

General Map

Die Landarten.

Entstehung und Gebrauch.

Von

Ramund Nehhammer.



≡ Benzigers ≡
Naturwissenschaftliche Bibliothek.

· EX · LIBRIS ·

Ant. C 3

Benzigers
Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Schon lange suchen glaubenslose Vertreter der modernen Naturwissenschaft die glänzenden Errungen worden sind, zu verwerten, um geistige Strömungen zu erregen und Ideen zu verbreiten, die das Christentum unterwühlen sollen. Sogar scheinbar ganz harmlose Gegenstände müssen oft Gelegenheit bieten zu Ausfällen gegen Christentum und Kirche.

Dieser Tatsache gegenüber steht der gläubige Gebildete vielfach ratlos da. Er weiß zwar, daß ein wirklicher Widerspruch zwischen der Naturwissenschaft und der geoffenbarten christlichen Wahrheit unmöglich ist und daß die großen christlichen Gelehrten für die Harmonie zwischen Glauben und Wissen stets eingetreten sind. Will er aber über diese Fragen sich näher orientieren und sich ein eigenes Urteil bilden, so ist er auf gelehrte, meist sehr umfangreiche Spezialwerke angewiesen. Das Studium solcher Werke jedoch setzt wiederum besondere wissenschaftliche Vorstudien und großen Zeitaufwand voraus — Bedingungen, die den wenigsten Nichtfachleuten zusagen können.

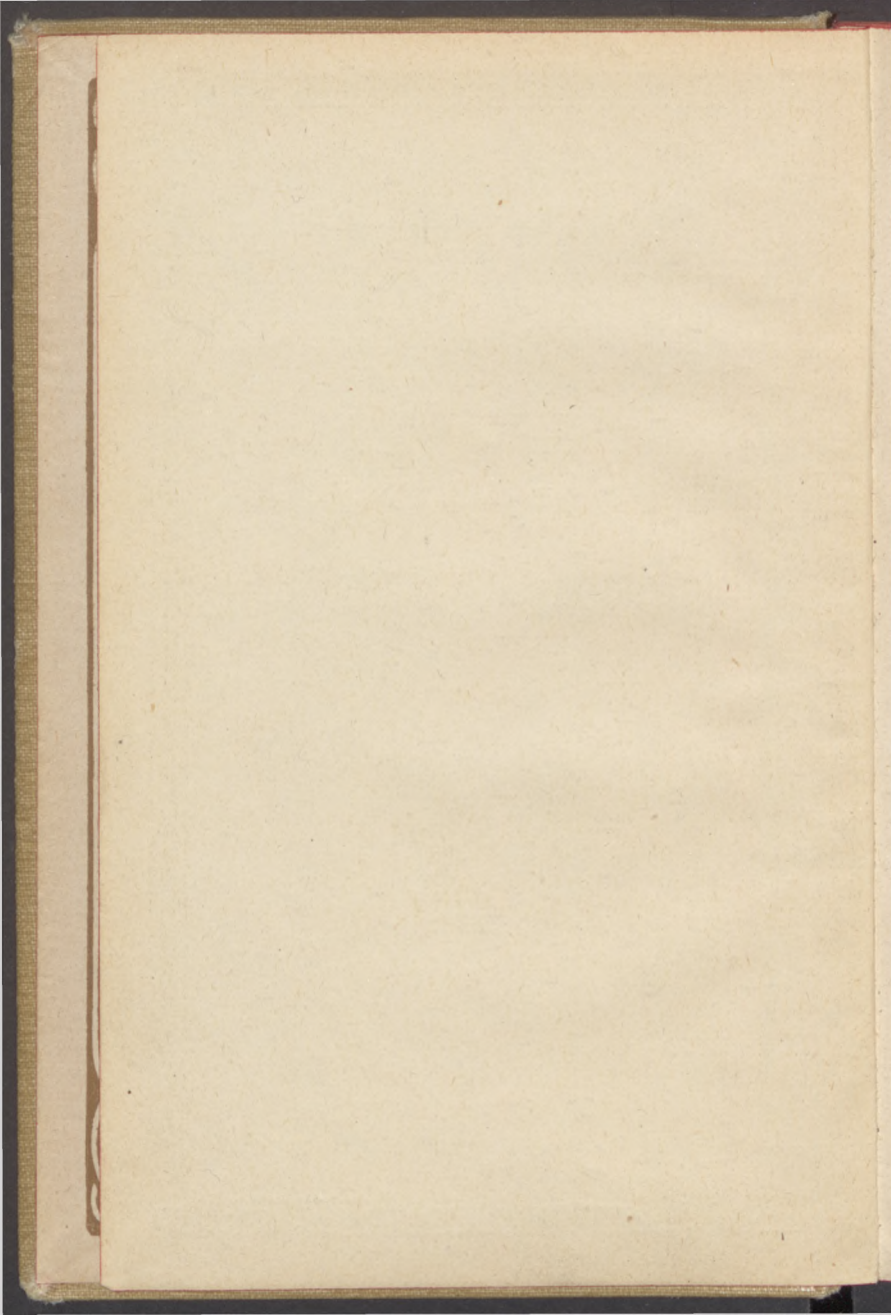
Da möchte nun das vorliegende Unternehmen nach Kräften Abhilfe schaffen. Eine Reihe kompetenter Fachmänner

hat demselben in dankenswerter Weise ihre Mitwirkung zugesichert. In zwangloser Folge soll eine gewählte Sammlung handlicher Bändchen erscheinen, die in gedrängter, knapper und doch erschöpfender Fassung (je 120—200 Seiten in H. 8°) naturwissenschaftliche Fragen sowohl grundsätzlicher als auch rein wissenschaftlicher Natur behandeln. Bei den Fragen grundsätzlicher Natur wird es stets die Hauptaufgabe dieser Abhandlungen sein, das volle Beweismaterial für die christliche Naturschauung in klarer, überzeugender Gestaltung dem Leser beizubringen. Die Darstellung soll so gehalten sein, daß jeder Gebildete ihr leicht zu folgen vermag. Den Text wird eine ausgiebige zweckdienliche Illustration begleiten.

Mitarbeiter und Verlagshandlung hoffen angesichts dieses Programms, für das Unternehmen auf die wohlwollende Aufnahme und allseitige Unterstützung jener Kreise zählen zu dürfen, für welche dasselbe geschaffen wurde.

Die Verlagshandlung.

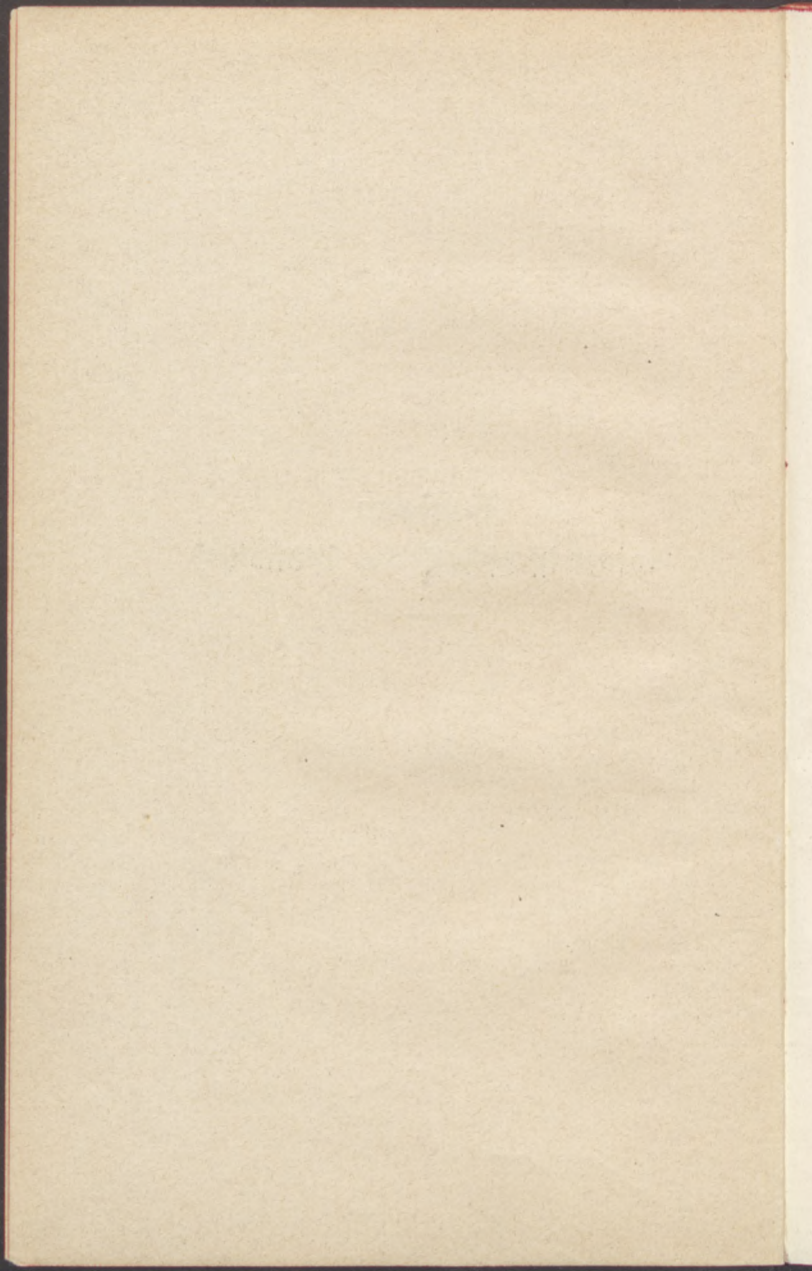


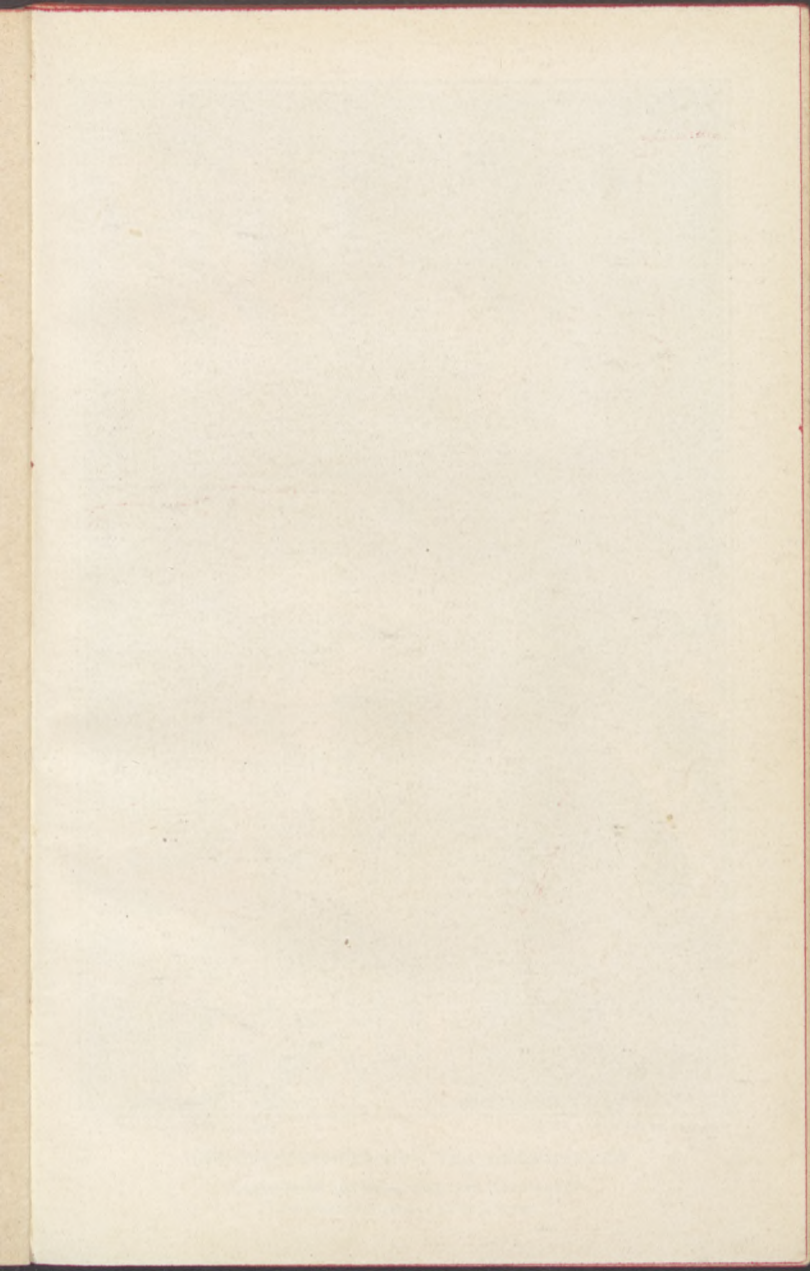


772584

Gr III c 3

Benzigers
Naturwissenschaftliche Bibliothek.







Benzigers Naturwissenschaftl. Bibliothek.

Verlagsanstalt Benziger & Co. A. G.

Kurvenkarte mit Relieftönen 1:125 000.

(Ausschnitt aus dem Schweiz. Schulatlas.)

Ausgeführt von der Kartographia Winterthur A. G.

Q 11 c 3

Die Landfarten.

Entstehung und Gebrauch.



Von

Ragnund Rezhhammer.



Mit 70 Textillustrationen und mehrfarbigem Titelbild.

~~No. 5243~~

~~P. = L. 955~~



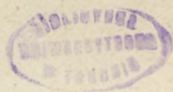
Berlagsanstalt Benziger & Co. A. G.

Einriedeln — Waldshut — Köln a. Rh.

Newyork, Cincinnati, Chicago, bei Benziger Brothers.

1910.

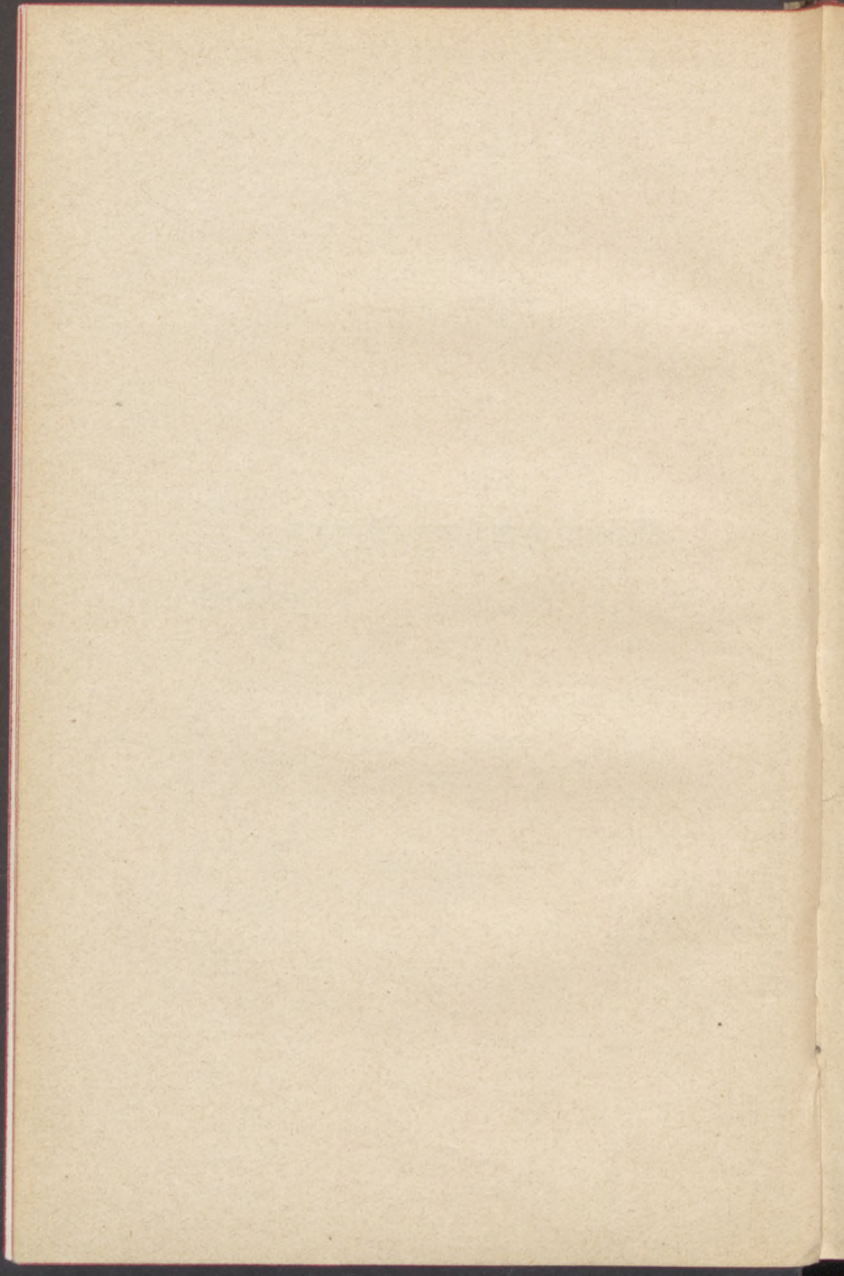
Alle Rechte und Uebersetzungsrechte vorbehalten.



Meinen ehemaligen Schülern

gewidmet.





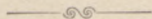
Inhalt.

	Seite.
Vorwort	1
Einleitende Bemerkungen	4
Die Grundlinien	11
Die Dreiecknetze	20
Höhenbestimmungen	35
Neigentwürfe	51
Detailaufnahme	66
Kartendruck	103

Illustrationen.

	Seite.
Fig. 1. Basisapparat, die Meßstange liegt in einem Holzkasten	14
" 2. Das Ende einer Borda'schen Meßstange	16
" 3. Messung eines Zwischenraumes mit Glasteil	17
" 4. Eine Basismessung neuester Zeit	18
" 5. Das Basisnetz Harberg	21
" 6. Das Basisnetz von Bukarest	22
" 7. Das Dreiecknetz zur Bestimmung des Breitenkreises 47°30' in der Moldau	23
" 8. Basislinien und trigonometrische Netze in Deutschland	24
" 9. Trigonometrisches Signal in Rumänien	25
" 10. Trigonometrische Signale	26
" 11. Ein Steinmännchen	27
" 12. Theodolit	28
" 13. Heliotrop	31
" 14. General Dr. J. J. Baeyer (1794—1885)	32
" 15. Fr. W. Bessel (1784—1846)	33
" 16. Pegel	38
" 17. Antiker Nilmesser	39
" 18. Mareograph	40
" 19. Das Normal-Null der Sternwarte in Berlin	40
" 20. Pierre du Niton im Hafen von Genf	41
" 21. General Dufour (1787—1875)	42
" 22. Nivellierinstrument	43
" 23. Nivellierlatte. (Nive.)	44
" 24. In Stein gemeißelte Fixpunkte	47
" 25. Verschiedene Bronzebolzen	49
" 26. Croquis der Höhenmarken beim Simplonhospiz	50
" 27. Geographische Ortsbestimmung	52
" 28. Rechtwinkliges Koordinaten-Netz mit Nullpunkt Bern	53
" 29. Die Azimute eines Triangulationsdreieckes	54

Fig. 30.	Die Mondscheibe als Beispiel orthographischer Projektion	57
"	31. Gradnetz der orthographischen Polarprojektion	58
"	32. Gradnetz der orthographischen Äquatorialprojektion	58
"	33. Gradnetz der orthographischen Horizontalprojektion	58
"	34. Gradnetz der stereographischen Äquatorialprojektion	59
"	35. Stereographische Projektion eines kleinen Theiles der Erdoberfläche	59
"	36. Veranschaulichung der Zentralprojektion	60
"	37. Merkator (1512—1594)	61
"	38. Gradnetz einer Plattkarte	62
"	39. Gradnetz nach Merkators Projektion	63
"	40. Gradnetz der reinen Kegelpjektion	63
"	41. Verschiedene Modifikationen der Kegelpjektion	64
"	42. Meßtisch	67
"	43. Orientierbusssole	68
"	44. Kippregel	69
"	45. Fadenzug	74
"	46. Topographischer Rechenchieber	75
"	47. Meßtischaufnahme	78
"	48. Stück der Pentinger'schen Ta'el	84
"	49. Darstellung der Berge mit Maulwurfshäusen	86
"	50. Kurvenzeichnung zwischen die Höhenpunkte	89
"	51. Muster einer Kurvenkarte	93
"	52. Phototheodolit	96
"	53. Signaturen	99
"	54. Spiegelfextant	100
"	55. Tiefenkurven (Teil des Bodensees.)	101
"	56. Kartograph Leuzinger	106
"	57. Kurven für Rinne, Schlucht und Mulde	110
"	58. Kurven für Bergrücken, Kamm und Hochfläche	110
"	59. Sattel	112
"	60. Zeichnen eines Profils	113
"	61. Profil durch den Freiherrenberg bei Einsiedeln	114
"	62. Berechnung der Böschungen	115
"	63. Böschungsmaßstab	116
"	64. Anwendung des Böschungsmaßstabes	117
"	65. Entwurf einer Straße	119
"	66. Pantograph	120
"	67. Schraffierungsstufen	124
"	68. Ausschnitt aus dem Dufouratlas	127
"	69. Nebeneinanderstellung des gleichen Geländes in Kurven, Schraffen und Schummerung	131
"	70. Professor Fridolin Becker	134



Vorwort.

Das vorliegende Büchlein kann ich nicht in die Welt schicken, ohne ihm ein Wort der Aufklärung auf die Stirne geschrieben zu haben. Mit Recht erwartet man in meiner kirchlichen Stellung Studien und Unterweisungen andern Charakters als solche über Kartographie und mathematische Probleme.

Es wäre in der That ein bedeutender Mangel an Pflichtgefühl, würde unserer die kostbare Zeit zur Befriedigung einer bloßen Liebhaberei einem Wissenszweige opfern, worin tausend andere aus Beruf zu arbeiten gezwungen sind. Da ich aber Jahre lang an der Stiftsschule in Einsiedeln berufsgemäß die Gymnasiasten und Lyceisten in das mathematische Wissen und Denken einzuführen hatte, so glaubte ich mich auch nach meinem Abschiede vom Lehrfach berechtigt, meinen ehemaligen Schülern eine kleine Erinnerung widmen zu dürfen. Stets war es mein Bestreben, dem Unterrichte einen praktisch greifbaren Einschlag zu geben, um den jungen, noch unreifen Denkern möglichst leicht über die abstrakten Formeln und Entwicklungen und über das zahlenschwere Logarithmenbuch hinwegzuhelfen; auch dieses mehr im Tone der Unterhaltung geschriebene Büchlein wird in meinen Schülern nicht so fast das Andenken an die wissenschaftliche Seite unserer Mathematikstunden, sondern vielmehr an jene gemüthlichere der Abschwweifungen wachrufen, die mit der Zeit eine gewisse Sprüchwürlllichkeit erlangt hatten.

Die folgenden Kapitel sind aber nicht nur in der lieben Erinnerung an eine glückliche Professorenzeit verfaßt, sondern sie bilden zugleich eine bescheidene Frucht der am Orte meiner frühern Tätigkeit verlebten Ferienwochen. Dort im stillen Frieden der Klosterzelle in Einsiedeln brachte mir auch vorliegende Behandlung kartographischer Fragen Abspannung und Erholung von meiner jetzigen Berufstätigkeit in Rumänien.

Das gegenwärtige Bändchen ist fernerhin die Einlösung eines Versprechens. Als vor einigen Jahren Hochw. Herr P. Martin Gander einigen Mitbrüdern seinen Plan zu der Veröffentlichung einer naturwissenschaftlichen Bibliothek auseinandersetzte und uns zur Mitarbeiterschaft zu veranlassen suchte, war ich ein begeisterter Anhänger des äußerst glücklichen Gedankens und verpflichtete mich sofort zu einem Beiträge. Bald nach dem Erscheinen der ersten Bändchen der Bibliothek wurde aber meinem Lebenswege eine solche Wendung gegeben, daß ich an der Möglichkeit zu zweifeln begann, mein Versprechen einlösen zu können. Nicht zum mindesten die günstige Aufnahme, welche „Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek“ überall gefunden, und der Gedanke, eine gute Sache fördern zu helfen, ließen mich aber mein gegebenes Wort nicht vergessen und sprachen mir Mut bis zur Verwirklichung des Vorhabens zu.

Auf den ersten Blick mag mancher glauben, daß das Schreiben über Landkarten und noch mehr das Lesen einiger in diesen Gegenstand einführenden Abschnitte zur denkbar unerquicklichsten Geistesarbeit gehören müsse. Dies jedoch kann wohl schon deshalb nicht allgemein der Fall sein, weil unsere Kartenwerke und namentlich die neuesten Erscheinungen auf dem Gebiete der Reliefkarten jedermanns Interesse erregen und somit auch notwendigerweise dem Wunsch nach ihrem Verständniß rufen.

Es scheint mir immer, daß die Kartographie in neuester Zeit solche Fortschritte nicht nur in der wissenschaftlich genauen Wiedergabe der Terraingrößen, sondern auch in deren künstlerischen Darstellung gemacht hat, daß bald die Zahl der Kartenfreunde mindestens die Zahl der guten Patrioten erreichen sollte. Denn wie können wir das Vaterland lieben und zu gleicher Zeit an seinem Bilde, besonders wenn es uns in einer technisch und ästhetisch gleich guten Ausfühung vor Augen tritt, interesselos und gleichgültig vorübergehen? — An mir selber nehme ich beinahe Tag für Tag den wohlthätigen und fröhlichstimmenden Einfluß guter Karten

wahr. In meinem Treppenhaufe hängt zwischen dem Dunkelgrün von Palme und Efeu die schöne Relieffarte der Schweiz. Wenn nun die golddurchwirkten Strahlen der Abendsonne durch die breiten Fenster fließen und mit ihrem sanften Widerschein auf der Karte die Firnen der plastisch gemalten Alpenwelt röten, in die tiefgeschnittenen Täler hineinzündend und die lachenden Seen und grünen Triften beleben, so erhebt sich das Gemüt unwillkürlich zur Bewunderung der Großartigkeit der Schöpfung und klingt aus in ein Gebet zu Gott. Und wenn ich in diesem zauberumflorten Bilde mein angestammtes Vaterland bewundern könnte, um wie viel höher würde dann erst die Brust schlagen!

Möge meine bescheidene, nicht für den Fachmann, sondern für den Laien geschriebene Arbeit wenigstens in etwas zum Verständniß der Landkarten beitragen und die idealen Ziele der Kartographie fördern helfen.

Bukarest, den 21. Juli 1910.

Raymund Neßhammer,
Erzbischof.

Einleitende Bemerkungen.

Läßt sich eine Arbeit über Landkarten in einer naturwissenschaftlichen Bibliothek rechtfertigen? — Wenn man bedenkt, daß in den Landkarten Abbildungen der Erdoberfläche in ihrer Gesamtheit und in ihren einzelnen Theilen geboten werden, so wird obige Frage schon deshalb zu bejahen sein, weil es sich um Bilder jenes Schauplatzes handelt, auf welchem sich die meisten in der Naturkunde behandelten Vorgänge abspielen.

In ungezählten Fällen bedarf der Naturwissenschaftler, sei er Geologe oder Physiker, Botaniker, Zoologe oder Mineraloge, der allgemeinen und der speziellen Erdkarten. Wie könnte beispielsweise der Geophysiker die Erde mit ihren Festländern und Meeren, mit ihren Zonen und Polen in den Bereich seiner Forschungen ziehen, wenn er davon nicht ein eingehendes Bild besitzt, und wie wollte der Geologe Untersuchungen über den innern und äußern Aufbau der Erdhülle auch nur in einem einzelnen Lande festhalten, wenn er dieselben nicht in eine Karte einzeichnen könnte? Es ist übrigens zur Genüge bekannt, und ich müßte deshalb nicht besonders darauf aufmerksam machen, daß den Naturforscher, den Naturfreund und vor allen andern den Sammler die topographischen Orts- und Bezirkskarten auf den Wanderungen begleiten. Diese weisen jenen nicht nur Weg und Steg, sondern geben ihnen auch ein Mittel in die Hand, um den Standort der Pflanzen, die Fundorte der Mineralien und der Versteinerungen und die Aufenthaltsstätten der tausendköpfigen Groß- und Kleintierwelt aufmerken zu können.

Als selbstverständlich muß es sodann erscheinen, daß der Naturmann seinem beständigen und treuen Kartenbegleiter nicht gleichgültig gegenübersteht, sondern daß er vielmehr mit ihm eine gewisse Vertrautheit anzustreben, in sein Wesen und seine Eigenart einzudringen und seine reiche Zeichensprache

zu erlernen sucht. Alles, was dieses Verständnis erschließt, wird ihm angenehm sein. Es sind also wohl Gründe genug vorhanden, um das Erscheinen eines Bändchens über Landkarten in dem Rahmen einer „Naturwissenschaftlichen Bibliothek“ zu erklären und zu rechtfertigen.

Im Grunde läßt es sich nicht leugnen, daß heutzutage jedermann eine gewisse Kenntnis von den Landkarten besitzt. Alle gewinnen daraus eine Vorstellung von ihrem engeren Vaterlande und machen sich auch ein Bild von den Weltteilen, von den großen Meeren und von der Gesamtoberfläche der Erde. Beinahe unbewußt eignen wir uns diese Kenntnisse aus jenen Karten an, welche uns jahrelang an den Schulwänden vor Augen schwebten. Den so erworbenen Vorstellungen von den Ländern haftet zwar in der Regel eine große Verschwommenheit an, sie sind aber doch in ihren großen Umrissen richtig. Will man aber aus den Karten geographisches Detail wissen, so erhält man oft nur deshalb unbefriedigende Antworten, weil man mit den einfachsten kartographischen Fragen nicht vertraut ist. Der Grund hievon liegt meistens nicht im Fehlen des guten Willens, sich diese Kenntnisse anzueignen, sondern vielmehr darin, daß es allzu sehr an Leuten mangelt, welche dieselben vermitteln.

Nichts ist leichter, als schon in der Schule das Interesse und das Verständnis für die Landkarten zu wecken. Dies zu tun, muß sich in erster Linie der Lehrer der Geographie und insonderheit jener der Vaterlandskunde angelegen sein lassen. Wenn diese ihren Schülern an Hand der Schulwandkarten und der Handatlanten Länderkunde beibringen und die engere Heimat bis in die kleinsten Tälchen und bis auf die verlässlichsten Bergeshöhen behandeln, dann können sie wohl auch mit Nutzen Bemerkungen und Aufschlüsse über die Karten selber, wie über den Werdegang derselben, über den Grad ihrer Genauigkeit, über ihre Maßstäbe, über ihre Verwendung u. dgl. einfließen lassen.

Mit noch weit größerem Erfolge kann an Realschulen und Gymnasien der Mathematiklehrer in das Wesen der

Kartographie und in das Verständniß der vaterländischen Kartenwerke einführen. Es ist keineswegs notwendig, daß er ganze Lehrstunden diesem Zweige widme oder gar einen vollständigen Kurs über das kartographische Gebiet halte. Um sein Ziel zu erreichen, wird er einfach bei der Behandlung algebraischer, geometrischer, trigonometrischer und analytischer Probleme auch angewandte Beispiele aus der Landkartenkunde beibringen. Es gibt deren eine große Menge. Was kann man nicht alles in der Projektions- und Proportionslehre aus der Kartographie exemplifizieren! Die Landestriangulation bietet die praktisch wertvollsten Beispiele und Aufgaben für die ebene und für die sphärische Trigonometrie. Werden bei Behandlung solcher Gegenstände auch noch die von den Ingenieuren und Topographen bei ihren Arbeiten verwendeten Instrumente wie Theodolit, Nivellir und Kippregel in die Unterrichtsstunden mitgebracht, so wird dadurch einerseits das Verständniß der rein theoretischen Aufgaben außerordentlich erleichtert und gefördert, und andererseits das Interesse für die Landesvermessung und die topographischen Aufnahmen mächtig geweckt. Daß man in der Schule mit Abschweifungen dieser Art keine Zeit verliert, sondern vielmehr den an sich trockenen mathematischen Lehrstoff genießbarer macht und mit dem Hinweis auf die vaterländischen Kartenwerke auch noch nationale Interessen fördern hilft, kann wohl nicht bestritten werden.

Der bekannte Kartograph Fridolin Becker in Zürich vertrat schon vor zwanzig Jahren die Ansicht, daß nicht nur jeder Studierende, sondern überhaupt jeder Bürger, insbesondere der militärpflichtige, bis zu dem Grade kartenkundig sein sollte, daß er auch eine topographische Karte verstehen kann.¹⁾ Wenn vielleicht diese Forderung auf den ersten Blick als übertrieben erscheinen mag, so zeigt sie sich doch bei näherer Besichtigung als durchführbar und demnach als berechtigt.

¹⁾ Vergl. F. Becker, Die Schweizerische Kartographie an der Weltausstellung in Paris 1889 und ihre neuen Ziele. Frauenfeld 1890. S. 22 f.

Es kann selbstverständlich von einem gewöhnlichen, nicht hochgeschulten Bürger kein tiefgehendes Verständniß topographischer Fragen verlangt werden, sondern nur das Herauslesen des hauptsächlichsten Details aus den Karten. Dieses Ziel ist allerdings nur dadurch zu erreichen, daß den Volksschullehrern in ihren Seminarrien Liebe und Lust für unseren Gegenstand, welcher das Interesse und die Wertschätzung aller verdient, beigebracht wird. Dort sollte ein Spezialkurs über Kartenkunde mit besonderer Berücksichtigung der Veröffentlichungen auf kartographischem Gebiete nicht fehlen. Der Lehrer hinwieder gibt dann seine diesbezüglichen Kenntnisse so viel und so gut als möglich an seine Schüler weiter.

Der Volksschullehrer auf dem Lande wird es nicht veräumen, das topographische Kartenbild seines Dorfes und Umgebung zu erklären. An diesem Bilde, das beständig im Schulzimmer hängen soll, werden sich die jungen Leute bald zurechtfinden, da ihnen das ganze Gelände bis ins Einzelne aus eigener Anschauung bekannt ist. Unter Umständen kann es der Lehrer auch veranlassen, daß in der einen oder andern Bauernstube das topographische Kärtchen der Umgegend, das man sich um eine Mark oder um einen Franken beschaffen kann, aufgehängt wird. Gewiß wären Kartenbilder ein ebenso schöner und unvergleichlich nützlicherer Zimmerschmuck, als manche nichtssagende profane Darstellung.

Ueberhaupt hängt man immer noch zu wenig Karten in den Lesezirkeln, Vereinsthäusern, Wartesälen und Schreibstuben auf. Und doch haben diese heutzutage um so mehr Recht darauf, als Wandschmuck verwendet zu werden, als sie besonders in der Form der Reliefkarten wie Landschaftsbilder wirken und deshalb künstlerischen Wertes nicht entbehren. Gerade diese Art Karten würden sich auch für Prämien und Geschenke gut eignen. Aber wer denkt daran, seinem Freunde eine Karte zum Geschenke zu machen? Einen guten und nutzbringenden Griff haben jedenfalls schon manche Zeitungen getan, welche ihren Lesern als Jahresprämie die Landes-, Europa- oder Weltkarten geschickt haben. Wie sehr wäre es zu

begrüßen, wenn auch die Relieffarten, die leider für die Tasche des gewöhnlichen Mannes zu teuer sind, auf diesem Wege der Zeitungen ihren Eingang in das Volk finden würden!

Eine sehr günstige Gelegenheit, bei welcher die Abbildungen eines Landes vorgeführt werden könnten und sollten, wird gewöhnlich verpaßt, ich meine bei patriotischen Feiern und Festversammlungen. Meistens begnügt man sich bei denselben damit, die Festhallen mit möglichst vielen Fahnen zu zieren, die Wände und Tribünen mit Stoff in den nationalen Farben auszuschlagen und eine symbolische Frauengestalt (die Germania, Helvetia, Austria, Bavaria usw.) aufzustellen. Gegen das alles will ich keineswegs eifern, aber bei solchen Veranstaltungen sollte auch die an einem Ehrenplatze aufgehängte Landeskarte nicht fehlen, denn diese hat als das naturgetreue Bildniß des Landes Anspruch auf Berücksichtigung. Was kann und muß einen ächten Patrioten mehr begeistern als dieses Bild?

In früheren Zeiten, als die kartographischen Veröffentlichungen der verschiedenen Länder nicht miteinander gleichen Schritt zu halten vermochten und als man mit den Generalstabskarten vor dem Auslande noch ein Geheimniß machte, war jeder Staat nur auf seine eigenen Vermessungsergebnisse angewiesen und arbeitete deshalb seine Karten nur bis zur Landesgrenze aus. Diese Arbeiten machten denn auch den Eindruck, als würde die Welt jenseits der nationalen Grenzpfähle aufhören oder doch wenigstens dort drüben wüßt und leer sein. Heutzutage liefert ein Staat dem andern zur Ergänzung seines kartographischen Landesbildes bis zum Blattrande das erforderliche topographische Material. Wie außerordentlich viel hatte nicht beispielsweise durch eine solche Ergänzung die Dufourkarte gewonnen, und welch harmonisches Ganze bietet nicht die neue bis zum Rande gleichmäßig in Reliefton behandelte Wandkarte der Schweiz im Maßstabe 1:200000!

Manche Staaten haben derartig unglückliche und verzerrte Formen, daß die Ausarbeitung der Karte bis zum Rande schon vom ästhetischen Standpunkte aus dringend gefordert ist.

Das trifft z. B. beim Königreich Rumänien zu; hier verlangt aber nicht nur die Aesthetik, sondern ebensosehr die geographische Uebersicht eine Ergänzung der Landeskarte mit einem Theile von Siebenbürgen. Ohne diese Anschlußzeichnung ist es einfach unverständlich, wie die Muta, der Tiu und andere rumänische Flüsse von Norden kommend die mächtige Karpathenkette, auf deren Kammhöhe sich meistens die rumänisch-ungarische Grenze hinzieht, durchbrechen können. Wenn man aber aus einer bis an den Rand ausgezeichneten Karte Rumäniens sieht, daß Siebenbürgen eine Hochebene ist, und daß aus ihr herunter die Flüsse kommen, so erklärt sich das Räthsel von selbst.

Manche möchten vielleicht glauben, daß das beständige Aufhängen der Karten nicht viel Sinn habe, indem uns diese schon nach kurzer Zeit vollständig im Gedächtnis haften bleiben. Die Landkarte ist eben ein dermaßen reichhaltiges Werk und ein so inhaltschweres Buch, daß es überhaupt niemals auszulesen ist. Auch selbst der mit dem besten Gedächtnis Ausgestattete vermag weder alle Namen und noch viel weniger alle Bergformen und Wasserläufe einer halbwegs großen Landkarte festzuhalten. Es fällt sogar schwer, daß einer auch nur die hauptsächlichsten Terrainformen seines eigenen Heimatdörfchens, welches er durch und durch zu kennen vermeint, klar und naturgetreu im Gedächtnisse behält. Man mache nur selber eine kleine Probe, und man wird das Gesagte bestätigt finden.

Wenn wir nach dem Leserkreis der Karten fragen, so kann dieser als ein sehr großer bezeichnet werden, denn er setzt sich aus allen Schichten des gelehrten und ungelehrten Volkes zusammen. Wer sucht auf Karten nicht gerne Namen auf, oder verfolgt auf ihnen Wege und Eisenbahnen oder besteigt in Gedanken die höchsten Berggipfel? In den meisten Fällen begnügt man sich mit diesem flüchtigen Lesen der Kartenwerke und scheut sich, tiefer in deren Wesen und Verständnis einzudringen. Vielen genügt es, daran erinnert zu werden, daß Mathematiker, Ingenieure und Geometer die Konstrukteure der Landkarten sind, um zum vorneherein jeden Versuch von sich zu weisen, deren Arbeiten näher verstehen zu wollen.

Zimmerhin gibt es auch noch andere, welche tiefer in das Wesen und Entstehen der Karten eindringen wollen, welche zu diesem Zwecke gerne Vorträge über kartographische Fragen anhören oder welche gar nach Büchern greifen, die ihnen Aufschlüsse über diesen Gegenstand geben könnten. Da kann es nun allerdings vorkommen, daß sie in den Kapiteln über Triangulation, über Nivellement und über die Kartenprojektionen so vielen mathematischen Formeln und Figuren begegnen, daß sie dadurch abgeschreckt das Buch als zu theoretisch zu klappen und beiseite legen, ohne auch nur über den Grad der Schwierigkeit in Formeln und Zeichnungen eine oberflächliche Untersuchung angestellt zu haben.

Mit dieser Erfahrung rechnend habe ich in meiner Darstellung die an wenigen Orten eingestreuten Formeln soweit thunlich in die Anmerkungen verwiesen. Zum Verständniß des vorliegenden Büchleins werden überhaupt nur die ersten Elemente der ebenen und körperlichen Geometrie, sowie die einleitenden Begriffe der Trigonometrie vorausgesetzt. Da ich der Ansicht bin, daß derjenige ein guter Kartenkenner ist und es zu einem gewandten Kartenleser bringen kann, welcher einen genügenden Einblick in den Werdegang der Karten besitzt, so lege ich die Darstellung des letztern meiner Behandlung zu Grunde.



Die Grundlinien.

Wenn man das fertige, mit Flüssen und Bergen, mit Straßen und Eisenbahnen, mit Städten, Dörfern und Weilern reich beladene Kartenbild eines Landes durch alle Stufen seiner Entwicklung rückwärts verfolgt, so stellt sich als das Gerippe des ganzen Aufbaues ein äußerst einfaches Netz von wenigen Dreiecken heraus. Sieht man dieses Dreiecknetz, das sich ziemlich gleichmäßig über das Land verbreitet, genauer an, so bemerkt man in demselben eine Stelle, wo an die Seite eines großen Dreieckes sich stetig verzweigend mehrere kleinere anschließen, die endlich in ein Dreieck mit einer ganz kleinen Seite auslaufen. In dieser kleinen Seite, welche man Basis- oder Grundlinie nennt, haben wir gleichsam den Eckstein und Angelpunkt des Kartengebäudes zu suchen. Letzteres ist sowohl in seiner Anlage als in seinem Aufbau unvergleichlich großartiger als der kunstvollste Palast und stellt auch folgerichtig an seine Baumeister die denkbar höchsten technischen und wissenschaftlichen Anforderungen.

Bedenkt man, daß in dem gesamten Landesdreiecknetz — wie wir später sehen werden — nur die Basislinie direkt gemessen ist, und daß alle übrigen Dreieckseiten unter Zugrundelegung der Länge dieser Linie aus den gemessenen Winkeln rechnerisch hergeleitet werden müssen, so wird sofort einleuchten, daß die genaue Messung der Grundlinie von äußerster Wichtigkeit sein muß. Ein Fehler in ihrer Messung teilt sich nicht nur allen Dreiecken in der ursprünglichen Größe mit, sondern verdoppelt und verzehnfacht sich schon in den ersten Dreiecksgruppen. Diese Wahrnehmung entging keinem Kartographen und deshalb waren stets alle von der Ueberzeugung geleitet, daß die Genauigkeit der gesamten kartographischen Arbeit in erster Linie von der Güte der Basismessung abhängig ist.

Wie auf andern Gebieten so bedurfte es auch hier der Jahrhunderte, bis der menschliche Geist die Meßinstrumente so weit entwickelt und die Meßmethode bis auf jenen heutigen Grad der Vollkommenheit gebracht hatte, daß man eine Strecke von einigen Kilometer Länge auf Zehntelmillimeter genau abzumessen imstande ist. Als der erste, welcher den Versuch einer genauen Basismessung gemacht hat, wird Willibrord Snellius, der Begründer der Triangulationsmethode, genannt. Im Jahre 1622 maß er in Holland eine Strecke von 4 Kilometer. Seine berühmtesten Nachfolger als Basismesser sind dann im 17. und 18. Jahrhundert die vier Mathematiker Cassini, bei welchen sich Talent und Eifer für Erdmessung und exakte Wissenschaften von Vater auf Sohn vererbte.¹⁾

Nach heutigen Begriffen waren diese Messungen recht armselig und mangelhaft. Als Maßstäbe wurden drei oder vier Meßstäbe aus Holz verwendet, welche von Auge in die Richtung der abzumessenden Linie auf den Boden gelegt und sachte aneinander geschoben wurden. War der Boden nicht eben, so lotete man das Ende der einen Meßstange auf den Anfang der nächstfolgenden herunter. Der ältere Cassini, welcher nach diesem primitiven Verfahren in Frankreich eine Basis gemessen und letztere nicht nur für gewöhnliche kartographische Zwecke sondern auch zur Messung eines Breitengrades benutzt hatte, erhielt daraus für die von ihm berechnete Gestalt der Erde ein durchaus verfehltes Resultat. Nach seinem Ergebnis würde die Erde ein an den Polen verlängertes Sphäroid sein.

Hartnäckig hielt Cassini an seiner Ansicht Newton gegenüber fest, welcher namentlich auf die Pendelbeobachtungen Richers hin die Erde als an den Polen abgeplattet erklärt hatte. Es entstand darüber ein wissenschaftlicher Streit ersten Ranges, aus dem nicht zum mindesten die Basismessung

¹⁾ Vergl. zu diesem Abschnitte: Dr. A. Westphal, Basismessungen und Basismessungen, in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, Berlin 1885 und 1888, wo auch reiche Literaturangaben zu finden sind.

