

NEUE KARTEN UND RELIEFS DER ALPEN

STUDIEN ÜBER GELÄNDEDARSTELLUNG

VON

ALBRECHT PENCK

PROFESSOR DER GEOGRAPHIE AN DER UNIVERSITÄT WIEN



LEIPZIG

DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER

1904

VORWORT.

Die Beobachtungen und praktischen Erfahrungen, welche ich während der letzten 25 Jahre bei meinen alljährlich wiederholten Alpenreisen mit den verschiedenen Alpenkarten gemacht habe, haben mich veranlaßt, den Lesern der Geographischen Zeitschrift die charakteristischen neueren derselben in ihren Eigentümlichkeiten zu schildern. War mein Standpunkt dabei auch weder der des theoretischen noch der des praktischen Kartographen, sondern lediglich der des Karten-Benutzers, so konnte ich doch nicht ausweichen, zu der viel umstrittenen Frage der Geländedarstellung auf Karten Stellung zu nehmen. Dabei lag mir ferne, neue Vorschläge zu machen; ich beschränkte mich zu untersuchen, inwieweit die vorhandenen Methoden der Geländezeichnung anwendbar sind und welche Deutung man praktisch Erprobtem geben muß, um es strengerem Anforderungen gegenüber haltbar zu machen. Die Erkenntnis, daß selbst die beste Hochgebirgskarte steile Formen nicht genau wiederzugeben vermag, hat mich schließlich dazu geführt, auch den Reliefs einige Ausführungen zu widmen.

Wiederholt mir schriftlich geäußerte Wünsche von Fachgenossen haben mich bestimmt, die Reihe von Einzelartikeln zu sammeln, und die Verlagsbuchhandlung hat sich entschlossen, sie in Buchform allen denjenigen zugänglich zu machen, die sich für die Alpenwelt und das Problem der Geländedarstellung interessieren.

Wien, Februar 1904.

Albrecht Penck.

Inhalt.

Neue Alpenkarten.

	Seite
1. Fortschritte der Aufnahmemethoden. Karten 1 : 10 000. (G. Z. V. 1899. S. 588—592)	1
2. Deutsche Karten (G. Z. V. 1899. S. 592—597)	5
3. Der Siegfriedatlas und die Reliefkarten der Schweiz (G. Z. V. 1899. S. 631—639)	10
4. Die italienischen Karten (G. Z. V. 1899. S. 639—643)	18
5. Die Spezialkarte und Originalaufnahme der österreichischen Alpen (G. Z. VI. 1900. S. 325—338)	22
6. Wander- und Übersichtskarten, insbesondere der Ostalpen (G. Z. VI. 1900. S. 366—381)	35
7. Die französischen Karten (G. Z. IX. 1903. S. 253—266)	50
8. Übersichtskarten über das ganze Gebirge (G. Z. IX. 1903. S. 332—336)	62
9. Schlußbemerkungen, namentlich über Geländedarstellung des Hochgebirges (G. Z. IX. 1903. S. 336—346)	67
(G. Z. IX. 1903. S. 371—386)	77

Neue Reliefs der Alpen.

(G. Z. X. 1904. S. 26—38, 95—101)	93
---	----

1. Fortschritte der Aufnahmemethoden. Karten 1 : 10 000.

Die Alpen sind das große Übungsfeld aller Art erdkundlicher Forschung. Wie sie anregten, den Schichtbau der Gebirge zu entwirren, seine Höhengürtel und Gletscher zu studieren, so bieten sie auch der topographischen Aufnahme und vor allem der Darstellung auf Karten ein Problem, an dessen Lösung seit mehr als hundert Jahren werktätig gearbeitet wird. Es machte sich anfänglich, als man eben begann, den Verlauf der Gebirgsketten auf Landkarten festzulegen, nicht besonders geltend; die älteren Karten, welche sich begnügten, den Verlauf der Berge mehr oder weniger perspektivisch zu zeichnen, trafen die herrschenden Geländeformen im Hochgebirge entschieden besser als im flachen Lande, weil der Wechsel von Höhen und Thälern für eine solche Art der Wiedergabe anschaulich genug ist und zur Zeichnung förmlich einladet. Als man aber in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts daran ging, eine höheren Ansprüchen genügende Darstellung des Gebirges zu geben und in den verschiedenen Staaten topographische Spezialkarten im Maßstabe von im allgemeinen 1 : 80 000 bis 1 : 144 000 — nur Bayern und Sardinien stellten ihren Alpenanteil 1 : 50 000 dar — herauszugeben, da machten sich die Schwierigkeiten geltend. Die für ebenes Land oder Mittelgebirge aufgestellten Schraffenskalen genügten nicht für das Hochgebirge, man mußte sie für steile Felspartien nicht bloß erweitern, sondern das Prinzip auch durchbrechen und eine eigene Signatur für Felsen einführen. Doch konnte man sich über die Einzelheiten in der Felsdarstellung wegen der Kleinheit der angenommenen Kartenmaßstäbe im allgemeinen hinwegsetzen; auch schwebte als Aufgabe für jene Karten gewöhnlich die Darstellung des wegsamen Landes vor; die schwer zugänglichen Hochregionen wurden daher im allgemeinen leichter behandelt.

Als dann in den letzten dreißig Jahren alle Alpenstaaten mit alleiniger Ausnahme von Frankreich ihre Aufnahmekarten größeren Maßstabes von 1 : 25 000 bis 1 : 50 000 im Druck veröffentlichten oder wenigstens in photographischen Kopien zugänglich machten, da erwuchs die Aufgabe, auch die Hochgebirgsgebiete, so wenig sie auch militärisch in Betracht kommen mögen, exakt darzustellen, und es wurden die verschiedenen Arten der Geländedarstellung in ihrer Anwendbarkeit auf steile Böschungen erprobt. Ein Studium der Werke dieser Periode, wie wir es hier versuchen, ist daher gleichzeitig eine Untersuchung über praktische Versuche naturgetreuer

Geländedarstellung¹⁾. Hatte man früher die Unebenheiten ausschließlich durch Schraffen, meist unter Annahme senkrechter, in der Schweiz unter Verwertung schräger Beleuchtung wiedergegeben, so steht die letzte Periode der Alpenkartographie, die sich durch Veröffentlichung von Karten größeren Maßstabes kennzeichnet und am besten von Beginn des Erscheinens des Siegfriedatlas in der Schweiz (1870/71) gerechnet wird, unter dem Zeichen der Niveaulinien. Der Siegfriedatlas der Schweiz, die Positionsblätter Bayerns und die Tavolette für die Karte Italiens bedienen sich sogar mit geringfügigen Ausnahmen allein der Isohypsen für die Darstellung des Geländes, während man in Österreich einen Mittelweg einschlug, und in der Spezialkarte 1 : 75 000 sowie in ihrer Originalaufnahme 1 : 25 000 Isohypsen und Schraffen (mit wenigen örtlichen Ausnahmen in der reambulierten Originalaufnahme) kombinierte. Ebenso aber, wie die Schraffen für Wiedergabe der Felsformen versagten, thaten es auch die Höhenkurven, und die Darstellung der steilsten Formen ist heute noch ein Problem, dessen Lösung noch nicht erfolgt ist, ja in dessen Behandlung die einzelnen Kartenwerke erblich auseinandergehen.

Dies kann nicht Wunder nehmen. Besaß man doch bis vor kurzem eigentlich kein Verfahren zur Aufnahme des Felsgeländes. Bei der gewöhnlichen Meßtischarbeit oder bei Aufnahme mittels des Theodolithen konnte man nur bestimmte, leicht kenntliche oder durch Signale markierte Punkte einvisieren, was bei steilen Wänden einen ungeheuren Aufwand an Mühe bedeutete, dem kein entsprechendes praktisches Ergebnis gegenüber stand. Erst seit Anwendung der Photogrammetrie kommt man über diese Schwierigkeit hinweg. Man kann aus mindestens zwei photographischen Aufnahmen von zwei Standpunkten aus zahlreiche Punkte einer Felswand festlegen und hat überdies für deren Zeichnung ihre Ansicht als Vorlage. Die ausgiebige Verwendung der Photogrammetrie wird daher eine neue Periode der Hochgebirgsmappierung kennzeichnen. Wir leben gerade in ihrem Beginne, der mit dem Ende der Periode der Veröffentlichung der Aufnahmekarten größeren Maßstabes ungefähr zusammenfällt. In Italien, in Bayern und in Österreich widmet man sich bereits ausgiebig dem neuen Verfahren, schon liegen Leistungen vor, welche in Bezug auf die Größe des Kartenmaßstabes über den bisher für das Hochgebirge üblichen weit hinausgehen und erkennen

1) Eine bibliographisch auf Vollständigkeit Anspruch erhebende Aufzählung und eingehende Besprechung aller in Betracht kommenden Werke wird hier nicht geplant. Meine Darlegungen knüpfen sich in erster Linie an praktische Erfahrungen beim Gebrauche der Karten sowie an dadurch angeregte Studien in Kartensammlungen. Dankbar hebe ich auch hier die Förderung meiner Arbeit hervor, die mir durch die Benutzung der Kartenabteilung des durch Se. Excellenz Herrn FML. Ritter von Wetzler wissenschaftlichen Studien zugänglich gemachten k. u. k. Kriegsarchives in Wien zu teil ward, deren Vorstand, Herr Major Kulnigg, mir in jeder Richtung entgegenkam. In bibliographischer Richtung leisten Nützlichendes: L. Obermair's Zusammenstellungen der wichtigsten Alpenkarten, Zeitschr. d. D. und Österr. Alpenvereins 1884 S. 56, 1892 S. 393, 1895 S. 327. Über die offiziellen Karten vergl. auch Heinrich. Geogr. Jahrb. XII. 1888 S. 309. XIV. 1890/91 S. 237. Gute Dienste gewähren die Übersichtskarten der wichtigsten topographischen Karten Europas von Herm. Wagner im Geographischen Jahrbuche XIV. XVII. XIX. XXI.

lassen, zu welcher Durchbildung die Felsdarstellung gebracht werden kann. Wir meinen die Karte der Zugspitze 1 : 10 000, welche das topographische Bureau des kgl. bayerischen Generalstabes teilweise auf Grund photogrammetrischer Aufnahmen durchführen liefs¹⁾, wobei es den Vorschlägen von Professor S. Finsterwalder in München folgte, ferner die Karte gleichen Maßstabes des letztgenannten Gelehrten, welche seiner bewundernswerten Monographie des Vernagtferners beiliegt²⁾.

Die 1894 erschienene Karte der Zugspitze führt uns auf die ziemlich steil ansteigende Hochfläche des Plattes, welche sich westlich vom zirkusähnlichen Schlusse des Partnachthales erstreckt. Im Norden, Westen und Süden ist sie von Felswänden umsäumt, den Fuß der westlichen überdeckt der stark zurückgegangene Schneeferner, der größte Gletscher des Deutschen Reiches, der erste Gletscher, der in seiner Gesamtheit 1 : 10 000 kartographisch dargestellt wurde. Wir verdanken Herrn Professor Finsterwalder, welcher, wie schon erwähnt, an der photogrammetrischen Aufnahme wesentlich mit beteiligt war, drei im Druck vervielfältigte Konstruktionsblätter, welche einen Einblick in die Kartenaufnahme gewähren. Das erste zeigt uns die Lage der 38 Bilder (Bildtracen), die von 22 trigonometrisch eingemessenen Standpunkten aufgenommen worden sind, und die Lage der dabei gewonnenen 522 Fixpunkte im Felsgelände. Das zweite giebt die Höhe der Punkte, es führt uns den darnach konstruierten Verlauf der Isohypsen und den Entwurf der Felszeichnung vor Augen, deren Ausführung im dritten Blatte vorliegt. Man sieht, welche Summe von einzelnen Messungen nuncmehr für die Felsdarstellung verwendet werden kann. Das im Handel erschienene Kartenblatt hat braune Höhenkurven, schwarze Felszeichnung, blaues Gewässernetz, auch die Gletscher sind lichtblau wiedergegeben. Die Höhenkurven sind im Abstände von 10 zu 10 m, in den Felswänden von 50 zu 50 m gezogen. Sie geben die Einzelheiten in der Gestaltung des „Platt“ sowie die Gletscheroberfläche vorzüglich wieder. Die Felszeichnung ist im Vergleiche zur Darstellung des Plattes zu dunkel; sie sagt uns in der mehr in Umrissen gehaltenen Darstellung des zweiten Konstruktionsblattes mehr zu. Ganz vorzüglich zeigt sie die einzelnen kleinen Grate und dazwischen befindlichen Couloirs, indem sie dieselben offenbar in Anlehnung an die photogrammetrischen Aufnahmen bildähnlich zur Darstellung bringt, Licht und Schatten so verteilend, wie es die Charakteristik der einzelnen Formen erheischt, ohne sich an eine bestimmte Richtung der Lichtquelle zu halten. Durch die ganz außerordentliche Genauigkeit der Felsdarstellung wird die Karte des höchsten Berges vom Deutschen Reiche ein neues Ruhmesblatt für das topographische Bureau in München.

Finsterwalder's große, 1897 erschienene Karte des Vernagtferners 1 : 10 000 (53,3 × 68,5 cm) bezweckt in erster Linie, die momentane Oberflächengestalt jenes merkwürdigen Gletschers festzuhalten, welcher durch

1) Vergl. Otto Jäger. Zwei Sommer im Wettersteingebirge. Zeitschr. d. D. u. Österr. Alpenvereins. 1893. S. 321.

2) Der Vernagtferner. Wissenschaftliche Ergänzungshefte zur Zeitschr. d. D. u. Österr. Alpenvereins. Bd. I., Heft 1. 1897.

seine Ausbrüche in das Rofenthal von Zeit zu Zeit so bedeutenden Schaden verursacht. Nach den bisherigen Messungsmethoden hätte man einer ganzen Schar von Mappauren bedurft, um seinen Stand in einem bestimmten Jahre mit der für die Gletscherforschung nötigen Genauigkeit festzuhalten; auf photogrammetrischem Wege genügte die Förderung durch drei Freunde, die Herren Blümcke, Hefs und Kerschensteiner, so daß ein Einzelner ein 23,1 qkm messendes, sehr unebenes Areal in einem kurzen Hochgebirgssommer aufnahm. Allerdings bedurfte die Berechnung der 833 Messungspunkte und die Konstruktion der Karte dann mehrerer Jahre, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß es sich durchweg um eine Präzisionsarbeit handelt, welche namentlich die Höhenlage der einzelnen Örter der Gletscheroberfläche mit größtmöglicher Genauigkeit zu fixieren hatte. Dieses Ziel ist erreicht worden. Der mittlere Fehler der Höhe eines photogrammetrischen Punktes ist auf nur 1,17 m zu schätzen.

Liegt nun auch Finsterwalder's Aufgabe vornehmlich in der Herstellung einer äußerst genauen Höhenschichtenkarte, so beschränkte er sich nicht darauf, bloß eine solche zu geben. Den Grund versteht man, wenn man den Abdruck der Schwarzplatte mit alleiniger Zeichnung der Isohypsen von 10 zu 10 m würdigt. Wir verdanken einen solchen dem verehrten Forscher. Da sieht man eine Menge geschwungen verlaufender Linien, und erst nach einigem Vertiefen in die Zeichnung wird man der ungefähren Grenzen des Gletschers gewahr, erst nach längerem Studium erkennt man den Verlauf der in der Natur so scharf ausgeprägten Ufermoränen; aber wie man sich auch in die Darstellung versenkt, an vielen Stellen bleibt man im Unklaren darüber, ob Fels, ob Eis herrscht. Man sieht, eine strengsten geodätischen Anforderungen genügende Wiedergabe der Unebenheiten der Erdoberfläche ist noch keine Karte, und Finsterwalder, welcher die Aufnahme des Gletschers und seiner Umrahmung vom rein geodätischen Standpunkte aus betrieb, mußte die nackte Isohypsendarstellung noch weiter ausführen. Er hob die Firn- und Eisflächen durch einen lichtblauen Farbenton von dem braun geschummerten Fels ab, und um den einem jeden Besucher auffallenden Boden der alten Gletscherzunge hervortreten zu lassen, deutete er durch liches Grün die ihn umrahmende Vegetationsdecke an. Er gesellte also zur Darstellung der Höhenverhältnisse eine solche bestimmter und wichtiger Bodenkategorien, und erreichte eine plastische Wirkung des Ganzen dadurch, daß er den Regeln der Lehmann'schen Geländedarstellung folgend den blauen und braunen Farbenton um so dunkler auftrug, je steiler das Gelände ist. Da aber alle diese Verfahren noch nicht für eine anschauliche Wiedergabe der Felsformen ausreichten, so bezeichnete er diese noch in besonderer Weise. Im großen machte er sie zwar um so dunkler, je steiler sie sind, im einzelnen verteilte er in ihnen aber Licht und Schatten dermaßen, daß Rippen und Runsen hervortreten. Er kombiniert also das System der vertikalen Beleuchtung im Gesamttone mit der Wiedergabe einer Seitenansicht im einzelnen, wobei er die Felsen so zeichnet, wie man sie bei diffusum Lichte sieht, ohne also eine einzige bestimmte Beleuchtungsquelle anzunehmen.

Dieses von Finsterwalder mit Vorbedacht gewählte und allgemein zur Nachahmung empfohlene Verfahren kommt in der im Druck vervielfältigten Karte nicht so zur Geltung wie in seiner Handzeichnung, wo die Isohypsen diskreter behandelt sind, so daß sie durch ihr Schwarz das im allgemeinen licht gehaltene Braun der Felschummerung und das dunklere der Felszeichnung weniger schlagen. Auch will mir scheinen, als ob in der gedruckten Karte mehrfach der Verlauf der Isohypsen nicht so spiefsig und eckig wäre, wie es nach der Felszeichnung der Fall sein sollte. Gerade im Betonen der ein- und ausspringenden Winkel der Isohypsen im Felsen, wo sie eben durchaus nicht Höhenkurven sind, liegt ein vorzügliches Hilfsmittel zur Charakteristik der Formen, das vom Stecher der Karte nicht genug verwendet ist; wenigstens finden wir es in der uns durch die Güte Finsterwalder's zugegangenen Photographie seiner Zeichnung ausgiebiger gebraucht. In Finsterwalder's Karte des Vernagtfeners erkennen wir eine ähnliche Förderung der Hochgebirgstopographie, wie in seiner Monographie jenes Eisstromes einen Markstein in der Gletscherforschung. Der Deutsche und Österreichische Alpenverein aber kann stolz darauf sein, daß diese Arbeiten durch ihn veranlaßt wurden. Karten so großen Maßstabes wie die eben besprochenen sind für das Alpengebiet heute noch Ausnahmen, welche lediglich bestimmten Zwecken dienen, wie z. B. auch die meines Wissens nicht veröffentlichten Karten 1 : 10 000, welche der spätere Oberst Siegfried von der Umgebung des Luziensteiges und St. Maurice aufnahm¹⁾. Die allgemeinen staatlichen topographischen Landesaufnahmen bedienen sich höchstens des Maßstabes von 1 : 25 000, und auch diesen wendet man allgemeiner nur für den Gebirgsrand an, während man ihn im Innern vielfach durch 1 : 50 000 ersetzt. In dieser Hinsicht, wie auch in Bezug auf die Ausführung der Karten ergeben sich Unterschiede von Staat zu Staat, und wenn wir den dermaligen Stand alpiner Kartographie kennen lernen wollen, müssen wir die Leistungen der Staaten, die sich in die Alpen teilen, einzeln betrachten. Dabei wird sich uns auch Gelegenheit bieten, andere Karten zu würdigen; die kleineren Maßstabes als 1 : 1 000 000 sowie Schulkarten aber werden wir ausschließen.

2. Deutsche Karten.

Das Deutsche Reich ist vermöge der Thätigkeit in Bayern der einzige Staat, von dessen gesamtem Alpenanteil binnen kurzem eine Karte 1 : 25 000 gedruckt vorliegen wird. Wir wollen die einschlägigen Karten daher zuerst würdigen. Die für die Alpen seit 1887 im Erscheinen begriffenen Positionsblätter des topographischen Bureaus in München²⁾ beruhen auf der großen monumentalen Katasterkarte Bayerns 1 : 5000. Deshalb sind die bayerischen Positionsblätter nicht wie die preussischen, sächsischen, badischen, reichsländischen, hessischen und württembergischen Karten 1 : 25 000 nach dem Systeme

1) Vergl. Held, Die schweizerische Landestopographie unter der Leitung von Oberst Herm. Siegfried. Jahrb. schw. Alpenklub XV 1879/80. S. 455.

2) Vergl. Übersichtsblätter zu den Kartenwerken des Kgl. Bayerischen topographischen Bureaus. München, Riedel'sche Buchhandlung.

der Gradabteilungen entworfen, sondern werden durch rechtwinklige Parallele begrenzt.

