der Schachtlote 82, 83.  
 Seigerriß 171, 247.  
 Seigerrisse, Anfertigung 182f.  
 Seigerteufe 5.  
 Seigerteufen, graphische Tafel 5.  
 — Zahlentafel 266, 267.  
 Seigerverwurf 210.  
 Setzkompaß 88.  
 Setzlibelle 23.  
 Setzwaage 159.  
 Saaerheitspfeiler, Abgrenzung 221f.  
 — für Bauwerke über Tage 222f.  
 — gegen das Deckgebirge 221, 222.  
 Siegerländer Gangkarte 257.  
 Simpsonsche Flächenformel 225.  
 — Regel 228.  
 Skalenmikroskop 25, 26.  
 Sohle 5.
- Sohlen, graphische Tafel 5.  
 — Zahlentafel 266, 267.  
 Sohlenfarben 243.  
 Soldnersche Koordinaten 109, 110.  
 — Abbildung 109, 110.  
 Sonderinstrumente für Fadentachymetrie 140f.  
 Sonderkarten 174.  
 Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite 55f.  
 — und Berechnungen 201f.  
 Sonderpläne für Wirtschaftszwecke 234.  
 Sonderrisse 251f.  
 Spaltflächen, Ermittlung des Verlaufes 167.  
 Spannungseinfluß auf Meßbänder 12.  
 Spannungsmesser 11.  
 Spiegel 27.  
 Spiegeldeklinatorium 89, 90.  
 Spiegelkreuz 33.  
 Spitzensignal 58.  
 Spreizen 21.  
 Sprungwinkel, Ermittlung 208.  
 Stabsignal 36.  
 Staffelzeug 118, 119.  
 Stahlmeßbänder 10, 11.  
 Stahlpfiemen 21, 37.  
 Stative 21.  
 Stativkompaß 87, 88.  
 Steckhülsenvorrichtung, Breithaupt'sche 70.  
 Steigetheodolit 36, 37.  
 Steilschachttheodolit 57, 58.  
 Steindruck 200, 201.  
 Stereophotogrammetrie 147.  
 Stereoskop 195.  
 Stereoskopische Raumbilder 195.  
 Stereotransporteur 191, 219.  
 Stockstativ 21.  
 Störungen, Ausrichtung 209f.  
 — magnetische 85.  
 — Systematik 217, 218.  
 Störungsgebiete, magnetische 84.  
 Strahlenbrechung bei der trigonometrischen Höhenmessung 115.  
 Strahlengang bei Linsen 28.  
 — im Prismensystem von Zeiß 121.  
 Stratameter 164.  
 Streckenmessung mit Basislatten 139, 140.  
 Streichen der Gebirgsschichten 161f.  
 — Bestimmung aus 3 Aufschlußpunkten 203, 204.  
 — Ermittlung aus 2 Aufschlußpunkten und dem Einfallwinkel 204.  
 — Messung 161f.  
 Streichlinie 161, 162.  
 Streichwinkel 3.  
 — Auftragung 177f.  
 Strichkreuze 30, 31.