Nutzen zog. Zur Entscheidung des Streites rüsteten die Franzosen nicht weniger als drei wissenschaftliche Expeditionen aus, welche im hohen Norden, in der Nähe des Aequators und im Süden Gradmessungen auszuführen hatten. Die erste Expedition ging 1736 nach Peru, die zweite im selben Jahre nach Lapland und die dritte 1751 nach der Kapkolonie ab. An allen drei Orten wurde, wie es auch nicht anders sein konnte, mit der Messung einer Basislinie begonnen; auf dieser mußte sich dann die Dreiecksreihe zur Ermittlung der Größe eines Grades aufbauen.

Auch bei diesen Messungen wandte man wiederum Holzmaßstäbe an, beschlug aber ihre Enden mit Messing oder Eisen und suchte sie gegen die Einflüsse der Temperatur und der Feuchtigkeit durch längeres Eintauchen in Del oder durch einen Delanstrich zu schützen. Um die Kontakte zwischen zwei Meßplatten gut herstellen zu können, waren die Endflächen auf der einen Seite konkav und auf der andern Seite eben. Man ließ auch wohl die Metallenden der Holzmaßstäbe, welche entweder 15 oder 20 Fuß lang waren, in Schneiden auslaufen, so daß sie derart gelegt werden konnten, daß die Berührung nur in einem Punkte stattfand. Schließlich war man der Holzmaßstäbe satt; um den Veränderungen derselben zu entgehen, verwandte Cassini vier polierte Eisenstäbe von 15 Fuß Länge und T-förmigem Querschnitt. Als Maßeinheit galt die Toise zu 6 Pariserfuß, welche einen Längewert von 1,9490304 m. besitzt. Die von den französischen Expeditionen gemessenen Basislinien haben eine mittlere Länge von 7400 Toisen.

Man hatte sich alle erdenkliche Mühe gegeben, die Basismessungen peinlich genau auszuführen. Auf diese gestützt wollte man eben ein möglichst gutes Resultat für die Größe des Umfanges der Erde am Aequator und für die Größe des Umfanges der Erde um die Pole, das heißt für die Stärke der Abplattung der Erde, herausrechnen. Immerhin glaubte der gelehrte Jesuit Roscovich, welcher von Paps Benedikt XIV. kartographische Aufträge für den Kirchenstaat erhalten hatte,

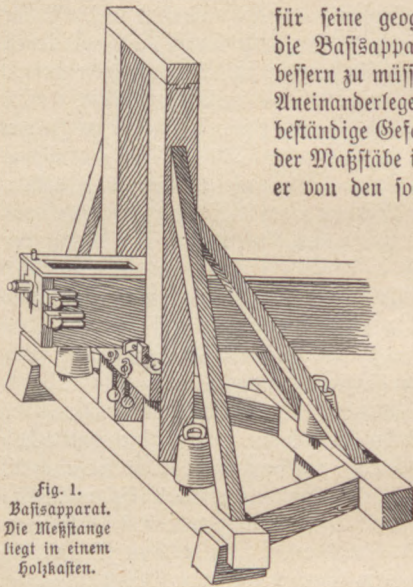


Fig. 1.
Basisapparat.
Die Meßstange
liegt in einem
Holzkasten.

für seine geographischen Arbeiten die Basisapparate wesentlich verbessern zu müssen. Weil das direkte Aneinanderlegen der Meßlatten eine beständige Gefahr zur Verschiebung der Maßstäbe in sich schloß, so ging er von den sogenannten Endmaß-

stäben ab, machte seine Meßlatten etwas länger als jene und bezeichnete auf diesen neuen Stäben Anfang und Ende des Maßes durch feine Striche. Die einzelnen Meßlatten wurden nur auf einige Linien einander genähert, die Entfernungen von Strich zu

Strich mittels Zirkel abgestochen und die Zirkelöffnung auf einem feingeteilten Maßstab abgelesen. Die Holzmaßstäbe, welche sich Roscovich aus einem alten verwetterten Schiffsmaste anfertigen ließ, wurden zum Messen nicht mehr auf den Boden, sondern auf Stative gelegt, welche ein senkrechtcs Verschieben der Stäbe nach oben und unten gestatteten.

Auf diese Weise maß Roscovich zwei Basislinien, die eine von 6139 Toisen auf der Via Appia bei Rom und die andere von 6037 Toisen bei Rimini. Da aber auch diese Art der Messung wenig praktisch erschien, so versuchte man es später mit der sogenannten Coincidenzmethode; das heißt, man legte die zwei aufeinanderfolgenden Latten mit ihren Enden nebeneinander und schob die zweite so weit, bis ihr Anfangsstrich genau neben den Endstrich der vorhergehenden Latte zu liegen kam.

In der Folgezeit wurde ein Hauptaugenmerk auf das Material der Maßstäbe gerichtet, denn man hatte die Beobachtung gemacht, daß sich diese in ihrer Längsausdehnung merklich verändern. Man glaubte, dem Uebelstande einigermaßen abhelfen zu können, indem man statt der Holzlatten dreiseitige und vierseitige Holzkästchen aus dünnen Brettern mit verschieden verlaufenden Jahresringen konstruierte. Da man auch hiemit nicht vollständig zufrieden war, verwendete man sogar Glasröhren zu Maßstäben. Um diese bei den langwierigen, oft wochenlang andauernden Messungen zu schützen, schloß man sie in Holzkästchen ein und ließ nur ihre Enden aus denselben hervorragen. (Fig. 1.)

Raméden benutzte sodann eine Stahlkette von 100 Fuß Länge mit nicht geringem Erfolge in verschiedenen Ländern zu Basismessungen. Da aber die Kette, welche beim Messen auf 17 Böcke gelegt werden mußte, durch das Anspannen fortwährenden Veränderungen unterworfen war, so verbürgte auch sie kein ganz genaues Messen und fand deshalb auf die Dauer vor den Augen der exakten Forscher und Gelehrten keine Gnade.

Den weitgehendsten Anforderungen der exakten Wissenschaft begann am Ende des 18. Jahrhunderts der Borda'sche Basisapparat gerecht zu werden. Borda wählte für seine Maßstäbe nur noch eine Länge von 2 Toisen, um sich so der Gefahr zu entziehen, daß die Resultate durch Biegen der langen Meßstangen ungünstig beeinflusst werden. Die Hauptneuerung des Apparates bestand aber darin, daß sich an ihm auf eine peinlich genaue Weise die unter den Einflüssen der Temperatur vor sich gehenden Veränderungen der Meßstangenlänge beobachten ließen. Borda verwandte zur Erreichung seines Zweckes vier Stäbe aus Platin, welche bei der Länge von 2 Toisen eine Breite von 15 mm und eine Dicke von 2,5 mm besaßen. Auf jede Platinstange legte er eine Kupferstange von dem gleichen Querschnitt wie die Platinstange, aber von einer um 6 Zoll weniger großen Länge. Die beiden metallenen Stäbe wurden nun an einem Ende mittels dreier Schrauben fest verbunden und blieben am an-

dem Ende lose aufeinander liegen. An dieser Stelle wurde ein Kupferstäbchen mit einer feinen Längeteilung eingesetzt. Platin und Kupfer dehnen sich nun bei gleicher Temperatur ungleich aus und so bildeten die Meßstangen des Borda'schen Apparates ein Metallthermometer; die relativen Verschiebungen der beiden Metallstäbe lassen sich an der feinen Teilung ablesen und gestatten die Ausdehnung des Platinstabes und somit seine jedesmalige Länge zu bestimmen. Mit dem so konstruierten Apparate (Fig. 2) wurde in Frankreich im Sommer 1798 eine Grundlinie gemessen. Die Messung dauerte nicht weniger als 45 Tage und erregte das größte Interesse der zeitgenössischen Gelehrten.



Fig. 2. Das Ende einer Borda'schen Meßstange.

Der Einfluß Bordas auf die spätern Basisapparate machte sich bleibend in der genauen Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse geltend. Man ging zwar wieder zu den eisernen Meßstäben zurück, aber man bettete in dieselben Quecksilberthermometer ein und berechnete für jede einzelne Messung die wirkliche Länge der Meßstangen. — Die Basisapparate erfuhren in der Folgezeit noch Bervollkommnungen inbezug auf das Einschieben der Meßstangen in die genaue Richtung der Basislinie, was mit Hilfe der feinsten Theodolite erreicht wurde, und inbezug auf die Abmessung der Entfernung von einer Meßstange zur nächstfolgenden. Nachdem man eine Zeilang diese Zwischenräume mittelst eines Meßkeils aus gehärtetem Stahl oder aus Glas (Fig. 3) bestimmt hatte, verließ man diese Methode wieder, indem man durch das Einschieben der Keile leichte Verschiebungen der Stangen befürchtete. Heute werden die Meßstangen durch Mikrometerschrauben einander möglichst genähert und dann die Abstände mikroskopisch abgelesen.

Es würde weit über den Rahmen vorliegender Arbeit herausgehen, wollte man hier auch nur die wichtigsten Basis-

apparate eingehend besprechen. Besonders viele wurden zu Anfang des vorigen Jahrhunderts konstruiert, wo beinahe alle europäischen Staaten bei der raschen napoleonischen Kriegsführung den Mangel guter Karten zu bedauern hatten und sich unverzüglich an die topographische Aufnahme ihrer Länder machen mußten. Aller-

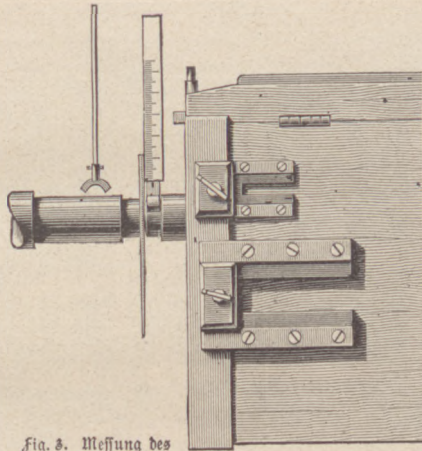


Fig. 3. Messung des Zwischenraumes mit Glaskette.

(Aus „Zeitschrift für Instrumentenkunde“.)

dings verfügte damals ebenso wenig wie heute jeder Staat über die kostspielige Einrichtung eines guten Basisapparates. Bis zum heutigen Tage helfen sich die Staaten unter sich mit dieser Art von Meßinstrumenten aus (vergl. Fig. 4). So haben die Rumänen im Jahre 1895 mit dem französischen Basisapparate ihre drei Basislinien gemessen und zwar eine bei Bukarest von 9420 m Länge, eine an der Donau bei Gerla mare von 6200 m und endlich die dritte von 7400 m Länge in der Moldau bei der Stadt Roman.

Auch die Schweiz, wo sonst früher die einheimischen großen Mathematiker und Geodäten die für die Basismessungen notwendigen Apparate beschafft hatten, benutzte für ihre neuzeitlichen Messungen den Apparat des spanischen Generals Ibanez. Dieser General kam mit seinem Instrumente, das sich durch die Messung der spanischen Zentralbasis und acht andern Grundlinien als vorzüglich erwiesen hatte, in eigener Person in die Schweiz. Zugleich brachte er 24 Spanier



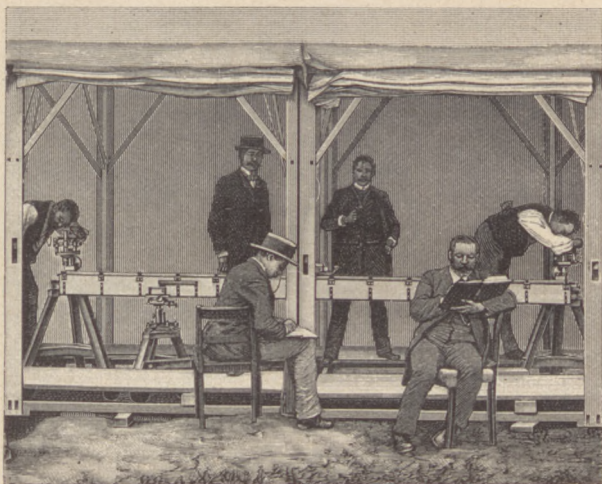


Fig. 4. Eine Basismessung neuester Zeit.

vom geographischen Institute in Madrid mit und maß mit diesen und 35 Schweizern vom 22. bis 27. August 1880 die Basislinie bei Narberg. Im folgenden Jahre maßen die Schweizergelehrten Hirsch, Dumour und Plantamour mit dem gleichen Apparate und mit einem Personal von 60 Personen eine Grundlinie auf der Straße von Winterthur nach Romanshorn und eine solche im Kanton Tessin bei Bellinzona.

Während man früher den Basislinien eine Länge von 15 bis 20 Kilometer gab, begnügte man sich in der Schweiz mit viel kürzeren Linien. Es geschah dies besonders auf den Rat des Generals Bannez hin. Da dieser die von ihm gemessene 14500 m lange Basis bei Madredejos aus einem Abschnitte derselben von 2500 m trigonometrisch abgeleitet und dabei eine Differenz von nur 2 mm gefunden hatte, zog er den Schluß, daß man sich auch mit viel kürzeren Grundlinien begnügen könne. Die schweizerischen Basislinien

haben deshalb nur folgende Längen: Arberg 2400 m, Weinfeld 2540 m und Bellinzona 3200 m. Der mittlere Fehler bei diesen Messungen schwankte nur um einen einzigen Millimeter, was selbstverständlich ein äußerst günstiges Ergebnis bedeutet.

Das über die Basismessung hier Beigebrachte verfolgt natürlich nicht den Zweck, in die Art dieser Messungen einzuführen, sondern will nur in großen Umrissen einen Begriff von den hauptsächlichsten Faktoren geben, welche dabei Berücksichtigung finden müssen. Man könnte zwar noch manches beifügen über die Horizontalstellung des Apparates, über die Vergleichung der Maßstäbe mit den Urtypen, über die Markierung der Messung am Ende einer Tagesarbeit und die Berechnung der Grundlinienlänge aus dem reichhaltigen Messungsmaterial, aber das Gesagte mag vollauf zu der Ueberzeugung geführt haben, daß die Fundamente zu den Kartenwerken mit einer Gewissenhaftigkeit und Genauigkeit gelegt werden, welche einen soliden und zuverlässigen Aufbau verbürgen.



Die Dreieckkette.

Bei einer Landesvermessung kommt es in erster Linie darauf an, die gegenseitigen Entfernungen einiger weniger, aber sehr markanter und gleichmäßig über das Land verteilter Punkte möglichst genau zu bestimmen. Diese Punkte werden durch eine Reihe von Dreiecken aneinander gefettet. Die Seiten der Dreiecke besitzen eine Länge bis auf 100 km. Sobald von einem dieser Dreiecke die Länge einer Seite bekannt und die ihr anliegenden Winkel gemessen sind, so gestattet bekanntlich diese drei Elemente die Berechnung der beiden andern Seiten. Letztere können dann ihrerseits wieder für andere Dreiecke zur Grundlage und zum Ausgangspunkt der Berechnung genommen werden (vergl. Fig. 5).

Um nun zur genauen Längenbestimmung der ersten Seite der großmaßstabsigen Dreieckskette einer Landesvermessung zu gelangen, muß zwischen diese erste Seite und die Basislinie eine Dreieckskette — man nennt sie Basisnetz — eingeschoben werden. Die Basislinie dient als Grundseite für das erste Dreieck; schon in letzterem sind die zwei andern Seiten länger als die Basislinie. Auf diese zwei längern Seiten stützen sich weitere Dreiecke mit immer größeren Seitenlängen. So geht es fort, bis endlich das Basisnetz eine Seite der großen Dreieckskette erreicht.

Der mit den Elementen der Dreieckslehre Vertraute weiß, daß ein mit einer Seite und ihren beiden anliegenden Winkeln bestimmtes Dreieck um so genauer sowohl zu konstruieren als auch zu berechnen ist, je mehr es sich einem gleichseitigen Dreiecke nähert, und daß umgekehrt das Resultat der Konstruktion und der Berechnung in dem Maße ungenauer wird, je spitzer die Winkel werden. Hieraus geht hervor, daß man im Basisnetz die Dreieckseiten nicht allzurash wachsen lassen darf, indem sonst die Winkel sehr spitz würden. Andererseits

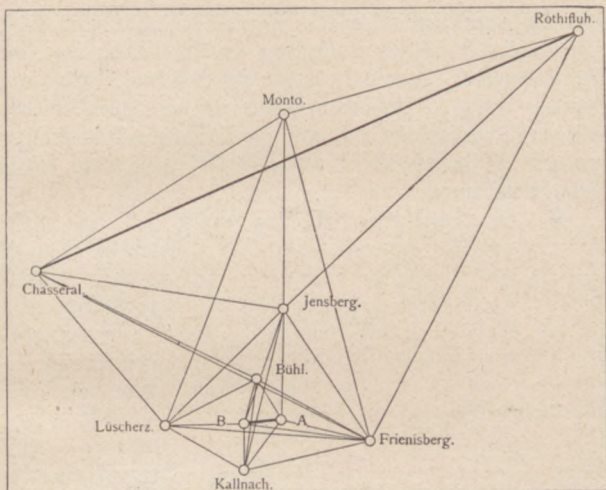


Fig. 5. Das Basisnetz Narberg.

muß auch die Anzahl der Dreiecke auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden, weil sich im gegenteiligen Falle Ungenauigkeiten in der Winkelmessung empfindlich stark auf die zu berechnende erste Seite des großen Dreiecknetzes übertragen und so die ganze Landesvermessung fehlerhaft machen würden.

Es mag nicht überflüssig sein, hier das Beispiel eines Basisnetzes beizubringen. Unsere Abbildung (Fig. 5) veranschaulicht, wie die von der schweizerischen geodätischen Kommission gemessene Grundlinie (A B) bei Narberg durch ein Basisnetz auf die große Anschlußseite Chasseral-Röthfluh der schweizerischen Landestriangulation vergrößert wurde. Der Uebergang wurde mittelst der Stationen Kallnach, Bühl, Frienisberg, Jensberg, Lüscherz und Monto bewerkstelligt. Die Vorbereitung zur Winkelmessung bestand zunächst darin, daß die Dreieckspunkte ausgewählt und fixiert wurden. Man bestimmte sie genau auf Pfeilern, so daß dieselben von andern Stationen aus scharf anvisiert werden konnten. Zugleich ließen sich die Theodolite

über ihnen centrisch aufstellen. Die Messungsoperation selbst begann sodann mit der Aufstellung der Theodoliten über den Basiseindpunkten (A und B), welche auf massiven Steinpfeilern eingerüstet waren. Daß man hiezu nur die besten Winkelinstrumente verwendete, und daß die Messung auf die denkbar genaueste Weise ausgeführt wurde, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung.

An die vergrößerte Basislinie schließt sich das groß-



Fig. 6. Das Basisnetz von Bukarest.

maßige Dreieck-
netz der Landes-
vermessung an.

Die zu ihm gehö-
rigen Dreiecke —
man nennt sie

Dreiecke erster
Ordnung — müs-
sen groß und mög-

lichst regelmäßig
gebaut sein, damit

gute Schnitte er-
zielt und die Ein-

wirkungen unver-
meidlicher Mes-

sungsfehler durch-

wegs gleichartig werden. Dieselben Grundsätze gelten natürlich auch für die Dreiecknetze zweiter und dritter Ordnung. Die zu den letztern gehörenden Dreiecke bauen sich auf den Dreiecksseiten erster (bezw. zweiter) Ordnung auf; ihre Seitenlängen sind aber kürzer.

Die Arbeiten für die Triangulation erster Ordnung beginnen mit der Rekognoszierung des Terrains und mit der Auswahl der einzelnen Dreieckspunkte. Diese werden in der Regel auf Höhen verlegt, welche eine möglichst freie Rund-
sicht gewähren. Zum Zwecke derartiger Punktbestimmungen waren in Ländern mit Hochgebirgen manche Berge zu besteigen, um die von dort aus sichtbaren und für die Trian-

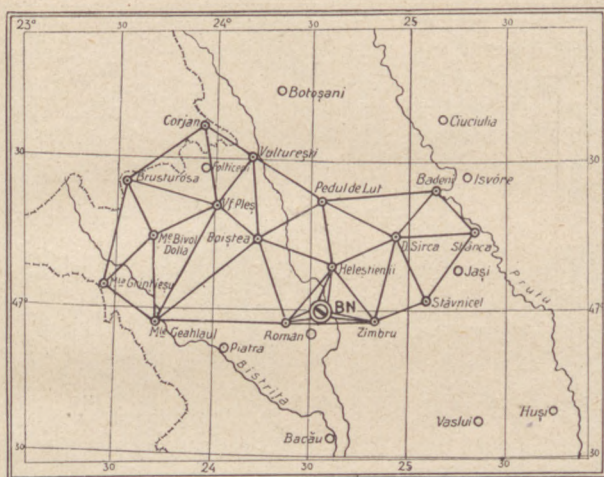


Fig. 7. Das Dreiecknetz zur Bestimmung des Breitenkreises $47^{\circ} 30'$ in der Moldau.

gulation geeigneten Bergspitzen ermitteln zu können. Seitdem man aber ordentlich genaue Karten besitzt, kann man aus diesen für die Triangulationen der Neuzeit die Sichtbarkeit der Berge berechnen. Die Schweiz machte hievon Gebrauch. Als sie der internationalen Kommission für die Erdmessung beigetreten war und als von ihr der trigonometrische Alpenübergang bewerkstelligt werden mußte, konnte der mit der Winkelmessung betraute Ingenieur Denzler mitten im Winter aus der Dufourkarte das günstigste Dreiecknetz ausklügeln.

Da im Hochgebirge die Auswahl der Dreieckseiten für die Triangulation von der Besteigbarkeit und der gegenseitigen Sichtbarkeit der Berggipfel abhängig ist, so kann man in solchen Gegenden nicht immer auf möglichst gleichseitige Dreiecke rechnen, welche nach einer frühern Bemerkung die vorteilhaftesten Bedingungen bieten würden. Die großen Ebenen hinwieder gestatten das Festlegen solcher trigonometrischer Dreiecksketten, von welchen beinahe jedes Glied gleichseitig ist. Ein Netz von an-

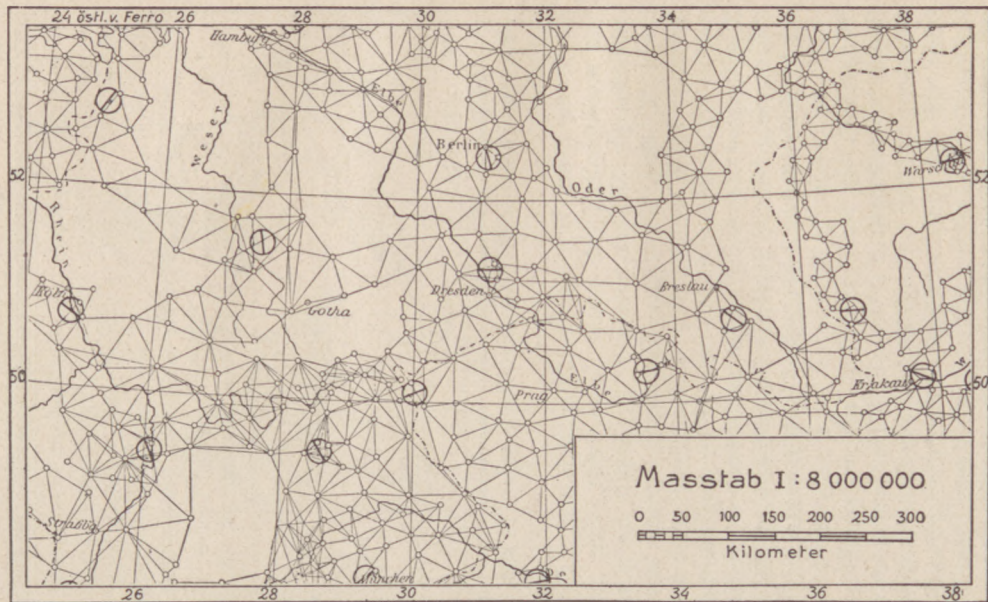


Fig. 8. Basislilien und trigonometrische Neze in Deutschland.



Fig. 9. Trigonometrisches Turmsignal in Rumänien.

nähernd gleichseitigen Dreiecken weist die rumänische Landesvermessung in der walachischen Tiefebene und in der Moldau auf (vergl. Fig. 6—8).

Nachdem man die Punkte für die Haupttriangulation ausgewählt hat, ist das nächstfolgende Geschäft, diese Netzpunkte durch Signale kenntlich zu machen. In ausgedehnten Ebenen sind hiefür nicht selten

hohe Gerüste in Form von Türmen notwendig (Fig. 9); im Hügellande hinwieder werden sie durch hohe drei- oder vierseitige Pyramiden gebildet. Meistens bestehen sie aus geschälten, tief in den

Boden greifenden Rundhölzern. Die obere Hälfte der Pyramide hat eine Bretterverschalung, welche je nach dem Hintergrunde einen mattweißen, einen rötlichen oder andersfarbigen Anstrich besitzt. Die Spitze des Signals muß natürlich genau senkrecht über dem Triangulationspunkt sein; dieser ist in der Regel durch einen Eisendorn, welcher in einen Steinsockel eingekittet ist, oder durch die Spitze eines abkanteten Steines bezeichnet (Fig. 10).

Die Triangulationspunkte der ersten Ordnung sind auf behauenen Steinen oder Pfeilern derart fixiert, daß die Winkelinstrumente über denselben centrisch aufgestellt werden können.

Eine Ausnahme hievon tritt indes

im Hochgebirge ein, wo das Signal häufig in einem sogenannten „Steinmännchen“ besteht (Fig. 11). Dieses ist nichts anderes als ein cylindrisches oder ein sich schwach verjüngendes Trockenmauerwerk. Zur Zeit der trigonometrischen Messungen wird in die Mitte desselben eine Stange mit einem Fähnchen oder mit einem Doppelkreuz aus Holztafeln gesteckt. Letztere werden in der Regel auch als Signale für die Triangulationspunkte zweiter und dritter Ordnung benützt.

Wenn ein Triangulationspunkt ausgewählt und durch versenkte Platten und einen guten Stein festgelegt ist, so wird derselbe noch, besonders wenn er der Triangulation erster oder zweiter Ordnung angehört, versichert. Das Verlieren eines Punktes, über welchem der Ingenieur vielleicht auch später wieder stationieren muß, könnte einen außerordentlichen Schaden bringen und die wertvollen Messungsergebnisse nutzlos machen. Um solchen Möglichkeiten zu entgehen, wird jeder erstklassige Triangulationspunkt versichert, indem er zu andern in der Nähe gelegenen Punkten in derartige Beziehung gebracht wird, daß im Notfalle seine verlorengangene Lage wieder bestimmt werden könnte. Auf den felsigen Bergeshöhen geschieht die Versicherung in folgender Weise. Rings um den Stationspunkt herum haut man drei oder mehrere Kreuze in die Felsen ein und streicht sie mit

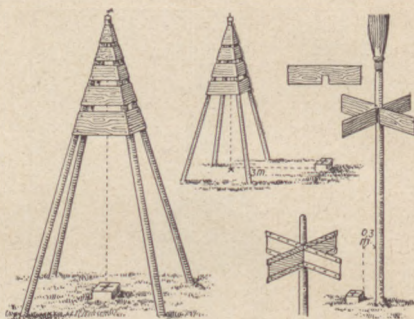


Fig. 10. Trigonometrische Signale.

roter Oelfarbe aus. Die Abstände der Kreuze unter sich und zum Triangulationspunkt werden durch Messung bestimmt. Ueber die Versicherung wird schließlich ein Protokoll aufgenommen und ein Situationsplan angefertigt. Liegt ein solcher Dreieckspunkt im Besitztum eines Privaten, so schließt der Vermessungsbeamte mit diesem über die Erhaltung und den Schutz des Punktes einen Dienstbarkeitsvertrag ab.



Fig. 11. Ein Steinmännchen.
(Phot. Wehrli u. S., Ritzberg, Zürich.)

Nach Festlegung und Versicherung der Triangulationspunkte beginnt von denselben aus und nach denselben die Winkelmessung. Diese geschah stets mit den vorzüglichsten Instrumenten (Theodoliten, Fig. 12), die jeweilen gebaut waren. — Um auf die Messungen selbst und den Grad ihrer Genauigkeit eintreten zu können, müßte eine tiefgehende Kenntnis des Theodoliten vorausgesetzt werden. Man dürfte von diesem Instrumente nicht nur wissen, daß seine wesentlichen Teile in einem feingeteilten Horizontal- und Vertikalkreis und aus einem mit diesen verbundenen Fernrohr bestehen, sondern man müßte in die Einzelheiten der Konstruktion, in alle festen und beweglichen Teile der Grob- und Feineinstellung, der Mikrometer und der Nonien, der Mikroskope und der Libellen eingeweiht sein. Ja man müßte auch darüber unterrichtet

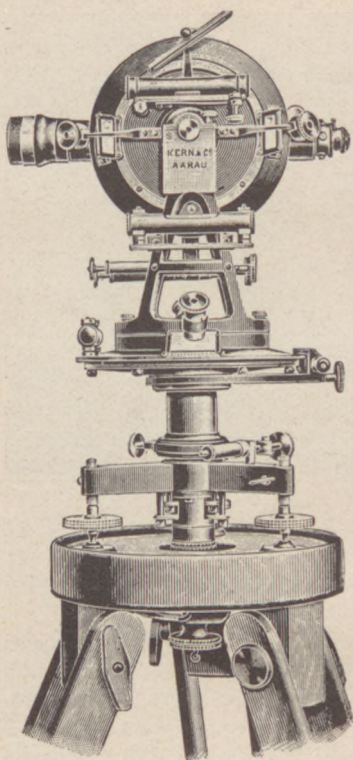


Fig. 12. Theodolit.

fein, wie der Ingenieur zur Erzielung wirklich guter Meßergebnisse nicht nur im allgemeinen theoretisch und praktisch die Theodoliten verstehen, sondern wie er im besondern die Eigentümlichkeiten, Fehler und Sonderlichkeiten seines in Verwendung genommenen Instrumentes kennen muß.

Wir können hier auf die angedeuteten Einzelheiten nicht eingreten; allgemein verständlich ist aber, was es heißt, der Ingenieur hat jeden Winkel mit verschiedenen Teilen des Horizontalkreises 8, 16 oder 30 und mehrmal gemessen. Je nach Wichtigkeit der betreffenden Winkel mißt man dieselben verschieden oft.

Aus der Summe der einzelnen Messungen

wird dann das Schlussergebn, der Endwert eines Winkels bestimmt. Das wiederholte Messen ein und desselben Winkels geschieht nach verschiedenen Methoden. Eine der beliebtesten ist die der Richtungsbeobachtungen. Sie besteht darin, daß der Ingenieur von seiner Station aus die Richtungen nach allen umliegenden Signalen am Horizontalkreise des Theodolits abliest, wobei die Werte der einzelnen Winkel durch gegenseitige

Abzüge erhalten werden. Da die Einteilung auf dem Horizontalkreis unmöglich absolut gleichmäßig sein kann, so sucht man dem schädlichen Einfluß dieser kleinen Einteilungsfehler dadurch zu entgehen, daß man den Kreis jeweilen nach einer Reihe von Beobachtungen um eine bestimmte Größe dreht, so daß jeder Winkel nach und nach mit den verschiedenen Teilen des Kreises gemessen wird. Wer schon einen Theodoliten näher angesehen hat, weiß auch, daß das Fernrohr „umgeschlagen“, das heißt aus seiner Lage herausgenommen und um 180° gedreht werden kann. Auch diese Veränderung der Fernrohrlage wird bei der Messung vorgeschrieben, um die Fehler der Fernrohrachse möglichst zu eliminieren.

Im allgemeinen sind die Fernrohre der Theodolite stark genug, um die umliegenden Signale auf den Dreieckspunkten deutlich erkennen zu lassen, vorausgesetzt daß die atmosphärischen Lichtverhältnisse günstig sind. Wegen der großen Entfernungen der Punkte erster Triangulationsordnung voneinander stellte man in mehreren Ländern die Fernrohre nicht auf die gewöhnlichen trigonometrischen Signale, sondern auf Heliotropen ein, welche sich durch das Ausblitzen reflektierter Sonnenstrahlen sichtbar machen (Fig. 13). Man pflanzt den Heliotropen genau über dem Triangulationszentrum auf. Sein Licht kann bis auf 60 Stunden hin als sicherstes Signal dienen. Mit dem Heliotropen ist meist auch eine Vorrichtung verbunden, welche ein solches Unterbrechen des Lichtstrahles gestattet, daß kurze und lange Lichtblitze entsandt werden können, wodurch das Telegraphieren nach dem Morse-Alphabet ermöglicht wird. — So gut auch die Signalgebung aus Heliotropen ist, würde sie doch bei Winkelmessungen für die Triangulation zweiter und dritter Ordnung viel zu umständlich werden, indem man gleichzeitig auf vielen Punkten Heliotropen aufstellen müßte. Abgesehen hievon findet auch die Verwendung der Heliotropen eine bedeutende Beschränkung in den Witterungsverhältnissen.

Daß überhaupt die Witterung auf den Gang der Triangulationsarbeiten einen entscheidenden Einfluß ausübt, ist

von selbst klar. Manchmal wird der Geodäte hart beurteilt, weil er seine Messungen nicht vertragsgemäß vollendet hat; es verschulden aber oft nur Regen und Nebel die Verzögerung. Liegen die auszuführenden Arbeiten erst noch im Mittel- oder gar im Hochgebirge, so verdoppeln und verzehnfachen sich die Schwierigkeiten; nicht selten wachsen letztere bis zur Lebensgefahr an. Mancher von Spalten zerrissene Gletscher und manche zackige Bergspitze holten sich ihre Opfer unter den der Wissenschaft und dem Vaterlande dienenden Ingenieuren. Sie wurden bei ihrer Arbeit wohl auch von gefährlichen Schneestürmen überrascht oder vom Blitze gerührt, wie es dem Ingenieur Buchwalder am Säntis erging. Aber ungeachtet dieser Schwierigkeiten begeistern sich doch immer noch junge Männer für den schweren Beruf der Ingenieur-geodäten und für die großen Arbeiten im Dienste des Vaterlandes. „Thronen wir“, sagt wahr und schön Professor Becker, „auf hoher Warte, auf der wir neben dem bekannten Steinmandli unsern Meßtisch aufgestellt, und schauen wir über Berg und Thal hinaus, sitzen wir im goldenen Abendjonnenschein vor unserem Zelte nach glücklich angeführten Touren, so saugen wir immer wieder von neuem jene Arbeitsfreudigkeit ein, die uns nicht verläßt, wenn auch der Gehülfe mit der ganzen Sommerarbeit in eine Gletscherspalte stürzt oder wir tagelang vor einem wilden Gipfel lagern, von Sturm und Wetter immer wieder zurückgeschlagen.“

kehren wir jetzt wieder zu unsern Dreiecknetzen zurück und nehmen wir an, daß alle Winkel sowohl für die großmaßstäbliche Dreiecksreihe, als auch für das Netz zweiter und dritter Ordnung gemessen und die Ergebnisse in das Vermessungsamt abgeliefert seien. Bei dieser Annahme darf allerdings nicht vergessen werden, daß in Wirklichkeit die Ausführung der Winkelmessungen, selbst wenn sich diese nur über ein kleines Gebiet wie jenes der Schweiz erstrecken, Jahre und Jahrzehnte beanspruchen kann. Auch in Rumänien, wo infolge günstiger Bodenverhältnisse die Triangulierung nicht auf große Schwierigkeiten stößt, schreitet diese doch nur langsam

vorwärts, was die Vollendung der topographischen Karte des Landes stark verzögert. Man würde irren, wenn man sich unter den Triangulationsarbeiten nur die Winkelmessungen im Felde vorstellen wollte. Dazu gehören nämlich auch die Bureauarbeiten, welche sowohl die Größe jedes Winkels aus der Summe seiner vielen Beobachtungen, als auch die Länge der Dreieckseiten aus den gemessenen und durch die Rechnung korrigierten Winkeln und den früher schon berechneten Seiten festzustellen haben.

Der Uneingeweihte macht sich kaum einen Begriff von der Größe dieser Arbeiten. Diejenigen, welche einen Blick in die diesbezüglichen Veröffentlichungen der Vermessungsämter tun, sehen darin wohl die Endergebnisse, haben aber dabei kaum eine richtige Vorstellung von der an jenen Resultaten hängenden Geistesarbeit, welche die Rechner Monate und Jahre lang aufzuwenden haben.

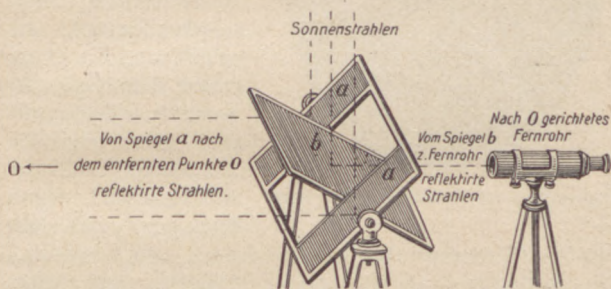


Fig. 13. Heliotrop.

Vorüber sich diese Berechnungen erstrecken, ist bereits angedeutet worden. In erster Linie haben sie die Größe jedes Winkels aus den Messungen desselben zu ermitteln. Es handelt sich dabei um die Ausgleichung der mit dem Mikroskop am Horizontalkreise abgelesenen Werte. Auf den ersten Blick könnte man vielleicht glauben, daß ganz einfach das arithmetische Mittel aus den verschiedenen Messungen als der wirkliche Winkelwert bezeichnet werden dürfte. Diese einfache

Rechnungsmethode genügt aber nicht. Die Summe aller aufeinanderfolgenden Winkel um einen Stationspunkt herum muß nämlich nach theoretischer Forderung genau vier rechte Winkel betragen. Dieses absolut genaue Resultat läßt sich aber aus den Messungen direkt nicht erzielen; deshalb muß dieser Horizontalabschluß auf 360° nach den von den Mathematikern ausgeklügelten Methoden berechnet werden.



Fig. 14. General Dr. J. J. Baeyer. 1794–1885.

Ähnlich verhält es sich mit der Summe der Dreieckswinkel. Diese sollte genau zwei Rechte betragen plus dem sphärischen Exzeß, das heißt plus dem Ueberschuß der Winkelsumme über 180° in Folge des Kugeldreieckes, als welches jedes Dreieck der großen Dreiecksketten der Landesvermessung angesehen werden muß. Da auch hier die Winkel niemals die absolut genauen Werte geben, müssen diese

zum sog. Dreiecksabschluß berechnet werden. Die Darstellung der weitläufigen und zeitraubenden Methoden, nach welchen diese „Ausgleichungen“ gemacht werden, gehört nicht hierher, indem sie hohe mathematische Kenntnisse voraussetzen. — Die Bemerkung mag hier nicht überflüssig sein, daß für die Berechnungen der Winkel und Dreiecke zweiter und dritter Triangulationsordnung bedeutend einfachere Rechnungsverfahren angewendet werden als bei jenen der Haupttriangulation.

Die sog. Stationsausgleichung, das heißt das Berechnen der Summe aller um einen Triangulationspunkt herumliegenden Winkel zu 360° kann noch wesentlich erschwert und langwieriger werden, wenn der Geodät mit seinem Theodoliten

nicht über dem Zentrum stationieren konnte, sondern denselben exzentrisch, das heißt neben dem Punkte aufstellen mußte. In diesem Falle geht die erste Rechnung dahin, alle Winkel auf das Stationszentrum umzurechnen, dieselben zu zentrieren, wie der technische Ausdruck lautet.

Würde es sich bei den Triangulationsarbeiten einzig darum handeln, für die Landesarten eine richtige und genügend genaue Grundlage zu schaffen, so dürfte manche Rechnung vereinfacht und manche Winkelmessungen weniger oft repetiert werden. Die letzten Hundertstel und Tausendstel der Endresultate kommen ja graphisch auf dem Kartenpapier doch unmöglich in ihrer Feinheit zum Ausdruck. Man könnte sogar die ange deutete Genauigkeit und peinliche Sorgfalt der Rechnung geradezu lächerlich finden gegenüber den Fehlern in der Zeichnung der Originale und noch mehr in deren Vervielfältigung, wobei sich Papiereinsprung und Druckverschiebung gänzlich über die raffinierte Feinheit und Kleinarbeit der mathematischen Rechnungen hinwegsetzen.

Ganz anders gestaltet sich aber die Sache, wenn sich Fehler in der Rechnung nicht wie hier gleichsam verkleinern und verschwinden, sondern sich vielmehr vergrößern. Letzteres ist vor allem da der Fall, wo die Dreiecksketten nicht nur zu einer einfachen Landesvermessung, sondern zur Erdmessung benutzt werden müssen. Nicht umsonst hat die „internationale Kommission für Erdmessung“, in welche im Jahre 1886 die von



Fig. 15. Fr. W. Bessel. 1784—1846.

General Baeyer 1861 (Fig. 14) gegründete „mitteleuropäische Gradmessung“ umgestaltet wurde, für die Aufnahme und die Berechnung der großen Dreiecksketten die denkbar höchsten wissenschaftlichen Anforderungen gestellt, welche bereits weit über jene des großen Astronomen und Gradmessers Fr. W. Bessel (Fig. 15) hinausgingen. Da sich zum Zwecke der Erdmessung die europäischen Staaten zusammengeschlossen haben und da sich die Triangulation des einen Landes direkt an jene des andern Landes anlehnt, so bedeuten alle diese trigonometrischen Anschlüsse ebensoviele Kontrollen der gesamten Arbeit. — Wie sich aus früheren Bemerkungen ergibt, hat jedes Land sein Gradmessungsnetz auf die in seinem Gebiete befindlichen Basislinien aufgebaut. Dieses Netz umfaßt beispielsweise in der Schweiz vierzig Dreiecke. Obgleich es schon anfangs der achtziger Jahre an die drei Grundlinien des Landes abgeschlossen wurde, ließen doch die endgültigen Rechnungen bis zum Jahre 1890 auf sich warten.

Bevor wir auf die Art und Weise übergehen, wie die Resultate der Triangulation für die Erstellung der Landkarten verwendet werden, fügen wir erst ein Wort über die Bestimmung der Höhen über Meer bei.



Höhenbestimmungen.

In den Landkarten verlangen wir ein möglichst richtiges und naturgetreues Bild eines Landes oder seiner einzelnen Theile. Um den Kartenzeichnern eine untrüglich genaue Grundlage für ihre Arbeiten zu geben, bezeichnen und berechnen ihnen die Geodäten durch die Landestriangulation eine Reihe von Punkten, welche jenen als Ausgangspunkte für ihre Detailaufnahmen dienen. Die Triangulation, wie wir sie im vorigen Abschnitt kennen gelernt haben, gibt aber nur die horizontalen Entfernungen der Dreieckspunkte voneinander an. Der Kartograph jedoch bedarf noch einer weiteren Angabe, nämlich der Höhe. Die Oberfläche der Erde ist nicht glatt und eben wie die Fläche eines ruhig stehenden Wassers, sondern sie besteht aus Erhebungen und Senkungen, aus Gebirgen und Ebenen, Hügeln und Thälern. Wenn auch dieses körperliche Element nicht direkt auf dem ebenen Papiere der Karte zur Darstellung gebracht werden kann, so müssen dieselben doch in irgend einer Weise sagen, wo das Kartenbild, der Wirklichkeit entsprechend, Erhebungen verzeichnen sollte und in welchem Maße. Um nun auch für diese Angaben dem Kartographen eine richtige Grundlage bieten zu können, müssen die Vermessungsämter nicht nur geodätisch genau die horizontalen Entfernungen wichtiger Punkte ermitteln lassen, sondern auch deren Höhen, seien diese nun absolute Höhen über Meer oder relative über einem vom Lande angenommenen Niveau.

Setzen wir voraus, daß man die Höhen der Basispunkte kenne, so lassen sich von dort aus gleichzeitig mit der Triangulation die Höhen aller Dreieckspunkte des Basissetzes und nachher der Triangulationsnetze erster, zweiter und dritter Ordnung trigonometrisch, das heißt rechnerisch, ableiten. Der Ingenieur hat zu diesem Zwecke, wenn er auf dem Triangulationspunkte stationierend die Horizontalwinkel nach den um-

liegenden Signalen abliest, an dem Vertikalkreise seines Theodoliten auch noch die Höhenwinkel abzulesen und zu notieren, unter welchen die Signale erscheinen. Denn hat er mit Sicherheit die horizontale Distanz (d) von seinem Standpunkte zu einem Signale festgestellt, so kann er aus dieser Länge und dem Höhenwinkel (α) nach einer der einfachsten trigonometrischen Formeln die Höhendifferenz (h) der beiden Punkte berechnen ($h = d \operatorname{tg} \alpha$).

Handelt es sich um Entfernungen über zehn Kilometer, so muß das Resultat noch um einen Betrag für die Erdkrümmung und Refraktion korrigiert werden. Die sphärische Wölbung der Erde macht sich nämlich schon bei 1000 Meter mit 80 Millimeter bemerkbar. Ferner erleidet der Lichtstrahl zwischen zwei Punkten, also bei uns die Visierlinie zwischen dem Stationspunkte und dem anvisierten Triangulationspunkte, eine Brechung, sodaß er eine schwach gegen die Erde gekrümmte Bogenlinie beschreibt (Refraktion). — Nach der oben besprochenen Weise und mit Berücksichtigung der angedeuteten Korrekturen können für alle Punkte der Triangulationsneze auch die Höhenangaben berechnet werden. Um für letztere möglichst günstige Resultate zu erzielen, verlangen die Vorschriften der Vermessungsämter in der Regel, daß die Höhe eines Triangulationspunktes mindestens aus drei andern Höhen abgeleitet werde.

