

Markscheidekunde

Von

G.Schulte und W.Löhr

Markscheidekunde

für Bergschulen und den praktischen Gebrauch

Von

G. Schulte und W. Löhr

Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse
und Lehrer an der Bergschule zu Bochum

Mit 186 Abbildungen im Text
und 4 farbigen Tafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1932

ISBN 978-3-662-42866-5 ISBN 978-3-662-43151-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-43151-1

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

Copyright 1932 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1932

Vorwort.

Das vorliegende Buch ist auf Grund langjähriger Lehrtätigkeit der Verfasser an der Bergschule zu Bochum entstanden. Ihm ging voraus die ebenfalls aus der Bochumer Bergschule hervorgegangene „Einführung in die Markscheidekunde“ von Dr. L. Mintrop, jetzt Professor für Markscheidekunde und Geophysik an der Technischen Hochschule in Breslau. Die Verfasser haben die Entstehung des Mintropschen Werkes, von dem die erste Auflage im Jahre 1912, die zweite Auflage 1916 und ein unveränderter Neudruck im Jahre 1923 erschienen sind, miterlebt und dieses Buch bisher ihrem Unterricht zugrunde gelegt. Schon lange bestand aber die Absicht, die von Mintrop und den Verfassern gesammelten Unterrichtserfahrungen zu einer Neubearbeitung der „Einführung in die Markscheidekunde“ zu verwenden und dabei die inzwischen auf instrumentellem und rißlichem Gebiet erzielten Fortschritte zu berücksichtigen. Weltkrieg und Inflation verzögerten die Ausführung des Gedankens, der indessen wieder spruchreif wurde, als die letzte Auflage des Mintropschen Buches vergriffen war. Auch jetzt beabsichtigten die Verfasser zunächst noch eine Neuherausgabe des vorhandenen Werkes, kamen dann aber bei der Aufstellung des Arbeitsplanes zu dem Ergebnis, daß es doch zweckmäßiger sei, eine vollständig neue Markscheidekunde zu schaffen.

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, und zwar sowohl unter als auch über Tage, soweit es hier für die Bedürfnisse des Bergbaus 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 Reißwerken besprochen, die bei der Inangriffnahme und Fortführung bergmännischer Betriebe außerdem noch herangezogen werden.

Im Anhang sind dem Buch einige Tabellen und farbige Tafeln beigegeben. Die Tabelle der Seigerteufen und Sohlen ist der Zehntelgradablesung des Gradbogens entsprechend eingerichtet. Die dreistelligen Werte reichen für alle Längen bis 20 m völlig aus, da der Fehler der Meßkette und auch der Ablesefehler am Gradbogen größeren Einfluß ausüben als der infolge Abrundung im Höchsthalle auf 1 cm zu veranschlagende Fehler in den berechneten Seigerteufen oder Sohlen. Die in den Tafeln 1 bis 4 gegebenen Zeichenmuster entsprechen den jetzt gültigen amtlichen Vorschriften bzw. den im Einvernehmen mit den Bergbehörden aufgestellten Vorschlägen des Deutschen Normenausschusses für das Markscheidewesen.

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 Markscheiderei-Angestellten als Hilfsmittel während ihrer Ausbildung und bei ihren Berufsarbeiten dienen sowie den Anwärtern des Markscheiderberufes eine Einführung in das Fachgebiet geben.

Der Westfälischen Berggewerkschaftskasse sind wir zu besonderem Dank verpflichtet, daß sie gestattete, die zeichnerischen Unterlagen im berggewerkschaftlichen Markscheiderbüro durch Herrn F. Gries, der seinerzeit gleichfalls die Zeichnungen zu dem Mintropschen Buche hergestellt hat, anfertigen zu lassen. Wir möchten Herrn Gries auch an dieser Stelle für die sorgfältige Ausarbeitung der Abbildungen herzlichst danken.

Bochum, im Februar 1932.

Schulte. Löhr.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
1. Aufgaben der Markscheidkunde	1
Grundbegriffe	2
2. Punkte, Linien und Flächen	2
3. Winkel	2
Brechungswinkel. — Azimut. — Richtungswinkel. — Streichwinkel. — Deklination. — Neigungswinkel.	
4. Koordinaten	4
Polarkoordinaten. — Rechtwinklige Koordinaten. — Höhen.	
Erster Teil.	
Messungen.	
5. Einteilung	7
6. Punktvermarkung	7
7. Punktbezeichnung	8
Längenmessungen	9
8. Längeneinheit	10
9. Längenmeßgeräte	10
Meßlatten. — Stahlmeßband. — Schachtmeßband. — Meßkette. — Rollbandmaß.	
10. Fehler der Längenmeßgeräte	11
11. Prüfung der Längenmeßgeräte	12
Meßbahn. — Meßbandvergleihung.	
12. Ausfluchten von Meßlinien	14
13. Ausführung von Längenmessungen	15
Längenmessungen mit Stahlmeßband und Meßkette über und unter Tage.	
14. Genauigkeit der Längenmessungen	18
Winkelmessungen	19
Gemeinsame Vorrichtungen an Meßinstrumenten	19
15. Aufstell- und Aufhängevorrichtungen	19
Stative. — Spreizen. — Wandarme. — Pfriemen.	
16. Schrauben	20
Feststell-, Berichtigungs- und Feinstellschrauben.	
17. Libellen	21
Röhrenlibelle. — Empfindlichkeit. — Dosenlibelle.	
18. Kreisteilungen	22
19. Zeiger	23
Einfache Zeiger. — Nonien. — Zeiger im Ablesemikroskop.	
20. Spiegel	24
21. Prismen	24
22. Linsen	25
Linsenarten. — Strahlengang.	

	Seite
23. Ablesevorrichtungen	26
Lupe. — Mikroskop.	
24. Zielvorrichtungen	27
Diopter. — Fernrohre. — Fadenkreuze.	
Einrichtung und Gebrauch der Winkelmeßinstrumente	29
Instrumente zum Abstecken fester Winkel	29
25. Winkelspiegel	29
26. Winkelprismen	31
Dreiseitiges Prisma. — Pentagonprisma.	
Einfache Instrumente zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln.	33
27. Brechungswinkelmessung	33
28. Winkeltrommel	33
29. Steigertheodolit	34
30. Neigungswinkelmesser	35
31. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung	36
32. Gradbogen	37
Der Theodolit und seine Anwendung	38
33. Einrichtung eines Theodolits	39
34. Aufstellung des Theodolits	40
35. Fehler des Theodolits	41
36. Messung von Brechungswinkeln mit dem Theodolit	43
Einfache Messung. — Satzbeobachtung. — Wiederholungswinkel-	
messung. — Verfahren nach Gauß-Schumacher.	
37. Winkelmessung mit exzentrischem Fernrohr	49
38. Messung von Neigungswinkeln mit dem Theodolit	50
39. Fehler der Winkelmessung	51
40. Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite	52
Universaltheodolit II von Zeiß und Universaltheodolit von Wild.	
41. Nachtragetheodolite	54
Steilschachttheodolit von Breithaupt. — Hängetheodolit Branden-	
berg-Hildebrand.	
Lageaufnahmen	58
42. Stückvermessung über Tage	58
Polarkoordinatenverfahren. — Rechtwinkliges Koordinatenver-	
fahren.	
43. Kleinaufnahme in der Grube	60
44. Schachtabseigerungen	61
45. Flächenaufnahme und -berechnung	61
Flächenberechnung aus Messungszahlen. — Flächenberechnung aus	
rechtwinkligen Koordinaten.	
Polygonmessungen	64
46. Polygonzüge über Tage	64
47. Polygonzüge unter Tage	65
Hauptzugnetz. — Zwangszentrierungsverfahren. — Nachtragungs-	
messung.	
48. Fehler der Polygonzüge	66
49. Berechnung der Polygonzüge	67
Punkt- und Richtungsübertragung in die Grube	69
50. Doppellotverfahren	70
Zentrisches Verfahren. — Exzentrisches Verfahren.	
51. Einrechnungsverfahren	72
52. Einfluß der Lotkonvergenz	73
53. Punktabseigerung	73
Mehrgewichtsverfahren.	

	Seite
Magnetische Messungen	74
54. Inklination und Deklination	74
55. Änderungen der Deklination	75
56. Magnetische Warten	75
Magnetinstrumente	77
57. Hängekompaß	77
58. Stativkompaß oder Bussole	78
59. Setzkompaß	79
60. Fehler der Kompassse	79
61. Magnetische Feinmeßinstrumente	80
Spiegeldeklinatorium. — Quarzfadenmagnetometer.	
Ausführung magnetischer Messungen	82
62. Bestimmung der Instrumenten-Deklination	82
63. Kompaßzug in der Grube	83
64. Benutzung des Kompasses in Gegenwart störender Einflüsse	86
65. Bussolenmessung über Tage	87
66. Fehler der Kompaßmessungen	88
67. Magnetorientierung	89
Grundlegende Lagemessungen über Tage	90
68. Kleindreiecksmessungen	91
69. Anschluß an die Landesaufnahme	92
70. Vorwärtseinschneiden	92
71. Rückwärtseinschneiden	93
72. Dreiecksnetz der Landesaufnahme	95
73. Gestalt und Größe der Erde	97
74. Einteilung der Erde	98
75. Bestimmung der geographischen Koordinaten	98
76. Bestimmung der Erddimensionen	99
77. Beziehungen zwischen ebenen und geographischen Maßen	100
Koordinatensysteme	100
78. Geographische Netze	100
79. Rechtwinklige Koordinatensysteme	101
80. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten	101
81. Gauß-Krügersche Koordinaten	102
82. Meridiankonvergenz	103
Höhenmessungen	104
83. Zweck und Einteilung	104
Unmittelbare Höhenmessungen	105
84. Schachtteufenmessung	105
Trigonometrische Höhenmessungen	106
85. Trigonometrische Höhenmessung über Tage	107
86. Gradbogenmessung in der Grube	107
87. Trigonometrische Höhenmessung mit Theodolit und Meßband in der Grube	108
Geometrische Höhenmessungen	109
88. Kanal- und Schlauchwaage	109
89. Staffelzeug	110
90. Nivellierinstrumente	110
91. Aufstellung der Nivellierinstrumente	114
92. Prüfung und Berichtigung der Nivellierinstrumente	114
93. Nivellierlatten	116

	Seite
Ausführung und Berechnung geometrischer Höhenmessungen	117
94. Festpunktnivellement	117
95. Längennivellement	121
Aufnahmen von Längen- und Querprofilen.	
96. Flächennivellement	123
97. Genauigkeit der geometrischen Höhenmessungen	123
98. Grundlegende Höhenmessungen über Tage	124
Höhenmessungen der Landesaufnahme. — Leitnivellements im Ruhrbezirk.	
Tachymetermessungen	126
99. Optische Entfernungsmessung	126
Fadenentfernungsmessung. — Entfernungsmessung mittels Tangentenschraube. — Doppelbildentfernungsmessung.	
100. Sonderinstrumente für Fadentachymetrie	129
Schiebetachymeter. — Tachymeter und Topometer von Hammer-Fennel.	
101. Doppelbildentfernungsmesser	130
Zusatzeinrichtungen von Kern, Hildebrand, Fennel und Zeiß. — Präzisionsdistanzmesser von Wild. — Breithaupts Doppelbildtachymeter. — Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß.	
102. Prüfung und Genauigkeit der Entfernungsmesser	132
103. Anwendung der Tachymetrie	133
104. Ausführung von Tachymeteraufnahmen	133
Lichtbildmessung oder Photogrammetrie	135
105. Erdbildmessung	135
Einfache Lichtbildmessung. — Raumbildmessung.	
106. Luftbildmessung	136
Schräg- und Senkrechtaufnahmen.	
Absteckungen und Angaben	138
Absteckungsarbeiten über Tage	138
107. Achsabsteckungen	138
108. Kurvenabsteckungen	139
Absteckung durch Kreisbogenschlag. — Absteckung nach rechtwinkligen Koordinaten. — Absteckung mit einer Prismentrommel.	
109. Abstecken von Querlinien	140
110. Angaben für die Ausführung von Erdarbeiten	141
111. Sonstige Absteckungsarbeiten	141
Angaben unter Tage	141
112. Richtungsangaben mit dem Kompaß — Stundenhängen	141
113. Richtungsangaben mit dem Theodolit — Durchschlagsangaben	143
114. Kurvenabstecken in der Grube	144
Absteckung von einem Sehnenpolygon aus. — Einrückverfahren.	
115. Höhenangaben unter Tage	146
Ermittlung und Prüfung des Ansteigeverhältnisses in söhligem Strecken. — Ausgleichung des Gefälles in söhligem und geneigten Strecken.	
Aufnahme von Gebirgsschichten	148
116. Allgemeines	148
117. Messung von Streichen und Einfallen	149
Aufnahme von querschlägig und streichend durchfahrenen Schichten.	

Zweiter Teil.

Darstellungen.

	Seite
Allgemeines	153
118. Zweck	153
119. Darstellungsarten	153
Hochbilder. — Raumbilder. — Geometrische Zeichnungen.	
120. Maßstäbe	154
Transversalmaßstab. — Strichmaßstab.	
Geometrische Darstellungen	156
121. Einteilung und Inhalt	156
Geographische Karten. — Topographische Karten. — Sonderkarten, Pläne oder Risse.	
Die Herstellung der Grundrisse	156
122. Koordinatennetze	156
123. Auftragen von rechtwinkligen Koordinaten	157
124. Auftragen der rechtwinkligen Kleinaufnahme	158
125. Zulage von Kompaß-, Hängetheodolit- und Tachymeterzügen	158
Zulage mit der Gradscheibe, dem Zulegetransporteur und der Kuhlmannschen Zeichenmaschine.	
126. Ausgleichung von Meß- und Zulegefehlern	161
127. Ausarbeitung der Zeichnungen	161
Die Herstellung der Aufrisse	162
128. Konstruktion von Profilen oder Schnitten	162
129. Anfertigung von Seigerrissen	164
Perspektivische Darstellungen	166
130. Polar- oder Zentralperspektive	166
131. Parallelperspektive	170
Schiefe Perspektive. — Axonometrische Darstellung. — Isometrische Darstellung.	
Vervielfältigungen von zeichnerischen Darstellungen	175
132. Vervielfältigungen im gleichen Maßstab	175
Einfache Verfahren. — Durchleuchtungstisch. — Lichtpausverfahren. — Druckverfahren.	
133. Verkleinern und Vergrößern von Zeichnungen	177
Reduktionszirkel. — Pantograph. — Photographische Verfahren.	
Sonderkonstruktionen und Berechnungen	179
134. Herstellung von Schichtlinienplänen	179
Darstellung von Lagerungsverhältnissen	180
135. Bestimmung des Streichens und des Einfallens einer Schicht aus 3 Aufschlußpunkten	181
136. Ermittlung des Streichens einer Schicht aus 2 Aufschlußpunkten und dem Einfallwinkel	183
137. Ermittlung des Profilwinkels	183
138. Bestimmung der Kreuzlinie zwischen Lagerstätte und Störung	186
139. Ausrichtung von Störungen	188
140. Ermittlung des Ausgehenden einer Gebirgsschicht	190
141. Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild	192
Abgrenzung von Sicherheitspfeilern	194
142. Markscheidensicherheitspfeiler	194
143. Sicherheitspfeiler gegen das Deckgebirge	194
144. Schachtsicherheitspfeiler und Sicherheitspfeiler für Bauwerke über Tage	195

	Seite
Flächenermittlungen aus Plänen	197
145. Flächenberechnung durch Teilung	197
146. Inhaltsermittlung von Flächenstreifen	198
147. Flächenermittlung mit dem Planimeter	198
Massenberechnungen	200
148. Erdmassenermittlungen	200
149. Kohlenberechnungen	200
Karten-, Plan- und Reißwerke	202
Topographische Karten	202
150. Meßtischblätter 1:25000	202
151. Karte des Deutschen Reiches 1:100000 — Reichskarte	204
152. Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200000 — Reichsübersichtskarte	204
153. Topographische Grundkarte des Deutschen Reiches 1:5000 — Reichswirtschaftskarte	204
154. Deutsche Karte 1:50000	205
155. Ergänzung und Verwendung topographischer Karten	205
Planwerke	206
156. Katasterpläne	206
Pläne und Bücher des Katasters.	
157. Pläne für Wirtschaftszwecke	208
Bergbauliche Risse	209
Berechtsamsrisse	209
158. Mutungs- oder Verleihungsrisse	209
159. Konsolidationsrisse	210
160. Teilungs- und Austauschrisse	210
161. Mutungsübersichtskarten	210
162. Berechtsamsübersichtskarten	210
163. Sonstige Felderkarten	211
164. Projektionsrisse	211
165. Grubenbilder	213
Titelblätter. — Tageriß. — Hauptgrundrisse. — Baurisse. — Profile. — Zulegerisse. — Blattbezeichnung und -einteilung.	
166. Nachtragung der Grubenbilder	221
167. Gebrauch der Grubenbilder	221
168. Sonderrisse	222
169. Lagerstättenkarten einzelner Bergbaubezirke	223
Grubenfelder	225
170. Geviertfelder	225
Geviertfelder neuen und alten Rechts. — Distriktsverleihungen.	
171. Längenfelder	227
Längenfelder mit kleiner und großer Vierung.	
Anhang.	
Maße	230
Längenmaße. — Flächenmaße. — Raummaße. — Alte Maße. — Andere Längenmaße. — Winkelmaße. — Kleines griechisches Alphabet.	
Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen	231
Zahlentafel der Seigerteufen und Sohlen.	232

	Seite
Namenverzeichnis	234
Sachverzeichnis	236
Tafel 1: Zeichenerklärung für Pläne und Risse über Tage.	
Tafel 2: Zeichenerklärung für Grubenrisse.	
Tafel 3: Ausschnitte aus dem Grubenbild eines Steinkohlenbergwerks.	
Tafel 4: Zeichenerklärung für Wetterrisse.	

Verzeichnis der Messungs- und Berechnungsbeispiele.

1. Meßbandvergleichung	13
2. Längenmessung für einen Polygonzug über Tage	16
3. Längenmessung für eine Durchschlagsangabe	17
4. Einfluß des Durchhangs bei der Bandmessung	18
5. Winkelmessung mit der Winkeltrummel	34
6. Winkelmessung mit einem Steigertheodolit	36
7. Winkelmessung mit einem Nonientheodolit	44
8. Satzbeobachtung mit einem Skalenmikroskoptheodolit	46
9. Wiederholungswinkelmessung mit einem Nonienmikroskoptheodolit	48
10. Wiederholungswinkelmessung nach Gauß-Schumacher mit einem Schätzmikroskoptheodolit	48
11. Neigungswinkelmessung mit einem Nonientheodolit	50
12. Messung mit dem Nachtrage-Hängetheodolit	56
13. Gebäudeaufnahme nach Polarkoordinaten	58
14. Lageaufnahme nach rechtwinkligen Koordinaten	59
15. Flächenaufnahme und -berechnung nach Maßzahlen	62
16. Logarithmische Berechnung eines Polygonzuges	68
17. Kompaßmessung	84
18. Magnetorientierung	90
19. Teufenmessung mit dem Schachtmeßband	106
20. Gradbogenmessung	108
21. Festpunktnivellement	119
22. Längennivellement	122
23. Aufnahme eines Querprofils mit dem Nivellierinstrument	123
24. Tachymeteraufnahme mit einem Fadentachymeter	134
25. Aufnahme eines Flözprofils	149
26. Gebirgsschichtenaufnahme in einem Querschlag	152

Einleitung.

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

Vor Inangriffnahme eines bergmännischen Betriebes sind zwecks Erwerbung und Begrenzung des Bergwerkseigentums zunächst Berechtsamsrisse anzufertigen, die im wesentlichen die verliehenen und vereinigten Grubenfelder mit ihren Fundpunkten und den wichtigsten Tagesgegenständen enthalten. Um diese Risse herstellen zu können, müssen die Fundpunkte und Tagesgegenstände aufgenommen, die Feldesgrenzen festgelegt und die Feldeßgrößen berechnet werden. Für die Erschließung der Grubenfelder ist sodann die Klarstellung der Lagerungsverhältnisse durch Aufnahme und Beurteilung der in Schürfen, Bohrlöchern und Nachbargruben vorhandenen Aufschlüsse herbeizuführen, wobei gegebenenfalls auch geologische Kartierungen und geophysikalische Untersuchungen heranzuziehen sind, um eine richtige Darstellung der voraussichtlich anzutreffenden Ablagerung, eine zutreffende Ermittlung des Mineralreichtums und eine zweckmäßige Aus- und Vorrichtung der Lagerstätten zu ermöglichen.

Nach Inbetriebnahme eines Bergwerks besteht die wichtigste markscheiderische Aufgabe in der Schaffung von mannigfaltigen Unterlagen für die Fortführung und Überwachung der Betriebe. Zu diesem Zweck ist die Anlage umfassender Vermessungsnetze erforderlich, die die Grundlage der Aufnahmen und Angaben über und unter Tage bilden. Als Hauptkartenwerk ist das Grubenbild, in dem die Tagesoberfläche, die aufgefahrene Grubenbaue und die aufgeschlossenen Lagerstättenverhältnisse wiedergegeben werden, anzufertigen und in regelmäßigen Zeitabschnitten zu ergänzen. Ferner sind für die Durchführung von betriebstechnischen und betriebswirtschaftlichen Maßnahmen aller Art Sonderrisse herzustellen. Auch müssen in der Grube fortlaufend Angaben für die Auffahrung aller wichtigen Grubenbaue gemacht sowie über Tage Absteckungen für die Anlage von Zufahrtswegen, Anschlußbahnen, Zu- und Abflußgräben vorgenommen werden. Weiter sind Massenermittlungen in Tagebauen, von Bergehalden usw. auszuführen. Schließlich ist die Einwirkung der Abbaue auf die Tagesoberfläche durch regelmäßig wiederholte Lage- und Höhenmessungen festzustellen und zu veranschaulichen, um für den Schutz bestimmter Teile der Tagesoberfläche und für die Regelung der Bergschäden brauchbare Unterlagen zu erhalten.

Bei allen markscheiderischen Messungen handelt es sich entweder um Aufnahmen bestehender oder um Angaben bzw. Absteckungen geplanter Anlagen. Da die Aufnahmen in erster Linie zur Beschaffung von Unterlagen für die bildlichen Darstellungen dienen, sind sie auch im wesentlichen von der Art, dem Umfang und der Genauigkeit der letzteren abhängig.

Durch Berechnungen werden einerseits die Meßergebnisse für die bildlichen Darstellungen zweckmäßig umgewandelt, andererseits wird der Inhalt von Flächen und räumlichen Gebilden, die Bewegung von Punkten usw. ermittelt.

In den bildlichen Darstellungen sollen in der Hauptsache die Gegenstände der Tagesoberfläche, die Geländeformen, die Kreis-, Gemeinde- und Grubenfeldgrenzen, ferner die Grubenbaue und die Lagerungsverhältnisse der Lagerstätten mit ihrem Nebengestein und dem Deckgebirge veranschaulicht werden.

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 macht man im Gelände und in der Grube kenntlich entweder durch dauernde Vermarkung — Festpunkte — oder durch vorübergehende Bezeichnung — verlorene Punkte. 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 sählig, 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. Aneinanderstoßende Meßlinien bilden offene oder geschlossene Züge, und zwar spricht man von Polygon-, Kompaß-, Gradbogen-, Nivellements- und Tachymeterzügen.

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

Größeren Vermessungsgebieten wird als Vermessungshorizont dagegen der unter dem Festlande fortgesetzt gedachte Meeresspiegel zugrunde gelegt, der entsprechend der Erdgestalt als Kugel- oder als Ellipsoidoberfläche angesehen werden muß. Die mittlere Meeresoberfläche dient auch als Ausgangsfläche für alle Höhenangaben und wird dann als Normal-Null-Fläche (N. N.) bezeichnet.

3. Winkel. Die Winkel zwischen zwei beliebigen Meßlinien in der sähligen Ebene werden als Brechungswinkel bezeichnet. Bei Po-

lygonzügen nennt man sie auch wohl Polygonwinkel und unterscheidet bei einfachen Zügen auf jedem Punkte zwischen Haupt- und Ergänzungswinkel.

Um den Verlauf von Meßlinien in der söhlichen Ebene anzugeben, geht man von bestimmten Richtungen aus, und zwar entweder von der wirklichen Nordrichtung, dem astronomischen Meridian, oder von einer Parallelen zum Meridian eines Ausgangspunktes oder schließlich von der durch eine freischwebende Magnetnadel angezeigten magnetischen Nordrichtung.

Der söhliche Winkel, den eine Linie mit dem astronomischen Meridian einschließt, heißt Azimut, der entsprechende Winkel zwischen der Parallelen zum Meridian und einer Linie Richtungswinkel, während der söhliche Winkel, den eine Linie mit der magnetischen Nordrichtung bildet, Streichwinkel genannt wird. Brechungs-, Richtungs- und Streichwinkel werden rechtsherum gezählt; sie können alle Werte von 0° bis 360° annehmen. Bei Richtungs- und Streichwinkeln muß man beachten, ob der Verlauf der Linie vom Anfangs- zum Endpunkt oder umgekehrt vom End- zum Anfangspunkt angegeben werden soll. Der Streichwinkel einer Linie ist in Deutschland zur Zeit immer größer als ihr Richtungswinkel. Der Unterschied zwischen beiden ist die magnetische Nadelabweichung, während man als magnetische Deklination den Winkel zwischen magnetischer und wirklicher Nordrichtung bezeichnet.

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

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

2. Der Richtungs- oder Streichwinkel der Linie E bis A ist gleich dem Richtungs- oder Streichwinkel der Linie A bis E plus 180° .

Bei mehreren aneinanderstoßenden Seiten eines Linienzuges ist der Richtungswinkel jeder Seite gleich dem Richtungswinkel der vorhergehenden Seite plus dem Brechungswinkel zwischen beiden Seiten minus oder plus 180° .

Nach Abb. 2 ist also:

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

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

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

Umgekehrt ist der Brechungswinkel zwischen zwei Seiten gleich dem

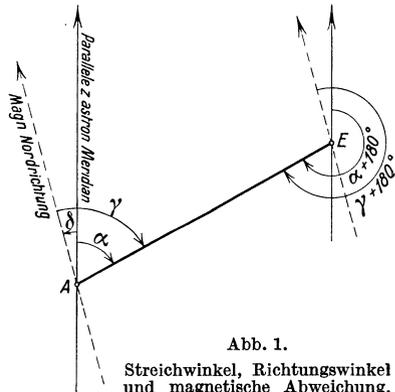


Abb. 1.
Streichwinkel, Richtungswinkel
und magnetische Abweichung.

Unterschied der Richtungswinkel dieser Seiten plus oder minus 180° , also

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

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

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

Allgemein lassen sich diese Beziehungen ausdrücken durch die Gleichungen

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \alpha_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ \\ \beta_n &= \alpha_n - \alpha_{n-1} \pm 180^\circ \end{aligned}$$

Um den Verlauf von Linien in der seigeren Ebene anzugeben, geht man entweder von einer Waagerechten, die z. B. durch die Oberfläche

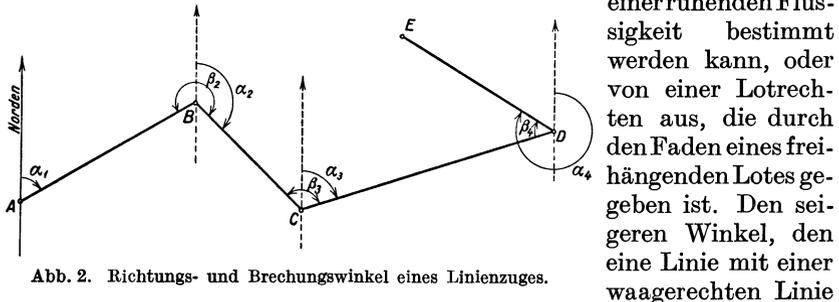


Abb. 2. Richtungs- und Brechungswinkel eines Linienzuges.

einer ruhenden Flüssigkeit bestimmt werden kann, oder von einer Lotrechten aus, die durch den Faden eines freihängenden Lotes gegeben ist. Den seigeren Winkel, den eine Linie mit einer waagerechten Linie

einschließt, bezeichnet man als Neigungswinkel, den Winkel, den diese Linie mit einer Lotrechten bildet, als Zenitwinkel, Abb. 3.

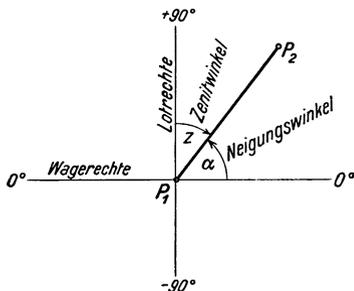


Abb. 3. Neigungs- und Zenitwinkel.

Je nachdem, ob eine Linie ansteigt oder abfällt, ist der Neigungswinkel positiv oder negativ. Man unterscheidet danach Höhen- oder Tiefenwinkel. Der Neigungswinkel kann alle Werte von 0° bis 90° annehmen. Den Zenitwinkel zählt man auch wohl von 0° bis 180° .

4. Koordinaten. Die Hauptaufgabe der Vermessungskunde ist die Bestimmung der gegenseitigen Lage von Punkten im Raume. Diese Lage ist bei 2 Punkten durch 3 zugeordnete Größen — Koordinaten — gegeben, nämlich entweder durch Länge, Richtung und Neigung der Verbindungslinie der beiden Punkte — Polarkoordinaten — oder durch 3 zwischen den Punkten rechtwinklig aufeinander stehende Abstände, von denen 2 in der söhlichen Ebene nach den Haupthimmelsrichtungen Nord-Süd und Ost-West verlaufen, und der dritte in der seigeren Ebene lotrecht steht — rechtwinklige Koordinaten —. In Abb. 4 sind im Raume: f , α_s und α_f die Polarkoordinaten, x , y und h die rechtwinkligen Koordinaten des Punktes Q bezogen auf Punkt P .

gegeben, nämlich entweder durch Länge, Richtung und Neigung der Verbindungslinie der beiden Punkte — Polarkoordinaten — oder durch 3 zwischen den Punkten rechtwinklig aufeinander stehende Abstände, von denen 2 in der söhlichen Ebene nach den Haupthimmelsrichtungen Nord-Süd und Ost-West verlaufen, und der dritte in der seigeren Ebene lotrecht steht — rechtwinklige Koordinaten —. In Abb. 4 sind im Raume: f , α_s und α_f die Polarkoordinaten, x , y und h die rechtwinkligen Koordinaten des Punktes Q bezogen auf Punkt P .

Im allgemeinen betrachtet man die Koordinaten in der söhlichen und in der seigeren Ebene getrennt voneinander und bezeichnet dann als Polarkoordinaten in der grundrißlichen Ebene:

die söhliche Entfernung s und den Richtungswinkel α_s ,
in der aufrißlichen Ebene:

die flache Entfernung f und den Neigungswinkel α_f .

Als rechtwinklige Koordinaten haben wir im Grundriß in nordsüdlicher und ostwestlicher Richtung die Entfernungen x und y , im Aufriß die Abstände s und h .

Folgende zwischen den rechtwinkligen und den Polarkoordinaten bestehende Beziehungen sind aus Abb. 4 abzulesen:

1. In der aufrißlichen Ebene ist die söhliche Entfernung der beiden Punkte P und Q — die Sohle s — gleich der flachen Länge f mal dem Kosinus des Neigungswinkels α_f , der seigere Abstand von P und Q — die Seigerteufe h — gleich der flachen Länge f mal dem Sinus des Neigungswinkels α_f , also

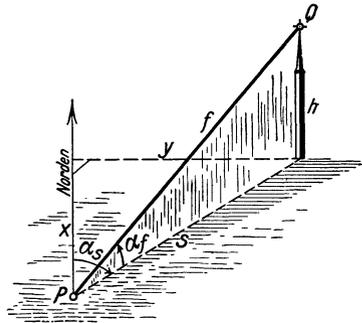


Abb. 4. Polarkoordinaten und rechtwinklige Koordinaten im Raume.

$$\begin{aligned} s &= f \cdot \cos \alpha_f \\ h &= f \cdot \sin \alpha_f \end{aligned}$$

Hieraus folgt umgekehrt $f = \frac{s}{\cos \alpha_f} = \frac{h}{\sin \alpha_f}$

und auch

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \alpha_f$$

oder

$$s = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha_f} = h \cdot \operatorname{cotg} \alpha_f.$$

2. In der grundrißlichen Ebene ist die nordsüdliche Entfernung x der beiden Punkte P und Q gleich ihrer söhlichen Entfernung s mal dem Kosinus des Richtungswinkels α_s , die ostwestliche Entfernung y gleich der söhlichen Entfernung s mal dem Sinus des Richtungswinkels α_s , also

$$\begin{aligned} x &= s \cdot \cos \alpha_s \\ y &= s \cdot \sin \alpha_s \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich auch

$$s = \frac{x}{\cos \alpha_s} = \frac{y}{\sin \alpha_s}$$

und ferner

$$\operatorname{tg} \alpha_s = \frac{y}{x}.$$

Im Grundriß werden die rechtwinklig-ebenen Koordinaten in einem größeren, wirtschaftlich zusammenhängenden Gebiet auf einen gemeinsamen Ausgangs- oder Nullpunkt bezogen. Die ostwestliche Entfernung

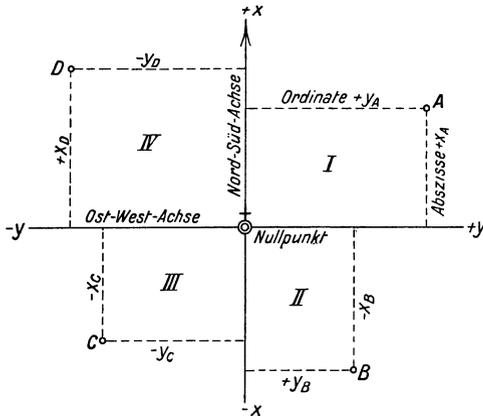


Abb. 5. Rechtwinklig-ebenes Koordinatensystem.

eines Punktes von der durch den Nullpunkt gelegten Nord-Süd-Achse des Koordinatensystems nennen wir die Ordinate y , die nord-südliche Entfernung von der Ost-West-Achse durch den Nullpunkt die Abszisse x des Punktes. Um bei zentral gelegenen Nullpunkten die Entfernungen von den Achsen des Systems eindeutig zu kennzeichnen, werden den Ordinaten und Abszissen Vorzeichen gegeben. Im allgemeinen sind die Ordinaten nach Osten positiv,

nach Westen negativ, die Abszissen nach Norden positiv, nach Süden negativ, Abb. 5. Hiernach ergeben sich für die y und x Entfernungen

der Punkte innerhalb des durch die Nord-Süd- und Ost-West-Achse des Koordinatensystems in 4 Teile oder Quadranten zerlegten Gebietes folgende Vorzeichen:

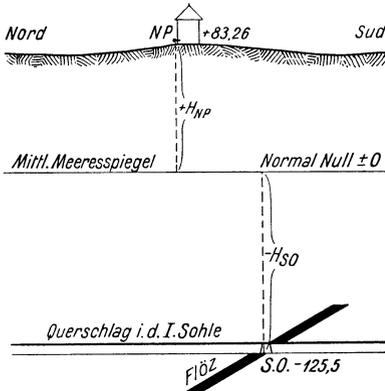


Abb. 6. Höhen über und unter Normal-Null.

	I.	II.	III.	IV. Quadrant
y	+	+	-	-
x	+	-	-	+

Im Aufriß werden die lotrechten Abstände der Punkte einheitlich vom Meeresspiegel — Normal-Null — aus gezählt. Man bezeichnet diese Abstände als Höhen oder Höhenzahlen und gibt ihnen zur

Unterscheidung ein positives Vorzeichen, wenn der Punkt über Normal-Null liegt, ein negatives, wenn er sich darunter befindet, Abb. 6.

Erster Teil.

Messungen.

5. 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 söhlichen wie in der seigeren Ebene vorgenommen werden.

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

6. 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.

Über Tage kann die Vermarkung der Winkelpunkte 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, s. S. 9, Abb. 12, links. Weiter benutzt man

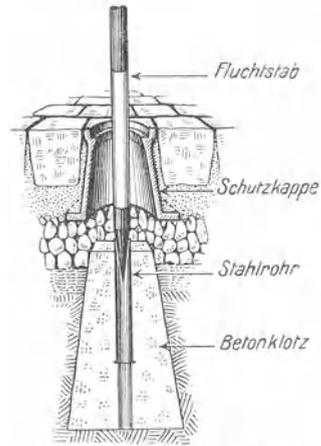


Abb. 7. Festpunkt in einem Betonklotz mit Schutzkappe.

hier als Festpunkte vorhandene Steine, in die ein Kreuz eingemeißelt wird, dessen Schnittpunkt dem Meßpunkt entspricht, s. S. 9, Abb. 12, rechts.



Abb. 8. Kompaßpunkt mit Stufe.

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 Wasserleitungshydranten vorhandenen Kappen an, so ist eine sichere Erhaltung der Punkte auch in verkehrsreichen Gebieten gewährleistet, s. S. 7, Abb. 7.

In der Grube werden die Endpunkte der Kompaßzüge durch Ringeisen in den Stempeln des Streckenausbaus — Abb. 8 —, die Winkelpunkte der Theodolitmes-



Abb. 9. Theodolitpunkt mit Stufe.

sungen durch Ringeisen oder Firstennägel in den Kappen — Abb. 9 — oder besser noch in Firstenpflocken vermark. 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.

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. 8 und 9.

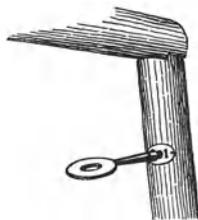


Abb. 10. Festpunkt der Nachtragungsmessung mit Armaufstellung.

Für Nachtragungsmessungen mit Armaufstellung wird ein gelochtes, ovales Nummerblech als Stufe so geschlagen, daß sich das Loch der Blechmarke mit der Bohrung im Stempel deckt, Abb. 10.

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. 11.

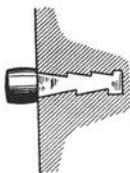


Abb. 11. Höhenbolzen.

7. Punktbezeichnung. Während der Dauer der Messung sind im Gelände und in der Grube die Festpunkte 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 Fadenlotes oder einer Anschlaglibelle bewerkstelligen läßt. Um einen sicheren Stand des Fluchtstabes zu gewährleisten, verwendet man

zweckmäßigerweise kleine eiserne Dreibeine oder durch Doppelringe verbundene Streben, die den Stab in der lotrechten Lage festhalten, Abb. 12.

In der Grube werden die Zielpunkte am einfachsten durch Fadenlote, die man in die Ringeisen oder Firststannägel einhängt, bezeichnet, s. Abb. 9. Man zielt bei der Messung den von rückwärts beleuchteten Lotfaden 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, was eine besondere Hilfskraft für die Beleuchtung entbehrlich macht.

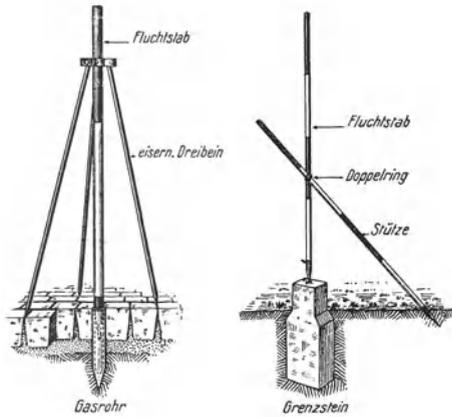


Abb. 12. Polygonpunktvermarkung und Sichtbarmachung über Tage.

Da in Strecken mit starkem Wetterzug das Schwanken der Fadenlote die Ergebnisse der Winkelmessung vielfach ungünstig beeinflußt, benutzt man hier auch

wohl besondere Signale, die als Stabsignale, Scheibensignale oder selbstleuchtende Spitzensignale — Abb. 13 — ausgebildet sind und auf Stativen oder Wandarmen aufgestellt werden. Der Unterbau dieser Signale entspricht meist dem Unterbau der

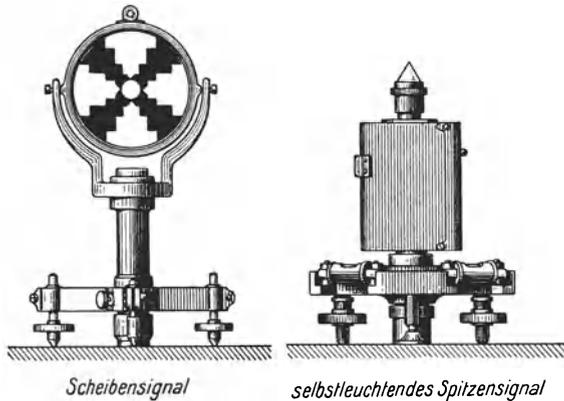


Abb. 13. Grubensignale nach Breithaupt.

Winkelmeßinstrumente, so daß beim Fortgang der Messung ein Austausch von Instrument und Signal möglich ist.

Bei der Messung von Neigungswinkeln mit Visierinstrumenten muß man an Fluchtstäben und Lotfäden ein besonderes Zielzeichen anbringen.

Längenmessungen.

Wenn wir hier von Längenmessungen sprechen, so verstehen wir darunter zunächst nur die unmittelbare Bestimmung der Entfernung zweier Punkte durch Aneinanderreihen eines Längenmeßgerätes.

Mittelbare Längenmessungen sollen bei der Beschreibung der zu ihrer Ausführung benutzten Instrumente im Abschnitt „Tachymetermessungen“ besonders behandelt werden.

8. Längeneinheit. Die Einheit der Länge ist das Meter, das annähernd dem 40 millionsten Teil des Erdumfanges entspricht. Dieses aus Erdmessungen — s. S. 99/100 — bestimmte Maß wird als internationales „Urmeter“ durch den Abstand zweier Striche auf einem in Paris aufbewahrten Platin-Iridiumstab verkörpert. Eine genaue Nachbildung des Urmeters ist im Besitze der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin, die hiernach die Eichung von „Normalmetern“ vornimmt. Diese Normalmeter dienen u. a. zur Prüfung der bei Längen- und Höhenmessungen verwendeten Meßgeräte. In Deutschland ist das metrische Maßsystem seit 1872 eingeführt.

Die gebräuchlichen Vielfachen und Unterabteilungen der Längeneinheit sind nebst den von diesen Größen abgeleiteten Flächen- und Raummaßen auf S. 230 im Anhang zusammengestellt. Diese Tabelle enthält ferner die Beziehungen einiger älterer, insbesondere auch bergmännischer Maße zum heutigen Metersystem.

9. Längenmeßgeräte. Als Längenmeßgeräte benutzt man für genaue Messungen Meßplatten oder Stahlmeßbänder, für untergeordnete Messungen Meßketten oder Rollbandmaße.

Die Meßplatten sind 3 bis 5 m lange, mehrfarbig gestrichene und an den Enden mit Stahlkappen versehene Holzstäbe von rundem, ovalem oder rechteckigem Querschnitt. Sie haben im bergbaulichen Vermessungswesen wenig Verbreitung gefunden, da sie unter Tage nicht zu verwenden und auch über Tage beim Transport und im Gebrauch recht unhandlich sind.

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

Über Tage verwendet man meist Stahlmeßbänder von 20 bis 30 m Länge, 20 bis 28 mm Breite und 0,4 mm Dicke, deren Endringe zur bequemen Handhabung bei der Messung über je einen, mit eiserner Spitze versehenen, hölzernen Band-

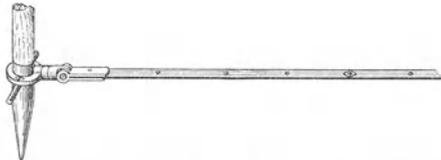


Abb. 14. Stahlmeßband mit Richtstab für Tagesmessungen. — Endmaß.

oder Richtstab von etwa $1\frac{1}{2}$ m Länge gestreift werden. Anfang und Ende der Meßbandlage liegen in der Mitte der Endringe — Endmaße —, sie fallen daher mit den Spitzen der lotrecht gehaltenen Richtstäbe zusammen.

Die vollen Meter der Teilung sind durch Messingstifte mit Nummerschildern, die halben Meter durch Stifte mit kleinen Plättchen, die Dezimeter durch Messingstifte oder Löcher bezeichnet, Abb. 14.

In der Grube benutzt man, da hier auch häufig schwebende Längenmessungen vorgenommen werden müssen, zweckmäßigerweise leichtere Stahlmeßbänder von 20, 30 oder 50 m Länge, 12 bis 13 mm Breite und 0,3 bis 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 —. Die vollen und halben Meter sind wie bei den Bändern für Tagesmessungen, die einzelnen Dezimeter und gegebenenfalls auch Zentimeter durch kleine eingestanzte Löcher kenntlich gemacht, Abb. 15.



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

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

Die Stahlmeßbänder sind beim Transport und zur Aufbewahrung auf eisernen Ringen oder in Metallkapseln aufgerollt. Für die Schachtmeßbänder hat man hierzu kleine Haspel mit Kurbel und Feststellvorrichtung.

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

Die Meßkette von meist 20 m Länge besteht, da sie bei den Kompabmessungen unter Tage in Verbindung mit Magnetinstrumenten gebraucht wird, aus magnetisch unwirksamem Material, und zwar entweder aus gesponnenem Messingdraht oder besser aus gesponnenem oder geflochtenem Phosphorbronzedraht. Anfang und Ende der Meßkette sind durch Messinghaken, die geraden Meter durch Wirbel, die ungeraden durch kleine Messingringe bezeichnet, wobei Zehnerwirbel und Fünfer-

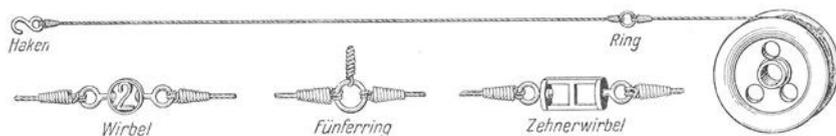


Abb. 16. Meßkette.

ringe noch besonders kenntlich gemacht sind. Die Meßkette wird auf eine Holzrolle aufgerollt, Abb. 16.

Das Rollbandmaß von 10 bis 50 m Länge ist ein mit geätzter Zentimeterteilung versehenes, dünnes, schmales Stahlmeßband in Lederkapsel. Vereinzelt werden auch Leinenrollmeßbänder benutzt, die aber starkem Verschleiß unterworfen sind.

10. Fehler der Längenmeßgeräte. Bei der Herstellung der Längenmeßgeräte wird das Sollmaß kaum jemals ganz genau erreicht werden. Außerdem treten Änderungen in der Länge auf, die beim Stahlmeßband von der jeweiligen Temperatur und der Zugspannung, bei der Meßkette im wesentlichen nur von der Spannung 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 beträgt bei dieser Temperatur und Spannung für Stahlmeßbänder von 20 m Länge $\pm 3,5$ mm, von 30 m Länge $\pm 4,3$ mm und von 50 m Länge $\pm 5,5$ mm.

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.

Für Feinmessungen benutzt man auch wohl gegen Temperatureinflüsse sehr wenig empfindliche Invarbänder, die aus einer Nickelstahlegierung hergestellt werden.

Der Einfluß der Spannung hängt von der Zugkraft, vom Querschnitt des Bandes und der Elastizität des Materials ab. Ist E die Elastizitätszahl des Stahles = 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 die Zugspannung mittels eines Spannungsmessers stets auf 10 kg hält.

Lange Schachtmeßbänder erleiden auch im unbelasteten Zustand bei Freihang Dehnungen durch das eigene Gewicht des Bandes. Ihr Einfluß ergibt sich nach Haußmann¹ zu

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

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

11. Prüfung der Längenmeßgeräte. Die Prüfung der Stahlmeßbänder erfolgt 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

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1902, H. 4, S. 6 bis 24.

10 kg straff gespannt, Abb. 17, unten. Aus dem Unterschied der Endstriche von Meßband und Meßbahn und der vorher berechneten genauen Länge der Meßbahn läßt sich die Länge des Bandes für die zur Zeit der



Abb. 17. Meßbahn zur Prüfung von Stahlmeßbändern.

Messung herrschende Temperatur ermitteln. Durch Berücksichtigung des Wärmeeinflusses ist sodann die Länge des Bandes bei der Normaltemperatur $+ 20^{\circ} \text{C}$ festzustellen.

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

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. Messung der Meßbahnlänge = 20 Stablängen + 3,3 mm
2. Messung der Meßbahnlänge = 20 Stablängen + 3,2 mm

im Mittel Meßbahnlänge = 20 Stablängen + 3,25 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 = $20 \text{ m} - 1,25 \text{ mm} + 20 \cdot (20^{\circ} - 11,5^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm} = 20 \text{ m} + 0,7 \text{ mm}$

Stahlmeßband Nr. 6975 = $20 \text{ m} - 1,55 \text{ mm} + 20 \cdot (20^{\circ} - 11,5^{\circ}) \cdot 0,0115 \text{ mm} = 20 \text{ m} + 0,4 \text{ mm}$.

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

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

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 Meß-

ketten im Gebrauch erleiden, werden durch Verkürzen der einzelnen Meter, und zwar durch Neubinden an den Haken, Ringen oder Wirbeln der Kette beseitigt.

12. Ausfluchten von Meßlinien. Ist die zu bestimmende Länge einer Linie nicht allzu groß, so genügt es, wenn Anfangs- und Endpunkt in der auf S. 8/9 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 etwa 1 m 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.

Ist die Möglichkeit, sich hinter einem Endpunkt aufzustellen, nicht gegeben, weil die Punkte z. B. über Tage dicht an einem Gebäude oder an einem Gewässer liegen, so erfolgt die Zwischenschaltung von Punkten durch allmähliches Einrücken in die Linie. Man steckt, wie Abb. 18

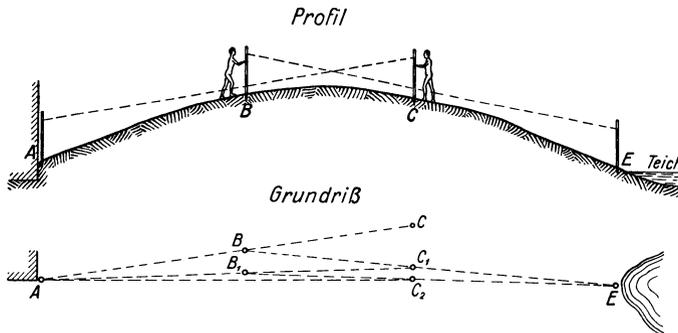


Abb. 18. Ausfluchten einer Meßlinie durch Einrücken.

zeigt, zunächst einen Stab C schätzungsweise in die Verbindungslinie A bis E , weist dann, wie oben angegeben, den Stab B in die Richtung C bis A , stellt sich darauf hinter B auf und weist den Stab C von seinem bisherigen Standpunkt in die Richtung B bis E nach C_1 . Das Einweisen wiederholt man so lange, bis von beiden Seiten gesehen, keine Veränderung der Stabstellungen mehr erforderlich ist. Dasselbe Verfahren wendet man an, wenn zwar die beiden Endpunkte zugänglich sind, die ganze Gerade aber wegen einer kleinen Bodenerhebung sich nicht übersehen läßt.

Soll eine Linie verlängert werden, so kann der Beobachter sich selbst mit einem möglichst weit vom Körper abgehaltenen Stab 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.

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

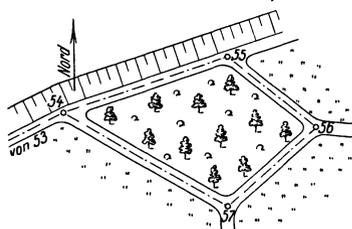
Ein Meßgehilfe stellt den durch den Anfangsring des Stahlmeßbandes gesteckten Richtstab in dem einen Endpunkt einer Polygonlinie lotrecht auf und weist den durch den Endring des abgerollten Meßbandes gesteckten und von einem zweiten Gehilfen gehaltenen Bandstab in die Richtung nach dem anderen Endpunkt, 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. 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 Meßbandlängen. Auf hartem Boden, Pflaster oder Asphalt wird man die Enden der einzelnen Meßbandlagen durch farbige Striche oder Kreuze bezeichnen.

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.

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 aufsteck-

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	

baren Neigungsmesser die Neigungen für jede Meßbandlage ermitteln, s. S. 36.

Für Feinmessungen lassen sich bei gleichmäßig steigendem oder fallendem Gelände die Neigungswinkel der einzelnen Polygonseiten mit dem Höhenkreis des Theodolits, s. S. 39, messen.

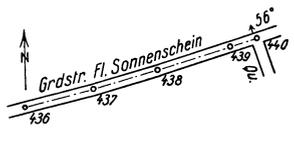
Längenmessungen mit der Meßkette oder dem Rollbandmaß kommen über Tage hauptsächlich bei der Lageaufnahme oder Stückvermessung zur Bestimmung der Entfernungen der Eckpunkte der Tagesgegenstände vor, s. S. 59/60. Man mißt teils auf dem Boden, teils schwebend. An der Meßkette liest man die ganzen Meter ab und bestimmt den Überschuß auf etwa 5 cm genau mit einem Zollstock, beim Rollbandmaß können gleich die Längen auf Zentimeter abgelesen werden.

Unter Tage werden die Längen der Polygonlinien 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 Fadenlot zweckmäßig auf ein zwischen die Förderbahn festgeklemmtes Brett übertragen und dort durch einen Nagel oder Pfiemen 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 Anfangspunkte 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 Pfiemen 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 Meßband-

lage der zweite Gehilfe den ersten ein und so fort. Am Endpunkt der Linie wird die Lampe vom Lotfaden 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, Grundstecke nach Osten.

Linie	Gemessene Länge		Mittel aus beiden Messungen m	Verbesserungen			Verbesserte Länge m	Bemerkungen und Handzeichnung
	1. Messung m	2. Messung m		infolge Bandvergleich mm	infolge Temperaturunterschied mm	insgesamt mm		
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°C . Zugspannung 10 kg. Mittl. Temperatur = $+ 24^\circ \text{C}$ 
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 flachen Grubenbauen durchweg in der geneigten 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. Am Ende der Linie wird die Länge wie üblich auf Zentimeter abgelesen.

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 Schachtteufenmessung ist im Abschnitt „Höhenmessungen“ auf S. 105/106 besonders behandelt.

14. Genauigkeit der Längenmessungen. Die Genauigkeit einer Längenmessung mit dem Stahlmeßband hängt zunächst von der Genauigkeit des Meßgerätes selbst und seiner Veränderung durch wechselnde Temperatur und Spannung — s. S. 11/12 — ab. Ferner wirken auf die Längenbestimmung Fehler bei der Einweisung der Zwischenpunkte, beim Anhalten sowie bei der Aneinanderreihung der Meßbandlagen, 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.

Beim Anhalten und bei der Aneinanderreihung wird das Band häufig beim Anspannen etwas vorgezogen, wodurch man die Gesamtlänge zu kurz erhält.

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. 19.

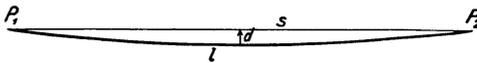


Abb. 19. Durchhang eines Stahlmeßbandes bei schwebender Messung.

Der Unterschied zwischen Bogen und Sehne, also die infolge Durchhanges notwendige Verkürzung v jeder Meßbandlänge l ergibt sich aus der Formel

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

Hierbei ist die Größe der Durchbiegung d abhängig vom Gewicht, d. h. in erster Linie von der Länge, Breite und Dicke des Bandes, von der Neigung und von der Spannung. Man kann den Einfluß der Durchbiegung herabmindern, wenn man das Meßband bei der schwebenden Längenmessung in der Mitte um das Durchbiegungsmaß anhebt.

Beispiel: Bei einem sölhlig ausgespannten Grubenmeßband — Strichmaß — von 20 m Länge, 12 mm Breite und 0,38 mm Dicke betrug bei 10 kg Spannung die Durchbiegung ohne Unterstüztung 0,18 m, mit Unterstüztung in der Mitte in jeder Hälfte 0,045 m. Der Einfluß des Durchhanges war demnach ohne Unterstüztung $= \frac{8 \cdot 0,18^2}{3 \cdot 20} = 0,0043$ m oder 4,3 mm, mit Unterstüztung $\frac{8 \cdot 0,045^2 \cdot 2}{3 \cdot 10} = 0,0011$ m oder 1,1 mm.

Als Gesamtwirkung aller Fehlereinflüsse bei der Längenmessung hat sich bei brauchbaren Stahlmeßbändern gezeigt, daß eine mit aufgelegttem 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 im allgemeinen nur bis auf Zentimeter zu ermitteln. Muß in besonderen Fällen — bei Anschlußmessungen, Durchschlagsangaben 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 Beobachtung der Spannung des Bandes erforderlich, s. Beispiel S. 17.

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 söhlichen Ebene Brechungs- und Streichwinkel, in der seigeren Ebene Neigungs- oder Zenitwinkel bestimmt, während man Richtungs- und Deklinationswinkel 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.

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.

Gemeinsame Vorrichtungen an Meßinstrumenten.

15. 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 Stabe, 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. 33, Abb. 40.

Die am häufigsten benutzte Aufstellvorrichtung ist das Tellerstativ, s. S. 39, Abb. 44, 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 verlorenght, 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 Firste 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. 10. 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. 34, Abb. 41, 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 Pfriemen verwendet, an die das Instrument oder das Zielzeichen mittels einer Hülse angehängt wird, s. S. 55/56, Abb. 53 und 54.

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

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

Als Feststellschrauben dienen z. B. die auf S. 19 erwähnten Flügelschrauben, ferner 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. Da alle diese Schrauben häufig gelöst und festgedreht werden müssen, so sind sie für die bequeme Handhabung mit geeigneten Köpfen versehen, s. S. 39, Abb. 44.

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. Abb. 44. Hierher gehören ferner die Stellschrauben des Instrumentendreifußes, Kippschrauben und Schrauben für die Bewegung innerer Instrumententeile, s. S. 111, Abb. 93. Ist der Kopf der Schraube mit einer Einteilung versehen, so können diese Schrauben auch zur Messung kleiner Verschiebungen benutzt werden.

17. 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. Der übrigbleibende, von Ätherdämpfen eingenommene Raum wird als Libellenblase bezeichnet. Diese nimmt stets die höchste Stelle der Libelle ein. Bei waagerechter Libellenachse steht die Blase in der Mitte, man sagt dann „die Libelle spielt ein“. Um dieses Einspielen auch bei wechselnden Blasenlängen leicht feststellen zu können, trägt die Libelle auf der Oberseite eine Einteilung von 2 zu 2 mm — früher 2,26 mm = 1 Pariser Linie. Wenn die Libellenblase um einen Teilstrich weiter wandern oder ausschlagen soll, so muß man die Libellenachse um einen Winkel ε neigen, der von dem Halbmesser des Ausschlibfbogens r abhängt und den man als Empfindlichkeit der Libelle bezeichnet. Aus der Abb. 20 ergibt sich die Empfindlichkeit

$$\varepsilon^0 = \frac{e \cdot 360^0}{r \cdot 2 \pi}$$

oder

$$\varepsilon^0 = \frac{e}{r} \cdot q^0$$

oder

$$\varepsilon'' = \frac{e}{r} \cdot q'' ,$$

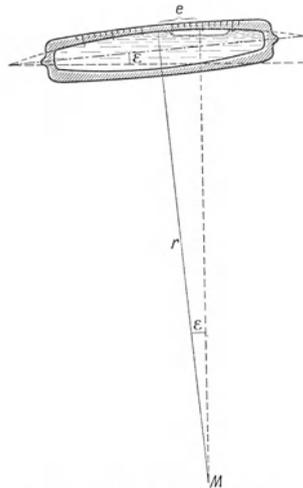


Abb. 20. Empfindlichkeit einer Röhrenlibelle.

z. B. bei $r = 10$ m oder 10000 mm und $e = 2$ mm wird

$$\epsilon'' = \frac{2 \cdot 206\,000}{10\,000} \approx 41''$$

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

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. 39, Abb. 44. Wird die Röhrenlibelle parallel zu ihrer Achse mit einem Metallineal, 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. 111/112, Abb. 93 und 94. Sie wird aber auch zur Lotrechtstellung z. B. von Fluchtstäben und Nivellierlatten benutzt.

Die Prüfung von Aufsatz-, Reiter- und Dosenlibellen erfolgt auf waagerechten Unterlagen durch Umsetzen, bei Hängelibellen durch Umhängen an waagerechter Schnur. Die an der Teilung angezeigte Abweichung gibt den doppelten Fehler der Schiefstellung der Unterfläche oder der Aufhängehaken der Libelle an. Die Hälfte dieser Abweichung wird, sofern Berichtigungsschrauben an der Libellenfassung vorhanden sind, mit diesen beseitigt.

18. 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 von 0° bis 360° 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 $\frac{1}{12}$ Grad. Hinsichtlich der Bezifferung der Teilung ist zu beachten, daß Theodolit, Winkeltrommel, Gradscheibe und Transporteur im allgemeinen durchlaufende, rechtsinnige Bezifferung haben, während die Kompaßteilung linksläufig oder widersinnig beziffert sein muß. Beim Gradbogen und andern Neigungsmessern sowie auch noch beim Höhen-

kreis älterer Theodolite ist die Bezifferung der Teilung vom Nullpunkt nach links und rechts von 0^0 bis 90^0 angeordnet.

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

Einfache Zeiger sind der Ablesestrich an Winkeltrommeln und einfachen Theodoliten, 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. 21.

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. 21 z. B. 106^0 — und gegebenenfalls die weiteren, vor dem Nullstrich des Nonius noch vorhandenen ganzen Unterteile des Grades — in Abb. 21 z. B. $\frac{1}{2}^0 = 30'$ — hinzu addiert. Dann sieht man nach, welcher Strich des Nonius sich mit einem beliebigen Strich der Kreisteilung deckt — in der Abb. 21 der 7. Strich — Diesen Wert fügt man zu der vorher ermittelten Zahl hinzu und erhält damit die gesamte Ablesung — $106^0 37'$.

Die Abb. 22 stellt einen 40teiligen Nonius mit $\frac{1}{2}'$ Angabe dar. Die Ablesung beträgt $229^0 13' 30''$. 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.

Nonien werden besonders an Theodoliten verwendet und dort meist durch Lupen beobachtet. Sie sind 10-, 20-, 30-, 40- oder 60teilig und gestatten Ablesungen von $1'$ bis zu $\frac{1}{6}'$.

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 — Abb. 23 —, bei Anwendung kurzer Nonien von Nonienmikroskopen — Abb. 24 — und bei Benutzung zehnteiliger Skalen von Skalenmikroskopen, Abb. 25. Die Stellung der Striche wird wieder auf $\frac{1}{10}$ der Teil-

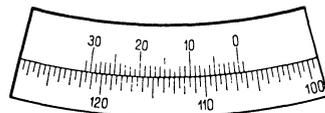
Ablesung $\cdot 106^0 37'$

Abb. 21. 30 teiliger Nonius.

Ablesung $\cdot 229^0 13' 30''$

Abb. 22. 40 teiliger Nonius.

kreiseinheit geschätzt, am Nonius liest man, wie oben angegeben, ab. An der Skala ist der Abstand des als Nullstrich dienenden rechten langen Endstriches auf $\frac{1}{10}$ der Teilkreiseinheit unmittelbar abzulesen und auf $\frac{1}{100}$ dieser Einheit zu schätzen.

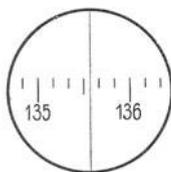
Ablesung = $135^{\circ}34'$

Abb. 23. Gesichtsfeld im Schätzmikroskop.

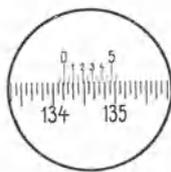
Ablesung = $134^{\circ}4'30''$

Abb. 24. Gesichtsfeld im Nonienmikroskop.

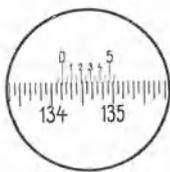
Ablesung = $134^{\circ}4'30''$

Abb. 24. Gesichtsfeld im Nonienmikroskop.

oder 1 Doppelminute = 1^d , die Schätzung auf $\frac{1}{10}$ Doppelminute = $0,1^d$, also heißt die Gesamtablesung dort $83^{\circ}23,4^d$.

Bei feineren Winkelmeßinstrumenten werden auch wohl 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.

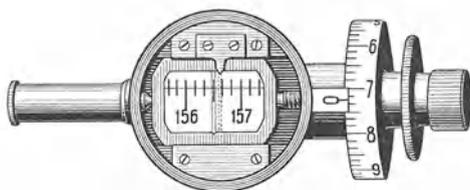
Ablesung $156^{\circ}37'14''$

Abb. 26. Ableseeinrichtung am Schraubenmikroskop.

Beim Nonien- und beim Skalennikroskop ist die Länge des Nonius oder der Skala auf den Abstand zweier Teilkreisstriche im Bilde abzustimmen, und zwar müssen 10 Nonienteile gleich 9 Teilkreiseinheiten, 10 Skalenteile gleich einer Teilkreiseinheit sein. Beim Schraubenmikroskop soll einer Umdrehung der Schraube eine Verschiebung des Zeigers von einem zum benachbarten Teilkreisstrich entsprechen.

20. 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 Spiegelnormale ist, s. S. 30, Abb. 36.

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

21. 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° 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. 31, Abb. 38. Das Anwendungsgebiet der Prismen entspricht demjenigen der Spiegel, doch wird die Benutzung von Prismen vielfach vorgezogen, da sie optisch bessere Eigenschaften besitzen.

22. Linsen. Als Linse bezeichnet man einen durch zwei Kugelflächen, 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 Zerstreuungslinse. Weitere Unterteilungen der beiden Linsenarten sind aus der Abb. 27 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 bei beiderseitig gleich geschliffenen Linsen vom optischen Mittelpunkt gleichen Abstand haben, den man als Brennweite bezeichnet und der etwa dem Halbmesser der Schließkurven entspricht.

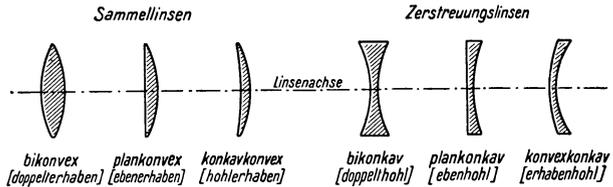


Abb. 27. Verschiedene Linsenarten.

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:

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:

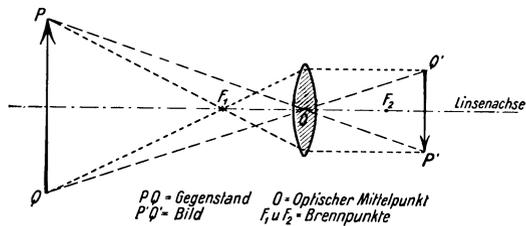


Abb. 28. Strahlengang bei Fernrohr-Objektiven.

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

dem Gegenstand gegenüberliegenden Seite der Linse ein umgekehrtes, verkleinertes Bild erzeugt, Abb. 28.

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

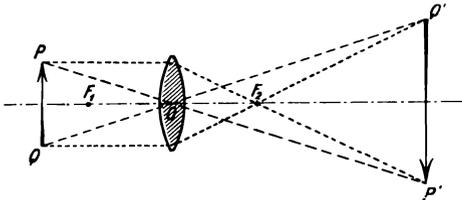


Abb. 29. Strahlengang bei Mikroskop-Objektiven.

der Linse ein umgekehrtes, vergrößertes Bild, Abb. 29.

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. 30.

Die Linsen werden bei optischen Geräten, insbesondere auch bei den Ablese- und Zielvorrichtungen der Meßinstrumente verwendet. Um die

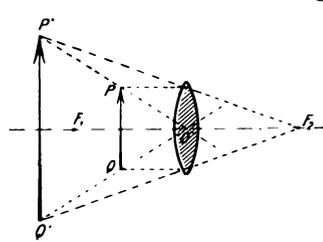


Abb. 30. Strahlengang bei Lupen.

Mängel des durch eine einfache Linse entstehenden Bildes, wie Farbenzerlegung an den Rändern, Bildverzerrung, Bildwölbung usw. zu beheben, läßt man mehrere verschiedenartige Linsen zusammenwirken. So verwendet man z. B. beim Fernrohrobjektiv eine bikonvexe Linse aus Kron- glas und eine plankonkave Linse aus Flint- glas. Außerdem blendet man die Rand- strahlen ab.

23. 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.