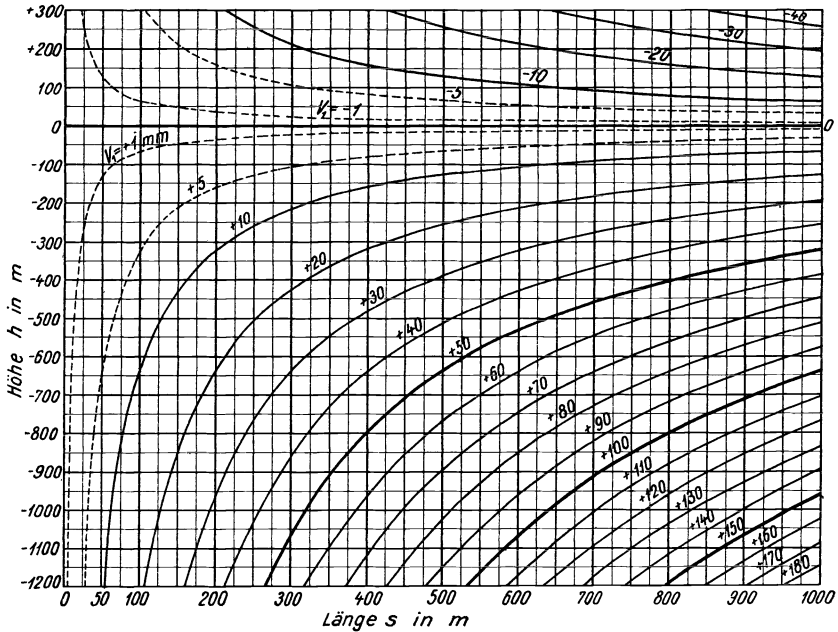
- Strichmaß 10.  
 Strichmaßstab 173.  
 Stückvermessung über Tage 62f.  
 Stufen 8.  
 Stunde, Einhalten und Verlängern 155, 156.  
 Stundenhängen 152f.  
 Systematik der Bruchformen und der Störungen 217, 218.
- Tachymeter** 140f.  
 Tachymeteraufnahmen, Ausführung 145f.  
 Tachymetermessungen 136f.  
 Tachymeterzüge, Zulage 177f.  
 Tachymetrie, Anwendung 147.  
 Tageriß 172, 242.  
 Teilungsfehler am Theodolit 44.  
 Teilungsrisse 239.  
 Tellerstativ 21.  
 Temperatureinfluß auf Meßbänder 12.  
 Theodolit 41f.  
 — Aufstellung 43, 44.  
 — Einrichtung, Einteilung 41, 42.  
 — Fehler 44f.  
 — Feinmeß- 55f.  
 — Hänge- 58f.  
 — Nachtrage- 57f.  
 — Steilschacht- 57, 58.  
 Theodolitpunkt 8.  
 Tiefbohrkarte des Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbeckens 232.  
 Titelblatt des Grubenbildes 241, 242.  
 Topographische Karte 1 : 25000 230.  
 — — vom Steinkohlenvorkommen an der Saar 257.  
 — Karten 173, 229f.  
 — — Verwendung 231, 232.  
 — Übersichtskarte des Deutschen Reiches 231.  
 Topometer 141.  
 Transversalmaßstab 173.  
 Triebsschraube 22, 30.  
 Trigonometrische Höhenmessung 112, 115f.  
 — — mit Theodolit und Meßband in der Grube 117.  
 — — über Tage 115.  
 — Punkte 104.  
 Trimetrische Darstellung 189.
- Übersichtskarte** 1 : 800000 231.  
 — der verliehenen Felder im Saarbrücker Bezirk 257.  
 — des Aachener Steinkohlenbezirks 256.  
 — des Linksrhein. Bergwerksbezirks 256.  
 — des Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbezirks 256.
- Übersichtskarte von Mitteleuropa 231.  
 Übersichtspläne der Bohrungen 253.  
 — der Druckluftleitungen 254.  
 — der Kabel 254.  
 Unfallrisse 255.  
 Unmittelbare Höhenmessung 112f.  
 Urmeter 9.  
 Urpausen 241.
- Variationen der Deklination 85.  
 Variationskurven 86.  
 Variometer 85.  
 Vergleichseinrichtungen zur Prüfung der Längenmeßgeräte 13.  
 Vergrößern von Zeichnungen 198f.  
 Vergrößerung der Lupe 28.  
 — des Ablesemikroskops 29.  
 — des Fernrohres 31.  
 Verkleinern von Zeichnungen 198f.  
 Verleihungsrisse 238, 239.  
 Vermessungsrisse zu amtlichen Verlosteinungen 240.  
 Vervielfältigung von zeichnerischen Darstellungen 197f.  
 Vervielfältigungsverfahren, chemische und photomechanische 199, 200.  
 Verwurfsdreieck 210.  
 Verwurfsweite 210.  
 Verwurfswinkel, Ermittlung 208f.  
 Vierung 260, 261.  
 Vollkreisstrahlenzieher 179.  
 Vorwärtseinschneiden 100, 101.
- Waldenburger Aufstellung** 71.  
 — Flözkarte 257.  
 Wandarme 21, 22.  
 Wechsellpunkt 128.  
 Wendelatte 125.  
 Wendelibelle 23, 119f.  
 Wetterriß in isometrischer Darstellung 192, 193.  
 Wetterrisse 254, 255.  
 Wetterstammbaum 255.  
 Wiederholungstheodolit 41f.  
 Wiederholungswinkelmessung 49f.  
 — nach Gauß-Schumacher 52.  
 Winkel 3f.  
 Winkelabschlußfehler 73.  
 Winkelauftragung, Genauigkeit 179.  
 Winkleinheit, alte Teilung, neue Teilung 20.  
 Winkelkopf 31.  
 Winkelmaße 20, 263, 264.  
 Winkelmeßinstrumente 31f.  
 — einfache, zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln 35f.  
 — Einrichtung und Gebrauch 31f.  
 — zum Abstecken fester Winkel 31f.  
 Winkelmessung, einfache, mit dem Theodolit 46f.