Trotz dieser Vorsicht ist aber doch nicht zu leugnen, daß die Genauigkeitsgrenzen der trigonometrischen Höhenbestimmungen einen allzuweiten Spielraum haben und daß sie die barometrischen Höhenmessungen nur um weniges übertreffen. Aus diesem Grunde führte man in allen Ländern als Grundlage für die Ermittlung der Höhen geometrische Präzisionsnivellements durch. Die staatlichen Vermessungsämter haben deshalb in ihren geodätischen Abteilungen nicht nur gesonderte Zweige für die Basismessung und für die Landestriangulation, sondern auch für das Feinnivellement.

Die Aufgabe des Nivellements besteht darin, daß nach verschiedenen Richtungen eines Landes — meist den Straßen durch die Haupttäler und über die wichtigsten Bergpässe

folgend — die Höhen von Punkten so genau bestimmt werden, als es die Fortschritte der mathematischen Wissenschaft und die Technik im Instrumentenbau gestatten. Denkt man sich diese Höhenpunkte in der Reihenfolge, wie sie einnivelliert wurden, miteinander durch eine Linie verbunden, so erhalten wir die sogenannten Nivellementszüge, welche nekartig das ganze Land bedecken. Diese bilden dann ihrerseits ein Basisnivelllement, das heißt eine sichere Grundlage für alle übrigen Höhenbestimmungen. Die geometrischen Präzisionsnivelllements sind nicht nur im allgemeinen eine absolute Forderung der Landesvermessung und der Kartographie, sondern auch eine Notwendigkeit für verschiedene Zweige der Wissenschaft und Technik. Genaue Höhenbestimmungen sind beispielsweise unbedingt gefordert für die großen Tunnelbauten, für die Wasserwerke, für die Sternwarten und für die erstklassigen meteorologischen Stationen.

Biel schwieriger als man auf den ersten Blick glauben sollte, ist in jedem Lande die Lösung der Frage, welcher Punkt als Normalhöhepunkt angenommen werden soll. Im allgemeinen bezog man schon von alters her die Höhenlage von Orten der Erdoberfläche auf den Meerespiegel. Dieser bildet für alle durch die Ozeane voneinander getrennten Erdteile und Inseln einen gemeinsamen Horizont; denkt man sich den Meerespiegel unter die Kontinente fortgesetzt, so stellt er für die ganze Erde eine Niveauläche dar. Dabei müssen wir freilich die Voraussetzung machen, daß die Meere ruhig bleiben, das heißt daß von den Gezeiten (Ebbe und Flut) und von den andern Gleichgewichtsstörungen des Wassers durch Druckunterschiede und Bewegungen der Atmosphäre abgesehen wird. Theoretisch betrachtet, könnte man nun diesen Meerespiegel als Ausgangsniveau für alle Höhen auf der Erdoberfläche annehmen, aber zum Unglück muß dieser ideelle Meerespiegel erst aus den ewig sich bewegenden Meeresfluten ermittelt werden.

Geht man nicht in alle Spitzfindigkeiten exakter Forschung ein, so muß das theoretische Meeresniveau gleich sein der durchschnittlichen Höhe der Mittelwasserstände der die

Festländer umspülenden Meere. Zur Bestimmung der Mittelwasserstände der Meere liefern die Pegel, welche in allen Hafensstädten angebracht sind, das notwendige Beobachtungsmaterial (Fig. 16). Im wesentlichen besteht ein solcher Apparat aus einem lotrecht in das Wasser reichenden Stab, an dessen

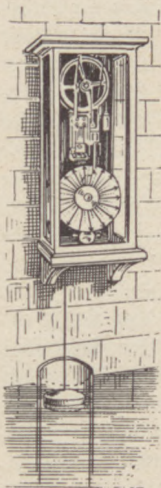


Fig. 16. Pegel.

Einteilung der Wasserstand abgelesen wird. Damit nicht der Wellenschlag das Ablesen unsicher oder unmöglich machen kann, wird der Messstab nach Art der uralten Nilmesser in einen mit dem Meere verbundenen Brunnenschacht angebracht und mit einem Schwimmer verbunden (Fig. 17). Die steigenden und fallenden Bewegungen des Schwimmers werden durch Ketten und Räderwerk auf den Zeiger der Pegeluhr übertragen, welche den Wasserstand auf einem Zifferblatt angibt. Weil man glaubte, die täglichen oder stündlichen Aufzeichnungen der Wasserstände könnten ein nicht genügend genaues Beobachtungsmaterial zur Ermittlung des Mittelwassers abgeben, führte man die Mareographen ein, welche für jedes Zeitteilchen automatisch die Flutbewegungen auf einer durch Uhrwerk bewegten Trommel als Flutkurve aufschreiben.

Die Folge dieser Beobachtungen und Messungen war, daß alle an die Meere stoßenden Länder den Pegelnullpunkt eines ihrer Häfen zum Ausgangspunkt für ihre Präzisionsnivellements ausgewählt haben und demnach ihre Höhen auf diesen Punkt beziehen. So richtet sich Deutschland nach dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels, Oesterreich-Ungarn nach dem Mittelwasser in Triest, Italien nach jenem in Genua, Frankreich nach jenem in Marseille, Belgien nach jenem in Ostende, Norwegen nach jenem in Christiania, Spanien nach jenem in Alicante, Rumänien nach jenem in Konstanza und Rußland nach dem Nullpunkt des Hafenpegels in Kronstadt.

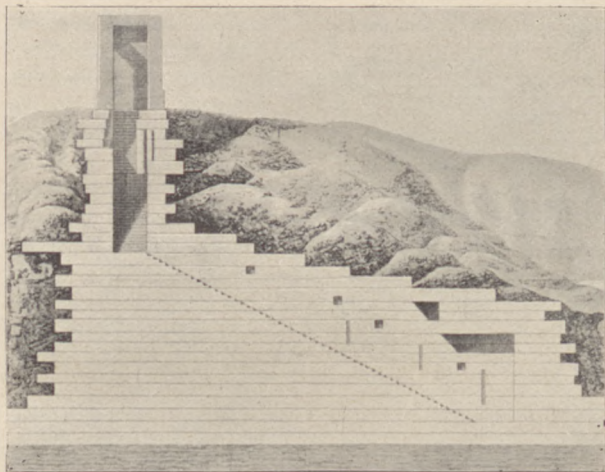


Fig. 17. Antiker Nivmesser.

Bevor noch an die verschiedenen Mareographen (Fig. 18) der europäischen Meere Nivellements angeschlossen und diese unter sich verbunden waren, hatte man beinahe allgemein angenommen, daß zwischen den Mittelwassern des Mittelmeeres und jenen des Atlantischen Ozeans Höhenunterschiede bis zu einem Meter bestehen würden. Die Messungen haben jedoch diesen Meter bereits auf wenige Dezimeter heruntersetzt und noch genauere Beobachtungen und Berechnungen dürften wohl zu dem Resultate führen, daß im allgemeinen die Mittelwasser aller Meere dasselbe Niveau besitzen.

Aus diesem Grunde ist eigentlich nicht abzusehen, warum sich die europäischen Staaten noch nicht auf einen gemeinsamen, aus dem Mittel aller Beobachtungen hergeleiteten Nullpunkt für die Höhenangaben geeinigt haben. Ebenso gut wie Deutschland den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels nach Berlin nivelliert und sich dort sein Normal-Null an der königlichen Sternwarte in der Reichshauptstadt markiert hat

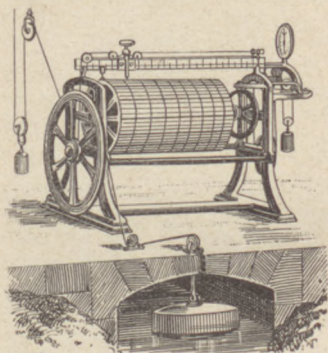


Fig. 18. Mareograph.

(Fig. 19), so könnte auch ein internationaler Normalhöhenpunkt geschaffen werden. Diesen Antrag stellte schon im Jahre 1865 Professor Hirsch, der schweizerische Bevollmächtigte bei der mitteleuropäischen Gradmessungskommission. Andererseits ist auch wieder erklärlich, daß jeder Staat an seinem eigenen Normalpunkte soviel wie möglich festhalten und

nicht mit einem Male alle seine Höhenangaben ändern will, besonders da es sich nur um geringfügige Differenzen handelt.

Binnenländer müssen sich natürlich um einen Ausgangs-

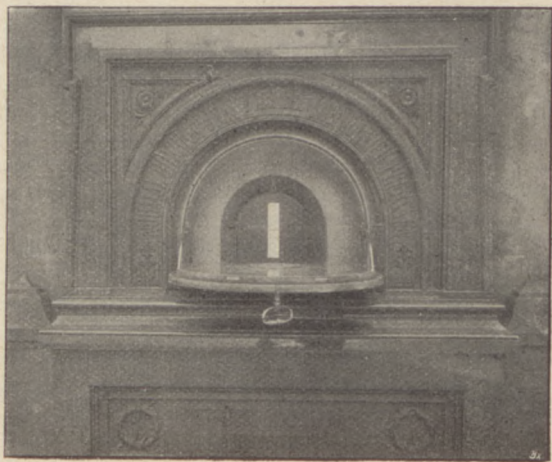


Fig. 19. Das Normal-Mull der Sternwarte in Berlin.

punkt für ihre Höhenangaben an einen vom Meere umspülten Nachbarstaat wenden und sich von ihm einen durch Nivellement ermittelten Höhenpunkt geben lassen. So wählte der General Dufour (Fig. 21) im Jahre 1820 als Ausgangshorizont für das Höhennetz der Schweiz einen Punkt auf dem Pierre du Niton in Genf, einem erraticen Block im dortigen Hafen. Seine Höhe wurde damals auf 376,86 Meter über dem

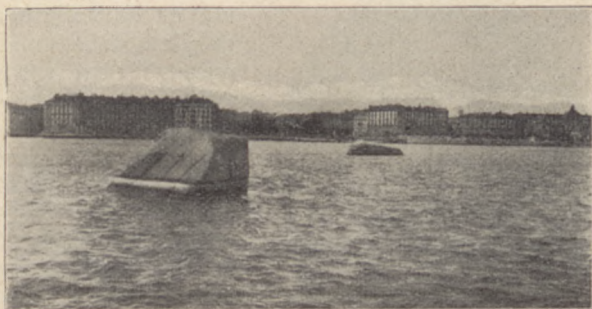


Fig. 20. Pierre du Niton im Hafen von Genf.

Mittelländischen Meere angenommen. Diese Annahme war freilich nicht ganz richtig. Auf Grund der neuesten französischen Nivellements hat Professor Hilsiker mit wissenschaftlicher Genauigkeit dargetan, daß der Bronzepunkt auf dem Pierre du Niton nur 273,6 Meter über dem Mittelmeere liegen könne (Fig. 20). Diese Quote ist auch seit 1902 für die Höhenmessungen der Schweiz maßgebend.¹⁾

Länder, welche nur wenig Anschluß an das Meer haben, versichern sich mit Vorliebe im Innern des Landes einige mit großer Sorgfalt einnivellierte Punkte und nehmen dann diese Urmarken zur Grundlage für weitere Höhenbestimmungen. Sieben solcher Fundamentalsfixpunkte besitzt beispielsweise die

¹⁾ Vergl. Hilsiker, Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschluß an den Meereshorizont. Bern 1902. S. 90 ff.

österreichisch-ungarische Monarchie. Diese Urmarken sind natürlich nur dort angebracht worden, wo aus geologischen und andern Gründen Bodenveränderungen durch Hebungen und Senkungen nicht zu erwarten sind: so wurde eine Urmarke in der Franzensfeste und eine andere im Kolenturm-
 passe an der rumänischen Grenze festgelegt.



Fig. 21. General Dufour. 1787—1875.

Sehen wir jetzt zu, wie die Feinnivellements von den Normalpunkten ausgehend durch das Land geführt, wie ihre Hauptpunkte festgelegt und versichert und wie sie endlich für die Landkarten verwendet werden. Man darf hier wohl die Kenntniss des gewöhnlichen geometrischen Nivellements mit einem einfachen Nivellementinstrument und einer in Dezimeter oder Centimeter getheilten drei Meter langen Nivellementlatte voraussetzen (Fig. 22 und 23).

Das Präzisionsnivellement, das heißt die wissenschaftlich genaue Höhenbestimmung, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen geometrischen Nivellement nur in der Anwendung feinerer Instrumente, genauerer Messungen und Berechnungen und sorgfältiger Beobachtung der Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse.

Das wesentlichste Element an einem Nivellementinstrumente ist das Niveau, beziehungsweise die Röhrenlibelle. Von dieser wird in erster Linie eine große Empfindlichkeit der sich in ihr bewegenden Blase verlangt. Die Zielachse der Fernröhre, welche in ihren Lagern drehbar und vertauschbar ist, muß genau parallel zum Niveau der Libelle gestellt werden können, das heißt die Visur durch den Horizontal-Mittelfaden des

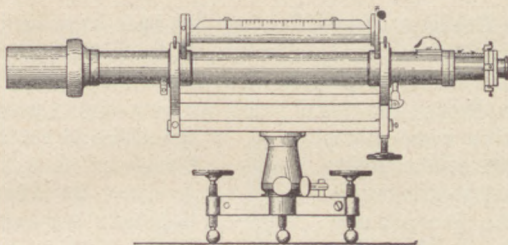


Fig. 22. Nivellierinstrument.

Zu Instrumentes muß mit der Achse der Röhrenlibelle genau stimmen. — Mit nicht geringerer Genauigkeit wie das Nivellierinstrument muß die Nivellierlatte — auch Mire genannt — gebaut sein. Gewöhnlich sind diese Latten aus gutgelagertem Tannenholz gefertigt, haben T-förmigen Querschnitt und tragen eine Centimetertheilung von abwechselnd weißen und schwarzen Doppelfeldern. Zum Zwecke genauer Senkrechthstellung der Latte ist diese mit einer Dosenlibelle versehen, zu welcher Kontrolle noch ein Senkel kommt. Die Mire, welche am untern Ende einen eisernen, kugelförmig abgerundeten Sporn besitzt, wird zu Beginn der Arbeit direkt auf den Fixpunkt der Normalhöhe aufgesetzt. Beim Fortschreiten der Arbeit kommt sie nicht unmittelbar auf den Boden zu stehen, sondern wird auf eine gußeiserne, mit drei kleinen Spitzen versehene und gut auf dem Boden sitzende Platte gestellt.

Von größter Wichtigkeit für die Feinheit dieser Messungen ist es, daß sich der Ingenieur immer klar von der wahren Länge seiner Latten Rechenschaft geben kann. Es genügt zu diesem Zwecke nicht, daß die Länge der Mire an dem Komparator der Nivellierlatte zu Anfang und Ende jeder Campaigne verglichen wird. Sie sollte wenigstens wöchentlich und, wenn thunlich, sogar täglich mit einem Kontrollmaß geprüft werden. Es treten hier ganz ähnliche Verhältnisse ein, wie bei den Meßstangen zum Zwecke der Basismessungen. Wie dort, so hat man es auch bei dem Feinnivelllement mit sehr

kleinen Beträgen zu tun. Man kann dies schon daraus ersehen, daß der Ingenieur auf der Meßlatte, in welche durch die Teilmaschine Millimeter eingerikt sind, noch Zehntel von Millimetern abschätzt. Letzteres ist freilich nur dann möglich, wenn die Zielweiten in der Ebene 50 m und auf Bergstraßen 25 m nicht überschreiten und das Fernrohr mindestens vierzigfache Vergrößerung gibt.

Zur Ausführung dieser feinen Ableisungen an der Meßlatte ist erfordert, daß kein Wind in der Nivellementrichtung bläst und daß die Luft nicht infolge von Erwärmung zittert. Hieraus erklärt es sich, daß bei starkem Winde gar keine Messungen vorgenommen werden und bei schwachem Winde nur dann, wenn man sich dagegen durch Windschirme schützen kann.

Im Som-

zwei Kilometer, bleibt aber dafür auf Bergstraßen meistens unter dem Betrage eines Kilometers zurück. Daß sich das Beobachtungsbuch bei jeder Tagesarbeit mit sehr viel Zahlen und Bemerkungen füllt, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung.

Nach dem Gesagten läßt sich mit Recht erwarten, daß die Messungsergebnisse beim Präzisionsnivelement sehr günstige sein müssen, das heißt, daß die wahrscheinlichen Fehler nur



Fig. 28. Nivellierlatte. (Mire.)

mer müssen sich die Nivellierarbeiten auf die Morgen- und Abendstunden beschränken, denn um die Mittagszeit tritt regelmäßig ein starkes Zittern der Bilder infolge der Lusterwärmung ein. Daß in Anbetracht dieser Umstände und mit Rücksicht auf die sorgfältige Aufstellung der Instrumente die Tagesarbeit nur ein kurzes Stück des Nivelierzuges unspannen kann, wird von selbst einleuchten. Im allgemeinen erreicht bei günstigen Verhältnissen der Tagesfortschritt der Nivellierarbeit im Flachlande den Betrag von

ganz geringfügig sein können. Dem ist in der That so. Die internationale Kommission für Erdmessung hat den zulässigen Einkilometerfehler auf 3 mm festgesetzt; wohl die meisten Messungen sind aber mit weit günstigerem Resultate gemacht worden. So wurde z. B. ein Doppelnivellement von Martinach nach dem Hospiz auf dem Großen Saunt Bernhard (46 km. lang) und zurück mit einem wahrscheinlichen Einkilometerfehler von nur 0,45 mm ausgeführt.

Ueber die Güte der nivellitischen Arbeiten können sich die Ingenieure und die Vermessungsämter in der Regel sehr gut Rechenschaft geben, denn es stehen ihnen meistens Kontrollmessungen zur Verfügung. Bei dem eben angedeuteten Beispiel Martinach-Großer St. Bernhard gibt das Gegennivellement eine Probe der Arbeit. Ein über die Simplonstrafe gezogenes Nivellement erhielt eine ausgezeichnete Prüfung durch ein Präzisionsnivellement, das die schweizerische Landes-topographie durch das vollendete Simplontunnel vornahm. — In den meisten Fällen werden sodann die Präzisionsnivellements in Polygonzügen ausgeführt, wobei der Ingenieur am Ende seiner Messungen das Polygon schließt, das heißt auf den Anfangs- und Ausgangspunkt seiner Arbeit zurückkommt. Die erhaltene Differenz zwischen Anfangs- und Schlupunkt läßt ihn also den Grad der Genauigkeit seiner Leistung beurteilen. Endlich werden manche Linien bis an die Landesgrenzen nivelliert, dort an die Nivellements der Nachbarn angeschlossen, oder wenigstens mit jenen verglichen, was neuerdings eine Kontrolle bedeutet.

Wie sich der Ingenieur eines guten Anschlusses freuen und auf denselben stolz sein kann, sah ich im militär-geographischen Institut von Bukarest. Bei einem meiner dortigen Besuche machte ich die Bekanntschaft des Herrn Majors Verbiceanu, der alle Präzisionsnivellements Rumäniens ausgeführt hat und zwar sowohl jene für die rumänische Kartographie als auch jene für die internationale Erdmessung. Er legte mir damals alle seine Beobachtungshefte und Rechnungen vor. Besonders machte er mich dabei auf die zwei von ihm gefundenen Höhenwerte auf dem Karpathenpasse Predeal und

am Eisernen Tore bei Perciorova aufmerksam. Dann zeigte er mir mit Stolz und Begeisterung die Anschlußergebnisse an die österreichisch-ungarische Messung, welche in Predeal nur eine Differenz von 66 mm betragen. Herr Verbiceanu konnte um so stolzer auf seine Arbeiten sein, weil er zur Lösung des großen Problems über die Niveauunterschiede der Meere mitgearbeitet hatte. Indem er vom Mittelwasser des Schwarzen Meeres in Constanza her nivellierte, konnte er sowohl in Predeal als in Perciorova seine Ergebnisse an jene Höhenpunkte anschließen, welche das Mittelwasser der Adria in Triest zum Ausgangsniveau haben. Das vom rumänischen Major gefundene Resultat beweist bis zur Evidenz (denn die 66 mm Differenz können doch wohl nur Rechnungs- und Beobachtungsfehler der beidseitigen Arbeiten sein), daß die Wasserspiegel im Schwarzen Meere und im Adriatischen Meere dem gleichen Niveau angehören müssen. — Uebrigens besagt auch das Schlussergebnis der Gesamtausgleichung der großen europäischen Nivellements, daß die Mittelwasser im Mittelländischen und Adriatischen Meere und jene der Nord- und Ostsee gleich hoch sind. Nach den gefundenen Zahlen könnte man allerdings glauben, daß jene 13 cm tiefer als diese liegen; aber die Gelehrten sind eher geneigt, in diesen Differenzen Rechnungsfehler oder besondere Küsteneinflüsse zu sehen, als sie einer wirklichen Niveaudifferenz zuzuschreiben.

Nachdem die Höhenmessungen mit dem Aufwande größter Sorgfalt und Mühe ausgeführt werden und da sie für Wissenschaft und Technik von unschätzbarem Werte sind, so ist die Erhaltung ihrer Resultate dringend geboten. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in erster Linie in den Höhenmarken niedergelegt, welche da und dort dem Nivellementzuge entlang an sichern Orten angebracht sind. Ueber die Haltbarkeit dieser Punkte hat man bereits eine ziemlich reichhaltige Erfahrung.¹⁾ Ein in der Schweiz durchgeführtes Präzisions-

¹⁾ Vergl. hierzu: Hilfiker, Bericht der Abteilung für Landes-topographie über die Arbeiten am Präzisionsnivellement der Schweiz in den Jahren 1893—1903. Zürich 1905.

nivellement, das 18 Polygonzüge umfaßte, bestand aus 2143 genau eingemessenen Punkten, welche teils durch Marken und teils durch eingemeißelte Kreuze kenntlich gemacht waren (Fig. 24). Eine Revision derselben vor einigen Jahren ergab das überraschende Resultat, daß 969 Punkte davon, also 45%, als vollständig verloren betrachtet werden mußten. Da-

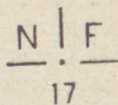
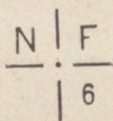
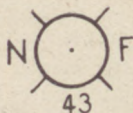
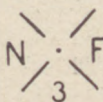


Fig. 24. In Stein gemeißelte Fixpunkte.

runter befand sich sogar eine bedeutende Anzahl erstklassiger Punkte, welche seiner Zeit als Bronzezylinder in Mauerwerke und Felsen incementiert worden waren. Diese Erhebungen zeigten ferner, daß die Höhenmarken im Gebirge sicherer sind als im Flachlande, daß sie im Umkreis von Städten mit größter Leichtigkeit verloren gehen und daß Dohsendeckel, Mark- und Abweissteine, sowie Sockel von Wegkreuzen und Wegweisern sich wenig zur Aufnahme sicher sein sollender Marken eignen.

Um die Erfahrung ist man auch reicher geworden, daß die Stränge der Präzisionsnivellements nicht längs der Eisenbahnen hingezogen werden sollen, wie man es früher mit Vorliebe tat. Abgesehen davon, daß schon bei der Ausführung des Nivellements die vorbeifahrenden Züge auf die Messungen einen schädlichen Einfluß ausüben und die Genauigkeit der Resultate beeinträchtigen müssen, ist festgestellt, daß die Höhenmarken nirgends unsicherer sind, als den Eisenbahnen entlang. Gerne brachte man die Fixpunkte an Brückenköpfen und Mauerwerken bei Wasserdurchlässen an, aber gerade diese unterliegen so vielen Umbauten, daß die Sicherheit der Marken immer gefährdet ist. Als zu wenig stabil vermeidet man auch zum Anbringen der Höhenmarken flache Seenufer, weite Flußtäler und moorigen Untergrund. Man sucht deshalb, wenn tunlich, Felsen und gut fundierte alte Gebäude zum Einlassen der Marken auf.

Große Sorgfalt verwendet man heutzutage auf die Konstruktion guter und passender Höhenmarken. Auch hier zeigte erst längere Erfahrung das Richtige. Auf der Simplonstrasse wurde (1898—1900) ein Präzisionsnivellement gelegt und dabei 128 Metallbolzen als Fixpunkte eincementiert; merkwürdigerweise wurde bei einer fachmännischen Inspektion im Jahre 1907 kein einziger Bolzen aufgefunden, der nicht irgendwelche Spuren von Beschädigungen getragen hätte. Auch selbst jene Bolzen, welche mit ihrem Kopfe zur Aufnahme der Mire ein wenig aus dem Felsen oder aus dem Mauerwerk herausragen, haben sich deshalb nicht bewährt, weil sie durch einen kräftigen Schlag auf den Kopf umgebogen werden konnten. Aus diesem Grunde verwendet die schweizerische Landestopographie seit 1903 für ihre Marken eine sehr harte Legierung; zugleich werden die Bronzebolzen beinahe vollständig in die Felsen und Mauerwerke, sei es vertikal oder horizontal eingelassen (Fig. 25). Häufig wird auch noch eine Schutzkappe über den Bolzen fest aufgeschraubt, welche nur mit einem Schlüssel gelöst werden kann. Damit die Latte auf einem horizontal eingelassenen Bolzen aufgesetzt werden kann, besitzt letzterer ein Bohrloch, welches zur Aufnahme eines mit einer Schneide versehenen Stiftes (Nivellierstift) dient; die Schneide liegt im Centrum des Bohrloches und gestattet das Aufsetzen der Latte. Kommt zu der sorgfältigen Einlassung dieser Bolzen auch noch von Zeit zu Zeit eine regelmäßige Inspektion der Höhenmarken durch technische Beamte, so dürfte wohl eine sehr lange Erhaltung derselben erreicht werden. — Hier muß noch erwähnt werden, daß Dänemark für die Hauptpunkte seiner Nivellements unterirdische Höhenmarken eingeführt hat. Man versenkt dort in einer Betonmasse einen gehauenen Granitstein, in welchen der Bronze Fixpunkt eingelassen ist. Gleichzeitig wird eine Eisenschiene einbetoniert, deren obere Kante ebenfalls als Höhenmarke dienen und als eine Versicherung des tiefgelegten Fixpunktes gelten kann.

Um ein rasches und sicheres Auffinden der Höhenmarken zu ermöglichen, wird dem Beschrieb eines Fixpunktes auch

eine Croquiszeichnung beigelegt, welche über die Umgebung des Punktes Aufschluß gibt. Zur Veranschaulichung füge ich hier aus der 17. Lieferung der „Fixpunkte des schweizerischen Präzisionsnivelements“ ein typisches Beispiel bei. Es handelt sich um den Höhenfixpunkt NF 87 bei dem

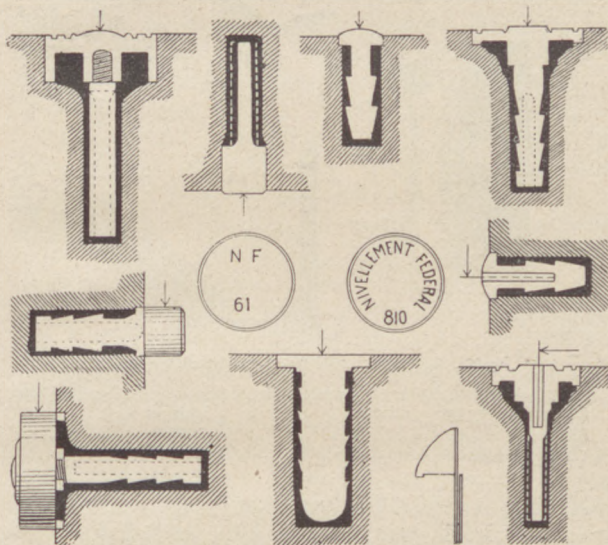


Fig. 25. Verschiedene Bronzebolzen.

Hospiz auf dem Simplonpaß, der am 7. August 1905 neu eingemessen und durch drei andere Punkte gleichsam rückversichert wurde. Die Situationszeichnung (in unserer Figur 26 schwach verkleinert) läßt unzweideutig die Lage der eingemessenen Punkte auffinden.

Wenn noch zum Schluß dieses Abschnittes gesagt werden soll, wie die Geodäten bei der Landestriangulation die Fixpunkte der Präzisionsnivelements für ihre Höhenbestimmungen benutzen, so genügt hierüber eine ganz kurze Bemerkung.

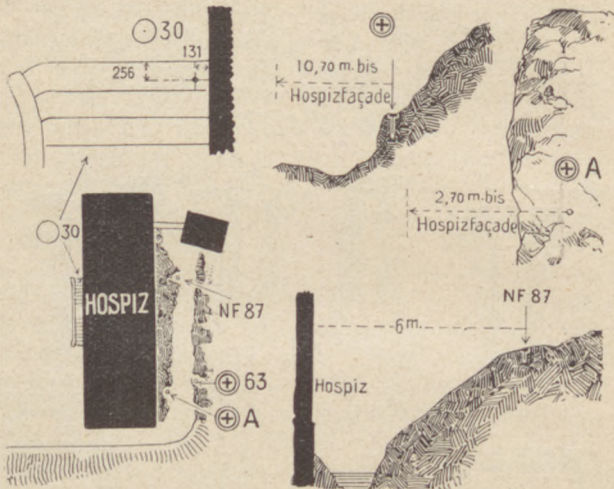
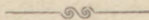


Fig. 26. Croquis der Höhenmarken beim Simplonhospiz.

NF 87	+ 1626.401	Fels 6 m	von der Façade u. 42 m	von der Südostecke
⊕ 63	+ 1627.339	" 10,70 m	" " "	" 17,50 m " "
⊕ A	+ 1626.451	" 2,70 m	" " "	" 10,45 m " "
⊙ 30	+ 1623.865	Perrontreppe links, unterste Stufe (nicht sehr fest).		

Fällt ein Fixpunkt des Nivellements mit einem Triangulationspunkte zusammen (was nur ganz selten der Fall sein wird), so stationiert der Triangulationsingenieur über dem betreffenden Punkte, nimmt den vom Nivellement gefundenen Höhenwert in sein Protokoll auf und legt ihn allen übrigen Höhenrechnungen zugrunde. Ferner wird der Geodät über möglichst vielen Punkten des Höhennetzes seinen Theodoliten aufpflanzen, um von diesen höhefixen Punkten aus seine trigonometrischen Signale zum Zwecke der Höhenbestimmungen einzumessen. In jedem Falle dienen ihm die Nivellementsunkte als sicherste Kontrolle für die von ihm trigonometrisch abgeleiteten Höhenwerte seiner Signale.



Nehentwürfe.

Wir stehen immer noch bei den grundlegenden Vorarbeiten, welche für die Erstellung einer Landkarte notwendig sind. Bisher haben wir gesehen, wie einzelne über das ganze Land verteilte Hauptpunkte, welche später der Detailaufnahme als Grundlage dienen müssen, durch die Landestriangulation miteinander verkettet, und wie deren gegenseitige Entfernungen trigonometrisch berechnet werden. Jetzt handelt es sich zunächst darum, die festgelegten Triangulationspunkte in dem für die Karte gewählten Maßstabe auf einem Blatte einzuzichnen. Diese Arbeit ist nicht so leicht, wie sie auf den ersten Blick erscheinen könnte. Wohl würden die Dreieckseiten mit einem Millimeterstabe abzutragen und an dieselben jeweils die Winkel mit einem Transporteur anzuschließen und so nach und nach das ganze Dreiecknetz der Landestriangulation zu konstruieren sein; damit wäre aber noch nicht alles erreicht. Das Dreiecknetz, so gut und richtig es konstruiert sein könnte, würde gleichsam in der Luft hängen und ohne irgend welche Orientierung sein. Nun aber ist das Land, dem das Dreiecknetz angehört, ein Teil der Erdoberfläche, mit welcher es organisch verbunden ist. Hieraus folgt, daß man auch das Abbild des Landes in organische Verbindung mit dem Erdsphäroid bringen, das heißt daß man schon aus dem Bilde selber erkennen muß, welchem Teil der Erde das abgebildete Land angehört.

Es ist zu allgemein bekannt, wie die Erdoberfläche eingeteilt wird, als daß man sich lange bei diesem Gegenstande aufhalten dürfte. Da sich die Erde um einen ihrer Durchmesser, um die Erdachse dreht, so war es wie selbstverständlich, daß man diesen Durchmesser, dessen Enden Nord- und Südpol sind, zur Grundlage aller Lagenbestimmungen auf unserem Globus nahm. Zunächst dachte man sich durch den Mittelpunkt der Erde und senkrecht zur Erdachse eine Ebene gelegt;

diese schneidet die Erde in einem Kreise, den man Aequator,

das ist Gleiches, heißt: letzterer wird deshalb so genannt, weil er den Erdglobus in zwei gleiche Teile, in die nördliche und in die südliche Halbkugel

(Hemisphären) scheidet. Wenn wir nun mit dem Erdradius

aus dem Mittelpunkt der Erde vom Nordpol zum Südpol Kreise ziehen, so

schneiden diese den Aequator und stehen auf ihm senkrecht. Jeden so vom Nordpol zum Südpol gezogenen Halbkreis nennt man einen Meridian- oder Längengreis. Theilte man den Aequator in 360 Bogengrade, so lassen sich auf diese ebenfalls 360 Meridiane ziehen; letztere unterscheidet man vom Anfangs- oder Nullmeridian (Ferro, Greenwich, Paris) aus gegen Osten und Westen in östliche und westliche Längen. Bekanntlich gibt es bis heute noch keinen internationalen Nullpunkt für den Beginn dieser wichtigen Zählung. — Theilen wir irgendeinen Meridian vom Aequator aus nach Nord und Süd in 90 Bogengrade und legen wir durch diese senkrecht zur Erdachse Ebenen, so schneiden letztere die Erdkugel in 180 Kreise; diese nennt man Breitenkreise. Wie man nun senkrecht zu jedem kleinsten Bogenteilchen des Aequators einen Meridian ziehen kann, so lassen sich auch senkrecht zur Erdachse unendlich viele Breitenkreise ziehen. Mit andern Worten heißt das, es gibt zu jedem Punkte der Erdoberfläche eine Länge (Meridian) und eine Breite (Fig. 27). Gleich wie man im allgemeinen Längen und Breiten geographisch

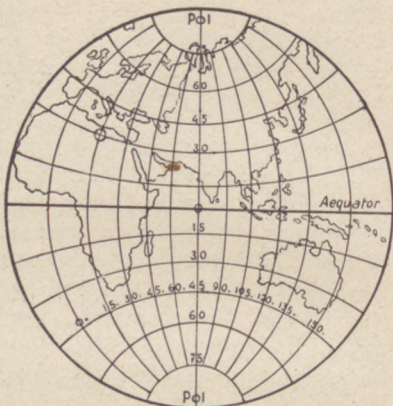


Fig. 27. Geographische Ortsbestimmung.

○ Ort 30° nördl. Breite.

15° östlicher Länge (Paris).

Orientierung nennt, so heißen die Länge und die Breite eines bestimmten Ortes die geographischen Koordinaten desselben. Aus ihnen kann jederzeit unzweideutig der Standort des betreffenden Ortes auf der Oberfläche der Kugel bestimmt werden.

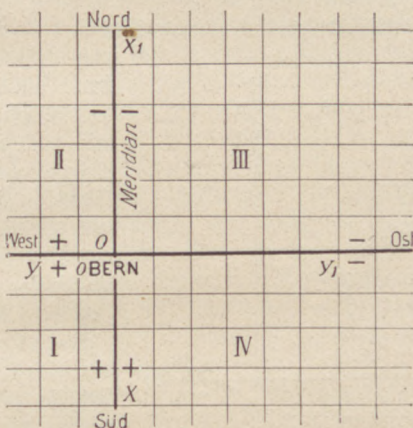


Fig. 28. Rechtwinkliges Koordinatennetz mit Nullpunkt Bern.

Kehren wir nun wieder zu unserem Gegenstande, das heißt zu unsern Triangulationspunkten zurück und sehen wir weiter zu, wie diese auf einem Blatte abgebildet werden können, welches zugleich die geographische Orientierung bietet. Um uns nicht allzusehr in Theorien zu verlieren, benutzen wir gleich als praktisches Beispiel die topographischen Kartenaufnahmen der Schweiz. Zur richtigen längentreuen Eintragung sowohl der trigonometrischen Punkte als auch des später sich an diese anschließenden Details nahm man zu folgendem einfachen Mittel seine Zuflucht. Man dachte sich durch die Sternwarte von Bern, deren geographische Länge und Breite ermittelt waren, ein geradliniges rechtwinkliges Koordinatenkreuz gelegt. Den Berner Meridian (vielmehr die Tangente an diesen) nahm man als Abszissen- und den Breitenkreis als Ordinatenachse an. Vom

Nullpunkte aus wurde nun ein geradliniges quadratisches Netz entworfen, welches auf den Karten 6 cm Maschenweite hatte; diese 6 cm entsprechen beim Maßstabe 1:50 000 in der Wirklichkeit einer Länge von 3000 und bei jenem 1:25 000 einer solchen von 1500 m (Fig. 28).

In dieses Koordinatennetz hinein müssen die Triangulations-

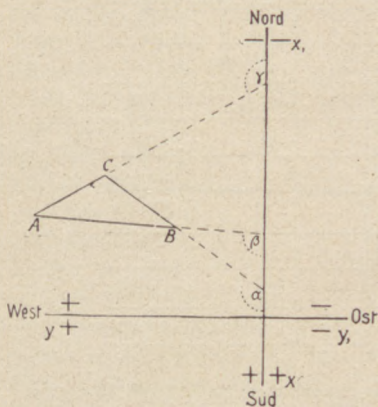


Fig. 29.

Die Azimute eines Triangulations-Dreiecks.

punkte gezeichnet werden. Einestheils um diese zeichnerische Arbeit mit möglichster Sorgfalt ausführen zu können und andernteils um die auf das rechtwinkelige Koordinatensystem sich beziehenden Werte der Triangulation in aller mathematischen Schärfe zu besitzen, werden die Koordinaten jedes einzelnen Punktes durch eine trigonometrische Rechnung ermittelt. Zu diesem Zwecke müssen noch die Azimute aller Dreiecksseiten des Triangulationsnetzes, das heißt jene Winkel gesucht werden, welche jede Dreiecksseite mit dem Berner Meridiane (in unserem Falle also mit der Abszissenachse) bildet (Fig. 29). Zur Feststellung der Größe dieser (Azimute) bedarf es keineswegs neuer Messungen, sondern nur neuer Berechnungen. Vorausgesetzt ist nur, daß der erste Azimutwinkel vom Nullpunktmeridian aus nach irgend einem Dreieckspunkte auf astronomischem Wege bestimmt ist. Alle andern Azimute des gesamten Dreiecknetzes lassen sich dann durch einfache arithmetische Operationen ermitteln. In der Schweiz wurden sämtliche Azimute aus dem ersten Azimut Sternwarte-Bern — Chasseral

punkte gezeichnet werden. Einestheils um diese zeichnerische Arbeit mit möglichster Sorgfalt ausführen zu können und andernteils um die auf das rechtwinkelige Koordinatensystem sich beziehenden Werte der Triangulation in aller mathematischen Schärfe zu besitzen, werden die Koordinaten jedes einzelnen Punktes durch eine trigonometrische Rechnung ermittelt. Zu

abgeleitet. — Es mag hier noch beigefügt werden, daß sich aus den rechtwinkligen Koordinaten der Dreieckspunkte auch deren geographische Koordinaten (Länge und Breite) allerdings mit ziemlich verwickelten mathematischen Formeln berechnen lassen.

Eine einfache Ueberlegung wird uns nun weiter sagen, daß sich doch unmöglich die gegenseitigen Entfernungen der Triangulationspunkte eines größeren Landes mit aller mathematischen Schärfe durch rechtwinklige Koordinaten abbilden lassen können; dies aus dem einfachen Grunde, weil jene Triangulationspunkte in Wirklichkeit nicht in einer Ebene, sondern auf der Oberfläche einer Kugel liegen. Man wird nun sagen, wickeln wir kurzer Hand die Kugelfläche oder wenigstens Teile derselben in eine Ebene ab und wir entgehen jeder Schwierigkeit. Aber mit dieser Frage stehen wir vor einem der größten Probleme der Mathematik. Ueber dieser schweren Aufgabe der Berechnung der Kugelfläche haben sich durch alle Jahrhunderte hindurch die Köpfe der bedeutendsten Mathematiker heißstudiert.

Schon den Alten war es klar, daß eine absolut genaue Abwicklung der Kugelfläche in eine Ebene ein Ding der Unmöglichkeit ist. Um so mehr suchte man aber nach Methoden, welche möglichst gute Näherungswerte geben würden. Vor allem waren es die Kartographen aller Zeiten, welche sich mit dieser Frage beschäftigten, denn sie waren dabei am meisten interessiert. Sie konnten sich nicht hinter den zwar richtigen Spruch verstecken, nur auf einem Globus können wir unsere Erdbilder genau zur Darstellung bringen, sondern sie waren gezwungen, die Länder, die Erdteile und die sie umspülenden Ozeane in Ebenen darzustellen. Die verschiedenen dabei befolgten Darstellungsmethoden nennt man Kartenprojektionen. Weil zunächst die nekartig über die Erdkugel gelegten Länge- und Breitengrade verebnet werden und weil diese auf dem Papier wieder nekartige Figuren bilden, so nennt man diese Methoden wohl auch Gradneuentwürfe.

Die Zahl der bis auf den heutigen Tag ausgedachten Kartenprojektionen ist außerordentlich groß und ihre Namen

sind so fremdartig und klingen so hochwissenschaftlich, daß oft auch mancher Gebildete mit Kopfschütteln über sie hinweggeht. Schlägt man dann erst noch ein Fachbuch über Kartennekentwürfe auf und sieht dort neben den verwickeltesten geometrischen Zeichnungen die ellenlangen mathematischen Entwicklungen, nach welchen die einzelnen Netze berechnet werden, so ist bald das Urtheil fertig, daß man von dieser Wissenschaft auch nicht das Wesentlichste erlernen könne. Sieht man aber einmal die Netze unvoreingenommen und furchtlos an, so löst sich vieles in ein leichtes Spiel auf. Daß sich übrigens ein Kartenliebhaber so in die Netze vertiefen muß, wie es die Kartenkonstrukteure zu tun gezwungen sind, ist selbstverständlich nicht notwendig.

Die verebneten Gradnetze nehmen gleich andere Formen an, je nachdem die ganze Erde oder nur eine Halbkugel oder ein Erdteil oder nur ein einzelnes Land in Karten dargestellt werden. Will man darüber eine allgemeine Vorstellung gewinnen, so greife man nur nach einem Schulatlas oder noch besser nach einem größern Handatlas, und schon beim ersten oberflächlichen Durchblättern werden die verschieden geformten Gradnetze auffallen. Wünscht man dann einen Begriff von der Richtigkeit der in den Atlanten dargestellten Länder zu haben, so nimmt man einen Erdglobus zur Hand und macht daran die Vergleichung. Es sollte überhaupt auf dem Schreibtische eines Gebildeten der Erdglobus nicht fehlen. Auch wenn dieser nur klein ist, so birgt er dennoch eine ganze Bibliothek geographischer und geophysischer Schriften in sich und ist dabei beständig ein aufgeschlagenes Buch.

Durchwandern wir nun für einen Augenblick das vielverzweigte Gebiet der Kartenprojektionen und geben wir dabei vor allem auf die Haupttypen acht. Die einfachste Abbildung einer Kugel bietet uns die Natur selber und zwar im Monde. Wir sehen denselben als Scheibe, das heißt wie wenn durch seinen Mittelpunkt senkrecht zu uns eine Ebene gelegt und jeder Punkt der uns zugekehrten Mondfläche auf jene geradlinig (orthographisch) projiziert wäre (Fig. 30). Denken wir

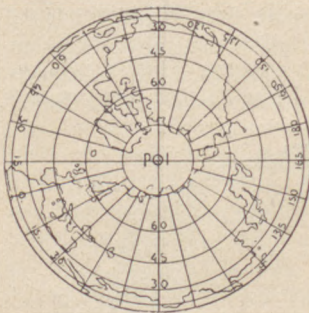


Fig. 31. Gradnetz der orthographischen Polarprojektion.

erhalten wir von der auf diese Ebene projizierten Halbkugel die sogenannte orthographische Horizontalprojektion. Bei ihr nehmen sowohl die Längen als auch die Breiten elliptische Form an (Fig. 33).

Bleiben wir bezüglich des



Fig. 33. Gradnetz der orthographischen Horizontalprojektion.

ziert werden, so haben wir die orthographische Aequatorialprojektion (Fig. 32). Bei dieser erscheinen die Breitenkreise als gerade Linien und die Längenkreise als Ellipsen. — Denkt man sich in irgend einem Punkte der Kugeloberfläche senkrecht zum Erdhalbmesser eine Projektionsebene gelegt, so



Fig. 32. Gradnetz der orthographischen Aequatorialprojektion.

ganz bei den vorigen drei Fällen, denken wir uns aber das Auge nicht in unendliche Entfernung von der Erdkugel, sondern in die Oberfläche derselben verfest, so erhalten wir die sogenannten stereographischen Projektionen. Ist beispielsweise das Auge — und so ist es bei der stereographischen Aequatorialprojektion (Fig. 34) auf einem Punkte des Aequa-

tors gedacht und geht die Bildebene durch die beiden Pole, so wird die dem Auge gegenüberliegende Halbkugel­fläche auf die Projektionsebene projiziert; es geschieht dies dadurch, daß jeder Punkt der Halbkugel­fläche auf der Projektionsebene dort aufgehoben wird, wo der vom Auge zum betreffenden Punkte gehende Strahl die Ebene schneidet. Mit Ausnahme des Aequators und des mittleren Läng­kreises, welche in der Pro­jektion gerade Linien bilden, erscheinen die übrigen Längen

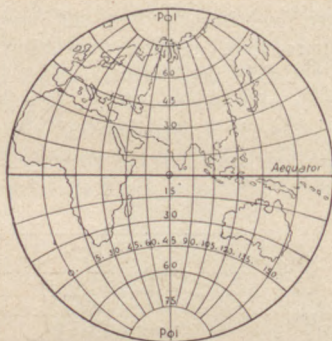


Fig. 34. Gradnetz der stereographischen Aequatorialprojektion.