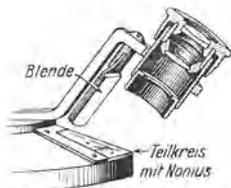
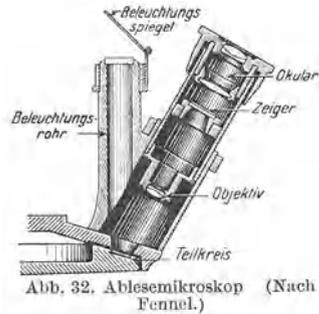


Abb. 31. Ableselupe. (Nach Fennel.)

Hierzu sind sie mit einer Metallfassung versehen und meist in Form von 2 plankonvexen Linsen ausgebildet, Abb. 31. Für verschiedene Augen muß die Lupe in ihrer Entfernung zum Gegenstand etwas verstellbar sein.

Das Ablesemikroskop zeigt eine Zusammenfassung der oben unter 2 und 3 angeführten Fälle des Strahlenverlaufs 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. Durch die Okularlinse wird gleichzeitig auch der in der Bildebene auf einem dünnen Glasplättchen angebrachte Zeiger — Strich, Nonius oder Skala — vergrößert ge-

sehen, Abb. 32. 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. Die Vergrößerung der Ablesemikroskope an Winkelmeßinstrumenten ist ungefähr 20 bis 50fach.



24. 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 — Durchseheebene. 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. 33, Abb. 40. In andern Fällen ist in einem Metallrohr vor dem Auge eine kleine Öffnung, nach der Zielseite zu ein aus feinem Draht oder Roßhaar gebildetes Kreuz vorhanden, s. S. 36, Abb. 42. Derartige Diopter finden auch bei feinen Winkelmeßinstrumenten als Hilfszielvorrichtungen oder Sucher Verwendung. Sie bestehen hier in Augennähe 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. 25/26 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 Fernrohrökular 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 Fernrohrs.

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

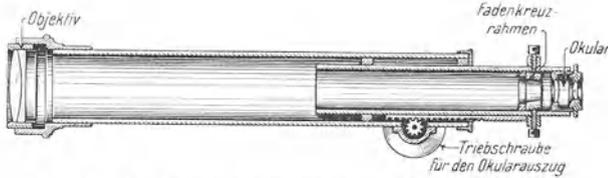


Abb. 33. Vertikalschnitt durch ein Fernrohr mit Okularauszug.

gen Jahren gebauten Fernrohren mit Hilfe eines durch eine Triebsschraube betätigten Okularauszuges in die Bildebene gebracht, Abb. 33.

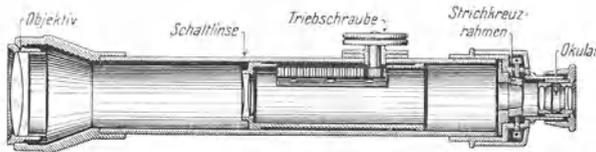


Abb. 34. Horizontalschnitt durch ein Fernrohr mit innerer Schaltlinse. (Nach Fennel.)

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.

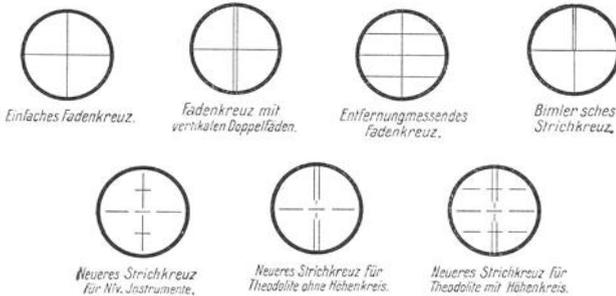


Abb. 35. Faden- und Strichkreuze in verschiedener Ausführung.

Die Sichtbarmachung des Fadenkreuzes erfolgt durch geringes Herein- oder Herausschrauben des Okulars, dessen Einstellung bei neueren Instrumenten 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 Aus-

Damit das Bild gleichzeitig mit dem Faden- oder Strichkreuz vom Okular aus deutlich zu sehen ist, wird die Fadenkreuzebene bei den bis vor weni-

Neuerdings stellt man jedoch fast nur noch Fernrohre von unveränderlicher Länge, d. h. ohne Okularauszug her, Abb. 34.

früher oder später zum Schnitt gebracht. Hierdurch wird die sonst stets wechselnde Bildweite immergleich dem unveränderlichen Abstand Objektiv bis Fadenkreuz gemacht.

führung des Strichkreuzes ist, wie Abb. 35 zeigt, je nach dem Hauptzweck des Instrumentes verschieden.

Die Vergrößerung der Fernrohre unserer Meßinstrumente ist etwa 10 bis 50fach.

Einrichtung und Gebrauch der Winkelmeßinstrumente.

Instrumente zum Abstecken fester Winkel.

Als feste Winkel, die bei der Ausführung von Lagemessungen zu bestimmen sind, kommen meist rechte Winkel in Betracht. Bei der Lageaufnahme über Tage sind diese abzustecken, wenn die Eckpunkte von Gebäuden, Grundstücken oder die Brehpunkte von Wegen, Wasserläufen usw. gegen die einzelnen Seiten des Polygonzuges rechtwinklig eingemessen werden sollen. Es handelt sich dann um die Aufsuchung derjenigen Punkte auf den Polygonlinien, in denen die Verbindungen mit den Eck- oder Brehpunkten rechtwinklig zu der betreffenden Polygonlinie stehen.

Man kann für die Absteckung rechter Winkel 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 erforderlich wäre. Bequemer ist, 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.

25. Winkelspiegel. Der Winkelspiegel besteht aus zwei kleinen, lotrecht stehenden Spiegelflächen, die in einem Metallgehäuse einen Winkel von 45° 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 Fadenlot angehängt wird. Statt Handgriff mit Fadenlot kann auch ein Lotstab gewählt werden, den man in die Grundplatte des Winkelspiegelgehäuses einschraubt. Den Strahlengang beim Winkelspiegel zeigt Abb. 36, rechts. Der vom Punkt P kommende Lichtstrahl wird im Punkt B am Spiegel I so zurückgeworfen, daß die mit β bezeichneten Winkel einander gleich sind. Dasselbe geschieht dann weiter mit diesem Lichtstrahl im Punkte C am Spiegel II , so daß auch hier wieder die γ genannten Winkel gleich groß werden. Blickt man also in Richtung des zum zweiten Male zurückgeworfenen Lichtstrahles nach dem Punkt C , so sieht man dort im Spiegel das Bild des Punktes P . Der Strahl AC schneidet den Strahl PB im Punkt D unter dem Winkel φ , der als Außenwinkel des Dreiecks BCD gleich $2\beta + 2\gamma$ oder $2 \cdot (\beta + \gamma)$ ist. Andererseits ist im Dreieck $MB C$ 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 außerhalb gelegenen Punkt P zugekehrt ist, so weit vorgeht, bis im Spiegel II das zweimal zurückgeworfene Bild des im Außenpunkt P aufgestellten

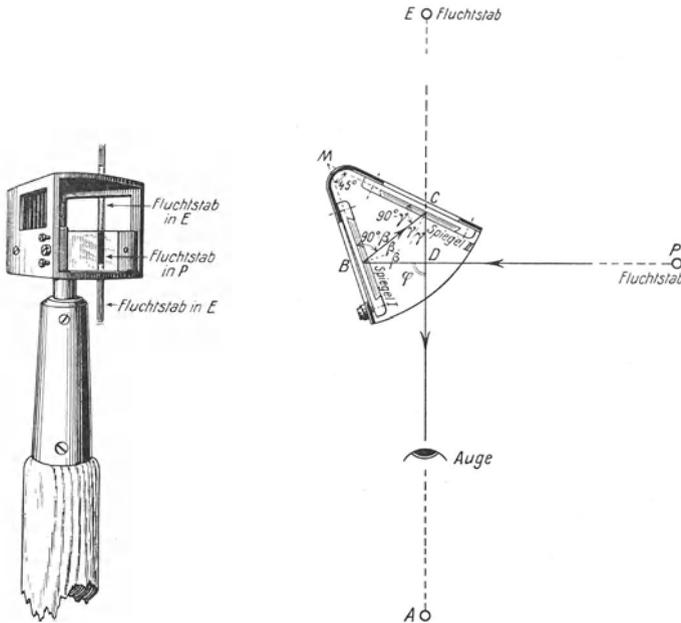


Abb. 36. Winkelspiegel. Anwendung und Strahlengang.

Fluchtstabes erscheint, wie Abb. 36, links, zeigt. Durch geringe Vor- oder Rückwärtsbewegung des Winkelspiegels bringt man dieses Bild mit dem über dem Spiegel hinweg unmittelbar gesehenen Fluchtstab am Endpunkt E der Polygonlinie in eine Lotrechte und liest dann an der Spitze des Fadenlotes 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 2 verschiedene Punkte D_1 und D_2 auf dem Meßband, so bekommt man den richtigen Scheitel D des rechten Winkels durch Halbieren der Entfernung dieser beiden Punkte, Abb. 37. Man berichtigt nun den Winkel-

spiegel, 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° gegeneinander gestellt sind, kann zum Abstecken gestreckter Winkel oder zum Einschalten von Punkten in eine gerade Linie benutzt werden.

26. Winkelprismen. Das gebräuchlichste Winkelprisma ist ein Glasprisma von dreieckigem, rechtwinklig-gleichschenkligen Querschnitt, dessen Hypotenusenfläche als Spiegel hinterlegt ist, Abb. 38. Von den das Prisma durchdringenden Lichtstrahlen sind für die Absteckung rechter Winkel nur diejenigen verwendbar, die im Innern außer an der Hypo-

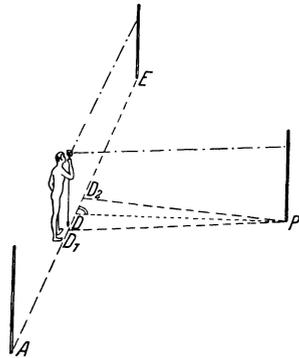


Abb. 37. Prüfung des Winkelspiegels.

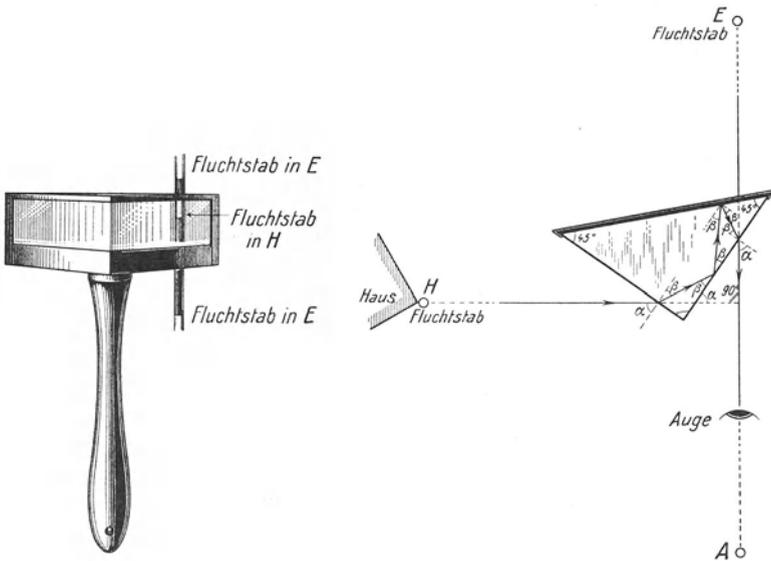


Abb. 38. Dreiseitiges Winkelprisma. Anwendung und Strahlengang.

tenusenfläche 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. 38, rechts, eingetragen. Wie man an den eingeschriebenen Winkelbezeichnungen leicht nachweisen kann, trifft der im Innern des Prismas doppelt zurückgeworfene Strahl unter demselben Winkel β auf

die zweite Kathetenfläche, unter dem dieser Strahl die erste Kathetenfläche verläßt. Wegen des Brechungsgesetzes muß infolgedessen auch der Austrittswinkel α an der zweiten Kathetenfläche gleich dem Eintrittswinkel α an der ersten Kathetenfläche sein. Daraus folgt weiter, daß der Kreuzungswinkel zwischen dem eintretenden und dem austretenden Strahl gleich 90° 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

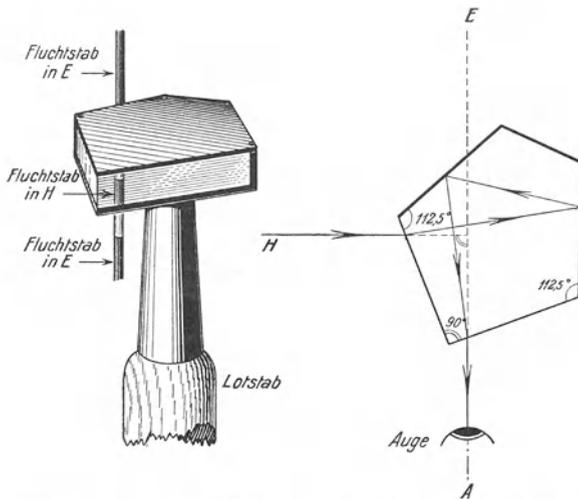


Abb. 39. Pentagonprisma. Anwendung und Strahlengang.

Bild des Außenpunktes, das in der Nähe der spitzen Kante erscheint und bei kleiner 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. 38, links — und die Lage des

Fußpunktes an der Spitze eines dem Prisma angehängten Fadenlotes 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 von einem Optiker durch Nachschleifen der Flächen vorgenommen werden.

Das einfache, dreiseitige Prisma ist neuerdings 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 grundrißliche Form und der Strahlengang dieses auch für Steilsichten verbesserten Prismas ist aus der Abb. 39 zu ersehen.

Zum Abstecken gestreckter Winkel oder zum Einrichten in eine Linie verwendet man Doppelprismen, Prismenkreuze oder Kreuzvisiere, mit denen bei Benutzung nur eines Prismas auch gleichzeitig rechte Winkel bestimmt werden können.

Einfache Instrumente zur Messung von Brechungs- und Neigungswinkeln.

27. 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.

28. 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. 40. Die Drehung des oberen Zylinders erfolgt meist mittels einer in einen Zahnkreis eingreifenden Trieb- schraube. Der auf einem abgeschrägten Silber- oder Neusilberstreifen angebrachte Teilkreis ist in ganze Grade von

0° bis 360° geteilt und rechtsläufig beziffert. Er wird mit Hilfe einer auf dem oberen Zylinder befindlichen Dosenlibelle waagerecht gestellt. Als Zeiger verwendet man in der Regel einen einfachen Strich, an dem die Ablesung auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ geschätzt werden kann. Die Zielvorrichtung besteht aus einem in der Mantelfläche des beweglichen Zylinders angebrachten Diopter. Beim Anzielen eines Punktes blickt man mit dem

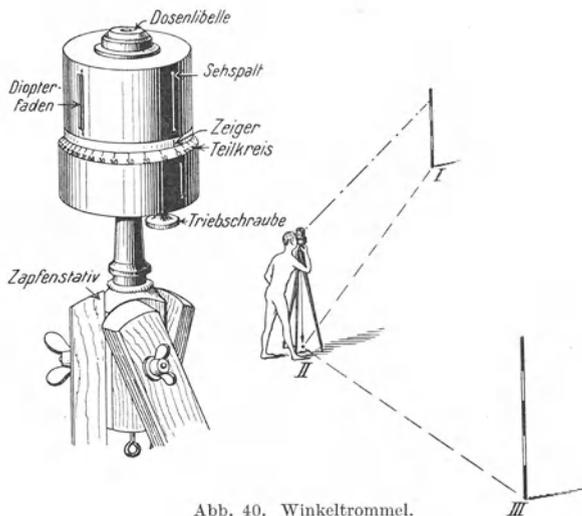
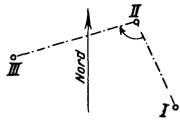


Abb. 40. Winkeltrommel.

Auge durch den feinen Sehspalt und bringt durch Drehen der Trieb-
schraube den gegenüberliegenden Faden mit dem lotrecht stehenden
Fluchtstab im Zielpunkt zur Deckung.

Das an sich recht einfache Verfahren der Winkelmessung mit einer
Winkeltrommel leidet unter verschiedenen Mängeln des Instrumentes.
Damit die Libelle einspielt, müssen die festen Beine des Stativs ver-
stellt 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 verwickelteren, dafür aber
bequemer aufzustellenden Feinmeßinstrumentes vorzuziehen ist.

Beispiel einer Winkelmessung mit der Winkeltrommel.
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	Winkeltrommel Nr. 9187 von Fennel 
	III	223,8		

29. Steigertheodolit. Mit diesem Namen wird ein in jüngster Zeit von der
Firma Hildebrand in Freiberg gebautes, einfaches Winkelmeßinstrument
bezeichnet, das in Gegenwart von Eisen zur Ausführung kleiner Gruben-

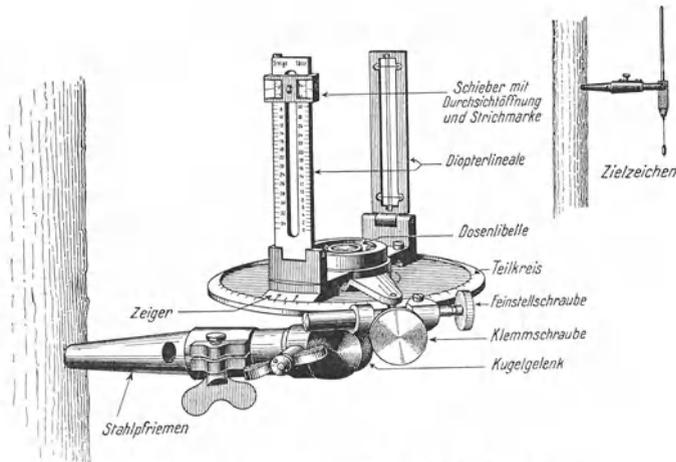


Abb. 41. Steigertheodolit Schaal-Hildebrand.

messungen — Aufnahmen und Angaben — von Betriebsbeamten be-
nutzt werden soll. Das in Abb. 41 wiedergegebene Instrument besteht

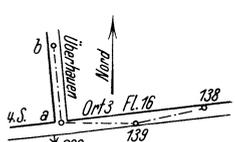
im wesentlichen aus einer Kreisscheibe, deren Rand eine rechtsherum bezifferte Teilung von 0° bis 360° trägt. Über der Scheibe läßt sich ein mit Klemm- und Feinstellschraube versehenes Oberteil drehen, das mit zwei an einem Arm sitzenden, aufklappbaren Diopterträgern und an den beiden Enden dieses Armes mit je einem Zeiger versehen ist. Eine Dosenlibelle in der Mitte der Scheibe ermöglicht die Horizontalstellung des Teilkreises. Unter letzterem ist, durch ein Kugelgelenk mit diesem verbunden, eine Hülse angebracht, die beim Gebrauch in der Regel auf das Ansatzstück eines waagrecht in Stempel, Kohle oder Gestein eingeschlagenen Stahlpfiemens gesteckt und angeschraubt wird, im Einzelfalle aber auch auf den Zapfen eines besonderen Stativs gesetzt werden kann. 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° bis 35° 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 rechten, negative Neigungswinkel — Tiefenwinkel — auf der linken Teilung schätzungsweise bis auf zehntel Grade abgelesen, s. Beispiel S. 36.

Die Horizontalstellung des Instrumentes ist infolge der Kugelgelenkverbindung mit der Aufstellvorrichtung leicht zu bewirken. Eine Zentrierung ist im allgemeinen 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. 41, rechts, die ebenso wie das Instrument auf das Ansatzstück eines Stahlpfiemens gesteckt werden. Die Spitze des durch ein angehängtes Gewicht lotrecht gehaltenen Zielstabes entspricht der Lage und der ungefähren Höhe nach dem Mittelpunkt des Instrumentes.

30. 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 auch kleine Sonderinstrumente im Gebrauch, die bei der Längenmessung in geneigtem Gelände oder in schwebenden Grubenbauen unmittelbar mit dem Längenmeßgerät verbunden benutzt werden.

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

Standpunkt	Zielpunkt	Ablösungen am Teilkreis	Brechungswinkel = Unterschied der Ablösungen	Neigungswinkel	Flache Länge	Bemerkungen und Handzeichnung
		°	°	°	m	
139	138	63,9	195,9	—	7,65	Steigertheodolit Nr. 69 991 von Hildebrand und 30 m Rollbandmaß von Raschke
	a	259,8				
a	139	182,1	264,4	+ 24,3	21,60	
	b	86,5				

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

31. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung. Bei der mit Richt- oder Bandstäben ausgeführten Meßbandmessung über Tage verwendet man

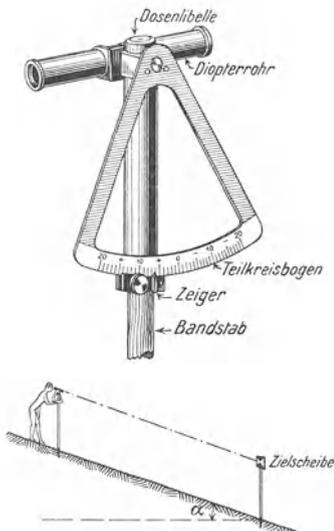


Abb. 42. Neigungsmesser mit Visiervorrichtung. (Nach Fennel.)

häufig einen Neigungsmesser von der in Abb. 42 wiedergegebenen Art. Dieser wird auf den rückwärtigen Bandstab 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 Kreissektor verbunden, auf dem eine Teilung von 0° bis 20° nach beiden Seiten so 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 der der Bandstab 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.

Wenn bei der Längenmessung stets ein Meßband von 20 m Länge benutzt wird, so empfiehlt sich der Gebrauch eines Horizontalmessers, der in Ausführung und Gebrauch dem vorgenannten Neigungsmesser entspricht, an dem aber statt des Neigungswinkels gleich die 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. Eine Berichtigung der genannten Neigungsmesser muß durch einen Mechaniker vorgenommen werden.

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

32. Gradbogen. Bei Längenmessungen mit der Meßkette in Überhauen und Bremsbergen wird zur Bestimmung der Neigungen allgemein der Gradbogen, Abb. 43, 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 ge-

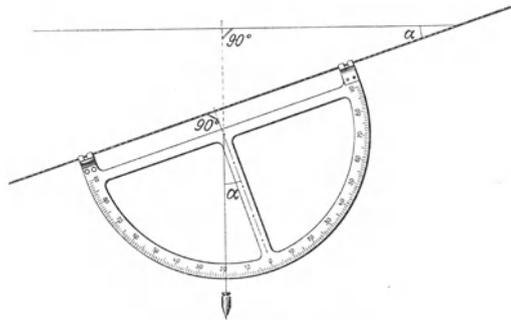


Abb. 43. Gradbogen.

zogen, 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° bis 90° beziffert ist, den Winkel α an, der von der Nulllinie und der Lotlinie gebildet wird. Dieser Winkel ist gleich dem zu ermittelnden Neigungswinkel α , wenn die Nulllinie rechtwinklig zur Schnur verläuft, was nur bei paralleler Lage der 90° bis 90° -Linie und der Schnur zutrifft. Man liest am Gradbogen die ganzen Grade unmittelbar ab, während zehntel Grade geschätzt werden.

Die Prüfung des Gradbogens hinsichtlich der Parallelität der Schnur- bzw. Hakenlinie mit der 90° bis 90° -Linie der Teilung erfolgt durch Umhängen an derselben Stelle und jedesmalige Ablesung des Lotfadens. Stimmen beide Ablesungen nicht überein, so kann man entweder das Mittel aus diesen Ablesungen als richtigen Wert annehmen oder aber eine Berichtigung durch Verstellung des einen, mit ovalen Schraubenlöchern versehenen Hakens auf dieses Mittel vornehmen.

Die Meßkette wird auch bei straffem Anziehen infolge ihres eigenen Gewichtes und des Gradbogengewichtes immer eine geringe Durchbiegung erleiden, die bei annähernd söhligen Zügen etwa in der Mitte, bei stärker geneigten Zügen oberhalb der Mitte am größten ist. An diesen

Zahlentafel für den günstigsten Aufhängepunkt des Gradbogens (nach Seelis)¹.

Neigungswinkel α °	Entfernung e %
0	50
15	52
30	54
45	57
60	62
70	70

Meßlinien auch zur Ermittlung des Einfallwinkels von Lagerstätten, Störungen und sonstigen Gebirgsschichten benutzt, s. S. 150.

Stellen verläuft das zwischen den Haken befindliche Stück der Meßkette ungefähr parallel zur wirklichen Verbindungslinie der Punkte. In nebenstehender Zahlentafel sind für einen an einer Meßkette aufzuhängenden Gradbogen von etwa 70 g Gewicht die Entfernungen e der günstigsten Beobachtungsstellen bei verschiedenen Neigungen vom unteren Endpunkt der Linie aus in Hundertteilen der Länge angegeben.

Der Gradbogen wird außer zur Bestimmung von Neigungswinkeln an einzelnen

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 Stahlpfriemen 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 Ablesevorrichtungen an den Zeigern und von der Vergrößerung des Fernrohres ab. Während man früher eine Steigerung der Leistungsfähigkeit vor allem durch größere Teilkreise und weitergehende Unterteilung sowie durch Verlängerung des Fernrohres und Erweiterung seines Objektivdurchmessers zu erreichen suchte, ist man neuerdings bestrebt, auch für genaueste Winkelmessungen kleine, handliche Instrumente zu bauen, bei denen durch sinnreiche Einrichtungen insbesondere eine Verfeinerung der Ablesungen erzielt wird. Obwohl die Wirtschaftlichkeit des Meßvorganges die Wahl eines dem jeweiligen Zwecke angepaßten Instrumentes ratsam erscheinen läßt, so steht doch, besonders in kleineren Betrieben, für alle Winkelmessungen oft nur ein einziger

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1928, H. 2, S. 94 bis 105.

Theodolit zur Verfügung, neben dem vielleicht noch in Gruben mit Eisenausbau ein kleiner Nachtragetheodolit statt des Hängekompasses benutzt wird.

33. Einrichtung eines 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

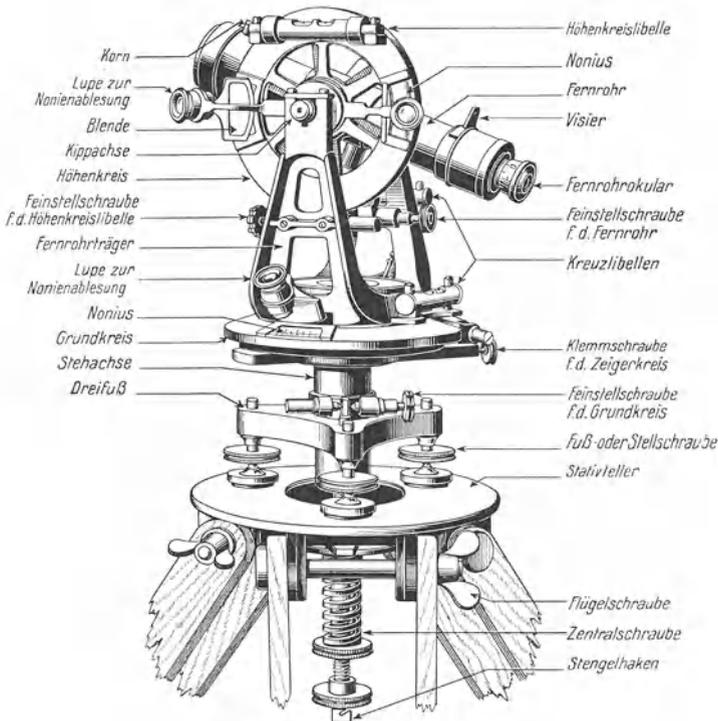


Abb. 44. Nonientheodolit von Fennel.

zentrisch angeordnetem Fernrohr von 20 bis 25facher Vergrößerung ausgerüstet ist und erforderlichenfalls für steile Sichten ein auswechselbares oder aufsteckbares, exzentrisches Fernrohr besitzt, Abb. 44.

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 ist die hohle Achse des waagerechten Teilkreises — Grund- oder Hauptkreises — drehbar gelagert. Der Kreis kann nach Bedarf festgeklemmt und dann mit einer Feinstellschraube in geringem Ausmaße noch verstellt werden.

Das Oberteil besteht bei Nonientheodoliten zunächst aus dem waagerechten Zeigerkreis, an dessen Rande die beiden Nonien angebracht

sind, die durch einsteckbare oder besser eindrehbare Lupen an schwenkbaren Armen abgelesen werden. Auf dem Zeigerkreis stehen die beiden Fernrohrträger, in deren oberen, gabelförmigen Ausschnitten die waagerechte Kippachse des Fernrohrs unter Federdruck drehbar gelagert ist. An der Kippachse sitzt neben dem Fernrohr der Höhenkreis. Der zugehörige lotrechte Zeigerkreis und eine Höhenkreislibelle sind 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 Klemm- und Feinstellschrauben lassen sich das Oberteil gegen den Grundkreis und weiter das Fernrohr mit Höhenkreis gegen den Fernrohrträger oder die zugehörigen Zeiger feststellen. Zur Horizontalstellung des Grundkreises sind zwei um 90° gegeneinander versetzte Röhrenlibellen — Kreuzlibellen — angebracht, von denen die eine mit dem Zeigerkreis, die andere meist mit dem Fernrohrträger fest verbunden ist. Das Zielfernrohr trägt auf dem Mantel 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 $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}^\circ$, bei Mikroskoptheodoliten in $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{12}^\circ$ 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.

34. Aufstellung des Theodolits. Zunächst wird das Stativ bei gelösten Flügelschrauben über oder unter dem Festpunkt so aufgestellt, daß der Stativteller einigermaßen waagrecht und seine Öffnung ungefähr zentrisch zu dem Punkt liegt, 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.

Zwecks Horizontalstellung wird jetzt das Oberteil des Instrumentes gegen den Unterbau so gestellt, daß eine Libelle parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben und die andere demgemäß in Richtung des Armes der dritten Fußschraube liegt, Abb. 45. Durch gleichzeitiges Drehen der beiden ersten Schrauben in entgegengesetzter Richtung 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 Horizontalstellung erfolgt die Zentrierung durch Verschiebung des Theodolits auf dem Stativteller, und zwar über Tage bis die Spitze des Fadenlotes sich über der Mitte des am Boden vermarkten Punktes befindet. In der Grube wird zunächst das Fernrohr mit Hilfe seiner Nivellierlibelle waagrecht gestellt und festgeklemmt. Als dann ist der Theodolit auf dem Teller so zu verschieben, daß die Lotspitze genau über der Zentriermarke auf dem Fernrohr einspielt.

Da durch die Verschiebungen des Theodolits auf dem nicht ganz waagerechten Stativteller die Horizontalstellung mehr oder weniger verloren geht, so muß eine nochmalige Nachstellung der Fußschrauben erfolgen und danach auch die zentrische Stellung erneut wieder 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.

Wenn bei heftigem Wind über Tage oder bei starkem Wetterzug in der Grube das Fadenlot aus der lotrechten Lage abgetrieben wird, empfiehlt sich die Vornahme einer optischen Zentrierung, wenn man nicht eine Zwangszentrierung durch Verwendung von auswechselbarem Instrument und Zielzeichen wählt. Mit besonderen, auf Anwendung des Winkelprismas beruhenden Zusatzeinrichtungen zum Theodolit oder bei durchbohrter Vertikalachse mit dem Fernrohr selbst läßt sich eine lotrechte Visur vom Instrumentenmittelpunkt nach unten oder oben herstellen, die bei einspielenden Libellen durch Verschieben des Theodolits auf den Festpunkt gerichtet wird. Über Tage legt man hierbei zweckmäßigerweise eine Zentrierscheibe als Ziel auf den Punkt, während unter Tage der Festpunkt in der Firste bei der Zentrierung gut zu beleuchten ist.

Die Aufstellung des Theodolits auf Wandarmen in der Grube geschieht unter Beachtung der häufig andersartigen Befestigung des Instrumentes in gleicher Weise wie seine Aufstellung auf einem Stativ.

35. 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, richtig geteilten und horizontal gestellten Grundkreis übertragen werden. Für Neigungswinkel muß dementsprechend die Übertragung der Ziellinien auch genau waagrecht auf den zur Kippachse zentrisch gelegenen, mit horizontaler Zeigerachse versehenen, vertikalen Höhenkreis erfolgen, Abb. 46. Um diese Bedingungen zu erfüllen, ist eine Reihe von Forderungen an das Instrument zu stellen, die einzeln geprüft werden können. Diese Prüfung

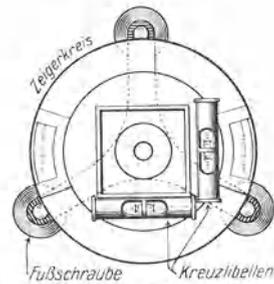


Abb. 45. Lage der Kreuzlibellen zu den Dreifußschrauben bei der Horizontalstellung des Theodolits.

führt dann teilweise zur Berichtigung vorhandener Fehler und teilweise zur Ausschaltung ihres Einflusses durch geeignete Beobachtungsverfahren. Man unterscheidet im einzelnen folgende Instrumentenfehler:

1. Teilungsfehler. 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 und dürfen daher für unsere Zwecke völlig vernachlässigt werden.

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 dieser Fehler wieder aufgehoben. Ebenso ist bei Ablesung an nur einem Zeiger durch Messung in beiden Fernrohrlagen die Exzentrizität auszuschalten.

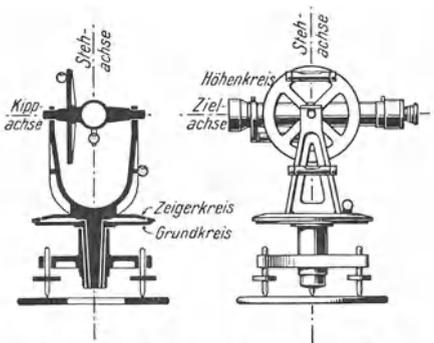


Abb. 46. Achsen und Kreise des Theodolits.

3. Aufstellungsfehler. Dieser Fehler tritt auf, wenn die Haupt- oder Stehachse des Instrumentes 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° die Hälfte des Ausschlages an den Berichtigungsschrauben dieser Libellen beseitigt, während die andere Hälfte durch Nachstellen mit den Fußschrauben aufgehoben wird.

4. Zielachsenfehler. Wenn die Zielachse nicht rechtwinklig zur Kippachse liegt, so macht sich bei verschiedenen geneigten Winkelschenkeln ein Übertragungsfehler bemerkbar. Man kann diesen Fehler u. a. nachweisen, wenn man bei feststehendem Grundkreis ein und denselben Punkt in beiden Fernrohrlagen anzielt und jedesmal an beiden Zeigern abliest. Stellt man dann die Zeiger auf die Mitte der Ablesungen ein und verschiebt das Faden- oder Strickkreuz mit den auf seinen Rahmen wirkenden, horizontalen Schraubchen so weit seitlich, bis der Vertikalfaden wieder mit dem Zielpunkt zusammenfällt, so ist der Zielachsenfehler beseitigt.

5. Kippachsenfehler. Als solchen bezeichnet man die Abweichung der Kippachse von der waagerechten Lage, durch die bewirkt wird, daß das Fernrohr beim Kippen sich nicht in einer lotrechten Ebene bewegt. Man kann diesen Fehler durch Anzielen des Fadens eines langen Lotes in verschiedenen geneigter Stellung des Fernrohres nachweisen und ihn

durch Heben eines Lagers der Kippachse mittels der dort angebrachten Berichtigungsschrauben 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 der unter 3 und 5 genannten Instrumentenfehler auch auf andere Weise bewerkstelligen. Man richtet dann zunächst die Achse der Reiterlibelle durch Umsetzen parallel zur Kippachse, beseitigt danach gemeinsam Aufstellungs- und Kippachsenfehler nach Drehung um 180° durch Verstellen eines Fernrohrlagers und berichtigt zum Schluß den Zielachsenfehler wie oben angegeben.

6. Indexfehler am Höhenkreis. Bei genau waagerechter Visur soll das Mittel der Ablesungen am Höhenkreis 0° oder bei anderer Bezeichnung desselben auch wohl 90° betragen. Eine Abweichung von diesen Werten bezeichnet man als Indexfehler. Durch Messung eines Neigungswinkels in beiden Fernrohrlagen ist die Größe dieses Fehlers zu ermitteln. Stellt man die Zeiger mit der Feinstellvorrichtung des Zeigerkreises auf das Mittel der doppelten Messung ein, so kann man die auf dem vertikalen Zeigerkreis sitzende Libelle mit Hilfe ihrer Berichtigungsschraube zum Einspielen bringen und damit den Indexfehler beseitigen. Ist keine Höhenkreislibelle vorhanden, so berichtigt man die Zeigerstellung nach der Fernrohrlibelle, die allerdings dann erst auf parallele Lage zur Zielachse geprüft und berichtigt werden muß, s. Abschnitt „Höhenmessungen“, S. 115 u. f. Im übrigen wird aber der Indexfehler bei der Höhenwinkelmessung in beiden Fernrohrlagen immer aufgehoben.

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. Ein durch Abweichen der Lotspitze von der Zentriermarke ermittelter Fehler muß durch einen Feinmechaniker behoben werden.

8. Die Winkelmessung wird erleichtert, wenn das Faden- oder Strichkreuz im Fernrohr so steht, daß der eine Faden lotrecht, der andere waagerecht liegt. Man kann die lotrechte Lage des Vertikalfadens prüfen durch Anzielen eines Lotfadens oder eines scharf bezeichneten Punktes und darauffolgender langsamer Kippung des Fernrohrs. Weicht der Punkt vom Vertikalfaden ab, 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. 27, schon erwähnt worden.

36. 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 fest stehen bleibt oder ob eine Dre-

Beispiel einer einfachen Winkelmessung mit einem Nonien-

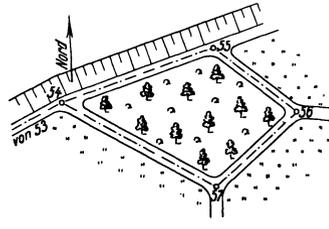
Standpunkt	Zielpunkt	Fernrohrlage I			Fernrohrlage II		
		Ablesungen am Teilkreis		Mittel	Ablesungen am Teilkreis		Mittel
		Zeiger I	Zeiger II		Zeiger I	Zeiger II	
55	54	27° 15' 30"	15' 0"	27° 15' 15"	207° 16' 15"	16' 0"	207° 16' 8"
	56	264° 53' 45"	54' 0"	264° 53' 52"	84° 54' 30"	54' 30"	84° 54' 30"
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"

hung dieses Kreises mit dem Oberteil während der Messung möglich ist oder vorgenommen wird. Hiernach unterscheidet man einfache Winkelmessung und Wiederholungswinkelmessung.

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

Man richtet das Fernrohr des waagrecht 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 Schaltlinse deutlich ein und bringt darauf mit der Feinstellschraube des Zeigerkreises den Vertikalfaden des Fadenskreuzes mit der Mittelachse des Zielpunktes genau zur Deckung. Hierauf liest man am Zeiger I die Grade, Minuten und gegebenenfalls Bruchteile von Minuten, am Zeiger II nach Prüfung der gegen I um 180° veränderten Gradzahl nur die Minuten und Bruchteile hiervon 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 wird in der gleichen Weise wie beim linken Winkelschenkel vorgenommen und aus den beiden Ablesungen auch wieder das Mittel unter Beibehaltung der Gradzahl vom Zeiger I festgestellt und eingetragen.

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

Mittelwert aus den Mitteln der beiden Fernrohlagen	Brechungswinkel = Unterschied der Mittelwerte	Bemerkungen und Handzeichnung
27° 15' 41"	} 237° 38' 30" + 19"	Nonientheodolit Nr. 29 479 von Breithaupt
264° 54' 11"		
349° 45' 4"	} 122° 20' 52" + 19"	
112° 5' 56"		
0' 52"	359° 59' 22"	
Soll =	360° 0' 0"	
	$d = - 38''$ $v = \frac{+ 38''}{2} = + 19''$	

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 Fernrohlage vorgenommen. 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 am linken und darauf am rechten Winkelschenkel dieselben Einstellungen, Ablesungen und Eintragungen vor wie bei der ersten Messung. Allerdings werden sich die Ablesungen in der zweiten von denen in der ersten Fernrohlage bei den Gradzahlen jeweils um 180° unterscheiden, 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 Fernrohlagen das arithmetische Mittel, wobei für die vollen Grade die in der ersten Fernrohlage am Zeiger I abgelesene Zahl beibehalten wird und zieht schließlich das Mittel der Ablesungen in beiden Fernrohlagen 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 oder sind z. B. an Knotenpunkten mehrere Brechungswinkel auf einem Standpunkt zu bestimmen, so wird man nach der Beobachtung in beiden Fernrohlagen 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 Horizontalstellung und Zentrierung erforderlich wird. Die errechneten Einzelwinkel werden zum Schluß aufaddiert. Ein Widerspruch gegen 360° ist auf diese gleichmäßig zu verteilen, s. obiges Beispiel.

2. Sind auf einem Punkt mehrere Brechungswinkel zu messen so kann man die einfache Winkelmessung auch in etwas anderer Art als Satzbeobachtung ausführen. Hierbei werden sämtliche Zielpunkte in der ersten Fernrohlage nacheinander von links nach rechts eingestellt und nach jeder Einstellung die Ablesungen an beiden Zeigern gemacht.

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° 14,3d'	14,5d'	1° 28,8'	181° 14,3d'	14,2d'	181° 28,5'
	⊙ Ri.	73° 15,5d'	15,6d'	73° 31,1'	253° 15,5d'	15,5d'	253° 31,0'
	⊙ Gr.	124° 6,0d'	6,0d'	124° 12,0'	304° 6,0d'	5,9d'	304° 11,9'
	⊙ We.	276° 19,7d'	19,8d'	276° 39,5'	96° 19,7d'	19,6d'	96° 39,3'
	⊙ P.M. 11	309° 28,5d'	28,7d'	309° 57,2'	129° 28,6d'	28,4d'	129° 57,0'
	⊙ Ha.	(1° 14,2d')	(14,4d')		(181° 14,4d')	(14,2d')	
		24,0d'	24,6d'	48,6'	24,1d'	23,6d'	47,7'
II. Satz							
	⊙ Ha.	92° 27,6d' usw.	27,7d'				

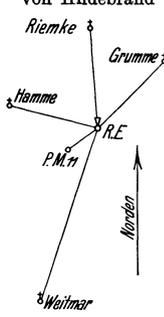
Dann wird das Fernrohr durchgeschlagen und in der zweiten Lage nacheinander wieder auf alle Zielpunkte, jetzt aber in der Reihenfolge von rechts nach links gerichtet. Damit ist ein „Satz“ beendet. Zur Probe der unveränderten Lage des Teilkreises stellt man auch wohl als letztes Ziel in der ersten und als erstes Ziel in der zweiten Fernrohrlage den Ausgangspunkt nochmals ein. Bei Anschlußmessungen beobachtet man in der Regel mehrere solcher Sätze und verstellt, um nicht immer an den gleichen Kreisstellen abzulesen, nach jedem Satz den Teilkreis um etwa $\frac{180^\circ}{n}$, worin n die Anzahl der Sätze angibt.

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 Repetitionsmessung werden die in beiden Fernrohrlagen auf einem Standpunkt gemessenen Winkel mechanisch aufaddiert, 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°-Einstellung am Teilkreis ausgegangen werden kann, da dann die Endablesung nur durch die Anzahl der Wiederholungen zu dividieren ist, um den gewünschten Brechungswinkel zu erhalten. Bei anderer Anfangseinstellung muß diese vor der Division 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

Skalenmikroskoptheodolit.
des Bergschulgebäudes in Bochum.

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

und beide Kreise gegeneinander so gedreht, bis der Zeiger I sich ungefähr über dem Nullstrich über dem Teilung befindet. Dann klemmt man mit der oberen Schraube den Zeigerkreis am Grundkreis fest und stellt hierauf den Zeiger I mittels der oberen Feinstellschraube des Zeigerkreises genau auf 0° der Teilung. Danach dreht man das Instru-

ment um die noch gelöste Grundkreisachse, und zwar um 180° , und liest nun an dem jetzt vor dem Auge liegenden Zeiger II ab. Ist die zweite Ablesung nicht genau 180° , so kann man noch eine kleine Verstellung vornehmen, damit auch das Mittel aus Minuten und Sekunden gleich Null wird. 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, ohne abzulesen, 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 der Grundkreis mit der unteren Klemmschraube gelöst und das Instrument so gedreht, daß Zeiger I vom Standpunkt 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.

Wenn, wie gewöhnlich, der Winkel nur zweimal gemessen werden soll, ist nun das Fernrohr durchzuschlagen. Man wiederholt sodann die in der ersten Fernrohrlage ausgeführten Zielungen. Nach der zweiten Einstellung des rechten Zielzeichens wird der Grundkreis gelöst und nun-

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 2 fach	(178° 54')			357° 46' 45"	46' 30"	357° 46' 38"
536	537	0° 0' 0"	0' 0"	0° 0' 0"			
	535 2 fach	(181° 7')			2° 13' 0"	13' 0"	2° 13' 0"

mehr die genaue Ablesung an beiden Zeigern vorgenommen. Das Mittel dieser Ablesungen durch 2 dividiert ergibt den gesuchten Winkel.

Für die Ermittlung des Ergänzungswinkels wird nach Prüfung und gegebenenfalls Berichtigung der Zentrierung und Horizontalstellung 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, so wird die erste Hälfte der Beobachtungen in der einen, die zweite Hälfte in der andern Fernrohrlage ausgeführt. Neben der Nullstellung 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.

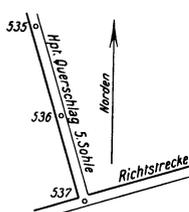
Bei allen Wiederholungsmessungen ist stets darauf zu achten, daß der linke Zielpunkt mit den unteren, der rechte Zielpunkt mit den oberen Klemm- und Feinstellschrauben eingestellt werden muß.

4. Eine Abart der Wiederholungswinkelmessung ist das seltener angewendete Verfahren nach Gauß-Schumacher, durch das der

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 2 fach	358° 10'	10'	358° 10,0'			
	73 2 fach				0° 34'	35'	0° 34,5'

**Nonienmikroskoptheodolit.
Hauptquerschlag nach Süden.**

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

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. Eine genaue Anfangseinstellung auf 0° kommt hier nicht in Betracht, da die letzte Ablesung in der zweiten Fernrohrlage meist etwas vom Anfangswert abweichen wird. Die

Endablesung in der ersten Fernrohrlage wird durch Abzug der Anfangsablesung in der ersten und der Schlußablesung in der zweiten Fernrohrlage jeweils auf 0° zurückgeführt oder reduziert. Das Mittel aus den so erhaltenen Werten — reduziertes Mittel — ist durch die Anzahl der Wiederholungen in jeder Fernrohrlage zu teilen.

37. Winkelmessung mit exzentrischem Fernrohr. Bei einem Theodolit mit seitlich gelagertem Fernrohr, das bei Messungen in steilen Überhauen und Bremsbergen gebraucht wird, fällt der Scheitelpunkt des gemessenen Winkels nicht mit der Lotrechten durch den Standpunkt zusammen. Man erhält daher bei einmaliger Messung nicht den gesuchten Winkel β , sondern je nach Entfernung der Zielpunkte und

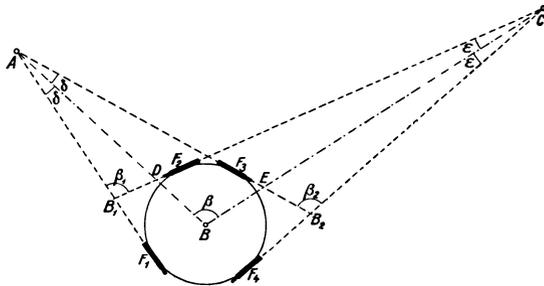
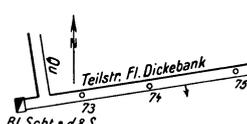


Abb. 47. Exzentrische Winkelmessung.

mit einem Schätzmikroskoptheodolit.
Flöz Dickebank, Teilstrecke nach Osten.

Reduzierte Mittel	Brechungswinkel	Bemerkungen und Handzeichnung
$0^{\circ} 0,0'$	$178^{\circ} 47,5'$	Instr. Nr. 4425 von Fennel 
$357^{\circ} 34,5'$		
$357^{\circ} 35,5'$		
$357^{\circ} 35,0'$		

Größe der Exzentrität einen größeren oder kleineren Wert, z. B. β_1 . Wird in solchem Falle aber die Messung in beiden Fernrohrlagen durchgeführt, so ergibt das Mittel aus β_1 und β_2 , wie Abb. 47 und nachstehende Ableitung zeigt, den richtigen Brechungswinkel β .

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

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

$$\text{also ist } \beta_1 + \beta_2 + \delta + \varepsilon = 2\beta + \delta + \varepsilon$$

$$\text{oder } \beta_1 + \beta_2 = 2\beta$$

$$\text{mithin } \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \beta.$$

38. 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° bis 90° beziffert und liegt die Nulllinie parallel zur Zielachse des Fernrohres, Abb. 48a, so ergeben beide Zeigerablesungen gleich den wirklichen Neigungswinkel. Liegt bei Viertelkreisbezifferung die Nulllinie rechtwinklig zur Fernrohrachse, Abb. 48b, so liest man bei der Messung die Ergänzungen der Neigungswinkel zu 90° , also die

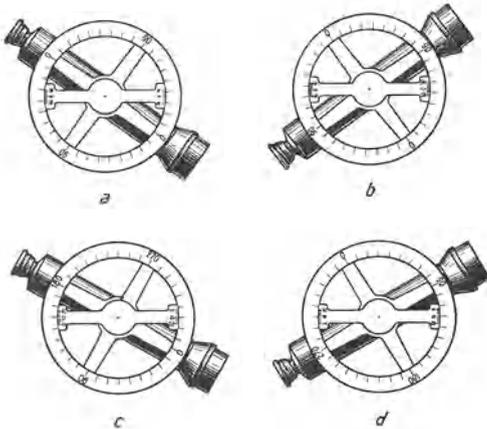


Abb. 48. Höhenkreisbezifferungen.

Zenitwinkel ab. In beiden Fällen sind bei Nonientheodoliten die einander deckenden Striche in derjenigen Hälfte der Doppelnonien aufzusuchen, die mit der Kreisteilung gleichlaufend beziffert ist. Bei durch-

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	43° 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"

gehend rechtsinniger Bezifferung mit parallel zur Fernrohrachse verlaufender 0° bis 180°-Linie, Abb. 48c, ergibt sich der richtige Neigungswinkel durch Errechnung des Unterschiedes gegen 360° oder 180°. Dagegen muß bei durchlaufend bezifferten Höhenkreisen, deren 0° bis 180°-Linie rechtwinklig zur Fernrohrachse liegt, Abb. 48d, zur Ermittlung der Neigungswinkel jeweils der Unterschied der Ablesungen gegen 90° oder 270° gebildet werden.

Die Messung der Neigungswinkel erfolgt fast immer in Verbindung mit der Messung der Brechungswinkel. Das auf den Zielpunkt gerichtete 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 berichtigter Höhenkreislibelle werden die gemittelten Ablesungen in beiden Fernrohrlagen nur wenig voneinander abweichen, doch ergibt auch bei fehlender Höhenkreislibelle und unberichtigter Zeigerstellung das Mittel aus der Messung in beiden Fernrohrlagen immer den richtigen Winkel. Eine weitere Messungsprobe wird erzielt, wenn man die Neigungswinkel jeder Linie in beiden Richtungen, also durch Vorwärts- und Rückwärtsvisur, bestimmt.

39. 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. Er hat ferner den größten Einfluß auf die Winkelmessung, wenn er quer zu den Ziellinien liegt, während ein in Richtung der Ziellinien auftretender Zentrierfehler schadlos ist.

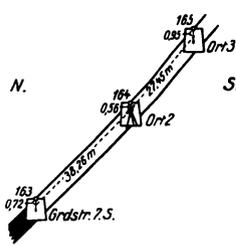
Der Zielfehler, d. h. der Fehler in der richtigen Einstellung des Zieles hängt von der Form des Zielzeichens, von seiner Entfernung und Beleuchtung sowie von der Leistungsfähigkeit des benutzten Fernrohres ab.

Der Ablesefehler wird von der Unterteilung des Teilkreises, von der Art des Zeigers und von der Vergrößerung der Ablesevorrichtung beeinflusst.

Bei allen Messungsfehlern spielt die Übung des Beobachters eine wesentliche Rolle.

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''	

Ungefähr kann man annehmen, daß mit einem brauchbaren Gruben-theodolit ein einigermaßen geübter Beobachter bei einmaliger Messung eines Brechungswinkels in jeder Fernrohrlage eine Genauigkeit von 10'' bis 15'' erzielt.

Die Genauigkeit der Neigungswinkelmessung entspricht derjenigen bei den Brechungswinkeln, wenn beide Teilkreise gleiche Durchmesser und 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.

40. Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite. Das Bestreben, die Leistungsfähigkeit der in der Vermessungstechnik gebräuchlichen Theodolite zu steigern, ihre Handhabung zu vereinfachen, ihre Größe und ihr Gewicht zu vermindern, hat in neuerer Zeit zu beachtenswerten Verbesserungen der vorhandenen Instrumentenarten und ferner zu Neukonstruktionen geführt, von denen zwei einander ähnliche hier näher

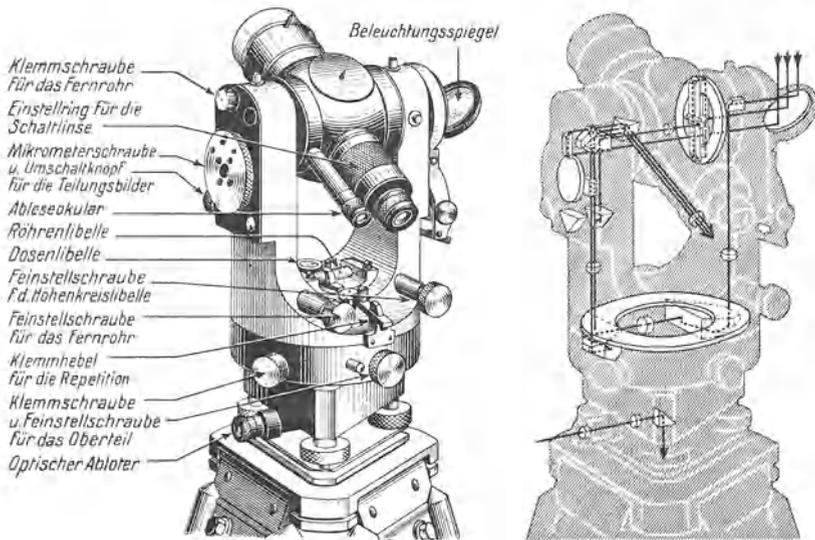


Abb. 49. Universaltheodolit II von Zeiß.

beschrieben werden sollen, nämlich der als Ersatz für den bisherigen Theodolit I gebaute Universaltheodolit II von Zeiß — Abb. 49 — und der Universaltheodolit von Wild, s. S. 131, Abb. 114. Beides sind Schraubenmikroskoptheodolite, bei denen mittels optischen Mikrometers eine selbsttätige Mittelbildung der beiden Zeigerstellungen am Grund- und am Höhenkreis bewirkt wird und die Ablesungen durch ein einziges Mikroskop-Okular erfolgen. Grund- und Höhenkreis, deren bis zu $\frac{1}{3}^{\circ}$ durchgeführte Teilungen auf Glas angebracht sind, haben beim Zeißschen Instrument 9,5 und 4,75 cm, beim Wildschen Instrument 9,5 und 5 cm Durchmesser.

Am Zeißschen Theodolit besitzt der Grundkreis eine vereinfachte Repetitionseinrichtung, bei der durch Niederdrücken eines Klemmhebels

eine feste Verbindung zwischen Oberteil und Teilkreis hergestellt wird, so daß letzterer, der sonst mit Reibung auf dem Unterbau festsetzt, mit in die Ausgangsrichtung gedreht werden kann. Beim Wildschen Instrument läßt sich der Grundkreis, z. B. bei Satzmessungen, durch eine Triebsschraube verstellen.

Die Übertragung der Teilungsbilder in das bei beiden Instrumenten unmittelbar neben dem Fernrohr angeordnete Ableseokular erfolgt mit Hilfe von Prismen und Linsen, die im Innern der Instrumente fest eingebaut sind, Abb. 49, rechts. Eine Umschaltvorrichtung ermöglicht nacheinander die Sichtbarmachung der Teilungsbilder vom Grund- und vom Höhenkreis.

Bezüglich der Kreisablesungen, die bei beiden Geräten nur unwesentliche Unterschiede aufweisen, sei auf die Abb. 50 verwiesen, die Einblicke in das Ableseokular des Zeiß II wiedergibt. In dem oberen, größeren Fenster sieht man zwei in Wirklichkeit einander gegenüberliegende, durch eine dünne Linie getrennte Teilungsbilder des Grund- oder des Höhenkreises übereinanderstehen, während in einem darunter befindlichen, kleineren Fenster eine Trommeleinteilung mit Sekundenstrichen erkennbar ist, Abb. 50a. Nach Einstellung des Fernrohrs 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. 50 b. Dann ermittelt man die links vom festen Zeigerstrich aufrecht stehende volle Gradzahl — in Abb. 50 b = 47° —, zählt als Zehnerminuten die Anzahl der Teilstriche bis zu der von diesem Wert um 180° abweichenden, im Bild auf dem Kopf stehenden Gradzahl ab — in Abb. 50 b = $40'$ — und fügt schließlich noch die am Zeigerstrich der Trommeleinteilung im unteren Fenster abgelesenen Einzelminuten und Sekunden hinzu — in Abb. 50 b = $3' 26''$. Das Ergebnis — $47^{\circ} 43' 26''$ — ist die gemittelte Zeigerablesung.

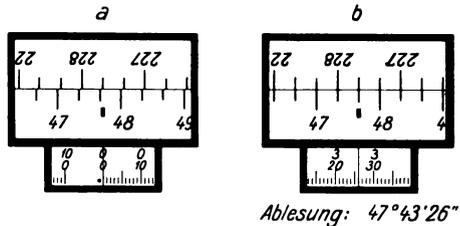


Abb. 50. Teilungsbilder zum Theodolit II von Zeiß.

Für den Gebrauch in der Grube werden beide Instrumente mit elektrischer Beleuchtung der Ablesestellen und des Strichkreuzes im Fernrohr ausgerüstet. Ferner sind für diesen Zweck Armaufstellungen und selbstleuchtende Lichtsignale gebaut worden, die die Anwendung einer Zwangszentrierung gestatten. Damit ist die Möglichkeit gegeben, der gesteigerten Ablesefeinheit entsprechend, auch eine Herabsetzung der Ziel- und Zentrierfehler zu erreichen. Die Vergrößerung der mit innerer Schaltlinse ausgerüsteten Fernrohre ist bei Zeiß 28fach, bei Wild 24fach.

Für den Gebrauch in der Grube werden beide Instrumente mit elektrischer Beleuchtung der Ablesestellen und des Strichkreuzes im Fernrohr ausgerüstet. Ferner sind für diesen Zweck Armaufstellungen und selbstleuchtende Lichtsignale gebaut worden, die die Anwendung einer Zwangszentrierung gestatten. Damit ist die Möglichkeit gegeben, der gesteigerten Ablesefeinheit entsprechend, auch eine Herabsetzung der Ziel- und Zentrierfehler zu erreichen. Die Vergrößerung der mit innerer Schaltlinse ausgerüsteten Fernrohre ist bei Zeiß 28fach, bei Wild 24fach.

Eine andere Sonderkonstruktion, der vornehmlich im oberschlesischen Bergbau eingeführte Präzisions-Hängetheodolit von Brandenburg-Hildebrand, sei hier nur erwähnt, da eine Beschreibung des

allgemeiner benutzten Nachtrageinstrumentes dieser Art im nächsten Abschnitt gegeben wird.

41. Nachtrage-theodolite. Bei den Messungen in der Grube ist seit jeher eine Trennung in Fein- oder Präzisionsmessungen, die zur Aufnahme des Hauptstreckennetzes dienen, und Nachtragungsmessungen, mit denen die Nebenstrecken aufgemessen werden, vorgenommen worden. Zu den Nachtragungsmessungen wurde früher fast ausschließlich das Hängezeug, bestehend aus Hängekompaß und Gradbogen, gebraucht. Die fortschreitende Verwendung eisernen Ausbaus sowie

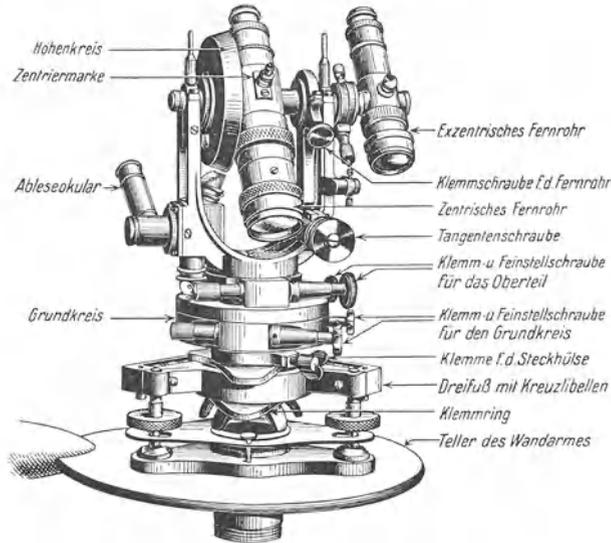


Abb. 51. Steilschachttheodolit von Breithaupt.

elektrischer Maschinen und Leitungen im Untertagebetriebe hat jedoch bewirkt, daß auf manchen Gruben heute der Kompaß nur noch sehr wenig benutzt werden kann. Für diese Werke ergab sich die Notwendigkeit zur Einführung anderer kleiner, einfacher und leichter Winkelmeßinstrumente, mit denen sich auch in engen Grubenräumen ein rascher Arbeitsfortschritt bei hin-

reichender Genauigkeit der Messungsergebnisse ohne Betriebsstörung erzielen läßt.

Die Aufgabe, für vorgenannte Zwecke geeignete Instrumente zu schaffen, ist einmal durch den Bau handlicher Standtheodolite von 7 bis 9 cm Teilkreisdurchmesser gelöst worden. Diese Nachtrage-theodolite 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 Strickkreuz, um in Verbindung mit einer kurzen Ziellatte die optische Entfernungsmessung der Zugseiten zu ermöglichen und damit den Messungsvorgang zu beschleunigen, s. auch Abschnitt „Tachymetermessungen“.

Eine besondere Ausbildung eines Nachtrageinstrumentes haben wir im Steilschachttheodolit von Breithaupt, der als Wiederholungstheodolit gebaut ist und mittels Steckhülse gegen selbstleuchtende Spitzensignale — s. S. 9, Abb. 13, rechts — und Latten für die Entfernungsmessung auf Stativen oder Wandarmen ausgewechselt werden

kann, Abb. 51. 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 Ablesevorrichtung ist äußerlich nur ein schwenkbare Mikroskop-Okular mit Ableserstrich vorhanden, in dem übereinander je eine Stelle der vielfach elektrisch beleuchteten Teilungen, und zwar der Grundkreisteilung und der Höhenkreisteilung erscheint, Abb. 52. Das vollkommen durchschlagbare, zentrische Fernrohr gestattet in Verbindung mit einem gebrochenen Okular sämtliche Visuren nach oben bis zum Zenit, die Messung von Tiefenwinkeln bis 70° und optische Zentrierung sowohl nach oben als auch durch die hohle Instrumentenachse lotrecht nach unten. Ein besonderes Objektivsystem ermöglicht die Einstel-

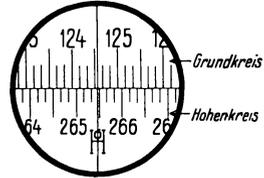


Abb. 52. Teilungsbild beim Steilschachttheodolit von Breithaupt.

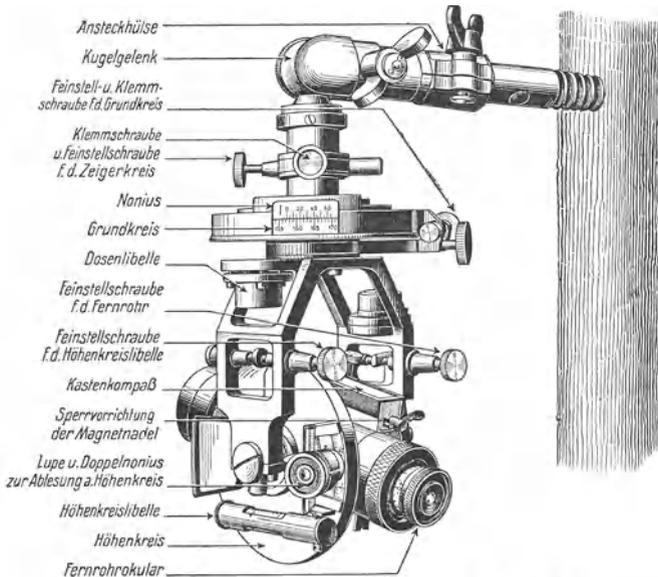


Abb. 53. Nachtrage-Hängetheodolit Brandenburg-Hildebrand.

lung von Zielpunkten bis herab zu 0,5 m Entfernung. Für Tiefenwinkel von 70° bis 90° 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 Strickkreuz für lotrechte und waagerechte Lattenlagen hat das Instrument noch eine gleichfalls für die indirekte Längenmessung bestimmte Tangentenschraube, s. Abschnitt „Tachymetermessungen“, S. 126 u. f.

Als Nachtrage-theodolite werden vielfach auch kleine Hängetheodolite benutzt, von denen eine Ausführung in Abb. 53 wieder-

gegeben 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 aber mittels eines Anschraubstückes an eiserne Stempel angeschraubt wird. Es kann ausnahmsweise zum Anschluß an Festpunkte auch in umgekehrter Lage auf ein Zapfenstativ aufgesetzt werden.

Der konische Ansteckzapfen des Pfriemens oder des Anschraubstückes trägt eine Nut, in die ein federnder Stift der Ansteckhülse des Instrumentes beim Aufstecken einschnappt und so ein Abgleiten verhindert, bevor durch die Flügelschraube das Festklemmen erfolgt ist. Zwischen Ansteckhülse und Theodolit befindet sich ein Kugelgelenk, in dem das Instrument bei der Horizontalstellung 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 widersinnig 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

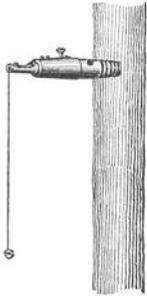


Abb. 54. Lot-signal zum Hängetheodolit.

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 $\frac{1}{10}^{\circ}$ benutzt. Das Fernrohr mit innerer

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 Rückwärtsvisur ° ' "	Fläche	Söhlige	Seiger-	Höhe des
				Länge	Länge	teufe	Punktes
		° ' "	° ' "	m	m	± m	unter N.N. ± m
P. M. 120	P. M. 119	<u>322 15</u>					-615,85
„ „ 120	H. T. 1	<u>235 45</u>	—	22,35	22,35	—	-615,60
H. T. 1	„ „ 2	324 10	+37 24	18,63	14,80	+ 11,31	-604,29
„ „ 2	„ „ 3	<u>146 40</u>	+38 06	27,41	21,57	+ 16,91	-587,38
„ „ 3	„ „ 4	58 40	—	16,28	16,28	—	-587,38

Bemerkung: Die unterstrichenen Richtungswinkel sind als Gegenrichtungen bei der

Schaltlinse hat 21fache Vergrößerung und 0,5 m Mindestzielweite. Auf seiner Kippachse sitzt der in $\frac{1}{2}^{\circ}$ geteilte und nach Viertelkreisen bezifferte Höhenkreis von 7 cm Durchmesser, während der Zeigerkreis hierzu neben der Libelle 2 Doppelnonien als Zeiger trägt, 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. 54, 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 Längmessung. Durch Verwendung einer kurzen Hängelatte im Zielpunkt und eines Strichkreuzes mit Entfernungsmeßstrichen läßt sich auch die optische Entfernungsmessung durchführen.

Die Messung mit dem Hängetheodolit erfolgt in der Regel folgendermaßen: Man stellt den bekannten Richtungswinkel der Anschlußzugseite am Zeiger I ein, zielt bei gelöstem Zeigerkreis den rückwärtigen Punkt an und klemmt den Zeigerkreis fest. Mit gelöstem Grundkreis wird dann der vorwärts gelegene Punkt anvisiert und nach Festklemmung dieses Kreises der durch mechanische Addition erhaltene Richtungswinkel der ersten neuen Zugseite $\pm 180^{\circ}$ sowie erforderlichenfalls auch der Neigungswinkel abgelesen. 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 wirklichen Richtungswinkel der zweiten Seite usw. Abwechselnd ergeben sich also immer die um 180° zu verbessernden oder die wirklichen Richtungswinkel der Zugseiten. Da bei diesem Verfahren die Brechungswinkel nur in einer Fernrohrlage je einmal gemessen und an einem Zeiger abgelesen werden,

Hängetheodolit.
Grundstrecke nach Osten, Überhauen zur Teilsohle.