- Winkelmessung, Fehler 54, 55.  
 — mit exzentrischem Fernrohr 52.  
 — Satzbeobachtung 48, 49.  
 — Verfahren nach Gauß-Schumacher 52.  
 — Wiederholungsmessung 49f.  
 Winkelmessungen 19f.  
 Winkelprismen 33f.  
 Winkelspiegel 31f.  
 Winkeltrommel 35, 36.  
 Wirtschaftspläne 234.
- Zähl**nadeln 15.  
**Zahl**tafel der Dehnung freihängender  
 Stahlmeßbänder 12.  
 — der Seigerteufen und Sohlen 266, 267.  
 — für den günstigsten Aufhängepunkt  
 des Gradbogens 40.  
 — zur Verwandlung von alter in neue  
 Winkelteilung 268, 269.  
 — zur Verwandlung von neuer in alte  
 Winkelteilung 270, 271.
- Zapfen**stativ 21.  
**Zeich**enerklärung für den Tageriß  
 Tafel 9.  
 — für Grubenrisse Tafel 10.  
**Zeich**enmaschine von Kuhlmann 178,  
 179.  
**Zeich**enmaßstäbe 172, 173.  
**Zeich**enstoffe 236f.  
**Zeich**en- und Farbgebung für bergbau-  
 liche Risse 238.  
**Zeich**nungen, Ausarbeitung 180.  
**Zeich**nungen, geometrische 171.
- Zeich**nungen, perspektivische 170, 171.  
 — Verkleinern und Vergrößern 198f.  
**Zeig**er 24f.  
**Zeig**erfehler am Höhenkreis 45, 46.  
**Zeig**erkreis beim Theodolit 41, 42.  
**Zeig**ervorrichtungen im Ablesemikro-  
 skop 25, 26.  
**Zeiss**sche Aufstellung 72.  
**Zentr**alperspektive 184f.  
**Zentr**alschraube 22.  
**Zentr**ierfehler 54.  
**Zentr**iermarke am Theodolit 46.  
**Zentr**ierung des Theodolits 43, 44.  
 — exzentrisch gemessener Winkel 52,  
 53.  
 — optische, des Theodolits 44.  
**Zentr**isches Lotverfahren 78.  
**Zerst**reuungslinse 27.  
**Ziel**achsenfehler des Theodolits 45.  
**Ziel**fehler 54, 55.  
**Ziel**punkte 2.  
**Ziel**vorrichtungen 29, 30.  
**Ziel**zeichen 8, 36, 59.  
**Zula**ge von Kompaß-, Hängetheodolit-  
 und Tachymeterzügen 177f.  
**Zule**gefehler, zeichnerische Ausglei-  
 chung 179, 180.  
**Zule**geplatte 179.  
**Zule**gerisse des Grubenbildes 241.  
**Zule**getransporteur 178.  
**Zule**gungsrisse 239, 240.  
**Zusa**tzeinrichtungen für die Doppel-  
 bildentfernungsmessung 142.  
**Zwang**szentrierungsverfahren 70f.