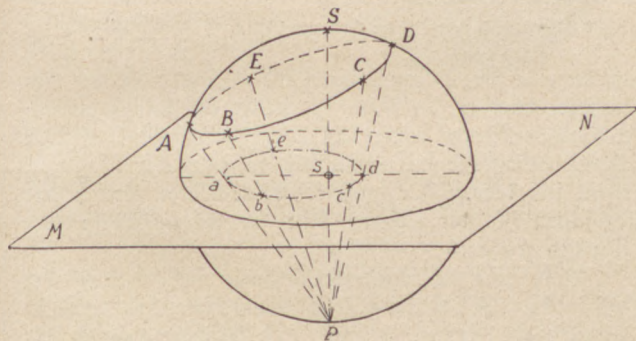


Fig. 35. Stereographische Projektion eines kleinen Teiles der Erdoberfläche.

und Breiten als Kreisbögen, deren Mittelpunkte auf der Polar- und der Aequatorialachse oder deren Verlängerungen liegen.

Es versteht sich wohl von selbst, daß nach den angeführten Projektionen nicht immer die ganze Halbkugel abgebildet werden

muß, sondern daß man auch bloß ein einzelnes Land projizieren kann. Letzteres veranschaulicht Fig. 35, wo das Stück *ABCDE* nach stereographischer Projektionsmethode auf der Ebene *MN* verebnet (*abcde*) ist.

Beinahe selbstverständlich mag es erscheinen, daß man sich schließlich auch noch das Auge im Mittelpunkt der Erde dachte und die Bildebene die Kugeloberfläche tangieren ließ. Die

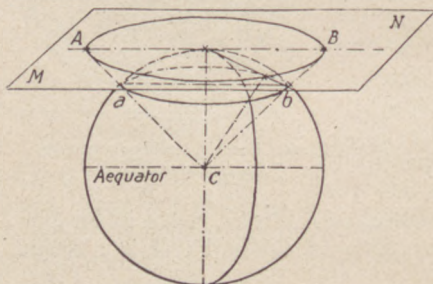


Fig. 36. Veranschaulichung der Zentralprojektion.

im Äquator oder in irgend einem andern Punkte berührt. Ein einfacher Blick auf die Figur 36, welche das Prinzip der zentralen Projektion veranschaulicht, läßt sofort erkennen, daß diese Projektionsmethode nur für die Abbildung kleinerer Gebiete geeignet sein kann. Für größere Gebiete würde nämlich das Projektionsbild der äußeren Teile bis ins Unendliche auseinander gezogen.

Wenn auch die bedeutende Vergrößerung des Maßstabes von der Mitte zum Rande einen wirklichen Mangel der zentralen Projektionen bedeutet, so muß diese Methode dennoch für kleinere Gebiete als eine vorzügliche bezeichnet werden. Dies gilt vor allem für eine ihrer Abarten, welche im folgenden besprochen wird und welche sogar zur Abbildung der gesamten Kugeloberfläche verwendet werden kann. Wenn man auch nur einen Würfel um den Erdglobus so legt, daß den Äquator vier und die Pole zwei Würfel Flächen berühren, kann vom

nach dieser Methode erhaltenen Projektionen nennt man zentrale oder gnomische. Man unterscheidet die Zentralprojektion weiter in eine polare, äquatoriale oder horizontale, je nachdem die Abbildenebene die Kugel in einem Pole,

Mittelpunkte aus auf diese sechs Flächen die ganze Kugeloberfläche projiziert werden. Immerhin sind die gegen die Kanten des Würfels zu auftretenden Verzerrungen ziemlich groß und störend. Legt man nun anstatt des Würfels einen regelmäßigen Vielsächner um die Kugel und projiziert man die Kugelfläche auf den Vielsächner, so werden die Verzerrungen an den Kanten um so geringer werden, je mehr man die Flächenzahl des Polyeders steigert. Diese Art von Abbildung nennt man Polyederprojektion. In mehreren größern Staaten gelangte sie deshalb für die Meßtischblätter der topographischen Originalaufnahmen zur Verwendung, weil sie nur ein Minimum von Verzerrungen in bezug auf Länge, Winkel und Fläche aufweist.

Die bis jetzt besprochenen Projektionsmethoden haben das gemeinsam, daß bei ihnen die Abbildflächen eben sind. Nun gibt es noch eine weit größere Anzahl von Methoden, bei welchen die Projektion der Kugeloberfläche auf krumme Flächen geschieht. Letztere werden dann aber nach erfolgter Projektion in ebene Flächen abgewickelt. Die erste Gruppe dieser Projektionsart bringt die Zylinderfläche mit der Kugelfläche in Verbindung. An die sogenannte Zylinderprojektion knüpfen sich die Namen der beiden bedeutendsten Kartenzeichner aller Jahrhunderte, nämlich jener des Klaudius Ptolemäus (um 120 u. Chr.) von der berühmten Alexandriner-schule und jener des Merkator (gest. 1594), des Reformators der Kartographie im humanistischen Zeitalter (Fig. 37).

Ptolemäus ließ den Zylinder mit dem Aequator tangieren und projizierte von dem Globusmittelpunkte aus die Ober-



Fig. 37. Merkator (1512—1594).

4.

flächenpunkte der Kugel auf den Zylinder. Auf diesem erscheinen sowohl die Längtenkreise, wie auch die Breitenkreise als gerade Linien, welche aufeinander senkrecht stehen. Da man aber bemerkte, daß die in Wirklichkeit gegen die Pole sich verengenden Breitenkreise auf dem Zylinder gleich groß wie der Aequator werden und daß die auf der Erde gegen die Pole konvergierenden Meridiankreise in der Projektion als zu einander parallel erscheinen, dachte ein anderer berühmter Kartograph des Altertums, Marinus von Tyrus, auf Abhilfe. Zunächst konstruierte er das Gradnetz quadratisch,

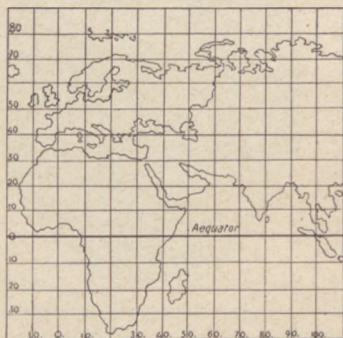


Fig. 38. Gradnetz einer Plattkarte.

legte dann seiner Projektion einen Zylinder zu

Grunde, dessen Basis dem 36ten Breitenkreis gleich war, und ließ den Projektionszylinder ebenfalls beim 36ten Breitenkreis die Kugel durchdringen. Die nach diesem System konstruierten Karten nennt man Plattkarten (Fig. 38). — Auch heutzutage wendet man noch diese Projektionsart an, immerhin mit dem

Unterschiede, daß man die Zylinderfläche beim mittleren Parallelkreis des abzubildenden Landes eindringen läßt, wodurch die Verzerrungen möglichst verringert werden.

Merkator, eine wirkliche Koryphäe unter den Erdbeschreibern, hat zuerst die bis zu seiner Zeit bekannten Projektionen mit aller mathematischen Schärfe durchgearbeitet. Er hat ferner mit Rücksicht auf den Umfang und die Lage der darzustellenden Teile der Erdoberfläche angegeben, welche Projektionsart in den einzelnen Fällen mit dem größten Nutzen zur Anwendung kommen kann. Endlich war Merkator der eigentliche Reformator der zylindrischen Projektion. Er erkannte, daß

die aus dem Altertum herübergenommenen und durch das Mittelalter hindurch gebräuchlichen Plattkarten an einem fehlerhaft konstruierten Gradnetz franken und daß sie aus diesem Grunde der Schiffahrt keinen richtigen Dienst leisten können. Mit seinem mathematischen Scharfsinne ermittelte er, daß im Gradnetz der Plattkarten die Breiten-



Fig. 39. Gradnetz nach Merkators Projektion.

kreise geradlinig und gleichlang bleiben können, daß aber die darauf senkrechten Meridiane in der Richtung nach den Polen verlängert werden müssen und zwar um den Sekantenswert der betreffenden Breite. Gestützt auf die nach diesen Grundätzen konstruierten Gradnetze (Merkators Projektion), schuf der große Kartograph Erdkarten, auf welchen die Seelente den Schiffskurs zwischen zwei Orten einfach als gerade Linien einzeichnen konnten. — Auch selbst noch in unsern Tagen

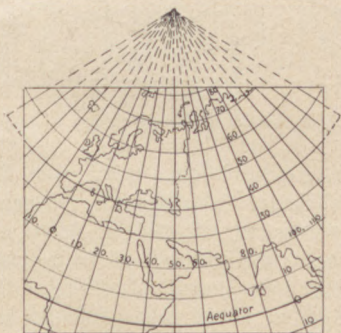


Fig. 40. Gradnetz der reinen Kegelpjektion.

fehlt wohl in keinem Atlas eine Darstellung der Erdoberfläche in Merkators Projektion; man benutzt sie mit Vorliebe in physikalischen und andern Karten, wo man einer allgemeinen Uebersicht aller Länder und Meere bedarf.

Ebenso leicht wie ein Zylinder schmiegt sich auch ein Kegel einer Kugel an.

Auf diesen lassen sich aus dem Kugelmittelpunkte die Einheiten der Kugeloberfläche projizieren. Nach der Projektion wird wie früher der Zylindermantel, so hier der Kegelmantel gleichjam aufgeschnitten, abgewickelt und in eine Ebene aus-

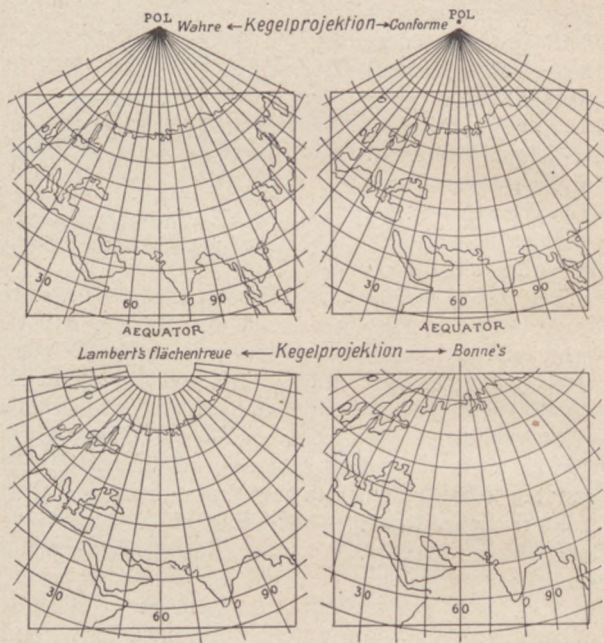
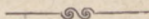


Fig. 41. Verschiedene Modifikationen der Kegelprojektion.

gebreitet. Bei der reinen Kegelprojektion, wobei man sich die Kegelspitze in der verlängerten Erdachse denkt, verlaufen die Meridiane auf dem projizierten, abgewickelten Bilde als radiale gerade Linien und die Breitenkreise als konzentrische Kreisbogen (Fig. 40). Auch diese Projektionsmethode, welche für nicht sehr ausgedehnte Länder in den meisten Atlanten verwendet wird, wurde ebenfalls schon im grauen Altertume er-

sonnen, aber in der Folgezeit vielfach verändert. Veränderungen am Gradnetz der Kegelprojektion nahmen vor: Merkator, Sanson (1600—1667), Flamsteed (1646—1719), Bonne (1727—1794), Lambert (1728—1777) und andere. Wir beschränken uns darauf, einige von diesen Mathematikern und Kartographen ausgedachten Gradnetze im Bilde vorzuführen.

Es muß hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß unser Gang durch die hauptsächlichsten Kartenprojektionen ein rascher und flüchtiger war. Um den Leser nicht zu ermüden, wurde auf die tiefere wissenschaftliche Seite der Projektionen bezüglich ihrer „Winkeltreue“ und „Flächentreue“ nicht eingegangen. Kehren wir nun wieder zu unsern Triangulationspunkten zurück und sehen wir zu, wie der Topograph die Detailaufnahme des Landes an jene anschließt.



Detailaufnahme.

Durch eine gut ausgeführte und genau berechnete Triangulation sowie durch die Stränge eines Präzisionsnivelements sind die großen und unerläßlichen Vorbedingungen gegeben, um zur Detailaufnahme eines Landes schreiten zu können. Da diese letztern Arbeiten wegen ihrer Kostspieligkeit, wegen Mangel an eingeschultem Personal und aus manchen andern Gründen nicht gleichzeitig im ganzen Lande in Angriff genommen werden können, so benötigt man selbstverständlich auch nicht auf einmal die gesammte Landestriangulation. Es genügt, daß jeweilen jener Teil geodätisch trianguliert und berechnet ist, in welchem man gerade die Detailaufnahme zu machen beabsichtigt.

Der Zweck dieser Aufnahmen besteht darin, eine genaue, planimetrische Beschreibung eines Landes zu liefern. Die trigonometrisch bestimmten Punkte bilden bei diesen Arbeiten gleichsam das magere, aber absolut feste Gerüste, welches mit den in einer Karte darstellbaren Bestandteilen der Erdoberfläche umkleidet werden muß. Dazu gehören Berg und Thal, Felsgrund und Pflanzboden, die stehenden und fließenden Gewässer, sowie die künstlichen Bedeckungen des Terrains, das heißt die Schöpfungen der menschlichen Kultur wie Anpflanzungen und bauliche Einrichtungen jeglicher Art. Wie nichts anderes trägt die Kenntnis der Arbeitsweise eines Topographen* (Geometer für Landesaufnahme) zum Verständnis der topographischen Kartenwerke bei. Aus diesem Grunde werden wir den Topographen bei allen seinen Arbeiten, sowohl auf dem Felde, als im Bureau begleiten und beobachten.

Da beinahe in allen Staaten die Landesaufnahme von der Armee besorgt wird, so werden meistens Offiziere, welche sich ihre mathematische und technische Bildung auf Kriegsschulen geholt haben, zur Topographie kommandiert. Es

versteht sich wohl von selbst, daß die betreffenden Oberleiter der Vermessungsämter mit aller Aufmerksamkeit darüber wachen, daß nur tüchtige und gutgeschulte Ingenieure zu einer Arbeit herangezogen werden, welche große Sorgfalt und Genauigkeit erfordert, und welche von tiefgehender Bedeutung für das Land ist. Dort, wo man aber, wie beispielsweise in der Schweiz, die topographischen Arbeiten an Zivilingenieure vertraglich übergibt, werden die Aufnahmen einer peinlich genauen Prüfung unterzogen und erst dann angenommen und bezahlt, wenn man diese als richtig und vertragsgemäß aus-

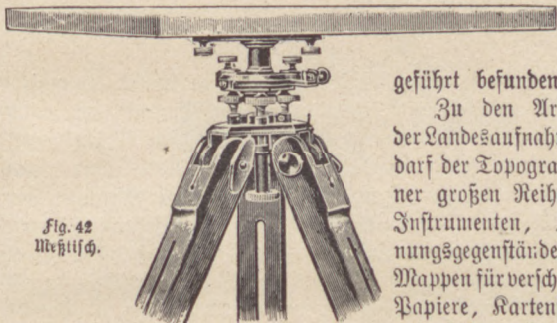


Fig. 42
Meßtisch.

geführt befunden hat.

Zu den Arbeiten der Landesaufnahme bedarf der Topograph einer großen Reihe von Instrumenten, Zeichnungsgegenständen und Mappen für verschiedene Papiere, Kartenskizzen und Hefte. In erster

Linie ist hier die aus Lindenholz gefertigte Meßtischplatte zu nennen, auf welcher die planimetrische Nachbildung des aufzunehmenden Stückes Erdoberfläche gezeichnet wird. Die Meßtischplatte (Fig. 42) wird durch drei Schrauben auf ein Dreifußstativ befestigt. Am Kopfe dieses Stativs sind nicht nur verschiedene Schrauben angebracht, welche das Festklemmen der drei Füße und das Horizontalstellen der Tischplatte gestatten, sondern es befindet sich auch eine Vorrichtung an demselben, mittelst welcher ein feines Drehen des Brettes in der horizontalen Lage bewirkt werden kann. Letzteres wird bei jeder Meßtischaufrichtung notwendig. Vor jedem Weiterarbeiten wird nämlich das Meßtischbrett zuerst orientiert, das heißt durch die Magnetnadel (mit Gradeinteilung unter den Magnetspitzen),

welche in einem rechteckigen Schächtelchen liegt, in die gleiche Richtung (Nord=Süd) gebracht, welche es bei der ersten Aufnahme hatte. Die Orientierbusssole (Fig. 43) gehört somit auch zur Ausstattung des Topographen.

Unerlässlich ist ferner der Messtischauflatz oder die sogenannte Kippregel (Fig. 44). Diese besteht in den Hauptteilen

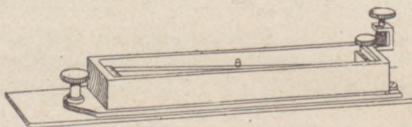


Fig. 43. Orientierbusssole.

aus einem metallenen Lineal, an welchem gewöhnlich ein zweites parallel verschiebbares Lineal angebracht ist, und aus einem daraufgesetzten Fernrohr, das sich in vertikaler Richtung mit grober und feiner Einstellung um einen Kreis oder einen Kreisbogen drehen (kippen) läßt. An diesem Apparate, der in verschiedenen Formen konstruiert wird, sind sozusagen immer als Hilfsinstrumente ein Doseniveau und wenigstens noch eine Röhrenlibelle angebracht, oft aber auch die Orientierbusssole und ein Verjüngungsmaßstab im Verhältnis des Maßstabes der Originalaufnahmen. Die Kippregel dient zur Angabe der Richtung, in welcher ein aufzunehmender Punkt des Terrains auf der Zeichnung zu liegen kommen muß, und zugleich zur Ermittlung der Entfernung jenes Punktes von der Fernrohrachse. Hierzu benötigt man noch der Meß- oder Distanzlatte. Diese trägt eine scharfmarkierte Einteilung und ist unten mit einem eisernen Schuh zum Einstoßen in die Erde versehen. Wie wir später sehen werden, kann der Topograph im Fernrohr der Kippregel, welches er auf die Distanzlatte einstellt, direkt die Entfernung ablesen.

Bevor der auf diese Weise mit den notwendigen Meß- und Zeicheninstrumenten versehene Topograph in sein Aufnahmegebiet abreist, wird ihm vom Vermessungsamte das Zeichenpapier auf die Messtischplatte aufgespannt. Da sehr

viel daran liegt, daß nicht nur die von den verschiedenen Topographen eingelieferten Aufnahmeblätter gleichmäßig bearbeitet sind, sondern daß diese Blätter, wenn man sie den gleichen klimatischen Einflüssen aussetzt, auch bezüglich Ausdehnung und Zusammenziehen dieselben Veränderungen zeigen, so muß für alle Blätter das gleiche Papier und die gleiche Art der Bepannung gewählt werden. Meistens nimmt man zur Verbindung des Papiers mit der Meßtischplatte ein gutes Eiweiß; wenn nämlich die ganze Papierseite, welche mit der Oberfläche des Meßtisches in Berührung kommt, gleichmäßig

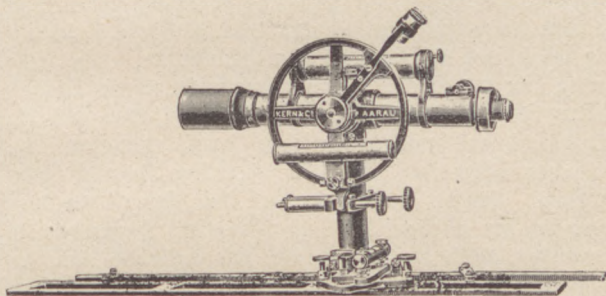


Fig. 44. Kippregel.

mit Eiweiß überstrichen wird, so kann dadurch dem Entstehen von Blasen oder Unebenheiten vorgebeugt werden.

Die Zeichnungsarbeit selbst beginnt ebenfalls nicht erst auf dem Felde, sondern schon auf dem Vermessungsamte. Vorerst werden dort für das betreffende Blatt die geographischen Längen und Breiten bestimmt und zwar nach dem oben besprochenen Netzplane, welches gestützt auf genaue astronomische Ortsbestimmungen und unter Zugrundlegung eines Kartenprojektions-systemes für das ganze Land sorgfältigst berechnet ist. Bisweilen, z. B. in der Schweiz, werden aber die geographischen Koordinaten nur am Rande angedeutet, während auf dem Blatte selbst rechtwinkelige Parallelkoordinaten gezeichnet werden.

Mit der Kenntnis dieser Koordinaten sind aber dem Topographen noch keine sichern Ausgangspunkte für die Detailaufnahme gegeben; er erhält solche erst durch die Einzeichnung der von den Geodäten eingemessenen und berechneten trigonometrischen Punkte. Diese werden dem Topographen, welchem auch die genauen Koordinatenwerte dieser Punkte mitgeteilt werden, auf dem Meßtischplatte mit feinen Nadelstichen markiert.

Nach diesen Vorbereitungen kann sich der Ingenieur-Topograph mit der Meßtischplatte und seinen übrigen Instrumenten auf das Arbeitsfeld begeben. Die von ihm aufzunehmende Kartensektion ist geradlinig abgegrenzt und umfaßt je nach den verschiedenen Staaten beim Maßstabe 1:25000 ein Gebiet von 60 bis 100 Quadratkilometer. Da heutzutage alle europäischen Länder, wenn nicht genaue Spezialkarten, so doch Uebersichtskarten besitzen, so kann sich der Topograph auf denselben wenigstens soweit orientieren, daß er einen allgemeinen Ueberblick über sein Aufnahmegebiet gewinnt. Häufig sind sodann auf den Gemeindefanzleien oder bei den Großgrundbesitzern Flur- und Gemeindefarten vorhanden, welche ebenfalls manche gute Aufschlüsse über den Charakter des Landes geben können. Wenn aber auch noch so gute Vorarbeiten zur Hand sind, so darf es der Topograph dennoch nicht versäumen, vor Beginn seiner verantwortungsvollen Arbeit das ganze Sektionsgebiet nach verschiedenen Richtungen zu durchqueren, um auf diese Weise die Bodengestaltung, den Zusammenhang der Wasser Systeme, die Hauptverkehrslinien, die Beschaffenheit der Waldgestelle usw. näher kennen zu lernen. Der Landaufnehmer muß wie ein Künstler zuerst das Land geistig in sich aufnehmen, um es dann als ein Ganzes, in welchem alle Einzelheiten organisch miteinander verbunden sind, wiedergeben zu können.

Da öfters und besonders dort, wo die Landesmessung in den Händen des Militärs liegt, ganze Reihen von Sektionen gleichzeitig in Angriff genommen werden, müssen sich die Nachbar-topographen über viele Punkte zum voraus miteinander verständigen. Vereinbarungen müssen jedenfalls getroffen werden

über die gemeinsame Bearbeitung der Sektionsränder, welche unter allen Umständen genau zusammenpassen müssen. Letzteres ist doppelt wichtig für lange gerade Linien, welche von einem Blatt in das andere hinüberreichen. Ferner muß oft ein Topograph in der Nähe des Blattraudes die Lage eines Punktes mit großer Mühe und Sorgfalt bestimmen; der gleiche Punkt kann aber unter Umständen auch dem Nachbar von großer Wichtigkeit sein, weshalb ihm die Mitteilung der betreffenden Koordinatenwerte sehr nützlich wird.

Im allgemeinen werden die Geodäten bei der Landes-
triangulation so viele Punkte dritter und vierter Ordnung bestimmen, daß jedem Topographen für dessen Sektion eine hinreichende Anzahl von Punkten zur Verfügung gestellt werden kann, damit er seine Aufnahme mit genügender Genauigkeit zu machen imstande ist. Fehlt ihm aber die dazu notwendige Anzahl trigonometrischer Punkte, so sieht sich der Ingenieur-
Topograph in die Zwangslage versetzt, selbst solche auf der von ihm zu kartierenden Gegend zu bestimmen und zwar durch die sogenannte graphische Triangulation. Er sucht zu diesem Zwecke bei der allgemeinen Refognoszierung auf hervorragenden Höhen oder auf sonstigen weithin sichtbaren Orten geeignete Punkte aus und versieht diese mit gut sichtbaren Signalstangen, welche wenigstens für die Zeit seiner Aufnahmen dauern sollen. Sind alle diese Punkte mit den Signalen versehen, so begibt sich der Topograph nacheinander auf jeden Triangulationspunkt, der ihm im Vermessungsamte gegeben worden war. Er stellt über denselben den Meßtisch auf und orientiert ihn genau. Nun legt er die Kippregel an den eingezeichneten Punkt, über dem er stationiert, visiert nach jedem Signal der neuzubestimmenden Punkte und zieht dem Lineal entlang jeweilen die Richtungslinie. Daselbe Verfahren befolgt er auf dem zweiten Triangulationspunkte; wenn er von hier aus die Richtungslinien zieht, so werden diese die von dem ersten Standort aus gezogenen schneiden. Die Schnittpunkte geben sodann die Lage der Neubestimmten Punkte auf dem Meßtischblatte an. Hat der Topograph noch einen dritten oder vierten Trian-

gulationspunkt in seinem Gebiete, so wird er auch auf diesem stationieren und seine Punkte von hier aus bestimmen oder „vorwärts einschneiden“, wie der technische Ausdruck heißt.

Der Topograph darf sich aber nicht damit zufrieden geben, nur die Lage und die horizontale Entfernung der von ihm graphisch triangulierten Punkte bestimmt zu haben; er muß auch die Höhenverhältnisse jener Punkte kennen. Die Höhenbestimmung des anvisierten Punktes in bezug auf den Stationspunkt des Topographen ist aus der ermittelten Entfernung der beiden Punkte und dem Höhen-, bezw. Tiefenwinkel, welchen die Visierlinie mit der Horizontalebene macht, nach einer einfachen trigonometrischen Formel zu finden.¹⁾ Da aber dieses Verfahren bedeutende Fehler in sich schließen kann, so muß die Höhe eines graphisch bestimmten Punktes wenigstens aus zwei geodätisch-trigonometrischen Punkten abgeleitet werden. Alle diese Arbeiten sind von so grundlegender Wichtigkeit, daß die Topographen darüber ein ganz besonderes Protokoll führen und detaillierte Berichte an das Vermessungsamt einliefern müssen.

Es kann vorkommen, daß nicht nur der Mangel an trigonometrischen Punkten den Topographen verhindert, sofort die Detailaufnahme zu beginnen, sondern daß ausgedehnte Forste oder andere Kulturverhältnisse die Uebersichtlichkeit des Terrains beeinträchtigen und so eine geometrische Reklage unmöglich machen. In diesem Falle muß der Ingenieur neben und durch das unübersichtliche Gebiet Polygonzüge anlegen, über jedem Eckpunkte stationieren, graphisch die Winkel bestimmen und die Entfernungen von einem Punkte zum andern durch direkte Messungen oder durch Distanzmessung genau ermitteln. Visiert er vom letzten Punkt zum Ausgangspunkt, so wird es sich sogleich zeigen, mit welcher Genauigkeit er gearbeitet hat. Bei

¹⁾ Bezeichnen wir mit d die auf graphischem Wege gefundene Distanz der beiden Punkte und mit α den Höhenwinkel, so haben wir als Höhe: $h = d \operatorname{tg} \alpha$; berücksichtigt man auch noch die Refraktion und die Erdkrümmung, so geht diese Formel über in $h = d \operatorname{tg} \alpha + d^2 k$; $\log k = 2,833360 - 10$.

einer ganz tadellosen Messung müßte laut Theorie die letzte Richtungslinie absolut genau auf den Ausgangspunkt treffen.

Bei der ersten Refognoszierung schon und noch mehr bei allfälliger graphischer Triangulation und beim Legen von Polygonzügen entwirft der Topograph einen Plan für den ganzen Umfang seiner Arbeit, grenzt die Aufnahme-Rayons für die einzelnen Quartiere ab und merkt sich eine Reihe von Punkten für die Stationierung mit dem Meßtisch. Lassen wir ihn nun die Detailaufnahme auf einer Station beginnen!

Bevor der Topograph irgend welche definitive Messung vornimmt, prüft er seine Instrumente, ob sie nicht durch den Transport gelitten und ob sich nicht etwa die Regulierschrauben verstellt haben. Nach dieser Untersuchung wird der Meßtisch — wenn möglich zentrisch — über einem trigonometrischen Punkte aufgestellt, denn der Topograph wird seine Aufnahmen am liebsten über einem solchen ganz sicheren Punkte beginnen. Jede gute Meßtischaufrichtung nimmt mindestens eine Viertelstunde in Anspruch, woraus man schon erkennen kann, daß der Topograph jede Station so gut als möglich ausnützen wird, um ja nicht mehr auf dieselbe zurückkehren zu müssen. Neben dem Tisch wird ein großer Schirm aufgesteckt, welcher nicht nur das Meßtischblatt und den Topographen vor Sonne und Regen schützen soll, sondern dem Instrumententräger aus weiter Ferne auch als Signal dienen kann.

Nach Aufstellung des Tisches wird der Instrumententräger unterwiesen, an welchen Orten er die Meßplatte aufstellen muß. Wenn der Gehülfe noch nicht in seine Arbeit eingeübt ist, so kann sich der Topograph nicht darauf beschränken, jenem vom Meßtische aus die sogenannten Lattenpunkte zu bezeichnen, sondern wird mit ihm selber das Aufnahme-rayon der Meßtischstation ringsum begehen müssen.

Die Aufnahmearbeit besteht darin, daß man auf dem Meßtischblatt, also auf der Zeichnung, die Lage so vieler Punkte bestimmt, daß daraus die genaue Abbildung des Terrains ermöglicht wird. Hiezu ist vor allem nötig, daß man die Entfernung der Punkte von dem Meßtische kennt, wornach

man dieselbe im verjüngten Maßstabe in die Zeichnung eintragen kann. Wie oben schon angedeutet, bedient man sich zur Messung der Entfernungen der sog. Distanzmesser. Das Prinzip dieses Instrumentes ist äußerst einfach. In seinen Hauptteilen besteht es aus zwei horizontalen feinen Fäden, welche in der Ebene des Fadenzuges im Fernrohr angebracht sind (Fig. 45). Stellt man nun in einiger Entfernung von dem Instrumente

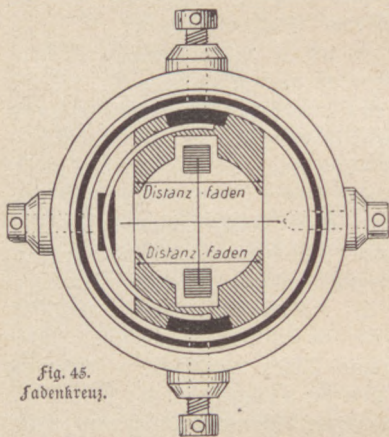


Fig. 45.
Fadenzug.

eine in Zentimeter geteilte sog. Distanzlatte senkrecht auf und visiert dieselbe vom Fernrohr aus an, so werden eine Anzahl Zentimeter der Latte zwischen den beiden Distanzfäden erscheinen. Ist das Instrument gut justiert, so gibt die Anzahl der gesehenen Zentimeter zwischen den Fäden die Entfernung der Latte von der Drehachse des Fernrohrs

in Metern an. Da die Distanzlatten gewöhnlich nur 4 Meter lang sind, so können von einer Meßstation aus nicht über 400 Meter entfernte Punkte mit dem Distanzmesser bestimmt werden. Wie leicht einzusehen ist, erfordert die genaue Einstellung des Fernrohrs, sowie die Ablesung sehr große Sorgfalt, denn eine fehlerhafte Ablesung eines Zentimeters ist in Wirklichkeit ein Fehler von einem Meter, was allerdings bei einem Maßstab 1:25 000 nicht viel zu bedeuten hat, weil hier schon einem Millimeter eine Entfernung von 25 Meter entspricht.

Die auf solche Weise abgelesenen Resultate sind nur unter der Bedingung richtig, daß die Visierlinie horizontal war. Besteht zwischen dem Stationspunkte und dem Lattenpunkte

eine Höhendifferenz, so muß für die einzutragende Entfernung eine Korrektur angebracht werden, welche aus der abgelesenen Distanz und dem Höhen-, bzw. Tiefenwinkel bestimmt wird. Die meisten Vermessungsämter geben den Topographen Tabellen in die Hand, aus welchen die Korrektur oder vielmehr das Endresultat abgelesen werden kann.¹⁾ Es sind aber auch sog. topographische Rechenschieber konstruiert, welche die verlang-

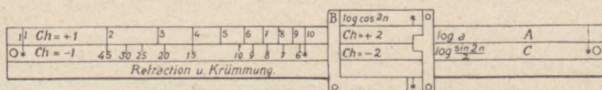


Fig. 46. Topographischer Rechenschieber.

ten Resultate ohne Rechnung, einfach mittelst einer Einstellung auf dem Schieber ergeben (Fig. 46). Die Rechenschieber geben bekanntlich nur innert gewisser Grenzen ganz genaue Resultate; außerhalb dieser Grenzen hat man es mit Näherungswerten zu tun. Auch der topographische Rechenschieber ist so konstruiert, daß er einzig für den hier verlangten Zweck den erforderlichen Grad der Genauigkeit bietet.

Gleich hier muß darauf hingewiesen werden, daß der Topograph nicht ein körperliches Bild des von ihm aufzunehmenden Teiles der Erdoberfläche herstellen kann, sondern nur eines, das auf eine Horizontalebene projiziert ist. Infolgedessen kann er nur die horizontalen und nicht die wirklichen Entfernungen der Punkte in seine Zeichnung eintragen. Da er aber doch auch in der Horizontalebene die Terrainformen, wie wir sogleich sehen werden, nach einem bestimmten Systeme andeuten muß, so hat er sich bei jedem Punkte auch dessen Höhenverhältnisse zu merken, bzw. die Höhenzahlen

¹⁾ Wird die Meßlatte senkrecht gehalten, so erhält man, sofern d die horizontale Entfernung, a die zwischen den Distanzfäden erscheinende Anzahl der Zentimeter und α den Höhenwinkel bedeutet, für die gesuchte horizontale Entfernung die Formel: $d = a \cos^2 \alpha$, welche Formel für topographische Aufnahmen genügende Genauigkeit bietet.

in seine Zeichnung oder Pause einzutragen. Wer die Elemente der Trigonometrie kennt, weiß, daß die zu ermittelnde Höhe in einem rechtwinkligen Dreieck als Kathete erscheint und sich deshalb leicht aus der wahren Distanz (Hypotenuse des Dreiecks) und dem Höhenwinkel ableiten läßt.¹⁾ Die betreffenden Resultate sind ebenfalls ohne Rechnung aus Tabellen oder nach einmaliger Einstellung auf dem Rechenschieber abzulesen.

Mit all diesen Auseinandersetzungen und Vorbereitungen habe ich vielleicht den Leser, der nun endlich einmal den Topographen ruhig an seiner Arbeit sehen möchte, allzulange hingehalten. Wenn indeß die Art der Messung und des Einzeichnens eines einzigen Punktes im Prinzip erklärt und verstanden ist, so haben die übrigen Punktaufnahmen nichts Interessantes mehr an sich, indem sich dasselbe Verfahren immer wiederholt. — Sobald der Gehülfe an einem zum voraus vereinbarten Punkte angekommen ist, verfährt der Topograph folgendermaßen: er legt die Kippregel an den Bildpunkt der Station an, visiert auf die Meßlatte und liest die Entfernung ab; sodann zieht er auf dem Meßtischblatt das erforderliche Stück Visierlinie und trägt die Entfernung in das Tagebuch ein. Jetzt kann er dem Gehülfen abwinken. Während sich dieser auf einen weitem Punkt begibt, liest der Topograph am Höhenbogen der Kippregel den Winkel ab und berechnet die horizontale Entfernung und die Höhe; jetzt markiert er diesen Punkt durch leichtes, senkrecht Einstecken der Zirkelspitze auf dem Papier und Einschreiben der Höhenzahl an den Punkt. Unterdessen hat der Träger seinen nächsten Aufstellungspunkt erreicht und das Verfahren beginnt von neuem.

Auf diese Weise werden durch Lattenstellungen bestimmt: alle Begekreuzungen, Begebiegungen, Ecken von Gemeinde-

¹⁾ Die betreffende Formel lautet: $h = d \operatorname{tg} \alpha$; setzt man für d aus der vorigen Anmerkung den Wert ein, so geht unsere Formel über in: $h = a \cos^2 \alpha \operatorname{tg} \alpha = a \cos \alpha \sin \alpha = \frac{a \sin 2\alpha}{2}$.

grenzen, Waldecken, Häuser, Brücken, alleinstehende Bauten und Brunnen auf dem Felde, weithin sichtbare Bäume; ferner Punkte zur Darstellung des Terrains als: höchste Punkte der Kuppen und Rücken, Sattel, tiefste Punkte der Kessel, Anfang und Ende, Gabelungen und Biegungen von Schluchten, Fuß-, Rand- und Rückenlinien der Höhen, Böschungswechsel an Hängen, Seespiegel, Wasserläufe usw. (Fig. 47). Wenn der Topograph auf solche Weise die Elemente für die Kartierung des Gebietes der Meßtischstation mit feinen Bleistiftpunkten und -strichen angedeutet hat, nimmt er mit dem Meßtische auch noch auf einigen geeigneten Lattenpunkten Stellung, um von dort aus das Detail noch besser einzzeichnen zu können. Hierbei genügt allerdings eine Aufstellung des Meßtisches nach dem Augenmaß. Bevor er endgültig einen Stationspunkt verläßt, zieht der Topograph nach möglichst vielen Stations- und Terrainpunkten Richtungslinien; diese werden dann von andern günstig gelegenen Stationen aus geschnitten.

Leicht könnte der Topograph in Versuchung kommen, manches Detail nach bereits vorhandenen Plänen und Zeichnungen in sein Meßtischblatt einzuzichnen. Dieses Vorgehen ist ihm aber durchaus untersagt; er ist verpflichtet, alle Objekte selbst auf dem Felde aufzunehmen. Ausnahmen von dieser Vorschrift werden höchstens in besondern Fällen gestattet, wie bei großen Dörfern und Städten, und bei wichtigen Grenzlinien, welche schon in großem Maßstabe aufgenommen sind. Uebrigens müssen bei allen Wohnplätzen von sichern Stationen aus die Eingänge in die Dörfer und Städte, ferner hervorragende Gegenstände in denselben wie Turmspitzen, hohe Schornsteine und Giebel durch Schnitte bestimmt sein. Im Anschluß an diese Punkte können dann mit Leichtigkeit die Hauptstraßen mit dem Meßtisch aufgenommen und das kleinere Detail nach vorhandenen Dorf- und Stadtplänen gezeichnet werden.

In das Gerippe der durch den Distanzmesser oder durch Einschnelden gefundenen Punkte werden jetzt die Terraingegenstände eingetragen. Wenn man bedenkt, daß bei dem ge-

wöhnlichen Maßstabe der Originalaufnahmen, welcher in den meisten Ländern 1:25 000 ist, ein Millimeter der Zeichnung 25 Meter in der Wirklichkeit entspricht, so wird man sofort einsehen, daß manche Gegenstände mit Uebertreibung des Maßstabes in die Karte eingezeichnet werden müssen. Es tritt dies vor allem ein für den Grundriß einzelstehender Gebäude, für manche Wasserläufe und ganz besonders für

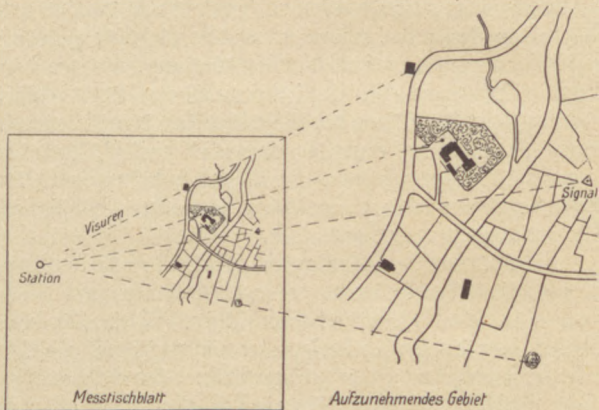


Fig. 47. Mehrtischaufnahme.

Eisenbahnen, Straßen, Wege und Brücken. — Wenn sich an einer Stelle die Situationsgegenstände oder kleine Terrainformen zu stark häufen, so daß durch die vollständige Darstellung allen Details Klarheit und Verständlichkeit der Aufnahme leiden würde, läßt der Topograph das weniger Wichtige einfach weg.

Wenn wir noch einen Augenblick bei dem Detail verweilen wollen, welches der Topograph in die Karte einzzeichnen hat, so erstreckt sich dieses zunächst auf alle Arten von Verkehrslinien, die namentlich von den Touristen und gewöhnlichen Ausflüglern zuerst in der Karte gesucht werden.

Die Verkehrswege müssen je nach ihrer Anlage durch zwei dicke oder zwei feine Linien, oder durch eine feine und eine unterbrochene Linie kenntlich gemacht sein als Kunststraßen von über oder unter 5 Meter Breite, als fahrbare Straßen ohne Kunstanlage, als Feld-, Wald- und Saumwege und endlich als bloße Fußwege. In der Ebene haben die letztern natürlich nicht jene große Bedeutung wie in den Gebirgen, wo sie deshalb mit aller nur möglichen Genauigkeit aufgenommen sein müssen.

Bei den Eisenbahnen und Kunststraßen werden durch die mit diesen Verkehrslinien in Verbindung stehenden Erdbauten wie Tunnel, Gallerien, Brücken, Aufdämme und Einschnitte (wenn diese über 2 Meter Höhe betragen) angegeben. Dieses Detail kann häufig nur mit mäßiger Uebertreibung des Maßstabes in den Plan kommen — Außerordentlich wichtig ist oft die Angabe der Steigung einer Straße. Obgleich ein geübter Kartenleser jene auch aus andern Elementen der Karte herauslesen kann, so ist für die Laien die Prozentangabe immer dann wünschenswert, wenn die Steigung 10% erreicht. — In Ländern mit altgriechischer oder altrömischer Kultur wird gewöhnlich auch die Einzeichnung noch erkenntlicher antiker Straßen verlangt.

Bezüglich der Gewässer genügt nicht die Aufnahme aller Wasserläufe und aller stehenden Gewässer als Seen, Teiche, und Sümpfe, sondern es werden auch die Uferschutzbauten, größere steinerne Talsperren, Sandbänke, Bruchufer, Hafendämme, Landungsbauten, Wasserfälle, Wehren und Schleusen angegeben. Für die Zeichnung der Seenfer ist der Mittelwasserstand des Sommers maßgebend. Die Bewässerungs- und Entwässerungskanäle kommen nur dann zur Darstellung, wenn dieselben eine Breite von wenigstens 50 Zentimeter besitzen.

Die verschiedenen Vermessungsämter geben ihren Topographen selbstverständlich auch verschiedene Instruktionen nicht nur bezüglich der Aufnahmen, sondern auch bezüglich der Zeichnung. Trockene Wasserrinnen, Runsen und Rösen werden gewöhnlich fein schwarz punktiert. In wasserarmen Gegenden

ist die Kenntlichmachung aller Quellen und Brunnen vorge-schrieben. Wo Sümpfe und nasser mooriger Boden vorhanden ist, den Pferde nicht passieren können (für das Militär von größter Wichtigkeit), werden diese gewöhnlich durch feine blaue und parallele Striche dargestellt und nach dem Grade der Versumpfung dicht oder weniger dicht schraffiert. Befinden sich in solchen Gegenden Torfstiche, so hat der Topograph diese durch ein konventionelles Zeichen anzudeuten. Auch den Brücken und Fahren hat er seine Aufmerksamkeit zu schenken; bei den ersten muß man die Konstruktion erkennen und bei den letztern soll ersichtlich sein, ob sie nur für Personen oder auch für Wagenverkehr eingerichtet sind.

Einige Gebäudearten hebt der Topograph besonders deutlich hervor; Kirchtürme und Kuppeln, sowie Schloß-, Wasser- und Schulhaustürme werden meistens durch kleine Kreise bezeichnet, auf welche bei Kirchen und Kapellen ein Kreuz gesetzt wird. Da Kirchhöfe und Begräbnisplätze stets gute Orientierungsmittel sind, so dürfen dieselben auf dem Plane nicht fehlen. Bei Häusergruppen und namentlich in Dörfern achtet der Topograph nicht so fast auf vollzählige Wiedergabe der einzelnen Bauten als vielmehr darauf, daß das Straßen- und Wegenetz klar zur Darstellung kommt. Wichtige, auf freiem Felde oder vor Städten und Dörfern vereinzelt stehende Bauten, wie Fabriken, Hotels und andere gewerbliche Etablissements werden als solche bezeichnet. In verlassenen, unwirtlichen und unbewohnten Gegenden finden selbst die kleinsten Bauten und Hütchen auf der Zeichnung Berücksichtigung. Auch Lawinerverbauungen, größere Kreuze und Bildstöcke, Denkmäler und historisch wichtige Ruinen werden dargestellt.

Die Mehrzahl der Vermessungsämter verlangt von ihren Topographen die genaue Wiedergabe der Kulturarten. So muß man aus der Karte ersehen können, wo der Boden mit Ackerfeld und Wiesen bedeckt ist, wo Hopfen und Reben gebaut werden, und wo Busch und Wald stehen. Da namentlich der Wald für die militärischen Operationen von größter Bedeu-

ting ist, so wird auf dessen Einzeichnung sehr große Sorgfalt verwendet. Er muß auf der Zeichnung unterschieden werden können nach Laub-, Nadel- und Mischholz.