Abstand des Punktes von der Sohle m	Höhe der Sohle unter N.N. \pm m	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung
2,20	-618,05	P. M. 119	
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.

so findet eine Ausschaltung etwaiger Instrumentenfehler, wie Ziel- und Kippachsenfehler des Fernrohrs 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 180 Doppelgrade eingeteilt und beziffert werden. Man hat dann durch Messung in beiden Fernrohrlagen erst den einfachen Brechungswinkel bestimmt, der zu dem anfangs eingestellten Richtungswinkel addiert wird, wonach sich wieder der Richtungswinkel der nächsten Linie $\pm 180^\circ$ ergibt.

Lageaufnahmen.

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

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

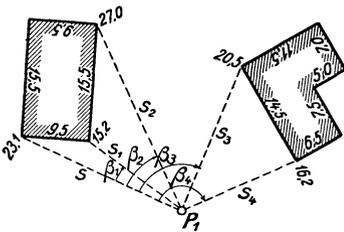


Abb. 55. Gebäudeaufnahme nach Polarkoordinaten.

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

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 zunächst an einem einfachen Beispiel der Lageaufnahme zweier Gebäude nachstehend kurz erläutert werden.

Beim Polarkoordinatenverfahren, Abb. 55, mißt man der Reihe nach die söhlichen Entfernungen s bis s_4 vom Festpunkt P_1 nach den sichtbaren Eckpunkten der beiden Gebäude mit Stahlmeßband oder Meßkette und bestimmt sodann die Brechungswinkel β_1 bis β_4 , die die söhlichen Entfernungen mit der Ausgangslinie s einschließen, mit dem Theodolit oder der Winkeltrommel. Längen und Winkel werden in Tabellen übersichtlich eingetragen.

Bei dem rechtwinkligen Koordinatenverfahren, Abb. 56, 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. 30 u. f. 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 unmittelbar 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 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, Bahnlinsen und Gewässern, von Kulturen, d. h. Gärten, Äcker, Wiesen, Weiden, Wälder, weiter die Brechpunkte der aus Mauern, Hecken oder Zäunen bestehenden Einfriedigungen, Böschungs- und Eigentums Grenzen und alle Einzelgegenstände, wie Schächte, Stollenmundlöcher, Brücken, Durchlässe, Denkmäler, Wegweiser, Grenz- und Kilometersteine usw. eingemessen.

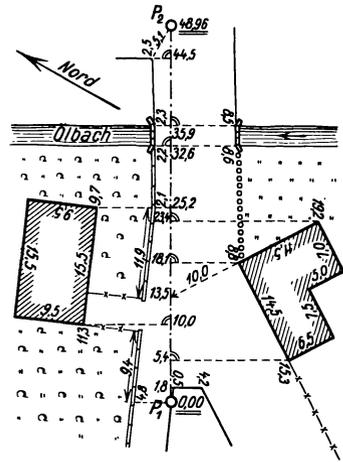


Abb. 56. Lageaufnahme nach rechtwinkligen Koordinaten.

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 bereitet die Längenmessung bei beiden Aufnahmearten Schwierigkeiten, da alle flachen Entfernungen auf ihre söligen Werte zurückgeführt werden müssen, was unter Umständen besondere Neigungswinkelmessungen für jede Länge erforderlich macht. In solchen Fällen kann die Polarkoordinatenmethode vorteilhafter sein, sofern hierbei die Entfernungen auf optischem Wege mittelbar bestimmt werden, s. S. 126 u. f.

Um an verkehrsreichen Stellen im Großstadtbetriebe, bei Gleisanlagen usw. auch das rechtwinklige Verfahren bequem anwenden zu können, hat die Firma Zeiß einen Lotstabentfernungsmesser 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, s. S. 128/129, unter Zuhilfenahme zweier geteilter Holz­latten — eine im Anfangspunkt der Aufnahme­linie und eine im Endpunkt der Rechtwinkligen — bestimmt.

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, bei Wegen und Wasserläufen außer den Begrenzungslinien die Breiten.

Wird von einzelnen Gegenständen, z. B. Flächen, auch die Ermittlung der Größe verlangt, so kann das, wie auf S. 62 gezeigt werden soll, bei der rechtwinkligen Aufnahme in der Regel gleich aus den bei der Messung gewonnenen Maßen erfolgen. Sonst kommt diese Größenbestimmung erst nach Fertigstellung der maßstäblichen Planzeichnung in Betracht, s. S. 197 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. 56 und 57 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 Maßstabs — 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.

Die auf S. 58/59 geschilderte Lageaufnahme von einem Festpunkt oder einer Aufnahme­linie aus kann nur für ein örtlich sehr eng be­grenztes Gebiet angewendet werden, da beim Polarkoordinatenverfahren die aufzunehmenden Punkte nicht verdeckt, beim rechtwinkligen Ver­fahren die Entfernungen von der Aufnahme­linie nicht mehr als 40 bis 50 m lang werden dürfen. Im allgemeinen erfordert eine Lageaufnahme die Schaffung einer 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. 64 u. f.

43. 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, so 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 Absteckinstrumenten erfolgen. Die durchweg sehr kurzen Rechtwinkligen werden nach Augenmaß gefällt oder errichtet, gegebenenfalls nimmt man einen Holzwinkel zu Hilfe. So mißt man 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 Abbaufächen 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 Blindörtern 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.

44. Schachtabeigerungen. Zu den Kleinaufnahmen unter Tage ist auch die Schachtabeigerung zu rechnen, durch die eine Abweichung des Schachtmittelpunktes, der Einstriche und Spurlatten oder des Schachtausbaus von der Lotrechten festgestellt werden soll. Von zwei, durch schwere Gewichte belasteten Lotdrähten im Schacht werden an der Rasenhängebank und sämtlichen Sohlen, mitunter auch 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, zu den Einstrichen und Jochhölzern genommen. In grund- und aufrißlichen Darstellungen kann hiernach die Schiefelage des Schachtes veranschaulicht werden. Durch regelmäßig wiederholte Messungen dieser Art wird man ein Bild über die Wanderung des Schachtmittelpunktes etwa unter dem Einfluß von Abbaueinwirkungen erhalten.

45. 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 Papiereingang beeinflusstes Ergebnis. In Abb. 57 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. 57 folgende Inhaltsberechnung:

$$\begin{aligned} \text{Dreieck } a &= \frac{(15,60 - 12,04) \cdot 7,05}{2} = 1,78 \cdot 7,05 = 12,55 \text{ m}^2 \\ \text{Trapez } b &= \frac{(35,41 - 15,60) \cdot (7,05 + 14,15)}{2} = 19,81 \cdot 10,60 = 209,99 \text{ ,,} \\ \text{Dreieck } c &= \frac{(48,14 - 35,41) \cdot 14,15}{2} = 6,36 \cdot 14,15 = 89,99 \text{ ,,} \\ \text{Viereck } e &= \frac{(54,56 - 27,95) \cdot (16,35 + 6,95)}{2} - \frac{(54,56 - 48,14) \cdot 6,95}{2} \\ &= 26,61 \cdot 11,65 - 3,21 \cdot 6,95 = 287,70 \text{ ,,} \\ \text{Viereck } f &= \frac{(27,95 - 7,95) \cdot (16,35 + 7,80)}{2} - \frac{(12,04 - 7,95) \cdot 7,80}{2} \\ &= 10,00 \cdot 24,15 - 4,09 \cdot 3,90 = 225,55 \text{ ,,} \\ &\quad \underline{\text{Sa.} = 825,78 \text{ m}^2} \\ &\quad \approx 826 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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.

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 andern abgezogen werden. In Abb. 58 sind die gemessenen 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

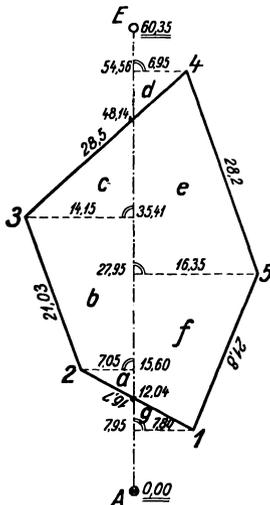


Abb. 57. Flächenaufnahme und -berechnung nach Maßzahlen.

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

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

Daraus folgt

$$\begin{aligned} 2F &= y_1 x_5 - y_1 x_1 + y_5 x_5 - y_5 x_1 \\ &+ y_5 x_4 - y_5 x_5 + y_4 x_4 - y_4 x_5 \\ &- y_1 x_2 + y_1 x_1 - y_2 x_2 + y_2 x_1 \\ &- y_2 x_3 + y_2 x_2 - y_3 x_3 + y_3 x_2 \\ &- y_3 x_4 + y_3 x_3 - y_4 x_4 + y_4 x_3. \end{aligned}$$

Die in den beiden mittleren senkrechten Reihen stehenden Glieder fallen sämtlich fort und man erhält

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

Diese Flächenformeln sind für jedes beliebige Vieleck aufzustellen und gleich hinzuschreiben. Betrachten wir, wie bei einem rechtwinkligen 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 der Differenz der Ordinaten der beiden Nachbarpunkte“ oder auch „der doppelte Inhalt eines Vielecks ist gleich der Summe der Ordinaten aller Eckpunkte, jede multipliziert mit der Differenz der Abszissen der beiden Nachbarpunkte.“

Ob man bei Bildung der Differenzen im Uhrzeigersinn oder umgekehrt vorgeht, ist an sich gleichgültig. Man muß bei jeder Berechnung nur einen Drehsinn beibehalten. Die gleichen Formeln werden auch für

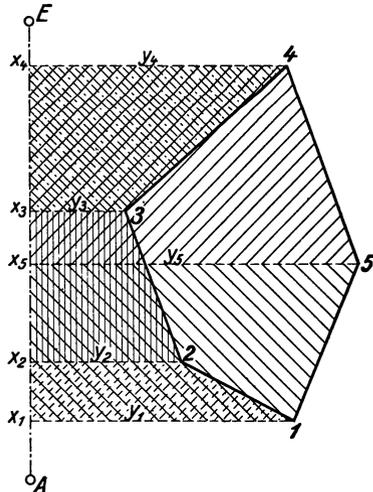


Abb. 58.
Flächenberechnung aus Koordinaten.

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.

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. Die Messung der Längen erfolgt meist mit dem Stahlmeßband, diejenige der Winkel mit dem Theodolit.

46. Polygonzüge über Tage. Bei der Auswahl der dauerhaft vermarkten Brechpunkte der Polygonzüge über Tage ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß einmal die Längen- und Winkelmessung ungehindert durchgeführt werden kann, und daß ferner die Punkte und Zugseiten für die Stückvermessung günstig zu den aufzunehmenden Gegenständen liegen. Im allgemeinen wird der Verlauf der Polygonzüge den Straßen, Bahnlinien, Wasserläufen usw. folgen. Die Gestalt der Züge ist daher sehr verschieden. Man unterscheidet offene Polygone, die wieder gestreckt, unregelmäßig geformt oder miteinander verknötet sein können und geschlossene Polygone.

Die einzelnen Polygonseiten, die möglichst zwischen 50 und 300 m Länge gewählt werden, sind im Hin- und Hergang bis auf Zentimeter zu messen. Die Brechungswinkel werden in jeder Fernrohrlage einmal bestimmt. Nötigenfalls kann eine Steigerung der Winkelgenauigkeit erreicht werden, indem man nach Neuzentrierung des Instrumentes auf jedem Standpunkt den Ergänzungswinkel in der gleichen Weise wie den Hauptwinkel mißt und die Summe beider Winkel auf 360° abgleicht. In geschlossenen Polygonen ergibt sich noch eine Winkelprobe aus der Summe aller gemessenen Brechungswinkel, die bei einem n -Eck gleich $(n - 2) \cdot 180^\circ$ sein muß, wenn die Innenwinkel gemessen sind, oder gleich $(n + 2) \cdot 180^\circ$, wenn es sich um die Außenwinkel handelt. Ein Widerspruch gegen diesen Sollwert wird auf alle Winkel gleichmäßig verteilt. Die Ergebnisse der Längen- und Winkelmessung sind in einem Beobachtungsbuch tabellarisch geordnet einzutragen und durch Handzeichnungen zu erläutern.

Die Polygonzüge über Tage werden fast immer an vorhandene Festpunkte — Polygonpunkte früherer Messungen oder Dreieckspunkte — nach Lage und Richtung angeschlossen und bei gestreckten Zügen auch tunlichst wieder auf solchen Punkten in gleicher Weise abgeschlossen. Man erhält durch den Messungsanschluß die Möglichkeit, die Lage aller Polygonpunkte in dem für den betreffenden Bezirk gültigen, rechtwink-

lig-ebenen Koordinatensystem zu berechnen und die nachfolgende Lageaufnahme demgemäß in vorhandene, orientierte Pläne einzutragen. Richtungs- und Koordinatenabschlüsse auf bekannten Punkten und geschlossene Polygonzüge lassen nach erfolgter Berechnung auch etwaige Fehler in der Längen- und Winkelmessung erkennen. Eine Messungskontrolle kann ferner durch Zusammenführen mehrerer, nur einseitig angeschlossener, offener Polygonzüge in einem gemeinsamen Endpunkt — Zugverknötung — oder bei geschlossenen, das Aufnahmegebiet umfassenden Polygonen durch Einbinden weiterer Züge zwischen den Punkten des Hauptpolygons bewirkt werden.

47. 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 nur selten 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, zumindestens 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 fast durchweg um einseitig angeschlossene, offene Züge. Vereinzelt werden auch Einrechnungszüge ohne Richtungsanschluß zwischen zwei der Lage nach bekannten Punkten ausgeführt, s. S. 72/73. 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 Hauptzugnetzes werden doppelt auf Millimeter gemessen, wobei die Normalspannung durch einen Spannungsmesser geprüft wird. Ferner sind die Abweichung des Meßgeräts vom Sollmaß und der Temperatureinfluß festzustellen, s. S. 11/12. Die Winkelmessung in den Standpunkten erfolgt mit einem Wiederholungstheodolit in der Regel durch zweifache Repetition, bei kurzen Seiten nach

Polygonen geben die Widersprüche der abgeleiteten Richtungswinkel und der berechneten Koordinaten 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 Verschenkungen eine mit zunehmender Länge des Zuges wachsende Querabweichung der Punkte hervorrufen, so ist, insbesondere bei den nur einseitig angeschlossenen Grubenzügen, die Winkelmessung möglichst genau durchzuführen. Nach den amtlichen preußischen Vorschriften für markscheiderische Arbeiten dürfen die Querabweichungen für gewöhnliche Polygonmessungen höchstens $\frac{1}{1600}$, für Polygonzüge, die die Grundlage für Durchschlagsangaben, s. S. 143/144, bilden, höchstens $\frac{1}{3000}$ der Zuglänge, also auf 100 m etwa 7 bzw. 3 cm betragen.

49. Berechnung der Polygonzüge. Die Berechnung eines Polygonzuges bezweckt die Ermittlung der rechtwinklig-ebenen Koordinaten aller Polygonpunkte. Bei freien Zügen nimmt man die Lage des Anfangspunktes gleich Null und als Ausgangsrichtung die erste Polygonseite. Ist der Zug im Anfang an zwei bekannte Festpunkte angeschlossen, so setzt man die Koordinaten des letzten Punktes und den Richtungswinkel der Verbindungslinie der beiden bekannten Punkte als Anfangswerte in die Rechnung ein. Hierbei kann es, wenn nur die Koordinaten und nicht der Richtungswinkel der Anschlußseite gegeben sind, zunächst erforderlich werden, diesen Richtungswinkel aus den Koordinatenunterschieden der bekannten Punkte zu ermitteln. Das geschieht nach der Formel

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx},$$

wobei α der Richtungswinkel, dy der Ordinatenunterschied und dx der Abszissenunterschied der gegebenen Punkte bedeuten.

Mit dem Richtungswinkel α der Anschlußlinie und den gemessenen oder verbesserten Brechungswinkeln β leitet man nun nacheinander die Richtungswinkel aller Polygonseiten nach der allgemeinen Formel, s. S. 4, ab

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

und trägt die so erhaltenen Werte mit den gemessenen oder ermittelten söhlichen Längen s der Polygonseiten in das Berechnungsformular ein.

Die Berechnung der Koordinatenunterschiede dy und dx zweier benachbarter Punkte erfolgt jeweils aus dem Richtungswinkel α und der söhlichen Länge s nach den Gleichungen

$$dy = s \cdot \sin \alpha \quad \text{und} \quad dx = s \cdot \cos \alpha.$$

Diese Berechnung kann entweder logarithmisch mit Hilfe von fünfstelligen Tafeln der Logarithmen der natürlichen Zahlen und der trigonometrischen Funktionen oder mit einer Rechenmaschine unter Benutzung von fünfstelligen Tafeln der wirklichen Werte der trigonometrischen Funktionen ausgeführt werden. Vielfach ist auch die Haupt-

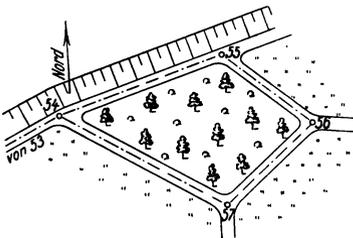
Beispiel für die logarithmische

Punkt	Brechungswinkel	Richtungswinkel	Söhliche Länge	$\log \sin \alpha$	$\log s + \log \sin \alpha$
	β	$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ$	s	$\log s$	$\log s + \log \cos \alpha$
	° ' "	° ' "	m		
53					
54	187 53 8	65 15 35			
55	237 38 45	73 8 43	120,96	9. 98 093 2. 08 265 9. 46 233	2. 06 358 1. 54 498
56	278 42 26	130 47 28	78,10	9. 87 915 1. 89 265 9. 81 512 n	1. 77 180 1. 70 777 n
57	252 23 22	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		301 53 16	132,03	9. 92 895 n 2. 12 067 9. 72 285	2. 04 962 n 1. 84 352
$\alpha_1 + [\beta] =$ $4 \times 180^\circ =$	1021 53 16 — 720 0 0 301 53 16	[s] =	413,83		

rechnung nach dem einen und die Proberechnung nach dem andern Verfahren üblich. Je nach Einrichtung der Tafeln sind die auf Sekunden eingetragenen Richtungswinkel entweder 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 auf Millimeter rechnen.

Zum Schluß werden die einzelnen Koordinatenunterschiede oder Teilkoordinaten jedesmal algebraisch zu den Koordinaten des vorhergehenden Punktes addiert, jedoch sind bei Zügen mit Koordinatenabschluß die einzelnen Ordinaten- und Abszissenunterschiede erforderlichenfalls vorher durch farbige Überschrift der auf sie entfallenden Koordinatenverbesserungen zu ändern. Um diese Verbesserungen zu bekommen, addiert man, unter Berücksichtigung der Vorzeichen, die Ordinaten- und die Abszissenunterschiede auf und vergleicht die Summen mit den Sollwerten, die z. B. bei geschlossenen Zügen gleich Null, bei doppelt angeschlossenen Zügen gleich dem Unterschied der gegebenen Koordinaten des Anfangs- und des Endpunktes sein müssen. Die so

Berechnung eines 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 44/45). 
+ 4 + 115,77	- 2 + 35,07	+ 763,29	+ 1447,90	55	
+ 2 + 59,13	- 1 - 51,02	+ 822,44	+ 1396,87	56	
+ 2 - 62,92	- 1 - 53,74	+ 759,54	+ 1343,12	57	
+ 4 - 112,10	- 2 + 69,75	+ 647,48	+ 1412,85	54	
+ 174,90	+ 104,82				
- 175,02	- 104,76				
$f_y = -0,12$	$f_x = +0,06$				
$f_s = \pm \sqrt{f_y^2 + f_x^2}$ $= \pm 0,13 \text{ m}$					

erhaltenen Widersprüche der Teilkoordinaten — Sollwerte minus Istwerte = $\pm f_y$ und $\pm f_x$ — werden im allgemeinen nach dem Verhältnis der Seitenlängen auf die Teilordinaten und Teilabszissen verteilt, so 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 söhlichen 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.

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. 95/96, 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 tonnlägigen 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 sein können.

In den weitaus meisten Fällen stehen als Tagesöffnungen der Gruben nur seigere Schächte zur Verfügung. Dann muß die Verbindung der Messungen über und unter Tage durch eine Schachtlotung erfolgen, bei der mittels eingehängter Lote zwei Punkte 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 damit 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 dünne Metalldrähte, an die schwere, zylindrisch geformte Gewichte angehängt werden.

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

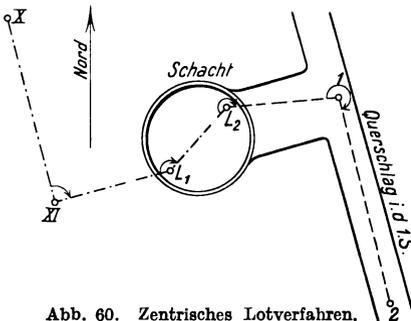


Abb. 60. Zentrisches Lotverfahren.

Beim zentrischen Verfahren wird über Tage der an den Schacht herangeführte Polygonzug in üblicher Art durch Längen- und Winkelmessung zunächst 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. 60. Diese theoretisch einfache Methode stößt jedoch praktisch auf gewisse 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 Instrumentenstandpunkt und unter Tage das Instrument genau in die Lage des Lotdrahtes bringen zu können.

Daher ist das exzentrische Meßverfahren mehr verbreitet, bei dem je ein spitzes Anschlußdreieck vom letzten Polygonpunkt XI über Tage und vom ersten Polygonpunkt 1 unter Tage nach den beiden Lotdrähten gelegt wird. Neben den Anschlußwinkeln und -längen müssen jetzt die

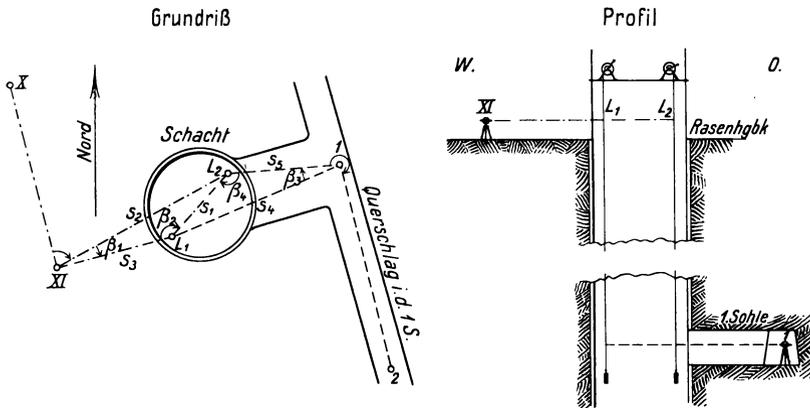


Abb. 61. Exzentrisches Lotverfahren.

spitzen Dreieckswinkel in diesen außerhalb des Schachtes gelegenen Punkten sehr genau — etwa durch zehnfache Repetition — sowie alle Dreiecksseiten gemessen werden. Die Winkel in den Lotpunkten werden nach dem Sinussatze aus den gemessenen Winkeln und Längen berechnet. So ergibt sich nach Abb. 61

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

sowie

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

und damit auch der Anschlußwinkel unter Tage $L_1 - L_2 - 1 = 360^\circ - \beta_4$. Man macht durch Einrücken des Theodolits in die Verbindungslinie der Lote die Dreieckswinkel β_1 und β_3 möglichst klein. Nach dem Verfahren von Fox¹ legt man auch wohl unter Tage, soweit die örtlichen Verhältnisse das gestatten, über den Schacht hinweg eine söhliche Anschlußlinie, gegen die die Lote rechtwinklig eingemessen werden, so daß sich die Abweichung der Anschlußlinie gegen die Verbindungslinie der Lote errechnen läßt.

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1926, S. 1 bis 25.

Bei der Doppellotung ist wegen der Richtungsübertragung eine hohe Messungsgenauigkeit erforderlich. Wie schon bei der Polygonmessung, s. S. 66, 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 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.

51. 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

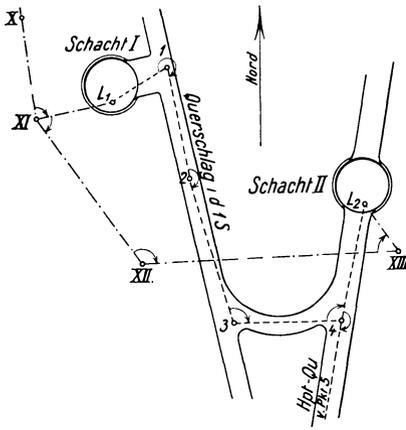


Abb. 62. Einrechnungsverfahren.

Lote in einem Schacht immer eng begrenzt bleibt, hängt man bei Doppelschachten 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. 62. Für die Berechnung des Zuges hat man jetzt am Anfang und 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 1, an und rechnet den Polygonzug im freien, auf den Lotpunkt L_1 als Koordinatennullpunkt und die Linie L_1 bis 1 als Abszissenachse bezogenen Koordinatensystem. Die hierdurch erhaltenen Koordinatenunterschiede dy' und dx' für L_2 werden mit den über Tage errechneten Koordinatenunterschieden dy und dx zwischen diesen Lotpunkten nicht übereinstimmen, Abb. 63. Ermittelt man aus dy' und dx' Richtung und Länge der Lotverbindungsline, so wird sich bei richtiger Messung wohl eine Übereinstimmung in der Länge s , nicht aber in den Richtungswinkeln α_s über und α'_s unter Tage ergeben. Der Unterschied des Richtungswinkels in der Lotebene über Tage gegen denjenigen unter Tage — $d\alpha$ — ist die Verschwenkung

des Grubenzuges, also der Betrag, um den die die erste Polygonseite L_1 bis 1 und damit alle andern Seiten verbessert werden müssen. Nach erneuter Berechnung des Verbindungszuges muß man für L_2 innerhalb der zulässigen Abweichungen auch die übertägig festgestellten Koordinaten erhalten. Man nennt die Polygonzugberechnung zwischen zwei der Lage nach gegebenen Punkten ohne Richtungsanschluß eine Einrechnung und bezeichnet danach die Art der Richtungsübertragung durch 2 Lote in 2 Schächten als Einrechnungsverfahren.

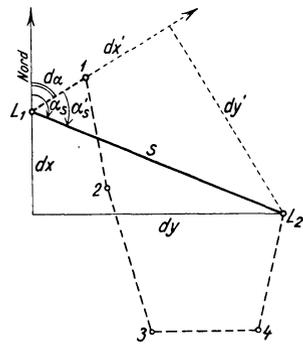


Abb. 63. Verschwenkung des Grubenzuges.

52. 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. 64 ersichtlich, errechnet sich diese Verkürzung $v = s_0 - s_u$ aus der Proportion $v:h = s_0:r$; hieraus folgt

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

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

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

53. Punktabseigerung. Wir haben bei der Übertragung von Punkten durch Lote im Schacht bisher stillschweigend vorausgesetzt, daß die zum Anschluß der Grubenmessung benutzten Punkte an den unteren Enden der Lotdrähte genau dieselbe Seigerlage haben wie die über Tage bestimmten Punkte an den oberen Enden dieser Drähte. Das trifft aber, insbesondere bei größeren Teufen, nicht zu. Durch Wetterzug und Tropfwasser wird zunächst ein mehr oder weniger unregelmäßiges Hin- und Herpendeln der Lote hervorgerufen. Man hat diese Pendelbewegungen durch Einhängen der Lotgewichte in Wasserkübel zu dämpfen versucht, wobei man, um Einwirkungen durch Spritzwasser zu vermeiden, auf die Wasseroberfläche eine Schicht dünnflüssigen Öles gießt. Die Ruhelage der Lote ist ferner von Fuhrmann¹ aus photographischen Aufzeichnungen der Lotschwingungen bestimmt

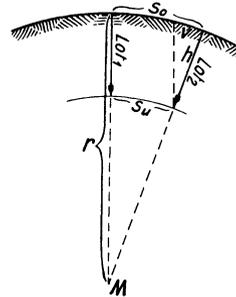


Abb. 64. Lotkonvergenz.

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1909, H. 11, S. 1 bis 7 und 1911, H. 2, S. 51 bis 62.

worden. Sie wird heute meist durch Schwingungsbeobachtungen an Skalen, die hinter den Loten aufgestellt sind, ermittelt. Aber diese Verfahren liefern nur bis zu Teufen von etwa 200 bis 300 m brauchbare Lotungsergebnisse, da bis zu diesen Teufen die durch Beobachtung festgestellte Ruhelage genügend genau auch als Seigerlage der Lote angesehen werden kann. In größeren Teufen dagegen macht sich, selbst bei abgestelltem Ventilator, durch drehende Luftbewegung im Schacht eine bleibende Ablenkung der Lote aus der Seigerlage, die Abtrift, störend bemerkbar, so daß hier die Ruhelage der Lote nicht mehr ihrer Seigerlage entspricht. Eine Verringerung der Abtrift ist wohl durch Vergrößerung der Lotgewichte zu erzielen, doch ist die Grenze hierfür durch die Tragfähigkeit des Lotdrahtes, der einen Durchmesser von etwa 2 bis 3 mm besitzt, gegeben. Stärkere Lotdrähte würden dem Wetterstrom eine größere Angriffsfläche bieten und damit auch die Abtrift wieder vergrößern.

Um nun auch in tiefen Schächten die Seigerlage der Lote ermitteln zu können, ist es notwendig, die Lotung mehrmals mit verschieden schweren Gewichten durchzuführen. Bei diesem von Wilski¹ angegebenen Mehrgewichtsverfahren stellt man die Ruhelage aus Schwingungsbeobachtungen an Skalen nacheinander bei wechselnden Belastungen der Lotdrähte fest. Ein ungefähr gleichbleibender Wetterzug im Schacht wird z. B. ein mit 250 kg beschwertes Lot doppelt so weit aus der Seigerlage ablenken wie ein Lot von 500 kg Gewicht. Es läßt sich also aus der Lage der bei diesen Belastungen festgestellten beiden Ruhepunkte schon die Lage des Seigerpunktes bestimmen. Meist wird man allerdings mit 3 bis 4 Gewichten bei abgestelltem Ventilator und auch im vollen Wetterstrom die Ruhelagen ermitteln und aus diesen verschiedenen Ruhepunkten die Lage des richtigen Seigerpunktes errechnen.

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 unmittelbar und unabhängig voneinander durch Messung ihrer Streichwinkel ermittelt. Diese Streichwinkel haben als linken Schenkel alle die magnetische Nordrichtung, die man mit Hilfe eines Magnetens an den Meßinstrumenten ablesen oder einstellen muß.

54. Inklination und Deklination. Hängt man eine im Schwerpunkt unterstützte Magnetnadel 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

¹ Anweisung zur Ausführung der zentrischen Schachtlotung mit Obenträgern und Untenträgern sowie mit mehreren Gewichten. Freiberg Sa. 1923.

um einen bestimmten Winkel — die Inklination — gegen die Waagerechte nach unten. Da wir für die Messung der Streichwinkel aber nur die horizontale Richtung der Magnetnadel gebrauchen können, so schalten wir den Einfluß der Inklination dadurch aus, daß wir das Südende der Nadel so weit beschweren, bis ihre Nord- und Südspitze in einer waagerechten Ebene liegen. In dieser Lage schließt die Magnetnadel mit der astronomischen Nordrichtung einen söhligen Winkel ein, den wir als magnetische Abweichung oder Deklination bezeichnen.

55. Änderungen der Deklination. Die Größe der Deklination ist nicht an allen Orten gleich. In Bochum beträgt sie z. B. Mitte 1931 etwa $8,4^{\circ}$, in Aachen $9,0^{\circ}$, in Berlin $5,3^{\circ}$, in Beuthen $2,6^{\circ}$ 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 10 bis 15 km Entfernung, doch treten in manchen Bezirken, so in Ost- und Westpreußen, längs der Ostseeküste, im Böhmerwalde, im Vogtland, am Vogelsberg und in der Pfalz magnetische Störungsgebiete auf, in denen starke Abweichungen von den Normalwerten festgestellt worden sind. Derartige örtliche Störungen können durch magnetisch wirksame Mineralien und Gesteine wie z. B. durch Magneteisen und Basalt hervorgerufen werden.

Außer den genannten örtlichen Änderungen machen sich aber auch an demselben Orte regelmäßig und unregelmäßig verlaufende zeitliche Änderungen in der Magnetnadelrichtung bemerkbar. Man unterscheidet hierbei:

1. eine tägliche Bewegung zwischen einem Höchstwert um 2 Uhr nachmittags und einem kleinsten Wert um 7 Uhr vormittags, wobei der Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert im Sommer etwa $\frac{1}{4}^{\circ}$, im Winter $\frac{1}{10}^{\circ}$ beträgt,
2. eine allmähliche Abnahme der Deklination, die zur Zeit etwa $0,2^{\circ}$ jährlich ausmacht,
3. unregelmäßige Schwankungen, die durch magnetische Störungen, sog. magnetische Gewitter, verursacht werden und oft in Bruchteilen von Stunden Deklinationsänderungen von mehreren Graden hervorrufen können.

Die örtlichen Verschiedenheiten der Deklination sind auf die Verteilung des Magnetismus im Erdinnern zurückzuführen, während die zeitlichen Änderungen in erster Linie von der elektrischen Strahlung der Sonne abhängen. Die für jeden Ort gültige Deklination läßt sich aus Karten entnehmen, in denen Isogonen, d. h. Linien, die Punkte gleicher Deklination verbinden, eingezeichnet sind, Abb. 65. Nach diesen stets für einen bestimmten Zeitpunkt aufgestellten Isogonenkarten kann man die benötigten Deklinationswerte auch für andere Zeiten ungefähr berechnen, wenn aus langjährigen Beobachtungen die jährliche Abnahme bekannt ist.

56. Magnetische Warten. Die zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung und damit auch der Deklination werden für bergbauliche Zwecke in magnetischen 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 aus einem Magnetinstrument — Variometer — und einer Registriervorrichtung mit Lichtquelle, Abb. 66. In dem Variometer hängt an einem dünnen Quarzfaden ein kleiner Magnet, der mit einem Spiegel verbunden ist, während ein zweiter Spiegel fest am Instrumentengehäuse angebracht ist. Das

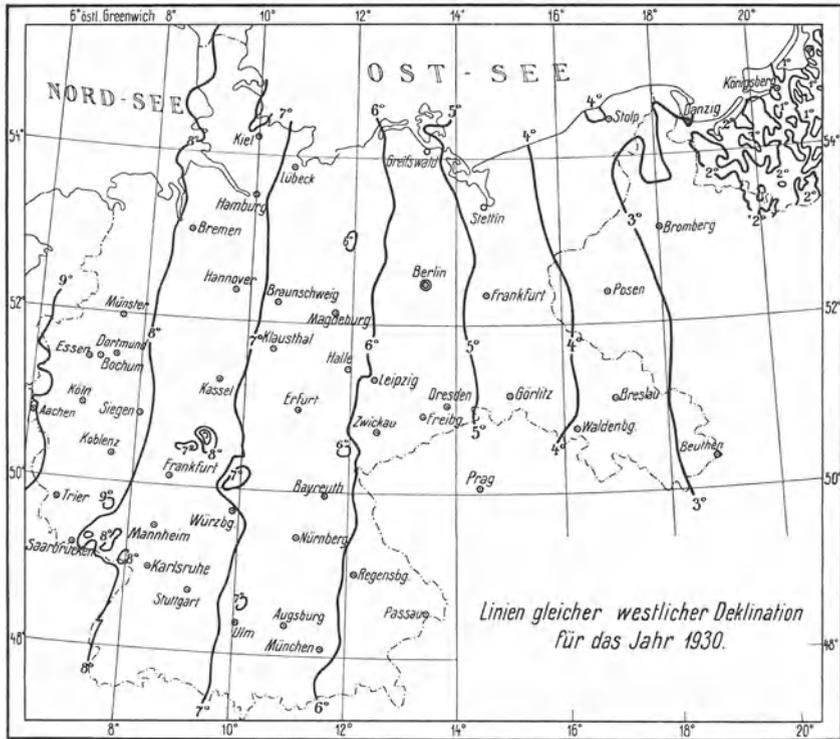


Abb. 65. Auszug aus der Isogonenkarte vom Deutschen Reich von K. HAUBMANN¹.

Registrierwerk besitzt eine durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzte Walze, auf der lichtempfindliches Papier aufgespannt wird. Von der elektrischen Lichtquelle fallen Strahlen auf den festen und auf den mit dem Magneten verbundenen, beweglichen Spiegel, werden von diesen zurückgeworfen und gelangen, nachdem sie durch eine Zylinderlinse zu zwei kleinen Lichtpunkten vereinigt sind, auf das photographische Papier der Walze. Jede Richtungsänderung des Magneten 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. 67. Der Abstand der Kurve von der

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1924, Beilage.

geraden Linie in Millimetern gibt ein Maß für die Drehung des Magneten in Minuten, und zwar ist $1 \text{ mm} = 1'$, wenn das Registriergerät etwa 1,80 m vom Magnetinstrument entfernt steht. Um Zeitmarken in den

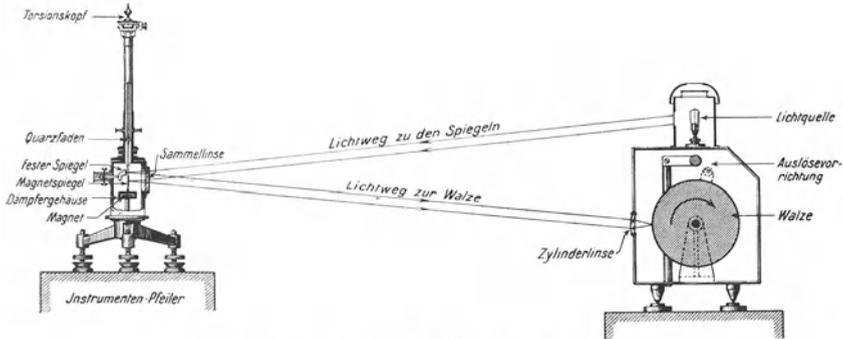


Abb. 66. Variometer mit Registriervorrichtung.

Aufzeichnungen zu erhalten, wird die Registrierung zu Beginn jeder Stunde für kurze Zeit unterbrochen.

Um auch den wirklichen Wert der Deklination für einen bestimmten Zeitpunkt zu ermitteln, werden in regelmäßigen Zeitabständen — etwa

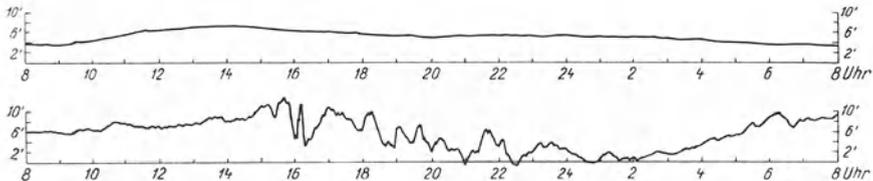


Abb. 67. Deklinationskurven vom 22./23. 5. 1931 (ruhig) und vom 3./4. 12. 1930 (gestört).

monatlich — an langen Linien, deren Richtungswinkel vorher ermittelt sein müssen, mit feinen Magnetmeßinstrumenten, z. B. einem Magnettheodolit, Streichwinkelmessungen vorgenommen. Der Unterschied zwischen Streich- und Richtungswinkel ergibt die Deklination.

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 Kompassse lassen sich wieder unterteilen in Hängekompassse, Stativkompassse und Setzkompassse, während bei den meist als Zusatzgerät zum Theodolit gebauten Feinmeßinstrumenten diejenigen mit Spitzenaufhängung von denen mit Fadenaufhängung des Magneten unterschieden werden können.

57. Hängekompaß. Der Hängekompaß, der zu einfachen Richtungsmessungen in der Grube benutzt wird, besteht aus Kompaßbüchse und

Aufhängevorrichtung, Abb. 68. Die Kompaßbüchse ist eine 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“ an der Teilung müssen demnach auch vertauscht sein. Auf dem Boden der Kompaßbüchse befindet sich im Mittelpunkt 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

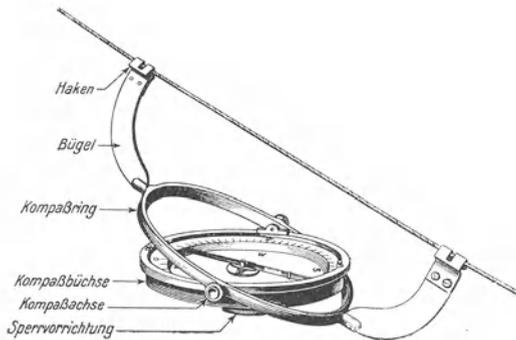


Abb. 68. Hängekompaß.

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 Anlauf Farbe des Stahls 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 zwischen diesen beiden Teilen ist meist fest — Freiburger Bauart —, seltener umklappbar — Kasseler Bauart. In zwei gegenüberliegenden Schraubspitzen des Kompaßringes, die die Kompaßachse bilden, wird die Kompaßbüchse frei beweglich eingesetzt, so daß die 0° bis 180° -Linie der Teilung in Richtung der Bügelebene liegt. Die nach verschiedenen Seiten umgebogenen Haken des Bügels dienen zum Anhängen des Instrumentes an die Meßkette.

58. Stativkompaß oder Bussole. Der als Standinstrument für Messungen über Tage gebrauchte Kompaß setzt sich im wesentlichen aus Kompaßbüchse, Ziel- und Aufstellvorrichtung zusammen, Abb. 69. Die Kompaßbüchse, die mit ihrer 0° bis 180° -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 Zielvorrichtungen 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 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.

59. Setzkompaß. Dieses auch als Geologenkompaß bezeichnete Instrument dient zur Bestimmung von Streichwinkeln an Gebirgsschichten. In einfachster Form ist eine kleine Kompaßbüchse mit einer rechteckigen Messingplatte fest verbunden, so daß die 0° bis 180° -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. 150, Abb. 129.

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

60. 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 Ableseung 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.

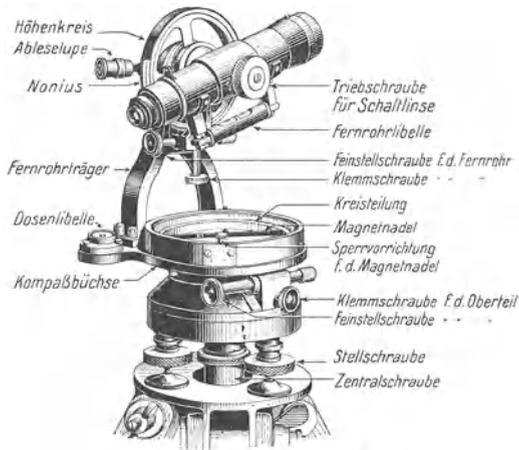


Abb. 69. Bussole von Breithaupt.

Ergibt sich ein merkbarer Unterschied gegen die erste Ablesung, so muß der Kompaß durch einen Feinmechaniker nachgesehen werden, da der sonst auftretende unregelmäßige Fehler durch die Art der Messung nicht auszuschneiden 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° verschieden anzeigen sollen, nachgewiesen und durch Mittelbildung aus diesen Ablesungen unschädlich gemacht.

3. Ein Orientierungsfehler tritt auf, wenn die 0° bis 180° -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 Deklination um den gleichen Betrag zu groß oder zu klein sein. Man wird also richtige Richtungen erhalten, wenn man

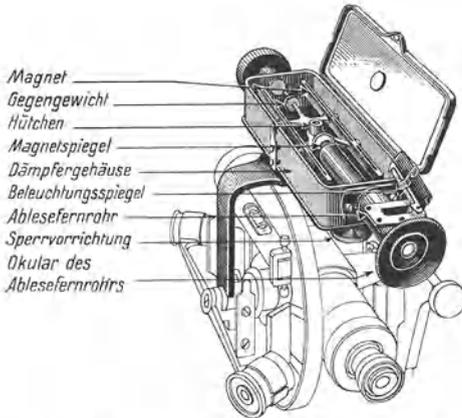


Abb. 70. Spiegeldeklinatorium nach Neumayer-Schmidt-Hildebrand.

die Deklination des bei der Messung benutzten Kompasses bei der Auftragung der Streichwinkel berücksichtigt.

4. Beim Hängekompaß entsteht ferner ein Kollimationsfehler, wenn die Kompaßachse nicht rechtwinklig zur Hakenlinie liegt. Dieser Fehler, der nur bei stärkeren Neigungen der Züge wirksam wird, ist durch die sog. Lattenprobe nachzuweisen, bei welcher der Kompaß an mehreren Schnüren in der gleichen lotrechten Ebene, aber mit verschiedenen Neigungen, angehängt wird. Der Kollimationsfehler kann durch vorsichtiges Biegen des Aufhängebügels beseitigt werden, allerdings wird dadurch der Orientierungsfehler gegebenenfalls vergrößert.

5. Ein Neigungsfehler zeigt sich beim Hängekompaß, wenn die Kompaßachse bei der Messung nicht waagrecht liegt. Dieser Fehler, der ebenso wie der Kollimationsfehler erst bei geneigten Zügen von Einfluß ist, läßt sich durch Umhängen des Kompasses nachweisen und durch Mittelbildung der Ablesungen ausscheiden.

Kollimations- und Neigungsfehler sind bei neueren Kompassen meist sehr klein.

61. 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 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.

Das Spiegeldeklinatorium nach Neumayer-Schmidt-Hildebrand—Abb. 70—wird in 2 Ausführungen für 12- und 8-cm-Theodolite hergestellt. In einem kupfernen Dämpfungsgehäuse schwingt auf einer Edeltahlspitze ein Magnetsystem, das aus 4 Stahllamellen besteht, die durch ein Verbindungsstück aus Aluminium zusammengehalten sind. Das Verbindungsstück trägt in der Mitte ein 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 Magnetsystems 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. 71. Wird der feste Mittelstrich des Ablesefernrohres auf den Nullstrich der schwingenden Skala mittels der Feinbewegungsschraube des Zeigerkreises eingestellt, so steht die Achse des Ablesefernrohres und damit auch die Zielachse des Theodolitfernrohres in der magnetischen Nordrichtung.

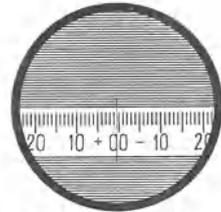


Abb. 71. Gesichtsfeld des Ablesefernrohres am Spiegeldeklinatorium.

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 Magnetsystems 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. 71. Wird der feste Mittelstrich des Ablesefernrohres auf den Nullstrich der schwingenden Skala mittels der Feinbewegungsschraube des Zeigerkreises eingestellt, so steht die Achse des Ablesefernrohres und damit auch die Zielachse des Theodolitfernrohres in der magnetischen Nordrichtung.

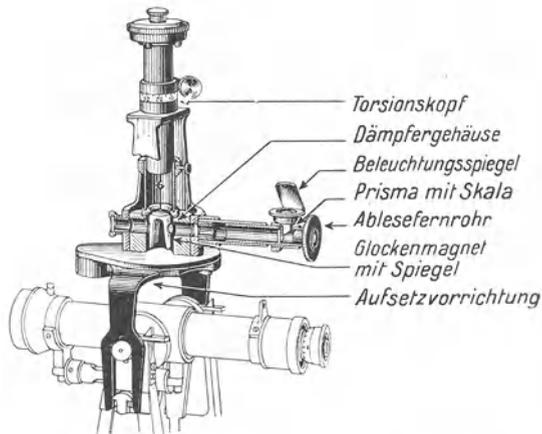


Abb. 72. Quarzfadenmagnetometer von Fennel.

Beim Quarzfadenmagnetometer von Fennel, Abb. 72, hängt ein glockenförmiger Magnet an einem etwa 10 cm langen Quarzfaden, der drallfrei gemacht werden kann und 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

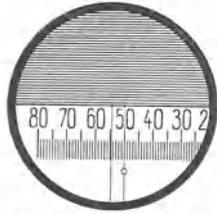


Abb. 73. Gesichtsfeld des Ablesefernrohres am Quarzfadenmagnetometer.

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. 73, 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 Aufsatzvorrichtung parallel zum Theodolitfernrohr gerichtet werden.

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 Deklinationsbestimmung über Tage und bei der Messung in der Grube die gleiche ist. Falls keine feste Verbindung zwischen diesen Teilen besteht, wird man daher die Parallelstellung beider Fernrohre bei abgenommenem oder um 90° gedrehtem Magnet durch Anzielen eines geeigneten Festpunktes prüfen und, wenn möglich, berichtigen.

Ausführung magnetischer Messungen.

62. Bestimmung der Instrumenten-Deklination. Für die Auftragung der Kompaßmessung oder für die Umwandlung der gemessenen Streichwinkel in Richtungswinkel sind die in magnetischen Warten erhaltenen Deklinationswerte nicht ohne weiteres zu verwenden, da sonst Instrumentenfehler, insbesondere der auf S. 80 erwähnte Orientierungsfehler, nicht ausgeschlossen werden. Man muß daher die magnetische Abweichung für das jeweils benutzte Instrument gesondert ermitteln. Das geschieht an Orientierungslinien, die über Tage in jedem Grubenfelde vorhanden sein müssen und meist aus zwei Steinpfeilern mit eingelassenen Marken bestehen, Abb. 74, oben. Für Magnetinstrumente mit Zielvorrichtung genügt auch 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 Deklination für dieses Instrument, Abb. 74, unten. Allerdings gilt der so ermittelte Wert nur für ein begrenztes Gebiet und für begrenzte Zeit.

Bei Setzkompassen, an denen das Streichen der Schichten gewöhnlich nur auf volle Grade ermittelt wird, ist die festgestellte Deklination für einige Jahre in einem Verwendungsgebiet von etwa 50 km ostwestlicher Ausdehnung beizubehalten. Die laut Vorschrift für Hängekompass und Bussolen jährlich einmal zu bestimmende Deklination kann für alle während dieser Zeit innerhalb eines Grubenfeldes ausgeführten Messungen mit diesen Instrumenten unverändert eingesetzt werden. Obgleich unter Umständen die täglichen Schwankungen der Deklination von $1/4^{\circ}$ im Sommer die Ablesegenze von $1/10^{\circ}$ bei der Messung über-

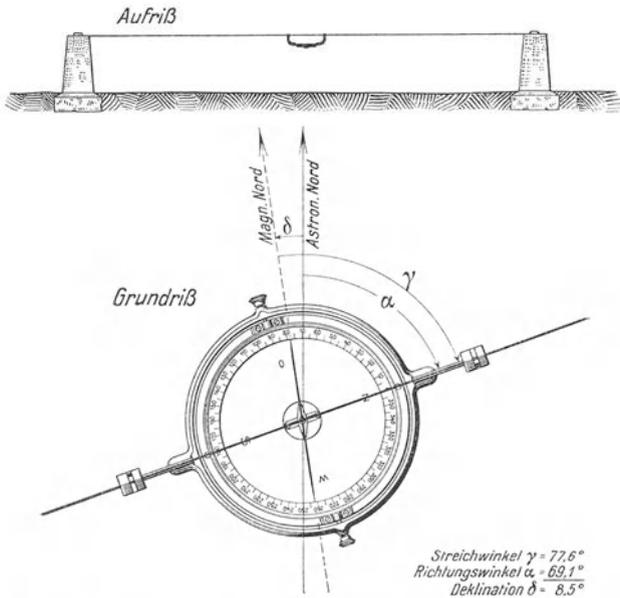


Abb. 74. Bestimmung der Instrumenten-Deklination an einer Orientierungslinie.

schreiten, behält man im allgemeinen einen Deklinationswert bei, weil die ständige Zeitbeobachtung und -berücksichtigung sonst zu umständlich würden. Nur bei größeren unregelmäßigen Störungen wird man entweder die Änderungen der Deklination berücksichtigen oder besser die Messung wiederholen.

63. Kompaßzug in der Grube. Obwohl durch den zunehmenden Einbau von Eisen und elektrischen Leitungen sowie durch die Verwendung von Maschinen aller Art die Kompaßmessung in der Grube erheblich eingeschränkt worden ist, so wird sie doch für die Aufnahme der Abbaue und für die vorläufige Messung in den Hauptstrecken auch heute noch wegen ihrer einfachen und bequemen Ausführung gern angewendet. Bei der Messung sind neben dem Beobachter 2 Meßgehilfen — Kettenzieher — notwendig. Von einem bekannten Festpunkt ausgehend, spannt man die Meßkette so aus, daß sie nirgendwo anliegt. Der Endpunkt der Zugseite wird durch einen in den Stoßstempel gesteckten Pfriemen be-

Beispiel einer

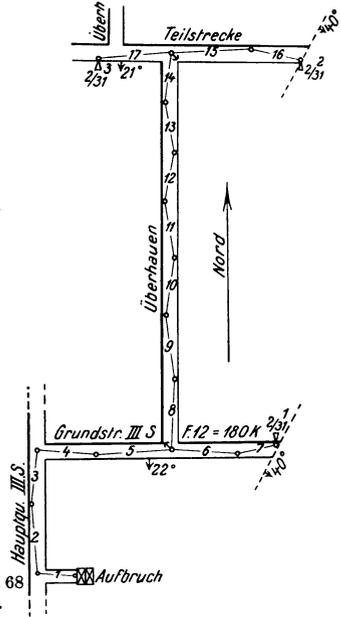
7. Februar 1931, nachm. Zeche Glückauf, Schacht II/III, 3. Sohle, Hauptquer-

Punkt	Nr. des Zuges	Streichwinkel °	Fläche Länge f m	Neigungswinkel α °		Sohle $f \cdot \cos \alpha$ m	Seigerteufe $f \cdot \sin \alpha$ 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										
$\bar{\sigma}$	4	102,2	11,38							
	5	94,5	14,34							
$\bar{\sigma}$	6	101,2	12,50							1,95
	7	86,6	7,45							
$\bar{\sigma}^2/_{31}^1$										1,10
Aus Ende Zug 5. Überhauen										
$\bar{\sigma}$	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
	14	14,4	10,98	27,4		9,75	5,05		- 201,72	1,05
$\bar{\sigma}$									- 196,67	1,95
Aus Ende Zug 14. Teilstrecke nach Osten										
$\bar{\sigma}^2/_{31}^2$	15	95,8	15,50							
	16	109,0	9,10							0,80
Aus Ende Zug 14. Teilstrecke nach Westen										
$\bar{\sigma}^2/_{31}^3$	17	274,2	14,00							1,05

zeichnet, 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 in das Beobachtungsbuch ein. Nun wird der Hängekompaß an die Meßkette gehängt, und zwar so, daß 0° 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 Gegenständen möglichst weit entfernt ist. Ein Straffziehen der Kette ist für die Streichwinkelmessung nicht erforderlich, da alle in einer lotrechten

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 20 m Meßkette. Magnetische Abweichung des Kompasses gemäß Beobachtung vom 14. Januar 1931 = 8,2° westl.
	⊖	
	$\delta^{2/31}^1$	Störung Strch. 38,7°, Einf. 40° SO.
— 227,82	⊖	
— 222,71	⊖	
— 217,48	⊖	
— 213,50	⊖	
— 210,38	⊖	
— 206,75	⊖	
— 202,77	⊖	
— 198,62	⊖	
	$\delta^{2/31}^2$	Störung Strch. 39,2°, Einf. 40° SO.
	$\delta^{2/31}^3$	3,5 m bis Ortsstoß, bei 10,3 m Mitte Überh.



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 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 Endpunkte 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 Anschlüsse an Stelle des eingesteckten Pfriemens ein Ringeisen eingeschlagen, neben dem man eine Kompaßstufte mit Monat, Jahr und laufender Nummer als Punktbezeichnung, s. S. 8, Abb. 8, 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 Deklination 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 empfiehlt 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 Zahlenbeispiel für eine Kompaßmessung, S. 84/85, enthält zugleich die aus den gemessenen Längen und Neigungswinkeln errechneten Sohlen und Seigerteufen sowie die aus letzteren ermittelten Höhen der Punkte und der Sohle, über deren Bestimmung unter „Gradbogenmessung“, S. 107/108, Näheres angegeben ist.

64. Benutzung des Kompasses in Gegenwart störender Einflüsse. Um den Hängekompaß auch in Gegenwart von Eisen oder sonstigen

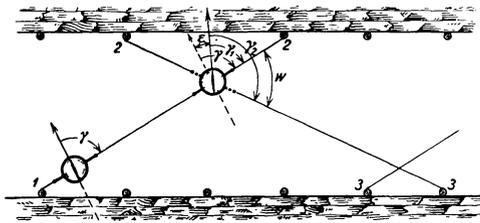


Abb. 75. Kreuzschnüre.

ablenkenden Gegenständen benutzen zu können, verwendet man das Verfahren der Kreuzschnüre oder besondere Hängezeuge 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 beiden Ablesungen gleich groß und aus dem Unterschied derselben der Brechungswinkel zwischen den Zugseiten fehlerfrei erhalten wird. In Abb. 75 ist

γ das eisenfreie Streichen des Zuges 1 bis 2,

γ_1 das durch Eisen beeinflusste Streichen des Zuges 1 bis 2,

γ_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.

Das Ziehen der Schnüre oder Meßketten über einen in gleicher Höhe neben dem Stoß gelegenen Kreuzungspunkt und die genaue Zentrierung des Kompasses unter letzterem machen diese Verfahren aber recht umständlich, wobei noch die Fehlerfortpflanzung durch ungenügend scharf erhaltene Brechungswinkel besonders ungünstig wirkt, s. S. 88. Daher kann heute in Gegenwart ablenkender Einflüsse nur noch die Benutzung kleiner Stand oder Hängetheodolite empfohlen werden, die erheblich genauere Ergebnisse gewährleisten.

Im übrigen liefert bei Vorhandensein geringer Eisenmassen auch die gewöhnliche Kompaßmessung vielfach noch brauchbare Ergebnisse, da die Einwirkung auf den Magneten sehr schnell abnimmt. Man kann daher häufig noch unbeeinflusste Stellen in etwas größerem Abstände von den störenden Ursachen aufsuchen. So wird, nach den Untersuchungen von *Min trop*¹, z. B. der Einfluß der Förderbahn in Abbau-strecken 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. Bei elektrischen Anlagen erzeugen selbst Gleichstrom-leitungen in eisengepanzerten Kabeln nur noch auf einige Meter merkbare Ablenkungen. Für den Eisenausbau ergibt sich nach *Wandhoff*², daß die Einwirkung von einer Tonne Eisen in 10 m Entfernung mit dem gewöhnlichen Kompaß nicht mehr nachweisbar ist.

65. 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 Winkeltrummel 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 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,

¹ Einführung in die Markscheidkunde, 2. Aufl., 1916, S. 102 u. f.

² Mitt. a. d. Markscheidewes. 1925, S. 99 u. f.

wie bei Tachymeterbussolen, unter Zuhilfenahme einer in den Zielpunkten lotrecht aufgehaltene, geteilten Latte die mittelbare Längenbestimmung stattfindet.

66. 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 Zugesendes 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.

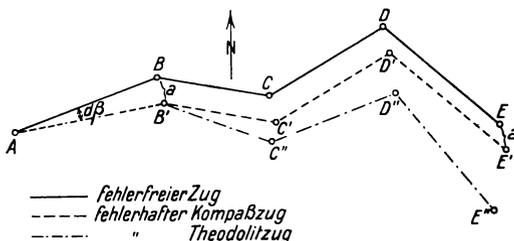


Abb. 76.
Fehlerfortpflanzung in Kompaß- und Theodolitzügen.

Die entsprechenden ungenauen Winkelmessungen mit dem Kompaß entsprechen 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. 76 ist für einen Kompaßzug und einen Theodolitzug angenommen worden, daß die Seite A bis B infolge falscher Winkelmessung beidemal um denselben Betrag d/β 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 Theodolitzug 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 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 Bussoleaufstellung 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 Brechungswinkelmessung ermittelt werden. Es trifft also auch für diejenigen Kompaßmessungen zu,

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

bei denen Brechungswinkel aus den Differenzen gleichmäßig störend beeinflusster Streichwinkel abgeleitet werden.

67. 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 Linien die Streichwinkel, von denen dann die an einer Orientierungslinie über Tage ermittelte Deklination abgezogen werden muß, um die zu prüfenden Richtungswinkel 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 Steine der Orientierungslinie die Beobachtung zwecks Bestimmung der Instrumentendeklination vorgenommen. Statt der jedesmaligen Einstellung auf den Mittelstrich der Magnetskala kann man auch reihenweise Schwingungsbeobachtungen anstellen und hieraus die Ruhelage des Magneten ableiten. In diesem Falle braucht der Endpunkt der zu bestimmenden Linie nicht so häufig angezielt zu werden. Aus dem Mittelwert der Streichwinkelmessung über Tage, unter Berücksichtigung der während der Beobachtung eingetretenen Änderungen in der Magnetrichtung und dem bekannten Richtungswinkel der Orientierungslinie erhält man die Instrumentendeklination oder richtiger die Nadelabweichung, die für den Standort zur Zeit der Messung gilt. Wollen wir diesen Wert von dem Mittel des unter Tage gemessenen Streichwinkels abziehen, so müssen

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

Zeit	Stand- punkt	Ziel- punkt	Able- sung am Teilkreis des Theodolits. Mittel aus Nonius I und II " ' "	Streich- winkel " ' "	Zeitliche Änderung der Magnet- richtung ' "	Verbesserter Streich- winkel " ' "
------	-----------------	----------------	--	-----------------------------	--	---

Über Tage.

Zeit	Stand- punkt	Magn. Nord	0 00 00	Streich- winkel	Zeitliche Änderung	Verbesserter Streich- winkel	
		Stein 2	47 12 15				
17h 30m	Stein 1		0 00 00	47 12 15	± 0 00	47 12 15	
17h 33m			47 12 15	47 12 30	+ 0 12	47 12 42	
17h 35m			47 12 15	47 12 30	+ 0 24	47 12 54	
17h 39m			47 12 15	47 12 00	+ 0 24	47 12 24	
17h 42m			47 12 15	236 01 30	47 12 15	+ 0 36	47 12 51
						Mittel	47 12 37

Unter Tage.

Zeit	Stand- punkt	Magn. Nord	0 00 00	Streich- winkel	Zeitliche Änderung	Verbesserter Streich- winkel	
		P. M. 72	125 20 30				
0h 42m	P. M. 71		0 00 00	125 20 30	+ 1 06	125 21 36	
0h 44m			125 20 30	125 20 00	+ 1 00	125 21 00	
0h 47m			125 20 30	125 20 15	+ 1 24	125 21 39	
0h 52m			125 20 30	141 20 00	125 19 15	+ 1 18	125 20 33
0h 55m			125 20 30	266 39 45	125 19 45	+ 1 12	125 20 57
						Mittel	125 21 09

wir ihn zunächst um den Betrag der Meridiankonvergenz sowie der örtlichen und der zeitlichen Deklinationsänderung verbessern. Die beiden ersten Größen sind abhängig voneinander, und zwar beträgt die örtliche Deklinationsänderung in umgekehrter Richtung etwa halb so viel wie die Meridiankonvergenz, so daß also nur der halbe Betrag der letzteren Berücksichtigung findet. Die zeitlichen Änderungen der Magnetrichtung erhalten wir aus den Aufzeichnungen der magnetischen Warten. 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.

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

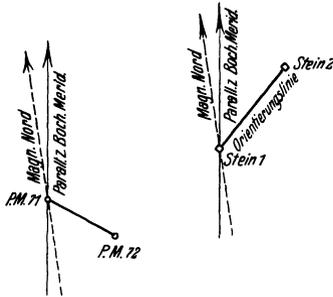
Grundlegende Lagemessungen über Tage.

Die Lageaufnahmen über Tage erfolgen, wie auf S. 58 u. f. ausgeführt, allgemein im engsten Anschluß an die Polygonmessung. Bei größeren Aufnahmegebieten und in unebenem Gelände kann die Ausführung von

orientierung.
 Muldenordflügel, Grundstrecke nach Osten.

Bemerkungen und Handzeichnung

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



Über Tage.

Streichwinkel der Orientierungslinie Stein 1 bis Stein 2	= 47° 12' 37''
Richtungswinkel der Orientierungslinie Stein 1 bis Stein 2	= 38° 54' 07''
Magnetische Abweichung	= 8° 18' 30''

Unter Tage.

Streichwinkel der Polygonlinie P. M. 71 bis P. M. 72	= 125° 21' 09''
Magnetische Abweichung über Tage	= - 8° 18' 30''
	117° 02' 39''
Meridiankonvergenz minus örtl. Deklinationsänderung = +	20''
Richtungswinkel der Polygonlinie P. M. 71 bis P. M. 72 =	117° 02' 59''

ausgedehnten Polygonzügen, die in der Regel an Straßen und Wege gebunden sind, zu unwirtschaftlich und in den Ergebnissen auch zu ungenau werden. Man wird in solchen Fällen zweckmäßigerweise einen andern Rahmen festlegen, in dem die für die Lageaufnahme erforderlichen Polygonzüge eingeschaltet werden.

68. Kleindreiecksmessungen. Ein geeignetes Verfahren für die Schaffung eines Ausgangsnetzes von Festpunkten ist die Dreiecksmessung, bei der einzelne, durch Punkte im Gelände begrenzte

Dreiecke aneinandergelegt oder besser ineinandergeschachtelt werden, s. S. 96, Abb. 81. 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 Basisnetz — Abb. 77 — ermittelt, indem man zunächst im ebenen Gelände an günstiger Stelle eine im Verhältnis zu den Dreiecksseiten kurze Grundlinie oder Basis unmittelbar sehr genau mißt. 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.

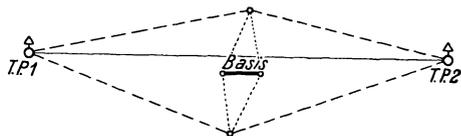


Abb. 77. Basisnetz.

Ist in einem Dreiecksnetz die Richtung einer Dreiecksseite gegeben, so lassen sich die Richtungen für alle andern 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.

69. Anschluß an die Landesaufnahme. Um die Lage eines Ausgangspunktes und die Richtung einer Seite der Kleindreiecks- oder 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 Basisnetz, da ja die Seite der Landesvermessung bekannt ist.

Für den Polygonzug, der von einem gegebenen Bodenpunkt der Landesaufnahme ausgeht, geschieht die Bestimmung der Richtung der

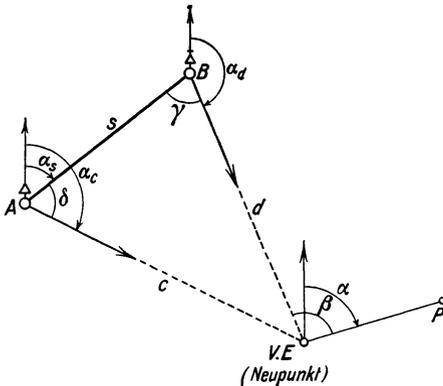


Abb. 78. Vorwärtseinschneiden.

ersten Polygoneite durch Messung des Winkels, den diese mit einer Dreiecksseite der Landesaufnahme einschließt. In allen anderen Fällen aber muß der Anschluß an die Landesaufnahme durch Meßverfahren bewerkstelligt werden, die unter dem Namen Vorwärts- und Rückwärtseinschneiden bekannt sind.

70. Vorwärtseinschneiden, Abb. 78. Mißt man in den Dreieckspunkten *A* und *B* der Landesaufnahme die Winkel δ und γ , so kann man, da α_s und s

aus den Koordinaten der Punkte *A* und *B* zu errechnen sind, auch die Richtungswinkel α_c und α_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:
$\operatorname{tg} \alpha_s = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$	$s = \frac{y_B - y_A}{\sin \alpha_s} = \frac{x_B - x_A}{\cos \alpha_s}$	$d y_c = c \cdot \sin \alpha_c$
$\alpha_c = \alpha_s + \delta$	$c = s \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin (\delta + \gamma)}$	$d x_c = c \cdot \cos \alpha_c$
$\alpha_d = \alpha_s + 180^\circ - \gamma$	$d = s \cdot \frac{\sin \delta}{\sin (\delta + \gamma)}$	$d y_d = d \cdot \sin \alpha_d$
		$d x_d = d \cdot \cos \alpha_d$

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 nach Messung des Brechungswinkels β

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

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.