In Bezug auf ihre Ausführung zeigen die bayerischen Blätter mancherlei Verschiedenheiten. Nach dem Erscheinen eines Versuchsblattes, das das Wendelsteingebiet im allgemeinen einfarbig schwarz, nur das Wegnetz rot zur Darstellung brachte, erschienen Blätter für das Land beiderseits des Inn-durchbruches in Schwarzdruck, während die für das Algäu das Gelände braun, alles übrige schwarz wiedergeben, und solche, welche zwar die Isohypsen braun, den Fels aber schwarz verzeichnen (Wettersteingebirge und Berchtesgaden). Diesen mehr äußerlichen, wie uns scheint, wesentlich durch die Knappheit der für das Kartenwerk zur Verfügung stehenden Mittel bedingten Verschiedenheiten steht eine große innerliche Homogenität der einzelnen Karten gegenüber. Die Geländedarstellung bringt auf allen Blättern, mögen sie dem Voralpen- oder Hochalpenzuge angehören, Isohypsen im Abstände von 10 zu 10 m und bei flacheren Formen Hilfslinien in veränderlichem engeren Abstand mit charakteristischen Einzelheiten des Verlaufes, welche auf eine ungemein gewissenhafte Aufnahme zu schließen gestatten. In der That habe ich allenthalben, wo auch ich sie benutzte, am Fuß des Gebirges, im Innthale und im Algäu, die Verlässlichkeit der Karten als eine beinahe vollkommene gefunden. Da sehen wir im Illerthale die langgedehnten Rücken der Drumlin, da finden wir die steilwandigen Runsen beiderseits des Isarthales südlich, die Dolinen des Michelfeldes zwischen Krottenkopf und hohem Kisten westlich vom Walchensee, wir erkennen deutlich die Nagelfluh- und Schraffenkalkwände im Algäu, die Rippen von Dachsteinkalk westlich Oberaudorf, die Wände von Wettersteinkalk im Zugspitzgebiete, die von Schichtbändern durchzogenen Abfälle des Watzmannes. Es ist ein wahrer Genuß, alle diese morphologisch wichtigen Züge des Gebirges klar und unverfälscht durch Schematisierung zu erkennen.

Das Problem der Felszeichnung tritt in den Blättern für das Wettersteingebirge und Berchtesgaden in den Vordergrund. Es ist hier in ähnlicher Weise behandelt, wie auf der schon besprochenen Karte der Zugspitze. Doch fehlen die Isohypsen in den Felswänden, weswegen eine Schätzung von deren Höhe erschwert wird; man erlangt sie auch dann nicht, wenn über ihnen sanfter geneigte mit Isohypsen ausgestattete Flächen liegen, da man nicht weiß, wie hoch letztere liegen, wenn nicht etwa Höhenkoten darüber orientieren. Im Algäu und beiderseits des Innthales spielt die Felszeichnung eine minder wichtige Rolle, und eingeschaltet zwischen langgezogene Böschungen, lassen die einzelnen stufenförmigen Absätze hier weniger den Mangel an Isohypsen in ihnen vermissen. Sehr wichtig sind die zahlreichen in die Karte eingeschriebenen Höhenzahlen. Sie gewähren eine bequeme Orientierung in den Isohypsen, von denen die von 100 zu 100 m stärker ausgezogen sind. Erwähnen wir noch, daß mehrfach auf der Karte Laub- und Nadelwälder getrennt sind, um eine Vorstellung von der Reichhaltigkeit ihres Inhaltes zu geben, durch welchen der Atlas der bayerischen Positionsblätter nicht minder wie durch seine Verlässlichkeit eine ganz hervorragende Stelle unter den zeitgenössischen Werken alpiner Kartographie einnimmt.

Die große Genauigkeit der Positionsblätter wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß bei der Aufnahme die Blätter der großen bayerischen Katasterkarte 1 : 5000 verwendet werden. In das einzelne „Steuerblatt“ werden die Isohypsen eingezeichnet; dann wird es auf 1 : 20 000 photographisch reduziert, auf einer blauen Kopie werden Schrift und Situation, auf einer andern die Isohypsen ausgezogen und so die Originale für das Positionsblatt geschaffen, das nach ihnen in photographischer Reduktion auf 1 : 25 000 erstellt wird. 16 Steuerblätter liefern ein Positionsblatt.

Die Positionsblätter dienen als Grundlage für eine neue Bearbeitung des topographischen Atlas von Bayern, welcher bereits in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts eine für jene Zeit ganz vorzügliche Darstellung der bayerischen Alpen im großen Maßstabe von 1 : 50 000 lieferte. Er erscheint nunmehr neu in handlicheren Halbblättern. Über die Alpen liegen vor die Blätter Tölz, Ost und West, Wendelstein (früher Auerburg), Ost und West, Reichenhall West, doch beruht ersteres nicht auf den Positionsblättern. Die Darstellungsweise durch Schraffen nach Lehmann'scher Manier ist dieselbe wie früher, nur ist sie ebenso wie die Felszeichnung wesentlich detaillierter geworden, aber ihre heliographische Wiedergabe ist bei weitem nicht so fein als die im Kupferstich, und die Gesamtwirkung der Karte ist deswegen eine minder klare. Es gilt dies bis zu einem gewissen Grade auch von der in Kupferstich ausgeführten Neuausgabe des Blattes Tölz. Die Vermehrung der Einzelheiten beeinträchtigt sichtlich das Gesamtbild einer Spezialkarte, solange an den Lehmann'schen Prinzipien streng festgehalten wird.

Auch die Alpenblätter der Karte des Deutschen Reiches beruhen auf den bayerischen Positionsblättern und werden im topographischen Bureau in München bearbeitet. Sie sind Gradabteilungskarten und werden von Meridianen im Abstände von 30', von Parallelen im Abstände von 15' begrenzt. Seit 1895 in raschem Erscheinen begriffen, werden sie voraussichtlich noch vor Ende unseres Jahrhunderts eine in Form und Inhalt einheitliche Darstellung des deutschen Alpenanteils gewähren. Ihre Ausführung in Schwarzdruck (die Gewässer sind blau koloriert), ist eine in allen Einzelheiten exakte, ungemein sorgfältige und feine, aber der Plan des Kartenwerkes, dem sie angehören, ist für ein im wesentlichen flachwelliges bis ebenes Land berechnet. Die hieraus sich ergebenden Schwierigkeiten für Wiedergabe des Hochgebirges mit Einzelsiedlungen sind zwar gutenteils überwunden worden; aber der Gesamtcharakter der Blätter ist entsprechend der verwandten Schraffenskala (Lehmann's Manier) ein dunkler, obwohl man von einer ganz strengen Befolgung derselben abging und sie im Hochgebirge beträchtlich lichter wählte als sonst. Zugleich fügte man zarte Isohypsen ein, um die Beträge der Erhebungen sichtlich zu machen. Zu diesen Isohypsen gesellen sich in den Seen Tiefenlinien von 50 zu 50 m, vom Seespiegel aus gezählt. Die Felszeichnung wird sowohl den Felskämmen des Wettersteingebirges (Blatt Mittenwald) wie auch der Karsthochfläche der Reuter Alpe (Blatt Reit im Winkel) gerecht.

Wiewohl die mannigfachen kleinen, aber oft steilen Unebenheiten des deutschen Alpenvorlandes die ihnen zukommende, ziemlich dunkle Schraffur

erhalten und das Gebirge lichter behandelt ist, so tritt doch dessen Abfall allenthalben gut hervor. Man empfindet es nicht, daß mit ihm die verwandte Schraffenskala eine Abschwächung erfährt, doch fallen die Formen des Alpenvorlandes, die Drumlin auf Blatt Laufen, die Diluvialplatten auf Blatt Kaufbeuren, die Moränen auf Blatt Rosenheim verhältnismäßig weit eindringlicher auf, als die einzelnen Kämmе des Gebirges, und zwar auf den in München ausgeführten Blättern mehr, als auf den in Stuttgart bearbeiteten. Aneinanderstossende Blätter, wie z. B. Memmingen und Kaufbeuren, verraten durch ihren verschiedenen Ton ihren verschiedenen Ursprung.

Die südlichen Kartenblätter greifen über die Grenzen des Deutschen Reiches nach Tirol und Salzburg über und bringen diese zu Österreich gehörigen Gebiete mit zur Darstellung, auf Grundlage der reambulierten Originalaufnahme, wo diese vorlag. Gleichwohl erscheint z. B. auf dem Blatte Mittenwald die Geländedarstellung auf deutschem Gebiete weit mehr ins Einzelne durchgeführt, als auf österreichischem, wobei die Generalisierung hier wirkungsvoller ist als die Detaillierung auf deutschem Boden; das Mieminger Gebirge tritt plastischer entgegen als das Wettersteingebirge. Wo die reambulierten Blätter in Österreich fehlen, da giebt es an der Grenze dann und wann wohl einen empfindlichen Schnitt in der Geländedarstellung, so z. B. auf Blatt Reit im Winkel auf der Reuter Alm. Zwar nur wenig mehr als halbsogrofs, wie die österreichischen Blätter 1 : 75 000, enthalten die deutschen Karten mindestens ebenso viel Material. Dies wird erreicht durch eine bewundernswert feine Darstellung. Die Schraffierung ist so exakt gehalten, daß sie selbst bei Vergrößerungen auf 1 : 50 000 noch recht gut wirkt; die Schrift ist allerdings sehr klein, und vielfach nur für gute Augen lesbar, im Bereiche steiler Hänge tritt sie hinter den dunklen Schraffen stark zurück.

In einer in Vorbereitung begriffenen neuen Ausgabe der Reichskarte werden die im wesentlichen aus der gewählten Schraffenskala sich ergebenden Nachteile beseitigt werden können. Man ist daran, eine dreifarbige Ausgabe herzustellen, Schrift und Situation schwarz, Schraffen braun, Gewässer blau. Einschlägige Versuche, die ich im Münchener topographischen Bureau einsehen konnte, berechtigen zu hohen Erwartungen. An Stelle eines dunklen, etwas monotonen Kartenbildes tritt ein farbig belebtes; Schrift, Gelände und Gewässer heben sich allenthalben deutlich von einander ab. Sie werden den Kupferplatten der Reichskarte direkt entnommen, der Inhalt derselben bleibt daher unverändert. Wünschenswert wäre jedoch, wenn er nach einer Richtung hin bereichert werden würde, wenn nämlich auch im Flachlande und Mittelgebirge Isohypsen eingetragen würden. Es kann dies geschehen, ohne daß bei dem gewählten Farbendrucke Verwechslungen zwischen ihnen und Wegen oder Flußläufen zu befürchten wären, denn die braune Linie ist eindeutig eine Isohypse. Durch ihre Eintragung aber wäre ein ganz außerordentlicher Gewinn erzielt und zur vorzüglichen Darstellung der Höhenunterschiede eine solche der absoluten Erhebungen gesellt. Sie sind unerläßlich notwendig dort, wo das Land, wie um München, als Ebene einen beträchtlichen Anstieg besitzt.

Die Schaffung neuer Kartenwerke, die Veröffentlichung der Positionsblätter 1 : 25 000, die Neuherausgabe des topographischen Atlas von Bayern 1 : 50 000 und die Herstellung der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000, hat die offizielle Veröffentlichung von Karten kleineren Maßstabes im Deutschen Reiche wohl nur momentan zurückgedrängt, und wir sind für die deutschen Alpen auf ältere Generalkarten angewiesen, nämlich auf die Blätter der topographischen, sogenannten Reyman'schen Spezialkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000 des preussischen Generalstabes und die der Übersichtskarte von Südwestdeutschland 1 : 250 000 des topographischen Bureaus in München. Beide sind nach Lehmann'scher Manier nach den älteren bayerischen Karten 1 : 50 000 in Kupfer gestochen, und namentlich die Übersichtskarte von Südwestdeutschland leistet heute noch ausgezeichnete Dienste. Auf ihrem Skelette beruht die „Hypsometrische Karte von Bayern 1 : 250 000“, welche das Münchener topographische Bureau herausgibt. Sie hat Höhenkurven von 50 zu 50 m, im Hochgebirge von 100 zu 100 m und zeigt die einzelnen Höhenstufen (4—500, 5—600, 6—700, 7—900, 9—1200, 12—1600, 16—2000, 20—2500, 25—3000 m) in verschiedenen Farben, deren Wahl offenbar in erster Linie die leichte Unterscheidbarkeit benachbarter Höhenstufen erstrebt, weswegen das Kartenbild ein ziemlich buntes ist. Die Beschreibung ist auf ein Minimum beschränkt. Nur ein auf die Alpen bezügliches Blatt ist erschienen (Nr. 14). Es gewährt vom Gebiete zwischen Lech- und Chiemsee eine durchsichtige Darstellung der Höhenplastik.

Den Mangel offizieller General- und Übersichtskarten machen einschlägige Werke von Privatanstalten teilweise wett. Das eine, Ravenstein's Übersichtskarte der Ostalpen, umfaßt die ganze Osthälfte des großen Gebirges und wird uns noch später beschäftigen. Liebenow's Spezialkarte von Mitteleuropa im Maßstabe 1 : 300 000 reicht südwärts bis zum Kamme der Zentral-Alpen, und 8 bisher erschienene Blätter betreffen die Alpen (Salzburg, Ischl, St. Pölten, Wien, Zürich, Bregenz, Innsbruck, Zell). Das Werk gewährt eine recht gute topographische Orientierung, aber seine Geländedarstellung durch braune Schraffen mit senkrechter Beleuchtung ist im Hochgebirge nicht gelungen und giebt vielfach mißverständliche Zeichnungen. Auch ist die Auswahl der spärlichen Höhenangaben keine gute. Im wesentlichen auf das Deutsche Reich beschränkt ist Vogel's Karte des Deutschen Reiches 1 : 500 000 (Gotha, Justus Perthes). Ihre 1891—1893 erschienenen Sektionen Mülhausen im Elsass, Augsburg und München bringen die Alpen nördlich der Linie Bern-Lungau in vorzüglicher Weise zur Darstellung. Das Gelände wird durch braune Schraffen wiedergegeben, die unter Annahme einer kombinierten, teils senkrechten, teils schrägen Beleuchtung gezeichnet sind. Diese tritt um so mehr in Kraft, je mehr die Hochgebirgsformen in Geltung kommen, jene herrscht im Flachlande und Mittelgebirge. Der Unterschied in der Gestaltung der Alpen und des Schwarzwaldes fällt sofort auf, und zwar kommen die Hochgebirgsgipfel viel natürlicher zur Geltung als die zu stark herausgehobenen Kuppen des Schwarzwaldes. Die Zeichnung ist eine ungemein sorgfältige; gleich den Gruppen der nördlichen Kalkalpen heben sich die einzelnen Land-

schaften des deutschen Alpenvorlandes, Moränengebiet, Diluvialplatten und Tertiärhügel wirkungsvoll von einander ab, zahlreiche Höhenangaben orientieren über die absoluten Erhebungsverhältnisse. Wir möchten sie nur noch etwas reichlicher in den Thälern und speziell auf den Pässen wünschen. Haben doch weder Fern- noch Seefelderpass, noch die Pässe beiderseits des Kaisergebirges Koten. Schrift und Wegnetz, sowie die kleineren Gerinne sind schwarz, lediglich die größeren Flüsse, die Seen und das Meer haben blaues Flächenkolorit. In einer Ausgabe ist der Wald mittels olivengrünem Handkolorit so durchsichtig aufgetragen, daß er die Geländezeichnung kaum beeinträchtigt. Alles in allem ist Vogel's Karte eine der hervorragendsten Darstellungen auch der nördlichen Alpen, welche mittels Schraffen ein ebenso plastisches Bild erzielt, wie Leuzinger durch sein später zu würdigendes Verfahren auf seiner Reliefkarte von Mittel- und Südbayern, Nordtirol und Salzburg nebst den angrenzenden Gebieten 1 : 500 000 (Augsburg, Lamparts alpinen Verlag 1887). Der letzteren stumme Ausgabe ist uns seiner Zeit als besonders beachtenswert erschienen¹⁾; aber die seither erschienene mit Schrift und Wegnetz ausgestattete Ausgabe als Reisekarte zeigt, daß das eingeschlagene Verfahren bei weitem mehr, als die Darstellung mit Schraffen, durch die Beschreibung beeinträchtigt wird.

3. Der Siegfriedatlas und die Reliefkarten der Schweiz.

Wie für die bayerische Aufnahmskarte können wir binnen kurzem den Abschluß des topographischen Atlas der Schweiz, des sogenannten Siegfriedatlas erwarten, und damit wird die Veröffentlichung der Originalaufnahmen, welche der berühmten Dufourkarte zu Grunde liegen, sowie deren Ergänzung in einer ihr würdigen Form beendet sein. Ebenso wie sie zeichnet sich der Siegfriedatlas durch große Sauberkeit und Eleganz der Ausführung aus. Jedes einzelne Blatt macht einen durchaus gewinnenden Eindruck: die Isohypsen sind braun, auf nacktem Boden schwarz, der Fels schwarz, Rutschungen und Plaiken jedoch braun, Gewässer blau. Die Isohypsenzeichnung erstreckt sich auch über den Seegrund. Wegnetz, Ortschaften und Schrift sind schwarz. Besonders rühmend ist die schöne Ausführung der letzteren, vorzüglich ferner der Druck: die schwarzen und braunen Isohypsen stoßen exakt aneinander. Der Maßstab ist, Dank einem bereits 1832 gefaßten Beschlusse der Kommission für Landesaufnahme, im Hochgebirge 1 : 50 000; im Flachlande und seiner gebirgigen Umrahmung, nämlich in der Umgebung des Luganer Sees auf der Südseite und in einem Streifen auf der Nordseite zwischen Rhonethal bei St. Moritz und Rheinthal bei Ragaz 1 : 25 000; eine größere Gebirgsgruppe der Alpen, die des Säntis, und ein höherer Gebirgsstock, der der Diablerets fallen in diese genauer aufgenommene Zone. Die Verschiedenheit des Maßstabes zieht nur eine Differenz in der Ausführung nach sich. Die Isohypsen, welche im Hügellande im Abstände von 10 zu 10 m gezogen sind, haben in den Gebirgsblättern 1 : 50 000 einen dreimal größeren vertikalen Abstand. Man spürt hierin noch den Einfluß des alten

1) Mit. k. k. geogr. Gesellsch. Wien. 1888. S. 212.

Schweizer Fußmaßes; 30 m sind 100 Schweizer Fuß. Derselbe Einfluss macht sich darin geltend, daß die Höhenlinien von 300 zu 300 m, also 1000 zu 1000 Fuß besonders ersichtlich gemacht und mit Orientierungszahlen ausgestattet sind. Die Auszählung der Isohypsen ist darnach weniger bequem als auf jenen Karten, auf welchen sie von 100 zu 100 m vorhanden sind. Die Linienführung der Isohypsen geht namentlich in den Blättern 1:25 000 sehr ins einzelne, wenn auch, wie uns scheint, im allgemeinen nicht so weit wie die der bayerischen Positionsblätter; doch bringt sie auch Einzelphänomene, wie z. B. das Bergsturzgebiet von Goldau auf Blatt Arth, vorzüglich zur Darstellung. Im Hochgebirge ist sie natürlich mehr generalisiert, aber nicht allenthalben in einheitlicher Weise. Man erkennt auf den ersten Blick die von H. Siegfried in Tessin und Graubünden aufgenommenen Blätter an einem gewissen rundlichen Isohypsenzuge. In der That hat ihn Dufour gleich nach seiner ersten Leistung darauf aufmerksam gemacht, „die kleinen Accentuierungen im Ausdrucke des Reliefs des Terrains nicht zu sehr zu vernachlässigen, ansonst ein gewisse Rundung in den Formen eintrete, welche den Alpen den wahren Charakter nehmen könnte“¹⁾. Ganz vorzüglich ist die Auffassung der Geländeformen in den von Becker, Held und Imfeld reambulierten bzw. aufgenommenen Blättern.

Sehr ausdrucksvoll ist auf fast allen Blättern des Siegfriedatlas die größtenteils von Leuzinger gestochene Felszeichnung. Sie ist unter der Annahme einer schrägen, von Nordwesten kommenden Beleuchtung durchgeführt, und zwar auf einigen Karten so trefflich, daß man nach ihr auf die geologische Zusammensetzung der betreffenden Partien schließen könnte. Aber da im Bereiche der Felsignaturen die Isohypsen aussetzen, so kann man sich um so leichter über die Höhe der einzelnen Felswände Täuschungen hingeben, als die nach Nordwesten gekehrten prinzipiell lichter gehalten sind, als die nach Südosten gewendeten; selbst der allgemeine Eindruck der Karten ist nicht immer der richtige; die steilen Wände, welche der Nordabfall der Schweizer Alpen gerade nach Nordwesten kehrt, treten auf den Blättern des Berner Oberlandes und des Säntisgebietes nicht entsprechend hervor. Auch haben wir gefunden, daß die Felszeichnung in den klammartigen Seitenthälchen gelegentlich fehlt; selbst auf einem so genau aufgenommenen Blatte wie No. 250 (Walensee 1:50 000) sind die unüberschreitbaren Schluchten der Bäche bei Amden nur teilweise angedeutet. Mehrfach endlich im Hügellande, z. B. auf dem Blatte Kaiserstuhl, vermiften wir die Angabe von 20 m hohen unersteigbaren Felswänden.

Von besonderem Werte für die physikalische Geographie ist auf den Karten des Siegfriedatlas die Darstellung des Seebodens, sowie vor allem die der Gletscher. Erstere ist das Ergebnis neuerer systematischer Untersuchungen, welche sogleich mit der Revision oder Neuaufnahme der Karten durch das topographische Bureau, meist durch den Ingenieur Hörnlimann vorgenommen wurden, und welche gestatteteten über den Seegrund ebenso wie

1) Die schweizerische Landesvermessung 1832—1864 (Geschichte der Dufourkarte). Herausgegeben vom Eidg. topographischen Bureau. Bern 1896. S. 211.