Besondere Aufmerksamkeit hat der Topograph den Grenzen zuzuwenden, obschon die topographischen Karten in dieser Beziehung keineswegs als beweiskräftige Dokumente betrachtet werden. Es ist selbstverständlich, daß sich der Topograph strenge an die im Terrain vorhandenen Grenzmarken zu halten hat und sich auch über den Verlauf der Grenzlinien durch die offiziell einzuladenden Interessenten unterrichten muß. Zur Darstellung kommen gewöhnlich nebst den Landes- und Provinz- (Kantons-)grenzen auch die der Bezirke und Gemeinden. Selbst die Lage der Grenzsteine, wenigstens der wichtigsten, wird oft eingemessen. Für die Landesgrenzen existieren oft schon Spezialkarten, welche von den dabei interessierten Ländern gemeinsam aufgenommen worden sind. — Geht zufällig durch die Aufnahmeaktion ein Strang des Präzisionsnivelements, so werden die Fixpunkte desselben auf Zentimeter genau in die Aufnahmen eingeschrieben.

Ein ganz besonderes Augenmerk richtet der Topograph auf die Unebenheiten der Erdoberfläche. Er muß der Höhe, dem dritten körperlichen Faktor, ebenso gerecht zu werden suchen wie der Länge und der Breite. Doch bevor wir auf diesen Teil näher eintreten, haben wir noch einiges über das Aufnahmeverfahren im Hochgebirge zu ergänzen.

Das Hochgebirge wird gewöhnlich für Kulturzwecke nicht im Maßstabe 1:25 000, sondern in jenem von 1:50 000 aufgenommen, wo also ein Millimeter auf der Zeichnung 50 Metern in Wirklichkeit entspricht. Wenn man bedenkt, daß der Distanzenmesser nur auf eine Strecke von 400 Meter Verwendung findet, so wird man sofort einsehen, daß er bei den Hochgebirgsaufnahmen nicht mehr ausreicht. In der That werden hier alle Punkte auf graphischem Wege, das heißt durch Richtungen und deren Abschneiden bestimmt, was nach früher Gesagtem der graphischen Triangulation gleichkommt. Diese Methode wurde in der Schweiz vorzüglich ausgebildet.

Dort berechnet man auf jedes Hochgebirgsblatt, welches je-
weilen ein Gebiet von 210 qkm. umfaßt, 1500 bis 2200
zu bestimmende Punkte, um das notwendigste Detail ein-
tragen zu können. Das Verfahren ist an sich sehr einfach,
denn von den trigonometrischen Punkten ausgehend wird eine
graphische Triangulation vom Großen ins Kleine ausgeführt.
Auf diese Weise bestimmt man nach Lage und Höhe eine
solche Anzahl von Punkten der Terrainoberfläche, daß nach
denselben auf dem Felde das Kartenbild in das Blatt ein-
gezeichnet werden kann.

Um genaue Resultate erzielen zu können, wird die zu
kartierende Sektion des Hochgebirges in einzelne, für sich zu
behandelnde Aufnahmegebiete eingeteilt und bei Beginn der
Aufnahmen eine Anzahl hervorragender Punkte mit Signalen
versehen, und durch wenigstens drei Schnitte und drei Höhen-
messungen bestimmt. Von diesen Punkten aus wird dann
graphisch wieder weiter ins kleinere trianguliert. Die eine
Fasseite wird von der andern aus aufgenommen. Man
visiert vor allem jene Punkte an, welche die Form des dar-
zustellenden Objectes am schärfsten und sichersten wiedergeben,
als: alle Gipfel und Sättel an Bergen, Ecken, Fuß und
Kopf der Felswände, Wasserfälle, einzelne hervorragende Felsen,
Hütten, Bäume und Ecken von Umfriedungen. Wie bei dem
schon beschriebenen Verfahren wird auch hier zu jeder Visur-
linie am Höhenkreis der bezügliche Winkel abgelesen. Von
einer zweiten Station aus werden die nämlichen Punkte wieder
apvisiert und abgesehen. Die Schnitte der betreffenden
Visuren geben sodann die Horizontalprojektionen der einzelnen
Punkte. Wie beim Triangulieren, so gilt auch bei dieser
Operation, daß die Standpunkte so gewählt werden müssen,
daß man günstige Schnitte, das heißt nicht zu flache und
nicht zu spitze Winkel erhalten kann. Die Höhen ergeben
sich aus den auf der Zeichnung ersichtlichen Distanzen und
aus den Neigungswinkeln der Kippregel. Da sich hier von
einer Station aus nicht alle Punkte definitiv bestimmen lassen,
sondern erst von zwei oder mehreren andern Standpunkten

aus, so führt der Gebirgstopograph von jeder Meßtischstation ein genaues Protokoll über die genommenen Visuren und die zugehörigen Winkel. Durch dieses stets wiederholte Verfahren auf jeder Meßtischstation erhält man schließlich das Gerippe von Punkten, aus welchen der Topograph die Terrainformen gestaltet, wie der Bildhauer aus seinen Markierpunkten die Marmorgruppe.

Gehen wir nun zur Art und Weise über, wie der Topograph die Unebenheiten der Erdoberfläche oder, wie man zu sagen pflegt, das Relief des Bodens auf der ebenen Fläche seines Meßtischblattes zur Darstellung bringt. Wir finden hier den Topographen an jener Arbeit, welche nur ihm eigentümlich ist und ihn infolgedessen von den gewöhnlichen Geometern und Ingenieuren unterscheidet. Wohl können auch diese Dörfer und Güterkomplexe horizontal vollständig richtig aufnehmen, aber ohne eine besondere Schulung werden sie sich an die Reliefdarstellung des Grundrißplanes nicht wagen dürfen. Letzteres ist Sache des Topographen und hier kann er wie sonst nirgends seine Meisterschaft zeigen.

Von jeher war es ein großes Problem, Hügel und Berge in die Kartenpläne einzutragen. Da sich das Hochgebirge, namentlich aus der Ferne (im Profil) gesehen, wie die ungleich tief gefeilten Zacken einer Säge ausnimmt, so bildete man in den Karten des Altertums die Berge mit Vorliebe durch Einzeichnung sägeartiger Symbole ab (Fig. 48). Später suchte man dadurch eine Vorstellung von den Höhenverhältnissen zu erzielen, daß man am Kartenrande des Grundrißes seitliche Bergansichten, sowie Länge- und Querprofile beigab. Weil aber hieraus nur ein geübtes Auge sich einigermaßen richtige Begriffe von der Terraingestaltung machen konnte, suchte man wieder in der Karte selber die notwendige Bergvorstellung zu erzielen. Es geschah dies bis weit in den Anfang des vorigen Jahrhunderts hinein durch die Einzeichnung von mehr oder weniger zahlreichen Hügelkuppen (sog. Maulwurfschaufen, Fig. 49). Es läßt sich nicht leugnen, daß die dadurch hervorgebrachte Illusion keine geringe war. Diese machte sich gewiß viel lebhafter

mit parallel verlaufenden Strichen, sogenannten Schraffen, angedeutet. Bevor dieses System vollkommen durchgebildet war, was später besonders durch die Einführung senkrechter oder schiefer Beleuchtung geschah, machten die betreffenden Karten den Eindruck von einem Knäuel Würmer, welche sich auf dem Papier eingeknistet hatten. Trotz aller Unvollkommenheit dieser Darstellungsweise der Bodenerhebungen erkannten aber doch die Kartographen, daß sie mittelst der in richtiger Dichte und Dicke angewandten Schraffen eine naturwahre Gestaltung der Erdoberfläche bieten könnten für den Fall, wenn ihnen nur die Topographen im Grundriß der Karte die notwendigsten Höhenangaben geben würden.

Dieses Streben führte nach und nach zur Darstellung des Terrains durch Niveaufurven, auch Horizontalfurven oder Schichtenlinien genannt, welche Methode im zweiten Viertel des vorigen Jahrhunderts als fertig ausgebildet angesehen werden kann. Die Beschreibung der Art und Weise, wie die Kartographen die Resultate der Kurvenmethode zur Darstellung der Unebenheiten der Erdoberfläche benutzen, verschieben wir in das Kapitel der Kartographie. Jetzt sehen wir nur zu, worin jene Methode besteht und wie der Topograph in ihr seine Aufnahmen macht.

Es ist von selbst klar, was schon mehrmals betont wurde, daß der Topograph auf seinem horizontalen Meßtischblatte nur die Horizontalprojektionen eingemessener Höhenpunkte festhalten kann. Um die Höhe selbst zum Ausdruck zu bringen, steht ihm kein anderes Mittel zur Verfügung, als zum betreffenden Punkte die Höhenzahl hinzuzuschreiben. Nehmen wir nun an, daß er beispielsweise einen solchen Höhepunkt aufnimmt, der sich auf halber Höhe eines kegelförmigen Berges befindet, so ist leicht einzusehen, daß sich rings um den Berg Punkte von derselben Höhe befinden. Die Projektionen aller dieser Punkte, welche naturnotwendig in ein und derselben Ebene liegen, ergeben auf dem Papiere eine kontinuierliche und zwar in sich geschlossene Linie. Da alle Punkte der Linie dieselbe Höhe haben, so benötigt man nur eine einmalige

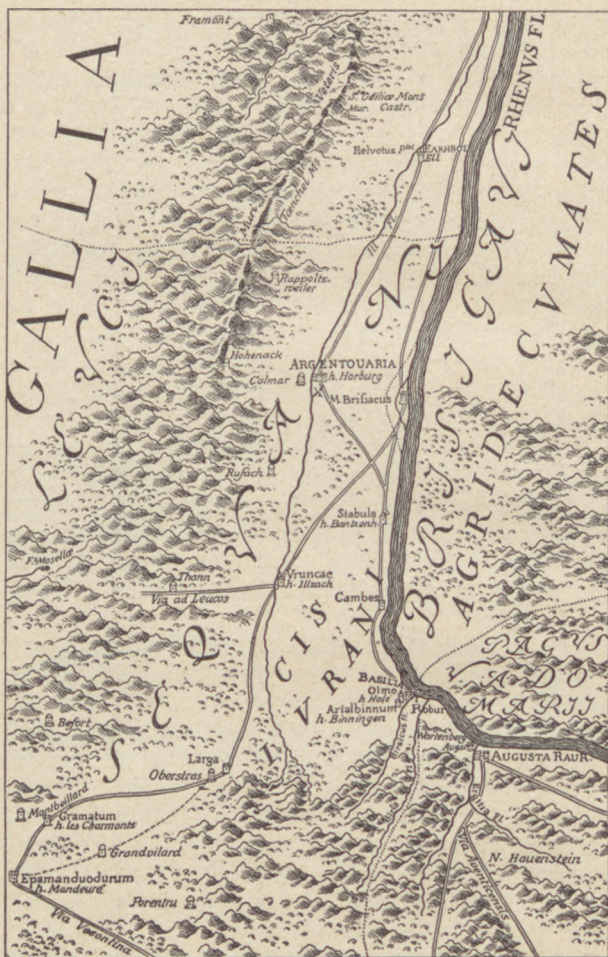


Fig. 49. Darstellung der Berge mit Mautwurzshäufen.

Einschreibung der Höhenzahl an dieser Kurve. Es ist nun selbstverständlich, daß man in höheren oder tieferen Lagen an dem betreffenden Bergkegel ähnlicher Weise die Punkte gleicher Höhe verbinden und auf die Bildfläche des Kartenblattes projizieren kann. So würde man eine Menge von konzentrischen Kurven erhalten; die jeder Kurve beigegebene Zahl ließe darauf schließen, in welcher Höhe über der Projektionsebene die betreffenden Kurvenpunkte liegen. Träße man schließlich das Uebereinkommen, daß nur alle jene Punktreihen am kegelförmigen Berge auf das Kartenblatt projiziert werden, welche in ihren Höhen um 5, 10, 20 oder 50 Meter auseinander liegen, so würde sich ergeben, daß man nur diese sogenannten Nequidistanzen kennen und dann jede fünfte oder zehnte Kurve mit der Höhenzahl versehen müßte, um mit Bestimmtheit die Höhenwerte der übrigen Kurven zu wissen.

Nach dem Gesagten wird man nun die verschiedenen Definitionen und Erklärungen verstehen, welche man von der Kurvenmethode zu geben versuchte. Die einen sagen, diese Methode beruhe darauf, daß man sich die körperliche Gestaltung des Terrains d. i. dessen Massegruppierung in horizontale, aufeinander liegende Schichten von gleicher Dicke zerschnitten denke, um diejenigen Linien zu finden, in welchen die horizontalen Schnittebenen durch die geneigten oder abgeböschten Oberflächen des Terrains hindurchgehen. Andere drücken sich so aus, daß man diejenigen in der Oberfläche des Terrains liegenden horizontalen Linien aufzusuchen habe, welchen die Eigenschaft zukommt, daß sie unter sich gleiche und bestimmte Vertikalabstände haben. Wieder andere erklären die Methode so, daß man sich alle Böschungen und schiefen Gelände in Treppen von gleicher und bestimmter Stufenhöhe zerlegt denke, um deren Stufenkanten, welche in der Oberfläche des Terrains liegen und horizontal sind, zu ermitteln. Eines sehr anschaulichen Bildes zur Erklärung der Niveaulinien bedient sich (1771) der Genfer Ingenieur Ducarla, welcher die Darstellung des Terrains durch Niveaukurven zu einer Methode erhoben hat. Er sagt nämlich, daß das Meer bei verschiedener

Höhe eine Insel in verschiedenen Linien, die notwendiger Weise horizontal sind, berührt, und daß eine hinreichende Anzahl solcher Linien von bekannter Höhe die Gestalt der Insel klar abbilden muß.

Sehen wir jetzt des näheren zu, wie diese Höhenlinien, welche in den mannigfaltigsten Biegungen und Krümmungen unsere Karten durchziehen, in dieselben hineinkommen. Dem Topographen ist zunächst durch das Vermessungsamt genau die Nequidistanz vorgeschrieben, das heißt der Vertikalabstand jeder Kurve von der ihr vorhergehenden und von der ihr nachfolgenden. So ist z. B. in der Schweiz für die Originalaufnahmen im Maßstabe 1:50 000 als Nequidistanz 30 m., und für jene im Maßstabe 1:25 000 eine solche von 10 m. vorgeschrieben. In Rumänien hinwieder sind für die Originalaufnahmen in 1:20 000 10 m. Nequidistanz verlangt, ja im Flachlande sogar eine solche von 1 m. 25 cm.

Zur Bestimmung der Niveaufurven bedient sich der Topograph verschiedener Methoden. Soll er einen Berg Rücken aufnehmen und dessen Relief durch Kurven zur Anschauung bringen, so kann er durch die Länge des Rückens ein Längensprofil und darauf senkrechtstehende Querprofile nivellieren, im Situationsplane die gefundenen Höhenzahlen einschreiben und die Punkte von gleicher Höhe durch Kurven verbinden. Oder dann kann er den Hauptabdachungen der Berge entlang Linien nivellieren, die er mit den Höhenzahlen in den Situationsplan einträgt und wie im vorhergehenden Falle als Grundlage für die Kurven nimmt. Da aber diese beiden Methoden sehr zeitraubend sind und sogar in den meisten Fällen über den verlangten Grad der Genauigkeit hinausgehen würden, so behilft sich der geübte Topograph mit der folgenden, weit einfacheren Methode.

Wir haben bereits gesehen, daß der Kartenaufnehmer alles Detail wie Gewässer, alle Arten von Verkehrswegen, Gebäulichkeiten, Kulturen, Grenzen, die höchsten Punkte der Bergspitzen, Kuppen und Rücken, die Tiefen der Kessel und Täler aufzeichnen und daß er deren Lage von den verschiedenen

Messstich=Aufstellungen aus durch den Distanzmesser oder durch Vorwärts- oder Rückwärtsabzeichnen bestimmen muß. Bei diesem Anlasse wird aber bei jedem Lattenpunkte nicht nur dessen horizontale Entfernung von der Messstichstation, sondern auch dessen Höhenunterschied zwischen derselben ermittelt. Aus dieser Angabe und aus der bekannten Meereshöhe der Messstichstation berechnet dann der Topograph die Meereshöhe jenes Punktes und trägt diese Zahl auf dem Blatte auf. So erhält der Topograph auf seinem Karten-

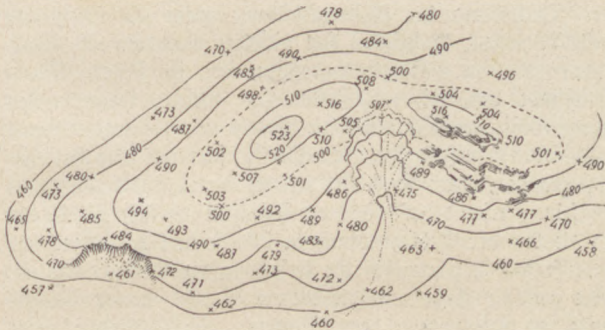


Fig. 50. Kurvenzeichnung zwischen die Höhenpunkte.

plan eine erhebliche Zahl von Höhenpunkten, welche das Blatt nach der größeren oder geringeren Unebenheit des Terrains mehr oder weniger dicht bedecken.

Zwischen diesen Höhenpunkten lassen sich nun die Niveau-linien nach der betreffenden Nequidistanz eintragen und erhalten durch dieselben wenigstens innerhalb gewisser Grenzen ihre unabweichliche Richtung (Fig. 50). Da aber doch durch die eingemessenen Höhenpunkte die absolut genaue Lage der Kurven keineswegs bestimmt werden kann, so muß das scharfe Auge und die geschickte Hand des Topographen das Fehlende ersetzen. Es ist ganz merkwürdig, wie weit ein geübter Topograph in der Darstellung der Terrainform durch die Kurven,

welche er zwischen den eingemessenen Punkten mit freier Hand zieht, bringen kann. Sein Sinn für scharfe Auffassung der in der Natur vor Augen liegenden Konturen und Oberflächen führt ihn schließlich zu der dem Angeübten unbegreiflichen Geschicklichkeit, mit Hilfe der Höhenlinien das Terrainrelief richtig zu porträtieren. Er macht es wie der Bildhauer, welcher nur weniger durch Zirkelmaß festgelegter Punkte bedarf und welcher alle weiteren Oberflächenpunkte durch seine freie und scharfe Auffassung der Form des Originals gewinnt.

Wenn schon an den gewöhnlichen Topographen bezüglich der Darstellung der Bodengestaltung große Anforderungen gestellt werden, so steigern sich dieselben noch um ein Merkliches bei dem Gebirgstopographen, der in seinem kleinen Maßstabe und mit verhältnismäßig wenigen Höhenpunkten ganze Gebirgsmassive durch die Kurven und Gebirgszeichnung nachmodellieren soll. Der Altmeister der schweizerischen Gebirgstopographen, Herr Prof. Fridolin Becker in Zürich, läßt uns in seinen reizend geschriebenen Schriften köstliche Blicke tun in die Art der Gebirgsaufnahme. Er fordert vor allem vom betreffenden Topographen die Erfassung der Gebirgsform mit dem geistigen Auge und die darauf folgende genaue Wiedergabe des Gesehenen in der Zeichnung. „Was befördert“, jagt er, „am meisten eine richtige Auffassung der Terrainformen? Das Verständnis für den geologischen Aufbau einer Gebirgsgruppe. Durchschaut man den innern Bau eines Berges, so erkennt man auch besser seine äußere Form und kann sie so darstellen, daß sie eben mit diesem inneren Baue stimmt. Man kann einen Abhang des Berges gleich so behandeln, daß er mit dem andern zu der richtigen Form sich zusammensetzt. Während man früher die Felspartien einfach schematisch wiedergab durch die bestimmt gewählte Manier der Felszeichnung, wobei man oft bloß den Rand der Felsen angab und die Ausfüllung daheim besorgte oder einfach dem Bureauzeichner oder Stecher überließ, zeichnen wir heute die Felsen an Ort und Stelle, wirkliche Felsen wie sie sind. Wir lassen uns die Zeit nicht reuen, detaillierte Ansichten der Felspartien aufzunehmen, und

scheuen auch die Auslagen nicht, alle Photographien zu kaufen, die uns in einer möglichst getreuen Wiedergabe der Felsstruktur und des Charakters unterstützen. Darin, daß wir die Natur kopieren und nicht schematisieren, oder konventionell zeichnen, liegt die Hauptneuerung und der Hauptunterschied unserer schweizerischen Karten gegenüber ähnlichen des Auslandes.“ *)

Wie man sieht, ist hier nicht nur von einer Darstellung des Terrains durch Niveaukurven, sondern von einer eigentlichen Felszeichnung die Rede. Die Kurven genügen eben nur zur Wiedergabe jener Terrainformen, welche nicht allzu steil verlaufen. Sie reichen aber schon nicht mehr aus zur Darstellung der kleineren Formen und Erdschlipfe, sowie der Böschungen bei Dämmen und Einschnitten, welche, sobald sie zwei Meter übersteigen, für das Militär von größter Bedeutung sind und somit in den Karten nicht fehlen dürfen. Noch weit mehr ist dies der Fall bei den Felsmassen und Felswänden, welche schon wegen der Steilheit die Einzeichnung der Kurven in der gewählten Aequidistanz nicht mehr gestatten. Zur Wiedergabe aller dieser Terrainformen griff man auf die Methode der Schraffen zurück, freilich diese in völlig verbesserter Form. Für die Wiedergabe der Erdschlipfe und Böschungen wählte man eine braune und für jene der Felspartien eine schwarze Schraffierung. Durch letztere werden alsdann die durch Messung in ihren Umrissen bestimmten Formen der Felspartien unter Anwendung der schiefen Beleuchtung künstlerisch und nicht etwa bloß geometrisch zur Darstellung gebracht. Nach den Vorschriften der Vermessungsämter müssen dabei die Neigungen und die einzelnen Formen der Gebirgsketten als Erker, Nischen, Terrassen oder Bänder, sowie die Gesteinsgestaltung und Schichtenlagerung zum Ausdruck kommen.

Im vorhergehenden mag aufgefallen sein, daß von braunen Schraffen die Rede ist. Schon hieraus ersieht man, daß der Topograph in seinem fertigen Kartenbilde nicht alles in

*) Schweiz. Alpenklub XVII. S. 343.

der gleichen Farbe z. B. in Schwarz eintragen darf. Damit sich vor allem die Niveaufurven von allen der reinen Situation angehörenden und in Schwarz ausgezogenen Linien kräftig unterscheiden, muß sie der Topograph vorchriftsgemäß beim Reinzeichnen seines Aufnahmeblattes mit einer besondern Farbe ausziehen. Am beliebtesten ist dabei ein schwaches Braun (mit gebrannter Siena). In den schweizerischen Aufnahmeblättern werden allerdings nur jene Kurven braun ausgezogen, welche über Kulturen oder wenigstens über bewachsenen Boden gehen, während sie über felsigen Boden schwarz und über Gletscher blau eingezeichnet werden.

Da wir bereits bei der Besprechung der Reinzeichnung der topographischen Blätter angelangt sind, mag noch die Bemerkung Platz finden, daß die Niveaulinien, weil sie rein geometrischer Natur sind, in gleicher Stärke und so fein ausgezogen werden müssen, daß sie noch leserlich bleiben. Von diesem Standpunkte aus wurde die von dem berühmten Geographen Petermann empfohlene Methode, die Kurven mit immer stärkeren Linien zu ziehen, je höher sie liegen, verworfen. Petermann wollte durch seine Methode die besondere Wirkung hervorbringen, daß sofort die höheren Partien erkannt würden. Aus demselben Grunde wurde es in der Mitte des vorigen Jahrhunderts als ein großer Mißgriff bezeichnet, daß französische Kartenwerke zur Hervorbringung einer Reliefwirkung die Niveaulinien auf der Schattenseite bei einfallendem schiefen Lichte anschwellen ließen. Man findet es selbst-unschön und störend, daß in den topographischen Kartenwerken mehrerer Staaten je die zehnte Kurve stärker ausgezogen wird. Man wollte dadurch allerdings eine größere Uebersichtlichkeit in das Gewirre der Kurven hineinbringen. Ohne das Kartenbild im geringsten zu stören, erzielten die schweizerischen Topographen denselben Zweck, indem sie diese Hauptkurven strichelten.

Bevor wir die Höhenkurven verlassen, sei noch ein Wort über den Grad ihrer Genauigkeit gestattet. Daß diese nicht überall sehr groß sein kann, ergibt sich notwendigerweise aus dem oben Gesagten über deren Auffindung und Einzeichnung.



Fig. 51. Muster einer Kurvenkarte.

Aber der Grad der Genauigkeit der Höhenangaben ist vielleicht doch viel größer, als der Laie sich einbilden dürfte. Hören wir, was diesbezüglich das eidgenössische topographische Bureau in Bern seinen Topographen vorschreibt. Seine Instruktionen verlangen für die Aufnahme im Maßstabe 1:50 000 das Folgende: „Wenn von einer Station aus gut markierte Gegenstände, deren genaue Aufnahme vorgeschrieben ist, anvisiert werden, so darf das arithmetische Mittel der Abweichungen von 10 Bisuren 0,7 Millimeter in der Projektion nicht überschreiten. Fehler von 1,5 Millimeter sind unzulässig. Die eingeschriebenen Höhen dürfen im Tale nicht über 2 Meter, sonst nicht über 4 Meter Fehler aufweisen. Die Horizontalkurven dürfen nirgends 2 Millimeter verschoben sein.“ Die Instruktion für den Maßstab 1:25 000 verordnet: „Wenn zum Behufe der Verifikation der Meßtisch auf einer trigonometrischen Station aufgestellt wird, so soll der mittlere Fehler aus einer Reihe von zehn Beobachtungen (Bisuren) 0,5 Millimeter in der Projektion nicht übersteigen. Fehler von 1,2 Millimeter sind unzulässig. In den Höhenbestimmungen soll der Unterschied unter drei bis fünf Messungen, die von verschiedenen Signalen hergenommen werden, 5 Meter nicht übersteigen. Die getreue Darstellung mittelst Kurven hängt hauptsächlich von der Zahl der nivellierten Punkte ab, weil dadurch die Unsicherheit bei der Interpolation der Niveaukurven am besten vermieden wird. Bei der Darstellung der Talwege und der Rückenlinien soll der Fehler in der Zeichnung der Horizontalkurven die adoptierte Distanz von 10 Meter nicht übersteigen, mit andern Worten ausgedrückt: eine Schicht soll nicht um den Betrag ihrer Projektion verschoben sein.“

Eine Zeitlang gab man sich der Hoffnung hin, die Photographie dermaßen in den Dienst der Topographie stellen zu können, daß man bezüglich Höhenangaben und Terraindarstellungen viel genauere Resultate erzielen würde, als sie der Topograph bis anhin mit Meßtisch und Latte bieten konnte. Da man wäunte sogar, daß das sogenannte photogrammetrische

Verfahren billiger zu stehen kommen werde als die alte Methode. Tatsache ist, daß die Photogrammetrie, das heißt die Herstellung topographischer Karten auf Grund photographischer Gelände-Aufnahmen sehr ausgebildet wurde und nach verschiedenen Richtungen schöne Resultate erzielte. Man konstruierte vorzügliche Phototheodolite (Fig. 52) — eine Verbindung von Fernrohr und photographischem Apparat mit dem Horizontal- und Vertikalkreis eines Theodolits —, welche nicht nur auf Platten von $18/24$ photographische Aufnahmen des Geländes ermöglichen, sondern auch eine genaue Ablebung der Winkel, unter welchen die Aufnahmen gemacht wurden, gestatten. Das Verfahren ist dermaßen vervollkommenet worden, daß sich aus den verschiedenen photographischen Aufnahmen eine genügende Reihe Punkte bezüglich horizontaler Lage und Höhwert herauszirkeln und herausrechnen lassen, um das Kartenbild planimetrisch richtig konstruieren zu können. Der Grad der Genauigkeit ist mindestens ebenso groß wie bei den Meßtischaufnahmen.

Obchon aber das photogrammetrische Verfahren in Deutschland und vor allem in Italien auf eine hohe Stufe gehoben würde, so vermochte doch der Phototheodolit nicht den Meßtisch aus dem Felde zu schlagen. Theoretisch genommen benötigt das photogrammetrische Verfahren für die Arbeiten auf dem Felde nur die Hälfte der Zeit, welche die Meßtischmethode erheischt, doch ist die Photogrammetrie allzusehr nicht nur von der Witterung, sondern auch von den Beleuchtungsverhältnissen abhängig, was den Gewinn an Zeit oft nur scheinbar macht. So wie so läßt sich dies Verfahren in stark kuppertem und mit Wald besetztem Terrain nur schwer anwenden. Zudem muß noch der Umstand in Betracht gezogen werden, daß die Bureauarbeiten beim photographischen Verfahren unverhältnismäßig länger dauern, als bei der alten Methode, und daß jene wegen der Feinheit und der Menge der nach Photographien auf das Kartenblatt zu konstruierenden Punkte an die Augen ganz außerordentliche Anforderungen stellen.

Auch selbst bezüglich der Kosten kommt die Photogrammetrie höher zu stehen als die Meßtischmethode. Ingenieur-

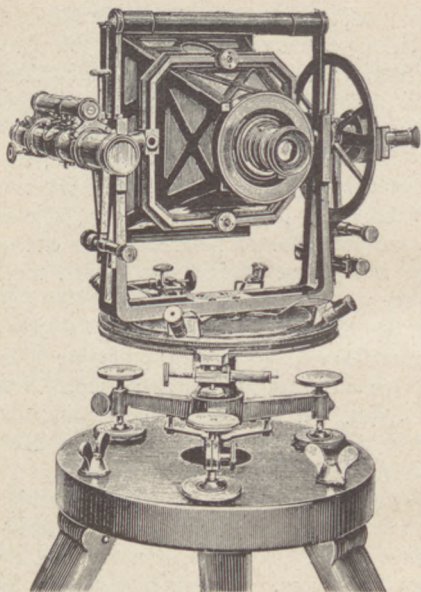


Fig. 52. Phototheodolit.

Topograph Rosenmund in Bern machte seinerzeit im Auftrage des eidgenössischen topographischen Bureaus vergleichende Versuche mit beiden Verfahren und berechnete auch deren Kostenunterschied. Er fand dabei, daß die Aufnahme eines vollständigen Hochgebirgsblattes im Maßstabe

1:50 000, welche einen Flächeninhalt von 210 Quadratkilometer umfaßt, unter der Annahme von 200

Stationen mit der Bestimmung von 2500 Punkten, nach der photogrammetrischen Methode auf 7374 Fr. und nach dem Meßtischverfahren auf 5200 Fr. zu stehen käme. *)

Der eigentliche Nachteil der Photogrammetrie für topographische Zwecke liegt aber keineswegs in den berührten Punkten, sondern vielmehr auf dem Gebiete der Terraindarstellung. Wenn dem Konstrukteur der Karte, und zu einem solchen wird hier der Topograph herabgewürdigt, noch so viele Photographien zur Darstellung der Bodenformen zur

*) Vergl. M. Rosenmund, Untersuchungen über die Anwendung des photogrammetrischen Verfahrens für topographische Aufnahmen. Bern 1896.

Verfügung stehen, so hat er im Bureau doch nicht mehr die Natur selber, sondern nur blasser, farbenlose Bilder vor sich. Aus den einzelnen Aufnahmen muß sich da der Topograph erst ein Ganzes zusammenstellen, während der Meßtischtopograph zum Beispiel ein ganzes Gebirgsmassiv vor sich hat, dieses in seiner Ganzheit auffassen, in die Einzelheiten zerlegen und es so auch an Ort und Stelle nach dem organischen und geologischen Aufbau abbilden kann. Wie ein Zeichner oder Maler oft nur mit wenigen Bleistift- oder Pinselstrichen ein treffenderes Porträt fertig bringt, als ein Photograph mit all den Details seiner Aufnahme, so zeichnet auch der Meßtischtopograph die Natur viel wahrer und wärmer ab, als der Photograph. Letzterer kann eben unmöglich die künstlerische Auffassung des ersteren erreichen.

Mag nun die Aufnahme nach dem alten Meßtischverfahren oder vermitteltst Photogrammetrie erfolgt sein, so muß doch das Endergebnis das gleiche bleiben, nämlich die möglichst genaue und vollständige Wiedergabe der Erdoberflächengestaltung und der Terraingegenstände. Eine weitere Arbeit des Topographen besteht nun darin, daß er durch die Schrift die notwendige und genau richtige Erklärung zu dem Kartenbilde gibt. Bezüglich der Art und Größe der in den Aufnahmeblättern anzuwendenden Schrift bestehen in den verschiedenen Ländern genaue Vorschriften. Manchmal wird auch der Topograph angewiesen, die Schrift nicht in der Originalaufnahme, sondern in einer Pause derselben einzutragen. Die Schrift wird dann später nach Angabe der Pause von einem Kalligraphen des Vermessungsamtes ausgeführt.

Von wesentlichster Wichtigkeit ist natürlich, daß der Topograph nur richtige Namen und diese an den richtigen Stellen einträgt. Zu diesem Zwecke begeht er das aufgenommene Gebiet mit den von den Ortsbehörden bezeichneten Personen, in entlegenen Gegenden wohl auch mit Führern, Jägern und Hirten, und schreibt die betreffenden Namen gleich an Ort und Stelle auf einer Pause ein und zwar nach der am Orte selbst gebräuchlichen Schreibweise. Sind in einem Lande

schon Flurpläne (Kataster) vorhanden, so können auch diese für die Ortsbezeichnungen zu Rate gezogen werden. Benannt müssen jedenfalls sein: Ortschaften und Weiler, gewerbliche Etablissements, isolierte Kapellen und Ruinen, dann Seen, Flüsse, größere Bäche und Rursen, ferner Täler, Engpässe, Schluchten, Plateaus, Gebirgsmassive, einzelne Spitzen, Gletscher, Alpen, Wälder, größere Fluren und endlich Gegenstände geschichtlichen oder wissenschaftlichen Wertes, Mineralquellen, Erzgruben, Wasserfälle usw. Ferner wird überall da erläuternde Schrift angebracht, wo aus der Zeichnung das Wesen des dargestellten Gegenstandes nicht genügend klar und wo zudem der Raum für die Schrift nicht allzu beschränkt ist.

Die meisten Vermessungsämter bürdten dann noch ihren Topographen eine Unmasse von Nebenarbeiten auf, welche oft wenig oder gar nichts mit dem Berufe eines Erdbodenabzeichners zu tun haben. Daß der Topograph ein Verzeichniß aller Verkehrswege mit Bemerkungen über die Steigungsverhältnisse, über Zustand und Unterhaltung derselben zu führen hat, läßt sich leicht rechtfertigen. Wenn aber Beschreibungen über die Bevölkerung und deren Beschäftigung, ferner Arbeiten über Trachten und Gebräuche, über Sagen und Volksdichtungen, über Mundarten und Volksgefänge und dergleichen verlangt werden, so geht das doch über den Beruf eines Ingenieurs hinaus, wenn auch bisweilen der eine oder andere sich ganz gerne mit solchen Dingen als Liebhaberarbeit beschäftigt.

Wir wären unvollständig, wenn wir den Abschnitt über die Detailaufnahme beschließen würden, ohne die Vermessung der Seen und Küsten kurz zu erwähnen. Es handelt sich hier nicht um die Aufnahme der Uferlinien, welche der Topograph ganz so wie die Wasserläufe und die Straßen in seine Karte einzeichnet, sondern vielmehr um die Abbildung der Seebecken und Seeböden der Meeresküste. Es ist ganz leicht einzusehen, daß See- und Meeresboden ähnliche Unebenheiten aufweist, wie das vom Wasser nicht bedeckte Festland. Kennt man also von einer ungefähr gleichmäßig auf den Seeboden verteilten Anzahl von Punkten die Höhenverhältnisse (hier nennt man sie Tiefen),

so können die Punkte gleicher Tiefen ebenfalls mit Kurven verbunden werden, wodurch man die Niveaufurven (hier Isobathen genannt) des Seebeckens erhält. In der Regel wird die gleiche Nequidistanz gewählt, wie bei den Höhenkurven des Festlandes; es sei denn, daß man an einigen Orten mit Rücksicht auf die Schifffahrt noch Zwischenkurven einlegt (Vergl. Fig. 55).

Die Bestimmung der Wassertiefen, das heißt das Ausloten einzelner Punkte der Seebecken und Küstengewässer ist keine sehr schwierige Arbeit. Sie erfolgt durch direkte Messung. Der Lotapparat besteht in seinen wesentlichen Teilen aus einem metallenen Senklot, das an einer Schnur oder bei größerer Schwere des Lotes auch an einem Stahldraht bis zum Aufschlagen auf den Seegrund in die Tiefe gelassen wird. Die Leine, das heißt Schnur oder Stahlband, läuft über eine Trommel mit Zählwerk, an welchem die Tiefenzahlen abgelesen werden. Dabei kommen natürlich in Berücksichtigung die Ausdehnungsverhältnisse der Leine, welche durch die Tiefe, durch die Schwere des Gewichtes und durch den Einfluß des Wassers

	Eisenbahn, Station
	Kunststrasse von größter Breite
	Kunststrasse von geringerer Breite
	Fahrweg ohne Kunstanlage
	Saum- u. Reitweg
	Fussweg
	Landesgrenze mit Marksteinen
	Kantonsgrenze mit Marksteinen
	Bezirksgrenze mit Marksteinen
	Gemeindegrenze mit Marksteinen
	Kirche, Kapelle, Haus
	Bewohntes u. unbewohntes Gebäude
790	Trigonometrisch.Punkt
312,15 ×	Fixpunkt des Nivellements
610 ·	Höhenpunkt
	Ruine
	Allee
	Wald
	Wald u. Weideland
	Reben, Garten
	Sand u. Grien
	Felsen
	Erdschliffe
	Damm, Einschnitt
	Böschung

Fig. 55. Signaturen.

bedingt sind. Da mit den Tiefenmessungen vielfach auch Untersuchungen über Wassertemperaturen und über die Beschaffenheit und die Belegung des Seegrundes angestellt werden, so enthalten die Lotmaschinen noch andere Vorrichtungen, deren Besprechung aber nicht hierher gehört.

Wenn wir gesagt haben, daß die Messung der Seetiefen nicht auf besonders große Schwierigkeiten stößt, so bezog sich jene Bemerkung nur auf das Herunterlassen des Senklotes und die Ableseung auf der Zähltrummel, nicht aber auf die horizontale Lagebestimmung des betreffenden Punktes im Kartenbilde. Dieser Teil der Arbeit würde sich ebenfalls leicht

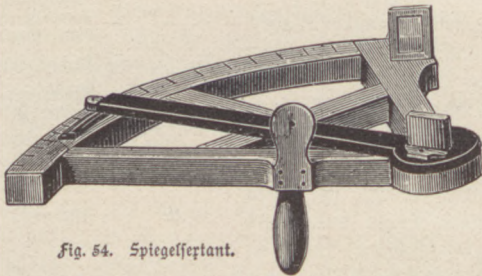


Fig. 54. Spiegelfertant.

aussühren lassen, wenn man wie auf dem Festlande über den einzelnen Punkten Meßstangen aufstellen und dieselben mit dem Theodolit oder dem Meßtische einschneiden könnte. Dies läßt sich aber gar nicht tun, oder höchstens in Gegenden, wo die Gewässer gefrieren. Dort könnte man in den gewünschten Abständen die Eisdecke durchbohren und die Lagen der betreffenden Punkte, an welchen das Senklot hinuntergelassen wurde, trigonometrisch oder graphisch einmessen. Für gewöhnlich befindet sich aber der Sondenapparat in einer Barke oder in einem größeren Schiff und so muß dessen Lage im Augenblicke der Tiefenmessung entweder vom Ufer oder vom Schiffe aus bestimmt werden. Als Grundlage dient hiebei, in dem einen wie in dem andern Falle, ein gutes, ziemlich engmaschiges Dreiecknetz der Ufer, beziehungs-

weise der Küstenstriche. Soll die Lage des Sondenapparates vom Ufer eingemessen werden, so sind auf zwei Triangulationspunkten gleichzeitig die Winkel zu messen, unter welchen das Schiff mit dem Sondenapparat erscheint; die Lage läßt sich dann ganz einfach aus einer Seite und den beiden anliegenden Winkeln berechnen oder noch rascher konstruieren. Da diese Methode aber wenigstens drei Beobachter und ein genaues Zeichengeben voraussetzt, so geschieht die Lagebestimmung des Sondenapparates meist von dem Schiffe aus durch sogenanntes

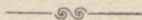


Fig. 55. Tiefenkurven (Teil des Bodensees).

„Rückwärtseinschneiden“ aus wenigstens drei trigonometrischen Punkten, die einen guten Schnitt versprechen. Die Winkel werden dabei mittelst eines Spiegelsextanten (Fig. 54) gemessen. Die Lage des Punktes ergibt sich sodann durch Berechnung oder auch durch eine einfache graphische Lösung der Pothenot'schen Aufgabe.

Nach der Ansicht der Kartographen geben die Kartenwerke die Bodengestaltung des Seegrundes der europäischen Seen und der Küstengebiete — diese werden gewöhnlich von den Marineverwaltungen gemessen und gelotet — mindestens ebenso gut wieder, wie jene des Festlandes. So viel wenigstens ist sicher, daß in diesen Gewässern mehr Tiefenpunkte direkt

eingemessen werden als Höhenpunkte auf einer entsprechenden Festlandfläche. Man kann sich einen Begriff davon machen, wenn man bedenkt, daß seinerzeit einzig im untern Zürichsee neben einem Längsprofil in der Breite 21 Hauptprofile und und ebenso viele Nebenprofile, mit zusammen 1210 Tiefenpunkten, gelotet wurden. Den Eindruck größter Genauigkeit macht vor allem auch die Bodenseekarte, welche im Namen der fünf Uferstaaten Baden, Württemberg, Bayern, Oesterreich und der Schweiz im Jahre 1896 vom eidgenössischen topographischen Bureau in Bern herausgegeben wurde.



Kartendruck.

Nachdem wir jetzt von der Basismessung bis herunter zur Detailaufnahme alle hauptsächlichsten Elemente besprochen haben, welche zur Vollendung der Originalkartenblätter der Topographen zusammenwirken müssen, kommen wir endlich zur Behandlung der Kartographie im engeren Sinne des Wortes. Wir werden hier sehen, wie die von den Topographen in Reinzeichnung dem Vermessungsamte abgelieferten Kartenblätter in den kartographischen Instituten für den praktischen Gebrauch verarbeitet, in welchen Formen und Abänderungen dieselben vervielfältigt und unter das Publikum geworfen werden.

Betrachten wir zunächst den einfachsten Fall, daß die Originalaufnahmen selber veröffentlicht werden. Wir haben es hiebei nicht etwa mit einer bloß hypothetischen Annahme, sondern mit der tatsächlichen Wirklichkeit zu tun. Mehrere Staaten besitzen nämlich Kartenwerke, welche im Maßstabe der von den Topographen gemachten Originalaufnahmen bearbeitet sind. Als ein klassisches Beispiel kann hier wieder die Schweiz angeführt werden, welche seit Jahren ihren topographischen Atlas im Maßstabe der Originalaufnahmen mit 549 Blättern, zu welchen noch viele doppelt aufgenommene Sektionen und Blätter kommen, fertig gestellt hat.

Verfolgen wir nun die Schicksale eines vom Topographen in Reinzeichnung gelieferten Blattes, bis es in der kartographischen Abteilung des Vermessungsamtes so weit gediehen ist, daß von ihm künstlerisch vollendete Abzüge in die Öffentlichkeit dringen können. Zunächst wandert die Originalaufnahme in das photographische Atelier und wird dort in Originalgröße photographiert. Das photographische Bild wird hierauf als Negativ in schwach sichtbarer Farbe auf eine reine Kupferplatte übergedruckt. Bei diesem Verfahren wird vor allem darauf gesehen, daß der Ueberdruck, was die

Größenverhältniſſe anbelangt, vollkommen genau mit dem Originale ſtimmt. Dies zu erreichen, iſt von Seite des Photographen Sache der Uebung. Die Kupferplatte mit dem Ueberdruck kommt jetzt in die Hand des Stechers, dem zugleich als vergleichende Vorlage die Originalzeichnung des Topographen überreicht wird. Nun beginnt die wenigſtens fünf Monate dauernde Arbeit des Stechers in Kupfer.

Da aber der Kartendruck gewöhnlich in mehreren Farben erfolgt, ſo verteilt ſich auch die Zeichnung eines Kartenblattes auf mehrere Kupferplatten. Die erſte Platte enthält den Schwarzdruck, das heißt das Straßen- und Eiſenbahnnetz, die Ortſchaften und Häuſer, die Grenzen, die Schrift, die Höhenzahlen, die Signaturen für Wiefen, Wälder, Neben und Gärten. Auf einer zweiten Kupferplatte, welche wie die erſte einen photographiſchen Ueberdruck des Originals trägt, werden die Terrainkurven, die gewöhnlich als Braundruck in die Karten kommen, eingegraben. Beſonders auf dieſer Platte wird ſich der Stecher als Meiſter zeigen können, indem er die oft eckigen Kurven der Originalzeichnung harmoniſch und gleichmäßig auszieht. Eine dritte Kupferplatte nimmt jenen Teil der Zeichnung auf, welcher alle Gewäſſer in den verſchiedenſten Stärken und Formen zur Darſtellung bringt; die Gewäſſer gelangen gewöhnlich als Blaudruck in die Karten. Schon aus dieſen Andeutungen geht hervor, daß die Größenverhältniſſe in den drei Kupferplatten ganz vollkommen übereinſtimmen müſſen, denn nur unter dieſer Vorausſetzung kann von ihnen ein genau paſſendes Bild durch Druck erhalten werden. Sollte man ſchließlich noch wünſchen, daß die Kulturen, wie Wälder, Wiefen, Gärten und Weinpflanzungen in beſondern Farben erſcheinen, ſo werden dieſe Töne gewöhnlich von lithographiſchen Steinen in die Kartenbilder gedruckt.