71. Rückwärtseinschnitten, Abb. 79. Bei diesem Verfahren werden

in dem Neupunkte RE die Winkel β_1 und β_2 zwischen den Verbindungslinien von diesem Punkte zu den drei sichtbaren Punkten der Landesaufnahme A , B und C gemessen. Aus den gegebenen Koordinaten dieser Punkte sind, wie im vorhergehenden Falle, zunächst die Richtungswinkel α_1 und α_2 sowie die Seiten s_1 und s_2 zu errechnen. Auch der Winkel γ ist ohne weiteres aus $\alpha_1 + 180^\circ - \alpha_2$ zu bestimmen. Weiter ist die Winkelsumme $\delta + \varepsilon = 360^\circ - (\gamma + \beta_1 + \beta_2)$ bekannt.

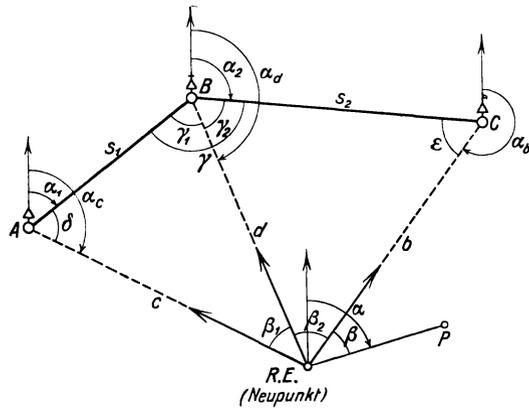


Abb. 79. Rückwärtseinschnitten.

Wenn wir nun die Winkeldifferenz $\delta - \varepsilon$ ermitteln, so ergeben sich auch die Einzelwinkel δ und ε bzw. γ_1 und γ_2 .

Aus Abb. 79 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:

$$\frac{s_1}{s_2} \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} = \operatorname{tg} \mu,$$

so daß

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

Dann ist auch

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

und

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

woraus sich ergibt

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

und

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

Dividiert man die beiden letzten Gleichungen durcheinander, so erhält man

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

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 Subtraktion bzw. Addition 2δ und 2ε oder auch δ und ε .

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 β wieder

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

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.

Wie man aus vorstehenden Ableitungen erkennt, ist das Rechenverfahren beim Rückwärtseinschneiden 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. 80. Nachdem die in der Karte vorhandenen oder nach Koordinaten einzutragenden Punkte A , B und C durch Bleilинien miteinander verbunden worden sind, legt man an AB in A und B den Winkel $90^\circ - \beta_1$, an BC in B und C den Winkel $90^\circ - \beta_2$ an. In den Schnittpunkten M_1 und M_2 schließen die freien Schenkel dieser Winkel

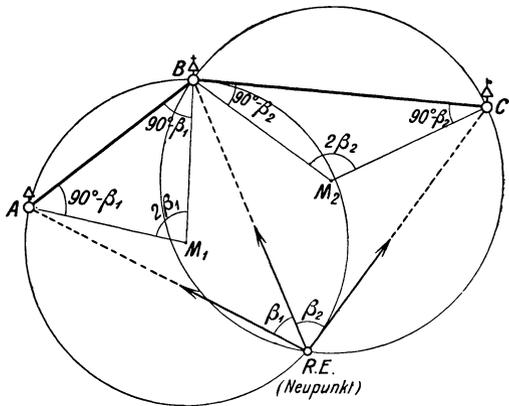


Abb. 80. Graphische Lösung des Rückwärtseinschnitts.

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 RE , da der Umfang jedes dieser Kreise der geometrische Ort für alle Punkte ist, die mit der Sehne AB oder BC den Winkel β_1 oder β_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.

72. Dreiecksnetz der Landesaufnahme. Durch die Landesvermessungen, die in fast allen Kulturstaaten im Laufe des letzten Jahrhunderts durchgeführt wurden, ist ein Netz von Punkten festgelegt worden, die ursprünglich nur als Grundlage für die Herstellung topographischer Karten — s. S. 202 u. f. — 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 jetzigen Reichsamtes für Landesaufnahme insgesamt rund 54000 Punkte in Dreiecksnetzen und Dreiecks-

z. B. im Ruhrbezirk zuletzt in den Jahren 1919 bis 1921, in Oberschlesien 1926 ausgeführt wurden, erforderlich werden, wenn die notwendige Genauigkeit für die hier häufig zu Anschlußzwecken benutzten Grundlagen des Vermessungs- und Kartenwesens nicht mehr vorhanden ist.

Die Ausdehnung des Dreiecksnetzes bedingt bei den Arbeiten der Landesvermessung die Berücksichtigung der Erdkrümmung. Die einzelnen Dreiecke können nicht mehr, wie bei den Kleinvermessungen 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 schon darin aus, daß die Winkelsumme im Dreieck nicht mehr genau 180° , sondern gleich 180° plus dem sphärischen Exzeß ist. In den Berechnungen müssen weiterhin die Sätze der sphärischen Trigonometrie Anwendung finden, da die Dreiecksseiten jetzt als Bogenstücke aufzufassen sind.

Das gesamte Dreiecksnetz der preußischen Landesaufnahme bezieht sich auf einen 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 Basisnetzes abgeleitet werden, um alle weiteren Dreiecksseiten berechnen zu können. 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. Weitere Grundlinien wurden, um eine Anhäufung von Fehlern im Gesamtdreiecksnetze zu vermeiden, in Ostpreußen, bei Göttingen, Hamburg, Meppen und Bonn gemessen und als Grundlagen für die Längenberechnungen benutzt.

Die Genauigkeit der Punkte im Dreiecksnetz der Landesaufnahme liegt innerhalb eines Dezimeters.

73. Gestalt und Größe der Erde. Die Notwendigkeit, bei Vermessungsarbeiten in größeren Gebieten die wirkliche Form der Erdoberfläche zu berücksichtigen, erfordert die genaue Kenntnis von 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, also ein durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Halbachse entstandener Körper. Durch Erdmessungen wurde die Äquatorhalbachse dieses Erdellipsoides zu 6378 km bestimmt, während 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.

74. 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 Viertelbogen vom Äquator zu jedem Erdpol läßt sich, z. B. auf einer Nachbildung der Erdkugel, in 90° unterteilen, so daß die durch diese Teilpunkte parallel zum Äquator gezogenen Kreise — Parallel- oder Breitenkreise — je 1° Abstand voneinander haben. Der Äquator selbst kann als Vollkreis in 360° geteilt werden. Zieht man durch die so erhaltenen Teilpunkte, rechtwinklig zum Äquator, Halbkreise — Meridian- oder Längenkreise — so schneiden sich diese alle in den beiden Erdpolen.

Das von den Breiten- und Längenkreisen gebildete Gradnetz dient

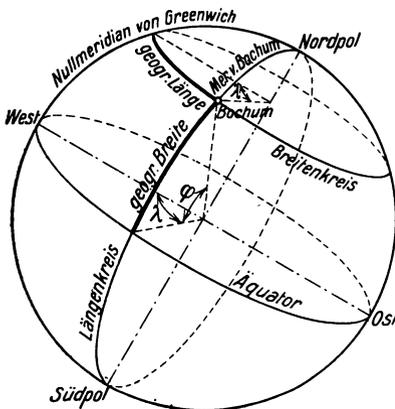


Abb. 82. Geographische Breite und Länge.

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 von Greenwich bei London, aus. Der Bogenabstand eines Punktes vom Äquator in nord-südlicher Richtung ist seine geographische Breite φ , der Abstand vom Nullmeridian von Greenwich in ostwestlicher Richtung seine geographische Länge λ . 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 Parallelkreiseebene liegen kann, Abb. 82. 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 — ö. Gr. und w. Gr. —.

Beispiel: Bochum $\varphi = 51^\circ 29'$ n. B.; $\lambda = 7^\circ 13'$ ö. Gr.

oder $\varphi = + 51^\circ 29'$; $\lambda = + 7^\circ 13'$.

75. 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. 83 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 Polarsterns bestimmt werden. Da auch 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.

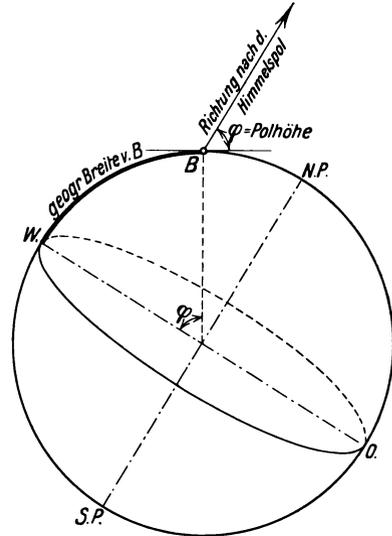


Abb. 83. Ermittlung der geographischen Breite aus der Polhöhe.

Die geographische Länge eines Ortes ermittelt man aus dem Zeitunterschied, um den die Sonne an diesem Punkte früher oder später aufgeht oder besser noch ihre höchste Stellung erreicht als im Nullmeridian. Dieser Zeitunterschied, der durch Übertragung drahtloser Zeitzeichen leicht und genau bestimmt werden kann, verhält sich zur Gesamtumdrehungszeit der Erde, d. h. zu 24 Stunden, wie die geographische Länge des Punktes zu 360°. Somit entspricht

einem Zeitunterschied von 1 Stunde ein Längenunterschied von 15°
 „ „ „ 1 Minute „ „ „ 15'
 „ „ „ 1 Sekunde „ „ „ 15''.

76. 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 Basis-messung 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°, woraus sich dann der Umfang oder der Halbmesser *r* der Erde errechnen läßt. Es ist also

$$\frac{b}{2\pi r} = \frac{d\varphi^0}{360^0}$$

oder

$$2\pi r = b \cdot \frac{360^0}{d\varphi^0}$$

oder

$$r = \frac{b}{d \varphi^0} \cdot \frac{360^0}{2 \pi}$$

oder

$$r = \frac{b}{d \varphi^0} \cdot \varrho^0.$$

Führt man solche Erdmessungen an verschiedenen Stellen des Meridians vom Äquator bis Polnähe aus, so erhält man auch das Maß der Abplattung und die wahre elliptische Form des Meridianbogens.

77. Beziehungen 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 ≈ 1850 m, eine Bogensekunde ≈ 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 51^0 ein Längengrad ≈ 70 km, eine Längensekunde ≈ 1150 m, eine Längensekunde ≈ 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 unbrauchbar ist, da die hier meist geforderte Zentimetergenauigkeit in den Entfernungen durch Winkelmessungen dieser Art nie erreicht werden kann. Man beschränkt sich daher auch bei der Landesvermessung darauf, nur den Ausgangspunkt und vielleicht noch 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.

78. Geographische Netze. Die auf der ganzen Erdoberfläche gleichartigen geographischen Koordinaten und das mit ihnen im Zusammenhang stehende Gradnetz von Breiten- und Längengraden 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 immer 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 Bild-

ebene 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.

79. 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 rechtwinklige 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 zur Zeit noch 40 derartiger Koordinatensysteme, deren Nullpunkte Dreieckspunkte der Landesaufnahme sind.

80. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten. Zwei Arten dieser rechtwinklig-linearen Koordinaten haben im letzten Jahrhundert in

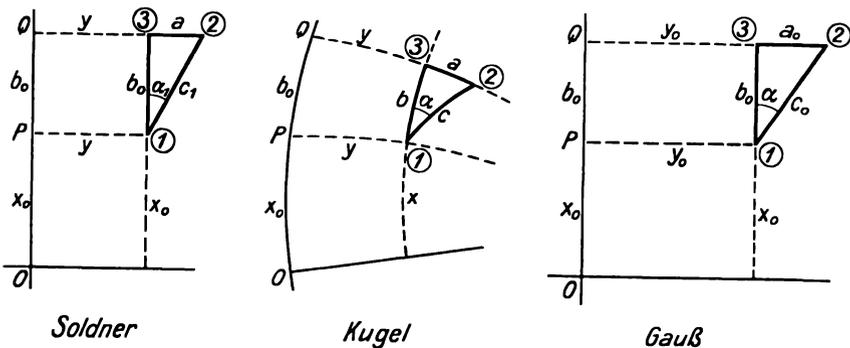


Abb. 84. Soldnersche und Gaußsche Koordinaten.

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. 84. In 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 zu-

nimmt, 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, während bei Gauß hier eine, der Verzerrung in nordsüdlicher Richtung entsprechende Vergrößerung stattfindet. 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. Außerdem 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 gelten für das Kataster und die Mehrzahl der übrigen Dienststellen, auch für den Bergbau in den Oberbergamtsbezirken Breslau, Halle und Clausthal. Gaußsche Koordinaten sind für das bergbauliche Vermessungs- und Rißwesen in den Oberbergamtsbezirken Dortmund und Bonn vorgeschrieben.

81. Gauß-Krügersche Koordinaten. Die große Anzahl und die unregelmäßige Abgrenzung der Geltungsbereiche der bestehenden rechtwinkligen Koordinatensysteme machten 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. Krüger¹ 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 der Nullpunkt auf dem Mittelmeridian und dem Äquator liegt. Für Deutschland kommen damit 6 Systeme mit den Mittelmeridianen 6° , 9° , 12° , 15° , 18° und 21° östlich Greenwich in Frage, die mit den Kennziffern 2 bis 7 benannt werden, Abb. 85. 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 500000 m und setzt außerdem zur eindeutigen Bezeichnung noch die Kennziffer des betr. 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.

¹ Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene, 1912.

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° breiten Zone die Werte zweier Meridianstreifen zu benutzen sind. Dieser Ausnahmefall kommt z. B. für das rheinisch-westfälische Industriegebiet in Betracht, da hier die normale

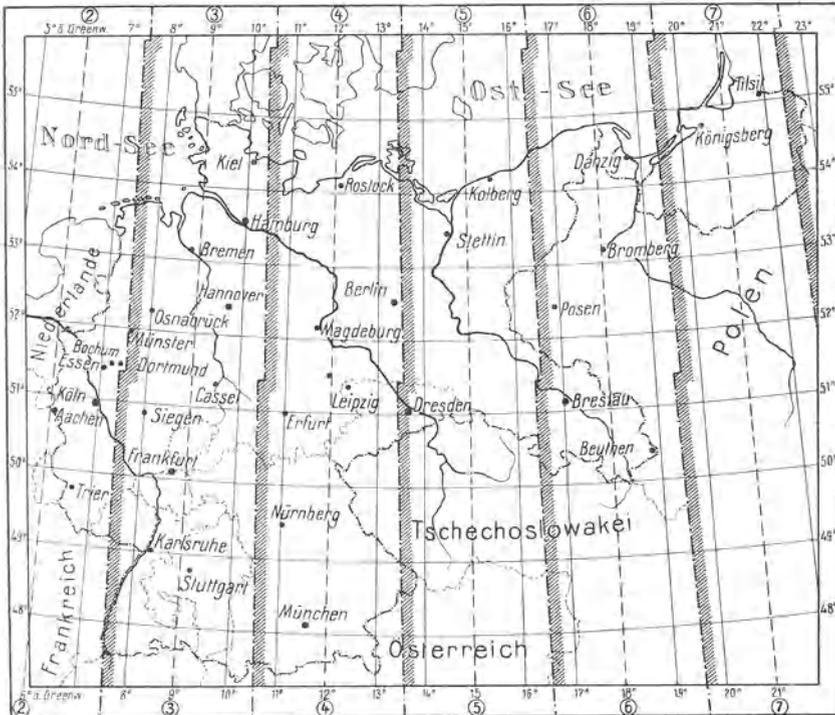


Abb. 85. Gauß-Krügersche Meridianstreifen.

Streifengrenze, $7\frac{1}{2}^{\circ}$ östlich Greenwich, durch den Ostteil von Dortmund verläuft.

Die Gauß-Krügerschen Koordinaten sind vom Reichsamt für Landesaufnahme schon eingeführt worden. So werden die Ergebnisse der neuen Dreiecksmessungen außer in geographischen nur noch in Gauß-Krügerschen Werten veröffentlicht. Auch die amtlichen topographischen Karten sind neuerdings mit dem Gauß-Krügerschen Koordinaten- oder Gitternetz versehen, das für die Grundkarte des Deutschen Reiches 1:5000 auch die Blattgrenzen abgibt. Für alle übrigen Dienststellen ist die Verwendung Gauß-Krügerscher Koordinaten bei Neuaufnahmen und Neuanlage von Plan- und Reißwerken beschlossen und zum Teil auch schon durchgeführt.

82. Meridiankonvergenz. Bei rechtwinklig-ebenen Koordinatennetzen versteht man unter der Meridiankonvergenz den kleinen Winkel,

den die durch einen Punkt gezogene Parallele zum Nullmeridian mit dem wirklichen Meridian des Punktes einschließt. Auf dem Anfangsmeridian selbst ist dieser Winkel gleich Null, östlich des Nullmeridians ist er positiv, westlich von ihm negativ, und zwar beträgt die Zunahme in Deutschland etwa $0,7'$ je Kilometer Ordinate. Für unsere Messungen, Berechnungen und Darstellungen brauchen wir die Meridiankonvergenz nicht, da wir hier ausschließlich von den Parallelen zum Nullmeridian ausgehen. Lediglich bei astronomischen Messungen und bei Magnetorientierungen, bei denen die örtliche Änderung der magnetischen Abweichung aus einer mit Gradnetz versehenen Isogonenkarte entnommen wird, muß die Meridiankonvergenz Berücksichtigung finden, s. S. 90/91.

Höhenmessungen.

83. Zweck und Einteilung. Höhenmessungen bezwecken die Ermittlung der Höhenunterschiede je zweier Punkte, um aus diesen

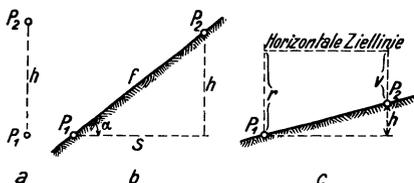


Abb. 86. Ermittlung der Höhenunterschiede zweier Punkte durch a) unmittelbare, b) trigonometrische, c) geometrische Höhenmessung.

und einer gegebenen Anfangshöhe die Höhenzahlen der Punkte errechnen zu können. Der Höhenunterschied zweier Punkte ist der seitige Abstand des einen von einem Waagerechten durch den andern 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. 86a. Wenn die Punkte, wie gewöhnlich, nicht nur lotrechten Abstand, sondern auch waagerechte Entfernung voneinander haben, so ist die Wahl des Höhenmeßverfahrens im wesentlichen davon abhängig, ob der Höhenunterschied h im Verhältnis zur waagerechten Entfernung groß oder klein ist. Im ersteren Falle wendet man die trigonometrische Höhenmessung an — Abb. 86 b —, bei der, außer dem Neigungswinkel α der Verbindungslinie der Punkte, meist diese Linie als flache Länge f , seltener ihre söhlige 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. 86c. 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 meist im

Hochgebirge verwendeten Methoden sind aber wesentlich ungenauer als die vorerwähnten Verfahren. Wir wollen daher hier auch nicht näher darauf eingehen.

Unmittelbare Höhenmessungen.

84. Schachttiefenmessung. Die unmittelbare Höhenbestimmung kommt praktisch bei der Schachttiefenmessung 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 Tiefenmessungen vorgenommen, wenn Höhenzahlen von einer zur andern Sohle oder von einer Sohle zu den Teilsohlen oder Abbauörterten 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 an der Zimmerung 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. 87. Genauere Ergebnisse sind durch Ermittlung und Einsetzung von Verbesserungen für die auf S. 11/12 aufgeführten Meßbandfehler zu erzielen. Durch Nägel bezeichnete Punkte an Zwischensohlen sowie am unteren Schachtende werden eingemessen. Von diesen Punkten aus erfolgt die Übertragung auf den nächsten Festpunkt wieder durch Nivellement.

Große Schachttiefen 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. 88. Neben den gewöhnlichen Meßbandfehlern ist bei der Teufenmessung noch die Längung des Schachtmeßbandes durch Eigengewicht zu berücksichtigen, s. Zahlentafel S. 12.



Abb. 87. Aneinanderreihen der Meßbandlängen bei der Teufenmessung.

Beispiel:

Ableseung am Meßband an der Rasenhängebank	=	485,734 m
„ „ „ auf der 1. Sohle	=	21,157 m
		Teufe = 464,577 m
Verbesserungen für Meßbandvergleich	=	+ 0,010 m
„ „ Temperaturänderung (+ 6° C)	=	+ 0,032 m
„ „ Dehnung durch Eigengewicht	=	+ 0,044 m
		verbesserte Teufe = 464,663 m
Horizont der Ziellinie an der Rasenhängebank	= +	83,462 m
„ „ „ auf der 1. Sohle	= -	381,201 m

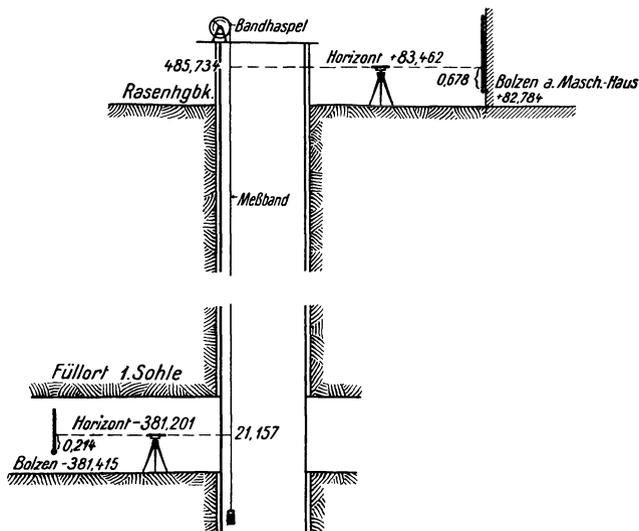


Abb. 88. Teufenmessung mit dem Schachtmeßband.

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 Nach-

tragungsmessung mit Gradbogen und Meßkette unterscheiden. Die Einrichtung und der Gebrauch dieser Instrumente sind schon besprochen worden.

85. 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 α hier nach der Formel

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

zu errechnen, s. S. 104, Abb. 86 b. Bei größeren Ziellängen — über 500 m — muß man auch noch auf die Krümmung der Erdoberfläche und auf die Strahlenbrechung Rücksicht nehmen.

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.

Die Berechnung der Höhenunterschiede erfolgt logarithmisch fünfstellig oder mit der Rechenmaschine.

86. 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 — s. S. 38 — nach Möglichkeit ausgeschaltet. 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. 232 und 233 für die gebräuchliche Ablesung der Neigungswinkel auf $1/10^0$ gegeben sind. Die aus der Tabelle entnommenen Werte für die einzelnen Neigungswinkel α müssen mit der flachen

Beispiel einer Gradbogen-

15. Mai 1931, vorm. Zeche Glückauf, 3. Tiefbausohle, 1. westl. Abteilung, Flöz 10, Grund-

Punkt	Nr. des Zuges	Neigungswinkel α		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		

Zuglänge f multipliziert werden, um Seigerteufen oder Sohlen zu erhalten.

Beispiel: Ist $f = 11,76$ m, $\alpha = +42,4^\circ$, so findet man in der links mit 42° 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.

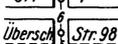
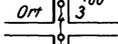
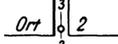
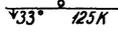
In der rechts mit 42° bezeichneten Reihe ist in der mit $0,4^\circ$ unterschriebenen Spalte der Kosinuswert 0,738 zu entnehmen, der wieder mit 11,76 m multipliziert die Sohle 8,68 m ergibt.

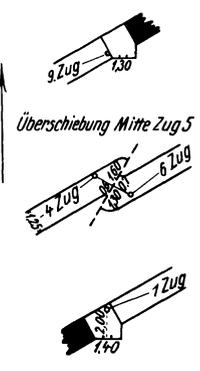
Die Genauigkeit einer Gradbogenmessung ist nicht sehr groß. Bei kleinen Neigungswinkeln macht sich vor allem ein Fehler in der Winkelmessung bemerkbar, während bei stärkerer Neigung der Einfluß des Längenfehlers überwiegt. Nimmt man an, daß bei jedem Zug der Neigungswinkel auf $\frac{1}{4}^\circ$, die Länge auf 5 cm genau bestimmt worden sind, so würde z. B. der Höhenfehler am Endpunkt einer Zugseite von 10 m Länge und 40° Einfallen $\pm 5,4$ cm betragen und bei einem Gesamtzuge von 10 solcher Längen auf ± 17 cm anwachsen. Demgegenüber lassen die amtlichen preußischen Vorschriften nur einen Höhenfehler von $\frac{1}{2500}$ der Länge, d. h. bei 100 m von 4 cm zu, eine Genauigkeit, die mit einem gewöhnlichen Gradbogen und einer Meßkette kaum zu erreichen ist.

87. Trigonometrische Höhenmessung mit Theodolit und Meßband in der Grube. Die Ausführung der zu diesem Verfahren notwendigen

messung.

strecke nach Osten. 1. 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	<i>Teilsohlenstrecke</i>
+ 12,66	c	
+ 17,68	d	
+ 23,52	e	
+ 22,66	f	
+ 29,06	g	
+ 33,94	h	
+ 39,87	i	
+ 40,93	k	



Längen- und Winkelmessungen ist bereits auf den S. 17 und 50/51 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 herabzu-

drücken. Das ergibt bei 40° Einfallen einen Höhenfehler von 8 bis 15 mm, bleibt also innerhalb der für Gegenortsangaben vorgeschriebenen Größe von $\frac{1}{5000}$ der 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 diese einzelnen Meßverfahren eingehen, sollen zunächst die hierfür benutzten Instrumente besprochen werden.

88. 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 söhliche Visierlinie und kann nun an lot-

recht 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 Messingrohren mit festem Fuß eingelassen. Diese Messingrohre tragen Zentimeterteilungen und am unteren Ende verschließbare Hähne, die durch einen 20 bis 30 m langen Gummischlauch miteinander verbunden sind,

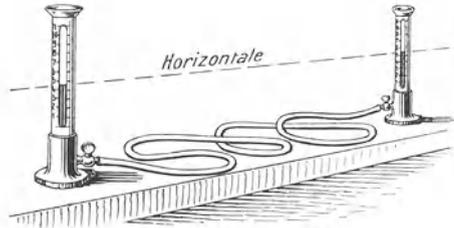


Abb. 89. Schlauchwaage.

Werden die beim Transport geschlossenen Hähne nach Aufstellung der Messingzylinder an den Beobachtungspunkten geöffnet, so bildet die Oberfläche der eingefüllten Flüssigkeit in beiden Glaszylindern eine Horizontale. Man erhält daher aus dem Unterschied der Able-
sungen an den Zentimeterteilungen den Höhenunterschied der beiden Punkte. Allerdings muß man mit dem Ablesen etwas 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 Schiefen von Mauersockeln, von Zimmerfußböden und ähnlichem mit Vorteil verwendet.

89. Staffelzeug. Für die Bestimmung der Höhenunterschiede an Böschungen, also bei Querprofilaufnahmen im Gelände, benutzt man häufig zwei 3 bis 4 m lange, geteilte 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

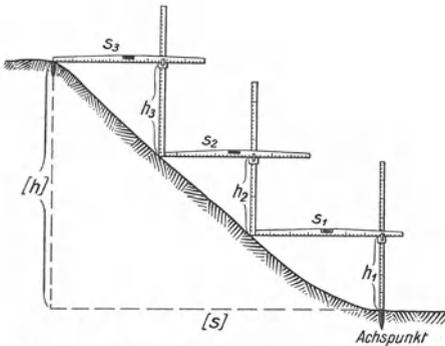


Abb. 90. Aufnahme eines Querprofils mit Staffelzeug.

angibt, während man die sölhliche Entfernung an der waagerechten Latte ablesen kann, Abb. 90.

90. Nivellierinstrumente. Das wichtigste und vollkommenste Instrument für die geometrische Höhenmessung ist das Nivellierinstrument, das in Verbindung mit einem Stativ und einer Nivellierlatte die Bestimmung von Höhenunterschieden am genauesten zuläßt. Die Hauptteile eines Nivellierinstrumentes sind die Röhrenlibelle, mit der die Waagerechte hergestellt, und das Zielfernrohr, mit dem diese Waagerechte auf die Latte übertragen wird. Die lotrechte, konische oder zylind-

drische Umdrehungsachse des Instrumentes ruht in der Hülse eines Dreifußes, dessen Stellschrauben in Spitzen oder Platten enden. In der Regel sind auch eine Klemmschraube mit Feinbewegung zum Einstellen

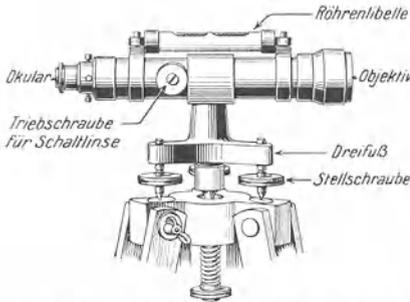


Abb. 91. Nivellierinstrument mit fest verbundenen Teilen von Fennel.

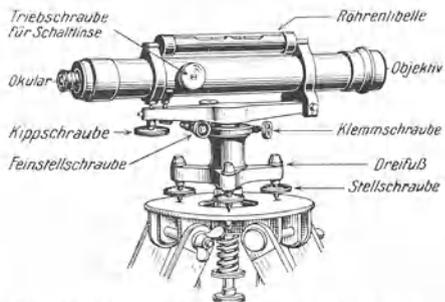


Abb. 92. Nivellierinstrument mit kippbarem Fernrohr von Fennel.

des Fernrohrs auf die Latte und eine Dosenlibelle zur genäherten Horizontalstellung des Instrumentes angebracht.

Man unterscheidet im wesentlichen 3 Instrumententypen:

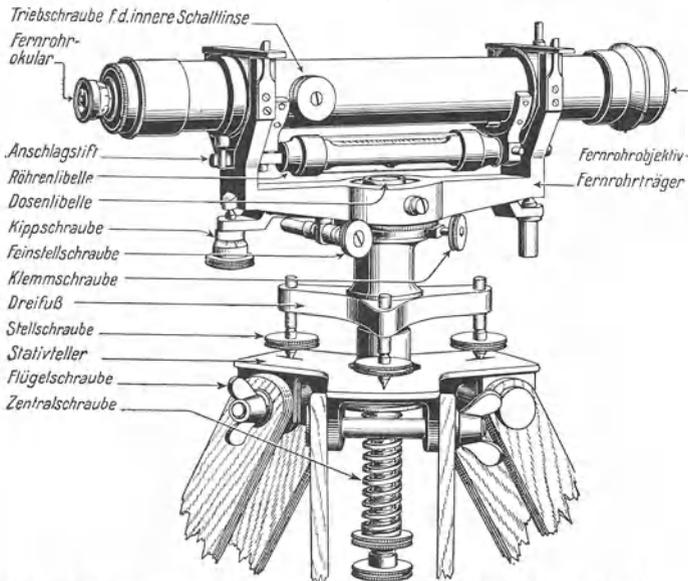


Abb. 93. Nivellierinstrument mit drehbarem Fernrohr, Wendelibelle und Kippschraube von Fennel.

1. Nivellierinstrumente mit fest verbundenen Teilen, Abb. 91, bei denen Libelle, Fernrohr und Umdrehungsachse starr miteinander verbunden sind.

2. Nivellierinstrumente mit kippbarem Fernrohr, Abb. 92, die am Fernrohrträger eine Kippschraube besitzen, welche die Feinbewegung des Fernrohrs mit der Libelle in der Vertikalebene um geringe Beträge zuläßt und

3. Nivellierinstrumente mit drehbarem Fernrohr und Wendelibelle, Abb. 93 und 94, bei denen eine Drehung des Fernrohrs mit

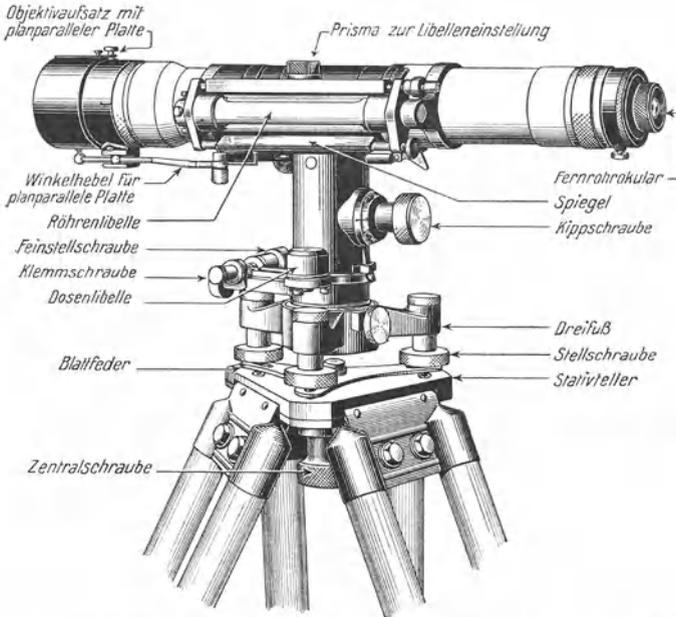


Abb. 94. Nivellierinstrument Zeiß III mit drehbarem Fernrohr, Wendelibelle, Kippschraube und planparalleler Glasplatte.

Libelle um die Längsachse möglich und meist auch eine Kippschraube, die als Meßschraube ausgebildet sein kann, vorhanden ist.

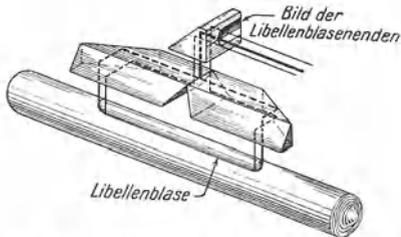


Abb. 95. Strahlengang im Prismensystem von Zeiß zum Einstellen der Libelle.

Die Leistungsfähigkeit eines Nivellierinstrumentes hängt nicht allein von der Bauart, sondern wesentlich von der Empfindlichkeit der Libelle und den optischen Eigenschaften des Fernrohrs ab. Im allgemeinen werden jedoch die Instrumente mit fest verbundenen Teilen für einfache Nivellements gebraucht, während die Instrumente mit drehbarem Fernrohr, Wendelibelle und Kippschraube für Feinmessungen vorgesehen sind.

Für Arbeiten geringerer Genauigkeit wählt man Instrumente mit Libellenempfindlichkeiten von 60'' bis 30'' je 2 mm Teilungseinheit und mit 10- bis 20facher Fernrohrvergrößerung. Für alle technischen Nivellements über Tage und auch für Grubenmessungen aller Art reichen Instrumente mit 30'' bis 15'' Empfindlichkeit der Libelle und 20- bis 30facher Fernrohrvergrößerung völlig aus und nur bei grundlegenden Feinnivellements wird man Instrumente mit 10'' bis 5'

Libellenempfindlichkeit und 30- bis 45facher Fernrohrvergrößerung benötigen.

Mittels besonderer Einrichtungen, die die Beobachtung der Röhrenlibelle vom Fernrohrokular aus zulassen, hat man die Einstellung oder Ablesung dieser Libellen erleichtert und verbessert. Neben verstellbaren, einfachen Spiegeln werden hierzu Spiegel- und Prismensysteme, zum Teil mit Linsen, benutzt, die ein vergrößertes Bild der Libellenblase neben oder im Okular des Fernrohrs erzeugen — s. Abb. 97 — oder aber das Aufeinandereinstellen der halben Blasen ermöglichen, Abb. 95.

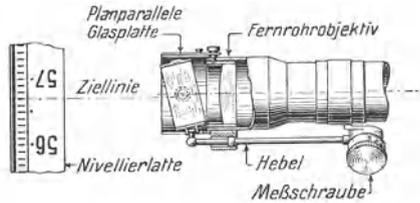
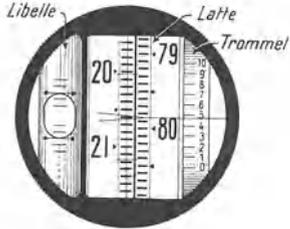


Abb. 96. Planparallele Platte und Meßschraube von Zeiß.

Zwecks Steigerung der Ablesegenauigkeit an den Nivellierlatten mit Stricheinteilung sind Vorrichtungen zur optischen Parallelverschiebung der Ziellinie geschaffen worden. Das Schätzen der Unterteile an der Latte wird hierbei durch scharfes Einstellen eines keilförmigen Querstrichs im Fadenkreuz des Fernrohrs auf den nächstgelegenen Teilstrich der Latte ersetzt, s. Abb. 97. Die Verschiebung der Ziellinie erfolgt bei den Zeißschen Nivellierinstrumenten II und III, beim Wildschen Präzisions-Nivellierinstrument sowie beim Fennelschen Feinnivellierinstrument mittels einer, vor dem Fernrohrobjektiv angebrachten, planparallelen Glasplatte, die durch eine Meßschraube oder Einstellscheibe unter Vermittlung eines Winkelhebels gedreht wird, Abb. 96. Die auf $\frac{1}{20}$ mm erfolgenden Ablesungen an der Meßschraube bei den Zeißschen und Wildschen Instrumenten, an einer im Fernrohrokular sichtbaren Trommel bei dem Fennelschen Feinnivellierinstrument — Abb. 97 — werden der Lattenablesung angehängt.



Ablesung: 2,0648

Abb. 97. Libellen- und Keilstrich-einstellung sowie Feinablesung im Gesichtsfeld eines Feinnivellierinstrumentes von Fennel.

Bei Breithaupt'schen Präzisions-Nivellierinstrumenten befindet sich die planparallele Glasplatte im Innern des Fernrohrs. Beim Drehen dieser Platte wird durch eine Schraube mit Schneckengewinde ein Hebel mitbewegt, an dessen Ende, dicht vor dem Strichkreuz, ein Horizontalfaden angebracht ist, der den zehnfachen Betrag der Verschiebung der Ziellinie an der Lattenteilung anzeigt, Abb. 98.

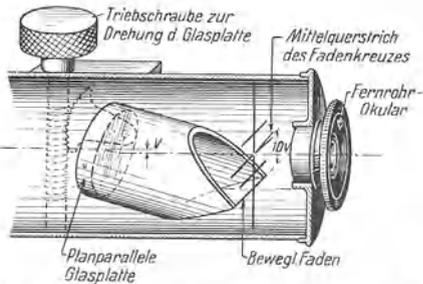


Abb. 98. Einrichtung der Feinablesung beim Präzisions-Nivellierinstrument von Breithaupt.

Die Nivellierinstrumente bleiben, im Gegensatz zu den Theodoliten, während des Gebrauchs auch beim Transport mit den Stativen verbunden, nur bei lose 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 andern Standort annähernd in der Gebrauchsstellung, also aufrecht getragen werden.

91. 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 die 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 mit diesen beiden Stellschrauben zum Einspielen. Darauf wird das Fernrohr um 90° gedreht und der Libellenausschlag jetzt mit der dritten Dreifußstellschraube beseitigt. Das Verfahren der Libelleneinstellung ist so lange zu wiederholen, bis die Libelle beim Drehen des Fernrohrs um die Instrumentenstehachse nicht mehr wesentlich ausschlägt.

Weist das Instrument eine Dosenlibelle auf, so läßt man diese bei beliebiger Stellung des Fernrohrs durch abwechselndes Drehen an den drei Stellschrauben des Dreifußes einspielen. Die Blase der Röhrenlibelle wird hierbei erst nach dem Anzielen der Latte mit einer in Richtung des Fernrohrs befindlichen Fußschraube in die genaue Mittellage gebracht.

Bei Instrumenten mit Kippschraube, die immer eine Dosenlibelle zur genäherten Horizontalstellung besitzen, wird die Feineinstellung der Röhrenlibelle nur durch Drehen dieser Kippschraube bewirkt.

92. Prüfung und Berichtigung der Nivellierinstrumente. Um mit einem Nivellierinstrument den Höhenunterschied von zwei beliebig gelegenen Zielpunkten 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 Stehachse. Die rechtwinklige Lage von Röhrenlibellenachse und Stehachse bei Instrumenten ohne Kippschraube oder Dosenlibellenachse und Stehachse bei Instrumenten mit Kippschraube prüft man dadurch, daß man nach scharfer Einstellung der

Libellenblase das Fernrohr um 180° 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.

3. Zielachse Libellenachse. Die Hauptforderung der parallelen Lage von Ziel- und Libellenachse kann bei allen Instrumenten durch Nivellement aus der Mitte und aus einem Endpunkte 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. 99. Der Unterschied der Ablesungen, $r_1 - v_1$, 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

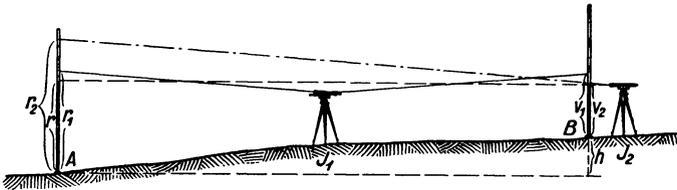


Abb. 99. Nivellement aus der Mitte und aus einem Endpunkt.

gleich h , so läßt sich die Sollablesung r aus dem Höhenunterschied h und der fast fehlerlosen Ablesung v_2 errechnen zu $r = v_2 + h$. Auf diese Sollablesung r muß die Zielachse des Fernrohrs gerichtet werden, und zwar geschieht das bei Instrumenten mit festverbundenen 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 würde man in gleicher Weise, und zwar an der Libelle, berichtigen können. Da mit diesen Instrumenten aber vielfach in 2 Lagen — vor und nach der Drehung um die Längsachse des Fernrohrs — beobachtet werden soll, so wendet man zweckmäßigerweise ein anderes Verfahren an, bei dem die ganze Prüfung von einem Standpunkt aus vorgenommen wird. Zunächst prüft man hierbei die zentrische Lage der Zielachse zu den Lageringen des Fernrohrs durch Anzielen eines scharf begrenzten Punktes in der ersten Fernrohrlage und Drehen des Fernrohrs in die zweite Lage. Eine jetzt bemerkbare Abweichung von dem Zielpunkt ist zur Hälfte durch Verstellen des Fadenkreuzrahmens zu berichtigen, während die andere Hälfte mit der Kippschraube und der seitlichen Feinstellschraube des Instrumentes nachgestellt wird. Die nun weiter erforderliche Prüfung der Parallelität von Zielachse und Ringachse des Fernrohrs läßt sich, sofern der Ausschlag 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 Fernrohrs um seine Längsachse zeigt, zur Hälfte mit der vertikalen Berichtigungsschraube der Libelle, zur Hälfte wieder mit der Kippschraube beseitigt. Tritt nach dieser Berichtigung in den Zwischenlagen, z. B. nach einer Viertelumdrehung des Fernrohrs, noch ein Kreuzungsfehler auf, so schafft man diesen mit den seitlichen Berichtigungsschrauben der Libelle ganz fort.

Wild hat zwecks Vereinfachung der Prüfung vor etwa 2 Jahrzehnten Nivellierinstrumente mit doppelter Zielachse eingeführt, bei denen durch 2 Strichkreuze und ein umsteckbares Okular Zielungen in Gegenrichtungen möglich sind. Diese Einrichtung ist jedoch bei den Nivellier-

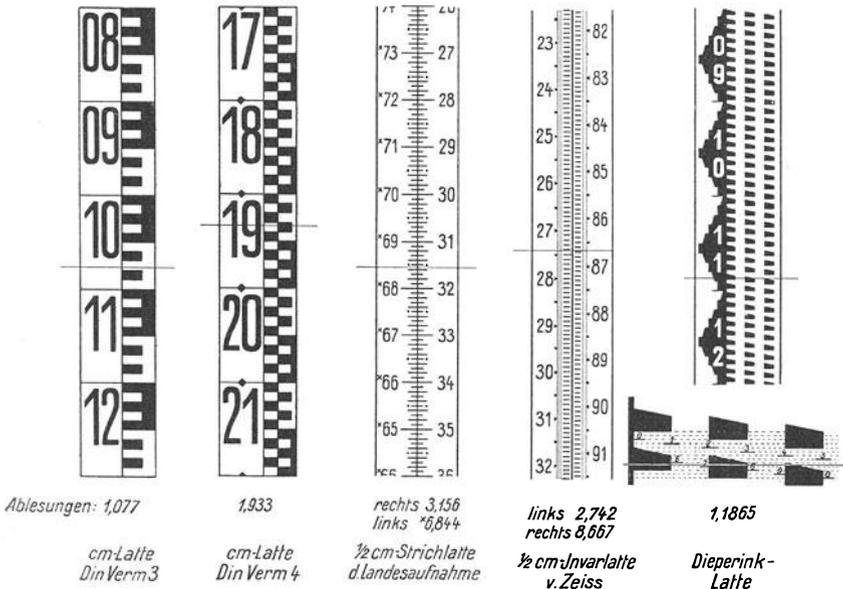


Abb. 100. Nivellierlattenteilungen im Fernrohrgesichtsfeld.

instrumenten der Firma Wild und auch beim neuen Zeißschen Nivellierinstrument II schon wieder aufgegeben worden.

93. Nivellierlatten. Als Ablesemaßstäbe bei geometrischen Höhenmessungen werden zur Bestimmung der lotrechten Abstände der Punkte von der waagerechten Ziellinie Nivellierlatten gebraucht, Abb. 100.

Über Tage sind die aus Holz gefertigten, oben und unten mit eisernen Kappen beschlagenen Latten 3, 4 oder 5 m lang und meist mit 2 Handgriffen sowie einer Dosenlibelle zur Lotrechtstellung versehen. Bei Feinmessungen wird durch seitliche Stützen die Standsicherheit der Latte erhöht. Soweit nicht Festpunkte zum Aufhalten der Latte in Frage kommen, verwendet man eine besondere Unterlagsplatte, die in den Boden eingetreten wird. Die Latteneinteilung und -bezifferung ist sehr verschieden. Neben den gewöhnlichen Zentimeter-Felderteilungen werden für Feinmessungen vielfach zwei nebeneinander liegende, aber gegeneinander verschobene Halbzentimeter-Strichteilungen benutzt, die

zur Herabsetzung des Temperatureinflusses und besonders zur Ausschaltung der Feuchtigkeitseinwirkung auf einer Invarbandeinlage angebracht sind. Auch Teilungen nach der bei Transversalmaßstäben üblichen Art sind im Gebrauch, z. B. bei der Dieperinklatte. Als Wendelatten bezeichnet man solche, die auf der Vorder- und Rückseite entweder um ein bestimmtes Maß gegeneinander verschobene oder einander dekadisch ergänzende Teilungen tragen. Neben den festen Latten hat man auch zusammenklappbare und zusammenlegbare Nivellierlatten. Neuerdings werden von den Firmen Breithaupt und Dennert & Pape für technische Nivellements Klapplatten hergestellt, die eine feste und eine, in der Gegenrichtung bezifferte, verschiebbare Teilung tragen, wodurch es ermöglicht wird, nach Einstellung der Anschlußhöhe für jeden Instrumentenstand auch die Höhenzahlen der Geländepunkte auf cm an der verschiebbaren Teilung abzulesen, Abb. 101.

Die Bezifferung der Nivellierlattenteilungen steht auf dem Kopfe, so daß im Gesichtsfeld das aufrechte Bild der Teilung erscheint. Bei neueren Felderteilungen befinden sich die Zahlen innerhalb des zugehörigen Dezimeterbereichs, bei Strichteilungen neben dem Anfangsstrich des Dezimeters oder Halbdezimeters. Die Teilung der Feinnivellierlatten muß vor der Ausführung größerer Messungen mit geeichten Kontrollmaßen geprüft werden.

In der Grube verwendet man 1½ m lange, mit Zentimeterfelderteilung versehene Nivellierlatten aus Holz oder Glas.

Ausführung und Berechnung geometrischer Höhenmessungen.

94. 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 tektonischer 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

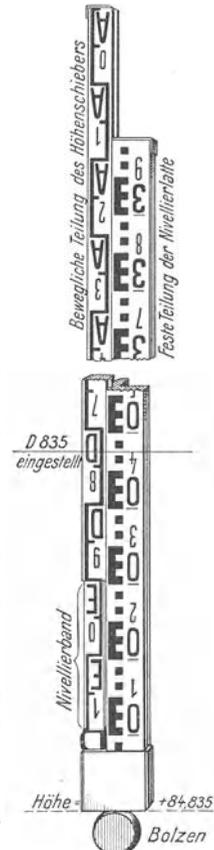


Abb. 101. Lippelatte von Dennert & Pape zur unmittelbaren Ablesung von Höhenzahlen.

möglich sein. Man muß vielmehr durchweg absatzweise mit der Messung 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. 102 die Mauerbolzen B_2 bis B_6 an den der Höhe nach bekannten Mauerbolzen B_1 mit einem einfachen Nivellierinstrument angeschlossen werden, 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 Fadenkreuzes auf Millimeter genau ab und trägt diesen Wert als erste Rückwärtsablesung r_1 in das

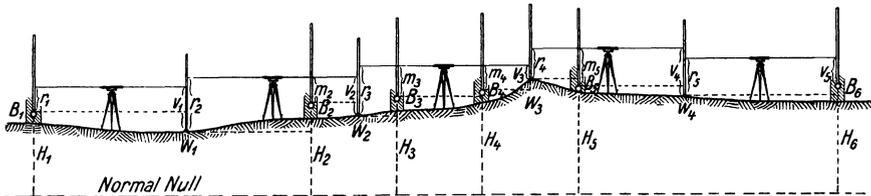
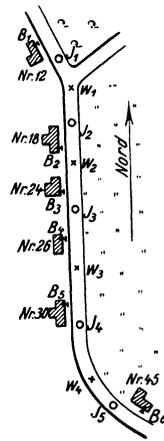


Abb. 102. Zusammengesetztes Festpunktnivellement.

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. Die Differenz $r_1 - v_1$ ist möglichst gleich im Felde zu berechnen, und je nachdem, ob sie 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 Zwischen- oder Mittelablesungen des Formulars ein. Dann erst wird die Latte auf dem wieder durch die Unterlagsplatte bezeichneten zweiten

Beispiel für ein Festpunktnivellement.
30. Juni 1931, vorm. Bochum, Wiesental.

Punkt	Lattenablesungen			Steigen (+) m	Fallen (-) m	Höhe bezogen auf N. N. m	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-Felderteilung. 
W ₁			1,435	0,667	+ 94,158	W ₁		
B ₂	1,604	0,653		0,951	+ 95,109	B ₂		
W ₂			1,047	0,394	+ 94,715	W ₂		
B ₃	1,812	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		
B ₅	1,075	1,128		0,053	+ 95,623	B ₅		
W ₄			1,410	0,282	+ 95,341	W ₄		
B ₆	2,103		1,678	0,425	+ 95,766	B ₆		
[r] = 7,362 [v] = 6,421			2,337	1,396	+ 94,825			
[r] - [v] = + 0,941			[h] = + 0,941		+ 0,941			
					= H ₆ - H ₁			

Wechsellpunkt aufgehalten 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 Einzeldifferenzen, 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 Teildifferenzen $r_3 - m_3$, $m_3 - m_4$ 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 aufgehaltenen Latte ausgeführt wird.

Eine Rechenprobe für die Differenzenbildung ergibt sich, wenn man die Summe aller Vorwärtsablesungen [v] von der Summe aller Rückwärts-

ablesungen $[r]$ 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 richtigtem 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 Hauptsache von der Leistungsfähigkeit des Fernrohrs 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.

Durch Nivellieren mit doppelten Wechsellpunkten oder mit Wendelatten bzw. mit 2 Teilungen auf einer Lattenseite können die Lattenablesungen geprüft werden, während der Stand der Libellenblase durch wiederholtes Einspielenlassen vor jeder Lattenablesung kontrolliert wird.

Für Feinnivellements sind zur Steigerung der Genauigkeit die besonderen Einrichtungen des Instrumentes, wie Beobachtung in 2 Fernrohren oder Einstellung auf einen Lattenstrich und Messung des Überschusses, heranzuziehen.

Bei umfangreichen Nivellements verwendet man vielfach zur Beschleunigung des Arbeitsvorganges zwei Latten.

Festpunktnivellements in der Grube entsprechen denjenigen über Tage, nur braucht man für die Wechsellpunkte keine Unterlagsplatten, da die Latte gewöhnlich auf den Schienen der Förderbahn an den durch Kreidestriche gekennzeichneten Punkten jeweils für Vor- und Rückwärtsablesung aufgehalten 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. Es ist jedoch zu beachten, daß die so gemachten Ablesungen mit negativen Vorzeichen in die Rechnung einzusetzen sind, und daß bei Hängelatten ge-

gebenfalls die Länge des Aufhängehakens berücksichtigt werden muß. Gleichlange Zielweiten lassen sich unter Tage wegen des unregelmäßigen Verlaufs der Strecken nicht immer einhalten.

95. 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 Bauwerks 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. 148.

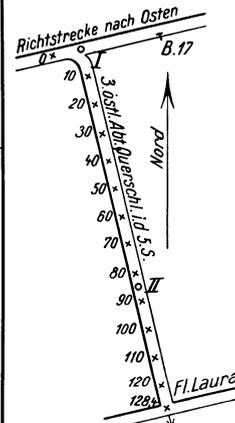
Die Ermittlung der Höhenunterschiede entspricht im wesentlichen dem beim Festpunktnivellement beschriebenen Meßvorgang. In Einzelfällen kann die Kenntnis der Meereshöhen belanglos sein und für den Anfangspunkt der eingeteilten Strecke eine beliebige Höhenlage angenommen werden. Allgemein wird man aber 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 Wechselpunkte 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, zweckmäßig eine etwas bequemere Berechnungsart für die Feststellung der Höhen an. Durch Addition der Rückwärtsablesung zur Höhe des Anfangs- oder Wechselpunktes erhält man die Höhe der Ziellinie oder den „Horizont“ des betreffenden Instrumentenstandpunktes und durch Subtraktion aller bei dieser Aufstellung gemachten weiteren Ablesungen von diesem Horizont die Höhenzahlen der zugehörigen Punkte, Abb. 103. 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.

Sind neben den Unterlagen für Längenprofile über Tage auch Querprofile aufzunehmen, so kann diese Aufnahme im ebenen Gelände mit

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	} W		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	
	[r] — [v] = + 0,027				[h] = + 0,027		

Nivellierinstrument und Latte erfolgen, nachdem vorher die Lage der zu bestimmenden Geländepunkte durch Längenmessung von der Achse

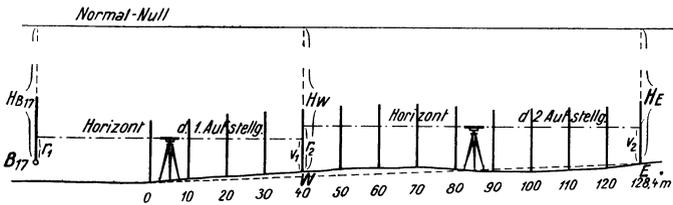


Abb. 103. Längennivellement.

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. 104. Bei stärkerer Querneigung des Geländes

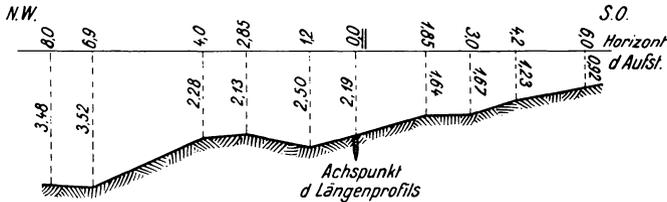


Abb. 104. Aufnahme eines Querprofils mit dem Nivellierinstrument.

wird zweckmäßigerweise das auf S. 110 beschriebene Staffelzeug für die Aufnahme der Querprofile benutzt.

96. 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 verflocht und durch Längenmessung in zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen der Lage nach bestimmt werden. Die Maschenweite und damit die Punktdistanz 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.

97. 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 ± 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 noch größere Fehler zulässig. Die amtlichen preußischen Vorschriften verlangen für gewöhnliche Grubennivellements nur eine Genauigkeit von $\frac{1}{20000}$ der Länge, das ist 50 mm auf 1 km, für Durchschlags-

angaben die Hälfte, also 25 mm je Kilometer nivellierter Streckenlänge.

98. Grundlegende Höhenmessungen über Tage. Bei Besprechung der vom Reichsamt für Landesaufnahme ausgeführten Dreiecksmessungen — s. S. 95/96 — wurde schon erwähnt, daß in Verbindung mit diesen Messungen auch die Höhen der Dreieckspunkte, und zwar auf trigonometrischem Wege, ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Höhenmessungen, die nur eine Punktgenauigkeit von 5 bis 10 cm gewährleisten, 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 (H. M.) und alle 5 km als Mauerbolzen (M. B.) an festen Gebäuden sowie alle 2 km als Nummerbolzen (N. B.) an besonderen Granitpfeilern eingelassen sind. Insgesamt wurden so auf den Hauptstraßenzügen in Preußen 16000 km, zum Teil schon wiederholt nivelliert und ungefähr 1500 Höhenmarken, 3000 Mauerbolzen und 8300 Nummerbolzen der Höhe nach festgelegt.

Ausgangspunkt für alle Höhenmessungen in Preußen ist der Normalhöhenpunkt (N. H.) von 1912, der an Stelle des früher an der alten Berliner Sternwarte angebrachten Normalhöhenpunktes etwa 40 km östlich von Berlin in sicherem Untergrunde durch einen Granitpfeiler unterirdisch vermarktet worden ist. Vier gleichartige Kontrollpunkte in der Nachbarschaft ermöglichen die regelmäßige Prüfung der unveränderten Lage dieses Punktes. Die Höhenzahlen sind auf den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels — Normal-Nullpunkt — bezogen. Außer dem Normalhöhenpunkt wurden im letzten anderthalb Jahrzehnt vom Reichsamt für Landesaufnahme in den verschiedenen Landesteilen, etwa 200 bis 400 km voneinander entfernt, sichere, unterirdisch vermarkte Landes-Nivellements-Hauptpunkte (L. N. H.) geschaffen, von denen aus auch Wiederholungen der Nivellementsnetze der Landesaufnahme vorgenommen werden können.

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. So wurde zuletzt im Jahre 1921 die um und teilweise durch den rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk führende Nivellementsschleife — s. Abb. 105 — neu gemessen. In Niederschlesien wurde 1925 und in Deutsch-Oberschlesien 1927 ein Wiederholungsnivellement vorgenommen.

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, neuerdings in Gemeinschaftsarbeit der Zechen, Städte und Entwässerungsgenossenschaften, Leitnivellements durchgeführt, die ein genügend dichtes Netz von Höhenfestpunkten für den Anschluß der Bodensenkungs Nivellements und aller weitergehenden geometrischen Höhenmessungen abgeben sollen. Diese Leitnivellements werden als Feinhöhenmessungen in den durch die Nivellementsschleife der Landesaufnahme bestimmten

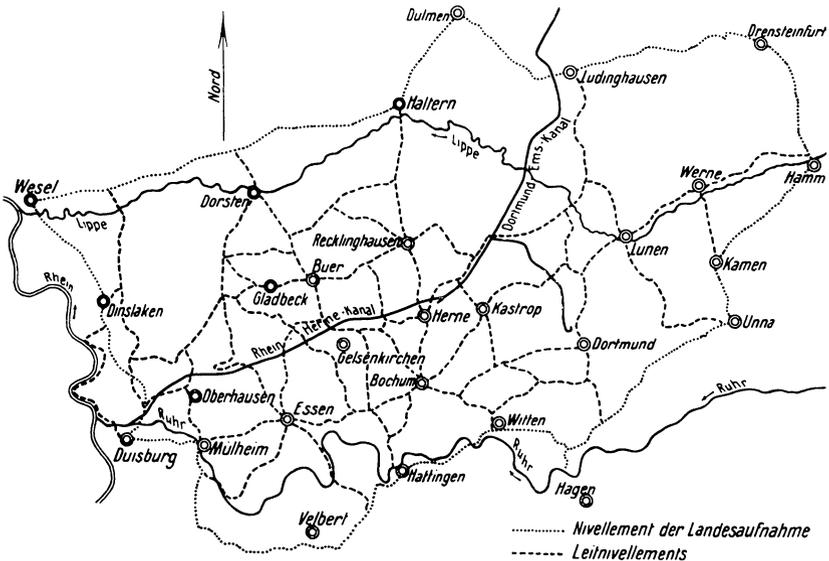


Abb. 105. Leitnivellements im rheinisch-westfälischen Bergbaubezirk (nach Pohlschmidt).

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 Bergschädenstreitfällen die früher zwischen den beteiligten Parteien häufig auftretenden Widersprüche in den Höhenzahlen gleicher Nivellements Ausgangspunkte beseitigt. Abb. 105 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 ± 1 mm wurde nur selten etwas überschritten.

In diesem Zusammenhange seien hier noch die vom Reichsamt für

Landesaufnahme auf Anregung der Preußischen Geologischen Landesanstalt eingerichteten Linien für geologische Zwecke erwähnt, an denen durch regelmäßig wiederholtes Einnivellieren unterirdisch vermarkter Punkte etwaige tektonische Bewegungen der Erdoberfläche festgestellt werden sollen. Eine solche Linie verläuft z. B. nördlich des Ruhrbezirks von Haltern über Wesel, Strahlen nach Dammerbruch, wo sie an eine für gleiche Zwecke geschaffene, niederländische Linie anschließt.

Tachymetermessungen.

Unter Tachymetrie oder Schnellmessung versteht man ein Meßverfahren, bei dem Lage und Höhe der einzelnen Geländepunkte von

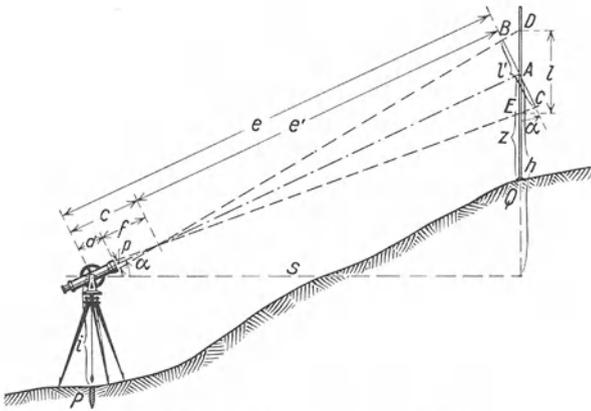


Abb. 106. Fadenentfernungsmessung.

Dreiecks- oder Polygonpunkten aus durch gleichzeitige Messung der Brechung- und Neigungswinkel sowie der Entfernungen ermittelt werden. Die Schnelligkeit des Verfahrens liegt in der Messung der Entfernungen, die man nicht unmittelbar mit einem Längenmeßgerät, sondern mittelbar auf opti-

ischem Wege bestimmt. Von den Instrumentenstandpunkten müssen außer den Koordinaten auch die Höhenzahlen bekannt sein.

99. Optische Entfernungsmessung. Die mittelbare Bestimmung einer Länge erfolgt meist unter Zuhilfenahme einer geteilten Latte im Zielpunkt und eines entfernungsmessenden Fadenkreuzes oder einer Tangentschraube am Meßinstrument. Neuerdings wendet man auch vielfach die Doppelbildentfernungsmessung an, bei der außer der Latte im Zielpunkt ein Prisma vor dem Objektiv des Meßfernrohrs angebracht wird.

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. 28, Abb. 35 —, 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. 106 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, α 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

$$e = c + k \cdot l \cdot \cos \alpha.$$

Um für die geometrische Darstellung die söhliche Projektion s und die seitige 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

$$\begin{array}{l} s = (c + k \cdot l) \cdot \cos^2 \alpha \\ h = (c + k \cdot l) \cdot \frac{1}{2} \sin 2\alpha \end{array}$$

berechnet, deren Werte unmittelbar aus besonderen Tachymetertafeln, z. B. von Jordan oder Reger, zu entnehmen sind.

Der Abstand h ist gleich dem Höhenunterschied der Bodenpunkte P und Q , wenn die Instrumentenhöhe i und die mittlere Zielhöhe z gleich sind. Andernfalls muß zur Errechnung dieses Höhenunterschiedes $h + i - z$ gebildet werden, s. Beispiel S. 134/135.

2. Entfernungsmessung mittels einer Tangentenschraube. 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. Aus der Länge des Hebels, der Ganghöhe der Schraube, der Anzahl der Schraubenumdrehungen und dem Lattenabschnitt ergibt sich sofort die söhliche Entfernung.

In Abb. 107 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 söhliche 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

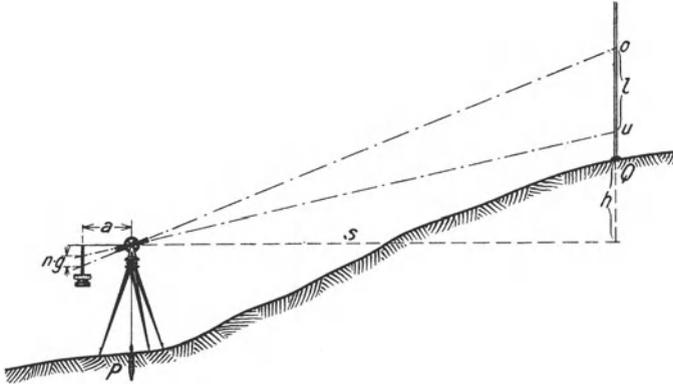


Abb. 107. Entfernungsmessung mit der Tangentenschraube.

dem einen Falle l , im andern n auch noch als konstanter Wert eingesetzt werden kann.

3. Doppelbildentfernungsmessung. Bringt man vor dem Objektiv eines Theodolitfernrohrs ein Glasprisma an, so daß ein Teil der Lichtstrahlen um einen kleinen, konstanten Winkel abgelenkt wird, dann

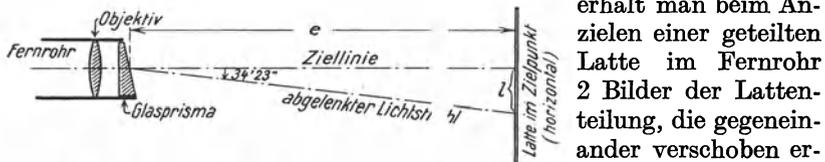


Abb. 108. Doppelbildentfernungsmessung. Grundriß.

erhält man beim Anzielen einer geteilten Latte im Fernrohr 2 Bilder der Latten-
teilung, die gegeneinander verschoben erscheinen. Der Betrag dieser Verschiebung
gibt ein Maß für die Entfernung vom Instrument bis zur Latte. In
Abb. 108 ist ein keilförmiges Prisma angenommen, durch das eine Ablenkung von $34' 23''$ erzeugt wird. Da

$$e = \frac{l}{\text{tg } 34' 23''} \quad \text{und} \quad \text{tg } 34' 23'' = 0,01$$

ist, so ergibt sich $e = 100 \cdot l$.

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 auf einem besonderen Stativ während der Messung waagrecht und rechtwinklig zur Ziellinie aufgestellt. 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. 131, Abb. 113 b. Durch Vorschalten planparalleler Glasplatten kann, wie bei einzelnen Instrumenten noch gezeigt wird, eine weitere Verfeinerung der Messung erzielt werden.

100. Sonderinstrumente für Fadentachymetrie. Neben den mit Doppelfäden oder Tangenschraube ausgerüsteten Theodoliten, die man auch wohl als Tachymetertheodolite bezeichnet, sind eine Reihe von Sonderinstrumenten konstruiert worden, bei denen die sölhigen und seigeren 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 sölhigen 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 sölhige und seigere Entfernung mittels besonderer Projektionseinrichtungen am Instrument ermittelt.

Tachymeter und Topometer von Hammer-Fennel. Diese Instrumente, von denen das erstere mit Teilkreis — Abb. 109 —, das letztere mit runder Zeichenplatte ausgerüstet ist, tragen über der Kippachse anstatt des Höhenkreises ein feststehendes Glasplättchen mit einem in Abb. 110 wiedergegebenen Diagramm, in dem Kurven für die mit wechselnder Neigung veränderliche sölhige und seigere Projektion des Lattenabschnittes eingetragen sind. Durch Prismen und eine Linse wird dieses Kurvenbild in die linke Sehfeldhälfte des Okulars, wie

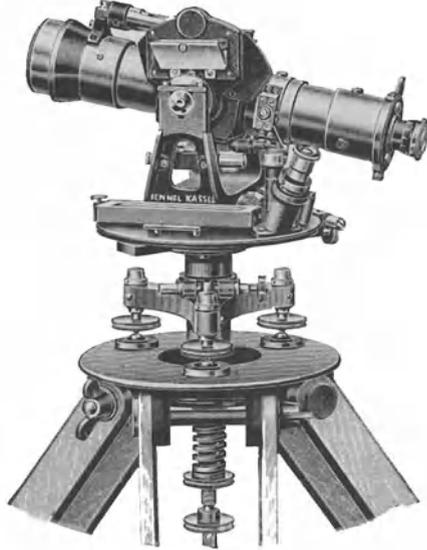


Abb 109. Tachymeter Hammer-Fennel.