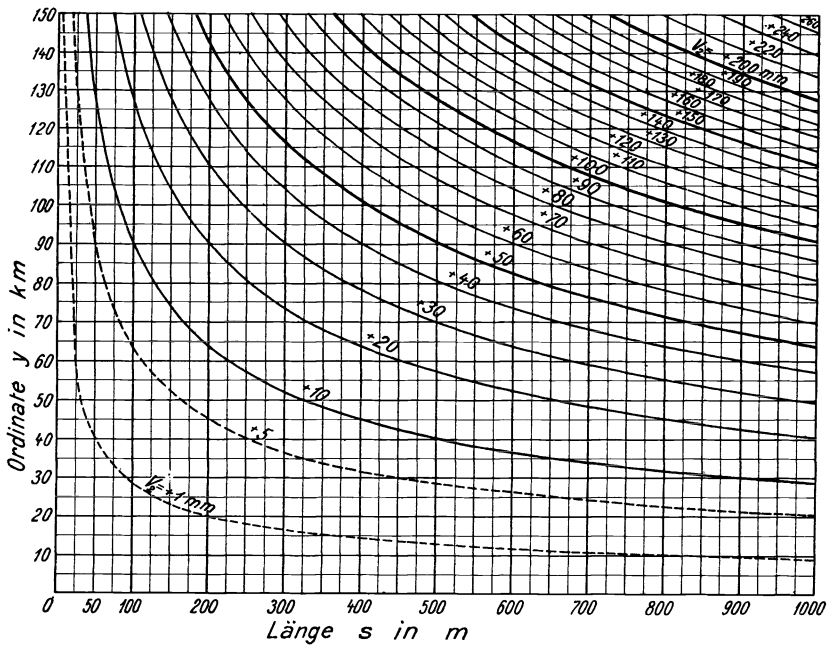
## **Tafel-Anhang.**

# Tafel 1

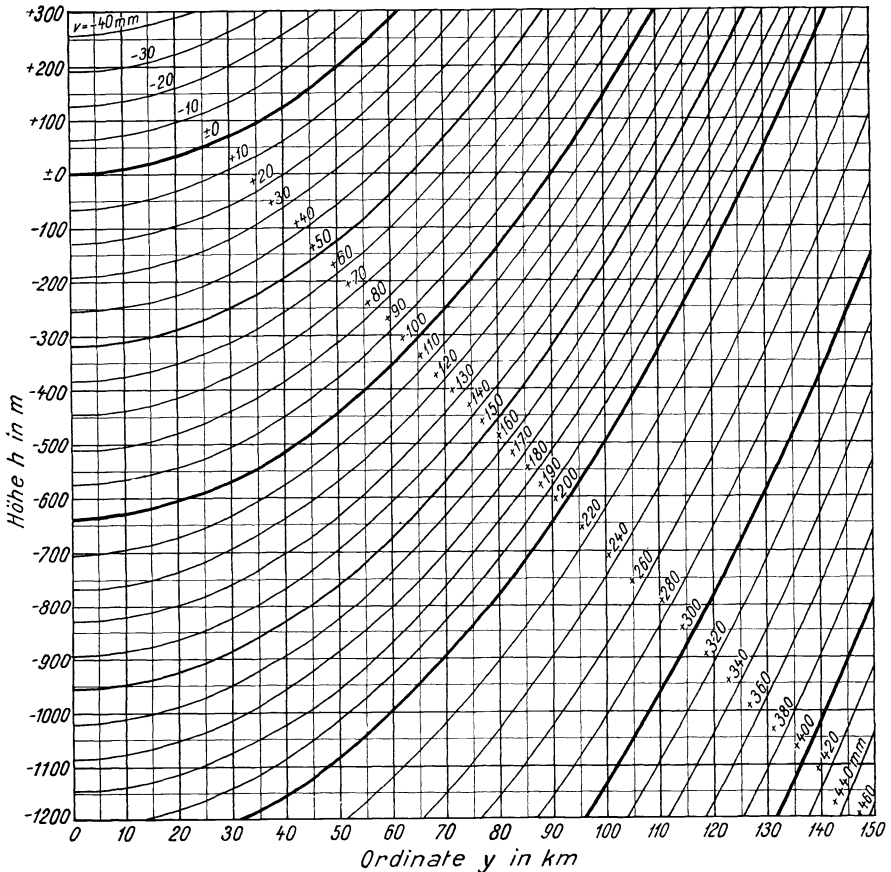
Verbesserungen  $v_1$  der aus Messungen erhaltenen söhnigen Längen infolge Lotkonvergenz



Verbesserungen  $v_2$  der aus Messungen erhaltenen söhnigen Längen infolge Verzerrung durch die Gaußsche Abbildung



Gesamtverbesserungen  $v$  einer aus Messungen erhaltenen s6hligcn Lange von 1000 m infolge Lotkonvergenz und Verzerrung durch die Gaußsche Abbildung



## Beispiele:

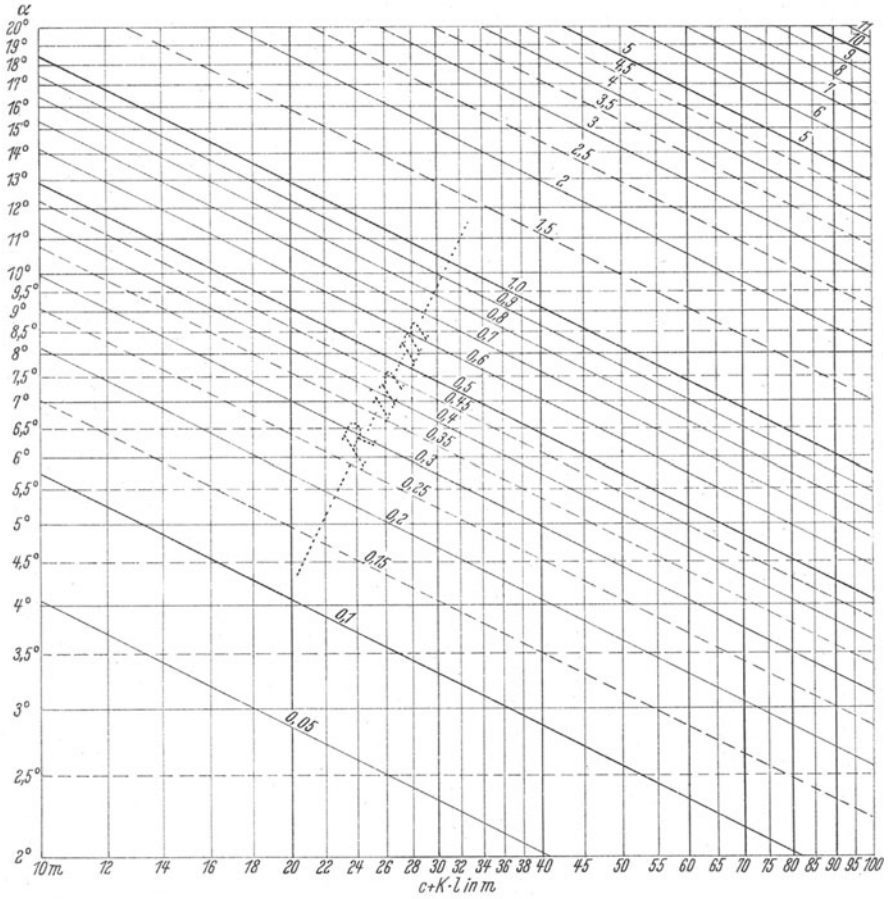
1. Zu Tafel 1 oben: Fur  $s = 275$  m und  $h = -650$  m NN ist  $v_1 = +28$  mm.
2. Zu Tafel 1 unten: Fur  $s = 430$  m und  $y = \pm 56$  km ist  $v_2 = +17$  mm.
3. Zu Tafel 2: Fur  $y = \pm 103$  km oder  $R = 2603$  bzw. 2397 km und  $h = -980$  m NN ist fur  $s = 1000$  m  $v = +285$  mm, also z. B. fur  $s = 650$  m  $v = +185$  mm.