Wenn oben geſagt wurde, daß der Stich der Kartenblätter im Maßſtabe der Originalaufnahmen auf Kupfer erfolgt, ſo iſt dieſem Satze inſofern eine Beſchränkung beizufügen, als auch das Kartenbild manchmal in Stein graviert und von dieſem

gedruckt wird. So zog die Schweiz die Gravure in Stein jener in Kupfer vor für die Gebirgsblätter, welche von den Topographen im Maßstabe 1:50 000 aufgenommen wurden. Freilich darf nicht vergessen werden, daß hiebei der Umstand ausschlaggebend war, daß die Schweiz für die Darstellung der Gletscher und der Felspartien des Hochgebirges in dem berühmten Kartographen Leuzinger (Fig. 56) einen wahren Künstler besaß, der eben seine Meisterwerke nicht in Kupfer, sondern in Stein auszuführen gewohnt war. Ein Grund, warum man übrigens der Kupferplatte vor dem Steine den Vorzug gibt, liegt vielfach darin, weil Verbesserungen und Nachtragsarbeiten, welche in Folge der beständigen Aenderungen im Straßen- und Eisenbahnnetz, in den industriellen Unternehmungen und den Bauten nach Verlauf von wenigen Jahren notwendig werden, viel leichter auf der Kupferplatte als auf dem Stein ausgeführt werden können. Endlich ist die Aufbewahrung einer dünnen Kupferplatte immer viel bequemer, als jene eines dicken und schweren lithographischen Steines.

Es muß hier noch gesagt werden, daß heutzutage in den größern kartographischen Anstalten der Druck selten direkt von den Originalkupferplatten oder von den gravierten Steinen erfolgt. Um die feinen Linien des Stiches vor frühzeitiger Abnutzung durch den Druck zu schützen, verstäht man die Kupferplatten oder stellt von den Originalien galvanoplastische Abzüge her, die dann zum Drucke verwendet werden. Sobald letztere keine guten Abdrücke mehr liefern, werden sie bei Seite gelegt, denn es lassen sich mit Leichtigkeit von den Originalien neue galvanische Druckplatten fertigen. Um die Gravure der Steinplatten zu schonen, wird auch von diesen so wenig als möglich direkt gedruckt, sondern man klatscht die Zeichnung auf lithographische Steine ab und druckt von diesen.

Gehen wir nun zum Lesen einer solchen Kurvenkarte im Maßstabe der Originalaufnahmen über. Es ist von selbst klar, daß ihr Verständniß jenem vollständig und bis in alle Einzelheiten aufgeschlossen sein muß, der aus den früheren Abschnitten weiß, wie die Karte unter der Hand des Topographen entstanden

ist, denn die vor uns liegende gedruckte Kurvenkarte ist im Grund nichts anderes als die möglichst getreue Wiedergabe der Originalaufnahme. Wir können uns deshalb auf einige wenige Punkte beschränken, welche zu einem weitern Verständnis der in Frage stehenden Kurvenkarten beitragen.



Fig. 56. Kartograph Leuzinger.

Zunächst bedarf die Ueberschrift, die Signatur und der Kartenrand einiger Beobachtung. Die Karte ist regelmäßig nach der bedeutendsten Ortschaft benannt, deren Topographie in dem Blatte dargestellt ist. Die Signatur, welche meist in Zahlen und Buchstaben besteht, läßt erkennen, zu welcher Serie, Sektion oder Kolonne des Gesamtwerkes das betreffende Kartenblatt gehört. In irgend einer Form, sei es in einer Ecke oder sei es an den Rändern, sind gewöhnlich die Namen der Nachbarblätter angegeben. Sollte man keine richtige Vorstellung von der Einteilung des gesamten Kartenwerkes im Maßstabe der Originalaufnahmen besitzen, so erbitte man sich ganz einfach durch einen Brief oder eine Postkarte von dem betreffenden Vermessungsbureau, dessen Adresse meistens jedem Blatte aufgedruckt ist, oder von einer größeren Buchhandlung eine „Uebersicht“ des Kartenwerkes. Die Zusendung wird gewiß immer bereitwilligst erfolgen. *)

*) Wir geben hier die wichtigsten Adressen für den Bezug der topographischen Karten europäischer Staaten. Baden: Hofbuchhandlung A. Bielefeld in Karlsruhe. — Bayern: Buch- und Landkartenhandlung von Theodor Kiedl in München. — Belgien: Institut cartographique militaire, Bruxelles. — Dänemark:

Weiß man einmal aus einer solchen Uebersicht, welche Kurvenkarten zur Verfügung stehen, so wird man sich sehr gerne vor einem Ausfluge die betreffenden Blätter kaufen, welche meistens besser und sicherer als die einheimischen Führer Weg und Steg weisen können.

Der Kartenrand orientiert über die geographischen Längen und Breiten, welche mit den abwechselnd schraffierten und nicht schraffierten Linien beim Maßstabe 1:25 000 mit Vorliebe von 10 zu 10 Sekunden und bei den Blättern im Maßstabe 1:50 000 von 30 zu 30 Sekunden angegeben sind. Auf diese Weise wird es möglich, für jeden Punkt der Karte, also zum Beispiel für die Kirche und das Schulhaus des Dorfes, oder für sein eigenes Wohnhaus, die geographische Länge und Breite bis auf Sekunden genau herauszulesen. Es gibt auch Karten, welche einen Doppelrand besitzen, so daß dann der Innenrand die Gradzählung mit Beziehung auf die Pariser Sternwarte und der Außen-

Generalstabens topografiske Afdeling, Kopenhagen. — England: Ordnance Survey Office, Southampton. — Frankreich: État-Major de l'armée, Service géographique. Section de Cartographie, 140 Rue de Grenelle, Paris; Henry Barrère, édit. géogr., 21 Rue du Bac, Paris. — Holland: Institut topographique militaire néerlandais, La Haye. — Italien: Istituto geografico militare, Firenze. — Norwegen: Norges Geografiske Opmaalning, Kristiania. — Oesterreich-Ungarn: Hof- und Univ.-Buchhandlung R. Lechner (Wilh. Müller), 31 Graben, Wien. In diesem Verlage findet man nicht nur die Kartenwerke des k. u. k. militär-geographischen Institutes in Wien, sondern auch die Karten von Bulgarien, Serbien, Montenegro, Griechenland, Europäische Türkei, Kleinasien und Rußland. — Hofbuchhandlung Karl Grill, Dorotheergasse in Budapest. — Preußen: R. Eisen Schmidt, Verlagsbuchhandlung für Militärwissenschaft, Berlin N. W. — Rumänien: Institutul geografic al Armatei, Bukarest. — Schweden: Generalstabens litografiska Anstalt, Stockholm. — Schweiz: Schweizerische Landestopographie, Bern; Verlagsanstalt Benziger & Co. A. G. in Einsiedeln. Für schweizerische Reliefkarten wende man sich an die Kartographia in Winterthur und an die Firma Kümmerly & Frei in Bern. — Spanien: Instituto Geografico y Estadístico, Madrid. — Württemberg: Lindemann'sche Buchhandlung in Stuttgart.

rand jene mit Beziehung auf die Sternwarte von Greenwich trägt.

Die Schweizerblätter, welche mit den Linien der rechtwinkligen Koordinaten (bezogen auf den Meridian und den Nullpunkt der Berner Sternwarte) im Maßstabe von 1 : 25 000 in Abständen von 1500 Meter und bei jenen von 1 : 50 000 in Abständen von 3000 Meter durchzogen sind, geben an den 4 Rändern in Zahlen die Koordinatenwerte des Bildrandes an. — Der wenig geübte Kartenleser möge ja niemals den jedem Blatte beigedruckten Maßstab übersehen, welcher über die Längenverhältnisse vollständig aufklärt. Manchem genügt es zu wissen, daß einem Zentimeter auf der Karte 1 : 25 000 in der Wirklichkeit eine Längenausdehnung von 250 Meter und auf der Karte 1 : 50 000 eine solche von 500 Meter entspricht; aber andere finden sich besser zurecht, wenn sie beim Ablesen und Abschätzen von Distanzen den der Karte beigedruckten Maßstab vor Augen haben.

Am schwierigsten gestaltet sich wohl das genaue Lesen und Verstehen der Kurven. Da die Horizontalkurven nicht ein direktes, vom Auge unmittelbar erfassbares Bild der Erhebungen und Vertiefungen des Terrains geben, sondern an das Vorstellungsvermögen die Aufgabe stellen, sich aus ihnen durch allerlei Ueberlegungen die Form der Bodengestaltung herauszubilden, so muß das Lesen der topographischen Karten nach dieser Richtung erlernt und geübt werden. Am raschesten und besten wird man sich in das Verständnis der Kurven einleben, wenn man öfters eine ganz bekannte Gegend mit deren Kartenbild genau vergleicht. Man wird dann bald finden, daß die Karte wenigstens in großen Zügen alle Einzelheiten der Bodengestaltung wiedergibt und daß aus ihr die Böschungsverhältnisse, die Gefällsrichtungen, sowie die Konkavität und Konvexität der Terrainformen mit aller Sicherheit abgelesen werden können.

Zunächst muß man sich im Kartenbild darüber klar werden, wo die Täler und wo die Bergrücken zu suchen sind. Es ist dies gleichbedeutend mit dem Auffuchen der Gefällsrichtung

des Terrains, also der Richtung, in welcher das Wasser abfließt. Nichts ist leichter als diese Feststellung. Man sucht einfach die Flußläufe der Karte auf, denen entlang ja immer Höhenzahlen geschrieben sind, und verfolgt dann die Bäche bis zu ihrem Ursprung, der meist weit oben an den Halden und Bergen liegt. Von dort geht man noch einige Kurven weiter und wird auf diese Weise die Bergrückenlinie erreichen, welche zugleich die Wasserscheide bildet. Die Bergrückenlinie bestimmt sich leicht aus den Höhenzahlen der Gipfelpunkte. Da letztere stets mehr oder weniger frei stehen, so bilden die Niveaufurven um dieselben herum geschlossene Linien und sind deshalb leicht erkennbar. Durch die Verbindung der aufeinander folgenden Gipfelpunkte eines Bergrückens erhält man die Wasserscheidelinie. Ermittelt man endlich die Differenz zwischen den Höhenzahlen des Tales und der Gipfelpunkte, so kann man sich eine Vorstellung von der Erhebung des Berges über der Talsohle machen. Will man sich dabei nicht allzu großen Täuschungen seiner Phantasie hingeben, so wird man einige bekannte Höhen mit ihren Höhenzahlen gut dem Gedächtnisse einprägen, um dadurch immer einen richtigen Vergleichungsmaßstab an die Gebilde der Phantasie anlegen zu können.

Nachdem sich so ein allgemeiner Begriff von der Ausdehnung und der Höhe eines Hügels oder Berges ergeben hat, geht man zur Untersuchung der Detailgestaltung des Terrains über. Die Natur gestaltet letzteres in ganz verschiedenen Formen; bald biegt sie es aus und bald biegt sie es wieder ein und bildet so konvexe und konkave Formen, oder sie läßt es auch geradlinig verlaufen. Diese drei Formen übertragen sich auf das Kartenbild. Ist ein Abhang konvex, so sind auch dessen Niveaufurven konvex, ist er konkav, so haben auch die Niveaufurven konkave Formen. Prägt sich der Charakter der Konkavität scharf aus, ist aber die Tiefe dabei eine geringe, so haben wir die Rinne, ist die Tiefe eine bedeutende, so haben wir die Schlucht; sanfte Konkavitäten bilden Mulden (Fig. 57). Scharf ausgeprägte Konvexitäten

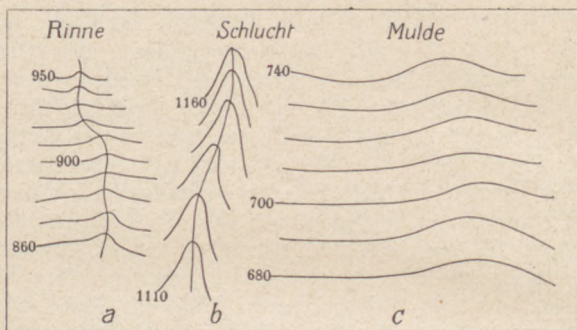


Fig. 57. Kurven für Rinne, Schlucht und Mulde.

nennt man Kämme oder Gräte, breiter gewölbte bezeichnet man als Höhenrücken oder Bergrücken und flachgewölbte als Hochflächen (Fig. 58). Bei konvexer Form des Terrains schließt die obere Kurve die untere ein, bei der konvexen wird umgekehrt die obere von der unteren eingeschlossen.

Die verschiedenen, in unseren Figuren dargestellten kon-

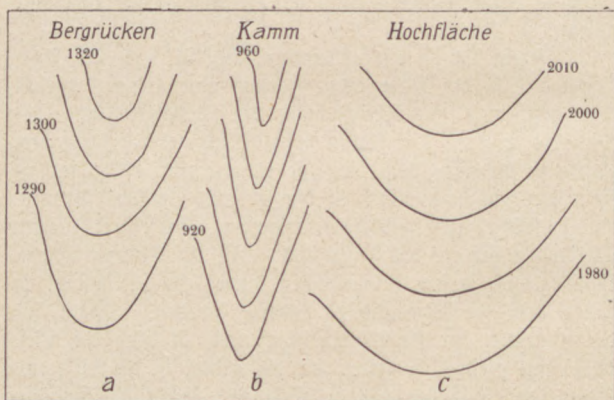


Fig. 58. Kurven für Bergrücken, Kamm und Hochfläche.

haben und konvexen Formen unterscheiden sich nur darin voneinander, daß sie das Terrain darstellen, wie es von vorne gesehen wird; insolgedessen sind die konkaven Formen durch Kurven dargestellt, die vom Beobachter abkehren, während die Kurven der konvexen Formen sich dem Beobachter entgegen biegen. Um also die Kurven recht lesen zu können, muß man wissen, ob man dieselben von vorne sieht. Wie muß man nun die Karte drehen, um das im Kurvenbild dargestellte Terrain von vorne zu sehen? Man dreht sie so, daß der Wasserlauf im Teilstück des zu untersuchenden Terrains gegen den Beobachter gerichtet ist. Jetzt sieht man dessen Rinne von vorne, weshalb auch die Krümmungen der Kurven, welche der Wasserlauf durchschneidet, konkav sind und sich gegen den Wasserlauf zu-, aber vom Beobachter abbiegen (Fig. 57 a u. b). Die rechts und links von der Wasserlinie gelegenen Ufer gehen in die konvexen Formen über und ihre Kurven biegen sich naturgemäß gegen die Richtung des Wasserlaufes und gegen den Beobachter.

Es kann nun allerdings vorkommen, daß die Wasserläufe an der betreffenden Stelle der Karte fehlen, über welche man sich gerade unterrichten möchte. In diesem Falle geben aber auch die Höhenzahlen unzweideutig darüber Aufschluß, ob man es mit einer konkaven oder konvexen Form zu tun hat. Da nämlich, wo Kurven mit größeren Höhenzahlen solche mit tieferen umschließen, haben wir die konkave (Fig. 57 b), wo aber umgekehrt tiefere Kurven höhere umfassen (Fig. 58 a b c), die konvexe Form. Hieraus folgt nun, daß Kurven, welche auf Karten die kleinsten geometrischen Figuren bilden, Anhöhen darstellen, wenn sie jeweils von Kurven mit niederen Höhenzahlen umschlossen werden, daß sie aber Einsenkungen (Trichter, Abseifen) bedeuten, wenn sie mit Kurven größerer Höhenzahlen umfaßt werden.

Das Kurvenbild eines Abhanges, welcher eine gerade Fläche bildet, setzt sich aus geraden und parallel verlaufenden horizontalen Linien zusammen. Windschiefe Terrainbewegungen ergeben in der Karte stark unparallele Kurven.

Wenn an einer Stelle der Karte 4 Kurven einander gegenüber treten, deren Außenseiten der Krümmungen gegenüber einander gekehrt sind, und von denen je zwei die gleiche Hö-

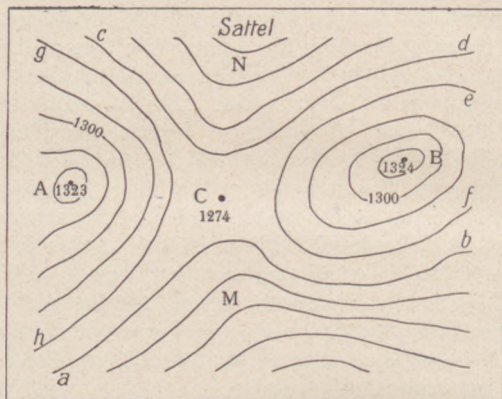


Fig. 59. Sattel.

henzahl haben, so deutet das auf das Vorhandensein eines Bergsattels hin (Fig. 59). Wir haben hier zwei entgegengesetzte Mulden, deren obere Teile gemeinsam sind und sich zwischen zwei konvergen Terrainformen befinden, die höhere Quoten haben. Der Sattelmittelpunkt ist somit der höchste Punkt der zwei Mulden, und der tiefste der beiden Vorsprünge.

Das beste Mittel übrigens, um sich von dem Charakter und den Höhenverhältnissen eines in der Karte durch Kurven abgebildeten Abhanges oder Berges eine sichere Vorstellung machen zu können, besteht in dem Zeichnen eines oder mehrerer Profile. Man möchte vielleicht glauben, so etwas sei nur Sache eines Kartographen oder eines Ingenieurs, gehe aber weit über das Können eines gewöhnlichen Kartenliebhabers hinaus. Und doch ist das Konstruieren solcher Profile äußerst einfach und bedarf keiner höheren algebraischen oder geometrischen Kenntnisse. Machen wir uns gleich an ein praktisches

Beispiel und konstruieren wir aus dem nebenstehenden Kurvenbilde (Fig. 60) in der Richtung AB ein Profil. Der Maßstab des Kurvenbildes sei 1:10 000 und die Höhendifferenz der Kurven (Nequidistanz) 30 Meter. Zuerst zieht man zu AB die Parallele A^1B^1 — Vergleichungslinie genannt —, welche man sich parallel zum Meeresniveau denkt und zwar in einer solchen Höhe über demselben, daß sie nur wenig unter

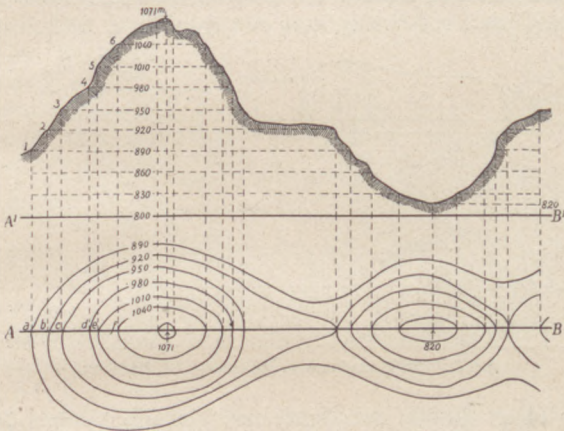


Fig. 60. Zeichnen eines Profils.

dem tiefsten Punkte des zu zeichnenden Profils zurückbleibt. Da in unserem Falle der tiefste Punkt 820 Meter über Meer liegt, so nehmen wir für unsere Linie A^1B^1 800 Meter Meereshöhe an. Zu dieser Linie konstruieren wir die feingestrichelten Parallelen, welche um 3 Millimeter auseinander liegen, also in Wirklichkeit einer Höhendifferenz von 30 Metern entsprechen; denn im Maßstabe 1:10 000 entsprechen ja einem Millimeter auf der Karte 10 Meter in Wirklichkeit. Wir projizieren jetzt die Schnittpunkte der Kurven a, b, c, d, . . . auf die Vergleichungslinie A^1B^1 und verlängern die Projektionen noch über B^1A^1 hinaus, bis sich jede mit ihrer zugehörigen Höhen-

linie schneidet. Wir verbinden endlich die so erhaltenen Höhenpunkte 1, 2, 3, ... durch eine Kurve, welche das verlangte Profil vollendet.

Es war nur die Rücksicht auf Anschaulichkeit, welche uns zum obigen Beispiel den Maßstab 1:10 000 und die Nequidistanz von 30 Metern wählen ließ. Daß die Natur in Berg und Hügel verhältnismäßig keine bedeutenden Höhen aufweist, wenn man dieselben mit den Längsausdehnungen vergleicht, beweist sofort das Profilzeichnen aus einer Karte, welche nicht

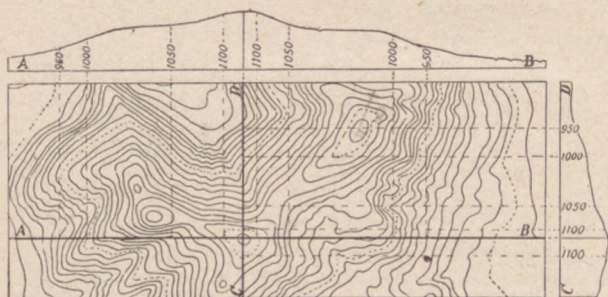


Fig. 61. Profil durch den Freiherrenberg bei Einsiedeln.

wie obiges Beispiel dem Reiche der Phantasie, sondern der Wirklichkeit entlehnt ist. Versuchen wir zu diesem Zwecke die Konstruktion eines Längs- und Querprofils durch den sogenannten Freiherrenberg bei Einsiedeln, nach der eidgenössischen Karte 1:25 000 mit der Nequidistanz von 10 Metern (Fig. 61). Wir verfahren ganz genau wie im vorhergehenden Beispiele. Sofort bemerken wir den gewaltigen Unterschied, wenn wir die Höhen graphisch abtragen; denn beim angenommenen Maßstabe hat die Nequidistanz von 10 Meter auf der Karte nur einen Wert von 0,4 Millimeter. Die Folge davon ist, daß das so konstruierte Profil, welches genau den tatsächlichen Längen- und Höhenverhältnissen entspricht, den Eindruck macht, als würde sich der Freiherrenberg viel weniger hoch über die Talsohle erheben, als es in Wirklichkeit den Anschein hat. Dies stimmt

übrigens mit der allgemein bekannten Tatsache, daß wir regelmäßig die Höhen gegenüber den Längen überschätzen.

Oft benötigt man nicht das Profil eines ganzen Berges, wohl aber wünschte man die Böschung, das heißt die Neigung einer Halde zum Horizonte zu kennen und zwar in Graden oder Prozenten. Man kann beispielsweise die Böschungsverhältnisse zu wissen wünschen, um sich über die Steigung vorhandener oder erst anzulegender Wege Klarheit zu verschaffen, um die Druckstärke einer Wasserleitung oder vielleicht auch nur um die günstigen Bedingungen für eine Skipartie auszustudieren. Es ist von selbst einleuchtend, daß man auf der Karte die Böschung AB, nicht direkt ablesen kann, denn sie stellt eine Neigung des Terrains gegen die

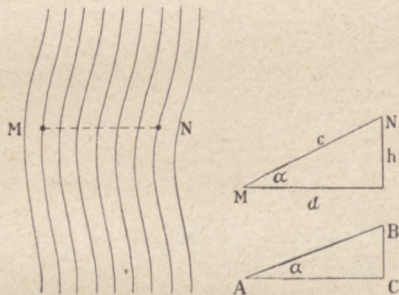


Fig. 62. Berechnung der Böschungen.

Horizontalebene dar. Wir können aber aus der Karte von der Böschung AB deren Projektion AC auf die Horizontalebene abmessen und die Höhendifferenz CB mittels der Kurven berechnen, beziehungsweise abschätzen. Aus diesen Elementen bestimmen wir nach der einfachsten trigonometrischen Formel den Böschungswinkel α , denn $\text{tg } \alpha = \frac{CB}{AC}$. Soll zum Beispiel die Böschung und der Böschungswinkel zwischen den beiden Kurvenpunkten M und N (Fig. 62) auf einer Karte 1:25 000 mit Nequidistanz 10 Meter gesucht werden, so messen wir mit einem Millimeterstab die geradlinige Entfernung $MN = 8$ Millimeter ab; der Höhenunterschied zwischen M und N ist 60 Meter demnach auf den Maßstab 1:25 000 reduziert $0,4 \times 6$ folglich ist $\text{tg } \alpha = \frac{2,4}{8} = 0,3$. Die trigonometrischen Tafeln

zeigen dann, daß der Tangentewert 0,3 zum Winkel 17° gehört; also hat der Abhang einen Böschungswinkel von 17° Grad. Will man die Böschung in Prozenten ausdrücken, das heißt die Höhe auf eine Horizontale vom Werte 100 beziehen, so gilt die Formel $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{100}$; $h = 100 \operatorname{tg} \alpha$. Demnach in unserem Falle: $h = 100 \cdot 0,3$; $h = 30\%$. Man sucht also in einer Tafel der trigonometrischen Funktionen

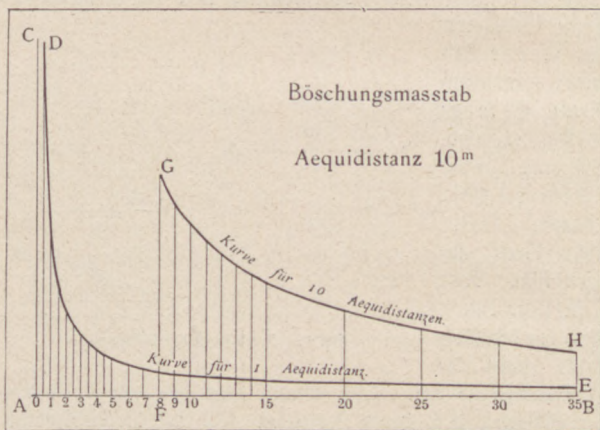


Fig. 63. Böschungsmasstab.

die natürliche Tangente des Winkels α , rückt bei der gefundenen Zahl das Dezimalomma um zwei Stellen nach rechts und man hat die Neigung des Terrains in Prozenten.

Indes benötigen wir nicht einmal die Berechnung, denn es sind Maßstäbe, sogenannte Böschungsmasstäbe konstruiert worden (Fig. 63), welche ein direktes Ablefen der Böschungsverhältnisse aus den topographischen Karten gestatten. Sie geben zwar nicht so genaue Resultate wie die Berechnung, jedoch genügend genaue für die gewöhnlichen Bedürfnisse. Diese Böschungsmasstäbe, welche nach den Maßstäben und Aequidistanzen der

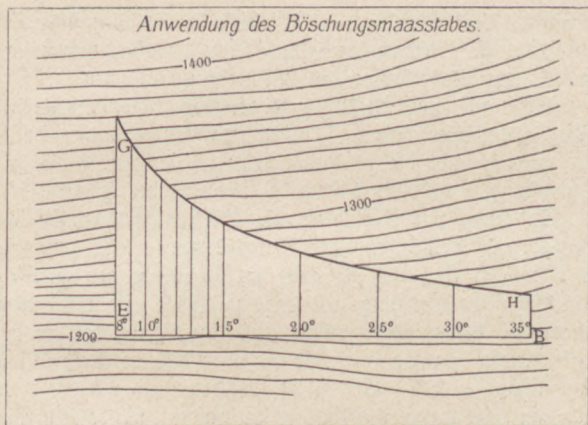


Fig. 64. Anwendung des Böschungsmasstabes.

verschiedenen topographischen Karten verschieden konstruiert sind, geben die Neigungswinkel für jede Länge der Senkrechten zweier aufeinander folgenden Kurven oder zweier aufeinander folgenden 5er oder 10er Kurven. Bei starker Neigung des Terrains nähern sich die Niveaukurven dermaßen, daß eine Messung zwischen zwei Kurven schwierig ist. Für diese Fälle konstruierte man Böschungsmasstäbe auch für 5 oder 10 Kurven, wodurch der Maßstab deutlicher und das Messen besser ermöglicht wird.

Die Anwendung des Böschungsmasstabes ist sehr einfach. Will man eine Neigung auf der Karte bestimmen, so nimmt man die senkrechte Entfernung zweier aufeinander folgender Kurven in den Zirkel, sucht auf dem Böschungsmasstab, welche Senkrechte dieser Distanz entspricht, und liest dann den Böschungswinkel unten ab. Man kann auch den Maßstab ausschneiden und zwischen zwei Kurven hineinschieben, bis ihre Entfernung voneinander mit einer der Senkrechten übereinstimmt. In Fig. 64, welche dieses letztere Verfahren veranschaulicht, beträgt die Neigung zwischen den Kurven 1200 und 1300, in

Graden ausgedrückt 150. — Auf diese Weise lassen sich rasch und leicht die Steigungsverhältnisse von Straßen, sowie das Gefälle von Wasserläufen aus den Karten bestimmen.

Wenn wir uns etwas lange bei den Böschungsverhältnissen aufgehalten haben, so wird man weiter unten sehen, wie wichtig und wie praktisch gerade dieser Punkt für die Darstellung des Terrains nach der Methode der Schraffen ist.

Da man mit Leichtigkeit die Böschungsverhältnisse an Bergen und Halben aus den Kurvenkarten ablesen kann, so ist von selbst klar, daß sie auch das Planieren von Straßen mit konstanter Steigung gestatten, natürlich nur mit jenem Grade der Genauigkeit, welche eben dem Maßstabe der betreffenden Karte zukommt. Die in Frage stehende Konstruktion ist durchaus einfach, denn sie ist gleichbedeutend mit der Aufgabe, an einer Halde eine Linie zu konstruieren, welche beständig mit der Horizontalebene den gewünschten Böschungswinkel α bildet. Dies kann nur dann der Fall sein, wenn je zwischen zwei Äquidistanzen ein gleichlanges Liniestück zu liegen kommt. Da die gleich langen Liniestücke auch als unter sich gleich lange Projektionen auf der Horizontalebene erscheinen, so hat man eine solche Projektion zum zugehörigen Winkel α zu berechnen oder zu konstruieren; man nimmt dann diese Projektion in den Zirkel und schaltet sie in die Kurven hinein, zwischen welchen sich die Straße hinaufziehen soll. Unsere Figur 65 veranschaulicht klar diese sehr einfache Operation. Die Zeichnung ergibt auch, daß die Straße nur so weit in der verlangten konstanten Steigung ausgeführt werden kann, als das Terrain nicht plötzlich zu flach für den Winkel α wird, was sich in der graphischen Lösung sofort dadurch zeigt, daß die Zirkelöffnung die folgende Kurve nicht mehr schneidet.

Unsere obigen Auseinandersetzungen bezogen sich auf die Veröffentlichung der Karten im Maßstabe der Originalaufnahme. Es sind dies Spezial- oder Ortskarten im eigentlichen Sinne des Wortes. Obgleich sie alles erdenkliche Detail bringen, gehen sie doch nicht so weit, daß sie auch die Grenzen der einzelnen Grundstücke aufführen. Letzteres geschieht nur

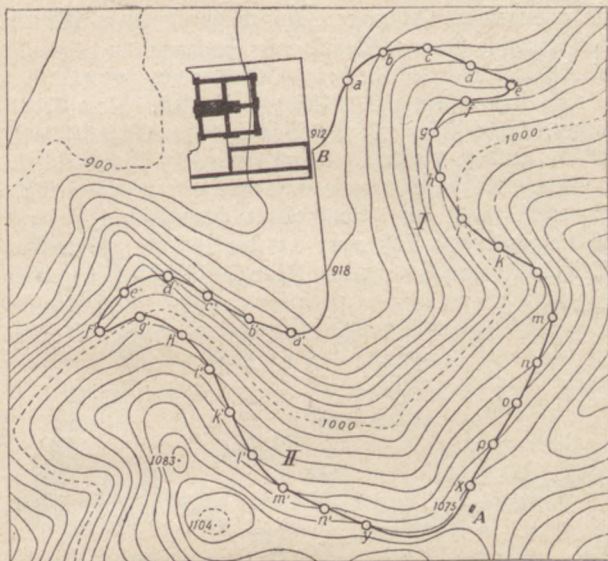


Fig. 65. Entwurf einer Straße.

in den Katasterkarten, welche gewöhnlich in einem Maßstabe erstellt werden, welcher zwischen 1 : 2000 und 1 : 5000 schwankt; in Ländern mit Großgrundbesitz wird zu diesem Zwecke wohl auch der Maßstab 1 : 10 000 angewendet. Da diese Katasterpläne, welche von den gewöhnlichen Geometern aufgenommen werden, zu den eigentlichen Landkarten nicht mehr gehören, können wir hier ihre Behandlung füglich übergehen.

In flachen und detailarmen Ländern weisen die Originalaufnahmen recht viel leeren Platz auf; deshalb ersparen sich manche Länder die Mühen und Kosten, dieselben zu veröffentlichen. In diesen Fällen stellen aber die Vermessungsbureaus auf Wunsch gerne den Interessenten zu verhältnismäßig billigen Preisen zinkographische oder photographische Abdrücke der Originalaufnahmen zur Verfügung. Die kartographischen An-

stalten gebrauchen sodann ihre Originalaufnahmen zur Erstellung von Karten in kleineren Maßstäben. So werden beispielsweise vier Blätter im Maßstabe 1:50 000, oder vier von den letzteren zu einem Blatte von 1:100 000 reduziert. Diese Reduktionen, welche früher mit dem Pantographen (Fig. 66) ausgeführt wurden, werden heute nach photographischen Verfahren gemacht. Zu diesem Zwecke besitzt man große photographische Apparate, welche auf langen festen Tischen mittelst Zahnrad in die gewünschte Entfernung vor die senkrecht aufgestellten Originalien geschoben werden können. Von den so gewon-

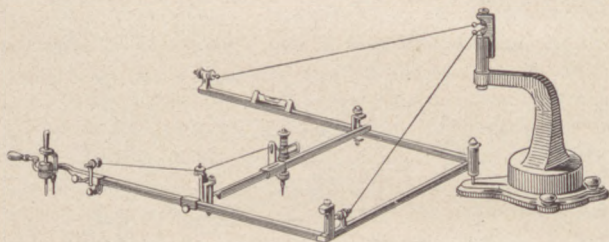


Fig. 66. Pantograph.

nen Platten werden dann, wie oben erwähnt, Ueberdrucke auf Kupfer oder Stein gemacht, und der Stecher oder Graveur beginnt dann seine langwierige bereits beschriebene Arbeit.

Im allgemeinen hat man die Erfahrung gemacht, daß alles Detail der in 1:25 000 hergestellten Originalaufnahmen in der Reduktion 1:50 000 Platz finden kann, ohne daß dadurch der Deutlichkeit und Lesbarkeit der Karte Eintrag geschehen würde. Immerhin werden auch in diesen Fällen nicht alle Kurven aufgenommen, sondern man läßt immer je zwei aus, so daß man Kurven mit der Nequidistanz von 30 Metern erhält. Letzteres natürlich nur dort, wo das Terrain stark hügelig oder bergig ist. An allen Stellen, wo sich durch die Reduktion zu viel Detail anhäuft, wählt der Stecher oder Graveur nur die wichtigsten und charakte-

rifflischen Gegenstände aus und sorgt dadurch besonders für Klarheit und Gleichmäßigkeit des topographischen Bildes.

Schreiber dieser Zeilen machte sich öfters ein Vergnügen daraus, die Kartengraveur im geographischen Institut von Bukarest aufzusuchen und sie bei ihrer feinen Arbeit zu beobachten. Die Steine zu einem einzigen Kartenblatt repräsentieren eine Riesearbeit, welche sich auf Jahre verteilt. Einer der Graveure hatte eben vor einigen Wochen einen Stein in Angriff genommen. Der polierte und dann schwarz geriebene Stein trug in schwachem Rot im Maßstabe 1:100 000 den photographischen Ueberdruck als Vorlage. Gemäß dieser Zeichnung muß nun alles für den Schwarzdruck bestimmte Detail in den Stein graviert werden. Die Gravure ist sehr fein und rißt nur die Politur. Der Arbeiter hatte mit der Gravur der Ortschaften begonnen, deren Grundrisse sich grell weiß von dem schwarzen Grunde abhoben. Daneben standen auch bereits die Namen der Dörfer; diese werden schwach vorgegriffen und dann erst gegraben. Der Ort für die Schrift wird natürlich so gewählt, daß dadurch wichtiges Detail, wie Straßen, Eisenbahnen, Höhenpunkte und dergleichen nicht durchbrochen werden müssen. Da diese Arbeit beendet war, begann der Graveur mit dem Eingraben der Verkehrswege, wozu er sich selber dem Bedürfnisse gemäß einige Grabstichel ein- und doppelspaltig geschliffen hatte. Ohne Lupe waren die Doppelspitzen kaum zu unterscheiden; so fein sind die Instrumente.

Es kommt nun allerdings auch vor, daß ein Kartenbild von den Originalien nicht einfach photographisch reduziert und so dem Steingraveur oder Kupferstecher als Vorlage gegeben werden kann. Wegen größern oder kleinern Ungleichheiten machen die Originalien öfters in ihren Reduktionen eine gründliche Umarbeitung nötig, die nicht erst auf dem Stein oder Kupfer vorgenommen werden kann. In diesem Falle werden die Originalien dem Kartographen übergeben, welcher dann eine feine tadellose Federzeichnung als Originalvorlage zu liefern hat.

Die Kurvenkarten geben zwar ein mathematisch genaues Bild der Oberflächengestaltung des Bodens, soweit diese überhaupt in einer Ebene dargestellt werden kann. Aber nur der Eingeweihte kennt sich auf den ersten Blick in dem Gewirre der Kurven aus und liest aus ihnen die Gestalt der Hügel und Berge ab, während der Ungeübte nur alles flach sieht und weder Thal noch Berge zu unterscheiden weiß. Die große Masse des Volkes verlangt natürlich nach Darstellungen seines Vaterlandes, welche auch ihm verständlich sind. Um diesem berechtigten Wunsche zu entsprechen, setzte man alles daran, die Kartenbilder so zu gestalten, daß aus ihnen die Berge als Relief plastisch hervortreten. Zunächst suchte man diese plastische Wirkung durch Schraffen, auch Gefällsklinien genannt, hervorzubringen; es ist dies eine Methode, welche bereits auf mehr denn hundert Jahre zurückgeht. Sie wurde nämlich ins Leben gerufen von dem sächsischen Major Lehmann (1765—1811).

Die Schraffenmethode besteht darin, daß zwischen je zwei Kurven in der Richtung des Wasserlaufes oder des stärksten Gefälles, wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, Striche (Schraffen) gezogen werden, die auf den beiden Kurven und auf etwaigen Zwischenkurven senkrecht stehen. Da, wo die Kurven nahe aneinander treten, werden die Gefällsklinien kurz; da, wo aber erstere weiter auseinander gehen, werden selbstverständlich die Schraffen länger. Umfaßt eine Kurve in etwas größerem Bogen eine andere, so bleiben die Schraffen nicht parallel, sondern rücken nach der inneren Kurve hin zusammen und gehen nach der umfassenden Kurve hin weiter auseinander. Aus dem Gesagten erhellt sofort, daß die Gefällsklinien zwischen zwei Kurven eine Höhenschichte bilden. — Die Schraffen der aufeinander folgenden Schichten läßt man in der Regel nicht ineinander übergehen, noch genau aufeinander folgen, sondern man verschiebt dieselben seitlich um ganz wenig, damit so die einzelnen Schichten gut erkannt und auseinander gehalten werden können. Liegen Kurven weit auseinander, so teilt man zur Vermeidung sehr langer Gefällsstriche den

Zwischenraum der Kurven in eine Anzahl Mittelkurven und konstruirt zwischen diesen die Gefällsklinien.

Aus diesen wenigen Bemerkungen erhellt schon, daß die Schraffen in jeder nur halbwegs ordentlichen Karte nicht nach der Willkür des Kartographen eingezeichnet sind, sondern daß jedes einzelne Strichelchen die Gefällsrichtung des Wassers am betreffenden Orte des Terrains angibt und daß seine Länge die Dicke einer Höhengschicht bezeichnet, welche der Aquidistanz der Kurven entspricht. Das Gesagte läßt ferner erkennen, daß für die Darstellung des Terrains durch Schraffen gute Originalaufnahmen mit Höhenkurven vorliegen müssen. Diese bilden die Grundlage der Schraffen. Die Kurven bleiben selbstverständlich in den Schraffenarten weg. Es gibt indes auch hievon Ausnahmen; so behalten beispielsweise die österreichischen topographischen Detailkarten im Maßstabe 1:50 000, welche in Schraffenmanier ausgeführt sind, die Hundertterkurve bei, was unstreitig das Lesen der betreffenden Karten erleichtert.

Weil die Länge der Schraffen der Größe der senkrechten Kurvenabstände entspricht, so gestattet sie einen untrüglichen Schluß auf die Steigungsverhältnisse. Da, wo die Schraffen kurz sind, haben wir eine größere Steigung als da, wo sie länger werden. Um aber die Böschungsverhältnisse noch besser und deutlicher zur Anschauung zu bringen, wandte Lehmann für die Schraffen verschiedene Stärken an und zwar nach dem Prinzip, je steiler die Böschung, um so dicker die Schraffe. Durch die verschiedenen Stärken der Schraffen kommt nun aber Licht und Schatten in das Kartenbild, wodurch die Unebenheiten des Terrains plastisch als Relief erscheinen. Lehmann bildete seine Schraffenmanier dahin aus, daß er in dem darzustellenden Gelände eine Beleuchtung annahm, in welcher die Sonne im Scheitelpunkt steht, so daß also die Lichtstrahlen senkrecht und parallel auf das Kartenbild auffallend gedacht werden müssen.

Man bezeichnet deshalb diese Beleuchtung als eine zenithale oder senkrechte. Nach dieser Auffassung erhalten alle horizontalen

Flächen, auf welche die Sonnenstrahlen senkrecht, also unter dem Winkel von 90° auffallen, das intensivste Licht, das heißt bleiben weiß, während alle geneigten Flächen in dem Grade weniger beleuchtet werden, als ihr Neigungswinkel gegen die Horizontalebene abnimmt. Je nach der Größe der Böschung werden die Schraffen dicker, oder besser gesagt, mit der Aenderung der Steigungswerte ändert sich in der Schraffenzeichnung auch das Verhältnis von weiß zu schwarz. Weil

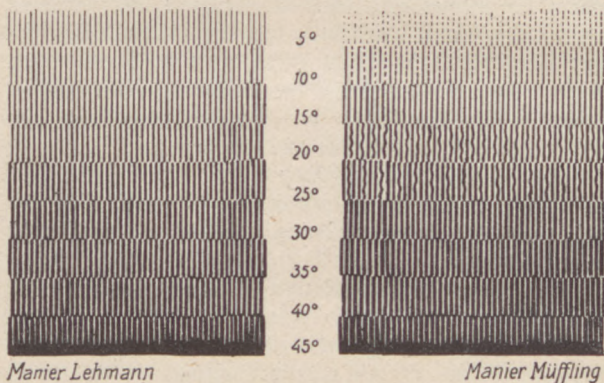


Fig. 67. Schraffierungsskalen.

Böschungen von über 45° ungangbar sind und außerdem Felsen nicht mit Schraffen, sondern mit konventioneller Felszeichnung in die Karten kommen, so stellte Lehmann sein Schattierungsgeſetz nur von 0° bis 45° auf und gab als Schema 9 verschiedene Schattierungsstufen an, welche für Böschungswinkel von 5° zu 5° das Verhältnis von weiß und ſchwarz angeben (Fig. 67). Der Kartograph hat demnach beſtändig nach dieſer Skala zu arbeiten. Um dies tun zu können, muß er natürlich die Böschungswinkel zwischen den Kurven kennen. Er ermittelt dieſe, wie wir oben gezeigt haben, mit Hilfe des Böschungsmaßſtabes, oder dann ſchätzt er ſie, vielleicht eben ſo ſicher, nach angelernter Erfahrung ab.

Die Lehmann'sche Schraffenkala bildet das Alphabet für die Ablefung der Höhenverhältnisse aus den schraffierten Karten. Weil aber deren Erlernung und Anwendung einige Uebung kostet, suchte man nach verschiedenen Verbesserungen der Methode. So strebte General Müßling eine leichtere Lesbarkeit der Schraffenkarten dadurch an, daß er für die verschiedenen Böschungswinkel die Gestalt der Schraffen änderte und punktierte, geschlängelte, dicke und dünne Striche miteinander abwechseln ließ (Fig. 67). Weitere Aenderungen der Manier bestanden darin, daß man die Schraffenkala sowohl nach oben, als auch nach unten ausdehnte. In Oesterreich, wo besonders das militär-geographische Institut in Wien Großes für die Kartographie geleistet hat, benutzte man für Hochgebirgsblätter Skalen, welche bis auf 60° und 80° Böschungswinkel reichen; umgekehrt kam für die Generalstabskarte Deutschlands im Maßstabe von 1:100 000 eine dermaßen kombinierte Stufenleiter von Schraffen zur Anwendung, daß im Flachlande auch noch Neigungen von 1° zur Darstellung kommen konnten.