über das umgebende Land Isohypsen zu ziehen. Die Darstellung der Gletscher führt sich bereits auf Anregungen von Dufour zurück. Er empfahl in der Instruktion für die Aufnahme von 1 : 50 000 den Mappauren ausdrücklich, die Grenzen der Gletscher genau zu zeichnen und die mittleren und Endmoränen gut (durch Schraffen) darzustellen. Die Schweiz besitzt daher im Siegfriedatlas die verlässliche Darstellung ihrer Gletscher aus einer bestimmten Periode; und Arbeiten, welche wie die Untersuchungen von Kurowski¹⁾ über die Höhe der Schneegrenze exakte Darstellungen ganzer Gletscher benötigen, mußten in den Karten jenes Atlas die Grundlagen suchen

Durch mehrjährige Wanderungen habe ich die Blätter des Siegfriedatlas für die Nordostschweiz auch als Wanderkarte erprobt und sie als einen ausgezeichneten und verlässlichen Berater kennen gelernt, welcher mit Genauigkeit auch Feldwege und Fufssteige angiebt. Wenn ich hier und da auf den Höhen südlich Kaiserstuhl und Zurzach, sowie auf dem Irchel auf schönen Strafsen wanderte, die die Karten nicht verzeichneten, so trugen jene das Gepräge jünger als diese zu sein. Nur einer meines Erachtens leicht abzuhelfenden Unbequemlichkeit wurde ich beim Gebrauche der Karten gewahr, das ist das System der Numerierung. Es kennzeichnet ihre Beziehung zu den einzelnen Sektionen der Dufourkarte, und mag in dieser Hinsicht Vorteile geboten haben. Für den Wanderer aber ist es recht lästig, wenn anstossende Blätter ganz verschiedene Nummern tragen, vier aneinandergrenzende z. B. 43, 67, 159 und 210. Zwar zeigt ein Schlüssel auf jedem Blatte die Nummern der benachbarten, aber man muß bei der Vorbereitung einer Wanderung jedes Blatt aufklappen, um die Nummern seiner Nachbarn zu erhalten. Eine Numerierung nach Zonen und Kolonnen würde neben der durchlaufenden entschiedene Vorteile bieten und die Beziehungen zu den einzelnen Sektionen der Dufourkarte zugleich offenbaren, wenn man der Zählung die Zonen und Kolonnen der 50 000 teiligen Blätter zu Grunde legt, und die 25 000 teiligen Blätter nach ihrer Lage im Rahmen der 50 000 teiligen so orientiert, wie dies mit den österreichischen Originalaufnahmen geschieht. Wer da weifs, dafs jedes Dufourblatt in 4 Zonen und Kolonnen zerfällt, und dafs die ganze Schweiz auf 25 Blatt dargestellt wird, erkennt dann sofort, dafs Blatt 43 = Zone 4 Kol. XII SE auf Sektion III der Dufourkarte liegt, im Mafssabe 1 : 25 000 gezeichnet ist und an Zone 4 Kol. XIII SW, Zone 5 Kol. XII NE und Zone 5 Kol. XIII NW angrenzt, während man ohne Schlüssel unmöglich wissen kann, dafs diese Nachbarblätter die Nummern 67, 159 und 210 tragen.

Große Verdienste um das Erscheinen des Siegfriedatlas hat sich der Schweizer Alpenklub erworben. Er gab dazu den Anstofs, als er 1866 an die Bundesbehörden die Petition um Herausgabe eines Schweizer Atlas richtete. Zuvor hatte er in seinem Jahrbuche bereits eine Anzahl von Aufnahme-sektionen der Dufourkarte veröffentlicht. Anfänglich wurde für nötig gehalten, dieselben behufs besseren Verständnisses auch zu schraffieren; so entstand z. B. die prächtige Karte des Dammastockes, in welcher R. Leuzinger

1) Die Höhe der Schneegrenze mit besonderer Berücksichtigung der Finsteraarhorngruppe. Geogr. Abh. V. 1. 1891.

Isohypsen mit Schraffen und im Gletschergebiete mit Schattierung nach einseitiger Beleuchtung verband¹⁾. Später erkannte man, daß die Schraffur neben den Isohypsen für den im Kartenlesen geübten Bergsteiger nicht nötig sei, und gab 1866 von der Silvretta-Gruppe eine reine Isohypsenkarte heraus, die im großen ganzen bereits die Technik des Siegfriedatlas zeigt, ebenso wie die in den nächsten Jahren erschienenen Karten des Wallis. Dann wurden Wünsche nach einer größeren Plastik des Kartenbildes laut. Ihnen kam 1885 R. Leuzinger mit seiner Karte des Stockhorn-Niesengebietes entgegen (Jahrbuch XX. 1884/85). Er schummerte die Gehänge nach einem Systeme einseitiger Beleuchtung, das er zuerst in der später zu besprechenden Gesamtkarte der Schweiz 1 : 500 000 (Jahrbuch XVII. 1881/82) verwendet und das H. Randegger für größere Maßstäbe in seiner Karte des Bezirkes Zürich 1 : 40 000 erprobt hatte.

Er gab der Karte einen graugelben, erdfarbenen Grundton, der auf ebenen Flächen herrscht, und verteilte ihn auf Gehängen dermaßen, daß deren Nordwestseiten sehr wenig bis gar nicht getönt, also licht, die Südostseiten hingegen dunkel schattiert erscheinen. Ein Jahr später brachte das Jahrbuch (XXI. 1885/86) eine aus den Blättern des Siegfriedatlas zusammengesetzte Exkursionskarte des Finsteraarhornmassivs mit einer tiefen Schummernach den strengen Regeln der senkrechten Beleuchtung, ausgeführt vom bekannten Geologen A. Heim. Hierauf kam wieder ein Werk Leuzinger's, die westliche Stockhornkette nach seiner Manier darstellend (Jahrb. XXII. 1886/87). Nunmehr nahm sich das eidgenössische topographische Bureau der Herstellung von Reliefkarten an. Es gab zunächst 1887 die beiden von Leuzinger bearbeiteten Karten in ein Blatt: „Stockhornkette Jaun — Thun“ zusammengedruckt heraus und liefs in gleicher Weise ein östlich anstossendes Blatt — Berner Oberland — bei Kümmerli in Bern herstellen. Dann suchte man die Plastik der Karten noch durch Verwendung mehrerer Farben zu steigern. Man breitete über die beleuchteten Gehänge einen lichten, rötlich braunen Ton, wodurch sie ein leuchtendes Aussehen gewinnen, während man die beschatteten bleifarben schummerte. Dies Verfahren tritt uns zuerst in der Karte vom Oberengadin (1889) entgegen, die allerdings wegen ihrer sehr kräftigen Schattierung nur in den Gipfelpartien plastische Wirkung erreicht; wir sehen es wieder auf den beiden Blättern Prättigau (1891), Zweisimmen-Gemmi (1892), Evolena-Zermatt (1892) und St. Gotthard (1890—1894), während die große Karte des Säntisgebietes (1892), die einzige in der Serie, welche den großen Maßstab des Siegfriedatlas von 1 : 25 000 verwendet, in der ursprünglichen Manier Leuzinger's ausgeführt ist, und auch konsequent an der Beleuchtung von Nordwesten her festhält, die in einigen der genannten Blätter nicht streng durchgeführt ist. Auf den Blättern Prättigau und insbesondere St. Gotthard kommt das Licht bald mehr von Westen, bald mehr von Norden, seine Quelle ist so gewählt, daß sie ungefähr senkrecht zur Richtung des Kammes liegt, wie denn auch allgemein Verteilung von Licht und Schatten nie genau einem Einfallwinkel der Strahlen von 45° entspricht. Bei einem solchen müßten die unter

1) Jahrb. Schweiz. Alpenklubs. II. 1864/65. Peterm. Mitt. 1864. Tafel XIII.

45⁰ nach Nordwest fallenden Böschungen am lichtesten erscheinen, thatsächlich aber sind es immer die obersten, oft unter einem Winkel von 60⁰ und darüber abfallenden Gehängepartien. Im Blatte Albulagebiet (1893) nahm man für die Thäler einen mehr graugrünen Grundton, für die Berge einen mehr gelblichgrünen. Auch ersetzte man die schwarze Felszeichnung des Siegfriedatlas durch eine braune, wie schon früher auf dem Blatte Evolena-Zermatt.

Einige dieser Blätter sind dem Jahrbuche des Schweizer Alpenklubs beigelegt, nämlich: Evolena-Zermatt (Bd. XXVII. 1891/92), Albula (Bd. XXVIII. 1892/93) und in einer vervollkommeneten Form das Blatt Oberengadin (Bd. XXXI. 1895/96). Man hat die schweren Schatten entfernt, die schwarze Felszeichnung durch eine braune ersetzt, den Grundton für die Thäler weniger licht gewählt, zugleich ist die Karte nach Süden ausgedehnt worden. Überdies brachte der Alpenklub 1889 (Bd. XXIV) eine Reliefkarte des Kantons Glarus, von Becker¹⁾ auf dem Gerippe der alten Ziegler'schen Karte 1 : 50 000 ausgeführt, und 1891 (Bd. XXVI) eine solche von Leuzinger auf Grundlage des Siegfriedatlas, das Saas- und Monte Moro-Gebiet darstellend. Becker formulierte das Prinzip speziell seiner Karte²⁾ und vertrat es auch fernerhin gegenüber den Leistungen des topographischen Bureaus³⁾. Er will das exakt geometrische Kartenbild malerisch ausgestalten; man solle das Gelände so zeichnen, wie es ein Beobachter aus der Höhe sehen würde; was ihm am nächsten liege, sehe er am hellsten, das Fernere erscheine ihm dunkel, daher müßten die Grate des Gebirges auf der einen beleuchteten Seite licht, auf der andern dunkel sein, während die Thäler unten einen Mittelton tragen sollten. Bei der Darstellung solle man dann möglichst natürliche Farbentöne wählen. Als solche erachtete er die tief blaugrünen, während Leuzinger in seiner Karte von Saas mehr braun-gelbe, das topographische Bureau, wie schon erwähnt, verschiedene verwendet hat. Becker findet, daß seine Karte wirklich ein Bild der Berge gäbe, während er in den ersten des topographischen Bureaus nur die Abbildung eines Reliefs sieht, das die Größe der Karte hat.

Uns erscheinen die Reliefkarten des topographischen Bureaus als die gelungeneren. Man kann ihnen in Bezug auf plastische Wirkung nur wenige Karten an die Seite stellen. Man meint das Gebirge vor sich zu sehen. Leuchtend heben sich seine Gipfel und Grate aus den dunklen Thälern hervor, seine Schneefelder und Gletscher sondern sich scharf von den Matten und Felsflächen, die Kare am Niesenkamme, die Moränenwälle am Nordende des Thuner Sees werden deutlich sichtbar, die Verschiedenheit des Gebirges

1) Becker hatte schon 1888 eine Reliefkarte der Albiskette 1 : 25 000 bei Hofer und Burger in Zürich herausgegeben. Ausschnitte dieser Karte und der erwähnten von Glarus liegen Becker's Schrift über die schweizerische Kartographie bei.

2) Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Kartographie. Jahrb. Schweiz. Alpenklubs. XXIV. 1888/89. S. 320.

3) Die Schweizerische Kartographie auf der Weltausstellung in Paris 1889 und ihre neuen Ziele. Frauenfeld 1890. Abdruck aus d. Schweiz. Zeitschr. f. Artillerie und Genie. XXVI. 1890. Seither hat sich Becker in seinem Nekrologe auf Joh. Wild für Rückkehr zur einfarbigen Kurven- und Tonkarte ausgesprochen. Schweiz. Bauzeitung. XXIV. 1894. S. 69.

auf beiden Ufern des Sees tritt scharf entgegen, man erkennt die übersteilen Gehänge auf der rechten Seite des Kanderer Thales und die Bergsturzhäufen an ihrem Fuße. Dank dem Wechsel in der Richtung der Lichtquelle erglänzen die Kämme links vom Tessin im Gotthardgebirge auf ihrer ganzen bogenförmigen Erstreckung im Lichte.

Den schweizerischen Reliefkarten sind einige ältere Kartenwerke vorausgegangen, welche auf den Aufnahmeblättern der Dufourkarte beruhen, und ihnen durch eine Schattierung nach senkrechter Beleuchtung zu einer plastischen Wirkung zu verhelfen suchen. Sie sind J. M. Ziegler zu danken, welcher sich um die Hebung der Schweizer Kartographie unvergängliche Verdienste erworben hat und der Einbürgerung der Isohypsen in die Karten die Wege wesentlich ebnete¹⁾. Er gab 1860 eine geschummerte Karte des Kantons Glarus mit Isohypsen von 30 zu 30 m, ferner 1867 eine schraffierte des Unterengadin und 1873 eine solche des Oberengadin gleichfalls mit Isohypsen von 30 zu 30 m heraus.

Legen wir Ziegler's alte Karte von Glarus neben die auf ihrem Gerippe beruhende Reliefkarte Becker's, so macht uns letztere auf den ersten Blick den Eindruck, den Becker erzielen wollte: wir sehen ein Gebirge vor uns mit leuchtenden Kämmen und freundlich grünen Thälern. Die Karte wirkt so wie es Becker verlangt, wie ein Plakat²⁾. Sobald wir aber näher in ihre Betrachtung eintreten, da vermischen wir sehr viel, was Ziegler zeigt. Der Kärpfstock zwischen Linth- und Elmthal zeigt oben die zackigen Mauern des Verrucano, die auf den sanften Formen des Schiefers aufsitzen. Schlagend tritt dieser Gegensatz bei Ziegler entgegen, bei Becker ist er kaum wahrnehmbar, er verschwindet im Lichte der Nordwestseiten, und im Schatten der Südostflanken. Die Trogform des Urner Bodens, bei Ziegler vorzüglich charakterisiert, kommt bei Becker kaum zur Geltung, das wüste Karrenfeld nördlich der Karrenalp, von Becker im Siegfriedatlas so wundervoll gezeichnet, bei Ziegler selbst auf unzureichender Grundlage hinreichend hervorgehoben, sieht auf Becker's Reliefkarte wie ein grüner Wiesenbuckel aus. Becker zeigt uns in großen Zügen den Wechsel von Berg und Thal, Ziegler zeigt uns Berg- und Thalformen.

Bei einem Vergleiche von Ziegler's Karte des Oberengadin mit den beiden entsprechenden Reliefkarten von 1889 und 1896 wiederholt sich derselbe Eindruck. Auf der älteren Reliefkarte von 1889 meinen wir weit größere Unebenheiten zu sehen, als auf Ziegler's Karte, die neuere Reliefkarte steht in ihrem Effekte zwischen beiden. Dafür läßt uns die ältere kaum die großen Abstufungen in den Thälern, am Julier, an der Berninastraße und am Maloja erkennen, die Ziegler vorzüglich zeigt und die auch in der neueren Reliefkarte zum Ausdrucke gelangen. Der Gegensatz zwischen Felswänden und Böschungen, dem Ziegler immer gerecht wird, verschwindet auf den Reliefkarten in den senkrecht zur angenommenen Beleuchtung

1) Vgl. F. Becker. Die topographische Anstalt Winterthur und ihre Bedeutung für die Entwicklung der modernen Kartographie. Schweiz. Zeitschr. f. Artill. u. Genie. XXXIII. 1897. S. 36.

2) Die Schweizerische Kartographie S. 30.

streichenden Thälern völlig, er kommt hier weder auf den beleuchteten Gehängen noch in den Farbentönen der Schattenseiten zur Geltung. Die Reliefkarten zeigen vorzüglich den Wechsel von Berg und Thal, aber sie heben die Gipfel und Grate auf Kosten der Thäler hervor und zeigen die Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Gehänge nur teilweise, nämlich nur dann, wenn die Thäler wie das Albulathal in der Richtung der Beleuchtung verlaufen und durch diese auf beiden Gehängen gleichstark getroffen werden.

Die oben erwähnten Inkonsequenzen in der Beleuchtung des Gebirges auf den Reliefkarten des topographischen Bureaus in Bern sind auf der grossen Karte Imfeld's vom Mont Blanc-Gebiete¹⁾ vermieden. Sie bietet den Eindruck einer Ansicht der Erde von oben bei Beleuchtung aus Nordwest, und folgerecht zeigt sie auch den Schlagschatten der Berge, den die Reliefkarten entbehren. Die steilen Wände werfen ihre Schatten auf die Gletscher, man erkennt die Konturen des Mont Blanc auf dem Glacier de Brenva. Auch sind die grellen Farben vermieden, das Bild zeichnet sich in blaugrauen bis braunen Tönen; die braunen, vorzüglich charakterisierten, von Leuzinger lithographierten Felswände heben sich scharf ab von den weissen oder lichtblauen Gletscherflächen. Nur der Rand ist grün. Selbst durch einen Projektionsapparat auf mehrere Quadratmeter vergrössert, wirkt ein Ausschnitt aus Imfeld's Karte noch plastisch. Aber sie entbehrt des Gerippes der exakten Geländedarstellung. Über den Wert der einzelnen Erhebungen orientieren uns nur einzelne Höhenzahlen — die Karte hat keine Isohypsen und bietet nicht den festen Anhalt, den die Reliefkarten des topographischen Bureaus zur Ermittlung beliebiger Höhenunterschiede und Böschungen besitzen. So nützlich sie beim Unterrichte zu verwerten ist, so steht sie doch auf keinem wesentlich anderen Boden, als ihre Vorläuferin, die ältere Karte des Mont Blanc von Viollet-le-Duc²⁾. Doch übertrifft sie diese an Feinheit und Eleganz der Ausführung. Beide Bilder des Gebirges, das eine gezeichnet von einem hervorragenden Topographen, das andere von einem berühmten Architekten, erlauben nicht mehr die dargestellten Unebenheiten zu messen.

Ein älteres Werk von Imfeld verzichtet sogar auf die getreue Darstellung des Grundrisses. Seine Reliefkarte der Zentralschweiz (Zürich, Wurster, Randegger, 1887) zeigt die Berge in ihrer wirklichen Gestalt auf einem perspektivisch aufgefassten Grundriss, der nach rückwärts verkürzt ist. Der Boden der Landkarte ist also gänzlich verlassen, wir haben ein Bild aus der Vogelschau vor uns, das virtuos durchgeführt ist, aber methodisch nicht höher steht als die Gebirgsansichten auf älteren Karten. Gyger's berühmte Karte des Kantons Zürich vom Jahre 1667 ist methodisch vorgeschrittener als Imfeld's Reliefkarte der Zentralschweiz.

Man sieht, die neueren Schweizerkarten stehen hinsichtlich ihrer Geländeplastik auf dem Boden der Dufour'schen Karte und haben die in letzterer

1) La Chaîne du Mont Blanc 1 : 50 000 dressée sur l'ordre de Albert Barbey par X. Imfeld d'après les relevés, les mensurations et la nomenclature de Louis Kurz (Berne) 1896.

2) Le massif du Mont Blanc, carte dressée à 1 : 40 000 par G. Viollet-le-Duc d'après ses relevés et études sur le terrain de 1868 à 1875. (Paris) 1876.

befolgten Grundsätze der einseitigen Beleuchtung bis zu einem gewissen Extreme befolgt. Auch in den Übersichtskarten herrscht die einseitige Beleuchtung vor. So in Nichol's in Kupfer gestochener Alpine Club Map of Switzerland 1 : 250 000 (London, Stanford 1871). Sie ist weit detaillierter durchgeführt als Dufour's Generalkarte gleichen Mafsstabes. Aber der Gesamteindruck ist ein viel weniger homogener. Die einzelnen Gipfel sind ungebührlich aus den Kämmen herausgearbeitet, der Norden ist viel lichter gehalten als der Süden, wo die Moränenwälle der glazialen Amphitheater so stark geschummert sind, wie Gebirgsketten im Norden. Die von den Verkehrsanstalten des Berner Oberlandes herausgegebene Exkursionskarte Berner Oberland 1 : 200 000, bei Kümmerli in Bern hergestellt, ist im Stile der Reliefkarte der Albula des eidgenössischen topographischen Bureaus gehalten und giebt eine sehr anschauliche Darstellung des Landes zwischen Gemmi und Sustenpafs, die den Zwecken der Karte durchaus entspricht. Dank ihrer vorzüglichen Lithographie ist die sehr klein gehaltene Schrift überall gut lesbar. In Ravenstein's Karte der Schweizer Alpen 1 : 250 000 (1897, 2 Blatt, von Reschenscheideck bis zum Mont Blanc) haben wir hingegen eine Höhenschichtenkarte vor uns, die nach gleichen Grundsätzen bearbeitet ist, wie seine 9blättrige Karte der Ostalpen, mit der wir uns später befassen werden. Ihr klarer Stich und sauberes Kolorit der Höhenschichten wird ihr voraussichtlich im Westen des Gebirges ebensowohl Freunde gewinnen, wie ihrem Seitenstück in den Ostalpen.