### Tafel 3

#### Ermittlung des Abzuges $R$ bei der Fadenentfernungsmessung

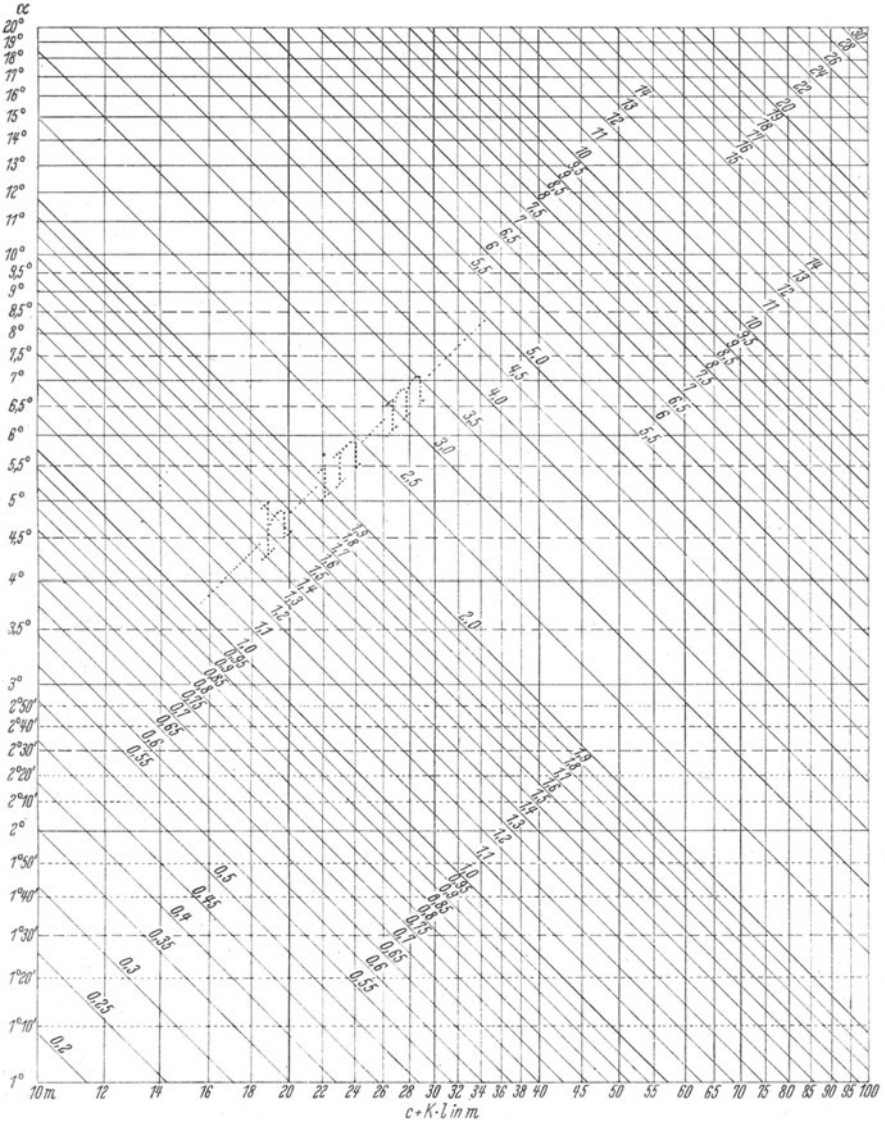
$$R = (c + k \cdot l) \cdot (1 - \cos^2 \alpha) = (c + k \cdot l) \cdot \sin^2 \alpha$$