So geistreich die Lehmann'sche Schraffenmanier ausgedacht ist, so hat sie doch auch manche Nachteile. Alle Berg- und Hügellkarten in dieser Manier haben beispielsweise ein schwarzes Aussehen, so daß wichtige Einzelheiten verschwinden, daß sie überhaupt wenig Detail aufnehmen können und daß die Lesbarkeit der Schrift sehr viel zu wünschen übrig läßt. Weil ferner alle Abhänge, welche gleiche Böschungsverhältnisse besitzen, in der gleichen Schraffur dargestellt sein müssen, so unterscheidet man oft nur schwer die höheren von den niederen Schichten des Berges. Der größte Nachteil ist aber wohl der, daß die Talsohlen und Berggrüden, die Hochflächen und die Ebenen im gleichen Weiß erscheinen. Infolgedessen erkennt man oft nicht gleich auf den ersten Blick, ob man es mit einer Tiefe oder mit einer Höhe zu tun hat. Dieser Umstand bringt auch etwas Unruhiges in die Karte hinein. *)

*) Zur Frage der senkrechten und schrägen Beleuchtung ist besonders nachzusehen: J. Röger, Die Geländedarstellung auf Karten. München 1908. Seite 94 ff. — Dieses Büchlein enthält

Anstatt für das zur Kartierung bestimmte Gelände eine senkrechte Beleuchtung anzunehmen, versuchte man es, sich dasselbe unter einer sogenannten schiefen Beleuchtung aus Nordwest her mit 45° Neigung der Strahlen vorzustellen. Unter dieser Voraussetzung müssen natürlich die den einfallenden Lichtstrahlen zugeneigten Partien hell und die mehr oder weniger abgewandten dunkler erscheinen. Demzufolge werden die dem Lichte am meisten ausgesetzten Abhänge nur leicht mit Schraffen abgetönt, während die im Schatten sich befindenden ziemlich genau nach der Lehmannschen Manier behandelt werden. Das ganze Geheimniß dieser schiefen Beleuchtung, welche ein ungemein lebhaftes Relief hervorbringt, besteht darin, daß sich die Kontraste von weiß und schwarz auf den Wasserscheiden treffen. Diese plastische Wirkung ist allerdings durch den Fehler erkauft, daß die nach Osten und Süden gerichteten Berghänge steiler als die nördlichen und westlichen erscheinen. Ferner liegt in den Karten mit Beleuchtung aus Nordwesten auch insofern etwas Unwahres, als auf ihnen die in Wirklichkeit sonnigen und freundlichen Süd- und Ostabhänge in finsternem Schatten erscheinen, während die in Wirklichkeit schattige Nord- und Westseite im sonnigsten Lichte dargestellt wird.

Aber trotz aller dieser Fehler und Nachteile muß doch anerkannt werden, daß es seinerzeit dem General Dufour gelungen ist, in dieser sogenannten schiefen Beleuchtungsmanier das vollendetste kartographische Kunstwerk des vorigen Jahrhunderts zu schaffen, nämlich die Karte der Schweiz im Maßstabe 1 : 100 000. Dieses höchste Lob spendete der Schweizer-

auf 126 Seiten eine übersichtliche Behandlung der Methoden, wie das Gelände auf Karten dargestellt wird. Nach Besprechung der ältern Darstellungsarten würdigt Köger die neuern Bestrebungen Penders und Beckers. Während der erstere die Frage der raumtreuen Geländedarstellung mehr vom wissenschaftlichen Standpunkte aus behandelt, erkennen wir im zweiten den Praktiker, welcher als ausübender Topograph und Kartograph mit dem Farbpinsel gleich auf Kurvenkarten seinen eigenen theoretischen Anschauungen Ausdruck verleiht.

karte der berühmte Dr. Petermann mit den Worten: „Die Dufour'sche Karte in 25 Blättern vereinigt eine genaue Aufnahme mit meisterhafter naturgemäßer Zeichnung und schönem, geschmackvollem Stich in so ausgezeichnete Weise, in einem so harmonischen Ganzen, und gibt ein so naturwahres Bild der imposanten Alpennatur, daß wir sie unbedingt als die vorzüglichste Karte der Welt ansehen“ (Fig. 68).

Dufour erreichte aber seine Erfolge nicht etwa dadurch, daß er schroff an der schiefen Beleuchtung festhielt, sondern vielmehr durch die Freiheit, welche er seinen ausgezeichneten Kartographen und Stechern gab, auch die senkrechte Beleuchtung für alle jene Gelände in Anwendung bringen zu dürfen, wo sie es für gut finden würden. Diese zogen denn auch zenithale Beleuchtung für die ziemlich ebenen Gebirgsteile vor und konnten auf diese Weise auch noch die kleinsten Boden-erhebungen in den Tälern zur Darstellung bringen. Bei jener Karte wurde aber auch sehr viel Sorgfalt auf möglichste Richtigkeit verwendet. Die Schraffen wurden in den Hochgebirgspartien auf Horizontalkurven von 40 m und bei den übrigen Teilen auf solche von 25 m-Nequidistanz gestellt, so daß durch Abzählen der Schichten annähernd der Niveauunterschied zwischen zwei Punkten und, da auch öfters Höhenzahlen angegeben sind, deren absolute Höhe berechnet werden kann. Alle Ortschaften, Gehöfte und allein stehende Häuser wurden mit in den Grundriß aufgenommen; überhaupt brachte man eine Unmenge von Detail an Wasserläufen, Wegen, Fußsteigen, Höhenzahlen und Schrift in die Karte hinein und doch wurde das Gesamtreiefbild, das in Schwarzdruck hergestellt wurde, keineswegs beeinträchtigt. Möglich wurde das allerdings nur durch den künstlerisch vollendeten Stich der Karte in Kupfer.

Was nun die praktische Verwertung der Schraffenmanier anbelangt, so belehrt uns ein erster Blick in einen kartographischen Verlag, oder noch besser in eine kartographische Ausstellung darüber, daß weitaus der größte Teil der Karten (wenigstens im Prinzip) in dieser Manier ausgeführt ist. Man begegnet

den Schichtenlinien oder Schraffen von den einfachsten Skizzen und Katasterplänen, welche oft nur ein ganz kleines Fleckchen Erde abbilden, durch die ganze Reihe der verschiedensten Maßstäbe hindurch bis hinab auf die Hand- und Taschenatlanten, welche ganze Erdteile in 30 und 60 Millionstel natürlicher Größe zur Darstellung bringen. Während aber eine Schraffe im großen Maßstabe von 1:25 000 eine Schichtendistanz von 10 m veranschaulicht, kann das gleich lange Strichelchen in der Karte eines Handatlantes auch eine solche von 1000 m bedeuten müssen. Es darf übrigens nicht vergessen werden, daß die kleinmaßstabigen Karten großer Ländergebiete niemals die Aufgabe haben können, naturgetreue kartographische Bilder der betreffenden Länder zu geben; sie bieten nur Schablonen und Skizzen davon, in welchen alles dargestellte Detail im Wasser-, Weg- und Eisenbahnnetz ungeheuer übertrieben ist. Diese Uebertreibungen erstrecken sich in den Taschenatlanten verhältnismäßig viel weiter als in unseren Schulwandkarten, wo die Eisenbahnen oft mit dicken Doppelstrichen, die eine Breite von mehreren Kilometer einschließen, gezeichnet sind und wo man die Flüsse, welche in der Wirklichkeit im Verhältnis zur Ausdehnung der festen Umgebung nur schmalen Fäden gleichen, kleinfingerdick aufträgt.

Das Gesagte bedeutet keineswegs eine Kritik der großen Atlasse. Es ist im Gegentheil anzuerkennen, daß gerade diese die Kartographie auf eine hohe Stufe der Bervollkommnung gehoben haben. Diese großen und äußerst praktischen Kartenwerke sind durchgehends in Kupfer gestochen und zwar so, daß zum Drucke eines Blattes 3 Kupferplatten erfordert werden, indem eine den Bergstich (die Schraffen) enthält, eine andere den Wasserstich und eine dritte den Schriftstich. Von der ersten Platte wird meistens in Braun gedruckt, was das Gebirge etwas zurücktreten und das übrige Detail deutlicher erscheinen läßt. Von der zweiten druckt man in Blau und von der letzten in Schwarz. Das Trennen des Schriftstiches von den übrigen ist von größter Bedeutung für die billige Herausgabe der Kartenwerke in verschiedenen Sprachen.

Das Gesamtkartenbild bleibt unverändert und es wechselt nur der Schriftendruck. Auch für manche Schulkarten in größerem und kleinerem Formate, welche gewöhnlich auf lithographische Steine gezeichnet und von diesen vervielfältigt werden, kommt die Schrift oft auf einen besondern Stein zu stehen; dies ermöglicht es, die Karte auch als sogenannte stumme Karte herauszugeben.

Wenn auch unsere besten Handatlanten in Kupfer gestochen sind, so werden sie heutzutage doch nicht mehr direkt von den Originalkupferplatten gedruckt, weil dies zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Man verfertigt vielmehr von den Kupferplatten auf galvanoplastischem Wege Druckplatten, welche eine Vervielfältigung in der Schnellpresse ermöglichen. Besonders diesem Umstande hat man es zu danken, daß sich die früher sehr theuern Handatlasse bedeutend verbilligt haben. — Bemerkungen über die Anwendung der Farbstalen in den Berg-, Wasser-, Höhen-, sowie in den politischen und geologischen Karten dürfen wir uns hier wohl ersparen, indem gewöhnlich jeder Karte die notwendigen Erklärungen über die Farbtöne beige druckt sind.

Ogleich eine Schraffenkarte, sei sie nun unter Anwendung senkrechter oder schiefer Beleuchtung bearbeitet, stark reliefartigen Eindruck macht, so versuchte man es dennoch, diesen plastischen Charakter zu steigern durch Netouchen und Farbtöne. Diese Mittel können wohl in Ausnahmefällen unter der Hand eines Künstlers einigen Erfolg erzielen, sie dürfen aber höchstens in dem Verhältnisse zur Anwendung kommen wie die Aufmalung von Farbtönen auf Holzschnitte und Kupferstiche. Wie bei Letztern die künstlerische Wirkung lediglich durch die Strichlage erzielt sein will, so bei den Schraffenkarten durch die Schraffen. Ganz anders verhält sich die Sache aber bei den Kurvenkarten.

Die zart gezeichneten Höhenkurven beschreiben das Kartenblatt nur schwach; deshalb gestattet diese mathematisch wissenschaftliche Art der Höhendarstellung ohne weitere Schwierigkeit die Anbringung von Farbtönen. Seit der Einführung und



Kurven.

Fig. 69. Nebeneinanderstellung des gleichen Geländes in:
Schraffen,

Schummerung.

Durchbildung der Kurvenmethode machte man stets die Erfahrung, daß das Lesen dieser Art Karten an Verstand und Phantasie so große Anforderungen stellt, daß sie dem gewöhnlichen Volke ein verschlossenes Geheimnis bleiben. Längst ging deshalb das Streben der Kartographen dahin, die Kurvenkarten leserlicher und anschaulicher zu gestalten und sie zum Gemeingut aller zu machen. Es war dies nur dadurch zu erreichen, daß das geometrische Gerippe der Karten gleichsam mit Masse ausgefüllt und so die Berge aus dem flachen Kartengrund in die Höhe gezogen werden. Diese Täuschung wird bewirkt durch die sogenannte Reliefzeichnung, welche namentlich in der Schweiz bis zu einem hohen Grade der Vervollkommnung durchgearbeitet wurde.

Die ersten Anfänge dieses Verfahrens beschränkten sich darauf, Licht und Schatten in das Kartenbild zu bringen. Man begann unter Annahme von Nordwestbeleuchtung die Schattenseiten der Berge mit einem nach oben fatter werdenden Tone anzulegen. Da sich so auf den Kämmen und Wasserscheiden die größten Kontraste begegneten, wurde die Reliefwirkung unverkennbar erreicht. Aber der (meistens grau gewählte) Reliefton schmiegte sich nicht harmonisch an das Weiß des Kartenblattes. Man kam deshalb bald davon ab, die Täler weiß zu lassen; man nahm außer dem Schattenton noch einen Gesamtton für die Talsohle an, stufte denselben auf der Lichtseite gegen die Gebirgskämme hinauf ab und erzielte auf diese Weise ein wirkungsvolles und ruhiges Reliefbild. Es war aber noch ein weiter Schritt bis zu den heutigen Leistungen.

Wollte man es zu einer naturwahren Darstellung von Berg und Tal bringen, so durfte nicht nur jeder Berg für sich als abgeschlossenes Ganze behandelt werden, sondern man mußte ihn organisch mit dem Gebirgsmassiv verbinden, zu dem er gehört. Das bedingt nun aber, daß sich das Gebirgsmassiv aus dem Untergrund der Täler aufbaut und daß sich an ihm alle Runsen, Tälchen und Hochebenen in den verschiedenen Höhenlagen als verschieden hoch erkennen

lassen. Man mußte in den Karten sehen, wie die Gewässer von den Bergen herunterrinnen. Um dies zu erreichen, genügten zwei Farbentöne nicht. Es bedurfte vor allem eines eigenen kräftigen Tones für die Talsohlen, auf welchen die Massen des Gebirges zu ruhen scheinen. Das rief aber gleich wieder der Notwendigkeit, nicht nur Lichttöne aufzusetzen, sondern auch die Schattentöne noch kräftiger zu wählen als bisher. Die Reliefwirkung wurde durch diese Mittel wesentlich erhöht — denn je kräftiger die Töne, um so kräftiger das Relief — aber dadurch wurden die Lithographen und Drucker vor eine äußerst schwierige Aufgabe gestellt. Trotz der satten dunklen Töne in den Schatten sollten diese dennoch so durchsichtig sein, daß alles Detail der Kurvenkarten sowohl bezüglich der Kurven und Signaturen als auch bezüglich der Schrift leserlich blieb. Es ist nun wahrhaft staunenswert, was namentlich die Schweizerfirmen an Klarheit und Deutlichkeit in den neuesten Reliefkarten geleistet haben. Sie waren aber auch in der Wahl der Farben sehr glücklich, besonders in dem Violett des Schattentones, der auch in den sattesten Partien alles Detail deutlich erkennen läßt. (Vergl. Titelbild.)

Anfänglich mag man geglaubt haben, daß sich die Reliefzeichnung hauptsächlich für die Kurvenkarten im Maßstab der Originalaufnahmen eigne, daß sie sich aber für kleinere Maßstäbe mit weniger großem Vortheile anwenden lasse. Die Karte der Schweiz im Maßstabe 1:200 000, welche als geometrische Unterlage zu den Relieftönen Kurven mit der Nequidistanz von 50 m besitzt, hat zur Genüge bewiesen, wie weit sich die Methode ausdehnen läßt. Diese Karte der Schweiz, an welcher die tüchtigsten Kartographen und Lithographen gearbeitet haben, ist wohl eines der glänzendsten Kartenbilder, das je geschaffen wurde. Das Relief ist darin so täuschend nachgeahmt, daß man tatsächlich mit den Händen nach den Bergen greifen möchte.

Schon diese Karte bedeutete einen großen Schritt zur Erreichung jenes idealen Zieles der Kartographie, das der berühmte Kartograph Professor Becker in Zürich (Fig. 70) darin sieht,

daß sich die topographische Karte bei aller geometrischen Genauigkeit zu einem künstlerisch vollendeten Gemälde herausbilden muß, welches wie das Landschaftsbild zum anregenden Zimmerschmuck werden kann. Ein solches Gemälde hatte bereits in wunderbarer Vollendung der hochbegabte Ingenieur Xaver Imfeld in seiner Karte der Zentralschweiz geliefert,



Fig. 70. Prof. Fridolin Becker, Zürich.
(Phot. L. Gerber, Zürich.)

aber er opferte dabei der Schönheit des Bildes die planimetrische Genauigkeit. Seine Karte ist nämlich die Projektion eines unter 45° geneigten Reliefs, und diesem Umfande ist die ungemein wirkungsvolle Plastik der Berge zuzuschreiben. Becker strebt darnach, das gleiche Ziel mit den Kurvenarten zu erreichen. Er sucht dem geometrisch wissenschaftlichen Gerippe der Kurven ein landschaftlich künstlerisches Kleid umzuwerfen. Seine Stu-

dien beziehen sich in dieser Hinsicht auf die zwei Hauptmomente im Gemälde: auf die Farben und auf die Beleuchtung. Dabei geht der Topograph und Kartograph, der zugleich auch Künstler ist, bei der Natur in die Schule und bestrebt sich, derselben ihre Geheimnisse abzulauschen.

Scharf unterscheidet Becker zwischen Belichtung und Beleuchtung eines Kartenbildes. In unsern Karten sehen wir bekanntlich das darin dargestellte Land von oben herab. Nehmen wir nun an, daß die Sonne hinter Wolken versteckt gleichmäßig zerstreutes Licht auf die abzubildende Gegend heruntersende. In diesem Falle müßte an und für sich alles gleich hell sein; nun aber schwächt die Luftschicht das Licht

ab, so daß die Täler, also die am weitesten entfernten Teile, dunkler erscheinen. Da also die Luft alles nach der Ferne hin, oder in unserem Falle, nach unten hin gesehen dunkler und zwar blauer macht, so wird diese Art der senkrechten Belichtung in den Karten dadurch nachgeahmt, daß die höhern Partien, die Berge und Höhen, heller und greller, und daß die tiefern Punkte, die Täler, dunkler gehalten werden. Obgleich man dadurch deutlich das Höher und Tiefer in den Karten unterscheiden kann, so sieht das Kartenbild noch nicht im eigentlichen Sinne des Wortes plastisch aus, gerade wie auch die Natur an einem düstern, lichtarmen Tage wenig plastisch zeichnet. Scheint nun aber die Sonne über eine Gegend hin, dann gesellt sich zur allgemeinen Belichtung noch die Beleuchtung, welche Licht und Schatten in die Landschaft bringt. So trägt man auch in das Kartenbild eine seitliche Beleuchtung hinein, wodurch jenes ebenfalls in beleuchtete und beschattete Partien geteilt wird.

Es wird kaum bestritten werden können, daß die schiefe, das heißt die Nordwestbeleuchtung vom künstlerischen Standpunkt aus die günstigste und wirkungsvollste für die Karte ist. Wie aber schon oben bemerkt wurde, widerspricht diese Beleuchtung der Wirklichkeit, indem die Sonne niemals von Nordwest die Erde bescheint. Schon oft glaubte man deshalb gegen diese widernatürliche Beleuchtungsmanier Stellung nehmen zu müssen. Sobald man aber begann, Karten mit Reliefzeichnung naturgetreu aus Südosten zu beleuchten — Becker führte in dieser Manier die Karte der Oberitalienischen Seen aus — so war man überrascht, welch unangenehmen Eindruck das Kartenbild machte. Abgesehen davon, daß das Bild an einer Zimmerwand beinahe unmöglich in die richtige Beleuchtung gehängt werden kann, wird das Gefühl dadurch verletzt, daß man die Lichtquelle im Rücken hat und daß das Licht von unten herauf einfällt. Unwillkürlich fühlt man das Bedürfnis, das Bild umkehren und es in die Nordwestbeleuchtung hängen zu müssen.

Man könnte nun allerdings die in der Wirklichkeit durch

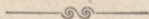
die Sonne beleuchtete Seite des Terrains auch im Bilde richtig beleuchten, wenn man die Karte statt wie gebräuchlich mit Norden nach oben nun mit Süden nach oben aufhängen würde. Das geht aber schon aus dem einfachen Grunde nicht an, weil wir nun einmal gewöhnt sind, uns nach dem Nordpol als nach oben zu richten.

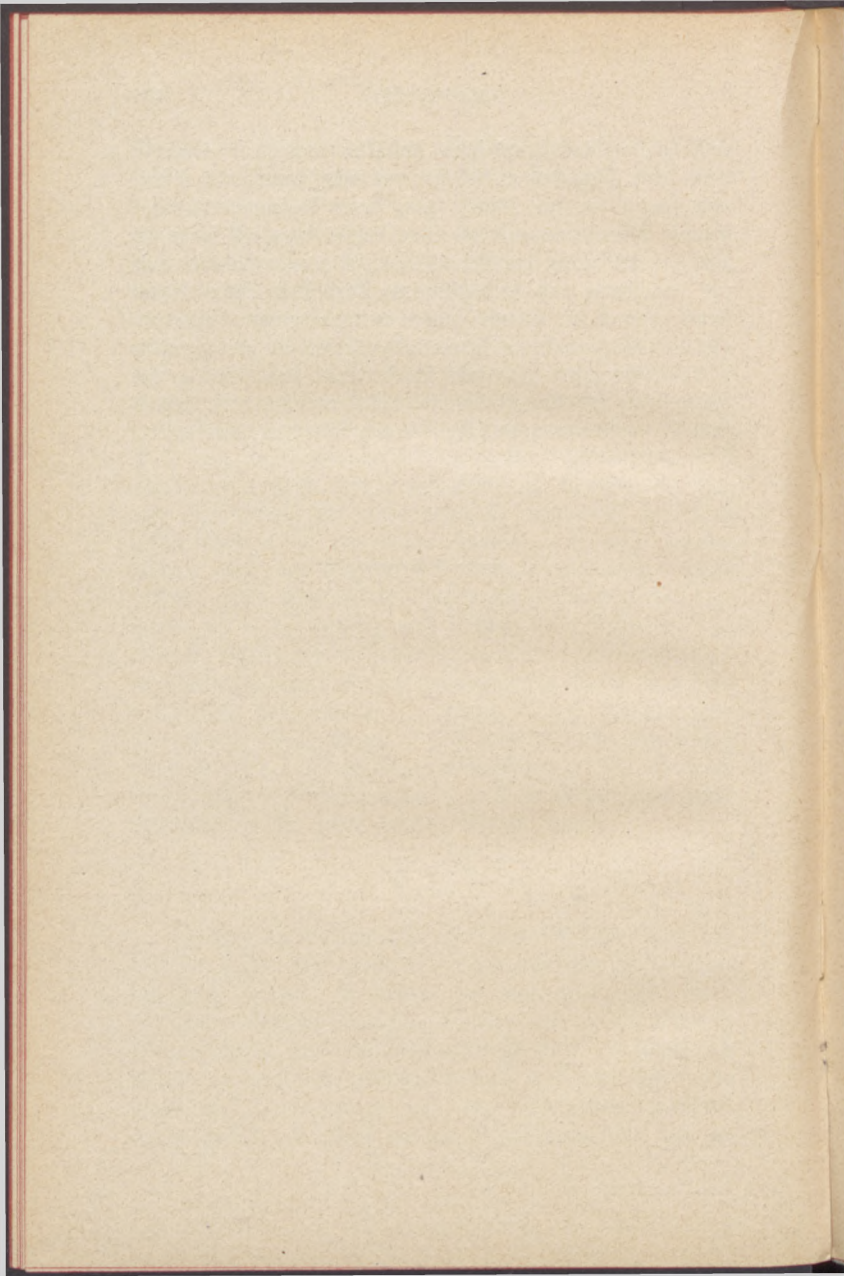
Jedenfalls dürfen wir versichert sein, daß die Kartographen nicht ruhen werden, bis sie ihre hohen Ziele erreicht und ihre Werke, welche heute schon in ihren neuesten Erscheinungen auf dem Gebiete der Reliefzeichnungen auf Kunstwert Anspruch erheben können, überall eingebürgert haben. Daß man in der Popularisierung der Kartenwerke schon große Fortschritte gemacht hat, beweist wieder die Schweiz, wo nicht nur jede Schule die oben erwähnte prachtvolle Reliefkarte besitzt, sondern wo die meisten Kantone und sogar einzelne Bezirke nach der Reliefmethode ihre Spezialkarten machen ließen. Auch selbst in den neuesten schweizerischen Schulatlas, welcher unter der Leitung und Aufsicht der „Konferenz kantonalen Schuldirektoren“ durch die Firma „Kartographia“ in Winterthur bearbeitet und herausgegeben wurde, sind sechs wundervolle Kurvenkarten in Reliefzeichnung im Maßstabe 1:125 000 übergegangen. Sie sind dort ein sprechendes Zeugnis dafür, daß heutzutage den Schülern für den Unterricht in der Vaterlandskunde vorzügliche und künstlerisch hochstehende Lehrmittel in die Hand gegeben werden können.

* * *

Es kann der Kartographie nur förderlich sein, wenn von seite des großen Publikums an dieselbe recht hohe Anforderungen gestellt werden. Vor allem muß man es begrüßen, wenn die in den Erziehungsbehörden sitzenden und die im Lehrfache tätigen Männer für die Schulen nur nach guten und künstlerisch vollendeten Landkarten verlangen und alle minderwertigen kartographischen Darstellungen aus den Lehrzimmern verbannt wissen wollen. Dadurch werden die Kartographen und die

ausführenden kartographischen Anstalten vorteilhaft angeregt, bilden ihre Methoden noch besser aus und scheuen auch davor nicht zurück, an die Lösung ganz neuer Aufgaben heranzutreten. Wenn dann auch die Staatsregierungen als solche sich nicht nur wie bisher um die mathematisch genaue, sondern auch um eine schöne und formvollendete Darstellung ihrer Länder kümmern und mit Unterstützungen kartographischer Bestrebungen nicht kargen würden, könnte bald allerorts die Kartographie in Blüte kommen. Jedenfalls schuldet man diesem Zweige der Wissenschaft und Technik Aufmerksamkeit und Interesse, denn er stellt sich in hervorragender Weise in den Dienst des Vaterlandes.





Namen- und Sachregister.

- Harberg 18, 21
Abzüge, galvanoplastische 105
Äquatorialprojektionen 57, 58
Äquidistanz 87 ff.
Atlas, topographischer 103
Azimute 54
- Basisapparate 12 ff.
Basislinien 11
Basislinien in Rumänien 17
Basislinien der Schweiz 17 f.
Basismessungen 11 ff.
Basisnetze 20 ff.
Bayern 34
Becker 6, 30, 90, 126, 133, 134
Beleuchtung 123, 126, 132, 134,
135
Beleuchtung, schiefe 92, 126
Belichtung 134
Benedikt XIV. 13
Bergstriche 84
Berlin, Normalnull 39
Bern 53
Bern-Chasseral 54
Bessel 34
Bodensee 102
Böschung 115
Böschungsmaßstab 116 ff.
Bonne 65
Borda 15
Bronzezylinder 47
Buchwalder 30
Bukarest 17, 45
" Basisnetz 22
" geograph. Institut 121
- Cassini 12
Chasseral 54
Coincidenzmethode 14
Constantza 46
- Denzler 23
- Detailaufnahme 66 ff.
Deutschlands trigonometrisches
Netz 24
Distanzlatte 74
Distanzmesser 74
Doppelrand 107
Dreiecke, Ordnung 22
Dreiecknetze 20 ff.
Ducarla 87
Dufour 41, 126
Dufouratlas 127
Dufourkarte 8, 128
Dumour 18
- Einsiedeln, Freiherrenberg 114
Eisernes Tor 46
Erdkrümmung 36
Erdmessung, internationale 33 f.
- Fadenkreuz 74
Farbenstala 130
Felszeichnung 91
Ferro 52
Fixpunkte 47 f.
Flamsteed 65
Flurkarten 70
Flutkurve 38
Franzensfeste 42
- Gebäude 80
Gebirgstopographen 90
Gefällslinien 122
Gefällsrichtung 108 f.
Gefällsstriche 122
Generalstabskarte 8
Gerla mare 17
Gewässer 79
Gnomische Projektionen 60
Gradmessung, mitteleuropäische
34
Gradnetzentwürfe 55 ff.
Gravuren 104 f.

- Greenwich 52
 Grenzen 81
 Grundlinien 11
 Heliotrop 29, 31
 Hüfiker 41, 46
 Hirsch 18, 40
 Hochgebirgsaufnahme 81 ff.
 Höhenbestimmungen 35
 Höhenmarken 46, 48
 Höhenmarken, unterirdische 48
 Höhenzahlen 111
 Horizontalkurven 85 ff.
 Horizontalprojektionen 57, 58
 Ibannez 17, 18
 Imfeld 134
 Iobaten 99
 Karte der Schweiz 133
 Karten als Geschenke 7
 Karten als Wand schmuck 7
 Karten, stumme 130
 Kartenbezug, Adressen 106, 107
 Kartendruck 103
 Kartenprojektionen 55 ff.
 Kartenvand 106 f.
 Kartenwerke 129
 Kataster 98, 119
 Kegelprojektion 63, 64
 Kippregel 68
 Kulturen 80
 Kurven 108, 110 ff.
 Kurvenkarte 93.
 Kurvenmethode 85 ff.
 Lambert 65
 Landesdreiecknetz 11
 Lehmann 122
 Leuzinger 105, 106
 Lotapparat 99, 100
 Mareograph 39 f.
 Marinus von Tyrus 62
 Martinach=St. Bernard 45
 Maulwurfschaufen 83, 86
 Merkator 61, 62, 63, 65
 Meßkeil 16
 Meßkette 15
 Meßlatte 68
 Meßstäbe 15
 Meßtisch 67
 Meßtischaufnahme 78
 Messungsfehler 44 ff. 94
 Metallbolzen 48, 49
 Mire 43 f.
 Mittelkurven 123
 Mittelschule und Kartenkunde 6
 Mosbau, Dreiecknetz 23
 Mondscheibe 56
 Müßling 125
 Naturforscher und Cartographie 4
 Nezentwürfe 51
 Newton 12
 Niveaumesser 38
 Niveaufurven 85 ff.
 Nivellieren 44
 Nivellierlatte 42 f., 44
 Nivellierriß 48
 Nivellementszüge 37, 45
 Normalhöhenpunkte 37
 Nullmeridian 52
 Nullpunkte 38 f.
 Originalaufnahme 78, 103
 Orientierbusssole 68
 Ortskarten 118
 Pantograph 120
 Paris 52
 Pegel 38
 Peru 13
 Petermann 92, 128
 Peucker 126
 Pentingerische Tafel 84
 Photogrammetrie 94 f.
 Phototheodolit 95, 96
 Pierre du Riton 41
 Plantamour 18
 Plattkarten 62, 63
 Polarprojektionen 57, 58

- Polyederprojektion 61
 Polygonzüge 72, 73
 Präzisionsneuvillement 36 f.
 Predeal 45
 Profile 112, 113, 114
 Ptolemäus Claudius 61

 Ramsden 15
 Rechenstieber, topographischer 75
 Refraktion 36
 Relieffarten 133 ff.
 Röger 125, 126
 Roman 17
 Roscovich 13
 Rosenmund 96
 Rotenturmpaß 42
 Rumänien 9

 Sanson 65
 Sattel 112
 Schattierungsgefetz 124
 Schichtenlinien 85 ff.
 Schraffen 91, 122
 Schraffenarten 130
 Schraffierungsstufen 124
 Schrift 97
 Seen und Küsten, Vermessung
 98 ff.
 Schulatlas, schweizerischer 136
 Schummerung 131
 Siebenbürgen 9
 Signale, trigonometrische 25 ff.
 Signale, Versicherung 26
 Signalstangen 71
 Signaturen 99
 Simpsonpaß 49
 Simpsonstraße 45
 Situationsplan 27
 Snellius 12
 Sondenapparat 100
 Spezialkarten 118

 Spiegelsextant 100
 Stationsausgleichung 32
 Stecher 104
 Steigung 79
 Steigungsverhältnisse 123
 Steinmännchen 26 f.
 Stereographische Projektionen
 58, 59
 Straße, Entwurf 119

 Terrainaufnahme 83
 Terrainrelief 90
 Terrainzeichnung 83
 Theodolit 27 ff.
 Tiefenkurven 101
 Tiefenmessung 100
 Toise 13
 Triangulation 22 ff.
 Triangulation, graphische 73
 Triangulationsmethode 12
 Triest 46

 Ueberdruck, photographischer 103 f.
 Urmarken 41 f.

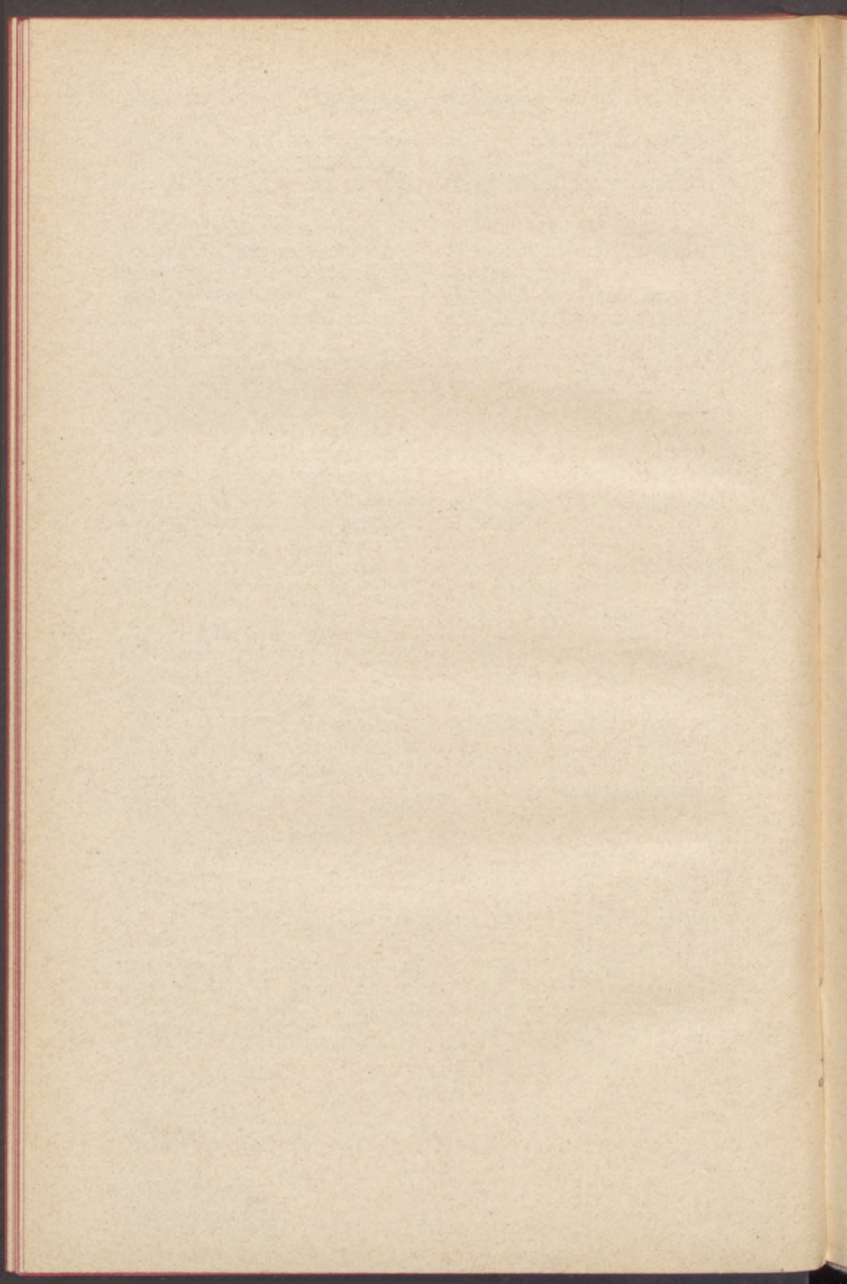
 Urciorova 46
 Verkehrslinien 78, 79
 Volksschule u. Kartographie 5, 7
 Vorwärtseinschneiden 72, 89

 Wald 81
 Wasserscheidelinie 109
 Westphal 12
 Wien, militärgeograph. Institut
 125
 Winkelmessung 27

 Zentralprojektionen 60
 Zentrieren 33
 Zürichsee 102
 Zylinderprojektion 61 ff.

27 949
 Sab. Map.





Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek

No. 1. **Die Erde.** Ihre Entstehung und ihr Unter-
gang. Von P. Martin Gander, O. S. B.,
Professor der Naturgeschichte. Dritte vermehrte und
verbesserte Auflage. Mit 34 Textillustrationen und
einer Spektrottafel. 176 Seiten. kl. 8°. Mt. 1.50.

Echo der Gegenwart, Aachen. Wir wünschen den hübsch ausge-
statteten Bänden die weiteste Verbreitung.

Vaterland Luzern. Das Bändchen ist leicht faßlich und populär
gehalten und wieder ein schlagender Beweis, wie innig Wissenschaft und
Offenbarung in Verbindung stehen. — Diese Bibliothek füllt eine längst
empfundene Lücke aus; die handlichen Bändchen gehören in jede einiger-
maßen komplette Bücherei des katholischen Hauses. Den Studierenden
sei sie ganz besonders empfohlen.

Mainzer Journal. Aus der Mannigfaltigkeit der entgegenstehenden
Ansichten heraus wird durch sachliche Kritik und scharfe Beweisführung
die Grundlage für eine richtige Auffassung der „Schöpfungs- und Entwid-
lungslehre“ gelegt. Wer für die angedeuteten Fragen Interesse hat, der
greife zu. Uns hat die Lektüre des Werthens große Freude bereitet.

No. 2. **Der erste Organismus.** Von P. Martin
Gander, O. S. B.,
Professor der Naturgeschichte. Zweite vermehrte und
verbesserte Auflage. Mit 27 Textillustrationen. 176
Seiten. kl. 8°. Mt. 1.50.

Zuldaer Zeitung. Das Bändchen ist ganz neu durchgesehen, an
mehreren Stellen umgearbeitet und vermehrt worden. Sein innerer Wert
ist dadurch noch mehr gestiegen und seine Verwendung wird hoffentlich eine
stets allgemeinere.

Westdeutsche Lehrerzeitung, Cöln. Ein besonderer Vorzug des
Werkeins mit seinem hochaktuellen Inhalt besteht noch darin, daß
Gander sich nicht darauf beschränkt, das nackte Ergebnis der modernen
Wissenschaft uns darzulegen, sondern uns die einzelnen Ergebnisse in
ihrem geschichtlichen Werden vorführt. Dadurch gerade wird das Interesse
wachgehalten.

Allgemeine Rundschau, München. Ein sehr verdienstvolles, außer-
ordentlich zeitgemäßes Unternehmen ist „Benzigers Naturwissenschaftliche
Bibliothek“ . . . Der Verfasser, der Benediktinerpater Martin Gander,
Professor der Naturgeschichte, steht auf dem Boden der neuesten Ergeb-
nisse der wissenschaftlichen Forschung, die er in überzeugender Weise mit
der Offenbarung und christlichen Naturanschauung in Einklang bringt.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 3. **Die Abstammungslehre.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 29 Textillustrationen. 180 Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Das Echo, Berlin. Diese Nummer ist in ihrer Neuaufgabe um ein Bedeutendes wertvoller und gediegener geworden

Wissenschaftliche Beilage z. Germania, Berlin. Die Polemit ist im allgemeinen ruhig und vornehm. Die bisherigen Bändchen können nach allem als zuverlässige Führung in den behandelten Fragen aufs wärmste empfohlen werden.

Die Bücherwelt, Bonn. Flott und anregend geschrieben, ist dieses Bändchen wohl geeignet, über die Entwicklung und den jetzigen Stand der Abstammungslehre das Maß von Kenntnissen zu vermitteln, welches heute keinem Gebildeten fehlen sollte.

Niederrheinische Volkszeitung, Arefeld. P. Gander führt nicht allein den historischen Entwicklungsgang des Darwinismus vor; er würdigt in leichtverständlicher abgerundeter Darstellung die darwinistische Lehre in den verschiedenen Wissensgebieten und unterzieht sie einer wissenschaftlichen, durchaus gemeinverständlichen Kritik.

No. 4. **Die Batterien.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 37 Textillustrationen. 192 Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Katholische Zeitschrift für Erziehung und Unterricht. Das Bändchen eignet sich u. a. als gutes Hilfsmittel für Vorträge über den wichtigen Stoff.

Katholische Schulzeitung, Fulda. Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek sollte vor allem von jedem katholischen studierenden Züngling gelesen werden.

Neues Münchner Tagblatt. Man muß es mit Freuden begrüßen, daß die verdienstvolle Arbeit des gelehrten Benediktinermönches so überraschend lebhaften Anklang gefunden hat. Möge jeder nach diesem Quell verlässigen Wissens greifen.

Literarischer Anzeiger, Graz. In anziehender und leichtverständlicher Form behandelt der Verfasser ein ebenso interessantes als wichtiges Gebiet der Naturkunde. Die Darstellung ist viel reichhaltiger, als man aus dem geringen Umfange des Büchleins schließen möchte, welches das Wesentliche über Bau und Leben der Batterien im allgemeinen, Gärulnis und Gärung und deren Batterien, Ansteking und ansteckende Krankheiten zur Sprache bringt.

Stein der Weisen, Wien. Dieses neue Bändchen zeichnet sich durch alle die Vorzüge aus, die den bereits erschienenen Bändchen zukommen: knappe, lichtvolle Darstellung, reiche Illustrierung, übersichtliche Anordnung. Der religiöse, dabei durchaus wissenschaftliche Geist, der Ganders Arbeiten durchpulst, kann der Sache und den Lesern nur zugute kommen.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 5/6. **Die Pflanze in ihrem äußeren Bau.**

Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Doppelbändchen. 117 Textillustrationen. 336 Seiten. fl. 8°. Mk. 3.—.

Niederrheinisches Tageblatt, Arefeld. Durch Herausgabe der Naturwissenschaftlichen Bibliothek hat sich P. Martin Gander ein hohes und bleibendes Verdienst erworben. Das Doppelbändchen sei weitesten Kreisen wärmstens empfohlen.

Cölnler Pastoralblatt. Die Schriftchen sind von sehr hohem, apologetischem Wert, sie dienen zur Befestigung der wissenschaftlichen Ueberzeugung vom Dasein eines allweisen Schöpfers, sie erfüllen mit freundiger Begeisterung für die Großtaten Gottes in der Natur.

Literarischer Handweiser, Münster. Das Buch macht sich zur Aufgabe, vor allem die zweckmäßigen Erscheinungen in den Organen und im Leben der Pflanzen kennen zu lehren. Es vertritt die Anschauung, daß in den Pflanzen ein Lebensprinzip alle Vorgänge beherrscht und auf einen Zweck hinordnet und verteidigt die teleologische Naturauffassung mit gutem Geschick, worin der Hauptwert dieser populären Schrift liegt.

Praxis der katholischen Volksschule, Breslau. Der aus dem Vollen schöpfende Autor versteht es in trefflicher Weise; das morphologische Element mit dem biologischen zu verknüpfen, in der wunderbaren Mannigfaltigkeit der Formen ihre Zweckmäßigkeit zu zeigen, die denkenden Geist immer wieder auf das Walten eines Schöpfers in der Natur hinführt. Sehr zu empfehlen.

No. 7. **Die Uhren.** Von P. Fintan Kandler, O. S. B., Professor der Physik. Zweite verbesserte Auflage. Mit 65 Textillustrationen. 192 Seiten. fl. 8°. Mk. 1.50.

Literarische Rundschau, Freiburg. Es ist sehr zu wünschen, daß die Naturwissenschaftliche Bibliothek von recht vielen gelesen werde.

Literarischer Handweiser, Münster. Die Benziger'sche Naturwissenschaftliche Bibliothek hat sich in kurzer Frist Beachtung verschafft. Es sind lebhaft, volkstümliche Darstellungen, gut illustriert, in angenehmem Format.

Unitas, Berlin. Vor allem ist die reizvolle Sammlung mit ihrem reichen und guten Illustrationsmaterial als naturwissenschaftliche Hausbibliothek bestens zu empfehlen. In ihrer eleganten und geschmackvollen Ausstattung bildet sie einen Schmuck des Bücherchranks.

Naturwissenschaftlicher Anzeiger, Berlin. Das vorliegende Bändchen soll keine vollständige Geschichte der Uhr bieten, sondern nur die Hauptmomente in der Entwicklung der Zeitmessung andeuten. Das Buch ist reich illustriert und dürfte seinen Zweck reichlich erfüllen.

Märkisches Kirchenblatt, Berlin. Dringend wünschen wir diese hochinteressanten Bändchen in der Hand eines jeden katholischen Studenten und in jeder Bibliothek, auch für das nicht wissenschaftlich gebildete Volk.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 8. **Naturwissenschaft und Glaube.** Von P. Martin

Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 164 Seiten. kl. 8°. Mt. 1.50.

Theolog. praktische Quartalschrift, Vinz. Solche apologetische Schriften sind in unserer sturmbewegten Zeit eine wahre Notwendigkeit, verschaffen auch den Nichtfachleuten die nötige Orientierung und beleuchten die Harmonie zwischen Glauben und Wissen.

Prediger und Katechet, Regensburg. Speziell aufmerksam gemacht seien Geistliche und Theologen auf das vorausgeführte Bändchen: „Naturwissenschaft und Glaube“, in welchem die apologetisch verwertbaren Punkte aus den Naturwissenschaften alphabetisch geordnet zusammengestellt sind.

Der Schulfreund, Hamm. Bei den Fragen grundsätzlicher Natur erachten die Abhandlungen es stets als ihre Hauptaufgabe, das volle Beweismaterial für die christliche Naturanschauung in klarer, überzeugender Gestaltung beizubringen. Infolgedessen enthalten die meisten Bändchen viel wertvolles apologetisches Material. Es war nun ein kluger Gedanke, dieses Material zu sammeln und in einem Bändchen zu vereinigen. So ist das praktische und sehr bequeme Buch entstanden.

No. 9. **Wunder der Kleintierwelt.** Von P. Martin

Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 28 Textillustrationen und einer farbigen Tafel. 160 Seiten. kl. 8°. Mt. 1.50.

Tiroler Volksblatt, Bozen. Die Tatsachen werden wissenschaftlich gründlich ganz kurz in klarer Sprache dargeboten und dazu durch viele Illustrationen verdeutlicht. Allen aufs beste empfohlen.

Mugsburger Zeitung. Wie alle bisher erschienenen, verbindet auch das vorliegende Buch Wissenschaftlichkeit mit gemeinverständlicher Darbietung des Stoffes.