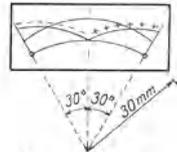


Abb. 110. Diagramm im Hammer-Fennel'schen Tachymeter.

Abb. 111 zeigt, übertragen. Der Horizontalstrich des Fadenkreuzes berührt auch beim Kippen des Fernrohrs immer einen Punkt der Null-

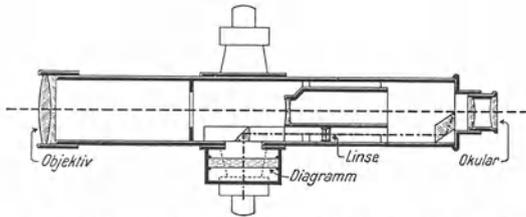


Abb. 111. Horizontalschnitt durch das Fernrohr des Hammer-Fennelschen Tachymeters.

kurve, 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, gemäß Abb. 112 abgelesen und für die söhlige Entfernung mit 100, für den Höhenunterschied, dessen Vorzeichen an der Kurve angeschrieben ist,



Abb. 112. Sehfelder des Hammer-Fennelschen Tachymeters.

mit 20 multipliziert. 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.

101. 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 Glaskoil von der in Abb. 113a wiedergegebenen 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. 113c. Die Ablesungen am Nullstrich des Latten-Nonius erfolgen auf 5 cm, Schätzung auf 2,5 cm.

2. Der Präzisionsdistanzmesser von Wild — Abb. 114 —, der als Aufsatzgerät zum Universaltheodolit dieser Firma hergestellt wird, verwendet 2 gegeneinander gestellte Prismen, die das Objektiv je zur Hälfte verdecken. Die Ablenkung durch jedes Prisma ist nur halb so groß wie beim einfachen Keil. Da sie aber nach rechts und nach links erfolgt, beträgt die Multiplikationskonstante wieder 100. Vor den Prismen befinden sich weiter 2, gleichzeitig nach verschiedenen Richtungen

drehbare, planparallele Platten, mit denen benachbarte Teilstriche der beiden Lattenbilder genau zur Deckung gebracht werden können. Die

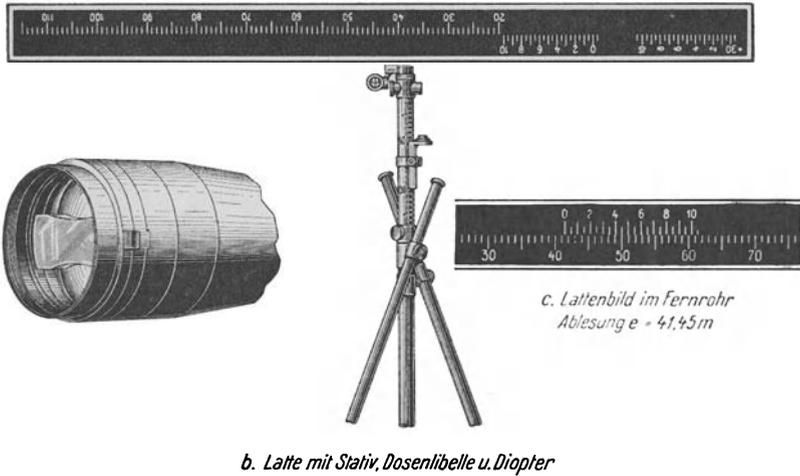


Abb. 113. Zusatzeinrichtungen für die Doppelbildentfernungsmessung (nach Hildebrand).

vollen Meter der Entfernung werden an der Latte, die Dezimeter und Zentimeter an der Trommel der Meßschraube, die zur Drehung der planparallelen Platten dient, abgelesen.

3. Breithaupts Doppelbildtachymeter — Abb. 115 — besitzt zwei drehbare Spiegelprismen von nahezu Rhomboederform. Durch die Drehung der Prismen wird ein Strich des Lattennonius 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.

4. Das Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß — Abb. 116 — ist ein Sonderinstrument, das vor dem unteren Teil des Fernrohrobjektivs zwei gleiche, kreisförmige Glaskeile trägt, die durch eine besondere Vorrichtung bei jedem Kippen des Fernrohrs gegeneinander gedreht werden. Dadurch erfährt der Ablenkungswinkel

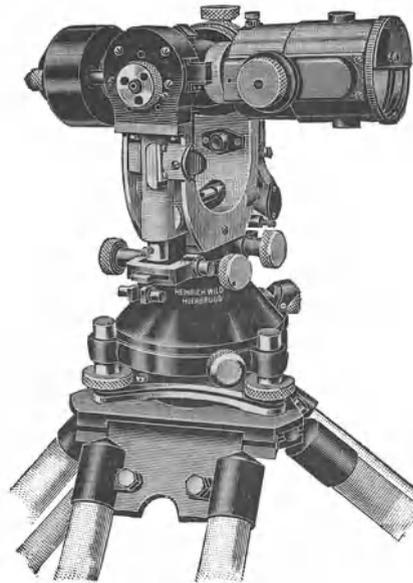


Abb. 114. Universaltheodolit mit Präzisionsdistanzmesser von Wild.

eine Veränderung mit der Neigung, und zwar nimmt er bei 0° bis 90° Nei-

gung von $34'23''$ bis $0'0''$ ab. Da diese Abnahme mit dem Kosinus des Neigungswinkels erfolgt, so erhält man gleich söhliche Entfernungen. Ein Rhomboederprisma zwischen Objektiv und Drehkeilen lenkt das durch die Keile gehende Strahlenbündel in das Fernrohr, Abb. 117. Vor dem oberen Teil des Objektivs ist eine drehbare, planparallele Glasplatte angebracht, die als optisches Mikrometer die genaue Deckung eines Noniusstriches mit einem Teilungsstrich der Latte herbeizuführen ermöglicht. An der in Doppelzentimeter eingeteilten Latte selbst liest man Meter und gerade Dezimeter, an der Trommelteilung der Bewegungs-

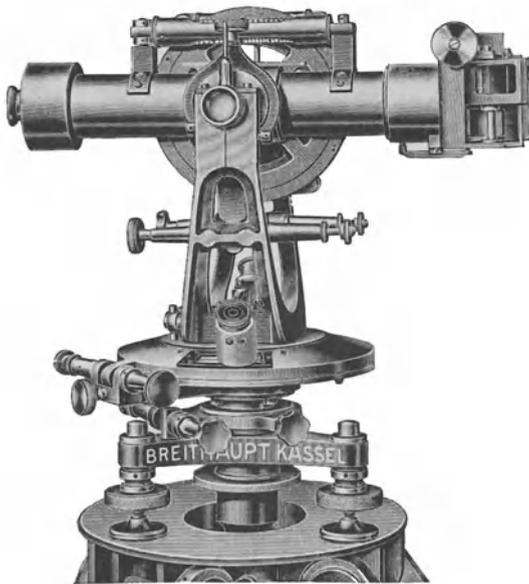


Abb. 115. Doppelbildtachymeter von Breithaupt.

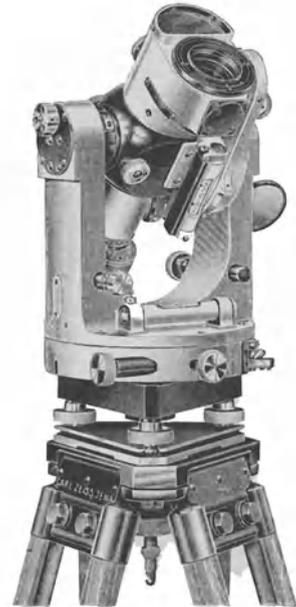


Abb. 116. Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiss.

schraube für die planparallele Platte Zentimeter ab. Die beiden mit roten und schwarzen Punkten bezeichneten Nonien werden in Verbindung mit den gleich gefärbten Teilungszahlen zur Messung von nahen oder weiten Entfernungen benutzt. Der Höhenkreis hat neben der Grad-einteilung noch eine Tangenteilung, deren Werte mit den söhlichen Entfernungen multipliziert gleich Höhenunterschiede ergeben.

102. 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.

Die Genauigkeit der Fadentachymetrie hängt im wesentlichen von der Genauigkeit der Bestimmung des Lattenabschnitts 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 söhligen Längen, und zwar kann man den Höhenfehler bei 100 m Entfernung zu etwa 1 dm veranschlagen. Wesentlich günstigere Ergebnisse erzielt man bei der Doppelbildentfernungsmessung, bei der Längen von 100 m auf einige Zentimeter genau bestimmt werden, so daß dieses Verfahren die gewöhnliche, unmittelbare Längenmessung mit Meßband oder Meßblatten vollwertig ersetzen kann.

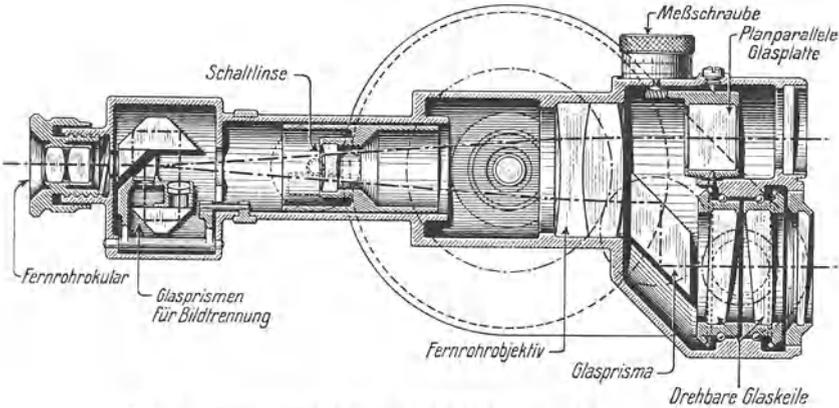


Abb. 117. Fernrohrschnitt zum Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß.

103. Anwendung der Tachymetrie. Die tachymetrische Aufnahme erfordert übersichtliches Gelände. Im Bergbau wird die Faden- und Schraubentachymetrie 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. 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.

104. Ausführung von Tachymeteraufnahmen. Bei der tachymetrischen Geländeaufnahme kommt es darauf an, neben den Eck- und Brechpunkten der Tagesgegenstände die Bodengestaltung vollständig und richtig zu erfassen. Daher muß auf ausreichende und zweckentsprechend ausgewählte Lattenstandpunkte im Gelände besonderer Wert gelegt werden. Die Instrumentenaufstellung erfolgt wie bei jedem Theodolit. Der Abstand der Kippachse des Instrumentes vom vermarkten Bodenpunkt ist zu messen und als Instrumentenhöhe einzusetzen. Beim Anzielen der Ausgangsrichtung — Dreiecks- oder Polygonecke — wird der

Beispiel einer Tachymeteraufnahme mit einem

Standpunkt	Zielpunkt	Lattenablesungen			Neigungswinkel α	Horizontalwinkel	Richtungswinkel	$c + k \cdot l$ [$c = 0,35 \text{ m}$] [$k = 100$]	Söhlige Länge $s = (c + k \cdot l) \cdot \cos^2 \alpha$
		unterer Faden u , oberer Faden o	Unterschied = lotrechter Lattenabschnitt $u - o = l$	Mittelfaden z					
P.M. 55 Instrumentenhöhe $i = 1,47 \text{ m}$	P.M. 54					0 00	253 09		
	1	u 1,240 o 1,162	0,078	1,200	— 0 15	82 11	335 20	8,15	8,15
	2	u 0,260 o 0,135	0,125	0,200	+ 9 32	80 23	333 32	12,85	12,48
	3	u 1,720 o 1,488	0,232	1,600	+ 25 00	77 42	330 51	23,55	19,34
	4	u 1,400 o 1,010	0,390	1,205	\pm 0 00	181 15	74 24	39,35	39,35

Zeiger am Grundkreis zweckmäßig entweder auf 0^0 oder auf den für diese Seite bekannten Richtungswinkel gestellt. Die Einstellung der Latte im Zielpunkt erfolgt beim Fadentachymeter so, daß der Vertikalstrich des Fadekreuzes die Lattenmitte deckt und der mittlere Horizontalstrich die Lattenteilung möglichst in Instrumentenhöhe schneidet. Dann stellt man im Fernrohr den unteren Querstrich auf den nächsten Teilungsstrich und liest gleichzeitig am oberen Querstrich ab. Schließlich werden noch am Grund- und Höhenkreis die Zeigerstellungen abgelesen.

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 Geländebeziehungen von der geforderten Genauigkeit, d. h. in erster Linie vom Maßstab der Auftragung ab. Bei größeren Maßstäben wird man nicht über 200 bis 250 m Zielweite hinausgehen. Infolge der Ungenauigkeit in der Entfernungsmessung genügt für die Richtungsbestimmung im allgemeinen einmalige Messung der Brechungswinkel und Ablesung an einem Zeiger.

Ist an einem der vorgenannten Instrumente statt des Grundkreises eine Zeichenplatte mit radialem Lineal vorhanden, wie z. B. beim Topometer Hammer-Fennel, so tritt an Stelle der Grundkreisablesung die Eintragung des Zielstrahles mit scharfem Bleistift oder gleich das Einstecken des Zielpunktes an dem mit Maßstabteilung versehenen Lineal nach Feststellung der söhligen Entfernung.

Bei der Messung der Entfernungen mit Doppelbildentfernungsmessern muß die waagrecht gestellte Latte mittels Diopter rechtwinklig

Fadentachymeter. 20. Mai 1931. Bochum, Wiesental.

Höhenunterschied $h = (c+k \cdot l) \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin 2\alpha$	$i - z$	$h + i - z$	Höhe über N. N.	Punkt	Bemerkungen und Handzeichnung.
\pm m	\pm m	\pm m	\pm m		
			+ 93,49	P.M. 55	Tachymetertheodolit Nr. 64941 von Hildebrand und 5 m Latte.
- 0,04	+ 0,27	+ 0,23	+ 93,72	1	
+ 2,10	+ 1,27	+ 3,37	+ 96,86	2	
+ 9,02	- 0,13	+ 8,89	+ 102,38	3	
-	+ 0,26	+ 0,26	+ 93,75	4	

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, wie die Abb. 113c zeigt, zusammen. Dann wird entweder am Nonius gleich abgelesen oder aber erst ein Strich dieses Nonius mit einem Teilstrich durch das optische Mikrometer zur Deckung gebracht und teils an der Latte, teils an der Meßschraube die Ablesung erhalten.

Als größte Zielweiten kommen bei den Doppelbildentfernungsmessern entsprechend 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 Messungen die Leistung nicht durch die zum Lattentransport von Punkt zu Punkt notwendige Zeit herabzumindern, verwendet man 2, mitunter auch 4 Latten, die abwechselnd auf den einzelnen Zielpunkten aufgestellt werden.

Lichtbildmessung oder Photogrammetrie.

Die Lichtbildmessung hat die Aufgabe, aus Lichtbildern — Photographien —, die nach den Gesetzen der Zentralperspektive aufgenommen worden sind, maßstäbliche, geometrische Bilder herzustellen, im Vermessungswesen insonderheit 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.

105. 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 neuerdings noch besondere Auswertegeräte geschaffen, die 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.

106. Luftbildmessung. Dieser neueste Zweig der Bildmessung ist praktisch für jedes Gelände anwendbar. Die Aufnahmen erfolgen mit

besonderen Meßkammern, die meist fest im Flugzeug eingebaut und als Reihenbildner für Platten oder Filmstreifen 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° bis 45° 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 Aufnahmestandpunkte 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 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 wesentlich kostspieliger 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 eingezeichnet sind, entnommen. Vereinzelt ergeben sie sich auch gleich aus den bei der Aufnahme vorgefundenen örtlichen Verhältnissen.

Absteckungsarbeiten über Tage.

107. 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. Kann die Einweisung dieser Zwischenpunkte von den Endpunkten aus nicht ohne weiteres erfolgen, so sind vorher durch allmähliches Einrücken, s. S. 14, einige in der Achse beliebig gelegene Hilfspunkte einzuschalten.

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 Winkeltrommel oder Theodolit 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 Fluchtstab 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 andern 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.

108. Kurvenabsteckungen. Aus der großen Zahl der 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 auf freiem Felde 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.

2. **Absteckung nach rechtwinkligen Koordinaten.** Aus Abb. 118 ergibt sich die Länge jeder der beiden an die Kurve gezogenen Tangenten zu

$$t = r \cdot \cotg \frac{\beta}{2} .$$

Man kann also den Anfangs- und Endpunkt der Kurve auch durch Absetzen dieser Längen vom Tangentenschnittpunkt in Richtung der beiden Achsen bestimmen. 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. 118 ist

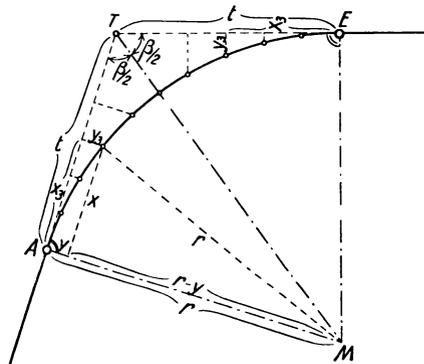
$$(r - y)^2 = r^2 - x^2$$

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 Overbeck, 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, s. Abb. 120.

Bei der Prismentrommel nach Decher — Abb. 119 — sind in einem zylindrischen, mit Kreisteilung versehenen Gehäuse zwei drei-

Abb. 118. Kurvenabsteckung nach rechtwinkligen Koordinaten.

seitige Winkelprismen 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

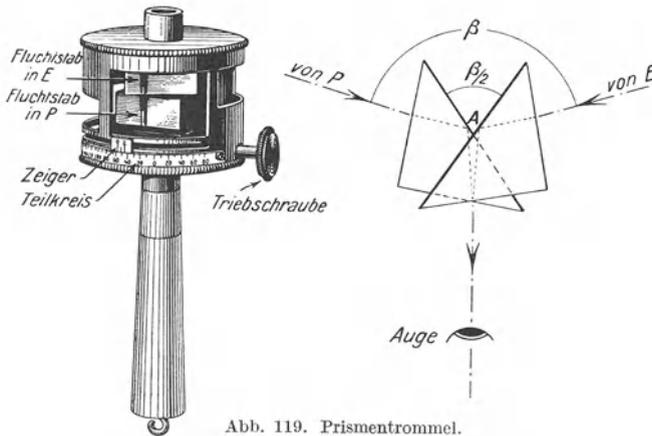


Abb. 119. Prismentrommel.

wird, wenn die Bilder dieser Punkte in den beiden Prismen an der Kreuzstelle der Kathetenflächen übereinanderstehen. Man mißt auf diese Weise, z. B. im Punkte A — Abb. 120 —, mit der auf einem Stockstativ aufgeschraubten Prismentrommel den Winkel β 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

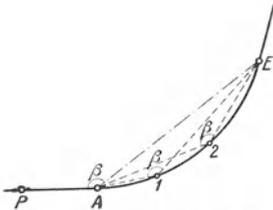


Abb. 120. Kurvenabsteckung nach Sehnenwinkeln.

denen sich jeweils die Bilder von A und E decken. Alle diese Punkte müssen auf dem gesuchten Kreisbogen liegen.

109. Abstecken von Querlinien. Soweit es sich bei Neuanlagen nicht lediglich um das Ausheben schmaler Gräben oder die Herstellung schmaler Anschüttungen handelt, sind an den Teilpunkten der Längsachsen auch Querlinien abzustecken, 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 zu bestimmen, s. S. 110 und 121 u. f.

110. 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 Böschungsanschnitte 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.

111. 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, Überhauen und Bremsbergen in der Grube müssen außer den Ansatzpunkten die Richtungen und Längen der Mittellinien sowie bei söhligen Strecken auch die Ansteigeverhältnisse angegeben werden. Beim Übergang streichender in querschlägige Förderstrecken sowie bei der Herstellung von Umtrieben ist oft das Abstecken von Kreiskurven erforderlich. Sonstige Angaben unter Tage beziehen sich auf die Neigungsverhältnisse der Förderbahn in söhligen und flachen Strecken, ferner auf das Ansetzen von Schrägstößen und das Verlegen von Schüttelrutschen sowie das Anbringen von Versatzdrähten, s. auch S. 184/185.

112. Richtungsangaben mit dem Kompaß — Stundenhängen. Ist in Abb. 121 vom Punkt *A* aus ein Überhauen im Flöz parallel zum Querschlag von der Grund- zur Teilstrecke aufzuhauen, so wird zunächst die Achse 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, Stapel-ecke usw. sowie die söhlige Entfernung *A* bis *E* ab. Alsdann wird mit

einer Gradscheibe, s. S. 159, entweder der Richtungswinkel oder gleich der Streichwinkel γ der Mittellinie A bis E des Überhauens abgenommen. Zum Richtungswinkel ist noch die magnetische Abweichung des Hängekompasses, der zur Angabe benutzt werden soll, hinzuzuzählen. Um die wirkliche flache Länge des Aufhauens zu erhalten, muß die abgegriffene söhlige Länge A bis E durch den Kosinus des Einfallwinkels dividiert 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

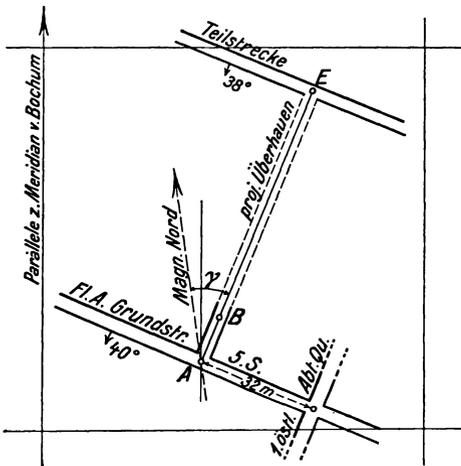


Abb. 121. Ermittlung des Ansatzpunktes und der Richtung eines Überhauens.

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 Firse gelegenen Anhaltepunkt B . An die nicht straff gespannte Schnur hängt man nun den Kompaß, und zwar mit 0° 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 Riß ermittelte Wert, so 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 aufzufahren werden muß.

Beim Aufhauen wird die Einhaltung der Richtung oder, wie man nach der früheren Einteilung des Kompasses in Stunden zu sagen pflegt, der „Stunde“ dadurch erreicht, daß man eine Lampe, die die Mitte des Orts-

man, nachdem vorher von der Arbeitsstelle alle Eisenteile entfernt worden sind, eine Schnur von dem Anfangspunkt A zu einem vor Ort unter der Firse gelegenen Anhaltepunkt B . An die nicht straff gespannte Schnur hängt man nun den Kompaß, und zwar mit 0° 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 Riß ermittelte Wert, so muß der Punkt B , von A aus

stoßes bezeichnen soll, in die Richtung der beiden Lotfäden einweist. Ebenso ist beim Setzen der Türstöcke zweckmäßig eine Mittelmarke an den Kappen in diese Richtung zu bringen. Ein etwaiges Verlängern oder Vortragen der Richtung oder Stunde wird gleichfalls meist durch einfaches Einweisen oder Einrücken neuer Punkte in die Lotebene vorgenommen.

Man kann nach dem Verfahren von Diehl¹ die Einhaltung und die Verlängerung der Richtung auch in der Weise bewerkstelligen, daß man auf einer zwischen rückwärtigem Lotfaden und Beobachter gehaltenen Mattscheibe aus Glas oder Pauspapier die Schatten der Lotfäden auffängt und diese Schattenbilder durch Verrücken der Lampe vor Ort zur Deckung bringen läßt.

113. 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 bekannte Linien des Grubenpolygons, wenn nicht ein besonderer Theodolitzug zwischen Anfangs- und Endpunkt der Durchschlagsstrecke gelegt wird.

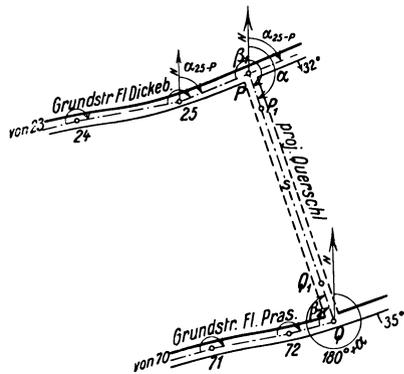


Abb. 122. Durchschlagsangabe für einen Querschlag.

Wir wollen im folgenden den in Abb. 122 dargestellten, einfachen Fall behandeln, daß ein Querschlag zwischen den Punkten *P* und *Q* aus Gegenortsbetrieb, also von *P* und *Q* aus, gleichzeitig aufzufahren ist.

Nachdem die beiden Ansatzpunkte auf dem Grubenbilde 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

¹ Glückauf 1914, Nr. 42, S. 1523/24.

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. 67/68. 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 die Durchschlagsrichtung α und die Länge s nach den Formeln

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_Q - y_P}{x_Q - x_P}$$

und

$$s = \frac{y_Q - y_P}{\sin \alpha} = \frac{x_Q - x_P}{\cos \alpha}.$$

Da der Richtungswinkel α des Querschlages nicht unmittelbar mit dem Theodolit angegeben werden kann, so müssen die Abgabewinkel β_1 und β_2 , d. h. die Brechungswinkel zwischen der jeweils letzten Polygonseite und der Durchschlagsachse aus den Richtungswinkeln dieser Schenkel berechnet werden. 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° 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 β_1 erscheint. In dieser Lage gibt die Zielachse des Fernrohrs 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 β_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 graphisch und nicht rechnerisch ermitteln.

114. Kurvenabstecken in der Grube. Die im freien Gelände üblichen Verfahren der Kreisbogenabsteckung lassen sich in der Grube kaum jemals verwenden, da hier Tangentenschnittpunkte oder Kreismittelpunkte unzugänglich sind und Anfangs- und Endpunkte der Kurven nicht gleichzeitig beobachtet werden können. Man muß vielmehr ab-

satzweise mit dem Fortschreiten der Auffahrung Punkte in der Mittelachse 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 Sehnepolygon aus, Abb. 123.

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.

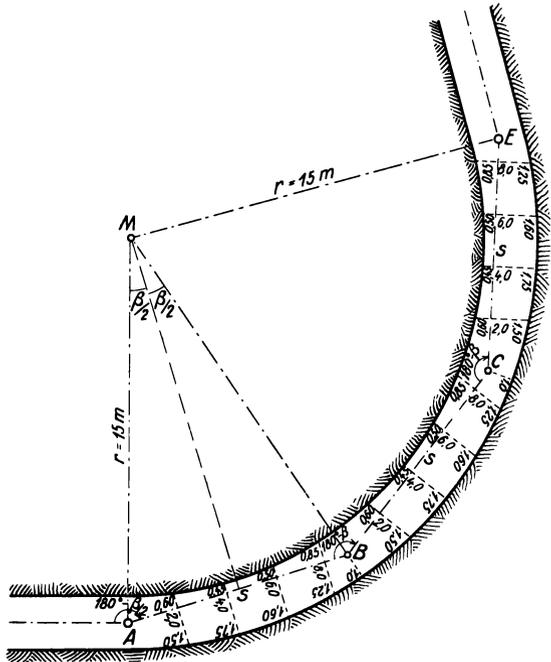


Abb. 123. Kurvenabsteckung nach einem Sehnepolygon.

Ist s die Sehnenlänge und r der Halbmesser des Kreisbogens, so ergibt sich der die Sehne einschließende Mittelpunktswinkel β aus

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{s}{2r}.$$

Da der Sehnentangentenwinkel gleich der Hälfte des Mittelpunktswinkels ist, so muß im Punkte A der Winkel $180^\circ - \frac{\beta}{2}$ gegen die bisherige Richtung abgesetzt werden. In den übrigen Punkten B, C und D kommen dagegen die Winkel $180^\circ - \beta$ in Betracht.

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 Sehnepolygons aus bewirkt werden.

2. Einrückverfahren, Abb. 124. 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 Mittelachse der Kurve zu bekommen. Da der Sehnentangentenwinkel $Q - A - B = \frac{\beta}{2}$ 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

$$\frac{y}{s} = \frac{s}{2r}$$

oder

$$y = \frac{s^2}{2r}.$$

Bei kleinen Werten wird s angenähert gleich x , daher kann man dann als Näherungsformel

$$y \approx \frac{x^2}{2r}$$

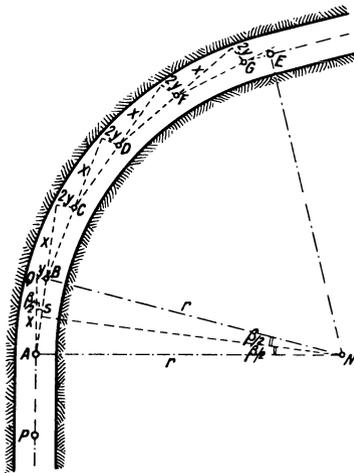


Abb. 124. Kurvenabsteckung nach dem Einrückverfahren.

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

$$2y \approx \frac{x^2}{r}.$$

Mit diesem Wert werden alle andern Punkte 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 wesentlicher 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 ± 5 bis 10 mm, der Gesamtfehler bei einem Viertelkreisbogen zu 5 bis 10 cm angenommen werden.

115. Höhenangaben unter Tage. 1. Ermittlung und Prüfung des Ansteigeverhältnisses in söhligem Strecken. Für die Auffahrung söhligem 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 er-

mittelt, das zwischen diesen Punkten ohne Anschluß an Höhenfestpunkte ausgeführt werden kann. In andern 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

$$\frac{h}{s} = \frac{1}{x},$$

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. 125, auf die Schienen der Förderbahn. Diese etwa 3 bis 5 m lange

Ansteigelatte ist in der Längsrichtung so geschnitten, daß bei söhliger, durch Aufsetzen einer Libelle oder Setzwaage erhaltenen Lage der

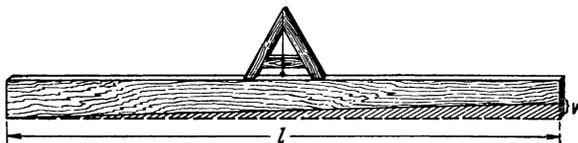


Abb. 125. Ansteigelatte mit Setzwaage.

Oberkante 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:

$$\frac{v}{l} = \frac{h}{s} = \frac{1}{x},$$

also

$$v = \frac{l}{x}.$$

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 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 ungleichmäßiges Gefälle aufweist. Man wird dann den vorhandenen Zustand durch ein Längennivellement ermitteln, s. S. 121/122, und in ein stark überhöht gezeichnetes Längenprofil eintragen, Abb. 126. Nach Ziehen 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

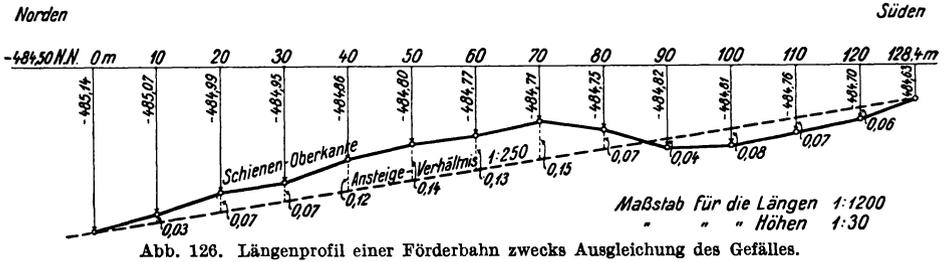


Abb. 126. Längenprofil einer Förderbahn zwecks Ausgleich des Gefälles.

gleichmäßige Neigung zu erzielen. Die Aufnahme erfolgt in diesem Falle durch eine Gradbogenmessung — s. S. 107/108 —, deren Darstellung

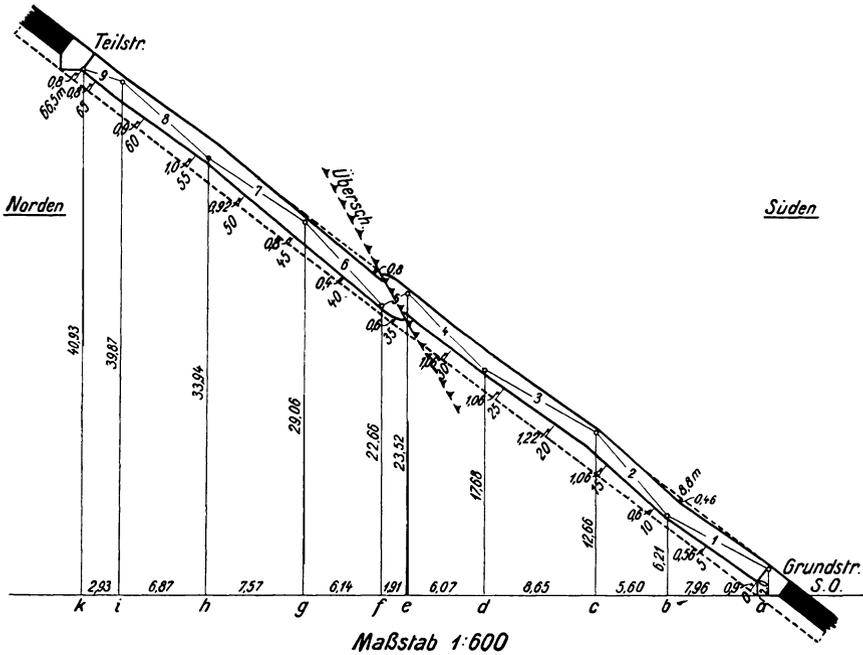


Abb. 127. Längenprofil eines Überhauens zwecks Herstellung gleichmäßiger Neigung.

in einem nicht überhöhten Profil in Abb. 127 wiedergegeben ist. Das Abgreifen der Maße und die Angabe in der Grube ist wie in söhligem Strecken vorzunehmen.

Aufnahme von Gebirgsschichten.

116. 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, 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 Aufnahme-linien 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 auftretende Bergemittel und sonstige Einlagerungen an richtiger Stelle in der Lagerstätte zu erhalten, Abb. 128.

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 der Streichlinie der Schicht gebildet wird. Die Streichlinie ist eine söhlige Linie in der Schicht, die parallel zum Hangenden oder Liegenden, bei Störungszonen parallel zu den Begrenzungsflächen — Salbändern — verläuft. In einer ebenen Schicht haben alle Streichlinien die gleiche Richtung, sie unterscheiden sich nur durch die verschiedene Höhenlage.

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 söhligen Linie und der Fallinie gebildet. Die Fallinie verläuft in einer Begrenzungsfläche der Schicht stets rechtwinklig zur Streichlinie, und zwar in Richtung des stärksten Gefälles. Als Einfallrichtung wird die ungefähre Himmelsrichtung, in der die Gebirgsschicht sich nach unten erstreckt, angegeben.

117. 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. 129. Zur Messung des Streichens hält man die rechteckige Platte des Kompasses horizontal mit einer zur 0° bis 180° -Linie der Teilung parallelen Anschlagkante an eine Streichlinie der Schicht, löst die Sperrvorrichtung der Magnetnadel und liest an ihrer Nordspitze den Streichwinkel ab.

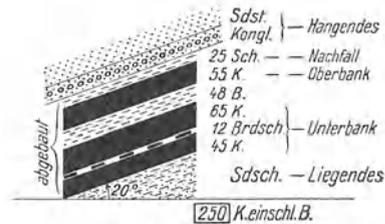


Abb. 128. Flözprofil.

Zwecks Ermittlung des Einfallens hält man die gleiche Kante bei vertikaler Plattenlage an eine Falllinie 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 Grad-

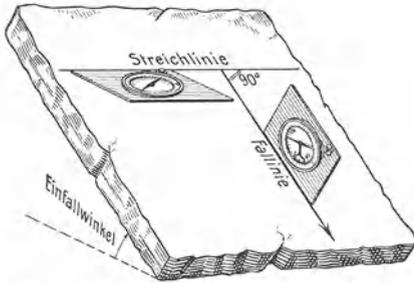


Abb. 129. Messung des Streichens und des Einfallens einer Schicht mit dem Setzkompaß.

bogen gemessen werden, indem man die Haken des vertikal gestellten Gradbogens in Richtung der Falllinie unter die Schichtfläche hält und am Lotfaden abliest, Abb. 130, oben. Da der Einfallwinkel zugleich der größte Neigungswinkel der Schicht ist, so läßt sich die Falllinie durch leichtes Verschwenken eines Aufhängehakens und Ablesen der größten Gradzahl am Lotfaden leicht feststellen.

Schließlich ist auch der Einfallwinkel bei bloßgelegten Schichtflächen ohne Instrument durch Messung der sölhigen und seigeren Kathete oder einer Kathete und der Hypotenuse eines Falldreiecks, d. h.

eines in der Fallebene gelegenen, rechtwinkligen Dreiecks und durch trigonometrische Berechnung zu ermitteln — Abb. 130, unten —, doch wird dieses Verfahren sowohl bei kleinen als auch bei großen Einfallswinkeln ungenau.

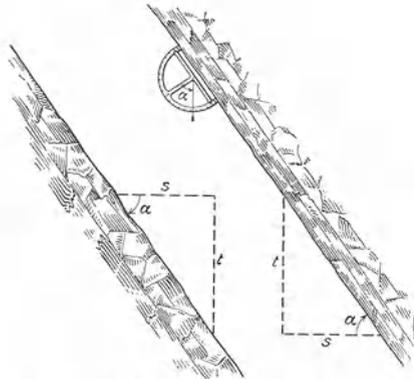


Abb. 130. Bestimmung des Einfallens mit dem Gradbogen oder mit Hilfe eines Falldreiecks.

Bei querschlägig durchfahrenen Lagerstätten, Nebengesteinsschichten und Störungen bestimmt man das Streichen γ der Schichten am zweckmäßigsten in der Weise, daß man den Hängekompaß an eine zwischen den Aufschlußpunkten an den

Stößen sölhlig gespannte Meßkette hängt, Abb. 131. Es ist hierbei 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 kann in diesem Falle an einer Schnur, die rechtwinklig zur sölhlig verlaufenden Meßkette von dieser zum Aufschluß der Grenzfläche in der Sohle gespannt wird, festgestellt werden — Abb. 131, oben —, wenn nicht bei genau rechtwinkliger Durchörterung die Messung des Einfallens durch Anhalten des Gradbogens an der am

Stoß aufgeschlossenen Schicht oder bei spießbeckig durchfahrener Schicht eines der obigen Verfahren möglich ist.

Bei streichend durchfahrenen Gebirgsschichten wird zwecks Ermittlung des Streichens die Meßkette oder Schnur wiederum genau söhlig, 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. 132. Die söhliche Lage der Schnur ist hierbei roh durch Abmessen gleicher Abstände von der Streckensohle oder genauer durch Anhängen einer Hängebelle oder eines Gradbogens zu prüfen. Das Einfallen der Schichten ermittelt man sodann in der bereits auf S. 150 beschriebenen Weise.

Die Ergebnisse der Gebirgsschichtenaufnahmen werden in Handzeichnungen, die ein ungefähres Bild der wirklichen Verhältnisse geben sollen, eingetragen. In Abb. 133 ist ein Beispiel einer solchen Aufnahme im Querschlag eines Steinkohlenbergwerks gegeben. Die Aufnahmelinie hat man hier durch die Mitte des Querschlags 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 Querschlagsstöße 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 söhlicher Durchörterung behandelten Methoden.

Ein für die Kenntnis der Ablagerung wichtiges, in der Erzielung brauchbarer Ergebnisse aber schwierigeres Verfahren ist die unmittelbare Bestimmung des Streichens und Einfallens der in lotrechten Bohrlöchern

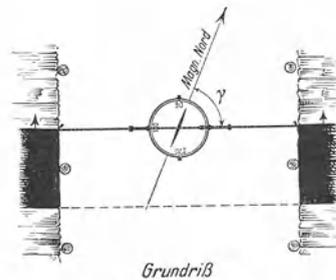
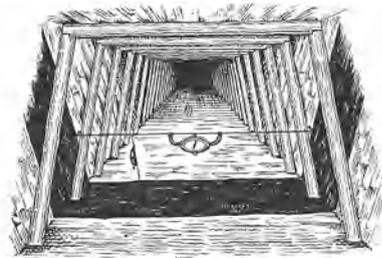


Abb. 131. Messung des Streichens und des Einfallens eines querschlägig durchfahrenen Flöztes mit dem Hängezeug.

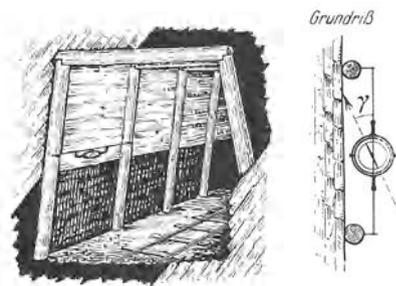


Abb. 132. Messung des Streichens in einer streichend aufgefahrenen Flözstrecke.

Zweiter Teil.

Darstellungen.

Allgemeines.

118. 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.

119. 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 richtig ausgeführtes Hochbild aus Gips, Holz, Pappe oder anderem bildsamen Material ist das beste Anschauungsmittel, das zur Klärung selbst verwickelter Zusammenhänge gute Dienste leistet. Es wird mit Vorteil bei der übersichtlichen Darstellung von unregelmäßigen Geländeformen, des Gesamtverlaufs einer Lagerstätte wie auch zur Erläuterung einzelner gestörter Teile derselben herangezogen. Die Anfertigung der Hochbilder geschieht nach zeichnerischen Unterlagen. Sie wird naturgemäß immer auf Sonderfälle beschränkt bleiben wegen der zeitraubenden und kostspieligen Herstellung, der oft nicht ausreichenden Genauigkeit, der Schwierigkeit der Ergänzung und Berichtigung, des Raumbedarfs für die Aufbewahrung und der Umständlichkeit des Transportes.

Bei den zeichnerischen Darstellungen haben wir wieder zu unterscheiden zwischen perspektivischen und geometrischen Zeichnungen.

Die perspektivische Zeichnung oder das Raumbild ist gewissermaßen ein Ersatz für das Hochbild. Es sucht die Vorteile dieser Darstellungsart zu wahren ohne ihre Nachteile aufzuweisen. Raumbilder können nach den Gesetzen der Zentralperspektive oder der Parallelperspektive angefertigt werden. Da für unsere Zwecke die Herstellung in der Regel durch Umzeichnung vorhandener geometrischer Darstellungen erfolgt, sollen Einzelheiten hierüber erst nach Besprechung dieser Zeichnungen gebracht werden. Das Anwendungsgebiet der Raumbilder ist im allgemeinen das gleiche wie das der Hochbilder. Neuerdings werden im Bergbau auch vielfach Wetterrisse, Betriebswirtschafts-

pläne und ähnliche Darstellungen als Raumbilder angefertigt. Für die im Allgemeinen Preußischen Berggesetz vorgeschriebenen Risse, deren Inhalt urkundliche Beweiskraft zukommt, sind Raumbilder nicht zu verwenden, da eine genau maßstäbliche Wiedergabe von Entfernungen in den nach rückwärts verlaufenden, wegen der Bildwirkung mehr oder weniger verzerrten Flächen unmöglich ist.

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 oder in Richtung der Querschläge, über Tage rechtwinklig zu Straßen-, Eisenbahn- oder Grabenachsen.

Bei den Grundrissen, deren söhliche Bildebene stets in Höhe des Meeresspiegels — Normal-Null — liegend gedacht ist, wird im Bergbau vielfach noch eine Unterscheidung nach dem Inhalt vorgenommen. Man spricht von einem Tageriße, wenn nur Gegenstände der Tagesoberfläche eingezeichnet sind, von einem Hauptgrundriße, wenn in ihm die Baue einer oder mehrerer Sohlen und von einem Baugrundriße, wenn in ihm die Baue einer Lagerstätte enthalten sind.

120. 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 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 in der Natur auf ein Tausendstel ihrer Länge verkleinert. Jedes Meter

wird also durch ein Millimeter 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. Als meist gebräuchliche Maßstäbe verwenden wir bei bergbaulichen Rissen 1:500,

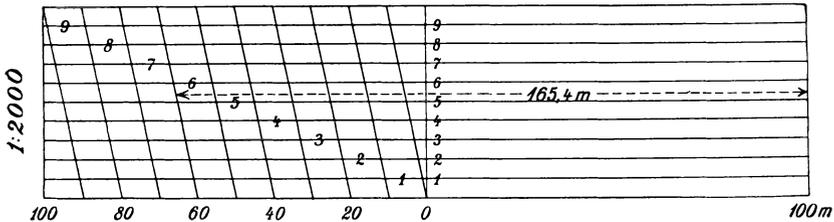


Abb. 134. Transversalmaßstab.

1:1000, 1:2000, 1:5000 und 1:10000. Der Maßstab 1:2000 ist kleiner, und zwar halb so groß wie der Maßstab 1:1000, aber größer, und zwar $2\frac{1}{2}$ mal so groß wie der Maßstab 1:5000.

Für Flächen findet die Verkleinerung in der Darstellung im Quadrat des Maßstabes statt. Ein rechteckiges Grundstück von 50×20 m Ausdehnung wird in einem Plan 1:2000 durch Seitenlängen von 25 mm und 10 mm begrenzt. Dem wirklichen Inhalt von $50 \times 20 \text{ m} = 1000 \text{ m}^2$ oder 1000000000 mm^2 entspricht also die Zeichengröße $25 \times 10 \text{ mm} = 250 \text{ mm}^2$, das ist $\frac{1}{4000000}$ oder $\frac{1}{2000^2}$ der natürlichen Größe.

Um das genaue Eintragen von Längen in Zeichnungen 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 die starken Verkleinerungen nicht weit genug durchgeführt werden kann, benutzt man hierzu meist Transversalmaßstäbe, Abb. 134, bei denen auf 10 zum eigentlichen Maßstab parallelen Linien mit Hilfe diagonaler Verbindungen einzelne

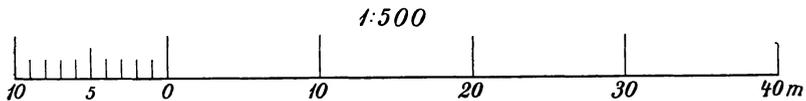


Abb. 135. Strichmaßstab.

Zehntel der Teilungseinheit und in den Zwischenräumen dieser Parallelen auch noch schätzungsweise einzelne Hundertstel dieser Teilungseinheit abgegriffen werden können.

Auf den Zeichnungen selbst findet sich vielfach ebenfalls ein Zeichenmaßstab, der allerdings in der Regel nur als einfacher Strichmaßstab ausgeführt ist, Abb. 135. Seine Benutzung beim Gebrauch der Darstellung erspart die Umrechnung der Naturmaße in Zeichenmaße und umgekehrt.

Geometrische Darstellungen.

121. Einteilung und Inhalt. Ganz allgemein lassen sich die vorhandenen Kartenwerke in drei Gruppen einteilen, und zwar in geographische Karten, topographische Karten und Sonderkarten, Pläne oder Risse. Im einzelnen sind diese Gruppen nicht starr voneinander getrennt, so daß mitunter Zweifel über die Zugehörigkeit zur einen oder andern Gruppe entstehen können.

Die geographischen Karten umfassen 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 1:30000 bis 1:5000 angefertigte Darstellungen, die, soweit die Deutlichkeit es zuläßt, alle Einzelheiten der Tagesoberfläche sowie die Bodengestaltung anschaulich wiedergeben. Wegen der Bedeutung, die die vom Reichsamt für Landesaufnahme herausgegebenen amtlichen topographischen Karten im Wirtschaftsleben haben, soll auf diese weiter unten etwas näher eingegangen werden, obwohl ihre Herstellung nicht in den Aufgabenkreis der Markscheidkunde fällt.

Sonderkarten, Pläne oder Risse 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 spricht hierbei von Karten, wenn der Maßstab 1:5000 oder kleiner ist. Alle großmaßstäblichen geometrischen Zeichnungen werden dagegen als Pläne und, wenn es sich um bergbauliche Darstellungen handelt, meist als Risse bezeichnet. In den Darstellungen der Tagesoberfläche sollen Gebäude, Verkehrswege, Gewässer, Kulturarten, bemerkenswerte andere Tagesgegenstände und politische Grenzen verzeichnet sein. Je nach dem besonderen Zweck werden ferner auch die Bodengestaltung oder die Rechtsverhältnisse am Grund und Boden sowie an den Lagerstätten, d. h. die Parzellen-, Flur- und Gemarkungsgrenzen oder die Grenzen der Grubenfelder eingetragen. Die bergbaulichen Risse enthalten zudem sämtliche Grubenbaue sowie die für den Verlauf und das Verhalten der Lagerstätten maßgebenden Einzelheiten.

Die Herstellung der Grundrisse.

122. Koordinatennetze. Wie bereits ausgeführt, werden die Ergebnisse der Dreiecks- und Polygonmessungen in rechtwinklig-ebene Koordinaten für die Messungspunkte umgerechnet. Diese Koordinaten müssen daher zunächst in jede grundrißliche Zeichnung eingetragen werden, um im Anschluß hieran die Ergebnisse der Lage- oder Kleinaufnahme auftragen zu können. Da die Koordinaten für einen größeren Bezirk auf einen Nullpunkt bezogen sind, der meist weit entfernt liegt

und in der Zeichnung gar nicht erscheint, so nimmt man ein Quadratnetz zu Hilfe, dessen Linien in runden Entfernungen parallel zu der Nord-Süd-Achse und der Ost-West-Achse durch den Nullpunkt des Koordinatensystems verlaufen. Die Maschenweite dieses Quadrat- oder Koordinatennetzes 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 Koordinatennetzes 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 rechtwinkliger Rahmen, und zwar meist parallel zu den Blatträndern in Bleilinen zu konstruieren. Das geschieht, da die Zeichendreiecke meist zu ungenau sind, durch Einzeichnen zweier Diagonalen, auf deren 4 Hälften vom Schnittpunkte aus mit Stangenzirkel oder gut geteiltem Lineal gleiche Stücke abgetragen werden, Abb. 136. Verbindet man die Endpunkte der Halbdiaagonalen miteinander, so erhält man ein genaues Rechteck, auf dessen Seiten nun unter Berücksichtigung gleicher oder im Einzelfalle vorgeschriebener Randbreiten die Netzabstände mittels Zirkel und Maßstab bezeichnet werden. Durch die so erhaltenen Punkte sind die einander rechtwinklig

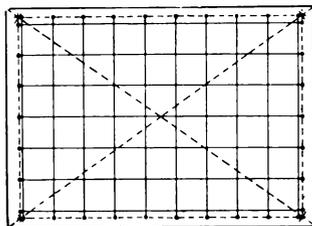


Abb. 136.
Herstellung eines Quadratnetzes.

schneidenden Scharen von Netzlinien mit Tusche fein auszuziehen. An einer zur Schmalseite des Blattes parallel verlaufenden Netzlinie wird alsdann die Nordrichtung durch eine Pfeilspitze gekennzeichnet. Über den Netzlinien werden meist am linken und oberen, seltener am rechten und unteren Blattrande die runden Entfernungen dieser Linien von den Achsen des Koordinatensystems in Tusche klein angeschrieben. Bei Sonderplänen oder -rissen kann die Wahl der Ausgangskordinaten für die linke obere oder rechte untere Blattecke beliebig erfolgen, wenn man nur darauf achtet, daß der Blattinhalt einigermaßen symmetrisch zu den Blattbegrenzungen liegt. Für Einzelblätter in zusammenhängenden Plan- oder Reißwerken sind die Koordinaten für die Blattgrenzen durch eine Blatteinteilung vorgeschrieben.

123. Auftragen von rechtwinkligen Koordinaten. Bei umfangreichen Kartierungen wird man zweckmäßigerweise Punkte mittels besonderer Koordinatographen, die auch gleichzeitig zur Netzkonstruktion benutzt werden, auftragen. Gewöhnlich erfolgt aber die Auftragung rechtwinkliger Koordinaten 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 d y über den Netzlinienwert ab, Abb. 137. Die so erhaltenen Hilfspunkte werden durch eine dünne Bleilinie ver-

bunden, auf der dann von der nächstgelegenen ostwestlichen Netzlinie aus der Restbetrag der Abszisse dx abzustechen ist. Zur Prüfung der Auf-

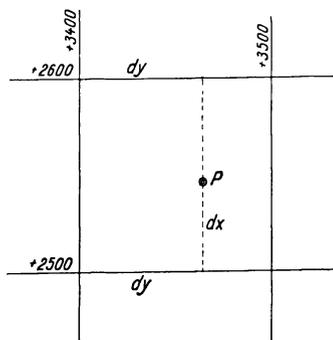


Abb. 137.

Auftragung eines Polygonpunktes nach rechtwinklig-ebenen Koordinaten.

tragung 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. Sind alle Festpunkte aufgetragen, so wird durch Verbindung derselben das Zugnetz in dem bei der Aufnahme gewählten Verlauf eingezeichnet. Durch Abgreifen der Zugseiten auf dem Reiß

und Vergleich mit den bei der Messung oder durch Rechnung erhaltenen sölhigen Maßen prüft man die ganze Auftragung und Berechnung.

124. Auftragung der rechtwinkligen Kleinaufnahme. Ist die Einzelaufnahme oder Stückvermessung durch Bestimmung rechtwinkliger Abstände auf und von den Zugseiten aus erfolgt, so geschieht das Abgreifen der in den Handzeichnungen eingeschriebenen Maßzahlen wieder mit dem Stechzirkel auf dem Transversalmaßstab, 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. 59, Abb. 56.

Wenn bei der Aufnahme sämtliche Begrenzungspunkte angeschnitten wurden, so ergibt jetzt die Verbindung dieser Punkte unmittelbar den Grundriß des betreffenden Gegenstandes. Bei Gebäuden sind in der Regel aber nur 2 bis 3 Punkte an einer Front festgelegt worden. Daher muß man die grundrißliche Form hier aus den gemessenen Längen der rechtwinklig aufeinanderstehenden Seiten ergänzen.

Als Auftragemaßstab für Lagepläne kommt 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.

125. Zulage von Kompaß-, Hängetheodolit- und Tachymeterzügen. Soweit die Einzelaufnahme nach der Polarkoordinatenmethode erfolgt ist oder Kompaß- und Hängetheodolitzüge als Grundlage untergeordneter Aufnahmen ausgeführt worden sind, erfolgt die Auftragung der gemessenen oder abgeleiteten Winkel- und Längengrößen auf gra-

phischem 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 hierbei in einfachster Weise mit einer Gradscheibe, für höhere Ansprüche mit einem Zulegetransporteur auf das Zeichenblatt übertragen, während man die Längen wieder mit dem Stechzirkel auf dem Transversalmaßstab abgreift.

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 Gradeinteilung angebracht, während der Mittelpunkt der Teilung durch den Schnitt des Durchmessers mit dem hierzu rechtwinkligen Halbmesser gekennzeichnet ist.

Bei der Auftragung eines Richtungswinkels, Abb. 138, 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-Südrichtung zusammenfällt. Für Richtungswinkel unter 180° muß hierbei der Halbkreis rechts der Nordsüdrichtung, für Winkel über 180° 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. Bei Winkeln über 180° muß der Überschuß abgetragen werden.

Sind Streichwinkel aufzutragen, so kann man diese entweder durch Abzug der bekannten magnetischen Abweichung auf Richtungswinkel zurückführen oder aber besser die Gradscheibe um den Betrag der Abweichung so drehen, daß die durch den Auftragepunkt gezogene Parallele zur Nord-Südlinie am Rande der Gradscheibe die magnetische Abweichung anzeigt, Abb. 139. Um beim Auftragen mehrerer Richtungs- oder Streichwinkel das jedesmalige Ziehen der Nordsüdrichtung und das Auflegen der Gradscheibe zu vermeiden, geht man zweckmäßigerweise von einem Netzpunkt des Blattes aus und trägt hier möglichst alle Richtungen ab, deren Randmarken die Zugnummer beigefügt wird, Abb. 140. Die Übertragung dieser Richtungen an den jeweils benötigten Punkt geschieht dann durch Parallelverschiebung mit zwei Zeichendreiecken oder mit Lineal und Dreieck.

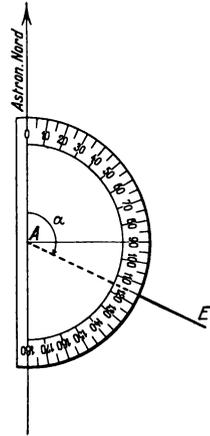


Abb. 138. Auftragung eines Richtungswinkels mit der Gradscheibe.

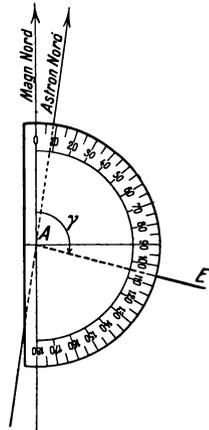
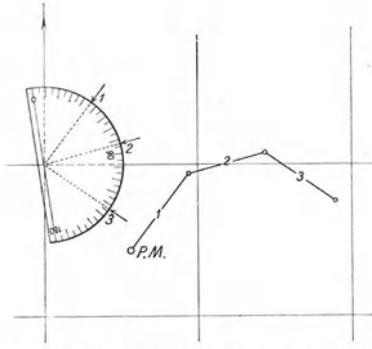


Abb. 139. Auftragung eines Streichwinkels mit der Gradscheibe.

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 angebrachten Ansatzstücken verschoben werden kann, wird mittels zweier Schraubzwingen am Zeichentisch befestigt, Abb. 141. Dann wird der Zeichenbogen orientiert, d. h. er wird so weit gedreht, bis die auf 90° oder bei Streichwinkeln auf 90° plus magnetischer Abweichung gestellte Regel mit den nordsüdlichen oder ostwestlichen Netzlinsen zusammenfällt. In

Abb. 140. Auftragung mehrerer Streichwinkel von einem Netzpunkt aus.



dieser Lage wird das Blatt festgehalten. Die Einzeichnung der Züge geschieht nach Einstellen des Richtungs- oder Streichwinkels unmittelbar an

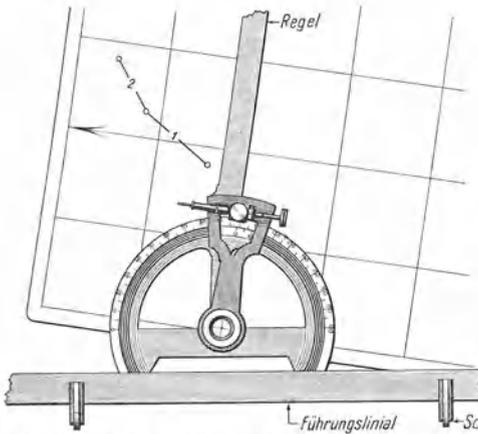


Abb. 141. Orientierung des Zeichenbogens bei Benutzung des Zulegetransporteurs.

der Regel, wenn zu Beginn das Blatt, wie in der Abb. 141, nach den Ost-Westlinien orientiert wurde, sonst an einer Kathete eines, mit der anderen Kathete an die Regel gelegten, rechtwinkligen, eisernen Dreiecks.

Eine besondere Art von Zulegegerät ist die in größeren Betrieben vielfach benutzte Kuhlmannsche Zeichenmaschine — Abb. 142 —, die zum Auftragen der Winkel einen drehbaren

Vollkreis-Transporteur besitzt, der mittels einer am Zeichentisch befestigten Par-

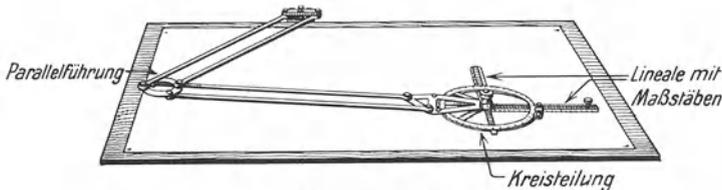


Abb. 142. Kuhlmannsche Zeichenmaschine.

alleführung bequem an alle Stellen auf dem Zeichenbogen gerückt und dann gleich auf jeden Zugpunkt richtig orientiert aufgesetzt wird. An

einem verstellbaren, mit Teilungen versehenen Linealkreuz werden die söhliglen Längen oder auch Koordinatenunterschiede abgestochen.

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.

Die Genauigkeit der Winkelauftragung mit der Gradscheibe beträgt bei sorgfältiger Ausführung $0,1^{\circ}$ bis $0,2^{\circ}$, bei dem Zulegetransporteur und der Zeichenmaschine wird sie innerhalb von $0,1^{\circ}$ liegen.

126. Ausgleichung von Meß- und Zulegefehlern, Abb. 143. Ist ein Kompaß- oder Hängetheodolitzug an einem seiner Lage nach bekannten Punkt abgeschlossen worden, und zeigt sich nach der Auftragung, daß dieser Punkt E mit dem Endpunkt E' des mechanisch zugelegten Zuges nicht ganz zusammenfällt, so wird die wahrscheinlichste Lage der

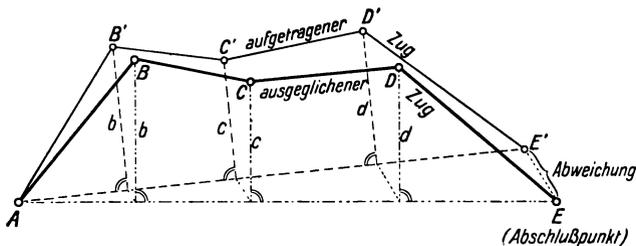


Abb. 143. Zeichnerische Ausgleichung von Fehlern bei der Kompaßmessung (nach Brathuhn¹).

Zwischenpunkte B , C und D nach folgendem Verfahren erhalten. 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 $E'E$ 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 Zusammentreffen der beiden Zughälften auftretenden Unterschied halbiert und nun jeden Teil auf diesen Halbierungspunkt einpaßt.

127. Ausarbeitung der Zeichnungen. Auf den Zulegerissen werden die Punkte und Seiten des Hauptzuges wie auch der Kompaß- und Hängetheodolitzüge 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

¹ Lehrbuch der praktischen Markscheidkunst, 4. Aufl., 1908, S. 293.

unterbrochene, feine Tuschlinien gekennzeichnet. Die Umrahmungen der Gegenstände werden dann mit schwarzer Tusche nachgezogen. Zur Kenntlichmachung der Einzelheiten sind die vorgeschriebenen Zeichen oder Farben einzutragen — s. Taf. 1 und 2 des Anhangs — und schließlich wird eine weitere Vervollständigung des Planes durch die Beschriftung erzielt.

Die Herstellung der Aufrisse.

Während bei den zeichnerischen Darstellungen der Tagesoberfläche Aufrisse nur in Sonderfällen angefertigt werden, spielen sie im bergbaulichen Rißwesen 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. Im allgemeinen liegen diese Himmelsrichtungen einander gegenüber. Abweichungen hiervon können nur bei gebrochenen Bildebenen auftreten. Um hinsichtlich der Höhenlage das Auftragen und das Abgreifen von Punkten zu erleichtern und die Übersichtlichkeit zu erhöhen, haben die Aufrisse gewöhnlich in runden Abständen vom Meeresspiegel — Normal-Null — waagrecht verlaufende, gerade Linien, denen der Abstand von Normal-Null mit positivem oder negativem Vorzeichen beigezeichnet ist. Im übrigen hängt es jeweils von den Verhältnissen, insbesondere von Teufe und Maßstab ab, ob die waagerechte Erstreckung parallel zu den Längs- oder Querseiten des Zeichenblattes verläuft.

128. Konstruktion von Profilen oder Schnitten. Sollen nach einem oder mehreren vollständigen, d. h. 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 zuerst aufträgt. Dann greift man mit dem Zirkel die Entfernungen von Mitte Schacht zu den Begrenzungslinien aller übrigen, die Profillinie schneidenden Grubenstrecken oder Streichlinien 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 oder Stöße der Grubenstrecken usw. Werden die söhligigen 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 bezeichnet diese Zwischenpunkte in der Profilzeichnung durch dünne Vertikallinien, die zusammen mit den waagerechten Höhenlinien auch für die Aufrisse ein Quadratnetz als Grundlage für die Auftragung ergeben.

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 solchem Falle wird das mehr oder weniger rechtwinklig zum Hauptverlauf der Schnittebene liegende Stück in der Zeichnung ausfallen. Die beiden Teilstücke werden also einfach aneinandergefügt, obwohl es sich um ganz verschiedene Gebirgsteile im Hangenden und Liegenden einer Störung handeln kann.

Auch einzelne, durch Messung gewonnene und durch Rechnung in söhligige 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 söhligigen Längen in Richtung der Messung aneinanderreicht, durch die so gewonnenen Punkte lotrechte Linien zieht und auf diesen die Seigerteufen oder die Höhenzahlen abträgt, s. S. 148, Abb. 127. Sohle und Firste des Überhauens oder Bremsbergs 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 Profiwinkel aus dem Einfallwinkel und dem Unterschied der Streichwinkel von Schicht- und Schnittlinie erst ermittelt werden, s. S. 183 u. f.

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 Ausführung 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.

129. 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 diese Darstellung immer nur als Behelf anzusehen sein. Erweiterungen, die darauf abzielten, durch Eintragung von Scheibenlinien, d. h. Linien gleichen Abstandes von der lotrechten Bildebene, die seigerrißliche Darstellung zu beleben¹, konnten sich nicht durchsetzen, da einmal die zur richtigen Eintragung dieser Linien erforderlichen Unterlagen gewöhnlich fehlen und außerdem das Kurvenbild durch Abbauschraffur oder Versatzdarstellung verdeckt oder verundeutlicht wird.

Dem Seigerriß wird gewöhnlich eine grundrißliche Wiedergabe der Hauptstrecken — Grundstrecken und Bremsberge oder Überhauen — beigefügt. In diesem Grundriß ist die Lage der Seigerrißebene einzutragen, und zwar bei südlichem oder westlichem Einfallen im Hangenden, bei nördlichem oder östlichem Einfallen im Liegenden der Lagerstätte. Dann zieht man im Grundriß von allen bemerkenswerten Punkten — Streckenkreuzungen, End- und Knickpunkten — Bleilinen 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, Ortsquerschläge, Durchhiebe, Abbauf Flächen, sind unmittelbar nach den Messungsergebnissen — söhliche 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. 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,

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1923, S. 1 bis 8.

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 Streich-

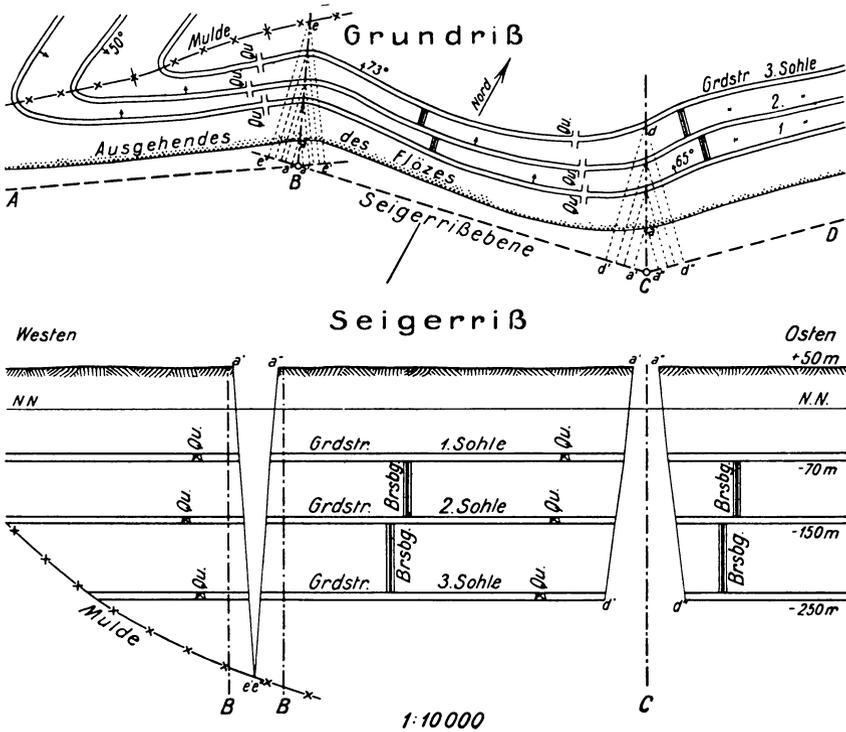


Abb. 144. Konstruktion eines Seigerrißes bei geknicktem Verlauf der Bildebene (nach N e h m¹).

richtung immer anpassen zu können. An den Knickpunkten entsteht nun, wenn ihnen die konvexe Seite der Streckenkrümmungen gegenüberliegt, ein Klaffen in der Darstellung, das sich mit zunehmender Entfernung der Baue von der Bildebene vergrößert, während umgekehrt bei der konkaven Seite der Streckenkrümmungen an den Schnittpunkten eine Überdeckung, insbesondere bei den weiter abliegenden Bauern, auftritt. Um hier klare und geometrisch richtige Darstellungen zu erzielen, muß man im letzteren Falle die Bildebene um den Betrag der größten Überdeckung im Seigerriß auseinanderziehen. Im übrigen ergeben sich an den Knickpunkten jedesmal keilförmige Aussparungen in der Darstellung, wie das in der Abb. 144 auch zu erkennen ist.