# Tafel 4

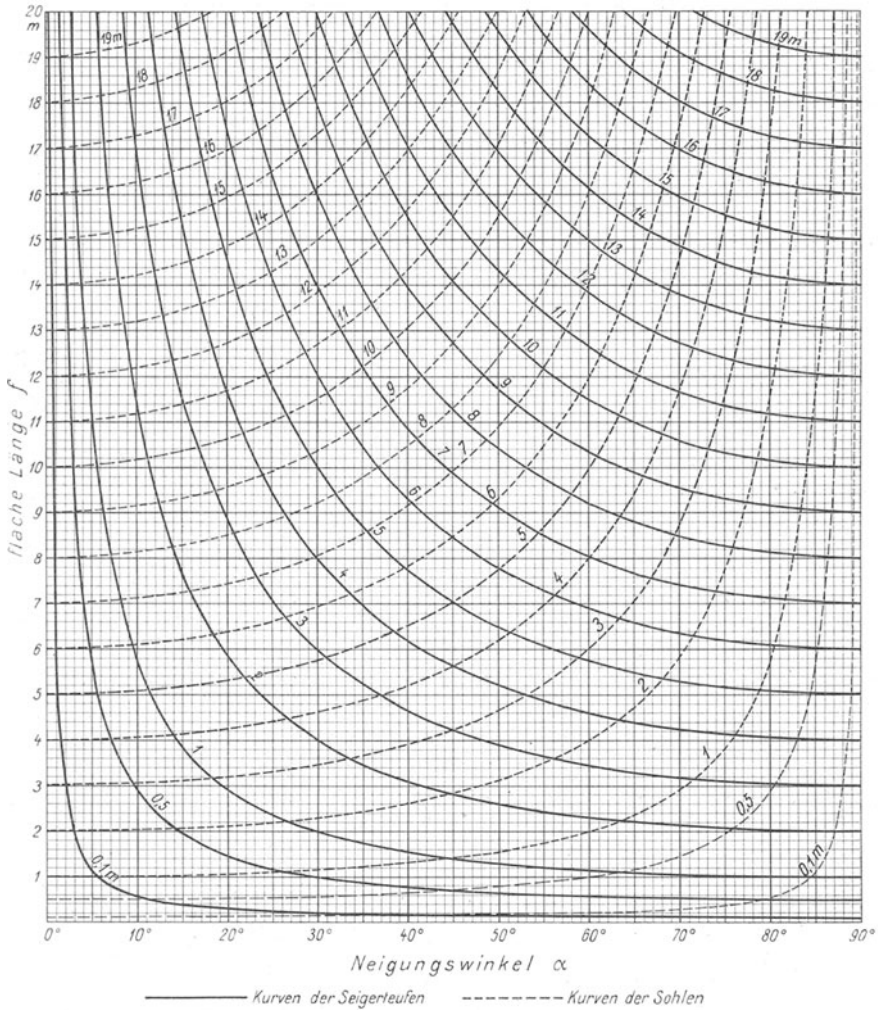
## Ermittlung des Höhenunterschiedes $h$ bei der Fadenentfernungsmessung

$$h = (c + k \cdot l) \cdot \frac{\sin 2\alpha}{2}$$



# Tafel 5

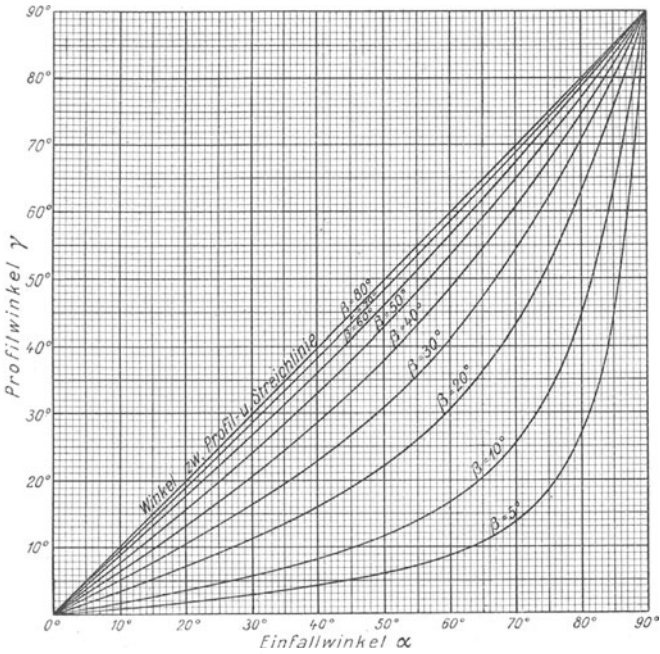
## Ermittlung von Seigerteufen und Sohlen (nach A. Brodde)