Wir kommen nun zu den verschiedenen Übersichtskarten Leuzinger's¹⁾. Sein erstes Werk ist die „Karte der Schweiz“ 1 : 400 000 (Bern, Dalp. 1880). Sie stellt das Gelände durch angenäherte Horizontallinien, sogenannte „Gefühlskurven“ dar, die auf den Nordwestseiten sehr zart, auf den Südwestflanken ziemlich kräftig gezogen sind. Die dadurch erhaltene Schattierung wird durch Kreuzschraffen auf den Schattenseiten verstärkt. Dann erschien wieder bei Dalp in Bern die „Gesamtkarte der Schweiz“ (Mafsstab ca. 1 : 500 000; 1881) mit Isohypsen von 100 zu 100 m. Auf ihr beruht jene „Gesamtkarte der Schweiz“, die mit dem Nebentitel „Physikalische Touristenkarte“ 1882 dem Jahrbuche des Schweizer Alpenklubs beigelegt wurde und gleichfalls einzeln (bei Dalp) erschien; 1884 ging sie in den Verlag von Wurster in Zürich über und kam als „Reliefkarte der Schweiz“ mit der berichtigten Angabe des Mafsstabes 1 : 530 000 neuerlich in den Handel. Sie ist, wie schon erwähnt, der erste Versuch von Leuzinger's Art der Geländedarstellung. In einer stummen Ausgabe giebt sie ein ganz vorzügliches Bild von den Unebenheiten des Landes. Die in hellem Lichte erstrahlende Alpenkette, das in Dunkel getauchte Hügelland und der im Halbdunkel ruhende Jura sondern sich trefflich von einander. Aber als Reisekarte mit zahlreichen Ortsnamen, mit Eisenbahn- und Strafsenlinien ausgestattet, verliert sie ihre plastische Wirkung.

Die Dufourkarte und ihre nicht minder gelungene Nachbildung, die

1) Vergl. über Leuzinger: L. Held. Kartograph Rudolf Leuzinger. Jahrb. Schweiz. Alpenklubs. XXX. 1895/96. S. 296.

„Generalkarte der Schweiz“ 1 : 250 000 sind von unverkennbarem Einflusse auf die kartographische Darstellung der Schweiz in unsern Atlanten geworden. Man findet von ihr fast durchweg sehr gelungene, plastisch wirkende Karten. In erster Linie nennen wir hier die von C. Vogel bearbeitete Karte „Südwest-Deutschland und die Schweiz“ 1 : 925 000, welche die Alpen ganz vorzüglich, den Jura jedoch etwas zu licht wiedergibt. Mit ihr rivalisiert die Karte der Schweiz 1 : 673 565 in Vivien de Saint-Martin's Atlas universel. Der Kupferstich ist noch feiner und zarter, die einseitige Beleuchtung minder grell, der Jura kräftiger gehalten. Aber bedauerlicherweise reicht die Karte kaum über die Grenzen der Schweiz hinaus und setzt mit der Geländedarstellung dann selbst dort aus, wo sie unbedingt nötig ist, wie z. B. am Rheinthale unterhalb der Illmündung. Ferner empfindet man es als einen Mangel, daß die schöne Karte die Meereshöhen nur für Seespiegel angiebt. Andree's Handatlas bietet eine Karte der Schweiz 1 : 800 000, deren lichtbraune Geländeschraffen nach einseitiger Beleuchtung gegenüber der reichlichen, durchweg exakten Beschreibung nicht recht zur Geltung kommen. Sie stellt das Relief des Bodens der großen nördlichen Seen durch Tiefenschichten dar. Die Übersichtskarte der Schweiz mit ihren Grenzgebirgen 1 : 1 000 000 (1878) des topographischen Bureaus in Bern zeigt die Schweiz in der Alpenkette von Großglockner bis Pelvoux. Das Gebirge ist unter Annahme einseitiger Beleuchtung von Leuzinger recht durchsichtig schraffiert. Wenn die Karte trotz sehr spärlicher Beschreibung einen flauen Eindruck macht, so rührt dies teilweise davon her, daß die zarten braunen Gebirgsschraffen auf einen graugelben Ton aufgedruckt sind und gegenüber den rot aufgedruckten Eisenbahnlinien sich nicht behaupten. Für eine Karte so kleinen Maßstabes erscheint uns eine kräftigere Geländedarstellung am Platze.

4. Die italienischen Karten¹⁾.

Die neue einheitliche, und seit 1879 im Erscheinen begriffene Karte von Italien, la Carta topografica del Regno d' Italia, beruht durchweg auf Neuaufnahmen, welche durchschnittlich im Maßstabe 1 : 50 000, in den militärisch wichtigen, meist dichter besiedelten Teilen, besonders in Toscana und in der Poebene 1 : 25 000 ausgeführt worden sind. Diese Aufnahmeblätter, die quadranti (1 : 50 000) oder tavolette (1 : 25 000) rilevati per la costruzione della Carta del Regno d'Italia, werden photozinkographisch vervielfältigt. Größtenteils sind sie für den italienischen Alpenanteil 1 : 50 000 ausgeführt, am Saume der Poebene aber auch im Gebirge 1 : 25 000, so namentlich auf beiden Ufern des Gardasees, nördlich Verona und im Tagliamento-Gebiete. Im allgemeinen sind sie reine Isohypsen-

1) Vergl. hierzu: Cenni sui lavori cartografici e scientifici dell' Istituto geografico militare. Florenz 1895 — sowie den: „Catalogo di carte e libri pubblicati dal R. Istituto geografico militare, Aprile 1899“ in älteren Ausgaben mit Reproduktion der Kartentypen, — ferner: Bagio de Benedictis, Lo stato dei lavori che si eseguono nell' Istituto Geografico Militare per la Carta d' Italia e i metodi seguiti per formarla. Atti del secondo congresso geografico italiano 1895. Roma 1896. p. 3—22.

karten, die Höhenlinien sind ursprünglich von 10 zu 10 m, neuerlich in den Blättern von 1:50 000 alle 50 m (im Ortlergebiete alle 25 m), in denen 1:25 000 gewöhnlich von 25 zu 25 m gezogen, die 200 bez. 100 m-Linien sind verstärkt; bei den Tavolette des Gebirgsfußes, so in der Umgebung von Brescia und bei Gemona am Tagliamento, sind auch Zwischenlinien von 5 zu 5 m ausgezogen, während in der Umgebung von Verona die Böschungen schraffiert sind. Im Felsgelände sowie auf Gletschern setzen die Höhenlinien aus. Dafür erstrecken sie sich auch in einzelnen Blättern über den Boden des Langen-Sees. Am Abfalle des Gebirges gegen die Poebene habe ich ihre Zeichnung meist als recht charakteristisch gefunden, im Innern des Gebirges erscheint sie manchmal maniert. Die unter Annahme einer schrägen von Westen bis Norden kommenden Beleuchtung entworfene Felsdarstellung ist es fast durchweg. Sehr gewissenhaft sind die steilen Felswände der Runsen an den Bergflanken, und zwar meist durch Schraffen angedeutet; auch die Dolinen werden durch Schraffen als Hohlformen gekennzeichnet. Reichlich sind auch die Höhenangaben, wenn auch nicht in gleichem Umfange wie auf den bayerischen und schweizerischen Aufnahmsblättern.

Die italienischen Aufnahmsblätter sind nach dem System der Gradkarten entworfen; die 1:50 000 haben eine Höhe von 10', die 1:25 000 eine solche von 5' eines Meridiangrades; ihrer Breite ist 15' bez. $7\frac{1}{2}'$ der Grenzparallele. Ihr Format ist daher handlicher als das der deutschen Gradabteilungskarten 1:25 000. In Bezug auf ihre Ausführung schliesen sie sich am meisten den preussischen an; sie sind einfarbig schwarz. Sie machen daher bei weitem keinen so gewinnenden Eindruck wie die Blätter des Siegfriedatlas und stehen auch den schwarzen Positionsblättern Bayerns nach; die Photozinkographie liefert weniger reine Abdrücke, als die Photolithographie. Man darf bei Beurteilung der Quadranti und Tavolette nicht vergessen, daß sie Reproduktionen einer Originalaufnahme sind, die bestimmt ist, in einem halb so großen, oder auch viermal kleineren Maßstabe wiedergegeben zu werden. Fast unmittelbar, in der Regel ein Jahr nach ihrer Aufnahme publiziert, eilen sie im Erscheinen den Blättern der Reichskarte 1:100 000 zeitlich weit voran; auch enthalten sie begreiflicher Weise weit mehr Einzelheiten als jene, besonders auch im eingehend dargestellten Wegenetze. Mit ihnen wandernd, imponiert man der einheimischen Bevölkerung durch eine Wegkenntnis, die selbst Ortskundige überrascht. Ein jeder, der sich mit erdkundlichen Studien in Italien beschäftigt, weiß dem dortigen militär-geographischen Institute aufrichtig Dank für die Veröffentlichung der Aufnahmsblätter, deren niedriger Preis, 50 Cent. das Stück, ihnen eine weitere Verbreitung sichern sollte, als sie bisher thatsächlich gefunden.

Bei ihrer Aufnahme ist das photogrammetrische Verfahren zum ersten Male in ausgedehntem Maße benutzt worden. Bereits 1878 ließ der Direktor der militärgeographischen Institutes in Florenz, der General Ferrero einschlägige Versuche durch Pio Paganini anstellen. Sie lieferten von der Umgebung des Monte Sagro in den Apuanischen Alpen, dem Gebiete der Marmorbrüche von Colonnata (Carrara), und ein Jahr später von der Serra dell' Argentera in den Meer Alpen bereits sehr detaillierte Karten, die erstere

1 : 20 000 mit Isohypsen von 5 zu 5 m, die letztere 1 : 25 000 (auch auf 1 : 50 000 photographisch verkleinert) mit Isohypsen von 10 zu 10 m. 1880—1885 hat Paganini¹⁾ ausgedehnte Gebiete in den graischen Alpen und 1887—1888 Hand in Hand gehend mit Mefstischaufnahmen in der Umgebung des Splügen photogrammetrisch aufgenommen. Seine einschlägigen Karten 1 : 50 000 sind gleich den eben erwähnten vom Istituto geografico militare veröffentlicht worden. Sie haben Isohypsen von 50 zu 50 m, zwischen welchen minutiös die zahlreichen gemessenen Höhen eingetragen sind. Plastische Wirkung erhalten sie durch Schraffen, die auf den beleuchteten Nordwestseiten ganz aussetzen, auf den beschatteten Südwestflanken ziemlich kräftig gehalten, auf den Zwischenseiten nur durch Punkte angedeutet sind. Die Darstellung des Felsgeländes ist weniger maniert als auf den Tavollette und bringt eine Reihe von Einzelheiten, z. B. die Felsbänder an der Grivola vorzüglich zur Geltung, aber indem sie auf den Nordwestseiten sehr licht, auf den Südostseiten dunkel gehalten ist, wirkt sie ungleichmäßig, und da sie nicht mit Isohypsen verbunden ist, ist es nicht überall möglich, die Höhe der Wände zu schätzen. Einige der aufgenommenen photogrammetrischen Gebirgs-panoramen der Gruppe des Gran Paradiso sind nach Umzeichnungen photozinkographisch reproduziert und kommen in den Handel.

Tragen die Aufnahmeblätter in ihrem Aussehen und der Art ihrer Ausführung den provisorischen Charakter eines Werkes, das bald durch ein vollkommeneres ersetzt werden soll, so stellt sich dieses, die Carta del Regno d'Italia in jeder Hinsicht als ein solches dar. Die heliographisch vielfältigsten Blätter setzen sich aus 4 Quadranti 1 : 50 000 oder 16 Tavollette 1 : 25 000 zusammen. Sie zeichnen sich durch eine ebenso sorgfältige wie elegante Ausführung aus. Sie werden durch Meridianbogen von $\frac{1}{3}^{\circ}$ und Parallelbogen von $\frac{1}{2}^{\circ}$ begrenzt, sind also um die Hälfte höher, als die Blätter der Karte des Deutschen Reiches, gleich der sie 1 : 100 000 veröffentlicht werden. Sie teilen mit der deutschen Karte die elegante Schrift für Ortschaften. Das Gelände wird durch Schraffen nach Lehmann'scher Manier und zugleich auch durch Isohypsen von 50 m zu 50 m, im Hochgebirge von 100 zu 100 m wiedergegeben. In dieser Hinsicht folgt die italienische Karte der österreichisch-ungarischen, die auch in anderen Stücken, durch die Anwendung der Rundschrift für Bergbezeichnungen sowie durch die heliographische Reproduktion für sie vorbildlich geworden ist; doch ist die italienische Schraffenskala lichter, als die österreichische, die Geländedarstellung erhält dadurch einen hohen Grad von Durchsichtigkeit und Klarheit. Auch scheint es uns — das Blatt San Remo führt uns zu dieser Annahme —, als ob man behufs Erzielung eines klaren Bildes manchmal die Schraffenskala nicht bis zur äußersten Konsequenz fest gehalten, sondern sie dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechend leicht modifiziert

1) Vergl. Paganini, La fototopografia in Italia. Rivista di Topografia e Catasto. Rom 1889. Deutsch unter dem Titel: Die Photogrammetrie in Italien von Adolf Schupp. Zeitschr. f. Vermessungswesen. XX, 1891, S. 65—83, 328—339; XXI, 1892, S. 65—85. Vergl. auch Fenner, Die Photogrammetrie in Italien. Ebenda XXI, 1892, S. 635.

habe. Ferner hat man auf den Bergrücken zwischen den Schraffen des beiderseitigen Abfalles immer einen schmalen, unschraffierten Streifen auch dort gelassen, wo eigentlich die Schraffen zusammenstoßen sollten. Das Felsgelände ist, wie in den Aufnahmeblättern, unter Annahme schräger Beleuchtung gezeichnet und entbehrt, ebenso wie die Gletscher, der Isohypsen.

Von der topographischen Karte 1 : 100 000 liegen mehrere Ausgaben vor. Von allen die Alpen betreffenden Blättern giebt es eine solche ohne Schraffen. Diese Isohypsenkarten 1 : 100 000 werden bei Veröffentlichung einer geologischen Karte gute Dienste leisten. Ferner hat man eine chromolithographische Ausgabe ohne Schraffen: Felsen und Isohypsen braun, Gletscher und Gewässer blau, Wegnetz und Schrift schwarz. Geplant ist ferner eine Ausgabe mit Schummerung: Isohypsen, Situation und Schrift schwarz, Gewässer blau, Schummerung grau oder braun¹⁾. Endlich kommen photozinkographische Reproduktionen der im Maßstabe 1 : 75 000 ausgeführten Originalzeichnungen der Reichskarte als *edizione economica* in den Handel. Diese billigen Blätter können vermöge ihrer Größe mannigfache Verwendung finden. Natürlich machen weder Schrift noch Geländedarstellung den gefälligen Eindruck wie die Heliogravüren 1 : 100 000. Die Quadranti und Tavolette für den italienischen Alpenanteil sind insgesamt bereits veröffentlicht, ebenso die Karten 1 : 100 000 und 1 : 75 000 ohne Schraffen; von denen mit Schraffen fehlen jetzt nur noch wenige für die Venetianer Alpen.

Von Übersichtskarten haben wir der 35blättrigen Karte Italiens 1 : 500 000 (*carta corografica del Regno d'Italia e delle regioni adiacenti*) des Istituto geografico militare zu gedenken, welche weit über die Grenzen Italiens übergreift und mit ihren ersten 12 Blättern die ganzen Alpen umfaßt. Die Geländedarstellung ist eine unter Annahme schräger Beleuchtung gezeichnete Schummerung. Sie giebt die Unebenheiten nur in den größten Zügen wieder, und auf dem Blatte 8 Venezia vermögen wir keinen wesentlichen Unterschied in der Charakteristik der in Einzelberge aufgelösten Dolomite Südtirols, des noch wenig zerschnittenen Adamellostockes und des Plateaus der Sette Comuni zu erkennen. Interessant ist die Darstellung des nördlichen Apennin auf Blatt 13 (Florenz). Das Gebirge streicht in der Richtung der schrägen Beleuchtung, sein Hauptkamm sollte also streng genommen auf beiden Seiten gleich stark beleuchtet sein, was kein gerade plastisches Bild liefern würde. Man hat ihn daher von Nordosten, seine Nebenkämme von Nordwesten beleuchtet. Der Eindruck ist gleichwohl kein unangenehmer. Hauptkamm und Nebenkämme kommen gut zur Geltung; daß dies durch eine doppelte Beleuchtung erzielt ist, wird man auf den ersten Blick nicht gewahr.

Die Situation der eben besprochenen Karte liegt einem kürzlich begonnenen neuen Kartenwerke, der *Carta corografica ipsometrica del Regno d'Italia e delle regioni adiacenti* zu Grunde, von welcher vier, gerade die Alpen betreffenden Blätter (Lyon, Turin, Marseille und Genua) erschienen sind. Die Höhenstufen 0—100, 100—200, 200—300 m sind dunkel- bis licht-

1) Vergl. de Benedictis a. a. O. S. 18.

grün, die von 300—500, 500—800, 800—1000, 1000—1300, 1300—1600, 1600—2000 mit durchsichtigem, mit der Höhe dunkler werdendem, die von 2000—2400 und 2400—2800 mit einem sehr tiefen, glänzenden Braun, endlich die von über 2800 m blau wiedergegeben. Diese oberste Stufe wird als die der permanenten Schneebedeckung bezeichnet, ähnlich wie die von 0—1000 als die der Fruchtbäume und die von 1000—2000 m als jene des Baumwuchses; dem entsprechend erhalten auch die Gipfel der Seealpen das Kolorit von Schneebergen; doch sind auf wirklichen Gletscherbergen die Gletscher in der Stufe von über 2800 m allerdings recht unbeholfen angedeutet. Außerdem enthält die Karte die Isobathen von 100 m, 200 m, stellenweise auch 300 m, 500 m, 1000 m, 1500 m und 2000 m im Meere; die Seen haben keine Tiefendarstellung. Im Bereiche geringerer Erhebungen, z. B. im französischen Zentralplateau, gewährt sie mit ihrer reichlichen, sauberen Beschreibung und dichtem Wegnetz — Hauptstraßen rot — einen recht vorteilhaften Eindruck. Im Gebirge aber machen sich das glänzende Braun der Stufen von 2000—2800 m und die Darstellung der Gletscher unangenehm geltend und die Karte erzielt als Alpenkarte nicht die Wirkung, die man erwarten kann. Die Reduktion der Höhenzahlen ist nicht auf einen gemeinsamen Nullpunkt durchgeführt worden — was ja leider bei den wenigsten Übersichtskarten geschieht — aber es sind auch nicht die von einander abweichenden Ergebnisse verschiedener Messungen ausgemerzt worden. Der Langen-See hat im Norden in der Schweiz die Höhenzahl von 196 m, im Süden in Italien von 194 m.

Die beiden Übersichtskarten von Italien, die 6blättrige *Carta d'Italia* 1 : 1 000 000 und die Wiedergabe ihrer Originalzeichnung im Maßstabe 1 : 800 000 reichen knapp über die Grenzen des Königreiches. Auch hier giebt es wieder mehrere Ausgaben, mit und ohne Geländedarstellung durch braune oder graue Schraffen nach schräger Beleuchtung. Die *Carta politica speciale del Regno d'Italia* 1 : 500 000, 1893 herausgegeben vom Istituto Cartografico Italiano in Rom, ist eine Gemeindegarte, welche neben Weg- und Flusnetz die Gemeindegrenzen für Italien verzeichnet, aber keine Geländedarstellung enthält.

5. Die Spezialkarte und Originalaufnahme der österreichischen Alpen¹⁾.

Die genauere Mappierung der österreichischen Alpenländer hat zeitig begonnen; bereits in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts sind sie im sogenannten einfachen Militärmaßstabe 1 : 28 800 aufgenommen worden. Aber für die zur Veröffentlichung bestimmten Karten wurde ein wesentlich kleinerer Maßstab gewählt, nämlich in den ehemaligen Besitzungen in Oberitalien 1 : 86 400,

1) Vergl. u. a. Ludwig Umann: Die Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie 1 : 75 000. 2. Aufl. Wien 1895. E. A. Martel, *Carte d'Autriche au 75 000^e*. *Revue de géographie*, Paris 1886. Carusso, C. D., *Notice sur les cartes topographiques de l'État-Major général d'Autriche-Hongrie*. Genf 1887. W. Stavenhagen, Die geschichtliche Entwicklung des österreichisch-ungarischen Militär-Kartenwesens. *Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk.* Berlin XXXIV. 1899. S. 425. (Erschien während der Drucklegung dieses Aufsatzes.)

in den deutschen Kronländern speziell unter dem Einflusse von Radetzky 1 : 144 000. Man verzichtete auf eine einheitliche Reichskarte und gab Karten einzelner Kronländer oder Landesgruppen heraus. Erst verhältnismäßig spät schuf man ein zusammenhängendes Kartenwerk für das weite österreichisch-ungarische Ländergebiet und holte in beispiellos kurzer Zeit das nach, was in früheren Jahrzehnten versäumt war. 1869 wurde die neue Mappierung angeordnet und bereits 1886, also nach 17 Jahren, war sie vollendet; 1873 erschienen die ersten Blätter, am 28. November 1888 feierten die Verehrer des Werkes in Wien das Erscheinen der letzten¹⁾. In 15 Jahren wurden nicht bloß 715 Blätter der Monarchie, sondern auch noch an 40 für Bosnien und Herzegowina herausgegeben²⁾, also im Jahre durchschnittlich über 50, alle 8 Tage eines; und da jedes Blatt auf vier Aufnahmssektionen begründet ist, so wurde alle zwei Tage eine Aufnahmssektion von durchschnittlich 40 qdm Blattfläche vollendet.