¹ Mitt. a. d. Markscheidewes. 1923, S. 1 bis 8.

Perspektivische Darstellungen.

Auf S. 153/154 wurde schon auf die Bedeutung körperlich wirkender Zeichnungen für die Veranschaulichung von Grubenbauen und Lagerstättenverhältnissen hingewiesen. Die Hauptarten dieser auch als Raumbilder bezeichneten Darstellungen sind die Polar- oder Zentralperspektive und die Parallelperspektive. Im folgenden sollen an einem Würfel die wesentlichen Merkmale dieser beiden Arten gezeigt, die Zusammenhänge kurz erläutert und schließlich Richtlinien für die Anfertigung bergbaulicher Raumbilder gegeben werden.

130. Polar- oder Zentralperspektive. Bei diesem Verfahren kann man zunächst die als vordere Seite gewählte Fläche eines Würfels geometrisch

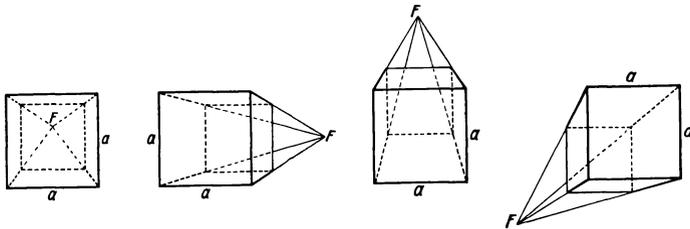


Abb. 145. Darstellung eines Würfels in Zentralperspektive mit einem Fluchtpunkt.

richtig und maßstäblich darstellen. Alle von dieser Fläche nach rückwärts verlaufenden in Wirklichkeit parallelen Körperkanten schneiden einander dann in einem rückwärtigen Punkt, dem Fluchtpunkt F . Die

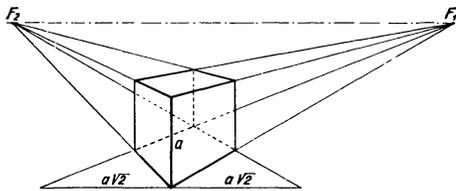


Abb. 146. Zentralperspektivische Würfeldarstellung mit 2 Fluchtpunkten.

Lage von F ist an sich beliebig. Wie Abb. 145 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 verzerrt. 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. 146. Dann laufen alle waagerechten, am Körper parallelen Kanten paarweise in zwei Fluchtpunkten zusammen und nur die lotrechten Kanten bleiben einander parallel. Sämtliche Flächen sind jetzt in Gestalt und Größe verzerrt.

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 die Durchdringungspunkte miteinander, so erhält man das perspektivische Bild, das je nach Lage des Auges zum Körper wieder sehr verschieden aussehen kann. Wir wollen uns im folgenden auf die Darstellung der Grundflächen des Würfels beschränken, da hiermit ohne weiteres die Begrenzungen der Seitenflächen und der rückwärtigen Flächen gegeben sind.

In Abb. 147 ist E eine waagerechte Ebene durch die untere Würfel­fläche $PQRS$, 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 Würfelebene 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 $PQ'R'S$

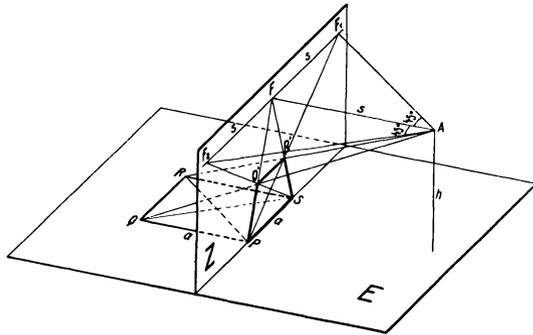


Abb. 147. Zentralperspektivische Abbildung einer Würfel­fläche.

jetzt das perspektivische Bild der unteren Würfel­fläche ist. Die Schnitte der Strahlen AQ und AR mit der Zeichenebene sind 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 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° . 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 Schnittes 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 erhalten 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

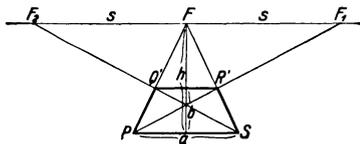


Abb. 148.

Vorderansicht der Bildebene Z in Abb. 147.

Konstruktion bei unveränderten Aug- und 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. 148 —, so können wir folgende Beziehungen ablesen:

$$Q'R' : s = b : h$$

und

$$Q'R' : a = (h-b) : h,$$

daraus folgt

$$\frac{b}{h} \cdot s = \frac{h-b}{h} \cdot a$$

$$b \cdot s = a \cdot h - b \cdot a$$

$$b \cdot (a + s) = a \cdot h$$

$$b = \frac{a \cdot h}{a + s}.$$

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 dessen Abstand s von der Vorderkante des Würfels abhängig. Je größer h und je kleiner s , um so größer wird b . Allerdings ist zu beachten, daß b nicht zu groß werden darf, da sonst das Abbild der oberen Würfel­fläche dasjenige der unteren überdeckt. Die gleichen Beziehungen gelten auch, wie leicht nachzuweisen ist, wenn der Augpunkt nicht mitten vor dem Körper, sondern seitlich gelegen ist.

Durch Versuche ist festgestellt, daß die Bildwirkung am besten ist, 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 Raumbildern zur Darstellung der Grubenbaue oder Lagerstättenverhältnisse wird die Anfertigung in der Regel an Hand vorhandener,

geometrischer Risse, insbesondere von Grundrissen vorgenommen werden. Da in diesen Grundrissen Quadratnetze als Koordinatennetze eingetragen sind oder bei anders gerichtetem Einblick auf Pauspapier aufgetragene Quadratnetze entsprechend aufgelegt werden können, so ist die erste Aufgabe, dieses grundlegende Quadratnetz in den verschiedenen Höhenlagen — Sohlen, Teilsohlen, Abbauörter — 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 söhlgigen Ebenen

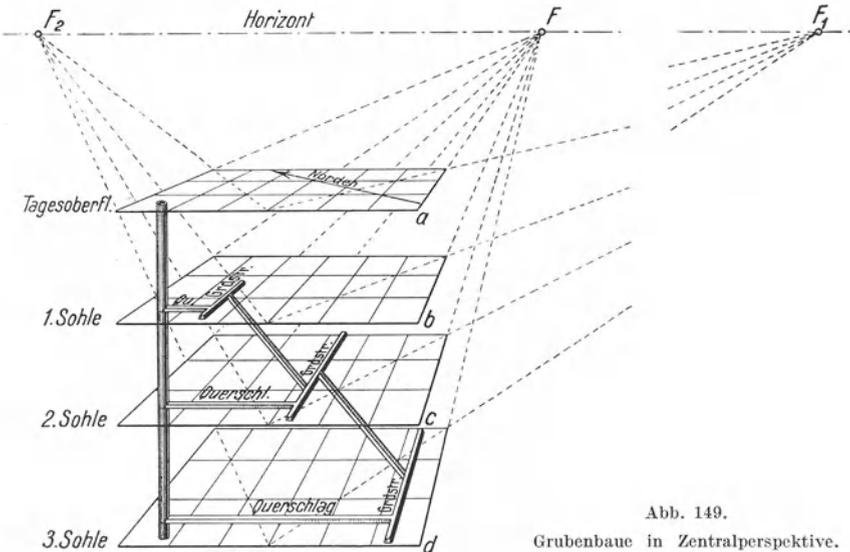


Abb. 149.
Grubenbaue in Zentralperspektive.

liegenden Verbindungen für Schächte, Blindschächte, Überhauen, Bremsberge, Kreuzlinien usw. zu ziehen.

In Abb. 149 ist ein einfaches Beispiel der Darstellung von Grubenbauen in Zentralperspektive nach dem in Abb. 150 wiedergegebenen Grundriß ausgeführt. 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 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 406 m, von dem Horizont aus nach unten ab. In den so erhaltenen Punkten a , b , c und d wird jeweils eine Gerade als Vorderkante der Netzquadrate nach links gezogen und auf dieser die 6 Netzabstände für die im Grundriß in querschlägiger

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. 149 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige der Verbindungslinien zu den Fluchtpunkten gestrichelt angedeutet, aus denen die Konstruktion der Bildtrapeze aber schon ersichtlich ist. 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.

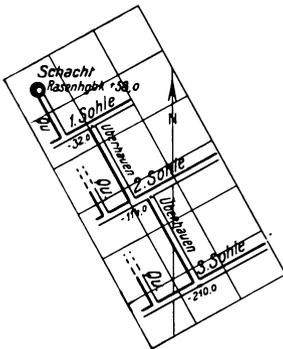


Abb. 150. Grundriß zu den Abb. 149, 152, 154 und 158.

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 körperlich am besten wirkende Darstellung. Wenn sie trotzdem nicht die verbreitetste Art des Raumbildes ist, so liegt das z. T. an der immerhin noch unständlichen 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.

131. 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 3 Hauptarten herausgegriffen und zunächst jeweils wieder an der Würfel-darstellung erläutert.

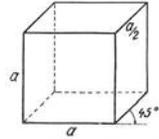


Abb. 151.
Würfel in schiefer Parallelperspektive.

1. Die schiefe Perspektive 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. 151.

Die Seitenkanten verlaufen wieder nach rechts oder links, schräg aufwärts oder abwärts unter 45° bzw. 135° gegen die waagerechten oder auch gegen die anstoßenden lotrechten Würfelkanten und werden dabei auf die Hälfte ihrer wirklichen Länge verkürzt. Da für die Körperkanten jetzt zweierlei Maßstäbe angewendet werden, bezeichnet man dieses Verfahren auch als dimetrische Darstellung.

Für die Wiedergabe von Grubenbauen wird bei diesem Verfahren das in den Grubenrissen vorhandene oder parallel zur Querschlags- und Streichrichtung aufgelegte Quadratnetz in ein Parallelogrammnetz auf Pauspapier umgewandelt, indem man auf den unter 45° 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 Streckenverlaufs 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. 152 nach dem Grundriß in Abb. 150 wiedergegebene Bild entworfen worden.

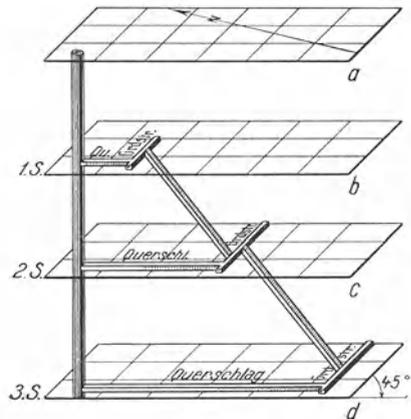


Abb. 152.
Grubenbaue in schiefer Parallelperspektive.

2. Die axonometrische Darstellung. Bei diesem 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° schräg auf- oder abwärts mit halber Länge, während die andere Schar beispielsweise unter 10° gegen die Waagerechte schräg auf- oder abwärts geneigt und auf $9/10$ ihrer wirklichen Länge verkürzt ist, Abb. 153. Da die Körperkanten jetzt dreierlei Maßstäbe haben, so bezeichnen wir die Darstellung auch als trimetrische.

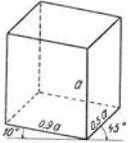


Abb. 153. Würfel in axonometrischer Darstellung.

Die Anfertigung bergbaulicher Raumbilder in axonometrischer Darstellung geht in gleicher Weise wie bei der schiefen Perspektive vor sich. Nur ist zu beachten, daß die waagerechten Parallelogramme jetzt andere Formen und in einer Richtung auch andere Seitenlängen haben, sowie ferner, daß das Anlegen des Parallelogrammnetzes an die Waagerechten jetzt

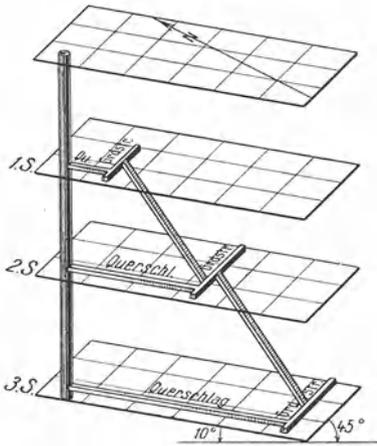


Abb. 154.

Grubenbaue in axonometrischer Darstellung.

unter dem Achsenwinkel von 10° erfolgen muß. Abb. 154 zeigt die in Abb. 149 und 152 bereits veranschaulichten Grubenbaue nach diesem Verfahren.

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 Würfel diagonalen die vor einer Ecke gedachte Zeichenebene rechtwinklig schneiden. Die Strahlen bilden dann mit sämtlichen

Würfelkanten Winkel von etwa $35,3^\circ$. Wie aus der Abb. 155 zu ersehen, stoßen die Würfelkanten in der vor- und zurückliegenden Ecke unter 120° aneinander. Die übrigen Kanten bilden die Form eines regelmäßigen, in einen Kreis eingeschriebenen Sechsecks. Eine Schar paralleler Kanten steht immer lotrecht, während die übrigen gleichgerichteten unter 30° nach links und rechts aufwärts oder abwärts verlaufen. Alle Würfelkanten sind ebenso wie die Würfelkanten gleichmäßig verzerrt.

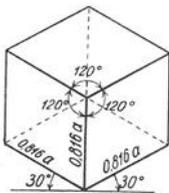


Abb. 155. Würfel in isometrischer Darstellung.

Um das Maß der Verzerrung in den Längen und Winkeln zu ermitteln, betrachten wir eine Würfelkante. In Abb. 156 ist $ABCD$ eine quadratische Würfelkante und $A'B'C'D'$ ihre isometrische Projektion. $AB = a$ ist die Quadratseite, $A'B' = a'$ die Seite des Rhombus, $AM = \frac{d}{2}$ die halbe lange Diagonale, $B'M = \frac{d'}{2}$ die halbe kurze Diagonale, $\sphericalangle BAM = 45^\circ$ und $\sphericalangle B'AM = 30^\circ$.

Wie man ohne weiteres sieht, bleibt die lange Diagonale AC unverzerrt.

Im Dreieck $B'AM$ ist $\frac{d}{2} = a' \cdot \cos 30^\circ$,

„ „ BAM „ $\frac{d}{2} = a \cdot \cos 45^\circ$,

also ist auch $a' \cdot \cos 30^\circ = a \cdot \cos 45^\circ$

oder
$$a' = \frac{a \cdot \cos 45^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{a \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2}}{\frac{1}{2} \cdot \sqrt{3}} = a \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 0,816 a.$$

Weiter ist

$$\frac{d'}{2} = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

oder

$$d' = d \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = d \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,577 d.$$

Die Rhombuseiten sind demnach auf das 0,816fache der Quadratseiten, die kleineren Diagonalen auf das 0,577fache der Diagonalen des Quadrates verkürzt.

Zieht man in Abb. 157 vom gemeinsamen Mittelpunkt M des Quadrates und des Rhombus aus Strahlen nach einem beliebigen Punkt P auf der Quadratseite und nach seinem Abbild P' auf der Rhombuseite, so schließen diese Strahlen mit der Diagonalen die Winkel α und α' ein.

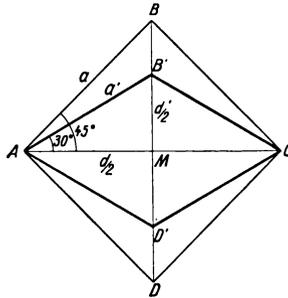


Abb. 156.
Verzerrung einer Würfelfläche bei der isometrischen Darstellung.

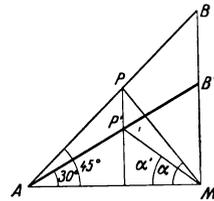


Abb. 157.
Winkelverzerrung bei der isometrischen Darstellung.

Es verhält sich nun $\operatorname{tg} \alpha' : \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 30^\circ : \operatorname{tg} 45^\circ$ oder daraus folgt

$$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,577 \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

für $\alpha = 0^\circ$	ist $\alpha' = 0^\circ$
„ $\alpha = 30^\circ$	„ $\alpha' = 18,4^\circ$
„ $\alpha = 45^\circ$	„ $\alpha' = 30^\circ$
„ $\alpha = 60^\circ$	„ $\alpha' = 45^\circ$
„ $\alpha = 90^\circ$	„ $\alpha' = 90^\circ$

Die isometrische Darstellung ist wegen der gleichmäßigen Wiedergabe in den drei Hauptbildebenen für bergbauliche Raumbilder sehr beliebt. Schon 1844 hat Kegel¹ dieses Verfahren eingehend beschrieben und seinen Wert für die Veranschaulichung von Grubenbauen und Lagerstätten hervorgehoben. In der Nachkriegszeit ist diese in Vergessenheit geratene Darstellungsart von Stach² in ihrer Bedeutung für die Wiedergabe tektonischer Formen erneut behandelt worden. Stach hat für die Übertragung geometrischer Darstellungen auch ein besonderes Stereomillimeterpapier — Rautennetz auf Pauspapier — und für die Auftragung von Winkeln einen nach obigen Winkelverzerrungen konstruierten Stereotransporteur aus Zellhorn angegeben.

¹ Der Bergwerksfreund 1844, H. 13, S. 193 bis 203.

² Z. d. D. Geol. Ges. 1922, Abh. Nr. 2 bis 4, S. 277 bis 309.

In Abb. 158 sind die schon mehrfach dargestellten Grubenbaue nach dem Grundriß in Abb. 150 in isometrischer Projektion wiedergegeben. Die Anfertigung ist nach dem bei der schiefen Perspektive 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° und 60° vorgenommen 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° gegen die Waagerechte geneigten Achsen angelegt.

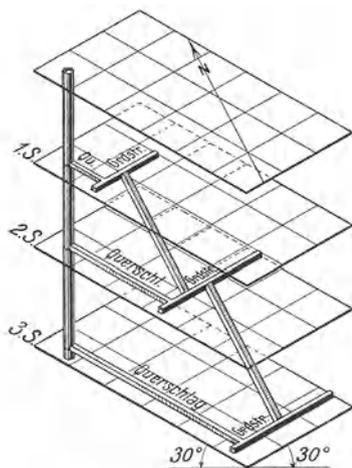


Abb. 158.
Grubenbau in isometrischer Darstellung.

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. 159, links, für eine gefaltete Flözablagerung erkennen läßt, liegen die Grundstrecken auf dem mit 40° einfallenden Muldensüdflügel eines

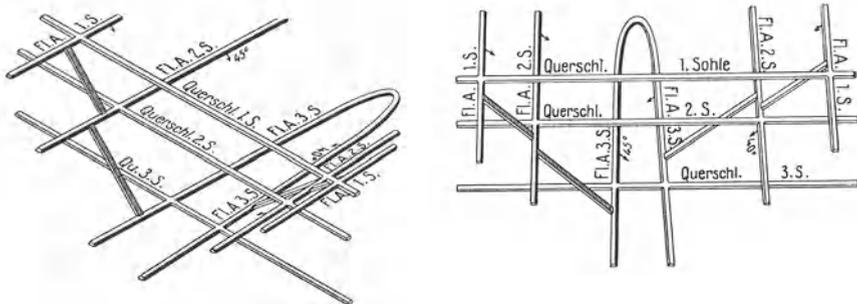


Abb. 159. Isometrische Darstellung von Grubenbauen in einer Mulde.

Flözes schon sehr dicht zusammen. Sie würden bei 45° 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. 159, rechts, zeigt das Bild der Mulde nach Drehung des Netzes um den Höchstbetrag von 45° .

Da insbesondere Wetterrisse häufig in isometrischen Raumbildern angefertigt werden, ist in Abb. 160 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 lotrecht verläuft, während die übrigen wie sonst mit dieser Winkel von je 120° einschließen. Wenn im Einzelfalle die tieferen Baue einer rückwärtigen Abteilung durch die höheren einer vorliegenden überdeckt werden, so läßt sich, weil

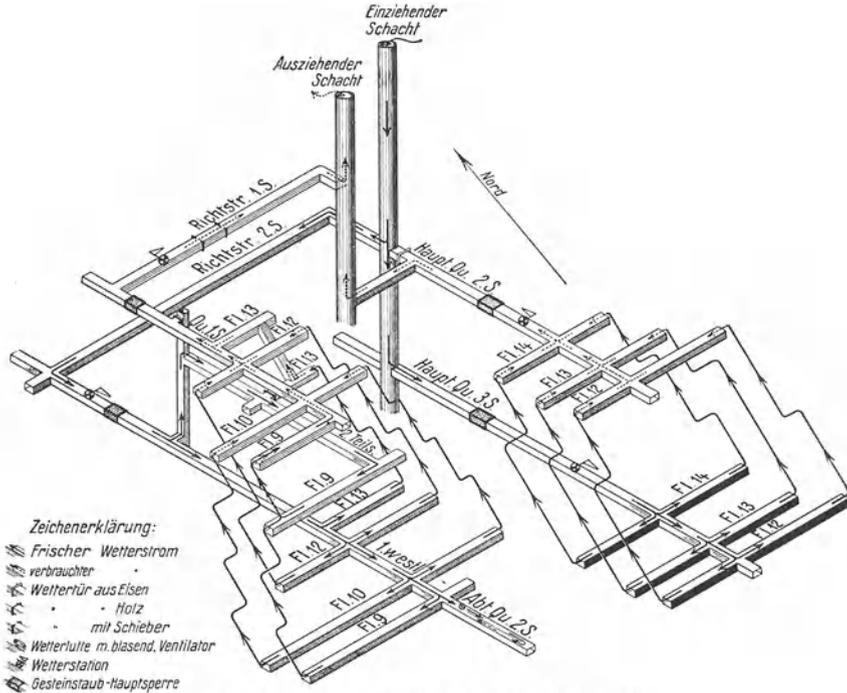


Abb. 160. Wetterriß in isometrischer Darstellung.

genaue Maßstäblichkeit für diese Risse nicht vorgeschrieben ist, das Raumbild durch Auseinanderziehen in der Streichrichtung deutlicher gestalten.

Um die Arbeit des Umzeichnens grundrißlicher Darstellungen in isometrische Raumbilder zu erleichtern und zu beschleunigen, ist von Fox ein Affinzeichner konstruiert worden. In ähnlicher Weise wie beim Umzeichnen mittels Pantographen — s. S. 178 — wird auch bei diesem Gerät mit einem Fahrstift der Inhalt der grundrißlichen Zeichnung umfahren, während gleichzeitig ein Zeichenstift das isometrische Bild liefert.

Vervielfältigungen von zeichnerischen Darstellungen.

132. Vervielfältigungen im gleichen Maßstab. Wenn eine Abzeichnung von geometrischen oder perspektivischen Darstellungen nur auf Pauspapier oder Pausleinwand erfolgen soll, so legt man das Pa-

pier oder die Leinwand glatt auf die Urzeichnung und hält sie in ihrer 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 und Kennzeichnung der Gegenstände kann die Pause wie der Originalplan ausgeführt werden.

Ist die Abzeichnung auf Zeichenpapier zu übertragen, so wird man bei Anfertigung der Pausen auf dem Pauspapier 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 Auftragung auf den Zeichenbogen sind von der festgelegten Pause aus alle umringelten Punkte mit lotrechter Nadel durchzustechen, während alle Bleilinen mit scharfem Bleistift nachgezogen 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.

Das Lichtpausverfahren läßt die rasche Vervielfältigung von Zeichnungen zu, die auf durchsichtigem Papier mit Tusche oder auch nur mit schwarzem Bleistift ausgeführt sind. In einem Kopierrahmen wird unter einer Glasplatte oder einem Glaszylinder die Zeichnung auf ein mit Metallsalzen behandeltes Lichtpauspapier gepreßt und dann kurze Zeit natürlicher oder künstlicher Beleuchtung unterworfen. Danach wird die Lichtpause entweder in Wasser ausgewaschen oder auf trockenem Wege durch Salmiakdämpfe — Ozalidverfahren — entwickelt und fixiert. Da das trocken behandelte Papier maßhaltig bleibt, so ist es zur Vervielfältigung maßstäblicher Zeichnungen besonders geeignet.

Für die Vervielfältigung von Plänen und Rissen in größerer Auflage stehen weiterhin die verschiedensten Druckverfahren zur Verfügung.

Bei den Lichtdrucken werden auf Pauspapier hergestellte Zeichnungen zunächst auf chemisch präparierte Zink- oder Aluminiumplatten

Bei den Lichtdrucken werden auf Pauspapier hergestellte Zeichnungen zunächst auf chemisch präparierte Zink- oder Aluminiumplatten wie beim Lichtpausverfahren übertragen und dann diese Platten für den Druck hergerichtet.

Beim Steindruck oder der Lithographie wird das Spiegelbild der Zeichnung mit besonderer Tinte auf einem, aus Solnhofener Kalkschiefern gewonnenen, glattgeschliffenen Stein aufgetragen. Nach einer Säurebehandlung des Steines lassen sich die mit fetter Tinte in Berührung gekommenen Stellen mit Druckerfarbe einwalzen, die durch Anpressen auf das Papier übertragen wird.

Der Kupferstich ist ein Tiefdruckverfahren, bei dem man das Spiegelbild der Zeichnung in eine Kupferplatte mit einem Stichel einritz und die so erhaltenen Vertiefungen mit Farbe einwalzt. Allerdings wird bei größeren Auflagen der Druck der Pläne nicht unmittelbar von der verhältnismäßig weichen Kupferplatte aus vorgenommen, sondern von einem auf Stein oder Zinkplatte nach dem Kupferstich zunächst angefertigten Umdruck.

133. Verkleinern und Vergrößern von Zeichnungen. Sind aus einer Zeichnung nur wenige Punkte in eine Darstellung kleineren oder größeren Maßstabs zu übertragen, so geschieht das am einfachsten mit einem Reduktionszirkel. Dies ist ein mit doppelten Schenkeln und Spitzen 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. 161. Zum Abgreifen der Punktabstände am einen und zum Abtragen am andern Zirkelende muß man von Netzlinien mit gleichen Nordsüd- und Ostwestentfernungen 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 maßstabgetreuen Umzeichnen von Plänen und Rissen ist der Pantograph, Abb. 162. Derselbe besteht aus vier in Verhältniszahlen 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 frei-

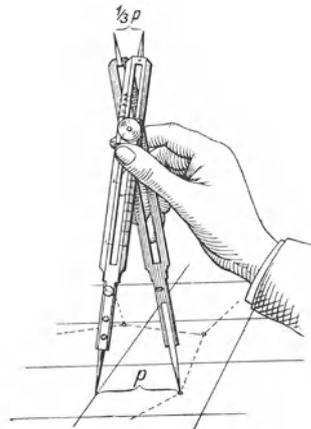


Abb. 161. Reduktionszirkel.

schwebend, 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 den Zeichenstift die maßstäbliche Verkleinerung zu erhalten. Um das Einsetzen des Zeichenstiftes gleichzeitig mit dem Aufsetzen des Fahrstiftes zu beginnen und zu beenden, ist

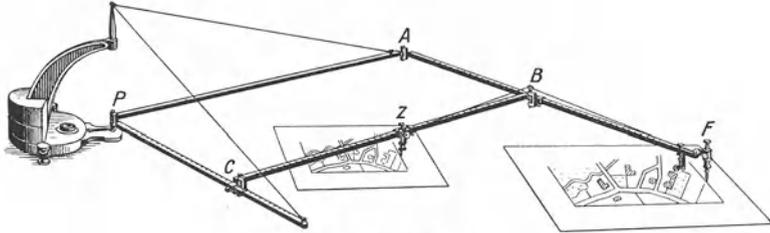


Abb. 162. Pantograph.

zwischen beiden eine Schnurverbindung angebracht, mit der 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.

Zur Herstellung von Vervielfältigungen im gleichen Maßstab sowie zur Anfertigung von Vergrößerungen und Verkleinerungen wird neuerdings auch das photographische Verfahren in wachsendem Maße herangezogen. Dieses bietet erhebliche Vorteile, da neben großer Zeit- und Arbeitersparnis unbedingt eine genaue Übereinstimmung zwischen dem Original und der Kopie erzielt wird, was bei inhaltsreichen Darstellungen besonders wertvoll ist. Man braucht zur Anfertigung maßstäblicher Bilder photographische Sondergeräte, 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 vor zeichnungsfreiem Objektiv ein seitenrichtiges Bild gleich auf Zeichenpapier oder pausfähigem Papier erhalten wird. Die Maße der Aufnahmekammern sind so zu wählen, daß alle gebräuchlichen Zeichenformate in gleicher Größe tunlichst in einem Arbeitsgang übertragen werden können. Die Grenze der durch eine Aufnahme möglichen Verkleinerung liegt in der Regel bei $\frac{1}{5}$, diejenige der Vergrößerung bei 2,5. Für weitergehende Verkleinerungen oder Vergrößerungen ist der Vorgang zu wiederholen. Die Urzeichnung muß natürlich so hergestellt sein, daß sie in Strichstärke und Schriftgröße die gewünschte Verkleinerung zuläßt. Besondere Vorrichtungen sind zur Erzielung der Planlage und zur gleichmäßigen Beleuchtung der Originalzeichnung notwendig.

Sonderkonstruktionen und Berechnungen.

134. 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. 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.

Sind die Geländepunkte in den Grundriß eingetragen und mit Höhenzahlen versehen, so verbindet man durch dünne Bleilinien je zwei benachbarte Punkte, die in der Höhenlage möglichst voneinander abweichen, also genähert in der Fallrichtung des Geländes verlaufen. Die auf diesen Verbindungslinien in Höhe der vorgesehenen Schichtlinien liegenden Punkte werden dann unter der Annahme gleichmäßiger Neigungen ermittelt. Man kann hierbei z. B. so verfahren, daß man von einem Endpunkt die söhnigen 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. 163 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

$$AB = \frac{s}{h} \cdot h_1,$$

$$AC = \frac{s}{h} \cdot h_2$$

und $AD = \frac{s}{h} \cdot h_3$ in mm .

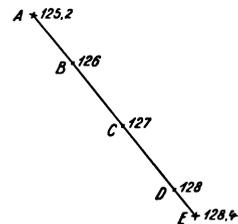


Abb. 163. Ermittlung von Schichtlinienpunkten durch Rechnung.

Ohne Rechnung lassen sich die Zwischenpunkte mit einer auf einem Stückchen Pauspapier gezeichneten Schar von gleichabständigen, par-

allelen Linien, denen die Höhen der gesuchten Schichtlinien beige-schrieben sind, einschalten. Hält man in Abb. 164 einen in 127,5 m gelegenen Punkt der Teilung auf dem Punkt F mit einer Zirkelspitze fest und dreht

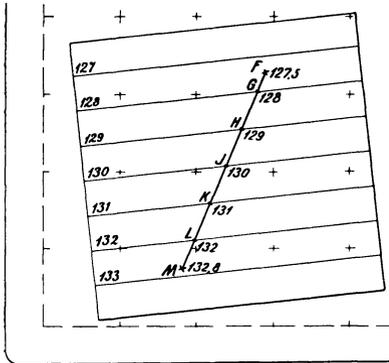


Abb. 164. Einschalten von Schichtlinienpunkten mittels paralleler Linien.

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 Geländeformen 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 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 Streichlinie, an der sowohl Richtung als auch Größe des Einfallens vermerkt ist, gekennzeichnet.

Bei der Darstellung der Grubenbaue im Grundriß sind die Streichlinien der Lagerstätten im allgemeinen durch die Begrenzungslinien der in ihnen aufgefahrenen söhligem Strecken gegeben, wogegen Höhenzahlen, Einfallpfeile und Gradzahlen an diesen Strecken sowie Mächtig-

keitsangaben die weiteren Unterlagen für den räumlichen Verlauf der Lagerstätten liefern. Krummlinige Streckenstöße, Veränderung der Entfernungen streichender Strecken, wechselnde Richtung und Größe des Einfallwinkels und unterschiedliche Mächtigkeiten lassen auch im Grundriß die Unregelmäßigkeiten im Verlauf und Verhalten der Lagerstätten erkennen.

Während im allgemeinen das Streichen und Einfallen der Schichten aus unmittelbarer Messung erhalten wird, s. S. 149 u. f., ist manchmal auch die Ermittlung dieser Größen aus unzugänglichen Aufschlußpunkten oder wenig entblößten und für die Messung daher ungeeigneten Aufschlüssen notwendig.

135. Bestimmung des Streichens und des Einfallens einer Schicht aus 3 Aufschlußpunkten. Ist eine Schicht ebenflächig und ungestört ab-

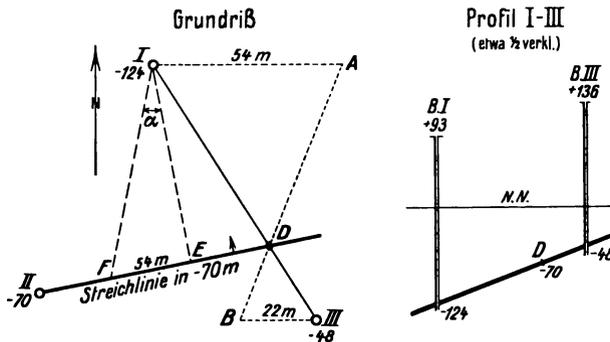


Abb. 165. Ermittlung des Streichens und Einfallens einer Schicht aus 3 Bohrlöchern.

gelagert, 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. 165 ist angenommen, daß 3 Bohrlöcher *I*, *II* und *III* in 217, 225 und 184 m Teufe die ebene Unterfläche des Deckgebirges in einem Grubenfeld 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 wurden. 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 N.N. 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 N.N. 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 IAD und $III BD$ 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 Richtungswinkel dieser Linie gegen Kartennord entnehmen sowie durch Zufügung der magnetischen Abweichung des Ortes auch den Streichwinkel errechnen. Um den Einfallwinkel zu ermitteln, zieht man von Punkt I eine Rechtwinklige auf II bis D . Diese Rechtwinklige I bis E gibt die Einfallrichtung an. Sie ist zugleich die söhliche Kathete in einem Falldreieck der Schicht, in dem die seigere Kathete im Maßstab der Karte gleich 54 m ist. Trägt man also 54 m im Maßstab 1:5000 von E aus rechtwinklig zu I bis E ab und verbindet den Endpunkt F dieser Strecke mit I , so ist das rechtwinklige Dreieck IEF ein in die Grundrißebene umgeklapptes Falldreieck der Deckgebirgsunterfläche. Der in diesem Dreieck bei I auftretende Winkel ist der Fallwinkel α , dessen Größe wieder mit einer Gradscheibe aus der Darstellung entnommen werden kann.

Natürlich läßt sich die Lage des Punktes D und der Einfallwinkel der Schicht auch rechnerisch ermitteln. Aus der in Abb. 165 abzulesenden Beziehung

$$\frac{I-D}{III-D} = \frac{54}{22}$$

ergibt sich weiter

$$\frac{I-D}{I-D + III-D} = \frac{54}{54 + 22}$$

oder

$$\frac{I-D}{I-III} = \frac{54}{76}$$

oder

$$I-D = \frac{54}{76} \cdot I-III,$$

wobei I bis D gleich in Millimetern erhalten wird, wenn man I bis III in Millimetern einsetzt. Den Einfallwinkel bekommt man aus der Gleichung $\operatorname{tg} \alpha = \frac{54}{I-E}$. Hierbei muß I bis E in Metern aus dem Maßstab des Grundrisses festgestellt werden.

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. 179/180 — vorzugehen, also ungefähr im Einfallen verlaufende Linien

zwischen den Aufschlußpunkten zu ziehen, auf diesen Linien die Punkte runder Höhenzahlen zu ermitteln und gleich hochliegende Punkte auf allen Linien durch Kurven zu verbinden. Das Einfallen kann dann an jeder beliebigen Stelle aus der kürzesten söhligen Entfernung der Schichtlinien und ihrem Höhenunterschied bestimmt werden.

136. 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 Richtung und Größe des Einfallens aus Bohrkernen oder entfernteren Aufschlüssen bekannt sind.

In den Bohrungen *A* und *B*, deren Lage in einem Grundriß 1:2000 eingetragen ist, seien aus Teufmessungen und Höhenzahlen über Tage die Aufschlußpunkte einer Querwerfung, die mit 65° südwestlich einfällt, bei -176 m und -268 m festgestellt, Abb. 166. Aus dem Höhenunterschied der Aufschlüsse von 92 m und dem Einfallwinkel von 65° bestimmt man die Sohle des Falldreiecks der Störung zeichnerisch oder rechnerisch nach der Formel

$$s = \frac{92}{\text{tg } 65^\circ} \text{ zu rd. } 43 \text{ m.}$$

Da man weiß, daß Streich- und Einfallrichtung rechtwinklig aufeinanderstehen, so muß der Schnittpunkt der Streichlinie durch Bohrloch *B* und der Fallinie 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.

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.

137. Ermittlung des Profilwinkels. Wenn eine Schicht — Lagerstätte oder Störung — in streichender Richtung durch eine Profilebene geschnitten wird, so ist sie im Profil söhlig 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 spießbeckig verlaufende Störungen verworfen werden, die Eintragung der in schräger Richtung geschnittenen Störung in das Quer- oder Längsprofil der Lagerstätte notwendig, wie vereinzelt 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

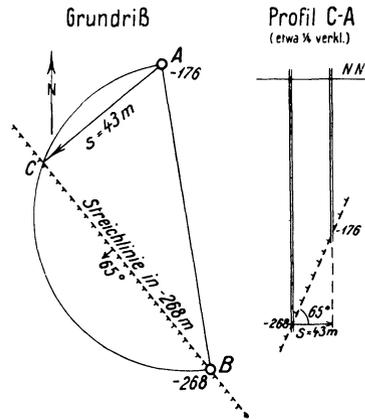


Abb. 166. Ermittlung des Streichens einer Störung aus 2 Bohrlöchern.

Schicht, der immer kleiner ist als ihr Einfallswinkel, 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. 167, oben, *A* bis *E* — und dem Höhenunterschied der Streichlinien, wenn man mit ersterem als söhliche und mit letzterem als seigere Kathete ein rechtwinkliges Dreieck zeichnet, Abb. 167, unten.

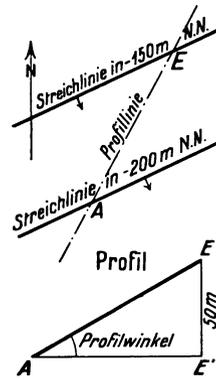


Abb. 167. Konstruktion des Profilwinkels.

Man kann aber auch den Profilwinkel, der nur vom Einfallen der Schicht und der Richtung der Profillinie abhängt, berechnen. In Abb. 168 sind α das Einfallen der Schicht, β der söhliche Winkel zwischen der Profillinie, d. h. hier der Projektion der Diagonalen, und der Streichlinie der Schicht und γ der Profilwinkel, ferner sind h der Höhenunterschied der Streichlinien, s_1 und s_2 die söhlichen Projektionen der Fallinie und der Diagonalen.

Aus
und
ergibt sich
ferner ist
also
oder

$$\begin{aligned} \text{tg } \gamma &= \frac{h}{s_2} \\ \text{tg } \alpha &= \frac{h}{s_1} \\ \hline \frac{\text{tg } \gamma}{\text{tg } \alpha} &= \frac{s_1}{s_2}, \\ \sin \beta &= \frac{s_1}{s_2}, \\ \hline \frac{\text{tg } \gamma}{\text{tg } \alpha} &= \sin \beta \end{aligned}$$

$$\text{tg } \gamma = \text{tg } \alpha \cdot \sin \beta .$$

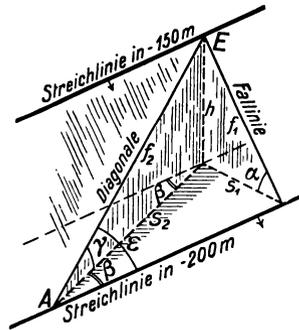


Abb. 168. Berechnung des Profilwinkels.

Aus nachstehendem Schaubild 169 ist der Profilwinkel γ für alle Einfallswinkel α und alle Werte von β zu entnehmen.

Beispiel $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 40^\circ$, dann ist $\gamma = 48^\circ$.

Nach obiger Formel und dem Schaubild läßt sich erforderlichenfalls auch das Einfallen einer Schicht aus der Neigung einer Diagonalen und der Differenz der Streichwinkel von Schicht und Diagonaler feststellen. Für den praktischen Bergbaubetrieb, z. B. beim Ansetzen von Schrägstößen, Verlegen von Schüttelrutschen, Spannen von Versatzdraht, ist für eine vorgeschriebene Neigung γ manchmal die Richtung

der Diagonalen oder der Winkel β bei wechselndem Flözeinfallen zu bestimmen, was gleichfalls nach vorstehenden Unterlagen möglich ist.

Allerdings kann es in letzterem Falle zweckmäßiger sein, den auf der Schichtfläche zwischen Diagonaler und Streichlinie auftretenden

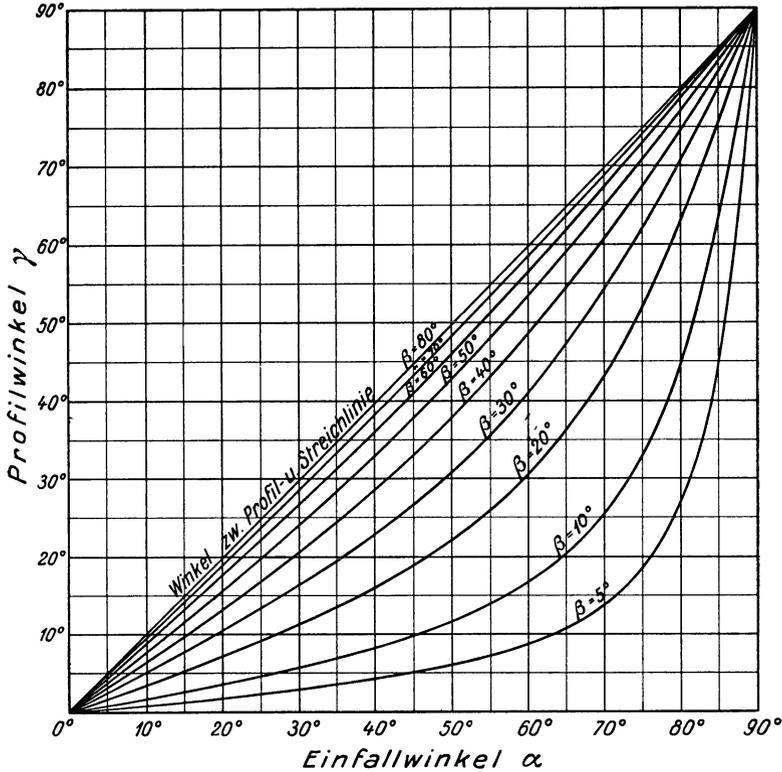


Abb. 169. Schaubild zur Entnahme der Profilwinkel.

Winkel ε zu ermitteln, s. Abb. 168, der dann gleich mit einer größeren, selbthergestellten Gradscheibe aus Pappe oder mit einem Holzwinkel auf dem Liegenden des Flözes abgesetzt wird. Nach Abb. 168 ist

$$\sin \gamma = \frac{h}{f_2}$$

und

$$\sin \alpha = \frac{h}{f_1},$$

also

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{f_1}{f_2},$$

da ferner

$$\sin \varepsilon = \frac{f_1}{f_2},$$

so ist auch

$$\sin \varepsilon = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}.$$

138. **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 die an der Störung zwischen Hangendem und Liegendem der Lagerstätte vorhandene Fläche, die jedoch für wenig mächtige Lagerstätten — wie Steinkohlenflöze — und kleine Zeichenmaßstäbe als Linie angesehen werden kann. In jedem Falle sind 2 Kreuzlinien zu unterscheiden, eine zwischen dem hangenden Lagerstättenteil und der Störung und eine zwischen dem liegenden Lagerstättenteil und der Störung. Bei merkbarem Verwurf bilden diese Kreuzlinien die Abbaugrenzen in beiden Teilen der Lagerstätte. Die

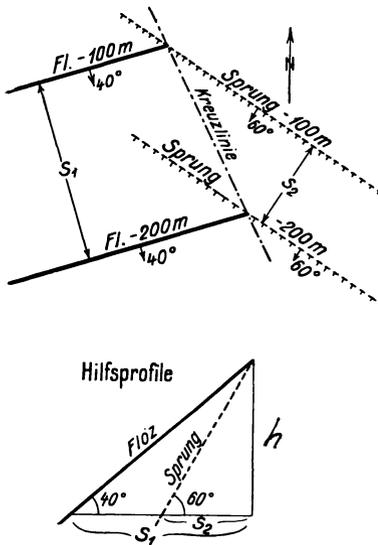


Abb. 170. Konstruktion einer Kreuzlinie.

annahme ebenen Verlaufes der Schichten, nach Einzeichnung der Streichlinien in den Grundriß für eine beliebige andere Höhenlage aus dem Höhenunterschied und den Einfallswinkeln die söhlichen Entfernungen zwischen den Streichlinien der Lagerstätte s_1 und denjenigen der Störung s_2 ermitteln, Abb. 170, unten. Zieht man in den so erhaltenen Entfernungen auf den gleichen Seiten — entweder im Hangenden oder im Liegenden — von Lagerstätte und Störung Parallele zu den vorhandenen Streichlinien, so ergibt sich im Schnitt dieser Parallelen ein zweiter Punkt, dessen Verbindung mit dem Aufschlußpunkt in der andern Höhenlage die Kreuzlinie liefert, Abb. 170, oben.

Der söhliche Winkel, den die abwärtsführende Kreuzlinie mit der in das Hangende der Lagerstätte gezogenen Streichlinie der Störung einschließt und den man als Verwurfswinkel — bei Sprüngen auch wohl als Sprungwinkel — bezeichnet, läßt sich rechnerisch aus den Einfallswinkeln der Lagerstätte und der Störung sowie aus dem Unterschied

Kreuzlinie ist im allgemeinen eine Diagonale sowohl in der Lagerstätte als auch in der Störungsfäche. Ihr streichender Verlauf fällt also mit dem Streichen dieser Schichten nicht zusammen, ihre Neigung ist geringer als das Einfallen der Lagerstätte und dasjenige der Störung.

Man erhält die Kreuzlinie in einer grundrißlichen Darstellung, wenn man die in verschiedenen Höhenlagen, aber in gleichen Lagerstättenteilen aufgeschlossenen Punkte der Störung miteinander verbindet. Diese Verbindungslinie bleibt gerade, solange Lagerstätte und Störung eben sind. Ist nur ein Aufschlußpunkt gegeben, in dem Streichen und Einfallen von Lagerstätte und Störung bestimmt worden ist, so kann man, bei An-

ihrer Streichwinkel bestimmen, Abb. 171. Die Neigung der Kreuzlinie errechnet sich nach der Formel für den Profilwinkel, s. S. 184, aus

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \sin (\beta_1 + \beta_2),$$

und auch aus

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \sin \beta_2.$$

Daraus folgt

$$\frac{\sin (\beta_1 + \beta_2)}{\sin \beta_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1}$$

oder

$$\frac{\sin \beta_1 \cdot \cos \beta_2 + \cos \beta_1 \cdot \sin \beta_2}{\sin \beta_2} = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 + \cos \beta_1 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2} - \cos \beta_1$$

$$\sin \beta_1 \cdot \operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1 - \operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \cos \beta_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2}$$

$$\operatorname{cotg} \beta_2 = \frac{\operatorname{cotg} \alpha_1 - \operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \cos \beta_1}{\operatorname{cotg} \alpha_2 \cdot \sin \beta_1}.$$

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 β_2 spitz, im letzteren stumpf. Der Zähler des rechten Teiles der Gleichung ist aber einmahl immer positiv, ohne Rücksicht auf das Einfallen von Lagerstätte und Störung, wenn $\cos \beta_1$ negativ, wenn also der Unterschied der Streichwinkel zwischen Lagerstätte und Störung größer als 90° ist. Der Winkel β_1 liegt beim stehengebliebenen Teil im Hangenden der Lagerstätte, beim verworfenen Teil im Liegenden der Lagerstätte. Eine Störung mit spitzem β_1 nennen wir gleichfallend, eine solche mit stumpfem β_1 gegenfallend. An einer gegenfallenden Störung ist daher der Verwurfswinkel stets spitz.

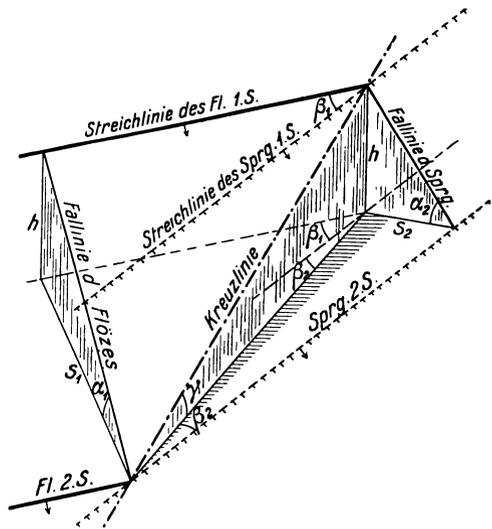


Abb. 171. Berechnung des Verwurfswinkels.

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 bei einer gleichfallenden Störung immer ein spitzer Verwurfswinkel, solange das Einfallen der Störung gleich oder größer als dasjenige der Lagerstätte ist. Erst wenn die Lagerstätte steiler einfällt als die gleichfallende Störung, kann der Verwurfswinkel stumpf oder im Sonderfalle auch gleich 90° werden.

Nach Berechnung von β_2 ergibt sich der Neigungswinkel der Kreuzlinie aus einer der beiden ersten, auf S. 187 angeführten Gleichungen.

139. Ausrichtung von Störungen. Bei der Ausrichtung von Störungen handelt es sich im allgemeinen immer um die Aufsuchung des verworfenen Lagerstättenteils in gleicher Höhenlage. Wir setzen bei unsern Betrachtungen der Einfachheit halber voraus,

daß die Abwärtsbewegung im Hangenden eines Sprunges sowohl wie die Aufwärtsbewegung im Hangenden einer Überschiebung in Richtung der Falllinie der Störung, und zwar überall gleichmäßig erfolgt ist. Für

Verschiebungen nehmen wir die waagerechte Bewegungsbahn an. Nach dem Bewegungsvorgang werden demnach bei allen drei Störungsarten die beiden Kreuzlinien parallel zueinander verlaufen.

An Verschiebungen läßt sich, wenn Richtung und Ausmaß der Verschiebung gegeben ist, die zweite Kreuzlinie ohne weiteres in den Grundriß einzeichnen. Bei Sprüngen und Überschiebungen liegt die gleiche Möglichkeit vor, wenn das seigere Ausmaß der Bewegung, der Seigerverwurf — im besonderen für Sprünge die seigere Sprunghöhe, für Überschiebungen die seigere Schubhöhe —, bekannt ist. Man kann dann das Verwurfsdreieck aus dem Seigerverwurf und dem Einfallswinkel der Störung konstruieren, Abb. 172.

Die söhliche Kathete dieses Dreiecks, die söhliche Verwurfsweite — Sprungweite oder Schubweite —, trägt man grundrißlich in Richtung des Bewegungsvorgangs, d. h. hier stets in der Einfallrichtung, ab und

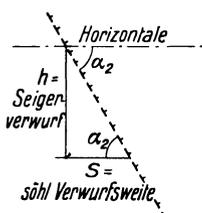


Abb. 172.
Verwurfsdreieck.

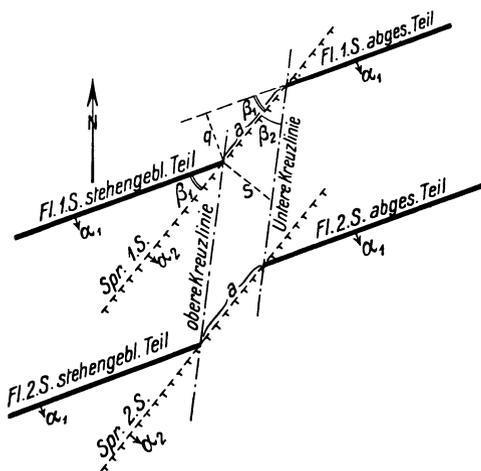


Abb. 173.
Ermittlung des durch einen Sprung verworfenen Flöztells.

so ist die Carnallsche Regel umzukehren. Fällt dagegen der Schnittpunkt von α_2 mit β_1 auf die Waagerechte durch α_1 , so ist keine Ausrichtung erforderlich. Das Zwanzigfache des Abstandes der Schnitt-

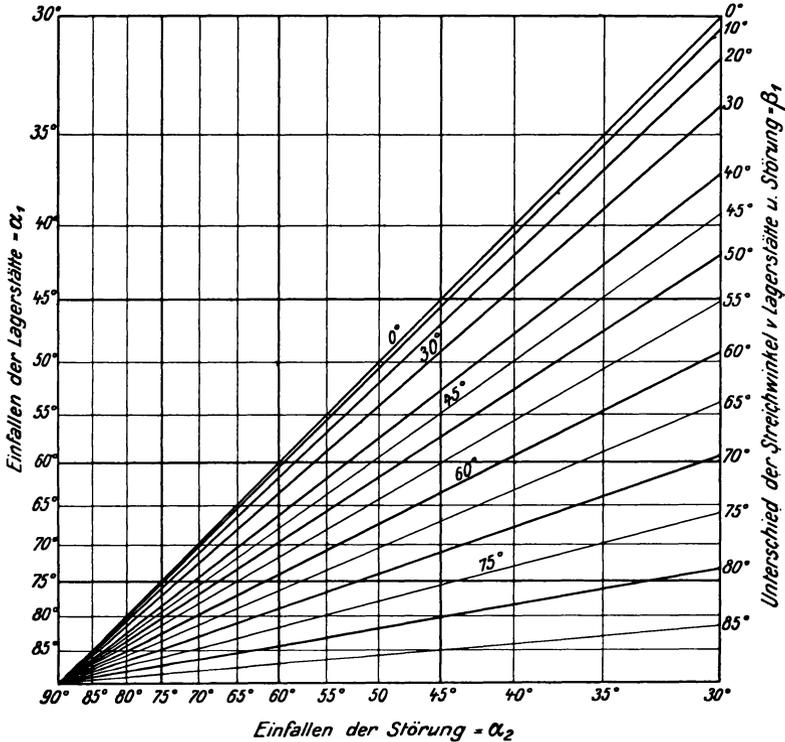


Abb. 174. Schaubild zur Entnahme der querschlägigen Ausrichtungslänge an einer gleichfallenden Störung. Maßstab 1:20.

punkte α_2 mit β_1 von der Waagerechten durch α_1 ist mit dem seigeren Verwurf zu multiplizieren, um die querschlägige Ausrichtungslänge q zu erhalten.

Beispiele: 1. Ist $\alpha_1 = 35^\circ$, $\alpha_2 = 65^\circ$, $\beta_1 = 50^\circ$ und $h = 70$ m, so liegt der Schnittpunkt α_2 mit β_1 rund 56,5 mm unter α_1 . Die nach der Carnallschen Regel anzulegende querschlägige Ausrichtungslänge ist also $q = 79$ m.

2. Ist $\alpha_1 = 70^\circ$, $\alpha_2 = 50^\circ$, $\beta_1 = 40^\circ$ und $h = 100$ m, so liegt der Schnittpunkt α_2 mit β_1 rund 14 mm über α_1 . Die umgekehrt zur Carnallschen Regel anzulegende querschlägige Ausrichtungslänge ist also $q = 28$ m.

3. Ist $\alpha_1 = 60^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\beta_1 = 55^\circ$ und $h = 40$ m, so fällt der Schnittpunkt α_2 mit β_1 auf die Waagerechte durch α_1 und es ist $q = 0$.

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.

140. Ermittlung des Ausgehenden einer Gebirgsschicht. In Höhen-schichtenkarten 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 im Gelände mit den in gleichen Höhen gezogenen Streichlinien der

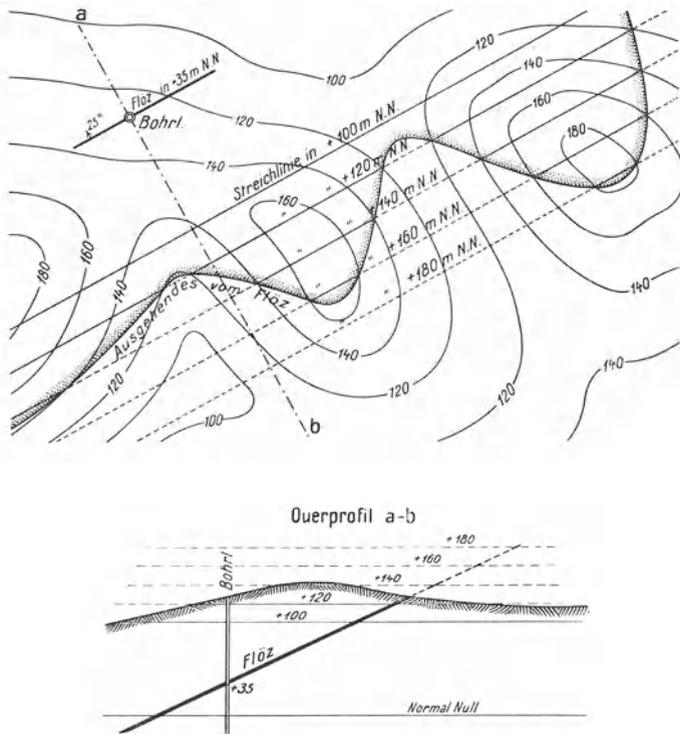


Abb. 175. Ermittlung des Ausgehenden eines Flözes.

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. 175 sind ein Flözaufschluß in einem Bohrloch und die Bodengestaltung über Tage durch Schichtlinien grundrißlich wiedergegeben. Legt man durch das Bohrloch rechtwinklig zum Streichen des Flözes im Maßstab des Grundrisses ein Querprofil und trägt die Höhenlinien + 100, + 120, + 140, + 160 und + 180 m in dieses Profil ein, so ergeben die söhnigen Entfernungen der Schnittpunkte des Flözes mit diesen Höhenlinien die Lage der entsprechenden Flözstreichlinien 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 + 100 m

bis + 180 m parallel zum Aufschlußstreichen gezogenen Streichlinien liegen teilweise über dem Gelände — in Abb. 175 die gestrichelten Stücke — und sind dann lediglich als Konstruktionslinien anzusehen.

141. **Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild.** Die vorstehend 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 daher ein einfaches Beispiel aus der Tektonik behandelt

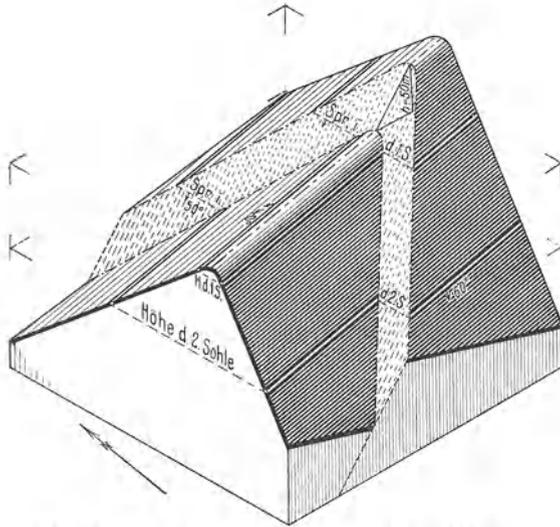


Abb. 176. Isometrisches Bild eines verworfenen Flözsattels.

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°, das Einfallen des nördlichen Sattelflügels zu 40°

und des südlichen zu 60°; ferner ein Sprung, der unter 350° streicht und mit 50° 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 Achse streicht. Eine 2. Sohle ist 90 m unter der 1. anzunehmen. Bei einem in Abb. 176 angedeuteten, isometrischen Hilfswürfel zeichnet man in die vordere obere Fläche, die als Bildebene der 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 $\frac{120}{\cos 10^\circ} = 122 \text{ m}$ ergibt, in ihrer isometrischen Verkürzung, d. h. mit rd. 99,5 m ab. In den beiden Ansatzpunkten legt man den Stereotransporteur auf und zeichnet, unter 80° gegen die Streichlinie des Sprunges gerichtet, die beiden Flözstrecken der 1. Sohle bis zum 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 $\operatorname{tg} \alpha' = 0,577 \cdot \operatorname{tg} \alpha$ die verzerrten Winkel berechnen 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 Satteltuppe verlängert, wo den wirklichen Verhältnissen entsprechend eine Abrundung eintritt. Nun trägt man die Bildebene der 2. Sohle ein, indem an den lotrechten Kanten von den Begrenzungslinien der oberen Fläche aus je $0,816 \times 90 = 73,4$ 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. Sohle 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 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 erhält man die Begrenzung der Flözflügel an der rechten, vorderen und linken hinteren Fläche, wenn man den Schnitt zwischen Kreuzlinie und Fallinie des Sprunges mit den Schnittpunkten des Flözes an der rechten bzw. an der hinteren Würfelkante verbindet.

Die Kreuzlinie des abgesunkenen Flözteils 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 Seigerverwurf und einer zur Sprungrichtung rechtwinkligen, söhlichen 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 ab-

gesunkenen Flözteil in dieser Fläche, während in der rechten vorderen und linken hinteren Fläche die Kantenschnittpunkte wieder mit den gemeinsamen Punkten von unterer Kreuzlinie und Fallinie 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 Fallinien auf der Störung sowie auch durch farbige Anlegung wird die flächenhafte Wirkung an diesen Ebenen vergrößert.

Abgrenzung von Sicherheitspfeilern.

142. Markscheidensicherheitspfeiler. Die grund- und aufrißliche Lage der Sicherheitspfeilergrenzen an den Markscheiden der Geviertfelder ist infolge der durchweg gleichbleibenden Stärke dieser Sicherheitspfeiler ohne weiteres gegeben. Sie laufen den Begrenzungslinien des Grubenfeldes, den Markscheiden, stets parallel. Bei Längensfeldern mit geneigt verlaufender Begrenzung hängt die Lage im Grundriß von der jeweiligen Neigung der entsprechenden Vierungsfläche ab, s. S. 228, Abb. 185 u. S. 229, Abb. 186. Der söhliche Abstand der Sicherheitspfeilergrenze von der Vierungsgrenze ist hier gleich der Mächtigkeit des Sicherheitspfeilers dividiert durch den Sinus des Neigungswinkels.

143. Sicherheitspfeiler gegen das Deckgebirge. Unter dem Deckgebirge unserer flöz- und salzföhrnden Schichten wird vielfach ein Sicherheitspfeiler von gleichbleibender Mächtigkeit angeordnet, um die Grubenbaue vor dem Eindringen von Wasser aus den Deckgebirgsschichten zu schützen. Die Grenzen dieser Sicherheitspfeiler lassen sich in die Aufrisse, aus denen der Verlauf der Unterfläche des Deckgebirges zu ersehen ist, meist sofort einzeichnen, während für die Grundrisse der Verlauf von der Begrenzung der Lagerstätte am Deckgebirge abhängig ist. Diese Begrenzung muß daher auch, wenn Lagerstätte und Deckgebirge nicht gleiches Streichen haben, nach Art der Kreuzlinienkonstruktion bei gestörten Lagerstätten erst ermittelt werden.

In einem Bohrloch seien z. B. bei 85 m Teufe die Mergelunterfläche mit 88° Streichen und 10° nördlichem Einfallen sowie bei 120 m Teufe das Liegende eines Flözes mit 68° Streichen und 25° südöstlichem Einfallen erschlossen worden, wobei Mergelunterfläche sowohl wie Flöz als geneigte Ebenen anzunehmen sind, Abb. 177.

Die Grenze des Flözes am Mergel und diejenige des Sicherheitspfeilers von 20 m seigerem Ausmaß sollen in den Grundriß eingetragen werden. Um gemeinsame Punkte von Flöz und Mergelunterfläche zu erhalten, ermittelt man zunächst die Streichlinie des Flözes in 85 m Teufe, indem man die söhliche Entfernung gegen die Streichlinie in 120 m Teufe aus $35 \text{ m} \cdot \cotg 25^\circ$ zu 75 m errechnet und rechtwinklig zu dieser Streichlinie ins Liegende abträgt. Nach Ziehen der Parallelen zur Streichlinie bekommt man den Punkt A, in dem das Flöz am Mergel anstößt. In gleicher

Weise stellt man aus $35 \text{ m} \cdot \cotg 10^\circ$ die söhliche Entfernung der Streichlinien der Mergelunterfläche in 85 m und 120 m Teufe zu 199 m fest und trägt diese Entfernung rechtwinklig zum Streichen der Mergelunterfläche ins Hangende ab. Die in dieser Entfernung gezogene Parallele zur Streichlinie des Mergels schneidet die 120 m Streichlinie des Flözes im Punkt *B*, dessen Verbindung mit *A* die Grenze des Flözes am Mergel liefert.

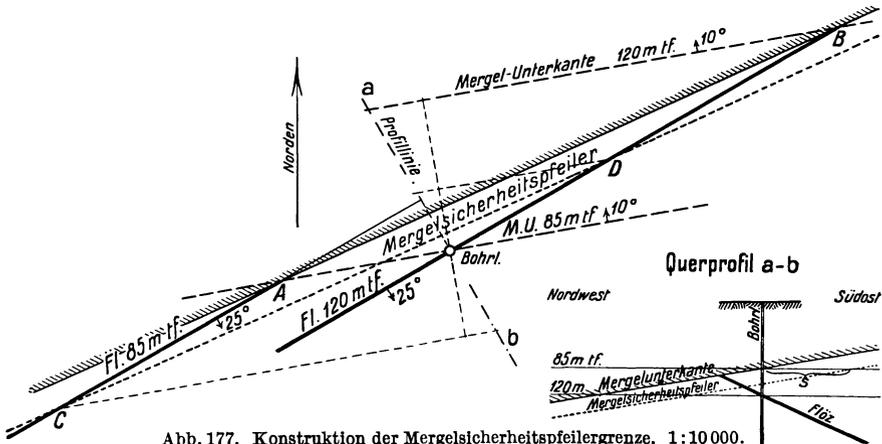


Abb. 177. Konstruktion der Mergelsicherheitspfeilergrenze. 1:10 000.

Die Streichlinien der Sicherheitspfeilergrenze liegen in gleichen Höhenlagen um je $s = 20 \text{ m} \cdot \cotg 10^\circ = 115 \text{ m}$ südlich der Streichlinien der Mergelunterfläche. Die Parallelen in diesen Entfernungen schneiden die beiden Streichlinien des Flözes in den Punkten *C* und *D*, deren Verbindungslinie die Mergelsicherheitspfeilergrenze ist.

144. Schachtsicherheitspfeiler und Sicherheitspfeiler für Bauwerke über Tage. Wenn ein Schacht oder ein wichtiges Bauwerk über Tage vor den Einwirkungen der Abbaue geschützt werden soll, so müssen die Begrenzungslinien des Sicherheitspfeilers sich den seitlichen Einwirkungsgrenzen dieser Abbaue anpassen. Man wird also als Sicherheitspfeiler einen Ausschnitt aus dem Gebirgskörper festlegen, der nach der Teufe zu sich ständig erweitert, und zwar in Abhängigkeit von der Art und den Lagerungsverhältnissen der Schichten. Über den Verlauf der Einwirkungsgrenzen der Abbaue hat man vielfach durch regelmäßig wiederholte Senkungsbeobachtungen über und unter Tage die nötigen Unterlagen gewonnen. 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 geeigneten 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° . Im Steinkohlengebirge wird eine gleichmäßige Neigung von 75° bei einem Einfallen der Flöze bis zu 15° beibehalten, so daß, unter der Annahme einer annähernd waagerechten Mergelunterfläche, die in den Sicherheitspfeiler fallende Flözfläche bei söhligler Ablagerung von einem Kreise, bei schwacher aber gleichmäßiger Neigung von einer Ellipse begrenzt ist. Wenn die Flöze steiler als 15° 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° bis 35° Flözeinfallen Neigungswinkel von 75° bis 55° , um letzteren Wert dann

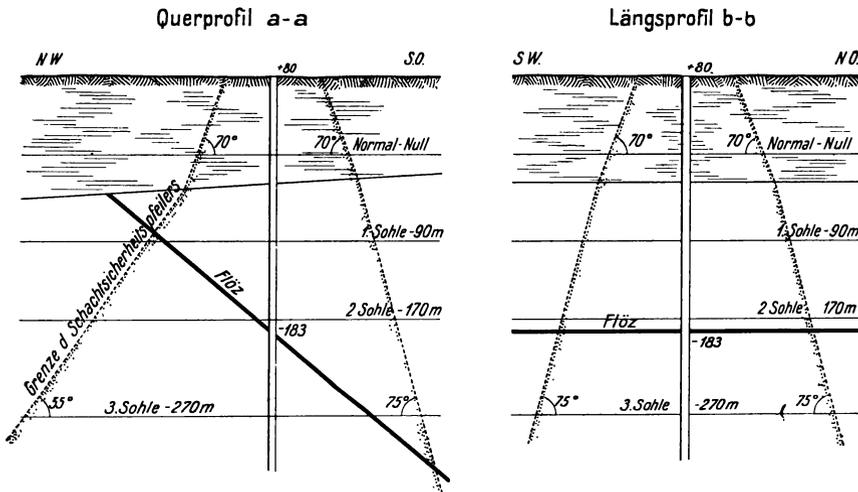


Abb. 178. Schachtsicherheitspfeiler im Quer- und Längsprofil. 1:8000.

auch für steilere Lagerung beizubehalten. Im Streichen und für den unteren Teil der Flöze bleibt der Neigungswinkel von 75° bestehen. Da die Mantelfläche des Sicherheitspfeilers jetzt nicht mehr einem Kegelmantel entspricht, so wird auch die Begrenzung desselben im Flöz nicht mehr eine Ellipse oder ein sonstiger Kegelschnitt sein.