Essener Volkszeitung. P. Martin Gander macht uns in spannender Weise mit der Wunderwelt der Kleintiere, mit den überraschenden Eigentümlichkeiten im Leben dieser scheinbar so hilflosen und stiefmütterlich bedachten Geschöpfe bekannt . . .

Schweizerische Rundschau, Stans. Das vorliegende Werk, wie auch die übrigen Büchlein der Bibliothek mögen ihres äußerst reichen Inhalts wegen weite Verbreitung finden, besonders in Lehrerkreisen der Volks- und Mittelschulen.

Schlesische Volkszeitung, Breslau. Eine sehr reiche, zweckentsprechende Illustration trägt vollends das ihrige dazu bei, die Lektüre des Büchleins zu einer ungemein anregenden und lehrreichen zu gestalten.

Literarischer Jahresbericht Schöningh, Münster i. W. Von großem Interesse sind auch die geschichtlichen Notizen über die einzelnen Forscher, die uns diese Wunderwelt in mühsamer langwieriger Arbeit erschlossen haben; sie zeigen uns die große Vertrautheit des Verfassers mit der einschlägigen Literatur.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 10. **Darwin und seine Schule.** Von
P. Martin
Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit
6 Einschaltbildern. 176 Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Freiburger Vote. Mit Bändchen 10 hat Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek eine sehr willkommene Bereicherung von aktuellem Interesse erhalten.

Giornale Arcadico, Roma. E un opuscolo praticissimo per combattere queste teorie dannose in modo assolutamente popolare e chiaro e una preziosissima critica del sistema darwinesco.

Oblenzer Volkszeitung. Wer die Anstrengungen kennt, welche sich die modernen Nachtreter Darwins kosten lassen, um dessen für Kirche und Staat gleich verderbliche Lehren mehr und mehr zu popularisieren, wer insbesondere den angriffslustigen Aufmarsch unserer Monisten beobachtet, der wird ein Handbüchlein, das mit hohem wissenschaftlichen Ernste zwar, aber dabei kurz übersichtlich, praktisch und vor allem gemeinverständlich den ganzen vorab inneren Werdegang des darwinistischen Evangeliums bis herab auf Häckel, Nießche u. s. w. beleuchtet und abwägt, gewiß willkommen heißen.

Waterland, Wien. P. Gander begnügt sich nicht, etwa bloß den historischen Entwicklungsgang des Darwinismus darzulegen, sondern er legt das Hauptgewicht seiner Ausführungen auf eine wissenschaftlich kritische Würdigung des ganzen Lehrsystems und des inneren Geistes der darwinistischen Lehre in den verschiedensten Wissensgebieten, und das eben ist's, was diese neueste Nummer von Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek für weitestę Leserkreise aktuell und wertvoll macht.

No. 11. **Ameisen und Ameisenseele.** Von
P. Martin
Gander, O. S. B. Mit 32 Textillustrationen. 160
Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Trier'sche Landeszeitung. Die Benziger'sche „Naturwissenschaftliche Bibliothek“ hat sich um ein neues bedeutungsvolles Bändchen vermehrt.

Badische Volkszeitung, Karlsruhe. Das Bändchen hat wiederum den gelehrten Unternehmer der allseitig freudig begrüßten Publikation, P. Martin Gander zum Verfasser.

Augsburger Postzeitung. Wer das Werklein mit Muße liest, wird überrascht sein von der ungeahnt reichen Fülle von Hochinteressantem, das sich da im Leben und Treiben dieser kleinen, zumeist so unbedachten Lebewesen vor seinem staunenden Blicke auftut. Wir empfehlen das sehr lezenswerte und unterhaltliche Büchlein allerbestens.

Neue Zürcher Nachrichten. Das vorliegende Werkchen ist eines der anziehendsten und steht den vorhergehenden in keiner Beziehung nach. Es sind in letzter Zeit mehrere populär-wissenschaftliche Werke über das Ameisenleben geschrieben worden, aber keines konzentriert in so angenehmer Schreibweise ein so erschöpfendes Material wie P. Martin Ganders Ameisenbuch.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 12. **Das Gehirn und seine Tätigkeit.**

Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 26 Textillustrationen. 144 Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Büchermarkt, Arefeld. Das Bändchen zeigt in trefflicher Weise, wie eine objektive Darlegung und Würdigung der Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit die beste Verteidigung für die christliche Naturanschauung ist.

Bayerischer Kurier. Die Anschaulichkeit der geläufigen, äußerst interessanten Darstellung, welche die Mitte zwischen rein wissenschaftlicher und allzu populärer Behandlung hält, wird durch viele treffliche Abbildungen erhöht. Als wohlfeiles und dabei äußerst wertvolles Geschenk wird für die reifere Jugend dieses Buch ganz besonders geeignet sein.

Stimmen aus Maria-Laach, Freiburg. In diesem Büchlein hat P. Gander sich an eine schwierige Aufgabe gewagt, indem er das Gehirn und seine Tätigkeit auch dem Laien verständlich machen will. Selbstverständlich mußte er sich darauf beschränken, die zum Verständnis der Vorgänge wesentlichen Punkte hervorzuheben. Der aufmerksame Leser wird den klaren Ausführungen leicht folgen und an den im ganzen guten Illustrationen eine große Stütze finden, um in das Labyrinth dieses wunderbaren Organs und seiner Bedeutung für den menschlichen Körper und seine Tätigkeit einen Einblick zu gewinnen. Sehr empfehlenswert wird diese Abhandlung dadurch, daß der Verfasser noch das Kapitel „Nervenleben und Seelenleben“ beifügte, wodurch erst die ganze Bedeutung und eigentliche Aufgabe des Gehirns für den menschlichen Organismus ins rechte Licht gestellt wird. Das Kapitel gehört jedenfalls zu den gelungensten des Buches . . .

No. 13. **Das Wetter.** Von P. Fintan Kandler, O. S. B., Professor der Physik. Mit 2 Farbetafeln und 45 Textillustrationen. 144 Seiten. kl. 8°. Mk. 1.50.

Der Monatsbote, Dülmen. Das Werk ist in Text und Illustrationen vortrefflich gehalten und wird jedermann interessieren.

Schleißisches Pastoralblatt, Breslau. Das Büchlein fordert keine besondern Vorkenntnisse und belehrt in sehr zweckmäßiger Weise über die wichtige Erscheinung des Wetters.

Landshuter Zeitung. Reiche und gediegene Illustrationen dienen in ausgezeichneter Weise dem bessern Verständnis der wertvollen Ausführungen des wirklich sehr interessanten Büchleins.

Magazin für Pädagogik, Rottweil. In gemeinverständlicher Sprache und klaren knappen Darstellungen behandelt der Verfasser im 13. Bändchen die Atmosphäre und deren Erforschung; sodann kommt er auf die Bewegungsercheinungen der Atmosphäre zu reden, und behandelt Wesen, Ursache und Zweck der Winde, sowie deren verschiedene Arten. Und endlich gelangt der moderne Witterungsdienst und die Vorausbestimmung des Wetters zur Sprache.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

No. 14. **Der Spiritismus.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. 176 Seiten. kl. 8°. **Mk. 1.50.**

Deutsche Reichszeitung, Bonn. Immer wieder erscheint der rührige Gelehrte mit neuem interessantem Stoff. So wendet er sich heute dem Spiritismus zu und wirkt hier in segensreicher Weise aufklärend in klarer und verständlicher Art.

Cölnische Volkszeitung. Von Benzigers Naturwissenschaftlicher Bibliothek, die den Darstellungen glaubenloser Vertreter der modernen Naturwissenschaft populäre, auf christlicher Weltanschauung begründete Abhandlungen gegenüberstellen will, ist als neuestes (14.) Bändchen ein Büchlein über den Spiritismus erschienen. Das Bändchen führt in den vier Abschnitten: Geschichtliches, Tatsachen, Erklärungsversuche und Christus kein Spiritist eine gehaltvolle Darstellung des Gegenstandes mit sehr vielen Zitaten . . .


No. 15. **Die Landkarten.** Entstehung und Gebrauch. Von Raymond Nezhamer. Mit 70 Illustrationen im Text und einem mehrfarbigen Titelbild. 142 Seiten. kl. 8°. **Mk. 1.50.**

Alte und Neue Welt, Einfeldeln. Der gelehrte Erzbischof von Bukarest, der weiland an der Stiftsschule Einfeldeln die studierende Jugend in das mathematische Wissen und Denken einführte, hat dieses in Töne anregendster Unterhaltung geschriebene Büchlein in lieber Erinnerung an eine glückliche Professorenzeit und als Frucht von am Orte seiner frühern Tätigkeit, im stillen Frieden der Klosterzelle, verlebten Ferienwochen verfaßt und er hat es seinen ehemaligen Schülern gewidmet. Das aus Rumanians Hauptstadt datierte Geleitwort zu dem sehr reich und instruktiv illustrierten Bändchen enthält folgende von liebevoller Begeisterung für die Kunst der Kartographie diktierte Sätze: „In meinem Treppenhause hängt zwischen dem Dunkelgrün von Palme und Efeu die schöne Reliefkarte der Schweiz. Wenn nun die golddurchwirkten Strahlen der Abendsonne durch die breiten Fenster fließen und mit ihrem sanften Widerschein auf der Karte die Firnen der plastisch gemalten Alpenwelt röten, in die tiefgeschnittenen Täler hineinzünden und die lachenden Seen und grünen Triften beleben, so erhebt sich das Gemüt unwillkürlich zur Bewunderung der Großartigkeit der Schöpfung und klingt aus in ein Gebet zu Gott.“ Wir sehen, Poesie und Mathematik sind keineswegs unvereinbare Gegensätze. Das feinsinnige Büchlein verbreitet sich in verständlicher und anschaulicher Weise über die verschiedenen Arten von Messungen und Meßapparaten, die trigonometrischen Netze, die Nivellierinstrumente, die Höhenbestimmungen, die orthographischen und stereographischen Projektionen, die Kegelpjektionen, über Nezentwürfe, Profilzeichnungen, Schraffirungsstufen etc. und macht uns unter anderem auch bekannt mit den Altmeister der Topographie. Das 15. Bändchen von Benzigers Naturwissenschaftlicher Bibliothek ist ganz dazu geschaffen, in weiten Kreisen für die kartographischen Bestrebungen das lebhafteste Interesse zu wecken.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.


- No. 16. **Die fünf Sinne des Menschen.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 48 Illustrationen im Text und 1 Titelbild. 170 Seiten. Kl. 8°. Mt. 1.50.

Alte und Neue Welt, Einsiedeln. Die Behandlung des vielseitigen und gewiß jedermann lebhaft interessierenden Themas mußte zweifelsohne an den Verfasser nicht geringe Anforderungen stellen. P. M. Gander beherrscht den schwierigen Stoff mit bewährter Meisterkraft. Wissenschaftlich exakt, in klarer, bündiger, für Fachleute wie für Nichtfachleute gleich willkommener Schreibweise behandelt er die verschiedenen Organe der fünf Sinne, ihre Hilfs- und Schutzvorrichtungen, ihre Tätigkeiten für sich und in Beziehung zu einander. Wo von krankhaften Störungen der Organe und deren Heilmethode die Rede ist, verrät der Autor eingehende medizinische Kenntnisse. Einschlägige Theorien der wissenschaftlichen Literatur — auch solche neuesten Datums — werden sachlich gerecht gewürdigt. Von besonderem Reiz ist das Schluszkapitel: „Die Sinneswahrnehmungen in ihrer Beziehung zur Außenwelt“, ein Abschnitt, der auch philosophisch betrachtet eine vorzügliche Leistung bedeutet. — Die zahlreich beigegebenen Illustrationen veranschaulichen den Text aufs beste. Das ausgezeichnete Büchlein darf in Kreisen der Studierenden wie im Volke die weiteste Verbreitung beanspruchen!

 Zunächst kommt zur Ausgabe:

- No. 17. **Der Vulkanismus.** Von Dr. P. Damian Buc, O. S. B., Professor der Geologie. Mit vielen Illustrationen. Ca. 160 Seiten. Kl. 8°. Mt. 1.50.

Alte und Neue Welt, Einsiedeln. In Prof. Dr. P. Damian Buc hat Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek einen neuen, sehr lesenswerten Autor gewonnen. Sein Bändchen über den „Vulkanismus“ bietet eine Fülle hochinteressanter Darlegungen über Gestalt, Bau, Typen, Auswurfprodukte, Anordnung und Verbreitung der Vulkane, ferner über Ausbreitung und vulkanische Tätigkeit (Solfataren, fumarolen, Mofetten, Säuerlinge, Lakkolithe, Geysire, Schlammvulkane) sowie über die Ursachen des Vulkanismus. Strenge Wissenschaftlichkeit geht mit gemeinverständlicher Darstellung Hand in Hand in diesem Büchlein, das wir für das Beste und Erschöpfendste halten, was bisher in populärwissenschaftlichen Schriften über das gleiche Thema gesagt worden ist. Es sei allen Freunden der Erdkunde aufs wärmste empfohlen.

 Beachte ferner den Prospekt am Schlusse des Bändchens!

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Von Erzbischof Raymund Neghammer ist ferner erschienen:

Aus Rumänien. Streifzüge durch das Land und seine Geschichte. Mit dem Bilde des Verfassers, 108 Illustrationen im Text und 3 Karten. 440 Seiten. 8°. Broschirt M. 6.—. In Original-Leinwandband M. 7.—.

Rumänischer Lloyd, Bukarest. Die mit vielem Geschick gewählten Episoden, die zumeist schwungvolle Schilderung interessanter Gegenden, die in den Ernst des historischen eingeflochtenen Reiseerlebnisse, die scharfe und doch nie verletzende Beurteilung der Umstände, das alles macht uns die Lektüre des Buches überaus angenehm und fesselnd . . . Indessen scheint es uns, daß dieser belletristische Charakter des vorliegenden Buches weit in den Hintergrund treten muß vor seiner wissenschaftlichen Bedeutung. Das wichtigste nämlich, was darin zu finden ist, sind die archäologischen Studien, von denen dasselbe frohzt, und in denen wir auch den eigentlichen Zweck der meisten Reisen zu suchen haben . . .

Bukarester Tagblatt. Wer sich von einem liebenswürdigen und wohl unterrichteten Autor durch das Land und die Geschichte Rumäniens geleiten lassen will, der greife getroßt nach dem Buche.

Cölnische Volkszeitung. Hier begleitet der Leser den Verfasser auf seiner Reise nach den schottischen Jagdgründen quer durch Europa, in die Karpathen. In einzelnen Kapiteln erzählt dann der Verfasser von seinen Reisen in dem Gebirge, nach den großen Klöstern der Moldau, in das Pompeji der Dobrogea, zu den Landesvermessern und Kartographen, nach der alten Residenzstadt Tirgoveste, in das Salzbergwerk Slanik und noch zu anderen Gegenden und Orten, deren Aufzählung hier zu weit führen würde. Es ist ein Buch voll der interessantesten Dinge, die in weiteren Kreisen noch wenig bekannt sind und deren Darstellung so einfach und natürlich ist, daß man das Buch nicht leicht aus der Hand legt. Der charakteristische, geistvolle Kopf des Verfassers zielt das Blatt vor dem Titel, über 100 Illustrationen bringen uns die Schilderungen näher und 3 Karten erleichtern das Verständnis.

Reichspost, Wien. . . . Da ist nun aus der Feder einer berufenen Autorität ein vortreffliches Buch hervorgegangen, das uns über Land und Leute orientieren will. Es sind Tagebuchblätter, welche der gelehrte Verfasser vorlegt, Schilderungen der Streifzüge, die er kreuz und quer durch alle Teile des Landes gemacht hat. In angenehmem, stets wechselndem Plaudertone erzählt er uns von den Naturschönheiten des karpathischen Hochgebirgs und den großen, fruchtbaren Ebenen am Unterlauf der Donau, von den nationalen Eigentümlichkeiten des Volkes, von den bis in die vorchristliche Zeit zurückgehenden historischen Denkmälern, an welchen besonders der südliche Teil des Landes so reich ist . . . Das Werk wird jedem, der sich in angenehmer Weise über Land und Leute von Rumänien unterrichten will, vorzügliche Dienste leisten.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.



KUHN
KUNSTGESCHICHTE
6 BÄNDE - 5572 ILLUSTR.
MK. 175. - K 210. - FR. 220.

V. A. BENZIGER & CO. A. G. EINSIEDELN, SCHWEIZ.

**Die Werke der bildenden Künste vom Standpunkte der
Geschichte — Technik — Aesthetik**

Drei Bände abgeteilt in sechs Halbbände in Lexikon-Format.

- I. Band: **Geschichte der Baukunst** mit einer
Aesthetischen Vorlesung als Einleitung. XXI. und 1124
Seiten mit 3023 Illustrationen, wovon 1697 im
Text und 326 auf 94 Beilagen.
- II. Band: **Geschichte der Plastik.** 884 Seiten mit
1543 Illustrationen, wovon 1211 im Text und 332 auf 73 Beilagen.
- III. Band: **Geschichte der Malerei.** 1468 Seiten
mit 2006 Illustrationen, wovon 1482 im Text und 324 auf 73
Beilagen.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Kuhn, Kunstgeschichte: Preßstimmen.

Kunst für Alle, München. . . . Ein monumentales Werk, das unsere Bewunderung in um so höherem Grade verdient, als es nicht die Summe von Arbeiten verschiedener Gelehrter, sondern das Lebenswerk eines einzelnen wirklich kunstuniversell gebildeten Mannes darstellt. Auf die überaus reiche und gediegene Illustrierung und vornehme Ausstattung, die der Verlag Benziger dem Werke gegeben hat, und die von seiner Verlagstätigkeit ein schönes Zeugnis ablegen, sei noch besonders rühmend hingewiesen . . .

Seemanns Literarischer Jahresbericht, Leipzig. Daß diese nunmehr in sechs stattlichen Halbbänden vorliegende Kunstgeschichte eine der umfassendsten und gründlichsten ist, wurde schon oft an dieser Stelle gesagt. Der natürliche Boden für ihre Verbreitung ist das katholische Deutschland. Für den evangelischen Leser hat sie außer ihrer ungemeinen Reichhaltigkeit und ihrem gewaltigen Illustrationsmaterial den eigentümlichen Reiz, daß sie, aus einer andern Weltanschauung geboren, manche Dinge in einer neuen Beleuchtung zeigt und manche Künstler zum erstenmal in die Geschichte einführt . . .

Kunstwart, München. Als das am besten illustrierte der allgemeinen Werke dieser Art muß die Allgemeine Kunstgeschichte des Benediktiners Albert Kuhn bezeichnet werden . . .

Prof. A. Meyenberg in „Schweizerische Kirchenzeitung“, Luzern. Der Grundgedanke dieser Kunstgeschichte ist die harmonische Verbindung nüchternen, klarer Wissenschaftlichkeit in bezug auf das Wirkliche, Konkrete der Kunstwerke, die ja das Objekt der Kunstgeschichte sind, mit idealer, philosophischer, psychologischer, auch individuell geprägter Auffassung — und wiederum ein bester Einklang einer stannenswerten Literaturkenntnis mit ausgiebigster eigener Anschauung, die sich der Verfasser auf vielen wiederholten Reisen erobert hat — endlich das Zusammentreten geistiger Großzügigkeit der Künstlerart, stoffbeherrschende Ordnung des langjährigen Professors, genauester Einzelarbeit des sprichwörtlich gewordenen Benediktiner-Fleißes des Ordensmannes und einer gewissen Unmittelbarkeit des modernen Menschen — zu einer Lebensarbeit, zu einem Werke . . .

Dr. D. D. in „Deutsche Alpenzeitung“, München. Ein Werk, das schon äußerlich imponierend wirkt. Dem Verfasser ist es darauf angekommen, den Leser nicht allein in die Kenntnis der Denkmäler einzuführen, sondern seine Augen für das Verständnis des in ihnen waltenden Geistes zu öffnen . . .

Cölnische Volkszeitung. Was das Werk noch besonders wertvoll macht, ist die fast überreiche Illustrierung . . . Hat das Werk auch Jahre lang für sein Entstehen gebraucht und ist auch der ursprünglich geplante Umfang immer und immer wieder erweitert worden, so hat man nun doch alle Veranlassung, sich des Ergebnisses dieser Vergrößerung zu freuen.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Moderne Kunst- und Stilfragen. Ruhn, Dr. P. Albert

O. S. B. Mit 77 Illustrationen. 100 Seiten. Lexikon-
Oktav. Broschiert Mk. 3,80.

Unitas, Berlin. Dieses zeitgemäße Werk kann nur freudig begrüßt werden. — Es wird sowohl der modernen kirchlichen als auch der modernen weltlichen Kunst zugute kommen, denn ein gerecht urteilender, kenntnisreicher und überall geachteter Mann hat es geschrieben. Wir empfehlen das Buch auf das dringendste.

Vaterland, Luzern. P. Ruhn tritt auch hier als der souveräne Aesthetiker und Philosoph vor uns, nicht als der von Vorurteilen befangene Stilpurist, sondern als der Gelehrte, der alle Kunsterscheinungen darauf prüft, ob sie aus der Zeit herausgewachsen und in einer philosophisch vertieften Aesthetik begründet seien. Er lehnt darum die moderne Stilrichtung nicht ab, sondern erklärt sie als das Ergebnis einer kulturellen Entwicklung.

Prof. Dr. A. Schnütgen in „Zeitschrift für christl. Kunst“. Unter den sechs Titeln: Die Moderne — Neue Wege in der Architektur — Strömungen in der Malerei und Plastik: Passage intime, Freilichtmalerei, Impressionismus, Pointillismus, Primitivismus — Die Geschichtsmalerei und das anekdotische Genrebild — Aesthetik und Stil — Restauration, Renovation, Dekoration — behandelt der geistvolle Kritiker in meisterhaft pointierter Diktion mit großer Bestimmtheit und Anschaulichkeit sein Thema, überall seine Vorliebe für den Fortschritt, seine Geneigtheit verratend, in den mißglückten Versuchen die richtigen Keime, unter krankhaften Auswüchsen den gesunden Kern festzustellen. Vereitwillig erkennt er die Errungenschaften der Architektur an auf dem Gebiete der durch die Triumphe der technischen Wissenschaft ermöglichten, weil geforderten Bauten. Auf dem Gebiete der Malerei, auf dem die Moderne am meisten geprobt und am ausgelassensten sich betätigt hat, sieht er neben dem Rechte der Reaktion in der Betonung der Farbe, das Einseitige des Verzichtes auf die Zeichnung, von der Darstellung des Pinsels wie des Meißels nicht nur die Form, sondern auch den Inhalt verlangend, hierbei für die Geschichtskunst namentlich in der Malerei eine Lanze einlegend. Von den neuen Versuchen an die Urformen anzuknüpfen, erwartet der Verfasser bessere Lösungen als die bisherigen, wie er überhaupt allem ernstern Streben Würdigung zuteil werden läßt, wenn es nur echt ist, zu seiner Scheinwirkung führt. — Dieser Grundsatz beherrscht auch seine Stellung zur Restaurationsfrage, die einstweilen noch die Geister scheidet. In ihr vertritt er den modernen Standpunkt, der die Stilmischung zuläßt, gewiß unter der Voraussetzung, daß aus ihnen ein harmonisches Gebilde sich ergibt . . . Der überaus reiche Inhalt des ungemein anregend geschriebenen, mit den zumeist sehr instruktiven Illustrationen 90 Seiten umfassenden Buches ist natürlich durch diese kurze Besprechung nur angedeutet . . .

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Die Wandmalereien in der deutschen Kapelle der Basilika zu Loreto. Von Seitz, Prof. Ludwig. Be-

schrieben von Msgr. G. Milaneze. Mit dem Bilde und einer kurzen Lebensskizze des Künstlers, 48 Illustrationen im Text und 2 Einschaltbildern. 88 Seiten. 4°. Mf. 6.20.

Die christliche Kunst. Tatsächlich hat der Meister nach zehnjähriger Arbeit (1892—1902) ein Werk geboten, das hinsichtlich des Reichtums der Komposition, der Fülle sinniger, fesselnder Einzelheiten, des goldfarbigen Glanzes alle seine früheren Leistungen überbot.

Zeitschrift für christliche Kunst. Da dieses ganz geschlossene Ensemble nicht nur als das Hauptwerk des Meisters erscheint, sondern auch als das Bedeutendste aus dem Bereich der neuesten kirchlichen Dekorationskunst, so ist dessen Veröffentlichung für die deutschen Stifter mit besonderer Wärme zu begrüßen.

Archiv für christliche Kunst. Seitz hat bei den großen Meistern des Mittelalters gelernt, bei den Florentinern, Umbriern und Sienesen. Aber er ist selbst auch ein Großer, groß in der Konzeption, Komposition und in der malerischen Ausführung. Die Entwürfe zeugen von hohem künstlerischem Schauen, die Komposition von großer Meisterschaft . . .

Stimmen aus Maria-Laach. Abbildungen und Beschreibungen tun dar, daß Seitz in diesem Zyklus, wohl dem wichtigsten religiösen Kunstwerke der letzten Jahrzehnte, seinen künstlerischen Charakter vollständig zeigt: tiefe religiöse Auffassung, außerordentlich reiche dekorative Begabung und einen originellen, zu seiner Persönlichkeit passenden Stil. Die Malereien bilden einen aus dem Alten und Neuen Testament, sowie aus der Kirchengeschichte kunstreich zusammengestellten Hymnus auf die Gottesmutter, in dessen Verständnis Milaneze mit Geschick einführt . . .

Von Seitz, Prof. Ludwig,

Die Glorie des hl. Thomas von Aquin,

des engelgleichen Lehrers und Patrons aller katholischen Schulen. Dargestellt in den Wandgemälden in der Galerie der Kandelaber im Vatikan. Ein Zyklus von sechs großen Freskenbildern sorgfältigst in Lichtdruck ausgeführt. Mit erläuterndem Text von S. B. Berthier, Prof. Prachtalbum in quer Imperialfolio-Format, 450 : 660 mm. Rücken und Ecken Leder, mit feiner Linienvergoldung und zweifarbigem Titelaufdruck Mf. 24.—.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Römische Mosaik. Jörgensen, Johannes. Autorisierte Uebersetzung aus dem Dänischen. Mit einer Selbstbiographie und dem Porträt des Autors, sowie mehreren Illustrationen. 312 Seiten. 8°. 120:185 mm. Broschirt Mk. 3.60. Gebunden in Leinwand mit Farbendruck, Farbenschnitt Mk. 4.80.

Cölnische Volkszeitung, Cöln. In „Römische Mosaik“ läßt der Verfasser vor dem Auge des Lesers scharfe Bilder aus der ewigen Stadt entstehen, wie sie heute dem Rombesucher sich darbieten. Es sind tagebuchartige Aufzeichnungen, völlig subjektiv geschaut, aber gerade deshalb voll Leben, untermischt mit geschichtlichen Erinnerungen und Lebensbildern hervorragender mit Rom verknüpfter Männer. Ein besonderer Abschnitt ist dem unterirdischen Rom gewidmet, der eine glänzend geschriebene, von reichen Kenntnissen seines Verfassers zeugende Darstellung jener heiligen, altchristlichen Stätten ist . . .

Büchermarkt, Arefeld. Das Buch enthält Erlebnisse, Beobachtungen und Eindrücke aus der ewigen Stadt, alle mit der dem Verfasser eigenen Anschaulichkeit und Schärfe dargestellt. Es gibt kaum ein Gebiet, das er nicht berührt und überall zeigt er sich nicht nur als geschickten Erzähler, sondern auch als gründlichen Kenner und scharfen Beobachter . . .

Römische Heiligenbilder. Jörgensen, Johannes. Autorisierte Uebersetzung aus dem Dänischen. Mit einer literarischen Studie über den Autor von E. M. Hamann, dem Porträt des Autors und mehreren Illustrationen. 272 Seiten. 8°. 125:185 mm. Broschirt Mk. 3.20. Gebunden in Leinwand mit Rotenschnitt Mk. 4.20.

Koblenzer Volkszeitung, Koblenz. In „Römische Heiligenbilder“ führt uns der berühmte Dichter fünf Heilige aus Rom (Peter, Cäcilia, Agnes, Brigitta und Philipp Neri) mit solch wirkungsvoller Eigenart vor Augen, daß der Leser das Buch nicht gern beiseite legt, bevor er den hohen geistigen Genuß ganz gekostet hat . . . Kein Rompilger sollte es unterlassen, dieses Buch vor seiner Reise zu lesen. Aber auch jeder andere wird in „Römische Heiligenbilder“ eine Fülle des Anziehenden, Interessanten und Belehrenden finden . . .

Die Bücherwelt, Bonn. Dieses Buch hat uns so gut gefallen, daß wir dem Verfasser raten möchten, eine allgemeine Legende zu schreiben. Was er in vorliegender Schrift über Petrus sagt, klingt wie ein Gebet; St. Cäcilia und St. Agnes enthalten einen Schatz von altchristlichem Glauben. St. Brigitta ist ergreifend gezeichnet und Philippus Neri kann nicht besser charakterisiert werden.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Sozialismus und Christentum. Stang Dr. Wilhelm,

Bischof von Fall River. Autorisierte Uebersetzung aus dem Englischen von Rudolf Amberg. 250 Seiten. 8°. 120×150 mm. Broschirt Mk. 3.40. In Original-Leinwandband, Kotschnitt Mk. 4.40.


P. Gabriel Meier, O. S. B. Wir besitzen kein deutsches Werk, das so geeignet ist, den weitesten Kreisen einen Einblick in die soziale Frage und deren Lösung zu vermitteln. Die Prinzipien sind diejenigen des Papstes Leo XIII. und der besten katholischen Soziologen. Der Verfasser hat die soziale Frage nicht nur theoretisch studiert; er versteht es, sie mit vielem praktischem Geschick auf die mannigfaltigsten Verhältnisse anzuwenden. Die Darstellung ist durchaus klar und verständlich und durch vielfaches Hineinziehen von Tatsachen der Geschichte sehr anziehend und einleuchtend gemacht. Der Uebersetzer hat seine Aufgabe mit Verständnis und Gewandtheit gelöst und sich besondere Verdienste um das Buch erworben, da er die deutschen Verhältnisse besonders hervorhebt.

Das religiöse Deutschland. I. Band: Der Protestantismus. Von Goyau, Georg. Von der franz. Akademie mit dem ersten Bordin-

Preis ausgezeichnetes Werk. Verdeutschte von Dr. F. J. Kind, Domkapitular. 312 Seiten. 8°. 130×200 mm. Broschirt Mk. 4.—. Gebunden Mk. 5.—.

Frh. v. Hertling in Literarische Rundschau, Freiburg i. Br. Das Buch liefert ein glänzendes Zeugnis für die Fähigkeit des Verfassers, nicht nur eine weitwichtige Literatur bis in ihre Ausläufer hinein zu verfolgen und zu beherrschen, sondern sich auch durch eigene Beobachtung mit Land und Leuten vertraut zu machen und so für eine ihm ursprünglich fremde komplizierte Lebenserscheinung ein eindringendes Verständnis zu gewinnen.

Stimmen aus Maria-Laach. Bei seinem ersten Erscheinen hat das Werk Aufsehen erregt und allgemeine Anerkennung gefunden. Es hat nun schon die vierte Auflage zu verzeichnen. In Deutschland war bei Katholiken wie Protestanten das Erstaunen aufrichtig, daß es dem Fremdling gelungen sei, in die wirr zerklüfteten Verhältnisse des deutschen Protestantismus sich so tiefen und sichern Einblick zu verschaffen.

 Demnächst wird erscheinen:

Das religiöse Deutschland: II. Band: Der Katholizismus. Von Goyau, Georg.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der moderne Redner. Von Lienert, P. Konrad, O. S. B. Eine Einführung in die Redekunst nebst einer kurzen Geschichte der Beredsamkeit und eine Sammlung vollständiger Reden aus neuester Zeit zum Gebrauche in Schulen und zum Selbstunterricht. 2. revidierte Auflage. 456 Seiten. 8°. Broschirt Mk. 3.20. In Orig.-Leinwandband Mk. 4.—.

Germania, Berlin. Wir empfehlen dieses Werk im besondern den Mitgliedern der Studentenvereinigungen und der Windthorstbünde; auch in den sozialen Unterrichtskursen unserer Arbeiter- und Gesellenvereine dürfte das Buch von großem Nutzen sein . . .

Theologische Revue, Münster, Westfalen. Obgleich zunächst nicht für die Aufgabe der Predigt, sondern mehr zum Dienste der Laienberedsamkeit bestimmt, wird diese Rhetorik dennoch insbesondere den jungen Theologen von hohem Nutzen sein können, da sie ihnen in der Skizzierung wertvolle Winke zur Selbstarbeit und aus der Fülle lebendiger Vorbilder reiche Anregung gibt . . .

Büchermarkt, Crefeld. Wir möchten das Buch durchaus nicht bloß Schülern, sondern auch jedem, der sich in der Redekunst ausbilden will, angelegentlichst empfehlen. In der Bibliothek eines Windthorstbundes darf es keinesfalls fehlen . . .

Allgemeine Erziehungslehre für Lehrerbildungsanstalten. Von Roser, Dr. Fridolin, und Grüniger, Jakob. 2. umgearbeitete Auflage. 126 Seiten. 8°. Brosch. Mk. 2.—. In Original-Leinwandband Mk. 2.80.

Stimmen aus Maria-Laach, Freiburg im Breisgau. Ein sehr empfehlenswertes Büchlein für den Lehrerstand. Die Absicht der Verfasser, den Lehrern ein möglichst kurzes und klares Handbüchlein ihrer Pflichten und ihrer Aufgaben zu bieten, ist in anerkennenswerter Weise erreicht und das oberhirtliche Begleitschreiben, das in erster Auflage des Buches besonders den engen Anschluß an die kirchlichen Lehren und an eine gesunde Philosophie hervorhebt, ist vollkommen gerechtfertigt. Vor allem muß mit Lob hervorgehoben werden die klare, scharfe Betonung der echt christlichen und katholischen Grundsätze für das Verhältnis der Lehrer gegenüber den Eltern, der Gemeinde, dem Staate und der Kirche — ein kritischer Punkt, der heutzutage in pädagogischen Lehrbüchern nicht selten vermißt wird.

Zeitschrift für Erziehung und Unterricht, Düsseldorf. Die Verfasser bieten in vorliegendem Werke eine Erziehungslehre, welche den wichtigsten Lehrstoff gut geordnet und mit wünschenswerter Klarheit darlegt, so daß er leicht erfaßt und eingeprägt werden kann. In ihren Ausführungen sind namentlich auch die jetzigen Strömungen auf dem Gebiete der Schule mit reicher Sachkenntnis gewürdigt . . .

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Reich illustrierte Reiseschilderungen

Von Georg Baumberger.

Im Banne von drei Königinnen. Alte und neue Bilder aus Palästina, Aegypten und der Türkei.

I. Band: Palästina. Mit 1 Titelbild, 121 Illustrationen und 3 Plänen. 492 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 6.—. In Original-Leinwandband Mk. 7.—.

II. Band: Aegypten und die Türkei. Mit 1 Titelbild, 77 Illustrationen, einer Karte und zwei Plänen. 8°. 360 Seiten. Broschiert Mk. 4.—. In Original-Leinenband Mk. 5.—.

Im Flug an südliche Gestade. Reiseeindrücke aus Spanien, Marokko und Italien. Mit dem Bilde des Verfassers und über 100 Textillustrationen. 496 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 6.—. In Original-Leinenband Mk. 7.—.

Aus sonnigen Tagen. Volks- und Landschaftsbilder aus der Schweiz. Dritte Auflage. Mit 75 Illustrationen. 256 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 3.20. In Original-Leinwandband Mk. 4.—.

Juhu-Junhu! Appenzellerland und Appenzellerlent'. Skizzen und Novellen. Vierte Auflage. Mit 60 Bildern nach Originalzeichnungen von Karl Liner und nach Photographien. 304 S. 8°. Brosch. Mk. 3.20. In Orig.-Leinwandb. Mk. 4.—.

Blaues Meer und schwarze Berge. Volks- und Landschaftsbilder aus Krain, Syrien, Dalmatien und Montenegro. Dritte Auflage. Mit 60 Illustrationen. 334 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 3.20. In Original-Leinwandband Mk. 4.—.

Grüß Gott! Volks- und Landschaftsbilder aus der Schweiz. Dritte Auflage. Reich illustriert. 336 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 3.20. In Original-Leinwandband Mk. 4.—.

Questa la via! Volks- und Landschaftsbilder aus Tirol. Dritte Auflage. Mit Titelbild und 60 Textillustrationen. 328 S. 8°. Brosch. Mk. 3.20. In Orig.-Leinwandb. Mk. 4.—.

Von Sev. Noti, S. J.

Aus Indien. Reiseeindrücke eines Missionärs. Zweite Auflage. Mit 130 Illustrationen und 4 Karten. 376 Seiten. 8°. Broschiert Mk. 5.—. In Original-Leinwandband Mk. 6.—.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Einladung zum Abonnement auf:

Alte und Neue Welt

Illustriertes Familienblatt zur Unterhaltung und Belehrung.

Jährlich 24 Hefte à 35 Pf., 45 Heller, 45 Cts.

Mit zwei Beilagen: „Rundschau in Wort und Bild“ und „Für die Frauen“. Jährlich ca. 1000 Illustrationen, worunter mehrere Kunstbeilagen in Mehrfarbendruck.

Der Jahrgang beginnt jeweils im Oktober.



Dr. Moïse Wurm, München, im „Literarischen Handweiser“: Die „Alte und Neue Welt“ marschiert, was die künstlerische Auswahl des Illustrationsmaterials anlangt, an der Spitze der katholischen Familienblätter.

Dr. P. Expeditus Schmidt, O. F. M., in „Ueber den Wassern“ „Alte und Neue Welt“ verdient es, daß auch in einer Literaturzeitschrift ihrer gedacht werde. Hat sie doch schon manches für echte und große Kunst und deren Aufnahme in der Familie getan. . . . Bei solchem Streben nach echter Kunst und bei dem übrigen reichen Inhalte und Bilderpracht verdient sie reichhaltige Empfehlung.

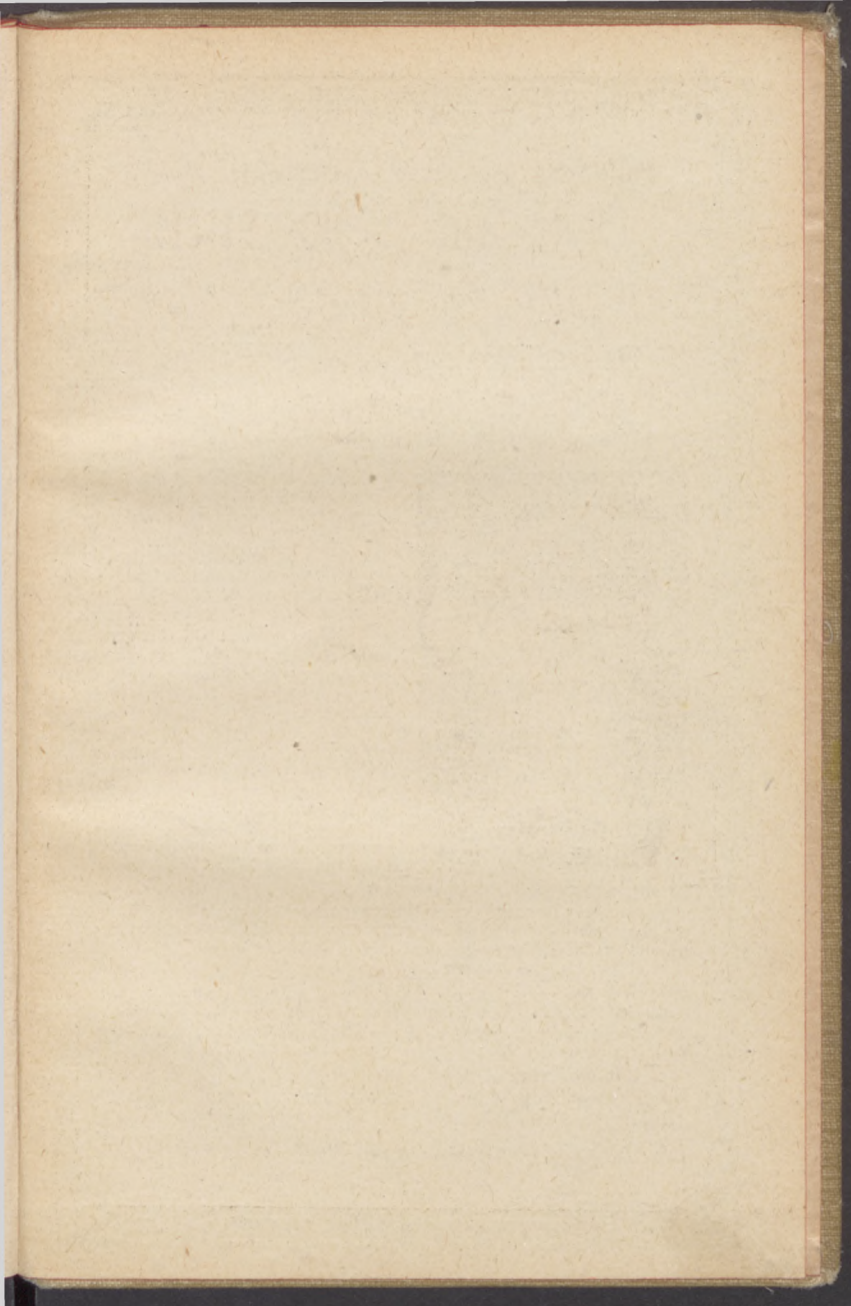
„Zeitschrift für christliche Kunst“, Düsseldorf. Die beigegebenen Bildwerke haben den Vorzug, gut ausge-

wählt und ausgeführt zu sein, mögen sie als Kunstbeilagen erscheinen oder als Textillustrationen. Die steter Vervollkommnung beflissene, große und doch sehr wohlfeile Zeitschrift hat sich daher Anspruch erworben auf Beachtung in den weitesten Kreisen.

S. Brentano im „Jahrbuch der Zeit- und Kulturgeschichte“: „Alte und Neue Welt“ zeichnet sich durch reichen und gediegenen Inhalt aus. . . . Auf dem Gebiete der Illustration befreit sich die „Alte und Neue Welt“, sich alle Vorteile der neueren graphischen Vielfältigkeitskunst zunutze zu machen.

„Cölnische Volkszeitung“: „Alte und Neue Welt“ ist in textlicher wie illustrativer Hinsicht auf der Höhe der Zeit.

Durch alle Buchhandlungen und Postämter zu beziehen.





FIDES ET SCIENTIA.

Benzigers
Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Erschienen sind bis jetzt:

- No. 1. **Die Erde. Ihre Entstehung und ihr Untergang.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Dritte Auflage. Mit 34 Textillustrationen und einer Spektraltafel. 176 Seiten.
- No. 2. **Der erste Organismus.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite Auflage. Mit 27 Textillustrationen. 176 Seiten.
- No. 3. **Die Abstammungslehre.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite Auflage. Mit 29 Textillustrationen. 188 Seiten.
- No. 4. **Die Bakterien.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 37 Textillustrationen. 192 Seiten.
- No. 5 und 6. **Die Pflanze in ihrem äußeren Bau.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Doppelbändchen. Mit 117 Illustrationen. 336 Seiten.
- No. 7. **Die Uhren.** Ein Abriss der Geschichte der Zeitmessung. Von P. Fintan Rindler, O. S. B., Professor der Physik. Zweite verbesserte Auflage. Mit 65 Textillustrationen. 192 Seiten.
- No. 8. **Naturwissenschaft und Glaube.** Angriffe und Abwehr. Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite verbesserte Auflage. 163 Seiten.
- No. 9. **Wunder der Kleintierwelt.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 66 Textillustrationen. 224 Seiten.

- No. 10. **Darwin und seine Schule.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 6 Einschaltbildern. 176 Seiten.
- No. 11. **Ameisen und Ameisenseele.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 32 Textillustrationen. 167 Seiten.
- No. 12. **Das Gehirn und seine Tätigkeit.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 46 Textillustrationen. 176 Seiten.
- No. 13. **Das Wetter.** Einführung in die Witterungskunde. Von P. Zintan Rindler, O. S. B., Professor der Physik. Mit 2 farbigen Wolkentafeln, 40 Textillustrationen und 3 Beilagen. 150 Seiten.
- No. 14. **Der Spiritismus.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. 176 Seiten.
- No. 15. **Die Landkarten.** Ihre Entstehung und Verwendung. Von Raymond Heghammer, Mit 70 Textillust. u. mehrfarb. Titelbild. 142 Seiten.
- No. 16. **Die fünf Sinne des Menschen.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 49 Textillustrationen. 172 Seiten.
- No. 17. **Der Vulkanismus.** Von Dr. P. Damian Bud, O. S. B., Professor der Geologie. Mit mehreren Textillustrationen. Ca. 160 Seiten.

Von den gleichen und anderen Verfassern sind in Vorbereitung und liegen teils druckbereit vor:

Der Kalender.
 Die Pflanze in ihrem innern Bau.
 Die Energie.
 Die Eiszeit und die Flut.
 Unsere Erde als Weltkörper.
 Telegraph und Telephon.
 Erfinder und Entdecker.
 Die Naturkräfte im Dienste des Menschen.
 Veränderungen der Erdkruste.
 Die National-Parte.
 usw. usw.

Preis des Bändchens in Leinwand gebunden Mt. 1.50.

BIBLIOTEKA * * * * *
UNIWERSYTECKA
37/ 27949 1/2
* * * * * W TORUNIU *
Gabinet Map

Biblioteka Główna UMK



300044881339