In dieser, wie schon gesagt, beispiellosen Schnelligkeit der Ausführung liegt ein großer Vorzug der Spezialkarte 1 : 75 000 von Österreich-Ungarn; sie kommt weit mehr als andere Karten dem Ideale nahe, ein größeres Gebiet darzustellen, wie es zu einer gewissen Zeit war. Dieser Vorzug wurde erreicht durch Anwendung eines neuen Reproduktionsverfahrens. Während man bis dahin die Karten entsprechenden Maßstabes durch Kupferstich vervielfältigte, weswegen man jahrelang auf den Stich eines Blattes warten mußte, bürgerte das k. u. k. militärgeographische Institut in Wien die Verwendung der Heliogravüre in der Kartographie erfolgreich ein und erreichte damit Leistungen von ähnlicher Deutlichkeit wie sie der Kupferstich liefert. Ein weiterer großer Fortschritt knüpft sich an den Inhalt der Karten. Bis zum Erscheinen der Spezialkarte 1 : 75 000 war das Gelände auf den Alpenkarten entsprechenden Maßstabes lediglich durch Schraffen wiedergegeben. Die österreichische Karte führte die Isohypsen in den Spezialkarten ein, und zwar in Verbindung mit der Schraffur nach Lehmann'schem Prinzip. Lediglich auf Gletschern und im Fels setzen sie aus. Wie schon erwähnt, wurde dies Beispiel für die italienische Reichskarte 1 : 100 000 maßgebend, aber auch die Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000 zeichnet, wie wir sahen, in den Alpen Isohypsen. In drei wichtigen Punkten ist die österreichische Spezialkarte ein Markstein in der Entwicklung der alpinen Kartographie. Durch eine umsichtige, gewissenhafte Evidenthaltung werden die einzelnen Blätter vor dem Veralten geschützt und nachhaltig verbessert. Es ist mir beim langjährigen Gebrauche der Karte so mancher Schreibfehler in den ersten Ausgaben der Blätter aufgefallen, der später verbessert wurde. So ist z. B. ursprünglich auf Blatt Zirl und Nassereit der Wetterspitz mit 3141 m angegeben gewesen, die späteren Drucke enthalten die richtige Zahl 2141 m. Eisenbahnen und Wege werden fast ununterbrochen nachgetragen, ganz selten

1) Vergl. Ed. Richter: Die Vollendung der Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie. Mitt. d. D. u. Ö. Alpenvereins, 1889. S. 2.

2) Seither wurde die Karte auch über Montenegro erstreckt und wird eben über Serbien ausgedehnt. Sie wird 801 Blatt zählen.

nur trifft man auf Strafsen, die nicht verzeichnet sind. So ist beispielsweise die seit 1882 im Thale des Glasenbaches bei Salzburg erbaute Privatstraße auf dem Abdrucke des Blattes Salzburg vom Jahre 1898 noch nicht angegeben, wie auch hier der Verlegung der Eisenbahnstation Aigen nicht Rechnung getragen ist. Infolge des großen Absatzes der Karte — jährlich wurden im letzten Jahrzehnt an 300 000 Blätter verkauft — erhält man fast stets eine bis in die unmittelbare Gegenwart fortgeführte Darstellung der gewünschten Gegend.

Die österreichische Spezialkarte dient in erster Linie militärischen Zwecken. „Da für die Militärmappierung außer den Fach- auch rein militärische Kenntnisse erforderlich sind, so wird dieselbe ausschließlich von Offizieren und Offiziersstellvertretern ausgeführt,“ heisst es in den Vorschriften für ihre Aufnahme, und diese führen den Titel „Instruktion für die militärische Landesaufnahme (Militärmappierung)“. Der militärische Zweck erheischt besonders leichte Orientierbarkeit in der Karte. Sie muß das Gelände klar und eindringlich darstellen und in der Wiedergabe des Wegnetzes Vollständigkeit und Deutlichkeit erzielen. Die bereits erwähnte Verbindung von Schraffen und Höhenlinien sucht bei einer rühmlichen Durchführung der Zeichnung der ersten Aufgabe gerecht zu werden. Die Isohypsen orientieren über Erhebungen, die Schraffen machen die Formen anschaulich. Sie sind in den großen Formen etwas derber gehalten als in den kleinen. Auf die Umgrenzung des Felsgeländes, als einer militärisch ungangbaren Bodenform, ist Gewicht gelegt, mit gleicher Gewissenhaftigkeit sind die felsigen Wandungen der Schluchten angegeben. Vor allem aber ist das Wegnetz augenfällig; verschiedene Kategorien von Strafsen sind streng gesondert. Da sieht man breit, durch zwei starke parallele Linien begrenzt, die Fahrstraße erster Klasse, man erkennt deutlich die Stellen, wo sie sich verengt, man folgt dem Karrenwege ins Gebirge, dem Fußpfade auf die Berge. Obwohl die Karten nur in Schwarzdruck ausgeführt werden, ist kaum je ein Zweifel darüber möglich, ob eine Isohypse, ein Weg oder Flußlauf vorliegt. Ausgiebig findet man Orientierungsmerkmale, Kreuzfixe, auffällige Bäume u. s. w. verzeichnet. Man muß mit der Karte gewandert sein, um die hieraus entspringenden Vorteile ganz inne zu werden. Ich beginne nunmehr das 20. Jahr meiner Wanderungen durch die österreichischen Alpen; ich habe sie meistens allein, mit Untersuchungen beschäftigt, auf den verschiedensten Linien durchzogen, habe Pässe bei Nebel überschritten und lange Wege im strömenden Regen zurückgelegt. Manchmal hat mich die Dunkelheit überfallen, und fast immer habe ich mich an der Hand der Karte zurecht gefunden. Nicht selten haben mich die am Wege errichteten Kreuze, die ich auf der Karte wiederfand, dann, wenn die Witterung keinerlei Orientierung zuließ, vergewissert auf der richtigen Spur zu sein, und bei der Planlegung von Tagesmärschen hat mir die Kenntlichmachung einzeln stehender Wirtschaftshäuser eine zweckdienliche Disposition der Zeit ermöglicht; namentlich aber hat die gewissenhafte Angabe felsiger Stellen mich bei zahlreichen führer- und weglosen Wanderungen beim Aufsuchen erratischer Blöcke stets die richtige Route wählen lassen. Es ist unverkennbar, daß die österreichische

Alpenkarte es vor allem gewesen ist, die zum führerlosen Wandern im Hochgebirge angespornt hat.

Ist auch die Spezialkarte Österreich-Ungarns mehr aus einem Gusse, als die Kartenwerke anderer europäischer Staaten, so hat doch das Bestreben nach einheitlicher Ausführung nicht den gesunden Fortschritt gehindert, der innerhalb eines Vierteljahrhunderts möglich ist. 1875 wurde die 1869 herausgegebene, bis dahin mehrfach abgeänderte provisorische Instruktion für die militärische Landesaufnahme durch eine definitive, in manchen Stücken abweichende ersetzt, und an Stelle von dieser trat 1887 eine neue; abermals wird hervorgekehrt, daß der Zweck der Militärlandesaufnahme die richtige und vollständige Darstellung der Oberflächengestaltung der Monarchie ist, als Grundlage einer genauen Landeskenntnis; aber während früher hinzugefügt war, ganz besonders in militärischer Beziehung, entfällt nunmehr das „ganz“, und erwähnt wird, daß der Militäraufnahme auch allgemeine, wissenschaftliche und technische Zwecke zukommen. Gerade die Alpenblätter legen von dem hierin bekundeten Fortschritt rühmlich Zeugnis ab. Die erst erschienenen, Tirol, Salzburg, Teile von Obersteier und Kärnten, ferner Ober- und Niederösterreich umfassend, sind weit derber ausgeführt, als die späteren von Untersteiermark, dem größten Teil von Kärnten, Krain und Küstenland. Wie groß die Verschiedenheit ist, geht am besten daraus hervor, daß die ersten Blätter, ohne an Deutlichkeit zu verlieren, auf den Maßstab von 1 : 100 000 verkleinert werden konnten; ein solches verkleinertes Blatt liegt den begeistertsten Worten bei, welche A. Petermann der Spezialkarte widmete¹⁾. Weitere einschlägige Blätter sind die Karten des Salzkammergutes 1 : 100 000 (Wien 1880) und der Umgebung von Wien 1 : 100 000 (Wien 1877). Die späteren Blätter aber konnten, wie wir sehen werden, auch in dem größeren Maßstabe von 1 : 60 000, in dem sie gezeichnet wurden, veröffentlicht werden, ohne allzu derb zu erscheinen. Um nun das ganze Kartenwerk zu einem möglichst gleichmäßig durchgestalteten zu machen, ging man unmittelbar nach Beendigung der Neumappierung der Monarchie an die Neubearbeitung der ersten Blätter, und diese schenkte uns namentlich für Tirol eine Serie neuer „reambulierter“ Spezialkarten von so großer Feinheit der Ausführung, daß von ihnen Vergrößerungen auf den Maßstab von 1 : 50 000 als Touristenkarten hergestellt werden konnten. Zweifellos ist in diesen neueren Blättern der österreichischen Spezialkarte das Verhältnis von Karteninhalt zum Kartenmaßstab ein besseres als bei den ersten, aber waren jene zu leer, so sind diese zu voll, und die Fülle ihres Inhalts hindert eine plastische Wirkung der Geländedarstellung.

Jede Sektion der Spezialkarte, deren Ordnung nach Zonen und Kolumnen ungemein praktisch ist, wird gleich den Blättern der Karte des Deutschen Reiches von Meridian- und Parallelkreis-Bogen von $\frac{1}{4}^{\circ}$ bez. $\frac{1}{2}^{\circ}$ begrenzt. Deswegen ist entsprechend dem Maßstabe die Blattgröße beinahe die doppelte.

1) Die Sonne im Dienste der Geographie und Kartographie. Der Sonnen-Kupferstich (Heliogravüre) und die neue Generalstabkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie in 715 Blättern. Petermann's Mitteilungen 1878. S. 205.

Der Zeichnung liegt die Originalaufnahme 1 : 25 000 zu Grunde, von welcher vier nach den Himmelsgegenden benannte Sektionen (NW, NO, SO, SW) ein Blatt der Spezialkarte bilden. Diese Originalaufnahmen sind farbig ausgeführt¹⁾. Die Schraffen und Schrift sind schwarz, Isohypsen blutrot, Felsen- und Schuttland braun, Gletscher und Schneefelder blau mit grauer Schummerung, Fahrwege und Gebäude rot, Wiesen lichtgrün, Gärten blaugrün, Wald grau, Weinberge rosa. Auf den Blättern der reambulierten Aufnahme entfallen die Schraffen dort, wo einheitliche Böschungen herrschen. Dadurch wird die Darstellung einfacher, aber weniger gleichmäßig. Es herrschte unter den Besuchern der geographischen Ausstellung in Wien Ostern 1891 nur eine Stimme über die Schönheit der damals ausgestellten Originalaufnahmssektionen.

Nur von wenigen Gebieten, so der Umgebung von Wien, sind Karten im doppelten Maßstabe der Originalaufnahme, nämlich 1 : 12 500, aufgenommen worden. Auf diesen Aufnahmen beruhen zwei Umgebungskarten von Wien 1 : 25 000, nämlich die ältere Albach's, herausgegeben vom k. u. k. technischen und administrativen Militär-Komité, und die neuere des k. u. k. militärgeographischen Institutes. Erstere hat 30 Blätter in Farbendruck, Isohypsen im Abstände von 10 m, Schrift und Situation schwarz, Straßen rot, Wald grün, Gelände braun geschummert nach senkrechter Beleuchtung. Letztere hatte ursprünglich 40 Blatt, von denen sich die nördlichen 30 mit denen Albach's decken; neuerdings ist sie in 6 große und 16 kleine Sektionen geteilt worden. Sie muß hier erwähnt werden, weil sie fast den ganzen nordöstlichen Ausläufer der Alpen, den Wiener Wald und die nächsten Kalkberge ganz vorzüglich zur Darstellung bringt. Sie hat Isohypsen von 10 zu 10 m und Schraffen nach Lehmann'scher Manier. Zeichnung und Schrift sind gleich sauber und präzise. Ihre Ausführung ist so gelungen, daß man die Heliogravüre kaum vom Kupferstich zu unterscheiden vermag. Von der nächsten Umgebung Wiens sind die Aufnahmen im Doppelmaße 1 : 12 500 in einer planartigen, in mehrfachem Farbendrucke ausgeführten Karte des k. u. k. Militärgeographischen Institutes veröffentlicht worden (Umgebungen von Wien 1 : 12 500, 48 Blatt). Sie bringen einen Teil des Wiener Waldes durch kräftige Schraffen zur Darstellung.

Im allgemeinen können von den „Originalaufnahmen“ mit Ausnahme jener, welche Befestigungen enthalten, photographische Kopien bezogen werden. Dadurch wird der in ihnen aufgespeicherte Schatz von Beobachtungen einer allgemeineren Verwendung zugänglich. Diese Photographien lassen allerdings die Vorzüge ihrer Originale kaum ahnen, denn was sich auf diesen verschiedenfarbig sondert, wie braune Felszeichnung und blutrote Isohypsen, scheidet sich in ihnen nicht mehr deutlich, und die zart blau angelegten Wasserflächen sowie die Flußläufe sind häufig kaum sichtbar. Den Umstand, daß man es mit lichtbildlichen Wiedergaben farbiger Vorlagen zu thun hat, darf man bei Würdigung jener Kopien eben nie vergessen, wie auch die Thatsache, daß die Originalaufnahmen nur in Ausnahmefällen für eine Reproduktion aus-

1) Vergl. Schlüssel und Vorlegeblätter für den Situations- und Zeichnungs-Unterricht herausgegeben vom k. u. k. militär-geogr. Inst. 1882. 2. Ausgabe 1894.

geführt worden sind. Sie sind die Vorlagen für Karten eines dreimal kleineren Maßstabes, und ihre ganze Ausführung spitzt sich auf diese ihre Bedeutung zu. Die Beschreibung ist mit großen Buchstaben ausgeführt, deren Höhe selbst für Dörfer, Berg- und Flußnamen 4—5 mm beträgt. In entsprechender Weise sind die Schraffen sehr kräftig gehalten, auch die Breite der Wegsignaturen ist, wie in der Spezialkarte, eine stattliche. Man kann den Gesamthalt der Originalaufnahmen, ohne die Karte zu überlasten, auch im Maßstabe 1 : 50 000 wiedergeben; ihre Bedeutung als Vorlage für eine neue Karte geht aber dann verloren.

Die Darstellung des Geländes ist auf der Originalaufnahme natürlich weit eingehender, als auf der Spezialkarte. Hat man auf letzterer in den Alpen ausschließlich Isohypsen im Vertikalabstande von 100 zu 100 m, so sind auf der Originalaufnahme zwischen diesen „Hauptschichtenlinien“ auch „Zwischenschichtenlinien“ im senkrechten Abstände von 20 m bei Böschungen von unter 25°, ferner „Hilfsschichtenlinien“ von 10 zu 10 m bei Böschungen von 10° eingezeichnet. Während auf der Spezialkarte die „Hauptschichtenlinien“ im Fels- und Eisgelände aussetzen, werden sie in der Originalaufnahme auch über diese Bodengattungen im allgemeinen durchgeführt, und nur dann und wann in sehr steilen Felswänden, alternierend oder in weiteren Abständen ausgelassen. Für Gletscherforschungen sind daher die photographischen Kopien der Originalaufnahme in Österreich kaum zu entbehren. Richter's schönes Werk über die Gletscher der Ostalpen basiert wesentlich auf ihnen. Weit eindringlicher aber als die Isohypsenzeichnung wirkt die sehr kräftig gehaltene Schraffierung. Sie bestimmt das Aussehen der einzelnen Blätter. Auf den reambulierten Aufnahmen von Tirol ist sie stellenweise als entbehrlich weggelassen worden; hier kommen die neuerlich auch bei steileren Böschungen gezogenen Zwischenschichtenlinien vollauf zur Geltung und gewähren ein klares auf den ersten Blick verständliches Geländebild, während die schraffierten Partien wenigstens in den photographischen Kopien mehrfach nicht recht klar sind. Die Gesamtwirkung solcher Aufnahmsblätter ist keine plastische; die Verteilung von Hell und Dunkel wird ausschließlich durch das Fehlen oder Einsetzen der Schraffen bestimmt. Die Felszeichnung, welche auf der Spezialkarte eine eigene Signatur besitzt, wird auf der Originalaufnahme durch braunes Kolorit von um so tieferem Tone wiedergegeben, je steiler der Hang ist; doch darf er nur an ganz steilen Wänden voll sein und stuft sich so ab, daß er bei 45° dem Tone eines schraffierten Hanges von 25° gleich kommt. Dadurch wird das Felsgelände lichter als die gewöhnlichen, schraffierten Böschungen; seine Formen sind ihrem Charakter im großen entsprechend, ob zerklüftet oder kompakt, in Stufen oder Platten, kantig oder verwildert darzustellen. Einzelne Mappedeure haben auf Grund dieser Vorschriften recht gelungene Felszeichnungen geliefert. Aber die verkarsteten Hochflächen der Kalkstöcke in den Alpen mit ihren Karrenfeldern, Dolinen und größeren Wannen haben der plastischen Wiedergabe selbst durch geschickte Zeichner getrotzt. Sie bilden die schwierigste Aufgabe für die Geländedarstellung.

Bei Verwendung der Originalaufnahmen für technische und wissenschaft-

liche Arbeiten ist ferner zu beachten, daß die Vorschriften für die Höhenmessungen einen ziemlich großen Spielraum für die zu erreichende Genauigkeit ließen. Es durften Messungen, die Differenzen von bis 5 m zeigen, zu einem Mittel vereinigt werden. Es wurde also nur eine Genauigkeit der gewöhnlichen Höhenzahlen auf 5 m erstrebt, so daß man sich bei Addition verschiedener innerhalb dieser weiten Grenze genauen relativen Höhen auf noch größere Ungenauigkeiten gefaßt machen muß, namentlich dann, wenn es sich um nur einmal gemessene Punkte handelt. In der That haben neuere Messungen, abgesehen von regional konstanten Differenzen von wenigen Metern, einige Male recht beträchtliche Abweichungen von den älteren Koten ergeben; z. B. wurde die Meereshöhe des Hallstätter Sees durch das Präzisionsnivellement zu 508 m gefunden, nach der Karte ist sie 494 m. Für die Marmolata in Südtirol fand die Reambulierung 3360 m statt 3494 m, für den Cimone della Pala 3186 m gegen 3343 m etc. Auch weichen die Höhenzahlen an den Grenzen oft nicht unbedeutend von denen der Nachbarstaaten ab. J. Bischoff¹⁾ erhielt für acht von ihm nachgemessene Höhenkoten im Karwendelgebirge eine mittlere Abweichung von 40 m, eine größte von 81 m. Endlich stellte sich bei Finsterwalder's²⁾ Aufnahme des Vernagtferners heraus, daß 18 Höhenzahlen älterer Aufnahme einen mittleren Fehler von ± 30 m, 34 der reambulierten einen solchen von ± 21 m haben. Angesichts dieser Differenzen muß man sich daran erinnern, daß es sich um schwer ersteigbare Gipfel handelt, und daß dem Mappeden zufiel, in einem Jahre bis zu 400 qkm völlig neu, gelegentlich ohne Katastervorlage im Maßstabe 1 : 25 000 aufzunehmen³⁾, während Dufour als Jahresarbeit eines Berufstopographen im Gebirge beim Maßstabe 1 : 50 000 nur die Fläche von 300 qkm ansah⁴⁾. Auch ist in den erwähnten Instruktionen für die Militärmappierung Gewicht auf das militärisch Wichtige gelegt, und es wird von minder wichtigen Geländeabschnitten gesprochen. Die Schnelligkeit, mit welcher man das große Werk der Spezialkarte zum Abschlusse bringen wollte und mußte, drängte bei der Aufnahme zur Eile.

Diese Verhältnisse waren bei der unmittelbar nach Vollendung der Spezialkarte begonnenen Reambulierung der erst aufgenommenen Kartenblätter nicht beseitigt worden. Dem Mappeden fiel nach wie vor ein so großes Gebiet zu, und wenn er auch mit besseren Instrumenten arbeitete, so konnte er in der ihm zugemessenen Zeit nicht zu einer größeren Genauigkeit der Aufnahme gelangen; die Reambulierung, die zu einer ganz außerordentlichen Bereicherung der Karte mit Einzelheiten führte, ließ doch deren Fundamente unverändert. Die reambulierten Blätter sind daher im wesentlichen nur viel detaillierter als die älteren: während diese, wie schon erwähnt, auf 1 : 100 000 ohne Schaden zu leiden reduziert werden konnten, sind von

1) Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpen-Vereins. 1888. S. 405.

2) Der Vernagtferner. Wissensch. Ergänzungshefte z. Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. I, 1. Graz 1897. S. 17 u. 19.