### Beispiel:

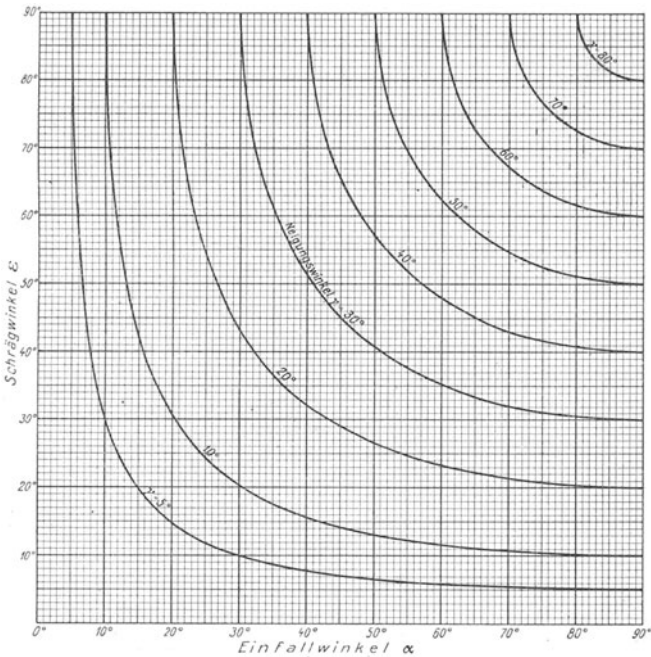
Für  $f = 13,45$  m und  $\alpha = + 36,8^\circ$  ist die Seigerteufe  $h = + 8,05$  m und die Sohle  $s = 10,80$  m.

**Ermittlung von Profilwinkeln**



Beispiel:  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ , dann ist  $\gamma = 41^\circ$ .

**Ermittlung von Schrägwinkeln**

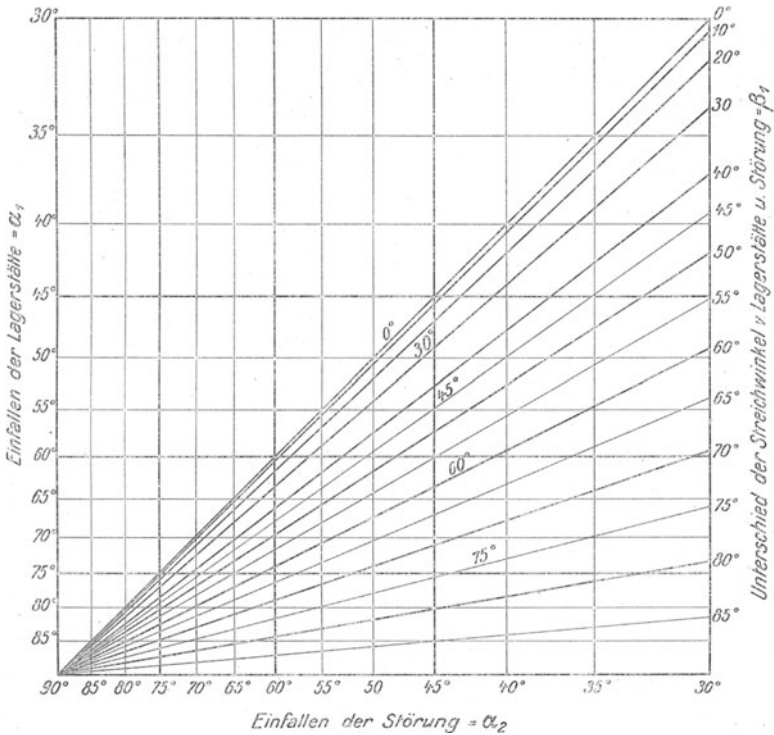


Beispiel:  $\alpha = 53^\circ$ ,  $\gamma = 35^\circ$ , dann ist  $\epsilon = 46^\circ$ .

## Tafel 7

### Ermittlung der querschlägigen Ausrichtungslänge an einer gleichfallenden Störung

Maßstab 1:20.