An einem einfachen Beispiel soll gezeigt werden, wie man die Begrenzung des Schachtsicherheitspfeilers für ein Flöz im Grundriß ermitteln kann.

In Abb. 178 sind ein Quer- und ein Längsprofil durch ein in einem Schacht erschlossenes Flöz gezeichnet. Nach Abtragung des Halbmessers des Schutzbezirks an der Tagesoberfläche vom Schacht nach allen Seiten werden für den Mergel die Sicherheitspfeilergrenzen unter 70° , im Steinkohlengebirge nach SO, SW und NO unter 75° , nach NW unter 55° gezogen. Die Schnittpunkte des Flözes mit den Sicherheitspfeilergrenzen liefern für den Grundriß — Abb. 179 — 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 abgesetzt oder denkt man sich nur mehrere söhligte Ebenen gelegt, so ist leicht zu erkennen, daß der Sicherheitspfeiler aus diesen söhligten Ebenen Flächen herauschneidet, die in der südlichen Hälfte jeweils von einem Halbkreis, in der nördlichen Hälfte von einer halben Ellipse begrenzt sind. Man kann also aus den Abständen der Sicherheitspfeilerbegrenzen in den vier verschiedenen Richtungen für jede Sohle diese Schnittfiguren grundrißlich konstruieren. Entnimmt man nun aus dem Querprofil die Lage des Flözes auf den verschiedenen Sohlen und zeichnet danach die Flözstreichlinien 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 sind z. B. bei gefalteten Flözen Einschnürungen an den Sätteln und Ausbuchtungen an den Mulden zu erwarten.

Bei Doppelschachtanlagen wählt man als Schutzbezirk über Tage gewöhnlich eine Form, die von 2 Halbkreisen um die 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 Bogenstücke, 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 Schachtsicherheitspfeilern finden sinngemäß auch Anwendung bei der Ermittlung der Sicherheitspfeiler für Bauwerke über Tage.

Flächenermittlungen aus Plänen.

145. Flächenberechnung durch Teilung. Soll die Größe einer geradlinig begrenzten, in einem Plan dargestellten Fläche ermittelt werden, so teilt man diese zunächst durch dünne Bleilinen in einfache Figuren — Dreiecke, Rechtecke und Trapeze — in ähnlicher Weise wie das bei

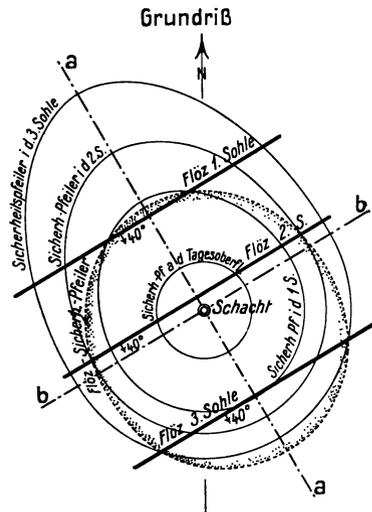
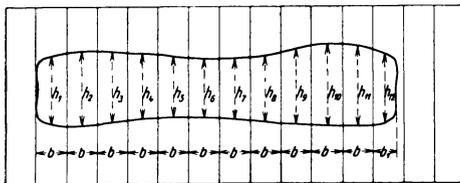


Abb. 179. Konstruktion eines Schachtsicherheitspfeilers im Baugrundriß. 1:8000.

der Flächenaufnahme im Gelände durch Aufnahmelinien und Rechtwinklige geschieht, s. S. 57, Abb. 62. Dann bestimmt man die Grundlinien und Höhen der Einzelflächen mit Zirkel und Maßstab und errechnet den Inhalt derselben nach bekannten Formeln der Geometrie. Hat man die Maße der Zeichenflächen in Millimetern, z. B. mit einem Anlege-lineal, 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 neueren Grubenfeldern, die rechtwinklig-ebenen Koordinaten für die Eckpunkte einer Fläche gegeben, so erfolgt die Inhaltsberechnung nach den auf S. 63 angeführten Flächenformeln.

146. Inhaltsermittlung von Flächenstreifen. Handelt es sich bei den Flächen um Streifen von ungefähr gleichbleibender Breite, so kann man



$$F = b(h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n) \cdot b_1 \cdot h_n$$

Abb. 180. Inhaltsbestimmung von Flächenstreifen.

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.

Die Genauigkeit vorgenannter Flächenermittlungen hängt von der Schärfe des Abgreifens der Maße, von der Genauigkeit der Darstellungen und vom Papiereingang ab. Man kann den Papiereingang 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.

147. 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. 181. Der feste Polarm trägt am freien Ende eine, mit einem Gewicht beschwerte, feine Spitze, um die sich nach Einstechen in die Zeichnung das ganze Gerät dreht. Die Länge des Fahrarms vom Gelenkpunkt bis zum Fahrstift kann man häufig durch Verschieben des Fahrarms in einer Hülse verändern. An der Hülse ist, mit der Achse parallel zum Fahrarm, eine drehbare Meßrolle mit Spurkranz angebracht, deren ganze Umdrehungen mittels Schraube ohne Ende auf eine Zehlscheibe übertragen werden, 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 Zähl-scheibe, 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 nun einem Rechteck, dessen Grundlinie gleich der Länge des Fahrarms und dessen Höhe gleich der Länge der Rollenabwicklung, d. h. gleich dem Unterschied der Ablesungen ist.

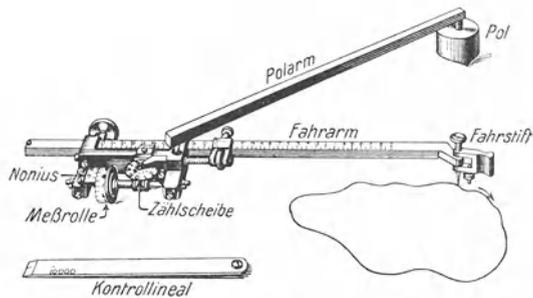


Abb. 181. Polarplanimeter von Coradi.

Für Geräte mit verstellbarem Fahrarm kann man aus einer, die gebräuchlichsten Maßstabsverhältnisse berücksichtigenden Tabelle diejenigen Fahrarmeinstellungen entnehmen, die für runde Flächenwerte der Nonius-einheit gelten. Man braucht dann nach richtiger Einstellung des Fahrarms 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 und kann dann den Inhalt der gesuchten Fläche F aus der bekannten Fläche f und den Ablesedifferenzen N und n für die gesuchte und die bekannte Fläche feststellen, also $F = \frac{N}{n} \cdot f$. Als bekannte Fläche wird hierbei häufig eine durch

Drehung des dem Gerät beigefügten Kontrollineals erzeugte Kreisfläche gewählt. Das eine Ende dieses Lineals trägt eine Spitze, die in den Zeichenbogen gedrückt wird, am andern 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 Umfahung 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 mehr-

mals umfahren und die erhaltenen Ableseunterschiede mitteln. Der Einfluß einer nicht parallelen Lage der Rollennachse 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 Fahrarms 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 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 Zeichenpapiers läßt sich dadurch beheben, daß die Meßrolle auf einer besonderen aus Hartgummi oder Metall hergestellten Scheibe abrollt — Scheibenpolar- und Scheibenrollplanimeter. Bei weiteren Arten — den Kugelpolar- und Kugelrollplanimetern — wird bei der Flächenumfahrung ein Kugelabschnitt in Drehbewegung versetzt, die sich dann auf einen Zylinder mit Zählwerk überträgt.

Massenberechnungen.

Beim Bau von Wegen und Anschlußbahnen sowie bei der Herstellung von Gräben müssen häufig die abzutragenden oder aufzuschütten den Erdmassen, bei Halden die lagernden Bestände, im Tage- oder Tiefbau die anstehenden Abraum- und Mineralmengen festgestellt werden.

148. 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 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.

149. 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 Schachtsicherheitspfeilern, so ermittelt man die Größe der söhlig

Fläche im Grundriß mit dem Planimeter, dividiert den erhaltenen Wert durch den Kosinus des Einfallwinkels und multipliziert mit der Mächtigkeit, um den Inhalt zu bekommen.

Für langgestreckte Gebilde, wie Sicherheitspfeiler für Kanäle oder Eisenbahnlinien, 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 Schichten-schnitten — Normalprofilen — entnommen wird.

In gleicher 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 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 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.

Von den topographischen Karten, die die Tagesoberfläche nach Form und Inhalt eingehend wiedergeben, sollen hier nur die vom Reichsamt für Landesaufnahme herausgegebenen Hauptkartenwerke besprochen werden.

150. Meßtischblätter 1:25 000. Die einzelnen Blätter dieser Karte entstehen durch unmittelbare Aufnahme im Gelände mit Meßtisch

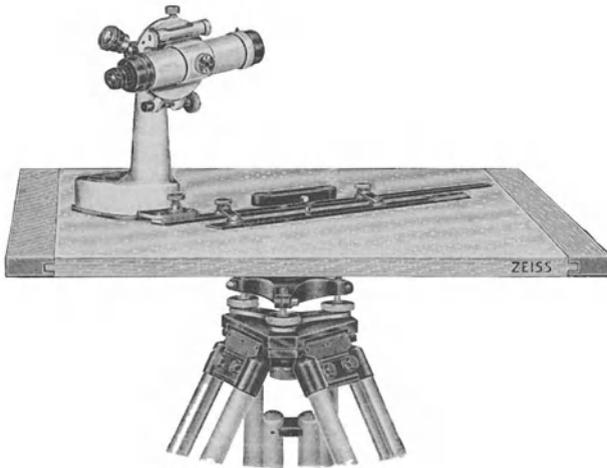


Abb. 182. Meßtisch mit Kippregel von Zeiß.

und Kippregel, wobei im Anschluß an das Dreiecksnetz der Landesaufnahme Richtungen und Längen gleich auf die Urzeichnung übertragen werden.

Der Meßtisch ist eine hölzerne, 50×50 cm große Zeichenplatte, die mittels eines Untersatzes auf ein Stativ geschraubt, waagrecht gestellt und nach allen Richtungen gedreht werden kann. Vor der Aufnahme spannt man auf die Platte einen Zeichenbogen, auf dem das Gradnetz und sämtliche vorhandenen Dreieckspunkte eingetragen sind.

Die Kippregel besteht aus einem, meist mit Dosenlibelle und Maßstab versehenen, 50 cm langen Metalllineal, an dem eine Stütze angebracht ist, die das kippbare, zur Kante des Lineals parallele Fernrohr mit Höhenkreisbogen, Zeigern und Röhrenlibelle trägt, Abb. 182.

Die Orientierung des Meßtisches nach der Aufstellung über einem Bodenpunkt des Dreiecksnetzes geschieht in der Weise, daß man eine Kante des Lineals auf dem Zeichenbogen an die Verbindungslinie vom Standpunkt zu einem möglichst weit entfernten, gut sichtbaren Dreieckspunkt legt und nun den Meßtisch mittels Trieb- schraube am Untersatz so lang dreht, bis sich der Zielpunkt im Fernrohr mit dem

Vertikalfaden deckt. Bei der Aufnahme selbst werden die für den Karteninhalt wichtigen, im Umkreise von etwa 1 km gelegenen Punkte, in denen eine geteilte Latte nacheinander lotrecht aufzustellen ist, mit dem Fernrohr angezielt, wobei darauf geachtet werden muß, daß eine Kante des Lineals den eingezeichneten Standpunkt berührt. Die Richtung des Zielstrahles wird am Lineal entlang in Blei gezogen. Aus dem Lattenstück, das zwischen den waagerechten Entfernungsmessfäden des Fernrohres — wie bei der Fadenentfernungsmessung — abzulesen ist, und dem beobachteten Neigungswinkel wird dann die sölhliche Entfernung des Zielpunktes und der Höhenunterschied zwischen Stand- und Zielpunkt errechnet. Die Entfernungen trägt man gleich maßstäblich in die Zeichnung ein, während aus der Höhe des Standpunktes und dem berechneten Höhenunterschied die Höhenzahl für den Zielpunkt ermittelt und eingeschrieben wird. Soweit die Bodenpunkte des Dreiecksnetzes für die Meßtischaufnahme nicht ausreichen, werden Hilfsstandpunkte, deren Lage durch graphisches Einschneiden mit dem Meßtisch bestimmt wird, herangezogen.

Nach Festlegung des Punktnetzes werden die Begrenzungen der Gegenstände an Ort und Stelle eingezeichnet, wobei auch gleichzeitig nicht einzusehende Gelandeteile durch Kleinaufnahme zu ergänzen sind, wenn nicht anderweitig großmaßstäbliches Planmaterial hierfür vorhanden ist. Mit der Ausarbeitung und Beschriftung der Zeichnung wird die Konstruktion von Höhenkurven nach den eingeschriebenen Höhenzahlen verbunden. Die Vervielfältigung geschieht durch Kupferstich oder Steindruck, doch werden auch billigere, allerdings weniger scharfe Umdrucke hergestellt.

Jedes Meßtischblatt bedeckt 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 durch laufende Nummern. Seit einigen Jahren werden auch Gitternetze von rechtwinklig-ebenen Koordinaten in Gauß-Krügerschen Meridianstreifen mit einem Netzabstände von 4 cm = 1 km auf sämtlichen Blättern ausgezogen, während das Gradnetz nur an den Blatträndern vermerkt ist.

Die Einzelheiten der Tagesoberfläche werden durch Zeichen, Gewässer meist durch Farbe einheitlich und eindeutig kenntlich gemacht. Ein Auszug aus der Zeichenerklärung ist neuerdings auf dem Rande jedes Meßtischblattes aufgedruckt, um den Benutzern das Lesen der Karte zu erleichtern. Im besonderen werden dargestellt: Gebäude in ihren grundrißlichen Formen, soweit nicht in Ortschaften ein Abschrafieren geschlossener Wohnviertel stattfindet, Straßen und Wege je nach Beschaffenheit und Bedeutung durch ausgezogene oder gerissene Linien in verschiedenen Abständen und Strichstärken, ein- und mehrgleisige Eisenbahnen mit ihren Böschungen, Straßen- und Seilbahnen durch verschiedenartige Strichzeichen, Gewässer durch ihre Uferlinien und blaue Farbe, Kulturarten, wie Wald, Wiese, Gärten, Weiden usw. durch Flächenzeichen, politische Grenzen und Einfriedigungen durch Strichzeichen und sonstige Gegenstände, wie Steinbrüche, Sand-, Kies- und Lehmgruben, Bergwerke, Mühlen, Türme, Denkmäler, Brücken, Wegweiser, Kilometersteine usw. durch Einzelzeichen und abgekürzte Beschriftung.

Die Wiedergabe der Bodengestaltung geschieht durch Höhenkurven, die im offenen Gelände allgemein von 5 m zu 5 m mit Hervorhebung der

vollen 10-m- 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.

151. Karte des Deutschen Reiches 1:100000 — Reichskarte. Jedes der 675 Blätter dieses, bis Kriegsende unter dem Namen „Generalstabskarte“ bekannten Kartenwerkes umfaßt bei etwa 28×33 cm Größe ein Gebiet von $15'$ in der geographischen Breite und $30'$ in der geographischen Länge, bedeckt also das $7\frac{1}{2}$ -fache der Fläche eines Meßtischblattes. Die Herstellung erfolgt durch kartographische Verkleinerung der Blätter 1:25000, wobei eine sorgfältige Aussonderung entbehrlicher Einzelheiten vorgenommen wird, während andererseits wichtige Dinge, gegebenenfalls über ihre wirklichen Ausmaße hinaus, hervorgehoben werden müssen. Dem viermal kleineren Maßstab entsprechend ist für die einzelnen Gegenstände eine von den Meßtischblättern etwas abweichende Art der Zeichengebung gewählt, die neuerdings auch auf den Kartenrändern auszugsweise dargestellt wird. Der wesentlichste Unterschied gegenüber den Meßtischblättern liegt aber in der Wiedergabe der Bodengestaltung, die hier durch „Bergschraffur“ veranschaulicht ist. Je dichter und dicker die in der Fallrichtung verlaufenden Schraffurstriche ausgeführt sind, um so steiler ist das Gelände, während flache Boden- neigungen durch dünne, lichte Striche versinnbildlicht werden. Das Gauß-Krügersche Gitternetz ist auch den in den letzten Jahren neu erschienenen Blättern in $5\text{ cm} = 5\text{ km}$ Maschenweite aufgedruckt. Die Anfertigung der Reichskarte erfolgt in schwarzem Kupfer- oder Stein- druck. Doch sind teilweise auch 3 Farbendrucke — Grundriß schwarz, Gewässer blau, Gelände braun — vorhanden.

152. Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200000 — Reichsübersichtskarte. Das einzelne Blatt dieser Karte wird durch 30 Breitenminuten und 60 Längenminuten begrenzt, enthält also bei gleicher Größe das 4fache der Karte 1:100000. Die Darstellung entspricht im wesentlichen derjenigen der Reichskarte, nur sind die Boden- formen hier wieder durch Höhenlinien von 20 m zu 20 m bzw. 10 m zu 10 m gekennzeichnet. Das Gauß-Krügersche Gitternetz ist in $5\text{ cm} = 10\text{ km}$ Maschenweite eingetragen. Die Ausführung erfolgt nur in 4farbigem Kupferdruck, wobei neben schwarzem Grundriß, blauen Ge- wässern und braunen Höhenlinien die Talsohlen grün hervorgehoben werden.

153. Topographische Grundkarte des Deutschen Reiches 1:5000 — Reichswirtschaftskarte. In der Nachkriegszeit ist aus den Bedürfnissen von Wirtschaft, Technik und Verwaltung die Schaffung eines neuen großmaßstäblichen, topographischen Kartenwerkes begonnen worden, von dem bisher allerdings erst eine verhältnismäßig sehr kleine Anzahl von Blättern fertiggestellt wurde.

Als Aufnahmeverfahren ist die Meßtischaufnahme vorgesehen, doch sollen weitgehendst auch andere Methoden wie Tachymetrie und Luft- bildmessung sowie vorhandene Planunterlagen zur Herstellung dieser Grundkarte herangezogen werden. Die Karte ist nach rechtwinklig- ebenen Koordinaten in Gauß-Krügerschen Meridianstreifen begrenzt

und untergeteilt. Jedes Blatt von 40×40 cm Größe umfaßt $2 \text{ km} \times 2 \text{ km} = 4 \text{ qkm}$ Fläche. Die Blattbezeichnung findet neuerdings nach den Kilometer-Rechts- und -Hochwerten der unteren linken Ecke statt, denen auch ein Ortsname zugefügt wird. Die Bezeichnung der Gegenstände ist in Anlehnung an die bei den Meßtischblättern eingeführte Darstellung gewählt. Bodenformen werden durch Schichtlinien wiedergegeben, und zwar im allgemeinen von Meter zu Meter, doch können erforderlichenfalls auch Dezimeter-Schichtlinien eingetragen werden. Die Vervielfältigung erfolgt durch Lichtdruckverfahren in schwarz mit brauner Geländedarstellung und gegebenenfalls blauer Gewässerplatte.

154. Deutsche Karte 1:50000. Diese gleichfalls in jüngster Zeit erst in Angriff genommene Karte ist in der Öffentlichkeit bisher kaum bekannt geworden, da Ausführungen derselben nur ganz vereinzelt vorliegen. Jedes Blatt umfaßt $10'$ in der Breite und $20'$ in der Länge, bedeckt also etwa das $3\frac{1}{2}$ -fache eines Meßtischblattes, dem es im übrigen hinsichtlich Wiedergabe der Tagesoberfläche ähnelt.

Für die vorgenannten Karten, soweit sie kleineren Maßstabes sind, hat sich in den letzten Jahren auch eine Bezeichnungsweise eingebürgert, die auf den Längenwert eines Kilometers in der Karte Bezug nimmt. So spricht man beim Maßstab 1:25000 von der „4-cm-Karte“, bei 1:50000 von der „2-cm-Karte“, bei 1:100000 von der „1-cm-Karte“ und bei 1:200000 von der „ $\frac{1}{2}$ -cm-Karte“.

155. Ergänzung und Verwendung topographischer Karten. Die regelmäßige Ergänzung der Meßtischblätter und damit auch der Karten 1:100000 und 1:200000 findet bisher meist in zu großen Zeitabständen statt, so daß, besonders in Industriegebieten mit schnellen und umfangreichen Änderungen des Landschaftsbildes, vielfach ein Veralten der amtlichen Kartenwerke eingetreten ist. Vorhandene Unterlagen für die Berichtigung einzelner Blätter werden in verschiedensten Maßstäben durch ein organisiertes Meldesystem dem Reichsamte für Landesaufnahme zugeleitet, von diesem zunächst auf 1:25000 verkleinert, durch Erkundung im Gelände geprüft und, soweit notwendig, vervollständigt, um dann beim Neudruck eines Blattes Berücksichtigung zu finden. Neuaufnahmen finden zu den Ergänzungen in der Regel nicht mehr statt.

Die amtlichen topographischen Karten dienen 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 Grundlage 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 Preußischen Geologischen Landesanstalt, 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 Feldegrenzen 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 die neuerdings in Angriff genommene 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 Diagrammen Wert und Menge der Produktion dargestellt.

Topographische Karten können ferner für die Herstellung bergbaulicher Risse herangezogen werden. So ist es z. B. gestattet, die auf 1:10000 vergrößerten Meßtischblätter als Unterlagen für Berechtamsrisse zu benutzen, wenn Karten größeren Maßstabes von dem betreffenden Gebiet nicht bestehen. Die Siedlungs- und Landesplanungsverbände verwenden 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.

Planwerke.

156. Katasterpläne. Diese Pläne sind großmaßstäbliche, grundrißliche Darstellungen der Tagesoberfläche, in denen jede Liegenschaft, d. h. jedes Stück des Grund und Bodens, nach Lage und Form, also nach Größe und Begrenzung sowie nach Besitz und Nutzung nachgewiesen wird. Der Inhalt der Pläne wird auf Grund eines an die Landesaufnahme angeschlossenen Dreiecks- und Polygonnetzes nach den Vorschriften der Preußischen Katasteranweisungen VIII und IX, die auch für andere

Lageaufnahmen vielfach maßgebend sind, zahlenmäßig aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Aufnahmen trägt man in nicht maßstäbliche Stückvermessungsrisse ein. Nach diesen werden die bei den Regierungen aufbewahrten Gemarkungsurkarten angefertigt und durch Abzeichnung hiervon die bei den Katasterämtern vorhandenen Gemarkungsreinkarten hergestellt. Die einzelnen Blätter dieser Karten von 666×1000 mm Größe enthalten inselartig, d. h. ohne Zusammenhang mit den Nachbarblättern, ein durch Eigentumsgrenzen abgeschlossenes, innerhalb einer Gemeinde liegendes Gebiet, das in Rheinland und Westfalen als Flur bezeichnet wird. Als Maßstab ist in Preußen 1:2000 vorgeschrieben, wenn die einzelnen Grundstücke durchschnittlich mehr als 50 a umfassen, während man bei Größen von 5 bis 50 a den Maßstab 1:1000 wählt. In geschlossenen Dörfern und Städten hat die Anfertigung meist im Maßstab 1:500 zu erfolgen.

Die Wiedergabe in den Katasterplänen unterscheidet sich von der Darstellung in topographischen Karten hauptsächlich dadurch, daß die Bodengestaltung nicht aufgenommen und die Bodenbewachsung nur durch abgekürzte Buchstaben mit Ziffern für die Einschätzungsklassen kenntlich gemacht wird. Im übrigen werden alle einzelnen Parzellen mit ihren Grenzzeichen, Grenzlinien und Nummern eingetragen.

Unter einer Parzelle versteht man ein Stück Land, das ein und demselben Eigentümer gehört, in einer Feldlage eines Gemeindebezirkes liegt und von gleicher Kulturart ist. Auch unbebaute oder bebaute Hofräume, öffentliche Wege, Wasserläufe usw. bilden Parzellen.

Neben den zeichnerischen Darstellungen sind von den Katasterämtern, deren Geschäftsbereich in Preußen in der Regel das Gebiet eines Kreises umfaßt, für Grundsteuerzwecke Bücher zu führen, die unter Zugrundelegung der Stückvermessungsrisse angefertigt werden. Hierzu gehören

1. das Flurbuch, ein nach Fluren oder Kartenblättern und Parzellennummern geordnetes Verzeichnis der Liegenschaften jeder Gemeinde, in dem für jede Parzelle die Artikelnummer der Mutterrolle, die Bezeichnung im Grundbuch und der Eigentümer, ferner Lage, Flächeninhalt, Kulturart, Einschätzungsklasse und steuerpflichtiger Reinertrag nachgewiesen wird,

2. die Mutterrollen, in denen für jede Gemeinde nach Grundeigentümern geordnet, die Liegenschaften mit Flur- und Parzellennummern, Kulturart, Einschätzungsklasse, Flächeninhalt, Reinertrag und veranschlagter Grund- oder Gebäudesteuer verzeichnet sind,

3. das Artikelverzeichnis, eine Übersicht zu 1. und 2., in der fortlaufend die einzelnen Mutterrollenartikel, die Bezeichnungen im Grundbuch nach Band und Blatt sowie Name und Wohnort der Besitzer aufgeführt sind.

Durch die Fortführung oder Fortschreibung des Katasters werden alle Veränderungen, die durch den Neubau von Häusern und Verkehrswegen, ferner durch Besitzwechsel, Teilung oder Zusammenlegung von Parzellen entstehen, auf Grund der Vorschriften der Preuß. Katasteranweisung II in den Plänen und Büchern nachgetragen.

Die Katasterpläne entstanden zunächst aus dem Bedürfnis nach gleichmäßiger Besteuerung des Grund und Bodens. Sie sind mit der Zeit aber auch zu einem wertvollen Hilfsmittel für den Nachweis des Grundbesitzes, beim An- und Verkauf sowie bei der Belastung von Grundstücken geworden. Durch die Verbindung des Katasters mit dem Grundbuch haben die Eintragungen in diesen Plänen auch rechtliche Bedeutung erlangt.

Ferner werden die Katasterpläne vielfach für Vorarbeiten zum Bau von Eisenbahnen, Straßen und Kanälen, zur Regulierung von Fluß- und Bachläufen, zur Aufstellung von Bebauungsplänen und ähnlichem herangezogen, um neben dem geplanten Bauwerk auch gleich die Wirkung auf den Eigentumsbestand zu kennzeichnen.

Mit der Neuherstellung von Katasterplänen beschäftigen sich in Preußen auch die Landeskulturbehörden, denen die Aufgabe zufällt, in ländlichen Gegenden den durch Erbteilung vielfach zersplitterten und für eine wirtschaftliche Bestellung und Ernte ungeeigneten Grundbesitz durch zweckmäßige Zusammenlegung — Verkoppelung —, durch Ent- und Bewässerung sowie durch Schaffung eines ausreichenden Wegenetzes ertragreicher zu gestalten. Mit der Erneuerung der Katastergrundlagen muß in solchen Fällen auch eine Berichtigung des Grundbuches vorgenommen werden.

157. Pläne für Wirtschaftszwecke. Für die bisher hinsichtlich Ausführung, Größe und Maßstab so mannigfaltigen Wirtschaftspläne, wie sie von Gemeinden und Gemeindeverbänden, von Eisenbahn-, Wasserstraßen- und Forstverwaltungen, von Wasserwirtschaftsverbänden und industriellen Werken auf Grund eigener Aufnahmen angefertigt werden, sind in neuerer Zeit Normen aufgestellt worden, die eine einheitliche Ausgestaltung dieser Planwerke für die Zukunft gewährleisten. Die zur Zeit noch nach den bestehenden Koordinaten, später nach Gauß-Krügerschen Werten begrenzten und untergeteilten Pläne sollen bei einheitlicher Bildgröße 500×750 mm — Blattformat Din A1 = 594 mal 841 mm — allgemein im Maßstab 1:2000 angelegt und als Grundplan bezeichnet werden. Nur bei dichter Bebauung in Ortslagen sind die Maßstäbe 1:1000 oder 1:500 zu wählen. Je nach dem Verwendungszweck wird bei der Darstellung im Grundplan besonderer Wert auf Eigentumsgrenzen und ihre Vermarkung, auf Gebäude und sonstige bauliche Anlagen, auf Bodenart und Bodennutzung, auf Ent- und Bewässerungs-, Licht- und Kraftanlagen, auf Veranschaulichung der Bodengestaltung oder auch auf verschiedene dieser Punkte gelegt werden müssen. Immer soll aber die Grundlage der Aufnahmen gleichartig sein, so daß durch gemeinsame Benutzung der Unterlagen oder durch Austausch der Vermessungsergebnisse mit anderen Interessenten überflüssige Arbeiten möglichst vermieden werden. Die Ausführung aller Einzelheiten ist gleichfalls einheitlich festgelegt worden, und zwar in Anlehnung an die für die Grundkarte 1:5000 des Deutschen Reiches bestimmten Zeichen, die sich wieder der Darstellung in anderen topographischen Karten anpassen. Da bei den noch später zu besprechenden bergbaulichen Tagerissen die gleichen Grundsätze größtenteils jetzt schon zur Anwendung kommen, soll hier von einer Aufführung der Einzelheiten abgesehen werden.

Wirtschaftspläne werden gebraucht für die Verwaltung des Grundbesitzes, als Bebauungs- und Fluchtlinienpläne, als Bestandspläne, für die Eintragung von Entwürfen aller Art, für die Anfertigung von Verkehrskarten usw.

Bergbauliche Risse.

Berechtsamsrisse.

Unter der Berechtsame eines Bergwerks versteht man das Grubenfeld, in dem die Aufsuchung und Gewinnung eines bestimmten Minerals durch den Bergwerkseigentümer erfolgen kann. Berechtsamsrisse sind demgemäß geometrische Darstellungen, die im wesentlichen die Lage, Größe und Begrenzung eines oder mehrerer Grubenfelder nachweisen.

Die Anfertigung der verschiedenen Arten von Berechtsamsrissen ist für Preußen im Allgemeinen Berggesetz vom 24. Juni 1865, §§ 17 bis 20, 33 und 42, die auch den Hauptinhalt der Risse angeben, vorgeschrieben. Weitere Bestimmungen, insbesondere über die Ausführung dieser Risse enthalten die Preußische Markscheiderordnung vom 23. März 1923 und die Geschäftsanweisungen für Markscheider in den einzelnen Oberbergamtsbezirken. Hiernach sind die Berechtsamsrisse durchweg im Maßstab 1:10000 auf mit Leinen hinterklebtem Papier herzustellen und mit einem Koordinatennetz zu versehen.

158. Mutungs- oder Verleihungsrisse. Spätestens 6 Monate nach Vorlage der Mutung ist in Preußen der Bergbehörde ein Mutungsriß in zwei Ausfertigungen einzureichen, auf dem der Fundpunkt, die Feldesgrenzen und die Feldesgröße, die hauptsächlichsten Tagesgegenstände nebst Kreis- und Gemeindegrenzen einzutragen sind. Der Fundpunkt wird durch eine an das Landesdreiecksnetz angeschlossene Messung aufgenommen und gegen benachbarte Gegenstände, wie Gebäudeecken, Kilometersteine usw. so eingemessen, daß er jederzeit wieder leicht aufgefunden werden kann. Diese Fundpunktaufnahme ist in einer Sonderdarstellung 1:2000 auf dem Reiß wiederzugeben. Die übrigen Tagesgegenstände und politischen Grenzen können aus Katasterplänen oder auch aus anderen 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 Grenzen des begehrteten Feldes sind in farbigen, gerissenen Linien mit leichter Verwaschung nach innen anzugeben. Innerhalb dieser Grenzen ist der Name des Feldes, die Bezeichnung der Eckpunkte nach Buchstaben oder Zahlen und die Größe in Quadratmetern farbig einzutragen. Benachbarte Mutungsfelder werden mit gerissenen, verliehene Felder mit vollen farbigen Linien begrenzt und in gleicher Weise beschrieben. Als Farben der Feldesgrenzen und Beschriftungen gelten im Oberbergamtsbezirk Dortmund für

Steinkohlengrevierfelder	zinnberrot
Steinkohlenlängenfelder	blau (gerissene Linien)
Eisenerzfelder	braun
alle übrigen Erzfelder	blau (ausgezogene Linien)
Steinsalz- und Sohlquellenfelder	grün.

Die Lage der Eckpunkte des Mutungsfeldes ist durch rechtwinklige Ebene Koordinaten, die in der Regel auf dem Reiß abgegriffen und in

einer Tabelle aufgeführt werden, auszudrücken. Die Errechnung der Feldegröße aus diesen Koordinaten erfolgt nach den auf S. 63 angeführten Flächenformeln. Der Titel des Mutungsrisses muß den Namen der Mutung und des Minerals, die politischen Bezirke, in denen das begehrt Feld liegt, den Namen des Anfertigers und einen einfachen Maßstab enthalten. Nach der Beglaubigung des Mutungsrisses bei der Verleihung durch das Oberbergamt bezeichnet man ihn als Verleihungsriß. Die eine Ausfertigung des Verleihungsrisses bleibt bei der Bergbehörde, die andere erhält der Bergwerkseigentümer.

159. Konsolidationsrisse. Diese ebenfalls der Bergbehörde in zwei Ausfertigungen einzureichenden Risse sollen eine Übersicht über die zu vereinigenden Einzelfelder und das daraus zu bildende, neue Grubenfeld geben. Sie müssen außer den Einzelfeldern und den hauptsächlichsten Tagesgegenständen, die politischen Grenzen, die Bezeichnung der Kreise, den Flächeninhalt der Einzelfelder und des Gesamtfeldes sowie den Gegenstand der Verleihung enthalten. Das vereinigte oder konsolidierte Feld ist durch einen Farbstreifen zu umrändern. Im übrigen werden die Konsolidationsrisse wie die Mutungsrisse ausgeführt. Ausnahmsweise können bei größeren Konsolidationen auch auf Leinen aufgeklebte Kartenausschnitte im Maßstab 1:25000 Verwendung finden.

160. Teilungs- und Austauschrisse. Bei der realen Teilung eines Grubenfeldes in selbständige Felder und beim Austausch von Feldesteilen zwischen angrenzenden Bergwerken sind für jede beteiligte Partei eine Ausfertigung des Teilungs- oder Austauschrisse und außerdem für das Oberbergamt so viele Ausfertigungen erforderlich als Bergwerke beteiligt sind. Der Herstellung werden die Verleihungsrisse zugrunde gelegt, nach denen auch die Ausführung im einzelnen, unter besonderer Hervorhebung der veränderten Felder durch farbige Umrandung erfolgt.

161. Mutungsübersichtskarten. Bei jedem Oberbergamt ist eine Mutungsübersichtskarte vorhanden, in die jedes gemutete Feld nach Eingang des Mutungsrisses eingetragen wird. Die Einsichtnahme in diese Karte, von der auch Auszüge bei den einzelnen Bergrevierämtern aufbewahrt werden, ist jedermann gestattet. Der Maßstab der Mutungsübersichtskarten beträgt 1:8000 oder 1:10000.

162. Berechtsamsübersichtskarten. Besteht im Oberbergamtsbezirk Dortmund das Bergwerkseigentum aus Geviert- und Längelfeldern, so müssen von jedem Bergwerk besondere Berechtsamsübersichtskarten im Maßstab 1:10000 angefertigt werden, zu denen man gedruckte Kartenblätter als Unterlagen verwenden kann. In diesen Karten sind die Schächte, Profillinien, Fundpunkte und die Berechtsamsgrenzen sämtlicher Felder darzustellen. Die Steinkohlenlängelfelder sind nach dem Streichen der Fundlagerstätte mit Angabe des Fundpunktes und der verliehenen Längen einzuzeichnen. Soweit gegen ihre Richtigkeit keine Bedenken bestehen, sind die Längelfelder ihrer tatsächlichen Erstreckung nach in kräftigen, anderenfalls in feingerissenen, blauen Linien, in Übereinstimmung mit ihrer Wiedergabe in der Mutungsübersichtskarte, aufzutragen.

Die Entstehung dieser Berechtsamen muß, soweit zur übersichtlichen Darstellung erforderlich, nach Art eines Stammbaums mit Angabe der Verleihungsdaten und Größen der Einzelfelder erläutert werden.

163. Sonstige Felderkarten. In den verschiedenen Bergbaubezirken bestehen neben den später noch aufgeführten Lagerstättenkarten größeren Maßstabs besondere Übersichtskarten, die in der Hauptsache die Begrenzung der einzelnen Grubenfelder und die Verteilung des Bergwerksbesitzes erkennen lassen. Hierzu gehört die von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse herausgegebene Blatteinteilung zur Übersichts- und Flözkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks 1:100000, ferner die vom Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund bearbeitete Karte des Felderbesitzes im Niederrheinisch-Westfälischen Bergbaubezirk 1:100000, die Baedekersche Kohlenfelderkarte vom Niederrheinisch-Westfälischen Bezirk 1:75000, die Wagnerschen Übersichtskarten des linksniederrheinischen Bergwerksbesitzes und des Aachener Steinkohlenbezirks, beide 1:50000, die Waltersche Übersichtskarte der Braunkohlenvorkommen auf dem Westerwald 1:50000, die Wagnersche Übersichtskarte der Braunkohlenfelder im Rheinischen Braunkohlenbezirk 1:100000, die von der Niederschlesischen Bergbauhilfskasse veröffentlichte Bergwerksbesitz- und Flözübersichtskarte von dem Niederschlesisch-Böhmischen Steinkohlenbecken 1:100000, die vom Oberbergamt Breslau herausgegebene Grubenfelderkarte des Oberschlesischen Steinkohlenbeckens und die von gleicher Stelle bearbeitete Übersichtskarte der Besitzverhältnisse der Steinkohlengrubenfelder in Deutsch- und Polnisch-Oberschlesien 1:100000 u. a.

Projektionsrisse.

164. Zur Klärung der Lagerungsverhältnisse in unaufgeschlossenen Feldern oder Feldesteilen werden Projektionsrisse angefertigt, in denen der mutmaßliche Verlauf der Lagerstätten sowie ihre Begrenzungen und Störungen übersichtlich dargestellt sind. Die Herstellung geschieht auf Grund von Gruben-, Bohrlochs- und Tagesaufschlüssen in dem eigenen und in benachbarten Feldern. Diese Aufschlüsse finden neuerdings häufiger eine Ergänzung durch die Ergebnisse geophysikalischer Bodenuntersuchungen, die als magnetische, elektrische, seismische oder Schwere-Meßverfahren angewendet werden. Als Maßstab der Projektionsrisse für einzelne Grubenfelder wird meist 1:5000 oder 1:10000 gewählt. Die Darstellung erfolgt in der Regel in Hauptgrundrissen, Quer- und Längsprofilen. Für die Grundrisse ist möglichst schon die geplante Höhenlage späterer Sohlen zu wählen. Querprofile sollen tunlichst die Kreuzung von Querstörungen vermeiden, während die Längsprofile sich im allgemeinen dem Verlauf von Sattel- oder Muldenlinien anpassen.

Bei wellenartig gelagerten, sehr flachen und bei mächtigen Lagerstätten wird die Darstellung in Schichtlinienplänen zweckmäßig sein. Auf diese Weise werden beispielsweise Braunkohlenlager durch Kon-

struktion von Höhenlinien für das Hangende und Liegende und beim Tagebau auch für die Tagesoberfläche veranschaulicht.

Bei der Aufeinanderfolge vieler Lagerstätten, wie wir sie im Steinkohlengebirge haben, hängt die Güte der Projektion außer von der Zahl auch von der richtigen Erkennung der Aufschlüsse ab. Man wird in solchen Fällen darauf bedacht sein, z. B. alle Bohrlochaufschlüsse auch hinsichtlich des Auftretens petrographischer und paläontologischer Leitschichten sorgfältig zu untersuchen oder untersuchen zu lassen und die Ergebnisse in Schichtenschnitten — Normalprofilen — einander gegenüberzustellen, um die erschlossenen Flöze in bekannte Schichtenfolgen richtig eingliedern zu können.

In die grundrißlichen Darstellungen werden zunächst die Feldesgrenzen und die vorhandenen Aufschlüsse mit Angabe der Höhenlage, des Einfallens der Schichten und der Mächtigkeit der Lagerstätten eingetragen. In die Profile, deren Verlauf in den Grundrissen vermerkt ist, sind außerdem die Grenzen des Deckgebirges aufzunehmen. Nachdem man dann die Aufschlüsse auf die Projektionsebenen übertragen hat, werden die Streichlinien der größeren Störungen und Falten eingezeichnet. Aus den Grundrissen lassen sich diese tektonischen Linien in die Quer- und Längsprofile eintragen, in denen nunmehr, unter Beachtung der Normalabstände in den Schichtenschnitten, der Seigerwürfe an den Störungen, der Lage der Muldentiefsten und Sattelhöcsten und des Einsenkens oder Heraushebens der Falten in der Streichrichtung, der wahrscheinliche Verlauf der einzelnen Lagerstätten wiedergegeben werden kann. Schließlich sind die Schnittpunkte der Lagerstätten mit den Projektionssohlen aus den Profilen in die Grundrisse zu übertragen und durch Verbindung dieser Punkte hier, mit Berücksichtigung des Verhaltens von Falten und Störungen, die Streichlinien der Lagerstätten zu ziehen.

Um bei vielen konkordant übereinanderliegenden Flözen die Darstellung nicht zu unübersichtlich zu machen, empfiehlt es sich, nur die Leitflöze der einzelnen Kohlengruppen in den Grund- und Aufrissen zu veranschaulichen, die übrigen Flöze mit ihrem Nebengestein dagegen lediglich in Schichtenschnitte einzuzeichnen.

Da über Anlage und Ausführung von Projektionsrissen keine behördlichen Anweisungen bestehen, richtet man sich bei der Ausarbeitung hinsichtlich der Zeichen- und Farbengebung nach den für Grubenbilder gegebenen Vorschriften.

Projektionsrisse dienen zur Ermittlung des Mineralreichtums in ganzen Grubenfeldern oder in einzelnen Feldesteilen, um die Bewertung eines Vorkommens bei An- und Verkäufen, Verpachtungen, Belastungen und für Steuerzwecke vornehmen oder die Möglichkeit der wirtschaftlichen Gewinnung eines Minerals nachweisen zu können. Darüber hinaus benutzt man sie aber auch zur zweckmäßigen Inangriffnahme der Erschließung der Lagerstätten. So werden Projektionsrisse z. B. herangezogen bei der Wahl von Ansatzpunkten für Schächte und Sohlen, bei der Bemessung von Sohlenabständen, bei Festlegung des Verlaufes von Querschlägen und Richtstrecken, bei der Einteilung der Baufelder,

bei der Aufstellung von Zeit- und Arbeitsplänen sowie für Kostenberechnungen. Vielfach verwendet man nach Eintragung der vorgesehenen Erschließungsbaue die Projektionsrisse auch gleich als Aus- und Vorrichtungspläne.

Grubenbilder.

165. Ein Grubenbild ist ein Kartenwerk, in dem die Tagesoberfläche, die politischen Grenzen und die Feldesgrenzen, sämtliche Grubenräume sowie die aufgeschlossenen Lagerstättenverhältnisse dargestellt sind. Es wird in Preußen auf Grund des § 72 des Allgemeinen Berggesetzes nach den Bestimmungen der Preußischen Markscheiderordnung und der Geschäftsanweisungen für Markscheider in den einzelnen Oberbergämtern angefertigt. Von jedem Bergwerk müssen eine als Zulegerisse bezeichnete Darstellung und mindestens zwei für den praktischen Gebrauch dienende Ausfertigungen hiervon, das amtliche Grubenbild und das Grubenbild der Werksverwaltung, hergestellt werden. Die Zulegerisse befinden sich beim Markscheider, das amtliche Grubenbild beim Bergrevierbeamten und das Werksgrubenbild beim Betriebsführer.

Ein vollständiges Grubenbild besteht aus folgenden Rissen:

1. Titelblätter,
2. Tageriß,
3. Hauptgrundrisse,
4. Baurisse — Grund- und Seigerrisse,
5. Profile — Quer-, Längs- und Längenprofile.

1. Titelblätter. Sie enthalten den Namen des Bergwerks, des Minerals, des Ortes und des Bergreviers, eine Übersichtskarte, die den Umfang der Berechtsame, die Blatteinteilung, die Lage der Schnittebenen und möglichst auch die Hauptausrichtungsstrecken erkennen läßt, eine Chronik über die Entstehung der Berechtsame, ein Koordinatenverzeichnis für die Feldeseckpunkte, einen Schichtenschnitt, eine Zeichen- und Farbenerklärung, ein Verzeichnis der von jeder Reißart vorhandenen Einzelblätter, den Anfertigungsvermerk und eine Nachtragungstabelle.

Als Übersichtskarte kann ein Kartenausschnitt 1:5000, 1:10000 oder 1:25000 gewählt werden. Setzt sich die Berechtsame aus Geviert- und Längsfeldern zusammen, so muß eine Berechtsamsübersichtskarte — s. S. 210 — auf besonderem Blatt beigefügt werden.

2. Tageriß. In diesem Reiß sind im wesentlichen sämtliche Tagesgegenstände, die Tagesöffnungen der Grubenbaue sowie die politischen Grenzen und die Feldesgrenzen eingetragen. Im einzelnen werden dargestellt: Zechengebäude karminrot, Privatgebäude hellgrau und öffentliche Gebäude dunkelgrau. Der Name ist bei industriellen und öffentlichen Gebäuden sowie bei einzelnen Gehöften beizuschreiben, sonst ist nur die Hausnummer anzugeben. Wege, Eisenbahnen, Gewässer sind mit ihren Begrenzungslinien eingezeichnet. Bei Eisenbahnen werden die Gleisachsen in blauen Linien ausgezogen, bei Gewässern der Wasserspiegel in blauer Farbe angelegt. Straßen- und Seilbahnen, die ver-

schiedenen Kulturarten, wie Nadel- und Laubwälder, Wiesen, Weiden, Gärten, sodann Friedhöfe, Steinbrüche, Sand-, Kies- und Lehmgruben, Bergehalden, Pingen und Schürfe, Böschungen, Brücken, Durchlässe, Einfriedigungen, elektrische Kraftleitungen, Kilometersteine, Festpunkte für Lage- und Höhenmessungen und die politischen Grenzen werden durch besondere Zeichen kenntlich gemacht, die auf der Tafel 1 im Anhang zusammengestellt sind.

Die Markscheiden des Bergwerks und etwa überdeckter anderer Grubenfelder werden in Übereinstimmung mit der Wiedergabe auf den Berechtsamsrissen — s. S. 209 — farbig ausgezogen.

Von den Grubenbauen sind die Tagesöffnungen der Schächte, Stollenmundlöcher und Bohrlöcher, vom Deckgebirge und den Lagerstätten ist das Ausgehende darzustellen.

Die Bodenformen werden in Bergbaugebieten, deren Tagesoberfläche unter den Einwirkungen des Abbaus steht, in der Regel nicht durch Schichtlinien veranschaulicht, sondern nur in großen Zügen durch Eintragen von Höhenzahlen kenntlich gemacht.

Beim Grundeigentümerbergbau müssen auf allen Grundrissen auch die Parzellen- und Eigentumsgrenzen, auf dem Tage- oder Hauptgrundriß auch die Parzellennummern und Kartenblatt- oder Flurgrenzen verzeichnet sein.

3. Hauptgrundrisse. Diese Risse sollen die söhliche Erschließung der Lagerstätten sowie die Lage der Aufschlußbaue zu den Gegenständen der Tagesoberfläche zeigen. Sie enthalten also je nach dem Umfange des Streckennetzes die Baue einer oder mehrerer Sohlen. Auch für Teilsohlen größerer Ausdehnung müssen im Bedarfsfalle, wenn auf ihnen mehrere Lagerstätten gelöst sind, besondere Hauptgrundrisse angelegt werden. Andererseits ist, wenn die Deutlichkeit nicht leidet, auch eine Vereinigung von Tage- und Hauptgrundriß der oberen Sohlen sowie bei Bergwerken, die nur eine Lagerstätte bauen, eine Zusammenfassung von Haupt- und Baugrundriß in einer Darstellung statthaft.

In den Hauptgrundrissen sind von Schächten und Blindschächten die Querschnitte zu erkennen, und zwar wird bei den Schächten vielfach durch verschiedene Füllzeichen eine Unterscheidung in einziehende und ausziehende Schächte vorgenommen, während bei den Blindschächten eine besondere Kennzeichnung des oberen und unteren Anschlags erfolgt, s. Tafel 2 im Anhang.

An söhlichen Grubenbauen werden Stollen, Querschläge, Richt- und Grundstrecken, Füllörter, Maschinen-, Sprengstoffkammern usw. dargestellt. Zwischen den schwarz ausgezogenen Begrenzungslinien sind diese Baue mattfarbig anzulegen, und zwar hat man für den gesamten Bergbau in Preußen folgende Sohlenfarben vorgeschrieben:

oberste Stollensohle — bergblau	3. Tiefbausohle — hellgrün
mittlere „ — orangerot	4. „ — braun
unterste „ — karminrot	5. „ — chromgelb
1. Tiefbausohle — preußisch-	6. „ — dunkelgrün
blau	7. „ — violett
2. „ — zinnoberrot	8. „ — indisch-rot.

Für die tieferen Sohlen wird diese Farbenreihe von preußisch-blau ab wiederholt.

Die Strecken in der Lagerstätte erhalten außerdem einen kräftigen Farbstrich in der Sohlenfarbe, während alle Gesteinstrecken mit grauen Schattenlinien versehen sind. Im übrigen wird die Kennzeichnung der einzelnen Strecken durch entsprechende Beschriftung vorgenommen, wobei von verständlichen Abkürzungen weitgehend Gebrauch gemacht werden kann, s. Tabelle S. 231.

Von den Lagerstättenverhältnissen ist die Streichrichtung schon aus dem Verlauf der Grundstrecken, deren Grenzlinien im allgemeinen den Streichlinien der Lagerstätten entsprechen, zu erkennen. Die Einfallrichtung wird an den Grundstrecken durch kleine Pfeile angedeutet, denen die Einfallstärke in Gradzahlen beige geschrieben ist. Die Mächtigkeit der Lagerstätte und ihre Zusammensetzung schreibt man gleichfalls, und zwar in Zentimetern an. Das Ausgehende der Lagerstätten wird grau verwaschen.

Störungen werden durch ihre Streichlinien mit Einfallpfeil und Gradzahl dargestellt. Soweit der Charakter der Störungen erkannt ist, kann ihnen ein besonderes Zeichen nach den Mustern in Tafel 2 beigefügt werden. Am Hangenden der Störung wird dieselbe in der Sohlenfarbe schwach verwaschen.

Von den Mulden und Sätteln erscheinen in den Hauptgrundrissen die Streichlinien, d. h. die Schnittlinien der Achsenflächen dieser Falten mit den einzelnen Sohlen.

Das mit Querschlägen und Richtstrecken durchfahrene Nebengestein ist, wenn die Deutlichkeit der Darstellung nicht leidet, in schmalen Streifen an einer oder an beiden Seiten dieser Strecken in den für die Wiedergabe in Profilen vorgesehenen Farben anzugeben.

Festpunkte der Theodolitmessung werden durch kleine Kreise und Zahlen in der Sohlenfarbe, solche der Kompaßmessung durch Kreise mit Dreieck sowie Angabe von Monat und Jahr in Schwarz bezeichnet. Höhenzahlen werden blau geschrieben und beziehen sich, wenn keine nähere Angabe vorhanden, auf die Streckensohle.

Der Verlauf der Schnittebenen wird durch strichpunktierte, rote Linien angedeutet. Zur Unterscheidung von Quer- und Längsprofilen bezeichnet man zweckmäßigerweise die einen immer mit geraden, die andern mit ungeraden Ziffern. Seigerrissebenen werden schwarz gestrichelt eingezeichnet.

In den Hauptgrundrissen sind auch die wesentlichsten Gegenstände der Tagesoberfläche eingetragen, jedoch ohne Farbgebung, Flächenzeichen und Beschriftung.

Feldesgrenzen werden wie auf dem Tageriße dargestellt. Sicherheitspfeiler sind von gerissenen, karminroten Linien begrenzt.

4. Baurisse. Als Baurisse werden Grund- und Seigerrisse bezeichnet, in denen die Baue von jeweils nur einer Lagerstätte und insbesondere auch der Stand des Abbaus veranschaulicht sind.

Während ein Baugrundriß im allgemeinen sämtliche, in einer Lagerstätte vorhandenen Baue wiedergibt, zeigt ein Seigerriß nur

die in einem Lagerstättenteil, z. B. einem Flözflügel, befindlichen Baue. Seigerrisse werden nur angefertigt, wenn die Darstellung der Baue im Grundriß nicht mehr möglich ist, was bei steilen, d. h. über 60° einfallenden Lagerstätten der Fall sein kann.

In den Baurissen stellt man die Grundstrecken in gleicher Weise wie bei den Hauptgrundrissen, also in der Sohlenfarbe mit gleichfarbigem Schattenstrich dar. Teilstrecken und Abbauörter erhalten die Farbe der nächsttieferen Sohle, aber keine Schattenlinien. Betriebe in der Fallrichtung der Lagerstätte werden grau angelegt, unter Beifügung von dunkelgrauen Schattenlinien an Bremsbergen und tonnlägigen Schächten.

Im Gegensatz zu den durch Messung festgelegten Bauen, deren Stöße in vollen Linien auszuziehen sind, werden die durch vorläufige oder unsichere Aufnahmen bestimmten Strecken gestrichelt dargestellt und farbig angelegt, während die nach Angabe von Betriebsbeamten aufgetragenen Strecken gleichfalls in gerissenen Linien wiedergegeben, aber nur in halber Breite farbig angelegt werden.

Abbauflächen und Versatz sind nach den auf Tafel 2 ausgeführten Zeichen in Grau zu veranschaulichen. 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 Abbaus und des Versatzes eingeschrieben.

Neuere Bestrebungen gehen darauf aus, Abbau und Versatz nur durch Schraffur zu kennzeichnen, welche in verschiedener Richtung und Weite ausgeführt, eine gleichmäßigere Wiedergabe, weitergehende Unterscheidung und zweckmäßigere Vervollständigung nachträglich versetzter Abbaufelder zuläßt, s. Tafel 2 im Anhang.

Von den nicht in der Lagerstätte aufgefahrenen Grubenbauen werden Schächte und Blindschächte im Baugrundriß wie im Hauptgrundriß dargestellt. Im Seigerriß werden diese Baue gar nicht oder nur in gerissenen Linien wiedergegeben. Querschläge erscheinen an den Aufschlußstellen der Lagerstätten im Baugrundriß auf kurze Entfernung wie im Hauptgrundriß, im übrigen sind sie ebenso wie die zur Lösung dienenden Richtstrecken in gerissenen Linien einzuzeichnen. Im Seigerriß ist von Querschlägen nur der Querschnitt zu sehen, der je nachdem, ob der Querschlag ins Hangende, ins Liegende oder nach beiden Seiten der Lagerstätte verläuft, verschiedenartige Füllzeichen erhält, s. Tafel 2.

Von den Störungen erscheinen die Kreuzlinien, d. h. die Abbau-grenzen der beiden Lagerstättenteile in strichpunktierten, schwarzen Linien mit Verwaschung in orangeroter Farbe.

Die Mulden- und Sattellinien, d. h. die Projektionen des Muldentiefsten und Sattelhöchsten auf die Bildebene des Baugrundrisses, werden in diesem nach dem Muster der Tafel 2 gezeichnet. In gleicher Weise sind im Seigerriß die Projektionen des Muldentiefsten und Sattelhöchsten auf die Bildebene als obere und unter Grenzlinie der darzustellenden Baue einzutragen.

Das Einfallen der Lagerstätten und Störungen ist im Baugrundriß wie im Hauptgrundriß durch Einfallpfeile und Gradzahlen anzugeben. Im Seigerriß kann die Richtung des Einfallens der Schichten nicht kenntlich gemacht werden.

Die Mächtigkeit und Zusammensetzung der Lagerstätte wird namentlich bei wechselndem Verhalten möglichst oft bestimmt und in allen Baurissen an den gemessenen Stellen angeschrieben. Mittlere Mächtigkeiten können auch in die Baufelder eingetragen werden. Vermessungspunkte und Höhenzahlen, Feldesgrenzen und Grenzen der Sicherheitspfeiler sind in Grund- und Seigerrissen nach der Bezeichnungsweise des Hauptgrundrisses darzustellen. Der Verlauf der Profilebenen und gegebenenfalls auch der Seigerrissebenen, ferner das Ausgehende der Lagerstätten und die Tagesgegenstände sind im Baugrundriß wiederzugeben.

Wenn Teile einer Lagerstätte infolge von Gebirgsstörungen im größeren Umfange übereinanderliegen, so ist für die überdeckten Teile je ein besonderer Bauriß anzulegen und durch eine zusätzliche Bezeichnung zu unterscheiden. Bei den Seigerrissen muß zudem für jeden Sattel- oder Muldenflügel ein besonderer Riß hergestellt werden.

5. Profile oder Schnitte. Die Profile dienen in erster Linie zur Veranschaulichung der Lagerungsverhältnisse, und zwar geben die Querprofile das Verhalten in der Fallrichtung, die Längsprofile dasjenige in der Streichrichtung an. In allen Profilen sind nur die von der Schnittebene getroffenen Aufschlüsse in vollen Linien, seitwärts gelegene dagegen gerissen darzustellen.

Die Querprofile werden in den einzelnen Bauabteilungen gewöhnlich durch die Querschläge gelegt, da sich hier die meisten Gebirgsaufschlüsse befinden.

Neben der Faltung und Mächtigkeit der Lagerstätten und des Nebengesteins sieht man von den Grubenbauen Schächte, Blindschächte, Querschläge und gegebenenfalls auch Überhauen und Bremsberge in ihrer Längserstreckung, die streichenden Grubenstrecken dagegen im Querschnitt.

Die Farbengebung für söhliche und flache Strecken ist ebenso wie in den Grundrissen. Die seigeren Baue erhalten graue Farbe mit dunkelgrauen Schattenstrichen.

Längs- und Längenprofile, die in streichender Richtung meist im Verlauf der Achsenflächen von Falten gelegt werden, sind beim Steinkohlenbergbau wegen mangelnder Gebirgsaufschlüsse in dieser Richtung verhältnismäßig selten. Sie zeigen Schächte, Blindschächte, Richt- und gegebenenfalls auch Grundstrecken in ihrer Längserstreckung, während jetzt Querschläge im Querschnitt erscheinen. An den Lagerstätten ist die Einsenkung oder Heraushebung in streichender Richtung und der Verwurf an querschlägigen Störungen zu erkennen. Die Farbengebung der Grubenbaue entspricht derjenigen des Querprofils.

Lagerstätten werden in allen Profilen nach vorgeschriebenen Farben gekennzeichnet. Steinkohlenflöze sind bei geringer Mächtigkeit schwarz, bei größerer Mächtigkeit grau, Eisensteinbänke hellrot, Braunkohlen-

flöze sattbraun dargestellt. Für Erzlagerstätten werden Federzeichnungen in den verschiedensten Farben gewählt.

Nebengesteinsschichten werden mattönig in schmalen Streifen längs der Aufschlußbaue angelegt, und zwar beim Steinkohlengebirge z. B. Schieferton blau, Sandschiefer violett, Sandstein hellbraun, Konglomerat hellbraun mit roten Punkten, s. Tafel 2.

Leitflöze, Leitschichten und Formationsgrenzen sind durch rote Schrift hervorzuheben. Pflanzenhorizonte, Süßwassermuscheln und marine Schichten werden durch besondere Zeichen farbig kenntlich gemacht.

Das aus Kreidemergel bestehende Deckgebirge ist in den Hauptprofilen hellgrün gefärbt. Tertiäre Schichten werden gelb, Buntsandstein violett und Zechstein orangerot angelegt.

Vermessungspunkte und Höhenzahlen, Grenzen der Felder und der Sicherheitspfeiler erscheinen wie in den Grundrissen.

Im Oberbergamtsbezirk Dortmund sind neuerdings besondere Verfügungen über die Darstellung von Standwassern und Brandfeldern erlassen worden. Danach sind Wasserdämme in blauer, Branddämme in zinnoberroter Farbe kenntlich zu machen. Außerdem müssen Baue, in denen Standwasser vorhanden oder zu vermuten sind, auf allen in Frage kommenden Rissen blau umrahmt und mit dem Buchstaben W in blauer Farbe sowie der Jahreszahl der Stundung des Betriebes bezeichnet werden. Ebenso sind abgedämmte Brandfelder rot zu verwaschen und mit der Bezeichnung „Brandfeld“ unter Angabe des Jahres seiner Entstehung in gleicher Farbe zu versehen. Der Brandherd wird, soweit er bekannt ist, durch ein liegendes, rotes Kreuz gekennzeichnet.

Die Grubenbilder werden allgemein im Maßstabe 1:2000 angefertigt. Im Bedarfsfalle können auch die Maßstäbe 1:1000 oder 1:500 vom Oberbergamt vorgeschrieben werden.

Zulegerisse sind im gleichen oder doppelt vergrößerten Maßstabe der Gebrauchsrisse herzustellen, mit denen sie in bezug auf den Inhalt übereinstimmen müssen. Die Flächenfärbung ist in den Zulegerissen, die neben den Festpunkten auch Messungslinien, wie z. B. sämtliche Kompaßzüge usw. enthalten, durch farbige Ränderung zu ersetzen.

Jede Rißart des Grubenbildes besteht aus einzelnen mit Zeichenpapier und Leinen hinterklebten Platten, die beim Maßstab 1:2000 eine Größe von 30×45 cm haben. Jede Platte trägt ein Quadratnetz, dessen Linien in 5 cm Entfernung parallel zu den Rändern verlaufen. Bei den Grundrissen dient dieses Netz als Koordinatennetz, bei den Aufrissen werden die Linien als Höhen- und Entfernungslinien verwendet. Außerdem erhält jede Platte eine besondere Bezeichnung und, meist auf der Rückseite, den Namen des Bergwerks und der Rißart sowie die Nummern der anstoßenden Platten.

Für die Bezeichnung der grundrißlichen Platten des Grubenbildes oder der Blätter des Zulegerisses ist in den verschiedenen Bergbaubezirken eine einheitliche Regelung getroffen worden, die sich z. B. im Oberbergamtsbezirk Dortmund auf die Blatteinteilung der Übersichts- und Flözkarte 1:10000 der Westfälischen Bergwerkschaftskasse stützt.

Die einzelnen, 60×90 cm großen Blätter dieses Kartenwerks führen außer dem Namen des Hauptortes eine dreistellige Nummer, deren erste Ziffer den Quadrant, deren zweite Ziffer die Reihe und deren dritte Ziffer die Zahl in der Reihe angibt. Durch diese Numerierung ist die Lage jedes Blattes im rheinisch-westfälischen Bezirk eindeutig gekennzeichnet, Abb. 183.

Die Grubenbilder und Zulegerisse ordnen sich in diesen Rahmen ein, da 100 Grubenbildplatten 1:2000 in 30×45 cm Größe oder 100 Zulege-

4	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	1
6	448	438	428	418	↑	118	128	138	148	158	Ahlen 168
5	445	435	425	415	↑	115	125	135	145	Heessen 153	Dalberg 165
4	444	Gahlen 434	Dorsten 424	Marl-Huls 414	↑	Datteln 114	Bork 124	Kappenberg 134	Werne 144	Hamm 154	Üntrop 164
3	443	Kirchhellen 433	Polsum 423	Recklinghausen 413	↑	Henrichenbg 113	Wallrop 123	Lünen 133	Kamen 143	Rhyern 153	163
2	Dinslaken 442	Sterkr-Königsf. 432	Gladbeck 422	Wanne-Ums Fritz 412	↑	Castrof 112	Dortm-Mengede 122	Kurl 132	Königsbarn 142	Hemmerde 152	162
1	↑	Bollrop 431	Katernberg 421	Delsenkirchen 411	↑	Hargen 111	Dortmund 121	Aplerbeck 131	141	151	161
1	↑	Oberhausen 331	Essen 321	Bochum 311	↑	Witten 211	Annen 221	Schwerte 231	241	251	261
2	342	332	Wenden 322	Hallingen 312	↑	Blankenst. 212	222	232	242	252	262
3	343	333	323	Langenberg 313	↑	Halvinghsn 213	223	233	243	253	263
3	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	2

Unterteilung für Grubenbildplatten 1:2000 und Zulegerisse 1:1000

Unterteilung für Zulegerisse 1:2000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Abb. 183. Blatteinteilung im rheinisch-westfälischen Bergbaubezirk.

risse 1:1000 in 60×90 cm Größe oder 25 Zulegerisse 1:2000 in 60×90 cm Größe dasselbe Gebiet bedecken wie ein Blatt der Übersichts- und Flözkarte 1:10000. Man braucht also Grubenbildplatten und Zulegerisse nur von 1 bis 100 oder 1 bis 25 für jedes Flözkartenblatt durchzunummerieren, s. Abb. 183, unten. Die Bezeichnung geschieht dann so, daß im Zähler die Nummer des Blattes oder des Risses, im Nenner Name und Nummer des Flözkartenblattes stehen.

Beispiel: Grubenbild 1:2000, Platte $\frac{75}{\text{Polsum 423}}$ liegt als 5. Blatt in der 8. waagerechten Reihe auf Blatt Polsum der Flözkarte, das im 4. Quadrant, 2. Reihe als 3. Blatt zu finden ist.

Die zur Zeit in Vorbereitung befindliche Umstellung der Kartengrundlagen auf Gauß-Krügersche Koordinatensysteme und der durch Verfügungen des Reichssparkommissars bedingte Wechsel in den bisher benutzten Papierformaten macht in Zukunft eine Verlegung nebst Verschwenkung der Blattgrenzen und eine Umänderung der Blattgrößen notwendig. Im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden sind vom Deutschen Fachnormenausschuß für das Markscheidewesen einheitliche Grundsätze für die Neuordnung aufgestellt worden, damit bei Neuankfertigung von ganzen Rißwerken mit Genehmigung des Oberbergamtes schon jetzt nach diesen Grundsätzen verfahren werden kann.

Als Blattgröße für alle Kartenwerke soll hiernach das Dinformat A 1 = 594×841 mm und die Bildgröße 500×750 mm gewählt werden. Gebrauchsgrubenbilder und Zulegerisse erhalten gleiche Größe und gleichen Maßstab. Das Plattensystem für Grubenbilder wird aufgegeben. Statt dessen werden für Original- und Gebrauchsrisse einheitlich mit Leinen hinterklebte Zeichenbogen verwendet. Die Lage der Zeichnung auf dem Blatt ist so vorgesehen, daß links und oben ein schmaler Rand von 15 mm, rechts und unten dagegen ein breiter Rand von 76 bzw. 79 mm verbleibt, auf dem Titel, Anfertigungsvermerk, Blattordnung, Lagerstättenschnitte und sonstige besondere Erläuterungen untergebracht werden können, während auf den schmalen Rändern neben den Koordinaten der Netzlinien, Zahlen und Buchstaben zur leichteren Bezeichnung einzelner Planquadrate eingeschrieben werden.