3) Vergl. A. v. Rummer, Die Höhenmessung bei der Militärmappierung. Mitt. k. u. k. militärgeogr. Inst. XVII. 1897. S. 87—91.

4) Die schweizerische Landesvermessung. S. 123.

ihnen Vergrößerungen auf 1 : 50 000 erstellt und in den Handel gebracht worden, die sich nicht auf den ersten Blick als solche erweisen.

Der neueste Fortschritt in der Kartographie Österreichs führt sich in erster Linie auf eine Schrift des durch seine Hausforschungen bekannten Obersten d. R. Gustav Bancalari zurück. In seinen „Studien über die österreich-ungarische Militär-Kartographie“¹⁾ führte er aus, daß nach Vollendung der großen Spezialkarten die Epoche notgedrungener Eile vorbei sei und jene der möglichen Präzision begonnen habe; zugleich zeigte er, daß man die begonnene Reambulierung unschwer in eine Neuaufnahme überführen könne. Diese Darlegungen wirkten auf die maßgebenden Kreise überzeugend; ein Jahr nach dem Erscheinen von Bancalari's Schrift beginnt das k. u. k. militärgeographische Institut Aufnahmen mit erhöhter Präzision und seinem damaligen Kommandanten Christian Reichsritter von Steeb fällt das Verdienst zu, eine strengeren Anforderungen entsprechende Neuaufnahme der österreichisch-ungarischen Monarchie inaugurirt zu haben.

Davon legen zunächst die Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes beredt Zeugnis ab. Während sie früher im allgemeinen nur einen Bericht über die umfangreiche Thätigkeit dieser Anstalt sowie eine Reihe vorzüglicher wissenschaftlicher Arbeiten von deren Angestellten brachten, enthalten die beiden letzten Bände Aufsätze, die direkt auf die Neuaufnahme und neue kartographische Darstellung Bezug nehmen. Dinge, welche sonst nur eine aktenmäßige Behandlung erfuhren, werden jetzt der Öffentlichkeit dargelegt, und wir dürfen an so weniger an diesen Aufsätzen vorübergehen, als es unseres Wissens das erste Mal ist, daß eine Landesaufnahme die Gesichtspunkte, die sie bei Beginn einer Arbeit leiten, Fachkreisen mitteilt und damit eine Diskussion derselben anregt.

Der erste der einschlägigen Aufsätze rührt vom Kommandanten der Anstalt selbst her. Christian Ritter von Steeb behandelt die Terrain-darstellung mit schräger Beleuchtung und knüpft dabei unmittelbar an die kartographischen Studien des Obersten Bancalari an. Er pflichtet ihm ausdrücklich in der Notwendigkeit einer Neuaufnahme mit größerer Präzision und einer Veröffentlichung derselben bei, ebenso wie darin, daß die Darstellung in den Kriegskarten großzügig und übersichtlich sein soll. Nur betreffs eines Punktes befindet sich Ritter von Steeb in einem prinzipiellen Gegensatz zu Bancalari; das ist die Geländedarstellung. Bancalari hat sich für die Anwendung schräger Beleuchtung ausgesprochen; von Steeb tritt für die senkrechte ein, auf die Schwächen der schrägen verweisend. Sie bringt Rücken, welche senkrecht an den Lichtstrahlen streichen, übermäßig stark, parallel mit ihnen gestreckte nur mangelhaft zum Ausdruck. Das Bild, das sie liefert, ist ferner ganz verschieden, je nach der Richtung der angenommenen Lichtquelle; das wird durch drei verschiedene Ansichten eines Reliefs vom Hochschobergebiete, bei verschiedenen Beleuchtungsrichtungen photographirt, schlagend vor Augen geführt. Zwei von ihnen mit Licht

1) Wien 1894, in Kommission bei Lechner. Sonderabdruck aus dem Organ des militärwissenschaftlichen Vereins.

von Nordost und Südwest machen genau entgegengesetzte Eindrücke, was im einen hoch erscheint, tritt im andern als niedrig entgegen. Endlich orientiert die schräge Beleuchtung nicht über die militärisch wichtigen Böschungsverhältnisse des Geländes. Die berückende Schönheit der Darstellung bei schräger Beleuchtung anerkennend, bleibt von Steeb als Soldat ihr ferne. Lediglich für Felsen und Gletschergebiete, von denen der Soldat kein präzises Bild benötigt, hält er sie in Militärkarten für zulässig.

Ein Jahr später beschäftigt sich von Steeb mit den geographischen Namen in den Militärkarten¹⁾. „Das Wichtigste in der Karte ist für den Soldaten die Zeichnung . . ., die Schrift verdeckt die Zeichnung, . . . ist also eine unangenehme Notwendigkeit.“ Mit dieser Grundidee geht er an eine einschlägige Würdigung der Spezialkarte. Eine Tafel veranschaulicht das Ergebnis der Untersuchung. Während in den Waldkarpathen und an den Grenzen Siebenbürgens auf nicht weniger als 27 Blättern der Spezialkarte nur bis 50 Wohnstätten-Namen verzeichnet sind, zählt man auf 12 Blättern im Bereiche der Einzelsiedlungen am Fusse der Alpen deren über 1000, im Maximum 1215. Es kommen also im letzteren Falle 114 Namen auf 100 qkm, es hat jeder Name nur 1,55 qcm Kartenfläche zur Disposition. Mit Recht erachtet von Steeb dies als zu wenig und fixiert das Minimum der Papierfläche zu 1,9 qcm; es sollen also höchstens 1000 Wohnstätten-Namen auf die Karte kommen. Dies wird für die neuesten Blätter der Spezialkarte maßgebend. Auch sonst wurde ihre Beschreibung durch Weglassen überflüssiger Signaturen, von Zeichen für die Telegraphenstationen an der Eisenbahn, für Quellen in wasserreichen Gegenden, von Gemeindegrenzen entlastet.

Im Anschlusse an die eben besprochene Untersuchung erörtert von Steeb die Frage nach der Transskription der Namen für Gebiete, in welchen nicht das lateinische Alphabet in Gebrauch ist. Die Veranlassung hierzu giebt die Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000, welche sich über weite Gebiete des europäischen Rußlands und fast die ganze Balkanhalbinsel erstreckt. Von Steeb nimmt die kroatische Schreibung für die Balkanländer, für das Serbische, Bulgarische, Albanesische, Neugriechische und Türkische, die polnische für Rußland an. Man hat so zwar zwei verschiedene Transskriptionen, aber jeweils diejenige, welche an den Grenzen des betreffenden Gebietes bereits im Gebrauch ist. Dieser Ausweg entspricht den Gesichtspunkten, die ich für die Transskription der Namen auf der von mir vorgeschlagenen Erdkarte 1 : 1 000 000 entwickelt habe²⁾, und mit Genugthuung erfüllt mich, daß abermals eine Idee, welche mit dem Plane der Erdkarte verknüpft ist, praktisch zur Ausführung gelangt. Die Hauptleute Johann Levačić und Josef Bielawski haben die Regeln, nach welchen die Transskriptionen im Speziellen jeweils geschehen, in eigenen Aufsätzen dargelegt³⁾.

1) Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes XVII. 1897. S. 33.

2) Deutsche geographische Blätter XV. 1892. S. 185.

3) Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes XVII. 1897. S. 67 u. 75. Es möge hier bemerkt werden, daß das kroatische Alphabet zur Transskription des Griechischen, Türkischen und Albanesischen nicht voll genügt. Es hat keine Buchstaben für die Laute des griechischen ζ, θ und ð.

Vor allem aber geht aus den letzten Bänden der Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes hervor, daß bei den topographischen Aufnahmen in Österreich-Ungarn nun eine weit größere Genauigkeit erstrebt wird. Eine bereits 1895 herausgegebene Anleitung für einen neuen Arbeitsvorgang mit erhöhter Präzision wurde 1896 verbessert. Oberst Rummer von Rummershof¹⁾ berichtet, das nunmehr Gewicht auf Erlangung eines dichten Netzes guter Höhenmessungen gelegt wird. Von einer Benutzung der vielfach unsichern Höhenkoten des Katasters²⁾ wird ganz abgesehen und über das aufzunehmende Gebiet eine Triangulierung dritter Ordnung gelegt, die in häufiger Verbindung mit dem Präzisionsnivelement steht. Der Fehler der einzelnen Höhen darf $\pm 0,5$ m nicht überschreiten. Die Zahl der zu messenden Höhenpunkte wurde gegen früher vervierfacht. Im Flachlande sollen für ein Blatt der Spezialkarte (rund 1000 qkm) 9600, im Berglande 24 000, im Hoch- und Mittelgebirge 19 200 Höhenpunkte gemessen werden. Dem entsprechend wurde die von einem Mappedeure aufzunehmende Fläche auf 100—130 qkm im Jahre gemindert; das ist etwa ebenso viel wie in anderen Staaten. Die instrumentelle Ausrüstung wurde verbessert; das Fernrohr des Theodoliten erhielt ein Fadenkreuz für eventuelle tachymetrische Messungen, die früher ausgeschlossen waren. Bereits 1890 hatte ferner, wie gleichfalls Oberst Rummer von Rummershof berichtet³⁾, der Chef des Generalstabes Studien über die Anwendung der Photogrammetrie angeordnet. Nach einigen wenig erfolgreichen Versuchen wurde 1895/96 dies Verfahren in der Hohen Tatra und seit 1896 auch im Küstenlande erprobt und als ein unentbehrliches Hilfsmittel der Aufnahme in schwer zugänglichen Gebieten erkannt, dessen Anwendung leider durch Witterungsverhältnisse sehr beschränkt ist.

Nicht geringere Aufmerksamkeit wird dem darzustellenden Karteninhalt und der Kartenaufnahme wurde der Kartenreproduktion zugewendet. Die be-

Dies hat die Aufstellung zweier neuer Schriftzeichen, des ζ für δ , des ς für ϑ bedingt. Dieser Ausweg ist kein glücklicher; denn das von ς schwer unterscheidbare Zeichen ζ dient im Rumänischen zur Wiedergabe des ξ -Lautes, weswegen bei dem Nebeneinander-Vorkommen griechischer und rumänischer Namen auf der Balkanhalbinsel Verwechslungen schwer vermeidlich sein werden. Noch weniger befriedigt, daß für das griechische χ der Buchstabe h verwendet wird, denn damit wird der wichtige Unterschied zwischen dem h- und χ -Laut gänzlich in der Beschreibung der Karte verwischt. Eine Abänderung der Transskription von Levačić ist daher für das Griechische geboten.

1) Die Höhenmessung bei der Militärmapping. Mitt. XVII. 1897. S. 87.

2) Die Katasteraufnahme Österreich-Ungarns ist für viele Landesteile ganz veraltet und beruht in der Regel auf unausgeglichenen Triangulationen. Differenzen zwischen den offiziellen Arealsangaben und den Ergebnissen von Nachmessungen, wie sie sich z. B. bei meiner Arealsbestimmung der Monarchie herausstellten (Sitzber. k. Akad. Wien. Math.-naturw. Kl. XCVIII. Ab. II. 1889. S. 984) dürfen daher nicht Wunder nehmen. Eine systematische Wiederholung der Katasteraufnahme im Anschlusse an die eben vollendete Triangulation 1. Ordnung der Monarchie (vergl. hierzu: R. v. Sterneek, Das neue Dreiecksnetz 1. Ordnung der österreichisch-ungarischen Monarchie, Mitt. k. u. k. mil.-geogr. Inst. XVIII, 1898, S. 41) ist ebenso aus volkswirtschaftlichen wie aus rein wissenschaftlichen Gründen dringend nötig.

3) Die Photogrammetrie im Dienste der Militärmapping. Ebenda XVI. 1896. S. 67.

nutzten photographischen Reproduktionsverfahren wurden durch den Oberstleutenant Freiherrn von Hübl¹⁾ einem genauen Studium unterworfen; namentlich wurde untersucht, inwieweit sich bei der Heliogravüre und der Photolithographie die Distanz der Schraffen wahre. Das Ergebnis ist folgendes: Bei Herstellung photographischer Negative läßt sich eine Verbreiterung der weissen Zwischenräume zwischen den Schraffen konstatieren. Bei der photolithographischen Übertragung verdicken sich dann aber alle schwarzen Linien um etwa 0,03 mm, während beim heliographischen Reliefprozess eine Verschmälerung aller Linien eintritt, die sich besonders bei den derben fühlbar macht. Beim Übertragen auf den Stein verdicken sich dann aber wieder alle Linien um 0,03 mm. Es tritt also bei allen Arten lichtbildlicher Reproduktion ein Verflachen, ein Monotonwerden der Zeichnung ein. Man muß letztere also von vorn herein kräftiger modulieren und mit Rücksicht auf die anzuwendende Reproduktion ausführen. Da bei der Verkleinerung erfahrungsgemäß die zarten Linien weniger an Breite verlieren, als die derben (falls man nicht wie in Italien eine ziemlich starke Verkleinerung auf $\frac{3}{4}$ annimmt), so hat das militärgeographische Institut nunmehr von einer Verkleinerung der Reizeichnungen der Karten abgesehen, und selbe werden im Maßstabe 1 : 75 000 ausgeführt, in dem sie gedruckt werden. Ein weiteres Verfahren, die Mängel photomechanischer Vervielfältigung zu beheben, ist die Retouche der Druckplatte, die sich aber nur unter gewissen Voraussetzungen, speziell wenn es sich um farbigen Druck handelt, als praktisch erweist. Sehr interessant sind ferner Studien über die Wahrung der Geländeplastik in farbig gedruckten Karten. Hier werden die Verfahren auseinandergesetzt, welche angewendet wurden, um die neueren Blätter der Generalkarte 1 : 200 000 viel wirkungsvoller zu machen, als die früheren. Ein weiterer Aufsatz von Freiherr v. Hübl²⁾ führt in ungemein anschaulicher Weise vor Augen, wie verschieden das Kartenbild bei verschiedenen Druckverfahren ausfällt. Der Fachmann erfährt hier von den guten Erfolgen, die das militärgeographische Institut mit Aluminiumplatten beim Umdruckverfahren machte; weiteren Kreisen wird durch drei Kartendrucke veranschaulicht, warum der aus praktischen Gründen gewöhnlich verwendete Flachdruck und der nur bei sehr großen Auflagen rentable Hochdruck nie so schöne Bilder liefern, wie der kostspielige Tiefdruck. Kürzlich hat ferner Freiherr von Hübl³⁾ das Papier der Karten besprochen, und dargethan, daß das vom militärgeographischen Institute verwendete Hanfpapier in Bezug auf Reifslänge und Widerstand beim Zerknittern zu den besten gehört. Leider trocknet auf ihm die Druckfarbe nur langsam ein und verwischt sich daher auf Neudrucken — und solche erhält man fast immer beim Kartenbezuge — leicht, falls man sie nicht längere Zeit trocknen läßt. Das ältere Papier wird im Laufe der Zeit brüchig. Endlich äußert sich Carl Hödlmoser „über Terraindarstellung in Karten“⁴⁾. Hier

1) Beiträge zur Technik der Kartenerzeugung. Mitt. XVI. 1896. S. 131.

2) Beiträge zur Technik der Kartenerzeugung. II. Der Kartendruck. Ebda. XVII. 1897. S. 193.

3) Beiträge zur Technik der Kartenerzeugung. III. Die Wahl des Druckpapiere.

4) Ebenda. XVII. 1897. S. 203.

wird namentlich die Verwendung der Schummerung diskutiert und gezeigt, daß, nachdem ein autotypisches Verfahren für deren Herstellung, der Rasterflachdruck, gewonnen wurde, sie in gewissen Fällen empfehlenswert ist. Dann aber ist die Beigabe von Isohypsen unerläßlich. Sie sind als feststehendes Gerippe der Bergzeichnung bis zum kleinsten Kartenmaßstabe zu erhalten. Es werden daher seit einiger Zeit von der zweiten Ausgabe der Spezialkarte photolithographische Druckformen von Schrift, Gerippe und Isohypsen für eine allenfallsige spätere Verwendung erstellt. Es wird also das Material für eine geschummerte Isohypsenkarte oder eine geologische Spezialkarte der Monarchie aufbewahrt.

Im eben erschienenen XVIII. Bande führt Kommandant von Steeb¹⁾ die ersten Proben der neueren Aufnahmsarbeiten vor Augen. Er stellt einem Stück Aufnahme der Hohen Tatra von 1876 ein solches von 1896/97, einem Stück Originalaufnahme des Triglavgebietes von 1877/78 ein solches von 1897/99 gegenüber und zeigt zugleich die Verdichtung der Höhenpunkte. Früher waren deren im letzteren Gebiete 48, jetzt sind es ihrer 434. Von diesen Originalaufnahmen ist die der Hohen Tatra als die Detailkarte des Tatra-Gebietes in zwei Blättern bereits erschienen. Es sind zwei große Blätter, jedes 71 cm hoch und 54 cm breit, die aneinander gestossen eine Darstellung vom Gebirge gewähren, wie wir es in gleicher Plastik sonst nur durch die schweizer Reliefkarten erhielten. Das steilwandige Hochgebirge hebt sich durch eine rötlich braune Schummerung leuchtend von den kräftig schraffierten Mittelgebirgsformen seiner Umgebung ab. Zarte Farbtöne scheiden hier die Alpenmatten, die Krummholzregion und den Wald. Am Fusse sehen wir die scharf ausgeprägten Ufer- und Endmoränen der eiszeitlichen Gletscher in einer Deutlichkeit, wie wir sie bisher nur auf den Blättern des topographischen Atlas von Bayern bemerkt haben. Wir erkennen das Zungenbecken des großen Kohlbachgletschers, die Christelau, umrahmt von kuppigen Wällen und angrenzend an eine wahrhaft typische Endmoränenlandschaft. Kaum minder ausdrucksvoll ist das Moränengebiet am Czorber See, im Quellgebiete der Weissen Waag. Auf die dazwischengelegenen Böschungen des Fulskegels drängen sich Wiesen, im Osten auch Felder. Der Klotildenweg, der einen großen Teil des Gebirges hier umzieht, leuchtet durch seine rote Signatur aus dem Walde hervor, ebenso wie die roten Häuser von Schmecks und Alt-Walddorf. Aus dem Gebirge aber erglänzen, wirklich augenähnlich, die blauen Flächen der Meeraugen, sichtlich auf Thalstufen gelegen.

Versenken wir uns ins Einzelne, so bemerken wir auf weit ausgehnten Flächen Isohypsen von 20 zu 20 m; nur auf den steileren Thalgehängen sind sie im Abstände von 100 zu 100 m gezogen. Im Bereiche der sehr kräftig gehaltenen Schraffen allenthalben schwarz, auf Fels rot. Das Felsgelände ist, wie ein Vergleich mit Photographien mich belehrte, bis in Einzelheiten genau dargestellt, im wesentlichen unter Annahme senkrechter Beleuchtung; nur die der Gebirgsgrate kommt nicht zwingend zum Ausdruck. Die Nötigung, ihre beiden Abfälle zu trennen, bedingte einen lichten

1) Die neueren Arbeiten der Mappierungs-Gruppe. Ebenda. XVIII. 1898. S. 80.

Streifen zwischen sie einzufügen; er läßt die Kämme weit wegsamer erscheinen, als sie wirklich sind. Es ist eine Karte von schöner Plastik und reichem Inhalte, die uns das k. u. k. militärgeographische Institut von einem Stücke Hochgebirge geliefert hat, so recht geeignet, zu zeigen, welche großen Fortschritte die Aufnahmen mit erhöhter Präzision unter Anwendung der Photogrammetrie erzielten, namentlich wenn wir die Detailkarte des Zentralstockes der Hohen Tatra 1 : 40 000 gegenüber halten, die das k. u. k. militärgeographische Institut früher herausgegeben hat. Diese enthält nichts von den Einzelheiten, die wir oben hervorhoben, und es zeigen sich zahlreiche Differenzen in Bezug auf den Verlauf der Kämme, die Lage und Gestalt der Seen, sowie namentlich die Höhenangaben.

Gleich schöne und wertvolle Blätter dürfen wir aber auch für die Alpen nach der Kopie der Feldarbeit im Gebiete des Triglav erwarten, welche dem letzterwähnten Aufsätze von Steeb's beigegeben ist. Sie ist nach gleichen Grundsätzen ausgeführt wie die Karte der Hohen Tatra, und vergleicht man die Darstellung des Razor mit jener der Lomnitzer Spitze in der Tatra, so erkennt man sofort, daß es sich hier um eine pralle, dort um eine zerrissene, klüftige Wand handelt. Der Wechsel von Wänden und steileren Lehnen südlich von der Golicica kommt vorzüglich zur Geltung. Lediglich die Schärfe der Grate erscheint auch hier gemindert durch die Einfügung eines lichten Bandes zwischen die Darstellung der beiderseits jäh abfallenden Felswände. Ein Vergleich mit der älteren Originalaufnahme läßt auch hier einen großen Fortschritt in der Detaillierung erkennen, wie ein Vergleich der entsprechenden, einander gegenübergestellten Ausschnitte lehrt. Der Kamm zwischen Kuhla und Razor hat eine ganz neue Gestalt gewonnen und Verschiebungen gelegentlich von einigen hundert Metern erfahren.