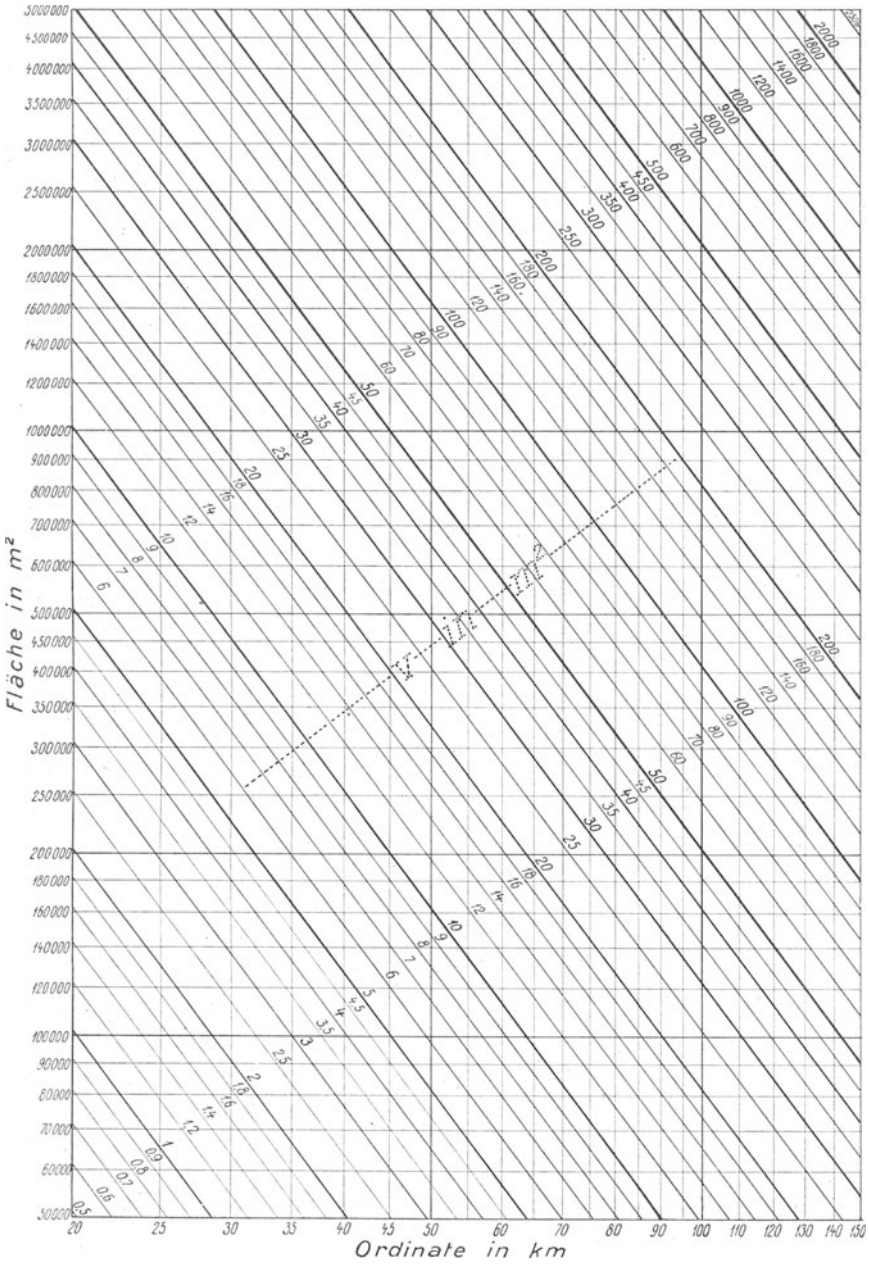


Beispiele: 1. Ist  $\alpha_1 = 35^\circ$ ,  $\alpha_2 = 65^\circ$ ,  $\beta_1 = 50^\circ$  und  $h = 70$  m, so liegt der Schnittpunkt  $\alpha_2$  mit  $\beta_1$  rund 56,5 mm unter  $\alpha_1$ . Die nach der Carnallschen Regel anzulegende querschlägige Ausrichtungslänge ist also  $q = 0,0565 \cdot 70 \cdot 20 = 79$  m.

2. Ist  $\alpha_1 = 70^\circ$ ,  $\alpha_2 = 50^\circ$ ,  $\beta_1 = 40^\circ$  und  $h = 100$  m, so liegt der Schnittpunkt  $\alpha_2$  mit  $\beta_1$  rund 14 mm über  $\alpha_1$ . Die umgekehrt zur Carnallschen Regel anzulegende querschlägige Ausrichtungslänge ist also  $q = 0,014 \cdot 100 \cdot 20 = 28$  m.

3. Ist  $\alpha_1 = 60^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$ ,  $\beta_1 = 55^\circ$  und  $h = 40$  m, so fällt der Schnittpunkt  $\alpha_2$  mit  $\beta_1$  auf die Waagerechte durch  $\alpha_1$  und es ist  $q = 0$ .

Flächenverbesserungen für die Gaußsche Abbildung



Beispiel:

für  $y = \pm 84$  km oder  $R = 2584$  bzw.  $2416$  km und  $F = 2200000$  m<sup>2</sup> ist  $v = 380$  m<sup>2</sup>.

Additional information of this book

*(Markscheidekunde für Bergschulen und für den praktischen Gebrauch;*  
978-3-662-22131-0) is provided:



<http://Extras.Springer.com>