Um die verschiedenen Ausfertigungen der Grubenbilder durch Lichtdruckverfahren herstellen zu können, werden besondere Urpausen von den Zulegerissen angefertigt, die alle Begrenzungen, Flächen-, Strich- und Einzelzeichen sowie die Beschriftung aufweisen. Die Ergänzung der Darstellung erfolgt durch Nachziehen auf dem Durchleuchtungstisch, auf dem auch die Lage der in verschiedenen Rissen enthaltenen Baue zueinander und zu den Gegenständen der Tagesoberfläche ersehen werden kann, so daß sich die Auftragung der Tagesgegenstände auf den Grubenrissen erübrigt.

Die Blatteinteilung wird überall auf Kartenwerke 1:10000 in Gauß-Krügerschen Meridianstreifen gegründet, deren Blattgrenzen die durch 7,5 teilbaren Kilometerentfernungen vom Mittelmeridian oder die durch 5 teilbaren Kilometerentfernungen vom Äquator bilden. Die Bezeichnung dieser Blätter erfolgt außer nach den Hauptorten nach den Rechts- und Hochwerten der linken unteren Blattecken. Innerhalb dieses Rahmens werden die Risse 1:2000 wieder fortlaufend von 1 bis 25 nummeriert, und zwar links unten beginnend und rechts oben endend, entsprechend der Blattbezeichnung für die linke untere Ecke.

Eine anderweitige Festlegung der Sohlenfarben im System der Ostwaldschen Farbnormen ist gleichfalls vorgeschlagen worden. Die Farben der oberen 8 Tiefbausohlen würden danach eisblau, rot, laubgrün, ublau, kreß, seegrün, veil und gelb werden. Sie unterscheiden sich von den bisherigen hauptsächlich bei der 4. und 8. Sohle. Bei Stollensohlen sollen die Farben mit Gelb für die unterste Sohle beginnen.

166. Nachtragung der Grubenbilder. Die entsprechend dem Fortschritt der Erschließung eines Bergwerks erforderliche Nachtragung oder fortlaufende Ergänzung der Grubenbilder wird in den einzelnen Oberbergamtsbezirken durch Bergpolizeiverordnungen geregelt. So bestimmt die B.P.V. für den Oberbergamtsbezirk Dortmund vom 1. Januar 1911 im Abschnitt 16 im wesentlichen, daß die regelmäßige Nachtragung der Grubenbaue vierteljährlich, diejenige der Tagesoberfläche jährlich einmal erfolgen muß. Unabhängig hiervon sind sofort auf das Grubenbild aufzutragen:

1. alle Tagesgegenstände, zu deren Schutz bergpolizeiliche Anordnungen getroffen sind,
2. alle Aufschlüsse, die eine Veränderung des Mergelsicherheitspfeilers bedingen und alle Betriebspunkte, bei deren Fortgang eine Gefahr für die Sicherheit der Baue oder der Tagesoberfläche, für das Leben oder die Gesundheit der Belegschaft zu befürchten ist,
3. alle Markscheiden, Schutzbezirke, Bau- und Sicherheitspfeilergrenzen.

Außerdem sind alle Strecken, bevor sie gestundet werden, also auch jede Grube vor ihrer Stilllegung, nachzutragen. Ferner müssen Abbau- strecken, Bremsberge und Überhauen, die sich der Grenze eines Sicherheitspfeilers bis auf 20 m, söhlig gemessen, genähert haben, vor ihrer weiteren Auffahrung oder vor Beginn des Abbaus besonders aufgenommen werden.

Der Betriebsführer hat dafür zu sorgen, daß der Markscheider vor jeder Nachtragung auf schriftlichem Wege — z. B. durch Eintragung in ein Nachtragungsbuch oder auf Nachtragungszetteln — vom Stand der Neuauffahrungen und der Abbaubetriebe Kenntnis erhält.

Bezüglich des Aufnahmeverfahrens bestimmt die gleiche B.P.V., daß Schächte und sonstige Tagesöffnungen, die wichtigsten Tagesgegenstände, ferner die in Wetter-, Teil- und Bausohlen aufgefahrenen Hauptförder- und Wetterwege sowie die Gesenke durch Feinmessungen mit Theodolit und Nivellierinstrument festgelegt werden müssen, und zwar hinsichtlich der Grubenbaue nach jeweils 400 m Auffahrung oder bei Annäherung auf 50 m an Sicherheitspfeilergrenzen.

Schließlich wird an dieser Stelle auch das unbefugte Verrücken, Beseitigen und Beschädigen von Vermessungszeichen und -punkten verboten und dem Betriebsführer die Sorge für die Erhaltung dieser Zeichen und Punkte zur Pflicht gemacht.

167. Gebrauch der Grubenbilder. 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.

Das Grubenbild der Werksverwaltung dient allgemein für die planmäßige Führung des Betriebes. Insbesondere wird es herangezogen bei der Aufstellung des alljährlich an die Bergbehörde einzureichenden

Betriebsplanes, bei der Festlegung von Ansatzpunkten und Richtungen sowie bei der Bestimmung von Ansteigeverhältnissen für neu aufzufahrende Baue, bei der Feststellung von Abbau-, Sicherheitspfeiler- und sonstigen Schutzbezirksgrenzen, bei der Ermittlung von Mineralmengen in einzelnen Lagerstätten, Feldesteilen, Schutzbezirken usw., bei der Ausrichtung von Störungen, bei der Beurteilung des Einflusses des Abbaus auf die Tagesoberfläche oder auf andere Baue und schließlich als Unterlage für die Anfertigung von Sonderrissen, Raumbildern und Modellen.

Sonderrisse.

168. Hierher gehören zeichnerische Darstellungen, die auf Grund behördlicher Anordnungen oder aus den Bedürfnissen des Betriebes heraus entstanden sind und nach Bedarf angefertigt werden. Unter andern zählen hierzu:

1. Netzrisse. Sie sind als Zubehör zu den Zulegerissen größerer Bergwerke vorgeschrieben und enthalten im Maßstab 1:5000 oder 1:10000 eine Übersicht über das den Tagesaufnahmen zugrunde gelegte Dreiecksnetz, den Verlauf der Polygonzüge über und unter Tage sowie die zum Anschluß und zur Orientierung ausgeführten Messungen.

2. Grundbesitz-Übersichtskarten. Diese werden gleichfalls im Maßstab 1:5000 oder 1:10000 angefertigt und sollen in erster Linie die Lage des eigenen Grundbesitzes nachweisen, der, mit katastermäßigen Bezeichnungen versehen, in der Darstellung farbig hervorgehoben wird.

3. Pläne der Schachtenanlagen. Sie zeigen meist im Maßstab 1:500 oder 1:1000 von jedem Bergwerk die Betriebsanlagen über Tage mit allen Einzelheiten.

4. Bodensenkungspläne. Diese werden auf Grund der Ergebnisse regelmäßiger Nivellements angefertigt und lassen durch Linien gleicher Senkung nach Art der Höhenkurven die Veränderungen erkennen, die die Tagesoberfläche infolge des unterirdischen Abbaus erleidet. Derartige Darstellungen bilden in Verbindung mit den gleichfalls eingetragenen, beobachteten oder berechneten Zerrungen und Pressungen ein wertvolles Hilfsmittel bei der Beurteilung und Regelung von Bergschäden.

5. Pläne der Schachtschnitte. Sie enthalten in großem Maßstab einen Längsschnitt durch jeden Schacht, in dem die durchteuften Gebirgsschichten mit Maßzahlen und der Schachtausbau veranschaulicht sowie Wasserzuflüsse und sonstige Besonderheiten eingetragen werden. In Nebenzeichnungen sind Schachtscheiben in Höhe der Rasenhängebank und sämtlicher Sohlen mit Einteilung und Maßen wiedergegeben.

6. Pläne der Füllörter. Sie lassen im Maßstab 1:100 die Gleisanordnung, Weichenlage und Bedienung, Signaleinrichtungen, Aufschiebe- und sonstige Vorrichtungen für den Wagenumlauf in der Nähe des Schachtes erkennen.

7. Pläne der Wasserhaltungsanlagen. Sie zeigen in großem Maßstab die Sumpfanlagen sowie die zur Wasserhebung oder Wasserableitung dienenden Einrichtungen.

8. Aus- und Vorrichtungspläne. Sie stellen neben den Gebirgsaufschlüssen und dem projektierten Verlauf der Lagerstätten, die geplante Lage von Schächten und Blindschächten, von Querschlägen, Richtstrecken und Abteilungsgrenzen, die Querschnitte und den Ausbau der Strecken für ganze Baufelder, einzelne Feldesteile oder Sohlen dar.

9. Höhenlinienpläne von Lagerstätten und Störungen. Diese Risse vermitteln ein anschauliches Bild von stark unregelmäßigen Flächen, die durch Streich- und Falllinien in den gewöhnlichen Grundrissen und Schnitten nicht in allen Einzelheiten dargestellt werden können.

10. Wetterrisse. Sie werden auf Grund von Bergpolizeiverordnungen der einzelnen Oberbergämter für jede selbständige Betriebsanlage angefertigt und in der Regel einmal jährlich nachgetragen oder erneuert. In den Wetterrissen soll eine Übersicht über den Verlauf der Wetterströme im ganzen und in den einzelnen Bauabteilungen gegeben werden. Besonders kenntlich zu machen sind frischer und verbrauchter Strom, Wetterstationen, Gesteinsstaubsperrern sowie alle zur Verteilung, Absperrung und Sonderbewetterung dienenden Einrichtungen. Für diese Eintragungen sind in Preußen einheitliche Zeichen und Farben festgelegt, die auf jedem Wetterriß erläutert sein müssen, s. Tafel 4 im Anhang. Maßstab und Darstellungsart der Wetterwege — ob geometrische Zeichnung oder Raumbild — richten sich nach den Lagerungs- und Betriebsverhältnissen der Zechen und werden vom Bergrevierbeamten bestimmt. Die Wetterrisse sind unter Mitwirkung des Betriebsführers zu bearbeiten und von diesem auch mit zu unterzeichnen.

Neben den Wetterrissen wird auch vielfach noch ein Wetterstammbaum aufgestellt, in dem Wettermengen und Höchstbelegschaft einer Schicht, nach einzelnen Betrieben geordnet, verzeichnet sind.

11. Fahrrisse. Darunter versteht man zusammenfaltbare Abzeichnungen, die im Maßstab des Grubenbildes oder verkleinert vom ganzen Grubengebäude oder einzelnen Revieren angefertigt werden, um Aufsichts- und Betriebsbeamten die Orientierung bei der Befahrung zu erleichtern und die Eintragung von Betriebssonderheiten zu ermöglichen.

12. Sonstige betriebswirtschaftliche und betriebstechnische Pläne. Hierher gehören u. a. Zeit- und Abbaupläne, in denen geometrisch oder perspektivisch die Auffahrung der Strecken, das Abbaufahren, der Abbaufortschritt in bestimmten Zeiträumen, die Belegungsstärken, die Förderung aus einzelnen Betrieben, die Verteilung von Kraftmaschinen und Ähnliches eingetragen werden, ferner Pläne des Preßluftnetzes, der elektrischen Kabelleitungen usw.

Lagerstättenkarten einzelner Bergbaubezirke.

169. Neben den schon besprochenen Karten der Preussischen Geologischen Landesanstalt, die auch bergbauliche Aufschlüsse enthalten, sind in den Hauptbergbaugebieten seit langem besondere Übersichtskarten angefertigt und veröffentlicht worden, in denen neben der Tages-

oberfläche die Berechtsame der einzelnen Bergwerke, die Lage der Schächte, Stollen und sonstiger Ausrichtungsbaue sowie die erschlossenen Lagerstätten mit ihrem Nebengestein, den Faltungen und Störungen veranschaulicht werden. An bekannten neueren Karten dieser Art seien hier folgende aufgeführt:

1. Übersichts- und Flözkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks, die seit dem Jahre 1912 als Neubearbeitung ähnlicher älterer Kartenwerke von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum herausgegeben wird. Sie umfaßt 2 Blatteinteilungen, 45 Blätter der topographischen Übersichtskarte 1:10000, 45 Blätter Flözkarte 1:10000, etwa 50 Profilblätter 1:5000 und 45 Blätter Verkleinerungen 1:25000 der topographischen Karte. In der Übersichtskarte und in deren Verkleinerungen sind außer den Tagesgegenständen und politischen Grenzen nur die Feldesgrenzen und Tagesöffnungen der Gruben wiedergegeben, während die Flözgrundrisse, die die Tagesoberfläche in Graudruck enthalten, außerdem die Aufschlüsse einer oder mehrerer Sohlen farbig nachweisen. Die Profilblätter entsprechen in Inhalt und Ausführung den Querprofilen der Grubenbilder.

Die Blatteinteilung dieser Karten ist, wie schon erwähnt, auch für die Einteilung der Grubenbilder und anderer Planwerke maßgebend.

2. Für das linksrheinische und für das Aachener Steinkohlenrevier sind die bereits bei den Felderkarten, S. 211, angeführten Übersichtskarten des Linksrheinischen Bergwerksbesitzes und des Aachener Steinkohlenbezirks 1:50000 von Wagner im Jahre 1926 und 1927 erschienen. In ein bzw. zwei Blättern sind hier neben Feldesgrenzen und Tagesoberfläche die hauptsächlichsten Flözaufschlüsse im Grundriß und in Profilen dargestellt. Auch Schichten-schnitte sind beigegeben.

3. Vom Saarbrücker Steinkohlenbezirk ist zuletzt im Jahre 1900 eine Flözkarte von Müller 1:25000, die außer einem Titelblatt 8 Blätter umfaßt, veröffentlicht worden.

4. Die Waldenburger Flözkarte 1:10000, die aus 6 Blättern Topographie, 6 Blättern Flözkarte, 3 Profilblättern und 1 Blatt Schichtenfolge besteht und die im wesentlichen wie die rheinisch-westfälische Karte ausgeführt ist, wurde 1926 bis 1928 in Neubearbeitung von der Niederschlesischen Bergbauhilfskasse in Waldenburg herausgegeben.

5. Neuroder Flözkarte 1:10000. Diese vom Oberbergamt Breslau bearbeitete und gleichfalls von der Niederschlesischen Bergbauhilfskasse 1910 bis 1913 herausgegebene Karte setzt sich, wie die Waldenburger Flözkarte, auch aus 6 Blättern Topographie, 6 Blättern Flözkarte, 3 Profilblättern und 1 Blatt Schichtenfolge zusammen.

6. Vom ober-schlesischen Steinkohlenbecken hat das Oberbergamt Breslau mit Unterstützung des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins 1926, als Ersatz für die ältere Flözkarte 1:10000 aus dem Jahre 1902, eine Flöz-Übersichtskarte 1:50000 herausgegeben, die aus einem Titelblatt, einem Netzblatt, 24 Blättern Grundrisse, 2 Profilblättern und einem Bergwerksverzeichnis besteht.

7. Eine Karte des Oberschlesischen Erzbergbaus, die auch den jetzt polnischen Teil dieses Reviers noch umfaßt, ist im Jahre 1911/12 vom Oberbergamt Breslau veröffentlicht worden. Außer einem Übersichtsblatt und einem Verzeichnis der Bergwerke sind von dieser Karte 30 Blatt Grundrisse 1:10000 und 11 Blatt Profile 1:5000 vorhanden.

8. Die Siegerländer Gangkarte 1:10000, die beim Oberbergamt Bonn bearbeitet worden ist, wurde zuletzt 1910 bis 1913 von der Preussischen Geologischen Landesanstalt in 4 Lieferungen mit insgesamt 19 Blättern nebst zugehörigen Profilen herausgegeben.

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 Fundpunkte 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.

170. Geviertfelder.

1. Die Größe des jetzigen, auf einen Fundpunkt zur Verleihung kommenden Geviertfeldes, das auch als Maximal- oder Normalfeld bezeichnet wird, ist durch die Bergesetznovelle vom 18. Juni 1907 festgelegt worden. Hiernach beträgt der Flächeninhalt im allgemeinen bis zu 2200000 m², dagegen in den Kreisen Siegen, Olpe, Altenkirchen und Neuwied nur bis zu 110000 m². Die geradlinig begrenzte Form des Feldes ist beliebig, doch dürfen freibleibende Flächen nicht umschlossen werden, s. Abb. 184. 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 Quadratlachtern = 2189000 m², in den Kreisen Siegen, Olpe, Altenkirchen und Neuwied eine solche von 25000 Quadratlachtern = 109450 m² 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 umfaßten. Eine Maße ist hierbei einheitlich als Quadrat von 14 × 14 Lachtern = 196 Quadratlachtern festgesetzt worden, während die Fundgrube, in deren Mitte der Fundpunkt

lag, in den Geltungsbereichen der verschiedenen Provinzial-Bergordnungen und des Allgemeinen Preußischen Landrechts wechselnde Größe hatte. So gewährten die revidierte Schlesische (1769), die Magdeburger (1772) und die Kleve-Märkische Bergordnung (1766) für Flöze eine Fundgrube von 28×28 Lachtern = 784 Quadratlachtern, das Allgemeine Landrecht (1794) von 50×50 Lachtern = 2500 Quadratlachtern. Im Bereich der Kurkölnischen (1669) und der Kurtrier-

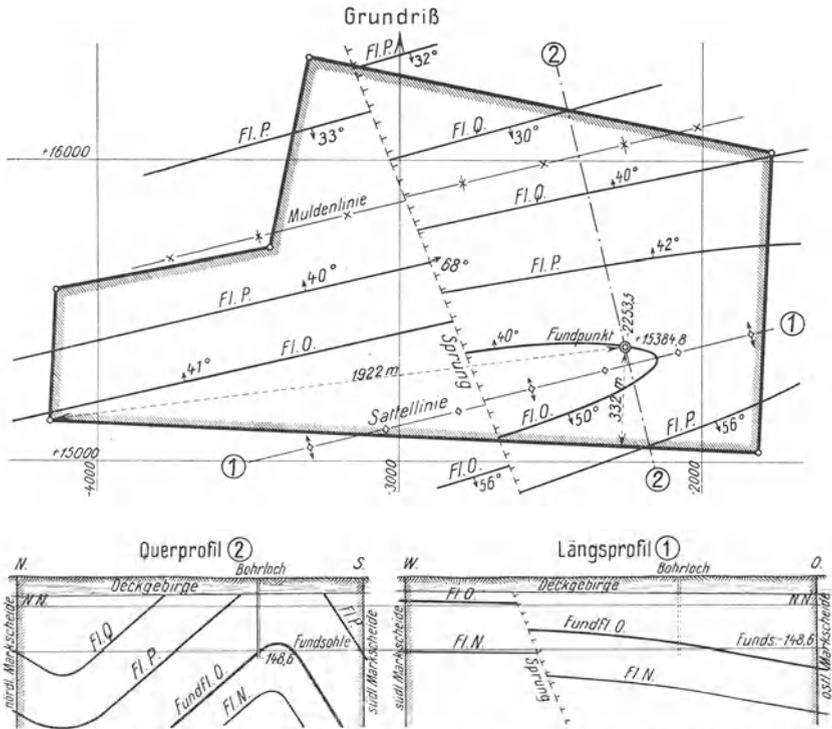


Abb. 184. Geviertfeld nach der Bergesetznovelle vom 18. Juni 1907. Maßstab 1:25 000.

schen Bergordnung (1564) kamen für flözartige Lagerstätten Fundgruben von 42×42 Lachtern = 1764 Quadratlachtern¹, im Bereich der Jülich-Bergischen Bergordnung (1719) solche von 80×80 Lachtern = 6400 Quadratlachtern 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° , nach dem Allgemeinen Preußischen Landrecht nicht mehr als 15° 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

¹ Im Bereich der Kurkölnischen B.O. für Eisensteinflöze nur 28×28 Lachter.

Lagerstätte noch eine Vierung von 7 Lachtern trat. Trotzdem wurde gewöhnlich in der Praxis die lotrechte Begrenzung angenommen. Die Feldesgröße 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 28×28 Lachter, die nach der Kleve-Märkischen Bergordnung auch für Erzlager galt, während nach der Schlesischen und Magdeburger Bergordnung für Stockwerke 42×42 Lachter, für Seifenwerke 50×50 Lachter, nach dem Allgemeinen Landrecht für flachfallende Gänge und Erzlager 42×42 Lachter, für Flöze und Seifen 50×50 Lachter angeordnet waren. Die Maßen umfaßten im Bereich der drei revidierten Bergordnungen und für Flöze und Seifen auch im Bereich des Allgemeinen Landrechts je 14×14 Lachter, für flachfallende Gänge und Erzlager im letzteren Falle jedoch 28×28 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.

171. Längfelder.

1. Die nach älterem Recht zunächst auf Gänge beschränkten Längfelder sind auch für andere Lagerstätten verliehen worden, deren Einfallen mehr als 20° oder nach dem Allgemeinen Landrecht mehr als 15° betrug. Im Bereich der Kleve-Märkischen Bergordnung an der Ruhr war diese Art der Feldesstreckung, entgegen dem Wortlaut der Bergordnung, insbesondere auch für alle Steinkohlenflöze üblich. Ein Längfeld 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 gewählt wurde. Dabei waren die beiderseits des Fundpunktes gelegene Fundgrube allgemein 42 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 ≈ 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 Fundflözes bis zur Sattelkuppe. Als dritte Ausdehnung wurde zur Mächtigkeit der Lager-

stätte 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 Längsfeld bezeichnet man heute als Längsfeld mit kleiner Vierung, Abb. 185.

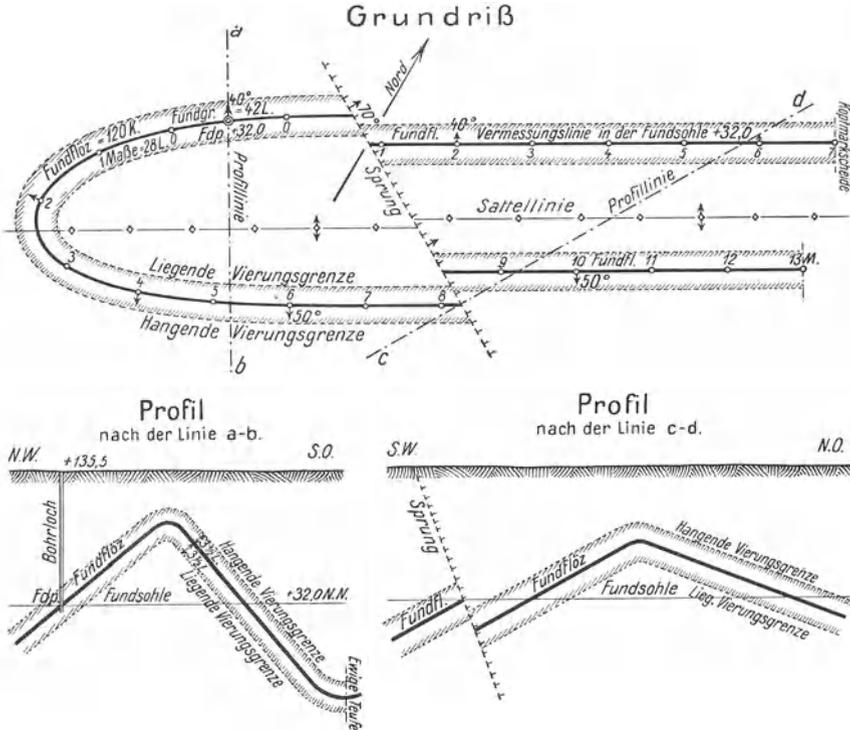


Abb. 185. Längsfeld mit kleiner Vierung. Ungefährer Maßstab 1:6000.

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. 185. Gegebenenfalls konnte auch eine jenseits der Störung aber innerhalb der verlängerten Vierung angetroffene andere Lagerstätte als verliehene Lagerstätte angesehen werden.

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 ausgedehnt, 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 Längsfeldern 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. 186.

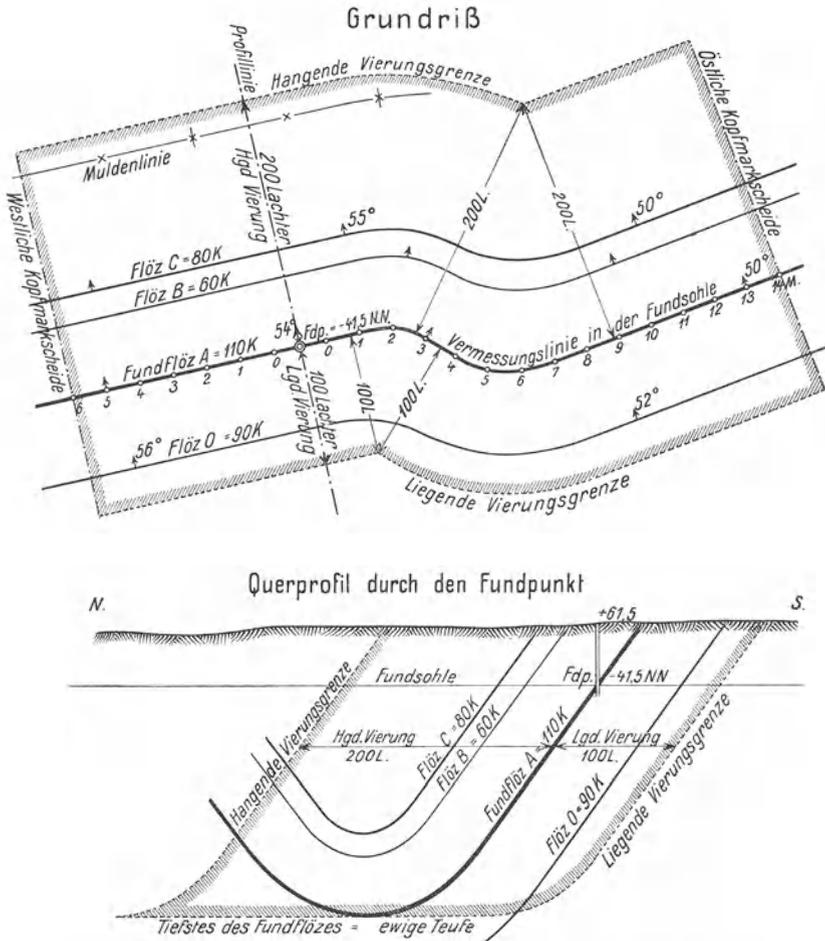


Abb. 186. Längsfeld mit großer Vierung. Maßstab 1:12500.

Bei flacher Ablagerung konnte aber dieses große Längsfeld unter ungünstigen Umständen auch nur auf die Fundlagerstätte beschränkt sein. Allgemein hat die Verleihung von Längsfeldern zu unsicheren Rechtszuständen und damit zu vielfachen Berechtsamsstreitigkeiten geführt. Da die Ausdehnung der Berechtsame bei Längsfeldern 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.

Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen.

abfallend	abf.	Normal-Null	N. N.
abgesunkener Teil	abges. T.	oben, oberer, obere	o.
Abhauen	Abh.	Oberbank	Obk.
Abteilung	Abt.	Oberbergamt	O. B. A.
Abteilungsquerschlag	Abt. Qu.	Parallele	Par.
ansteigend	anstg.	Pfeiler	Pf.
Aufbruch	Aufbr.	Pinge	Pi.
Aufhauen	Aufh.	Querschlag	Qu.
bauwürdig	bauw.	Rasenhängebank	Rhgbk.
Berge, Bergemittel	B.	rechts, rechter, rechte	r.
Bergwerk	Bgw.	regelmäßig	rglm.
Blindschacht	Bl. Scht.	Rolle, Rutsche	R.
Bohrloch	Brl.	Sand	Sd.
Branddamm	Brdd.	Sandschiefer	Sdsch.
Brandschiefer	Brdsch.	Sandstein	Sdst.
Bremsberg	Brsbg.	Sattelnordflügel	S. N.
Bremsschacht	Brs. Scht.	Sattelsüdflügel	S. S.
Brunnen	Br.	Schacht	Scht.
Diagonale	Diag.	Schiefer, Schiefertone	Sch.
Einfallen	Einf.	Schienenoberkante	S. O.
Erlaß	Erl.	seiger	sg.
flach	fl.	Sicherheitspfeiler	Sichhpf.
Flöz	Fl.	söhlig	söhl.
Fundgrube	Fdgr.	Sohle	S.
Fundpunkt	Fdp.	Sprung	Spr.
Gebirge	Geb.	Sprunghöhe	Sprh.
genehmigt	gen.	stehengebliebener Teil	steh. T.
Gesenk	Ges.	Störung	Stör.
Gestein	Gest.	Stoß	St.
gestört	gest.	Strecke	Str.
Grube	Gr.	Streichen	Strch.
Grundstrecke	Grdstr.	Teufe	Tf.
Hängebank	Hgbk.	tief	tf.
Hangendes	Hgd.	Tiefbau	Tfb.
Hauptquerschlag	Hpt. Qu.	Trigonometrischer Punkt	T. P.
hoch	h.	Überhauen	Übh.
Höhenbolzen	H. B.	überkippt	überk.
Höhenmarke	H. M.	Überschiebung	Übersch.
Höhenzahl	H.	Umbruch	Umbr.
in der Firste	i. F.	unrein	unr.
in der Sohle	i. S.	unten, unterer, untere	u.
Kluft	Kl.	Unterbank	Ubk.
Kohle	K.	Unterwerksbau	Untwb.
Konglomerat	Kongl.	verdrückt	verdr.
konsolidiert	kons.	Verfügung	Verf.
konzessioniert	konz.	Verhieb	Verh.
Liegendes	Lgd.	Versatz	Vers.
links, linker, linke	l.	Blas-	Kasten-
Markscheide	Marksch.	Rippen-	Schleuder-
Mauerbolzen	M. B.	Spül-	Stampf-
Mergelunterfläche	M. U.	versetzt	vers.
Meridian	Merid.	Verschiebung	Versch.
Mittelbank	Mbk.	Verwerfung	Verw.
Muldennordflügel	M. N.	verworfen	verw.
Muldensüdflügel	M. S.	wasserführend	wf.
Mundloch	Mdl.	Wetterschacht	W. Scht.
Nebenbank	Nbk.	Wetterstrecke	W. Str.

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											
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

Sohle

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

Namenverzeichnis.

- Baedecker, G. D., Verlagsbuchhandlung in Essen 211.
Bimler, H., 1841—1920, Bergrat, Oberbergamtsmarkscheider in Dortmund 28.
Boßhardt, R., Grundbuchgeometer in St. Gallen (Schweiz) 131, 132, 133.
Brandenberg, H., Markscheider und Bergdirektor in Swietochlowice (Poln. Schles.) 53, 55.
Brathuhn, O., 1837—1916, Bergrat, Oberbergamtsmarkscheider und Dozent an der Bergakademie in Clausthal 161.
Breithaupt, F. W. & Sohn, Fabrik geodätischer Instrumente in Kassel 9, 45, 54, 55, 79, 113, 117, 131, 132.
v. Carnall, R., 1804—1874, Berghauptmann in Breslau 189, 190.
Coradi, G., Mathematisch-mechanisches Institut in Zürich (Schweiz) 199.
Decher, O. 139.
Dennert & Pape, Fabrik geodätischer und mathematischer Instrumente in Altona 117.
Dieperink, Professor in Wageningen (Holland) 116, 117.
Fennel, O., Söhne, Werkstätten für geodätische Instrumente in Kassel 13, 16, 17, 26, 27, 28, 36, 39, 49, 51, 81, 91, 113, 122, 129, 130, 134.
Fox, E., em. Professor der Bergakademie in Clausthal 71, 175.
Fuhrmann, K., Geh. Bergrat, em. Professor der Technischen Hochschule in Berlin 73.
Gauß, C. F., 1777—1855, berühmter Mathematiker, Professor, Direktor der Sternwarte in Göttingen 101f., 203, 204, 208, 220.
Gauß, F. G. 1829—1915, Dr., Wirkl. Geh. Rat, Generalinspektor des preußischen Katasters in Berlin 48.
v. Hammer, E., 1858—1925, Dr., Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart 129, 130, 134.
Haußmann, K., Dr.-Ing. E. h., Dr. mont. h. c., Geh. Regierungsrat, em. Professor der Technischen Hochschule in Berlin, Schwäbisch-Gmünd 12, 76.
Helmert, F. R., 1843—1917, Dr., Dr.-Ing. E. h., Professor an der Universität in Berlin und Direktor des Geodätischen Instituts in Potsdam 97.
Hildebrand, M., Werkstätten für wissenschaftliche Präzisionsinstrumente in Freiberg (Sa.) 34, 36, 47, 51, 53, 55, 57, 80, 81, 130, 131.
Jordan, W., 1842—1899, Dr., Professor an der Technischen Hochschule in Hannover 127.
Katasterämter 207.
Kegel, E., † Bergingenieur und Markscheider im Mansfelder Revier 173.
Kern & Co., A.-G., Werkstätten für Feinmechanik und Optik in Aarau (Schweiz) 130.
Knoll, C. 139.
Krüger, L., 1857—1923, Dr., Dr.-Ing. E. h., Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor des Geodätischen Instituts in Potsdam 102, 103, 208, 220.
Kuhlmann, F., Werkstätten für Präzisionsmechanik in Rüstringen-Wilhelms-
haven 160.
Landeskulturbehörden 208.
Mintrop, L., Dr., Professor an der Technischen Hochschule in Breslau 87.
Müller, R., † 1905, rev. Markscheider in Saarbrücken 224.
Nehm, W., Professor an der Bergakademie Clausthal 165.
v. Neumayer, G., 1826—1909, Geh. Admiralitätsrat, Professor, Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg 81.

- Niederschlesische Bergbauhilfskasse in Waldenburg 211, 224.
Oberbergamt Bonn 225.
Oberbergamt Breslau 211, 224, 225.
Oberschlesischer Berg- und Hüttenmännischer Verein in Gleiwitz 224.
Oberbeck, H. 139.
Ostwald, W., Dr., Dr.-Ing. E. h., Geh. Hofrat, em. Professor der Universität in Leipzig 220.
Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Berlin 10.
Pohlschmidt, F., Berg- und Vermessungsrat am Oberbergamt in Dortmund 125.
Preuß. Geodätisches Institut in Potsdam 97.
Preuß. Geologische Landesanstalt in Berlin 126, 205, 206, 225.
Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivelements in Berlin 125.
Raschke, J., Mechanisch-optisches Institut in Glogau 36.
Reger, J., Dr., Topograph in Stuttgart 127.
Reichsamt für Landesaufnahme in Berlin 95, 124, 156, 202.
Sarrazin, O. 139
Schaal, R., Dr., Markscheider in Gleiwitz 34.
Schmidt, M., Dr., Dr.-Ing. E. h., Geh. Rat, em. Professor der Technischen Hochschule in München 81.
Schumacher, † 1850, Professor, Leiter der dänischen Gradmessung 1816—1824, 48.
Seelis, W., Markscheider, Lehrer an der Bergschule in Bochum 38.
Simpson 201.
Snellius, W., 1580—1626, Professor in Leiden (Holland), Begründer der wissenschaftlichen Erdmessung 24.
Soldner, J. G., 1773—1833, Direktor der Sternwarte in München 101, 102.
Stach, E., Dr., Geologe in Berlin 173.
Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, Essen 211.
Wagner, Berg- und Vermessungsrat am Oberbergamt in Bonn 211, 224.
Walter, Berg- und Vermessungsrat am Oberbergamt in Bonn 211.
Wandhoff, E., Dr., Professor an der Bergakademie in Freiberg (Sa.) 87.
Weitbrecht, W., Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart 139.
Westfälische Berggewerkschaftskasse in Bochum 211, 218, 224.
Wild, H., Fabrik geodätischer Instrumente in Heerbrugg (Schweiz) 52, 113, 116, 130, 131.
Wilski, P., Dr., Professor an der Technischen Hochschule in Aachen 74.
Zeiß, C., Optische Werke in Jena 52, 59, 112, 113, 116, 130, 131, 132, 133.

Sachverzeichnis.

- Abgabewinkel 144
Abgrenzung von Sicherheitspfeilern 194f.
Abkürzungen in Grubenrissen und Handzeichnungen 231
Ablenkung der Magnetnadel 87
Ablesefehler bei der Winkelmessung 51
Ableselupe 26
Ablesemikroskop 26, 27
Ablesevorrichtungen 26, 27
Ablesung am Nonius 23
— der Libellen an Nivellierinstrumenten 113
Abraummengen, Ermittlung 200
Abstecken rechter und gestreckter Winkel 29f.
— von Querlinien 140
Absteckungsarbeiten über Tage 138f.
Absteckungen und Angaben 138f.
Abszisse 6
Abtrift der Lote 74
Abweichung der Meßbänder vom Sollmaß 11
Achsabsteckungen 138
Achsen des Theodolits 42
— eines Koordinatensystems 6
Additionskonstante 127, 128
Änderungen der Deklination 75
Äquator 98
Affinzeichner 175
Alphabet, kleines griechisches 230
Alte Maße 230
Anfertigung von Seigerrissen 164, 165
Angaben für die Ausführung von Erdarbeiten 141
— unter Tage 141f.
Anhalte- und Anreihfehler bei Längenmessungen 18
Anschluß an die Landesaufnahme 92
Ansteigelatte 147
Ansteigeverhältnis 146, 147
Astronomischer Meridian 3
Aufgaben der Markscheidekunde 1
Aufhängevorrichtung des Kompasses 78
— für Winkelmeßinstrumente 20
Aufnahme eines Querprofils über Tage 110, 123
— von Gebirgsschichten 148f.
- Aufrißebene 2
Aufrisse 154
—, Herstellung 162f.
Aufsatzlibelle 22
Aufstellungsfehler des Theodolits 42
Aufstellvorrichtungen für Meßinstrumente 19, 20
Auftragegenauigkeit 158
Auftragen von rechtwinkligen Koordinaten 157, 158
Auftragung der rechtwinkligen Kleinaufnahme 158
— eines Richtungswinkels 159
— eines Streichwinkels 159, 160
Ausarbeitung der Zeichnungen 161, 162
Ausfluchten von Meßlinien 14, 15
Ausgehendes einer Gebirgsschicht, Ermittlung 190f.
Ausgleichung des Gefälles in söhligem und geneigten Strecken 147, 148
— von Meß- und Zulegefehlern 161
Ausrichtungslänge 189, 190
Ausrichtung von Störungen 188f.
Austauschrisse 210
Aus- und Vorrichtungspläne 223
Axonometrische Darstellung 171, 172
Azimut 3
- Bandstab 10
Basisnetz 91
Baugrundriß 154, 215f.
Baurisse 215f.
Berechtsame 209
Berechtsamsrisse 209f.
Berechtsams-Übersichtskarten 210, 211
Bergbauliche Risse 209f.
Bergwerksbesitz- und Flözübersichtskarte vom Niederschlesisch-Böhmischen Steinkohlenbecken 211
Berichtigungsschrauben 21
Betriebstechnische Pläne 223
Beziehungen zwischen ebenen und geographischen Maßen 100
— zwischen Polar- und rechtwinkligen Koordinaten 5
— zwischen Streich- und Richtungswinkel 3
Bildweite 28

- Blattbezeichnung für Grubenbilder 218, 219
 Blatteinteilung für Grubenbilder 219, 220
 — zur Übersichts- und Flözkarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks 211, 218, 219
 Bodensenkungspläne 222
 Brechungsgesetz 24
 Brechungswinkel 2, 3
 Brechungswinkelmessung 33
 — mit dem Theodolit 43f.
 Breitenkreise 98
 Brennpunkt 25
 Brennweite 25
 Bruchwinkel 195
 Bussole 78, 79
 Bussolenmessung über Tage 87, 88
- Darstellungen, Zweck 153**
 Darstellungsarten 153, 154
 Darstellung gestörter Lagerstättenteile im Raumbild 192f.
 — von Lagerungsverhältnissen 180f.
 Dechersche Prismentrommel 139, 140
 Dehnung der Meßbänder durch Eigengewicht 12
 Deklination, magnetische 3, 75
 —, Änderungen 75
 Deklinationskurven 77
 Deutsche Karte 205
 Dieperinklatte 116, 117
 Diopter 27
 Distriktsverleihungen 227
 Doppelbild-Entfernungsmesser 130f.
 — -Entfernungsmessung 128, 129
 — -Tachymeter 131, 132
 Doppellotverfahren 70f.
 Dosenlibelle 22
 Dreiecksmessungen 91, 92
 Dreiecksnetz der Landesaufnahme 95f.
 Druckverfahren 176, 177
 Durchhang des Meßbandes 18
 Durchleuchtungstisch 176
 Durchschlagsangaben 143, 144
- Einfallen 149f.**
 —, Bestimmung aus 3 Aufschlußpunkten 181f.
 Einrechnungsverfahren 72, 73
 Einrücken in gerade Linien 14
 Einrückverfahren beim Kurvenabstecken 145, 146
 Einspielen der Libelle 21
 Einstellung der Libellen an Nivellierinstrumenten 113
 Einteilung der Messungen 7
 Einweisefehler bei der Längenmessung 18
- Einweisen in gerade Linien 14
 Empfindlichkeit der Libelle 21, 22
 Endmaße 10
 Entfernungsmesser, Prüfung und Genauigkeit 132
 Entfernungsmessung mittels einer Tangentschraube 127, 128
 —, optische 126f.
 Erdbildmessung 135, 136
 Erddimensionen, Bestimmung 99, 100
 Erde, Einteilung 98
 —, Gestalt und Größe 97
 Erdellipsoid 97
 Erdkrümmung, Berücksichtigung 97
 Erdkugel 97
 Erdmassenermittlung 200
 Exzentrisches Doppellotverfahren 71
 — Fernrohr 49
 Exzentrizität der Zeigerkreise am Theodolit 42
 Exzentrizitätsfehler des Kompasses 80
- Fadenentfernungsmessung 126, 127**
 Fadenkreuz 28
 Fahrrisse 223
 Farbnormen 220
 Fehlerfortpflanzung in Kompaß- und Theodolitzügen 88
 Feinablesung an Nivellierinstrumenten 113
 Feinstellschrauben 21
 Felderkarten 211
 Fernrohre 27, 28
 Fernrohrvergrößerung 29
 Festpunkte 2, 7, 8
 Festpunktnivellement 117f.
 Feststellschrauben 20
 Flächen 2
 Flächenaufnahme 61
 Flächenberechnung aus Maßzahlen 61, 62
 — aus rechtwinkligen Koordinaten 62f.
 — durch Teilung 197, 198
 Flächenermittlung aus Plänen 197f.
 — mit dem Planimeter 198f.
 Flächenformeln 63
 Flächenmaße 230
 Flächennivellement 123
 Flächenstreifen, Inhaltsermittlung 198
 Flözkarte des Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbezirks 224
 — des Saarbrücker Steinkohlenbezirks 224
 Flözprofil 149
 Flöz-Übersichtskarte vom oberschlesischen Steinkohlenbecken 224
 Fluchtstäbe 8
 Fundgrube 225f.
 Fundpunktaufnahme 209

- Gaußsche Koordinaten 101, 102
 Gauß-Krügersche Koordinaten 102, 103
 — — Meridianstreifen 103
 Gebäudeaufnahme 58, 59
 Gebirgsschichtenaufnahme 148f.
 Gegenfallende Störung 187
 Geographische Breite 98
 — Karten 156
 — Koordinaten 98, 99
 — Länge 98
 — Netze 100, 101
 Geoid 97
 Geologenkompaß 79
 Geologische Karte von Preußen und be-
 nachbarten deutschen Ländern 205,
 206
 Geometrische Darstellungen 156f.
 — Höhenmessungen 104, 109f.
 — Höhenmessung, Genauigkeit 123,
 124
 — Zeichnungen 154
 Gestalt und Größe der Erde 97
 Geviertfelder 225f.
 Gleichfallende Störung 187, 188
 Gradbogen 37, 38
 Gradbogenmessung in der Grube 107,
 108
 Gradscheibe 159
 Grubenbaue in axonometrischer Dar-
 stellung 172
 — in isometrischer Darstellung 174, 175
 — in schiefer Parallelperspektive 171
 — in Zentralperspektive 169, 170
 Grubenbild eines Steinkohlenbergwerks,
 Ausschnitte — Tafel 3
 Grubenbilder 213f.
 —, Gebrauch 221, 222
 —, Nachtragung 221
 Grubenfelder 225f.
 Grubenfelderkarte des Oberschlesischen
 Steinkohlenbeckens 211
 Grubensignale 9
 Grundbegriffe 2f.
 Grundbesitz-Übersichtskarten 222
 Grundlegende Höhenmessungen über
 Tage 124f.
 — Lagemessungen über Tage 90f.
 Grundrisse 154
 —, Herstellung 156f.
 Grundrißebene 2

 Hängekompaß 77, 78
 Hängelibelle 22
 Hängetheodolite 55f.
 Hängetheodolitzüge, Zulage 158f.
 Hauptgrundrisse 154, 214, 215
 Hauptzugnetz in der Grube 65, 66
 Hochbild 153
 Höhenangaben unter Tage 146f.

 Höhenbolzen 8
 Höhenkreisbezeichnungen 50
 Höhenkurven 179, 180
 Höhenlinienpläne von Lagerstätten und
 Störungen 223
 Höhenmarken 124
 Höhenmessungen, Zweck und Einteil-
 lung 104, 105
 Höhenunterschied 104
 Höhenwinkel 4
 Höhenzahlen 6
 Horizontalmesser 37
 Horizontalstellung des Theodolits 40, 41

 Indexfehler am Höhenkreis des Theodo-
 lits 43
 Inhaltsermittlung von Flächenstreifen
 198
 Inklination 74, 75
 Instrumenten-Deklination, Bestim-
 mung 82, 83, 89
 Invar-Nivellierlatte 116
 Isogonen 75
 Isogonenkarte 76
 Isometrische Darstellung 172f.

 Kanalwaage 109
 Karte der nutzbaren Lagerstätten
 Deutschlands 206
 — des Deutschen Reiches 204
 — des Felderbesitzes im Niederrhein-
 Westf. Bergbaubezirk 211
 — des Oberschlesischen Erzbergbaus
 225
 Karten, geographische, topographische,
 Sonderkarten 156
 Karten-, Plan- und Reißwerke 202f.
 Katasterbücher 207
 Katasterpläne 206f.
 Keilstrich-Einstellung an Nivellier-
 instrumenten 113
 Kilometerfehler bei Nivellements 123f.
 Kippachsenfehler des Theodolits 42, 43
 Kippregel 202, 203
 Kleinaufnahme in der Grube 60, 61
 Kleindreiecksmessungen 91, 92
 Kohlenberechnungen 200f.
 Kohlenfelderkarte vom Niederrhein-
 Westf. Bezirk 211
 Kollimationsfehler am Hängekompaß 80
 Komparatoren für Längenmeßgeräte
 12, 13
 Kompaß, störende Einflüsse 86, 87
 Kompaßbüchse 78
 Kompass, Fehler 79, 80
 Kompaßmessung, Fehler 88
 —, zeichnerische Ausgleichung der
 Meß- und Zulegefehler 161
 Kompaßpunkt 8
 Kompaßzüge, Zulage 158f.

- Kompaßzug in der Grube 83f.
 Konsolidationsrisse 210
 Koordinaten 4f.
 Koordinatengrundformeln 5
 Koordinatennetze, Herstellung 156, 157
 Koordinatensysteme 100f.
 Kopfmarkscheiden 228, 229
 Kreisteilungen 22, 23
 Kreuzlinien, Bestimmung 186f.
 Kreuzschnüre 86, 87
 Kuhlmannsche Zeichenmaschine 160
 Kupferstich 177
 Kurvenabstecken in der Grube 144f.
 — über Tage 139, 140
- Länge, söhliche, seigere, flache 2
 Längeneinheit 10
 Längfelder 227f.
 Längkreise 98
 Längenmaße 230
 Längenmeßgeräte 10f.
 Längenmessungen, Ausführung 15f.
 —, Genauigkeit 18, 19
 —, optische 126f.
 —, unmittelbare 9f.
 Längennivellement 121, 122
 Längenprofile 154, 217
 Längsprofile 154, 211, 217
 Lageaufnahmen 58f.
 Lagemessungen, grundlegende 90f.
 Lagerstättenkarten einzelner Bergbau-
 bezirke 223f.
 Lagerungsverhältnisse, Darstellung 180f.
 Landes-Nivellements-Hauptpunkte 124
 Landesvermessungen 95f.
 Leinenmeßbänder 11
 Leitnivellements im Ruhrbezirk 125
 Libellen 21, 22
 Libelleneinstellung an Nivellierinstru-
 menten 113
 Lichtbildmessung 135f.
 Lichtdrucke 177
 Lichtpausverfahren 176
 Linsen 25, 26
 Lippelatte 117
 Lithographie 177
 Lotkonvergenz, Einfluß 73
 Lotpunkte im Schacht 70f.
 Lotsignal zum Hängetheodolit 56, 57
 Lotstabenfernungsmesser 59, 60
 Luftbildmessung 136f.
 Lupe 26
- Mächtigkeit der Gebirgsschichten 149
 Magnetinstrumente 77f.
 Magnetische Feinmeßinstrumente 80f.
 Magnetische Messungen 74f.
 — Warten 75f.
 Magnetometer 81, 82
 Magnetorientierung 89, 90
- Markscheidensicherheitspfeiler 194
 Massenberechnungen 200f.
 Maße 230
 Maßen bei Grubenfeldern 225f.
 Maßstäbe 154, 155
 Mauerbolzen 124
 Maximalfeld 225
 Mehrgewichtsverfahren 74
 Mergelsicherheitspfeiler, Konstruktion
 194, 195
 Mergelunterfläche 194, 195
 Meridian, astronomischer 3
 Meridiankonvergenz 103, 104
 Meridiankreise 98
 Meridianstreifen 102, 103
 Meßbahn 13
 Meßband 10, 11
 Meßbandvergleichung 13
 Meßfehler, Ausgleichung 161
 Meßkette 11
 Meßplatten 10
 Meßlinien, söhliche, seigere, flache 2
 Meßpunkte 2
 Meßschraube an Nivellierinstrumenten
 113
 Meßtisch 202
 Meßtischblätter 202f.
 Messungen, Einteilung 7
 Messung von Brechungswinkeln mit
 dem Theodolit 43f.
 — von Neigungswinkeln mit dem
 Theodolit 50, 51
 — von Streichen und Einfallen 149f.
 Mikroskoptheodolit 40
 Mineralmengen, Berechnung 200
 Multiplikationskonstante 127
 Mutungsrisse 209, 210
 Mutungsübersichtskarten 210
- Nachtrage-Hängetheodolit 55f.
 Nachtragetheodolite 54f.
 Nachtragung der Grubenbilder 221
 Nachtragungsmessung mit dem Kompaß
 83f.
 — mit dem Theodolit 66
 Nadelabweichung, magnetische 3
 Neigungsfehler am Hängekompaß 80
 Neigungsmesser mit Visiervorrichtung
 36, 37
 Neigungswinkel 4
 Neigungswinkelmesser 35, 36
 Neigungswinkelmessung mit einem
 Theodolit 50, 51
 Netzrisse 222
 Neuroder Flözkarte 224
 Nivellements 117f.
 Nivellieren 104, 109f.
 Nivellierinstrumente 110f.
 —, Aufstellung 114
 —, Prüfung und Berichtigung 114f.

- Nivellierlatten 116, 117
 Nonienmikroskop 24
 Nonientheodolit 39, 40
 Nonius 23
 Nordrichtung, magnetische 3
 —, astronomische, wirkliche 3
 Normalfeld 225
 Normalhöhenpunkt 124
 Normalmeter 10
 Normal-Null 2
 Normalprofile 201, 212
 Nullmeridian 98, 101, 104
 Nummerbolzen 124
- Objektiv** 27, 28
Okular 27, 28
Optische Entfernungsmessung 126f.
Ordinate 6, 67f.
Orientierung des Zeichenbogens bei Benutzung des Zulegetransporteurs 160
Orientierungsfehler am Kompaß 80
Orientierungslinien 82, 83
Ozalidverfahren 176
- Pantograph** 177, 178
Papiereingang 198
Parallele zum Meridian 3
Parallelkreise 98
Parallelperspektive 170f.
Pentagonprisma 32
Perspektivische Darstellungen 166f.
 — **Zeichnung** 153, 154
Pfriemen 20
Photogrammetrie 135f.
Photographisches Verfahren zur Vielfältigung von Zeichnungen 178, 179
Pläne 156
Pläne der Füllörter 222
 — **der Schachtanlagen** 222
 — **der Schachtschnitte** 222
 — **der Wasserhaltungsanlagen** 222
 — **für Wirtschaftszwecke** 208
Planimeter 198f.
Planparallele Glasplatte an Nivellierinstrumenten 113
Planwerke 206f.
Polarkoordinaten 4, 5
Polarkoordinatenverfahren 58
Polarperspektive 166f.
Polarplanimeter 198
Polhöhe 99
Polygonlinien und -seiten 64f.
Polygonmessungen 64f.
Polygonwinkel 3
Polygonzüge, Ausführung 64f.
 —, **Berechnung** 67f.
 —, **Fehler** 66, 67
Präzisionsdistanzmesser 130f.
- Präzisions-Hängetheodolit** 53
Prismen 24, 25
Prismensysteme an Nivellierinstrumenten 112, 113
Prismenrömmel 139, 140
Profile 154, 217, 218
 —, **Konstruktion** 162f.
Profilwinkel, Ermittlung 183f.
Projektionsrisse 211f.
Punktabweichung 73, 74
Punktbezeichnung 8, 9
Punktübertragung in die Grube 69f.
Punktvermarkung 7, 8
- Quadratnetz, Herstellung** 157
Quarzfadenmagnetometer 81, 82
Querlinien, Absteckung 140
Querprofilaufnahme über Tage 110, 121f.
Querprofile 154, 217
Querschlägige Ausrichtungslänge 189, 190
- Raumbild** 153, 154
 —, **Darstellung gestörter Lagerstättenteile** 192f.
Raumbildmessung 136
Raummaße 230
Rautennetz 173, 174
Rechtwinklig ebene Koordinaten 6, 67
Rechtwinklige Kleinaufnahme, Auftragung 158
 — **Koordinaten** 4, 5
 — —, **Auftragung** 157, 158
 — **Koordinatensysteme** 101f.
 — **Koordinatenverfahren** 58f.
Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß 131f.
Reduktionszirkel 177
Registriervorrichtung für magnetische Warten 76, 77
Reichskarte 204
Reichsübersichtskarte 204
Reichswirtschaftskarte 204, 205
Reiterlibelle 22
Repetitionsmessung 46f.
Richtstäbe 10
Richtungsangaben mit dem Kompaß 141f.
 — **mit dem Theodolit** 143, 144
Richtungsübertragung in die Grube 69f.
Richtungswinkel 3
 —, **Auftragung** 159
Ringeisen 8
Risse, Einteilung 156
Rißwerke 202f.
Röhrenlibelle 21, 22
Rollbandmaß 11
Rückwärtseinschneiden 93f.

- Rückwärtseinschnitt, graphische Lösung 95
 Ruhelage der Schachtlote 73, 74
- Sammellinsen 25
 Satzbeobachtung 45, 46
 Schachtabseigerungen 61
 Schachtlotung 70f.
 Schachtmeßbänder 11, 12
 Schachtsicherheitspfeiler 195f.
 Schachtteufenmessung 105, 106
 Schätzmikroskop 23, 24
 Schichtlinienpläne, Herstellung 179, 180
 Schiebetachymeter 129
 Schiefe Perspektive 171
 Schlauchwaage 110
 Schnitte 154, 217, 218
 —, Konstruktion 162f.
 Schnittlinien 162f.
 Schnittwinkel, Ermittlung 183f.
 Schrauben 20, 21
 Schraubenmikroskop 24
 Schubhöhe 188
 Schubweite 188
 Seigerlage der Schachtlote 73, 74
 Seigerriß 154, 215f.
 Seigerrisse, Anfertigung 164, 165
 Seigerteufe 5
 Seigerteufen, Tabelle 232, 233
 Seigerverwurf 188
 Setzkompaß 79
 Setzwaage 147
 Sicherheitspfeiler, Abgrenzung 194f.
 — für Bauwerke über Tage 195f.
 — gegen das Deckgebirge 194, 195
 Siegerländer Gangkarte 225
 Signale 9
 Simpsonsche Regel 201
 Skalenmikroskop 24
 Sohle 5
 Sohlenfarben 214
 Sohlen, Tabelle 232, 233
 Soldnersche Koordinaten 101, 102
 Sonderkarten 156
 Sonderkonstruktionen für Feinmeßtheodolite 52f.
 Sonderrisse 222, 223
 Spannungseinfluß auf Meßbänder 12
 Spreizen 20
 Spiegel 24
 Spiegeldeklinatorium 80, 81
 Spiegelkreuz 31
 Springstände bei der Bussolenmessung 87
 Sprunghöhe 188
 Sprungweite 188
 Sprungwinkel 186f.
 Staffelezug 110
 Stahlmeßbänder 10f.
 Stahlpfriemen 20, 34, 35
- Standpunkte 2
 Stative 19, 20
 Stativkompaß 78, 79
 Steigertheodolit 34, 35
 Steilschachttheodolit 54, 55
 Steindruck 177
 Stereophotogrammetrie 135
 Stockstativ 19
 Störungen, Ausrichtung 188f.
 Störungsgebiete, magnetische 75
 Strahlengang bei Linsen 25, 26
 — im Prismensystem von Zeiß 112
 Stratameter 152
 Streichen der Gebirgsschichten 149f.
 —, Bestimmung aus 3 Aufschlußpunkten 181f.
 Streichende Ausrichtungslänge 189
 Streichen, Ermittlung aus 2 Aufschlußpunkten und dem Einfallswinkel 183
 —, Messung 149f.
 Streichlinie 149, 150
 Streichwinkel 3
 —, Auftragung 159
 Strichkreuz 28, 29
 Strichmaße 11
 Strichmaßstab 155
 Stückvermessung über Tage 58f.
 Stufen 8
 Stundenhängen 141f.
- Tabelle der Abkürzungen 231
 — der Sohlen- und Seigerteufen 232, 233
 Tachymeteraufnahmen, Ausführung 133f.
 Tachymetermessungen 126f.
 Tachymeter 129f.
 Tachymeterzüge, Zulage 158f.
 Tachymetrie, Anwendung 133
 Tageriß 154, 213, 214
 Teilungsfehler am Theodolit 42
 Teilungsrisse 210
 Tellerstativ 19, 20
 Temperatureinfluß auf Meßbänder 11, 12
 Theodolit 38f.
 —, Aufstellung 40f.
 —, Fehler 41f.
 Theodolitpunkt 8
 Tiefbohrkarte des Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbeckens 206
 Tiefenwinkel 4
 Titelblätter 213
 Topographische Grundkarte des Deutschen Reiches 204, 205
 — Karten 156, 202f.
 — —, Ergänzung und Verwendung 205, 206
 — Übersichtskarte des Deutschen Reiches 204
 Topometer 129

- Transversalmaßstab 155
 Trigonometrische Höhenmessung 104, 106f.
 — — mit Theodolit und Meßband in der Grube 108, 109
 — — über Tage 107
 Trigonometrische Punkte 96
- Übersichtskarte der Besitzverhältnisse der Steinkohlengrubenfelder in Deutsch- und Polnisch Oberschlesien 211**
 — der Braunkohlenfelder im Rheinischen Braunkohlenbezirk 211
 — der Braunkohlenvorkommen auf dem Westerwald 211
 — des Aachener Steinkohlenbezirks 211, 224
 — des Linksrhein. Bergwerksbesitzes 211, 224
 — des Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbezirks 224
 Universaltheodolit von Wild 52, 53
 — II von Zeiß 52, 53
 Unmittelbare Höhenmessung 104f.
 Urmeter 10
- Variometer 77
 Vergleichseinrichtungen zur Prüfung der Längenmeßgeräte 12, 13
 Vergrößern von Zeichnungen 177f.
 Verkleinern von Zeichnungen 177f.
 Verlehnungsrisse 209, 210
 Vermessungshorizont 2
 Vervielfältigung von zeichnerischen Darstellungen 175f.
 Verwurfsdreieck 188
 Verwurfswinkel 188
 Verwurfswinkel 186f.
 Vierung 228, 229
 Vorwärtseinschneiden 92, 93
- Wärmeeinfluß auf Längenmeßgeräte 11, 12**
 Waldenburger Flözkarte 224
 Wandarme 20
 Wechsellatte 118f.
 Wendelatte 117
 Wendelibelle 111, 112, 115
 Wetterrisse 223
 Wetterriß in isometrischer Darstellung 175
 Wetterstammbaum 223
 Wiederholungstheodolit 38f.
 Wiederholungswinkelmessung 46f.
 — nach Gauß-Schumacher 48, 49
 Winkel 2f.
 Winkelköpfe 29
- Winkelmaße 230
 Winkelmeßinstrumente 29f.
 Winkelmessung, einfache, mit dem Theodolit 44, 45
 Winkelmessungen 19f.
 Winkelmessung, Fehler 51, 52
 — mit exzentrischem Fernrohr 49, 50
 Winkelprismen 31, 32
 Winkelspiegel 29f.
 Winkeltrommel 33, 34
 Wirtschaftspläne 208
 Würfel in axonometrischer Darstellung 172
 — in isometrischer Darstellung 172
 — in schiefer Parallelperspektive 171
 — in Zentralperspektive 166
- Zählnadeln 15
 Zahlentafel der Dehnung freihängender Stahlmeßbänder 12
 — für den günstigsten Aufhängepunkt des Gradbogens 38
 Zapfenstativ 19
 Zeichenerklärung für Grubenrisse, Tafel 2
 — für Pläne und Risse über Tage, Tafel 1
 — für Wetterrisse, Tafel 4
 Zeichenmaschine von Kuhlmann 160
 Zeichenmaßstäbe 155
 Zeichnungen, Ausarbeitung 161, 162
 —, geometrische und perspektivische 153, 154
 —, Verkleinern und Vergrößern 177f.
 Zeiger 23, 24
 Zeigerkreis beim Theodolit 39f.
 Zeigervorrichtungen im Ablesemikroskop 23, 24
 Zenitwinkel 4
 Zentralperspektive 166f.
 Zentrierfehler 51
 Zentriermarke am Theodolit 43
 Zentrierung des Theodolits 41
 —, optische, des Theodolits 41
 Zentrisches Doppelotverfahren 70, 71
 Zerstreuungslinse 25
 Zielachsenfehler des Theodolits 42
 Zielfehler 51
 Zielpunkte 2
 Zielvorrichtungen 27, 28
 Zulage von Kompaß-, Hängetheodolit- und Tachymeterzügen 158f.
 Zulegefehler, zeichnerische Ausgleichung 161
 Zulegeplatte 161
 Zulegerisse 218
 Zulegetransporteur 160
 Zwangszentrierungsverfahren 66

Von den gleichen Verfassern erschien ferner:

*** Beobachtungsbuch für markscheiderische Messungen.**

Herausgegeben von **G. Schulte** und **W. Löhr**, Markscheider der Westf. Berggewerkschaftskasse und ord. Lehrer an der Bergschule zu Bochum. Fünfte, durchgesehene Auflage. Mit 18 Textabbildungen und 15 ausführlichen Messungsbeispielen nebst Erläuterungen. IV, 144 Seiten und 8 Seiten Schreibpapier. 1929. RM 5.40

Neben allgemeinen Grundsätzen für die Führung des Beobachtungsbuches enthält das Buch Angaben über die Einteilung und den Zweck der Meßpunkte und Meßlinien über Tage. Es gibt sodann für die einzelnen Arten von Messungen — Lage-, Höhenbestimmungen und besondere Aufnahmen — an, welche Hilfsmittel bei ihrer Ausführung gebraucht werden, und weist nach, in welcher Weise die einzelnen Arten der Lage- und Höhenmessungen über und unter Tage durchgeführt werden. Für jede der Messungsarten ist ein genügend umfangreiches Beispiel eingetragen, aus welchem alles Charakteristische der betreffenden Messung zu ersehen ist.

„Zeitschrift des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins“

Lehrbuch der Markscheidekunde. Von Dr. phil. **P. Wilski**, o. Professor der Markscheidekunde an der Technischen Hochschule zu Aachen.

* Erster Teil. Mit 131 Abbildungen im Text, einer mehrfarbigen und 27 schwarzen Tafeln. VIII, 252 Seiten. 1929. Gebunden RM 26.—

Zweiter Teil. Mit 101 Abbildungen im Text, 7 mehrfarbigen und 16 schwarzen Tafeln. VI, 272 Seiten. 1932. Gebunden RM 34.—

Das Verwerferproblem im Lichte des Markscheiders. Von

Dipl.-Ing. Dr. mont. **A. Hornoch**, a. o. Professor der Geodäsie und Markscheidekunde an der kön. ung. Montan- und Forsthochschule zu Sopron. (Ergänzter Sonderabdruck aus „Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch“, Bd. 75, Heft 3/4, Jg. 1927.) Mit 46 Abbildungen auf 4 Tafeln. IV, 60 Seiten. 1927. RM 10.80

*** Verwertung magnetischer Messungen zur Mutung** für

Geologen und Bergingenieure. Von Professor Dr. **Alfred Nippoldt**, Leiter des Magnetischen Observatoriums Potsdam-Niemegk. Mit 19 Abbildungen im Text und 36 Tafeln. V, 74 Seiten. 1930. Gebunden RM 16.50

*** Einführung in die Geophysik.**

Erster Band: **Anwendung der Methoden der Erdmessung auf geophysische Probleme. Erdbebenwellen. Die endodynamischen Vorgänge der Erde.** Von Professor Dr. **A. Prey**, Prag, Professor Dr. **C. Mainka**, Göttingen, und Professor Dr. **E. Tams**, Hamburg. („Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher“, Band IV.) Mit 82 Textabbildungen. VIII, 340 Seiten. 1922. RM 12.—

Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Montanistischen Hochschule in Leoben. Schriftleitung: Prof. Dr.-Ing. E.

Bierbrauer, Prof. Ing. **J. Fuglewicz**, Prof. Dr. phil. **R. Müller**, Prof. Dr. phil. **W. Petrascheck**. Erscheint vierteljährlich. Umfang des einzelnen Heftes etwa 48 Seiten.

Bezugspreis jährlich RM 21.60 zuzügl. Porto
Preis des Einzelheftes RM 8.— zuzügl. Porto

* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher des Verlages Julius Springer-Berlin wird ein Notnachlaß von 10% gewährt.

***Vermessungskunde.** Von Geh. Baurat Professor Dr.-Ing. **Martin Näbauer**, München. Zweite Auflage. („Handbibliothek für Bauingenieure“, I. Teil, Band 4.) Mit etwa 344 Textabbildungen. Erscheint im Sommer 1932.

***Topographie.** Leitfaden für das topographische Aufnehmen. Von Professor Dr.-Ing. **P. Werkmeister**, Dresden. Mit 136 Abbildungen im Text. VI, 163 Seiten. 1930. RM 10.50; gebunden RM 12.—

Photogrammetrie und Luftbildwesen. Bearbeitet von **R. Hugerhoff**. („Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie“, Band VII.) Mit 271 Abbildungen. VII, 264 Seiten. 1930. RM 28.—; gebunden RM 30.80

Die Vorzüge des photogrammetrischen Verfahrens und der Luftbildmessung liegen im folgenden: in der wesentlichen Verkürzung der für die Feldarbeiten aufzuwendenden Zeit, was eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Kartenherstellung bedeutet, vor allem aber in ihrer hohen allgemeinen Genauigkeit, die heute infolge des Vorhandenseins präziser Aufnahme- und Auswertungsgeräte erreichbar ist.

***Die Fernrohre und Entfernungsmesser.** Von Dr. phil. **A. König**, Beamter des Zeiss-Werkes. („Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher“, Band V.) Mit 254 Abbildungen. VIII, 207 Seiten. 1923. RM 7.50; gebunden RM 9.50

***Die binokularen Instrumente.** Nach Quellen und bis zum Ausgang von 1910 bearbeitet. Von Professor Dr. **Moritz von Rohr**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. („Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher“, Band II.) Mit 136 Textabbildungen. XVII, 303 Seiten. 1920. RM 8.—

Praktische Optik. Die Gesetze der Linsen und ihre Verwendung. Von Privatdozent Dr. **Paul Schrott**, Wien. Mit 115 Abbildungen im Text. V, 135 Seiten. 1930. RM 7.—

***Die optischen Instrumente.** Brille, Lupe, Mikroskop, Fernrohr, Aufnahmelinse und ihnen verwandte Vorkehrungen. Von Professor Dr. **Moritz von Rohr**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von Carl Zeiss, Jena. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 91 Abbildungen. V. 130 Seiten. 1930. RM 5.70

* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher des Verlages Julius Springer-Berlin wird ein Notnachlaß von 10% gewährt.