Angesichts solcher Leistungen können wir nur einen Wunsch hegen, nämlich, daß die Originalaufnahmen 1 : 25 000 nicht wie bislang verurteilt sein möchten, im Archive des k. u. k. militärgeographischen Institutes zu schlummern, sondern regelmäßig, als Seitenstück zum Schweizer Siegfriedatlas, zu den bayerischen Positionsblättern und den italienischen Aufnahmeblättern veröffentlicht werden möchten. Die Nötigung hierzu liegt in ihrer Genauigkeit; sie enthalten weit mehr an Einzelheiten, als die Spezialkarten auf neunmal kleinerer Fläche zur Darstellung bringen können. Auch können sie das an Namen und Gemeindegrenzen, vor allem aber auch an Höhenzahlen aufnehmen, was nunmehr mit Recht als eine Belastung der Spezialkarte aus dieser ausgeschlossen werden muß, was aber für viele Zwecke wichtig ist. Wir möchten nur daran erinnern, wie wichtig ein vollständiger Orts- und Flurnamenkodex für alle Arten anthropogeographischer Forschung ist, ebenso wie es nötig ist, bei dem dermaligen Stande der österreichischen Katasteraufnahmen eine Grundkarte mit den Gemeindegrenzen zu haben. Die Agitation für historisch-statistische Grundkarten im Deutschen Reiche¹⁾ lehrt, wie nötig diese Materialien in den Karten sind. Sie sind auch unentbehrlich für statistische Grundkarten. Wer ferner im Felde an der Hand

1) Friedrich v. Thudichum, Historisch-statistische Grundkarten. Tübingen 1892.

der Karten gearbeitet hat, weiß, wie außerordentlich wichtig manchmal die einzelnen gemessenen Höhenpunkte sind; ihre Bedeutung entfällt nicht nach Konstruktion der Kurven; man hat nicht bloß bei technischen Studien, sondern vielfach auch bei wissenschaftlichen Arbeiten an sie anzuknüpfen; jede in die Karte eingeschriebene Höhenzahl spart die Erneuerung der Arbeit, die für ihre Gewinnung aufgewendet worden ist.

Man könnte allerdings einwenden, daß durch die photographischen Kopien die Originalaufnahme bereits eine entsprechende Art der Verbreitung finden könne. Aber wir bemerkten schon, wie wenig die Photographie zur Wiedergabe ihrer farbigen Zeichnung geeignet ist, weswegen die Orientierung im Felde mit ihnen oft gar nicht leicht ist, und wir müssen abermals hinzufügen, daß Kopien der Originalaufnahmen von Gebieten mit Befestigungen, z. B. von den Dolomiten Südtirols, nicht erhältlich sind. Ferner aber enthalten die Aufnahme-sektionen der neuen Aufnahme nicht alle Namen der Karte, sondern nur diejenigen, welche auf der Spezialkarte erscheinen sollen; der Rest wird auf einer Oleate verzeichnet¹⁾. Ebenso verhält es sich mit einem guten Teile der Höhenangaben. Man brauchte also heute drei photographische Kopien von einer Sektion, um deren ganzen Inhalt kennen zu lernen. Da erscheint es uns praktischer, den Gesamtinhalt der Originalaufnahme und ihrer Oleaten in eine Karte zusammengearbeitet herauszugeben. Diese Karte kann einfacher in ihrer farbigen Ausführung gehalten sein, als die heutigen Originalsektionen; auf ihr brauchte die Geländedarstellung, wie auf den entsprechenden bayerischen, schweizer und italienischen Karten, bloß durch Höhenlinien gegeben zu werden. Freilich würde dabei die eminent plastische Wirkung verloren gehen, welche heute die Originalaufnahmen machen, wie die Karte der Hohen Tatra lehrt, aber für Erzielung einer solchen hat man die Spezialkarte. Eine topographische Grundkarte braucht nur die Materialien zu enthalten, welche aus der Messung sofort hervorgehen, und bedarf keiner besonderen Veranschaulichungsmittel. Sie wendet sich an die Kreise, welchen nach Originalmaterial gelüftet und die in dessen Benutzung geübt sind.

Zum Schlusse müssen wir noch erwähnen, daß auch in den letzt-erschienenen Spezialkarten 1 : 75 000 des militärgeographischen Instituts ein neuer Zug zum Ausdruck kommt, wie wir bereits früher gelegentlich mitteilten²⁾. Sie betreffen zwar größtenteils aufseralpine Gebiete, und fallen deswegen streng genommen aufserhalb des Rahmens unserer Betrachtung. Aber wir müssen doch wiederholen, einen wieviel plastischeren Eindruck die jüngsten Blätter der Spezialkarte über Siebenbürgen und die Karstländer im Vergleich zu den früheren machen, wieviel eindringlicher der Zusammenhang der Erhebungen zur Geltung kommt, wieviel mehr man die größeren Formen erblickt.

6. Wander- und Übersichtskarten, insbesondere der Ostalpen.

Das Erscheinen der Spezialkarte 1 : 75 000 und die Herausgabe von photographischen Kopien der Originalaufnahme haben einen ungemein kräftigen Aufschwung der kartographischen Produktion nicht bloß für die österrei-

1) Vergl. Mitt. d. k. u. k. militärgeogr. Inst. XVII. 1897. S. 56.

2) Geographische Zeitschrift. III. 1897. S. 357.

schen Alpenländer, sondern für die Ostalpen überhaupt nach sich gezogen. Für keinen Teil der Alpen haben wir in den letzten beiden Jahrzehnten mehr und mannigfaltigere Karten erhalten, als über das Gebirge östlich vom Rheinthale. Das Bedürfnis nach solchen ist vorzugsweise durch die starke Entwicklung des Reisens gezeitigt, so wie es in den deutschen und österreichischen Alpen gepflegt wird, nämlich der Fußwanderungen an der Hand der Karte. Jedes Jahr hat zahlreiche neue Touristen- und Wanderkarten gebracht, von denen wir allerdings nur den kleineren Teil hier würdigen können. Eine verdienstliche Zusammenstellung von ihnen gab kürzlich August Dupont in seinem „Alpinen Auskunftsbuch“ (München 1899), das auch die Netze offizieller Kartenwerke über die Alpen enthält. Die Staatsinstitute selbst beteiligen sich an der Herstellung solcher Wanderkarten. Sowohl das topographische Bureau in München als auch das k. u. k. militärgeographische Institut in Wien druckten aus einzelnen Blättern der Spezialkarten Umgebungskarten zusammen, das Wiener Institut gestattete ferner den Aufdruck von Wegmarkierungen auf seinen Spezialkarten und stellte eine Serie von topographischen Detailkarten her, die mit Bezeichnung der markierten Wege im Kommissionsverlage von Lechner in Wien erschienen sind. Vier Blätter sind neue Karten.

Blatt I, die Karte des Gesäuses 1:30 000, ist eine wenig verkleinerte Reproduktion der Originalaufnahme der Spezialkarte. Wir haben Isohypsen von 100 an 100 m, denen nur an wenig Stellen Hilfsschichtenlinien eingefügt sind; sie setzen im Felsen aus. Letzterer ist unter Annahme senkrechter Beleuchtung braun geschummert, das übrige Gelände schwarz schraffiert. Der Wald trägt graues, die Wiesen grünes Flächenkolorit, die Felder sind weiß gelassen, die Flüsse blau, die Straßen rot. Diese Farben kehren regelmäßig auf allen in Rede stehenden Detailkarten wieder. Der Gesamteindruck ist ein kräftiger, er macht eine gute Fernwirkung; auch die Schrift ist groß und deutlich, die der Hauptgipfel 6 mm hoch. Die Angabe von Wegmarkierungen macht die Karte als Wanderkarte wertvoll. Blatt II Hochschwab und VI Schneeberg und Raxalpe sind nach gleichen Grundsätzen gezeichnet, doch ist entsprechend dem Maßstabe von 1:40 000 die Reduktion eine stärkere. Schrift und Zeichnung erscheinen wesentlich kleiner und zierlicher, aber der Gesamteindruck ist kein so plastischer. Dafür wird aber die Annehmlichkeit erzielt, das ganze Hochschwabgebiet sowie die beiden Wiener Ausflugberge auf je einem großen Kartenblatte in großem Maßstabe vor sich zu haben. Blatt XII ist die schon von uns gewürdigte topographische Detailkarte der hohen Tatra.

Alle übrigen Blätter der Detailkarten beruhen unmittelbar auf der Spezialkarte, zwei von ihnen (Blatt III Mariazell und IV Ötscher) sind Reproduktionen der Originalzeichnung 1:60 000, die anderen (V Ampezzaner und Sextener Dolomiten, VII nordwestliche Dolomiten, VIII Stubaiäer Alpen, IX Ötzthaler Alpen, X Pala-Gruppe, XI Adamello-, Presanella- und Brenta-Gruppe) sind Vergrößerungen der nach den Reambulierungen gezeichneten Blätter auf den Maßstab 1:50 000. Die unausbleiblichen Folgen dieser Wiedergabe in Maßstäben, für welche die Karten nicht ursprünglich bestimmt waren, veröffentlicht

zu werden, werden teilweise wett gemacht durch den Aufdruck von Farbentönen für Wald und Wiese, sowie für Gletscher (blau) und Fels (braun). Man hat dadurch eindringlich wirkende Gesamtbilder erzielt, doch erscheinen im einzelnen die Schrift und besonders die Felszeichnung ziemlich grob. Musterhaft ist die Art und Weise, wie die verschiedenen Blätter der Spezialkarte, auf welchen die einzelnen Karten beruhen, zusammenstoßen, man sieht z. B. auf Blatt VIII Stubai Alpen kaum die Nähte zwischen den Blättern Zone 17, Kol. IV und V und Zone 18, Kol. IV und V. Kleine Ungenauigkeiten der Spezialkarte machen sich natürlich vergrößert geltend, so stört z. B. auf Blatt Stubai, daß die Teplitzer Hütte auf den Ferner zu liegen kommt. Die Detailkarten sind für diejenigen berechnet, welchen die Zeichnung der Spezialkarte zu klein ist und die eine derbere, farbige Darstellung lieben. Die gute Evidenzhaltung der Wegmarkierungen ist ein Vorzug von ihnen.

Tragen die im Wiener militärgeographischen Institute hergestellten topographischen Detailkarten den Stempel sei es der Originalaufnahmen, sei es der Spezialkarten, so sind doch auch Werke wesentlich anderer Ausführung aus ihm hervorgegangen. Die „hypsometrische Karte vom Gebiete des Schneeberges und der Raxalpe“ ist eine Höhenschichtenkarte im Maßstabe 1:75 000 mit Isohypsen von 100 zu 100 m, die Höhenstufen sind von 200 zu 200 m bis 1400 m um so dunkler graublau dargestellt, je höher sie liegen, die höheren Stufen sind wieder lichter mit anderen Farbentönen grau und rötlich koloriert. Diese Farbenwahl bringt den plateauartigen Charakter der beiden dargestellten Berge zur Geltung und ist offenbar mit Rücksicht auf diesen Zweck gewählt worden.

Besonders rege ist die Beteiligung privater Anstalten an der Herstellung ostalpiner Wanderkarten. Einige Leistungen sind ganz hervorragend, viele aber entsprechen lediglich bescheidenen Bedürfnissen. Sie alle zu nennen, würde zu weit führen, wir greifen dabei lediglich einige typische Erscheinungen aus der großen Zahl heraus, ohne vollständig sein zu wollen. Die bei Artaria in Wien erschienenen von G. Freytag bearbeiteten Spezial-Touristenkarten (6 Blatt 1:50 000) haben den charakteristischen österreichischen Stil: Isohypsen von 100 zu 100 m, die von 500 zu 500 m verstärkt, dazu Schraffen nach senkrechter Beleuchtung. G. Freytag's Touristen-Wanderkarten 1:100 000 (Wien, Freytag), von denen 6 Blatt in die Alpen fallen, sind hingegen unter Annahme schräger Beleuchtung schraffiert; die Lichtquelle ist je nach Bedarf bald mehr nach Westen, bald mehr nach Norden gerückt. Sorgfältig eingetragene Wegmarkierungen machen beide Kartenwerke zu gern gebrauchten Orientierungsmitteln im Hochalpenzuge der österreichischen Kalkalpen. Artaria's Spezialkarten enthalten überdies ein Blatt für das Dachsteingebiet, Freytag's Touristenkarten zwei Blatt für den Wiener Wald. Die „Reliefkarte des Salzkammergutes in zwei Blättern 1:100 000, nach eigenem Modell bearbeitet und herausgegeben von Gustav Edlen v. Pelikan“ (Salzburg, Kerber 1898) ist eine nach schräger Beleuchtung geschummerte Karte, die zwar im k. u. k. militärgeographischen Institute gedruckt worden ist, aber in Bezug auf Ausführung und Inhalt sich durchaus als ein Werk v. Pelikan's darstellt. Hier kommt der Rasterflachdruck für die Schummerung

zur Verwendung und erzielt eine gute Fernwirkung, in der Nähe gesehen, erscheint er jedoch zu grob. Die Schummerung ist durch Photographie eines Reliefs v. Pelikan's bei schräger Beleuchtung erhalten. Sie zeigt, wie wenig letztere der Aufgabe, ein Plateau darzustellen, gerecht wird. Die Nordabfälle des Dachsteinplateaus, des Toten Gebirges und Hölleengebirges heben sich von den Hochflächen kaum ab, und der wahre Charakter der Erhebungen kommt nicht zum Ausdrucke. Mit ihrem roten Weg- und blauen Gewässernetze und grauer Schummerung dient die Karte eher zu einer übersichtlichen Betrachtung des Gebirges als zur Orientierung in ihm. Ihre kürzlich erschienene Fortsetzung nach Westen die „Relief-Umgebungskarte von Salzburg, nach eigenen Modellen bearbeitet und herausgegeben von Gustav Edlen v. Pelikan 1:100 000“ (Salzburg 1899, Kerber) ist bei Freytag und Berndt in Wien gedruckt. Die Geländedarstellung ist durch Einfügung von Schichtlinien im senkrechten Abstände von 100 m im Vorlande von 50 m wesentlich ergänzt worden, der Rasterflachdruck der Schummerung feiner gehalten. Letztere ist wieder durch Photographie eines Reliefs erhalten, aber es ist mit dem Pinsel stark nachgeholfen worden. Sie entspricht deswegen weniger den strengen Regeln der schrägen Beleuchtung, bringt aber die Geländeformen, besonders die Plateaus, viel besser zur Geltung. Die erste bisher erschienene Sektion von Maier's Spezialkarte der bayerischen Alpen 1:40 000 (Rotwand-Schinder) hat gleich v. Pelikan's letzter Karte Isohypsen (im Abstände von 50 zu 50 m) und Schummerung entsprechend Beleuchtung von Nord. Die Karte macht einen sehr derben Eindruck. Auch Waltenberger's „Übersichtskarte des Algäu und der angrenzenden Gebiete 1:100 000“ (München 1899, Riedel) ist unter Annahme schräger Beleuchtung von Nordwesten her braun geschummert, entbehrt aber der Isohypsen, jedoch hat das unter 800 m gelegene Land einen grünen, das höhere einen licht braunen (in einer Ausgabe violetten) Ton; der Fels ist dunkelbraun gezeichnet. Farbenwahl und Schattierung vermitteln einen angenehmen Eindruck des Ganzen, aber im Einzelnen bringt die angewandte Beleuchtung gerade die charakteristischen Nordwest-Steilabfälle der Molassenketten z. B. am Rindenalhorn nicht zum Ausdrucke und macht die Verschiedenheiten der relativen Höhen nicht genügend ersichtlich. Dabei ist die Ausstattung der Karte mit Höhenzahlen in Bayern ungenügend. H. Petter's Karte vom Gardasee und seiner Umgebung 1:100 000 (Hildburghausen) ist eine saubere Arbeit im Stile der später zu erwähnenden Karten, sie hat Isohypsen von 100 zu 100 m und ist nach den Regeln der senkrechten Beleuchtung braun geschummert. Für die Besucher der Kurorte am See bestimmt, ist sie mit Abbildungen einiger Landschaftspartien geschmückt.

Verwenden die genannten Arbeiten teils Schraffen, teils Schummerung mit Isohypsen kombiniert, so fehlt es auch nicht an Versuchen origineller Geländedarstellung. Als solche haben in jüngster Zeit die Karten des jüngst verstorbenen Pauliny die Aufmerksamkeit erregt¹⁾. Sein Verfahren²⁾ ist dasselbe, das in

1) Benesch, Über eine neue Methode kartographischer Darstellung. Mitt. d. k. k. geogr. Gesellsch. 1896. S. 166. Mitt. d. D. u. Öst. Alpenvereins. 1898. S. 239.

2) Pauliny, Mémoire über eine neue Situationspläne- und Landkartendarstellungsmethode. Streffleur's Österr. militär. Zeitschrift XXXVI. 1895. 4. S. 61.

der Schweiz nach Becker¹⁾ der Oberst Bollinger verwertete und in einer mir vorliegenden „helioplastischen Schichtenkarte 1:100 000 des Faulhorn in der Schweiz bearbeitet von F. R. v. Lössl (Wien 1879)“ angewendet ist: der Grundton der Karte ist grau, die Isohypsen sind auf der beleuchteten Seite weiß ausgespart, auf der beschatteten dunkel eingedruckt. In seiner Karte von Schneeberg, Raxalpe und Semmering 1:37 500 (Wien 1898, Braumüller) bekundet Pauliny aber nicht bloß in Bezug auf die Sauberkeit der Ausführung einen bedeutenden Fortschritt gegenüber F. R. v. Lössl, sondern auch eine weitere Fortbildung des Verfahrens, indem sie die grellen Gegensätze zwischen hellen und dunklen Isohypsen durch Übergänge ausgleicht. Nur die der reinen Westgehänge sind weiß, und die der Ostgehänge braun; die der Südabfälle sind weiß, die der Nordabfälle braun gestrichelt. Der erste Eindruck dieser Karten war auf mich ein äußerst gewinnender, aber selten habe ich mich an einer Karte so rasch satt gesehen, wie an Pauliny's. Je mehr ich mich in sie vertiefte, desto mehr sah ich die Abbildung eines Schichtstufenreliefs und desto weniger die Wiedergabe der Natur vor mir. Wenn auch manche Einzelheiten, wie z. B. die Schneebergwände, vorzüglich zur Geltung kommen, so gewährt mir die Karte doch weder den Eindruck von der Massenhaftigkeit der Erhebungen noch den der Tiefe der Thäler, und wo wie im Dreiecke zwischen Semmering, Payerbach und Gloggnitz die Beschreibung mit Namen eine dichtere ist als sonst, geht jedwelche Plastik verloren. Teilweise mag dies auch dadurch mit bedingt sein, daß Pauliny die markierten Wege durch weiße Punkte angiebt, sodafs man das Gebiet kreuz und quer von leuchtenden Linien durchsetzt sieht. Als Versuch interessant, ist Pauliny's Verfahren nicht geeignet zur Wiedergabe größerer Gebirgspartien.

Wie in der Schweiz der Alpenklub, so hat in den Ostalpen der Deutsche und Österreichische Alpenverein einen maßgebenden Einfluß auf die Fortentwicklung der Alpenkartographie genommen. Auch er knüpft natürlich in erster Linie an die Werke des Wiener militärgeographischen Institutes an, doch hat er sich nie auf deren bloße Reproduktion beschränkt, sondern sie jeweils in der Richtung seiner Bedürfnisse weiter ausgestaltet und über die Grenzen Österreichs hinaus teilweise nach eigenen Aufnahmen ergänzt. Zunächst war es die Nomenklatur, welche bereichert oder verbessert wurde, später die Darstellung des Felsgeländes. Es handelte sich nicht um ein einheitliches Kartenwerk, sondern um einzelne Karten, die dem jeweiligen Bedürfnisse sowie den Ansichten der jeweils maßgebenden Personen entsprechend ausgeführt wurden. Wir haben daher durch ihn verschiedene Typen von Alpenkarten erhalten, die besonders geeignet sind, das Problem der Gebirgsdarstellung zu studieren.

Den Anfang machte die 1873 erschienene „Karte der Dolomit-Alpen von Enneberg, Höllenstein, Sexten, Buchenstein und Ampezzo 1:100 000 von P. Ritter von Wiedenmann“. Sie ist klar und deutlich gezeichnet, das Gelände ist durch schwarze Schraffen nach senkrechter Beleuchtung wiedergegeben, der Fels gut charakterisiert. Dann folgten 1874—1878 die von

1) Schweizerische Kartographie S. 53.

K. Haushofer und Hoffmann bearbeiteten sechs Kärtchen vom Ötztal und die drei von Obermair und Hoffmann bearbeiteten vom Stubai. Sie waren geplant als Anfang einer Spezialkarte der Ost-Alpen und verdienen als erste Versuche, zusammenhängende Teile der österreichischen Alpen im großen Maßstabe von 1:50 000 sofort nach deren Aufnahme durch das militärgeographische Institut im Druck wiederzugeben, noch heute Beachtung. Die Isohypsen sind zarte schwarze Linien, die Schraffen durchsichtig rehbraun, nach Lehmannscher Manier entworfen, der Fels, mehr angedeutet als ausgeführt, braun unter Annahme einer von Osten kommenden Beleuchtung; die Gletscher sind grau oder graublau geschummert bei Annahme derselben Lichtquelle. Nach diesem Versuche, den lithographischen Farbendruck für die Herstellung der von ihm benötigten Karten zu verwerten, ging der Alpenverein zum Kupferstiche über, und betraute die rühmlich bekannte Anstalt von H. Petters in Hildburghausen (jetzt in Stuttgart) mit deren Herstellung. Die ersten Versuche (1879 Kaisergebirge, 1880 Rieserfernergruppe) boten nichts gerade Hervorragendes, dagegen gehören die Spezialkarte der zentralen Zillerthaler Gebirgsgruppe (1882) und die der Venedigergruppe (1883) zu den schönsten Leistungen alpiner Kartographie. Sie sind nach Lehmann's Manier schraffiert, allerdings nach einer sehr durchsichtigen Skala und manchmal etwas frei, der Fels ist vorzüglich gleichfalls unter Annahme senkrechter Beleuchtung charakterisiert, und es wird der Eindruck der Schärfe der Grate dadurch erzielt, daß es nur ein ganz schmaler weißer Streifen ist, der die beiderseitigen Wände scheidet. Neben den scharfen Kämmen kommen die steilen Wände unten in den Thälern ausgezeichnet zur Geltung; ein Blick auf die Karten macht zweifellos, daß hier alte Gletschertröge vorliegen, so anschaulich und plastisch sind sie gestochen. Lediglich nach einer Richtung ist der Eindruck, den sie auf uns machten, ein anderer gewesen, als der, den wir in der Natur erhielten. Die Schultern zwischen den Wänden der karigen Grate und jenen der Thaltröge erscheinen auf der Karte viel flacher als sie in Wirklichkeit sind, der Sprung zwischen den Schraffentönen für steile Böschungen und der Felszeichnung ist auf der Karte ein zu jäher.

Die wenig später erschienene, vierblättrige Karte der Berchtesgadener Alpen des Alpenvereins (1885—1887) steht in Bezug auf ihre Ausführung nicht auf der Höhe der beiden eben besprochenen, wenn sie auch für den Verein dadurch, daß er die Geländeaufnahme dafür auf bayerischem Boden durch A. Waltenberger besorgen ließ, kaum minder ehrenvoll ist. Der Kupferstecher hat Waltenberger's Felszeichnung und die der österreichischen Originalaufnahme nicht homogen verarbeitet; das bayerische Gebiet ist gelungener ausgefallen als das österreichische; die öden Hochflächen des Steinernen Meeres sind kaum kenntlich dargestellt, und ich möchte nicht versuchen, sie allein an der Hand der Karte zu durchmessen. Nach Waltenberger's Originalaufnahmen hat Hugo Petters einen topographischen Plan vom Watzmann und Umgebung 1:25 000 stechen lassen, den der Alpenverein herausgab. Die Karte enthält gleich jener des Karwendelgebirges statt der Schraffen eine zarte Schummerung, die Felsdarstellung bringt den bankigen Charakter der

herrschenden Kalkwände zum Ausdruck, aber der schmale First des Watzmann erscheint zu stark zugerundet, und dies beeinträchtigt die sonst namentlich in den verkarsteten Gebieten am Funtensee günstige Wirkung der schön gezeichneten Karte. Auch die bereits unter Benutzung der reambulierten Originalaufnahmen gezeichneten Spezialkarten der Grofs-Glockner-Gruppe (1890) und der Ortler-Gruppe (1891) stehen nicht auf der gleichen Höhe wie die der Venediger- und Zillerthaler-Gruppe. Man erkennt unschwer in der Grofs-Glockner-Karte, dafs sie bereits teilweise gestochen war, bevor die reambulierte Originalaufnahme in einer photographischen Kopie erhältlich war, ebenso wie man in der Ortler-Karte eine verschiedene Behandlung des italienischen und österreichischen Gebietes wahrnimmt. Im letzteren fehlt die Ruhe der Zeichnung, welche in der Zillerthaler- und Venediger-Karte so vorteilhaft hervortritt, die Darstellung geht zu sehr ins Einzelne und wird den grofsen Zügen nicht genug gerecht. Kommt doch der Kamm der Venezia Spitze gar nicht recht zur Geltung. Dagegen ist die 1888 erschienene Spezialkarte des Karwendelgebirges eine Musterleistung. Sie beruht in Bayern auf neuen Höhenbestimmungen, die der Alpenverein durch Dr. J. Bischoff¹⁾ vornehmen liefs. Die Felszeichnung ist vorzüglich und charakteristisch, die Böschungen geschummert durch ein Roulette-Verfahren, in dessen Anwendung die Anstalt von H. Petters Meisterliches leistet; das ganze Bild ist klar, deutlich, plastisch²⁾. Erweisen die Karten vom Zillerthal und Venediger, dafs die Schraffierung nach Lehmann'schen Regeln durchsichtige und plastische Karten für das Hochgebirge zu geben vermag, so lehrt die Karwendel-Karte gleiches betreffs der Schummerung nach senkrechter Beleuchtung. Es ist nur schade, dafs der Alpenverein diese wundervollen Karten, die doch in erster Linie für den Wanderer bestimmt sind, bisher weder in Bezug auf die Wege, noch hinsichtlich der von ihm selbst errichteten Unterkunftshütten auf dem Laufenden erhält.

1892 ging der Alpenverein von dem bislang verfolgten Grundsatz, die senkrechte Beleuchtung für seine Karten zu verwenden, ab, und legte seiner Zeitschrift eine Karte des Sonnblick und Umgebung 1 : 50000 von Gustav Freytag bei, welche in mehrfarbigem Drucke ausgeführt ist. Das Gelände ist braun unter Annahme wechselnder schräger, meist nordwestlicher Beleuchtung schraffiert; die Felszeichnung ist nur auf der Schattenseite ausgeführt. Das Gesamtbild wirkt plastisch, aber es stört, dafs infolge der wechselnden Beleuchtung die nordwestlich streichenden Grate bald das Licht auf der Nordostseite, bald auf der Südwestseite haben, wie man namentlich am Kamme zwischen Geiselkopf und dem Bösen Eck sehen kann. Gegen die Verlässlichkeit der Darstellung im einzelnen wurden manche Einwendungen

1) Vgl. Cotierung des bayerischen Teiles des Karwendelgebirges. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpen-Vereins 1888, S. 407.

2) An die Karwendelkarte des Alpenvereins knüpfen sich zwei kleinere Kärtchen von Petters, nämlich die Hinterrifs und der Achensee, beide 1 : 50000 in ähnlicher Weise ausgeführt, wie ihre Vorlage. Beide gewähren einen gefälligen Eindruck. Minder gelungen ist eine Karte des Wendelsteins 1 : 20000 gleichfalls von Petters. Wir haben es mit Schularbeiten von Kupferstechern zu thun.

erhoben¹⁾. Ein östlich angrenzendes Blatt „Karte der Hochalpenspitze und des Ankogelgebietes“ liefs G. Freytag ein Jahr später selbständig erscheinen (Wien, Freytag 1893). Die Trennung der Licht- und Schattenseiten ist hier noch stärker betont, als auf der Sonnblick-Karte und demnach treten die Gebirgskämme noch mehr hervor, aber noch auffallender wird, z. B. am Kamme des Grofsen Sonnblick, der Wechsel der Beleuchtung. Der trogartige Charakter der Thäler speziell rings um die Hochalpenspitze, den Oberlercher's Relief dieses Gebietes so vorzüglich zeigte, ist kaum erkennbar.

Freytag's Sonnblick-Karte bezeichnet den Übergang des Alpenvereins zur Schweizer Manier. 1893 ist er vollzogen; der Ingenieur S. Simon übernahm für den Verein eine grofse vierblättrige Karte von Ötztal und Stubai 1 : 50000 zu zeichnen. Sie ist 1893—1897 als eine reine Isohypsenkarte mit Höhenlinien von 50 zu 50 m erschienen; ihre Plastik wird durch einen zarten grauen Schatten bedingt, der unter Annahme einer im allgemeinen nordwestlichen Lichtquelle entsteht. Die ersterschienene Sektion Weißkugel (1893) war nicht gewinnend, der Schatten zu monoton, die Felszeichnung durch ihren rotbraunen Ton zu aufdringlich. Die Sektion Pitzthal (Zeitschrift 1895) wirkte bereits besser, der Schatten wurde auf den Gletschern ausgespart und für die Geländedarstellung ein tieferes Braun gewählt. Am besten sind die letzterschiedenen Sektionen Ranalt und Gurgl gelungen. Sie erzielen einen guten plastischen Eindruck, der sich allerdings an Tiefe nicht mit dem der Schweizer Reliefkarten messen läfst, aber auch auf ungleich einfacherem Wege gewonnen wird.

Besondere Aufmerksamkeit legte Simon auf die Felszeichnung. Er nahm zu diesem Behufe eine Anzahl von Gipfelpanoramen photographisch auf und zeichnete nach ihnen die Kämme des Gebirges. Seine Technik bringt deren allgemeinen Charakter ausgezeichnet zur Geltung; aber nach einem genauen Studium der von ihm aufgenommenen Rundsicht vom Schrankogel, welche die Sektion Amberg des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins (1894) in dankenswerter Weise veröffentlicht hat, will mir scheinen, als ob die grofsen Abweichungen von Simon's Felszeichnung von jener der Spezialkarte mehr in der Technik des Verfahrens, als in der Genauigkeit im einzelnen beständen, wenigstens finde ich weder das Kar auf der Südostseite des Gaislenkogels noch den Westabfall der westlichen Seespitz, noch den Bockkogel samt der östlichen Zunge seines Ferners auf der Karte so dargestellt, wie es nach dem Panorama der Fall sein sollte.

1898 endlich veröffentlichte der Alpenverein eine Karte des Schlern und der Rosengartengruppe 1 : 25000 bearbeitet von S. Simon und wich damit von dem sonst angewandten Mafsstabe von 1 : 50000 ab. Die Karte wirkt plastisch. Das Plateau des Schlern und die zerthaltene Rosengartengruppe treten in anschaulichen Gegensatz. Vorzüglich ist der Kamm der Rosengartenspitze gelungen, prächtig heben sich die Felsbänder unter der Laurinswand hervor; auch finden sich hier einige Verbesserungen gegenüber der

1) A. Penck, Gletscherstudien im Sonnblickgebiete. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins 1897, S. 52.

Spezialkarte. Dagegen erscheinen uns die Nordwände des Schlern und zwar besonders beiderseits der Seifser Klamm zu dunkel. Das wellige Gelände der Hochfläche, auf welchen die prallen Kalkberge aufsitzen, hat gleich der Hochfläche des Schlern Isohypsen von 20 zu 20 m; die Böschungen sind von anderer Hand geschummert, ebenere Partien und Rückenflächen sind weiß gelassen. Es ist also hier weder schräge noch senkrechte Beleuchtung streng durchgeführt und das Licht nach Erfordernis verteilt, gleiches gilt von der Felszeichnung, die von Simon selbst herrührt.

Ein Vergleich der Simon'schen Karten mit den Detailkarten des militärgeographischen Institutes läßt die Vorzüge des einen oder anderen Kartenwerkes erkennen. In Bezug auf Gesamteindruck, und im besonderen in der Charakteristik der Felszeichnung sowie der Darstellung der Gletscher erweisen sich Simon's Karten unbedingt überlegen. Aber die Thalformen kommen in ihnen nicht so zur Geltung. Die breite Thalschulter des Gurglerthales, auf welcher die Sonnenberg-Alm liegt, verschwimmt bei Simon ganz im Schatten. Auf der Detailkarte tritt sie ebenso wie auf der Spezialkarte deutlich entgegen. Der scharf ausgeprägte Fufs der Thalgehänge am Mittelgebirge um Meran hebt sich bei Simon nur mangelhaft hervor, die Spezialkarte giebt ihn prägnant wieder. So hat das eine Werk das, was dem andern fehlt. Simon erreicht was er erstrebt¹⁾: eine Karte für den Bergwanderer, die Spezialkarte aber wird ihrer militärischen Aufgabe gerecht, die in den Thälern liegt. Gleichwohl erregte Simon's Karte wegen der Durchsichtigkeit und Klarheit ihrer Zeichnung auch Aufsehen in militärischen Kreisen. Oberst Bancalari schreibt in seinen so folgenscher gewordenen Studien: Als Wegweiser muß diese Karte im Maße 1 : 50 000, wenn sie richtig ist, was sie zu sein scheint, unübertrefflich sein.

Die durch Simon eingebürgerte Schweizer Manier der Geländedarstellung hat bei den Mitgliedern des Alpenvereins Anklang gefunden. Als die Sektion Augsburg daran ging, von ihrem Arbeitsgebiete eine Spezialkarte zu veröffentlichen, wählte sie auch Isohypsendarstellung mit Schattierung nach schräger Beleuchtung. Doch ist weder die graue Schummerung noch die braune Felsdarstellung auf der von Köhler in München lithographierten „Spezialkarte der Parseiergruppe 1 : 50 000“ (Augsburg, Lampart 1894) so elegant ausgefallen, wie auf Simon's Werk.

Die jüngste Karte des Alpenvereins, die der Ferwallgruppe 1 : 50 000 (1899) ist abermals von einem Schweizer, nämlich Professor Becker in Zürich bearbeitet worden. In Bezug auf das Gerippe zeigt sie gleich den Simon'schen Karten große Ähnlichkeit mit dem Siegfriedatlas, wir haben dasselbe blaue Flußnetz, dieselbe zarte braune Isohypsenführung und die gleiche elegante Schrift. Nur die Felszeichnung ist derber und gleich den Isohypsen, die in ihr aussetzen, braun. Hier und da, z. B. auf der Nordseite der Fluhsitzen am Zeinisjöchl ist sie unklar. Die Veranschaulichung der Gebirgsplastik stellt einen neuen Versuch dar. Die unter Annahme einer im allgemeinen

1) Vgl. seine „Alpinen Plaudereien eines Kartographen“. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpen-Vereins XXIV. 1893, S. 375 (382).

aus Nordwesten kommenden Beleuchtung belichteten Gehänge haben einen gleichmäßigen hell rehfarbenen Ton, der nur auf Gletschern aussetzt, die beschatteten einen licht graublauen erhalten. Beide Töne stossen unmittelbar und ohne Übergänge an einander und sind so zart gehalten, daß daraus kein unangenehmer Eindruck für das Auge erwächst. Aber es kann nicht gesagt werden, daß sie dem Kartenbilde Plastik verleihen, sie unterstützen lediglich dessen Lesbarkeit.

Neben den Leistungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins auf dem Gebiete der Kartographie lassen sich nur wenige einschlägige Arbeiten anderer alpiner Vereinigungen anführen. Der italienische Alpenklub hat 1883 in Pietro Poliaghi's „Carta topografica del gruppo Ortler-Cevedale 1:40 000“ (Mailand, Artaria) eine beachtenswerte Leistung zu einer Zeit geschaffen, als die italienischen Neuaufnahmen noch fehlten und die österreichische Reambulierung noch nicht begonnen war. Die Karte ist daher als ein Originalwerk zu würdigen, das auch in Bezug auf die Geländedarstellung beachtenswert ist. Sie geschieht durch Horizontallinien, sogenannte Gefühlskurven, die auf den Gletschern sehr zart, im Felsgelände derb sind. Dazu gesellt sich eine zarte Schummerung nach Beleuchtung meist von Nordwest. Die sehr durchsichtig gehaltene, aber nicht allzu plastisch wirkende Karte ist durch Neuaufnahmen überholt worden.

Sehr reich ist auch die Auswahl neuerer General- und Übersichts-karten der Ostalpen. Sie danken teils militärischem, teils touristischem Interesse ihr Entstehen. Albach's Spezialkarte von Südwest-Österreich 1:200 000 wurde 1877 bald nach dem Erscheinen der ersten Blätter der Spezialkarte 1:75 000 begonnen, ist aber nach Herausgabe von 7 Blättern, die nördlichen Kalkalpen Österreichs, die hohen Tauern und Dolomiten umfassend, 1882 stecken geblieben. Sie ist eine geschummerte Isohypsenkarte. Die Höhenlinien sind im Vertikalabstande von 100 m gezogen und von 500 m verstärkt, im Hügellande gesellen sich Zwischenlinien von 50 m hinzu. Die braune Schummerung ist nach senkrechter Beleuchtung sauber ausgeführt. Mit rotem Wegnetz, blauem Gewässernetz, grünem Walde und lichtgrünen Wiesen macht die Karte einen gefälligen Eindruck. Sie ist nach dem Systeme der Gradabteilungskarten entworfen, die einzelnen Blätter sind 1° breit und 45' hoch und umfassen je 6 Blätter der Spezialkarte 1:75 000.

Albach's Karte ist in manchen Stücken vorbildlich geworden für die große Generalkarte von Mittel-Europa 1:200 000, welche das k. u. k. militärgeographische Institut sofort nach Vollendung der Spezialkarte 1:75 000 der österreichisch-ungarischen Monarchie in Angriff genommen hat. Sie soll außer Österreich-Ungarn fast das ganze Deutsche Reich, fast die ganze Schweiz, ganz Oberitalien, große Teile Rußlands und die ganze Balkanhalbinsel mit Ausnahme des südlichsten Peloponnes umfassen und sohin eine einheitliche Karte liefern, die beinahe die ganzen Alpen bis 24° 30' östl. L. v. Ferro darstellen wird. Jede Sektion der Karte ist ein Gradtrapez und umschließt daher das Gebiet von 8 Spezialkartenblättern; das Format ist daher außergewöhnlich; die Blätter sind höher als breit, sie werden gezählt nach dem Mittelmeridian und Mittelparallel, die jeweils ganzen Graden der Breite und

der Länge nach Ferro entsprechen, also z. B. 30⁰ 47⁰ Bruneck. Die Ausführung geschieht wieder durch Heliogravure, und zwar im Gegensatze zur Spezialkarte mehrfarbig. Das Gelände wird durch braune Schraffen nach Lehmann'scher Manier dargestellt. Flufsnetz und Seenflächen sind tiefblau, die Gletscher graublau; Wege, Orte, Schrift und zahlreiche Höhenknoten schwarz. Außerdem sind gröfsere Waldkomplexe grün und zwar auf den neuesten Blättern recht durchsichtig aufgedruckt.

Von den Ostalpen liegt bereits eine Anzahl von Blättern vor, die das Gebirge östlich Chur und Sondrio umfassen. Die östlichen von ihnen sind nicht gerade wirkungsvoll. Die Reichhaltigkeit des Inhalts, speziell der Beschreibung stört das Kartenbild; in den westlichen (Chur, Glurns, Innsbruck und Trient) seit 1896 erschienenen, ist es durchsichtiger und klarer. Es hat hier dieselbe Entlastung der Beschreibung stattgefunden, die Ritter von Steeb für die Spezialkarte für nötig bezeichnete, und überdies ist die Geländeschraffur durch Roulettierung verstärkt worden. Das Porphyryplateau um Bozen, das Kalkplateau der Sette Comuni, die strahlig angeordneten Kämme der Ötztal- und Algäuer-Alpen und die parallelen der Nordtiroler kennzeichnen sich auf den ersten Blick als solche, die Mittelgebirgsformen Bündens unweit Chur trennen sich gut von den Hochgebirgsformen, wenn auch die Grate der letzteren wegen des ihrer Firstlinie folgenden schmalen weifsen Streifens zu breit aussehen. So treffen wir denn auch hier einen ähnlichen Fortschritt in den Leistungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes, wie wir ihn bei Würdigung der Spezialkarte bereits kennen gelernt haben.

Die Generalkarte 1:200000 deckt sich in Bezug auf ihren Zweck und ihren Mafsstab mit der topographischen Spezialkarte von Mitteleuropa, welche der kgl. preussische Generalstab als Fortsetzung der ehemaligen Reymann'schen Spezialkarte herausgibt. Ihre neueren Blätter schliesen sich in Bezug auf ihre Ausführung der Karte des Deutschen Reiches auf das engste an, nur dafs die breiteren Flusläufe nicht blau koloriert werden, sondern schwarz bleiben. Sie ist in letzter Zeit über Salzburg, Ober- und Niederösterreich, Steiermark und Kärnten ausgedehnt worden. Auch bei ihr ist die Schraffenskala zu dunkel für das Gebirge und manche Alpenblätter sind recht monoton grau. Gelegentlich ist versucht worden, (z. B. auf Blatt Steyr, No. 575), die Rücken mit Mittelgebirgsformen dadurch besser hervortreten zu lassen, dafs man auf ihnen einen Streifen zwischen den Schraffen weifs liefs, doch erschwert dies auf den ersten Blick zu entscheiden, ob Rücken oder Thäler vorliegen. Aus gleichem Grunde kommen auch die Hochgebirgsgrate der Hohen Tauern nicht in ihrer Schärfe zur Geltung. Das Schwergewicht der Karte liegt in dem Reichtum ihres Inhaltes. Sie kommt in Bezug auf die Zahl der in ihr enthaltenen Namen der Spezialkarte 1:75000 näher, als nach der Verschiedenheit des Mafsstabes erwartet werden sollte, und übertrifft in dieser Hinsicht die dicht beschriebenen Blätter der Generalkarte 1:200000 nicht unerheblich. Dies wird durch eine ungemein zart gehaltene Schrift erreicht; die der Wiener Generalkarte ist durchweg kräftiger ausgeführt, ohne dadurch wesentlich leichter lesbar zu sein. Die Ausstattung der deutschen Karte mit Höhenzahlen ist für die Gipfelregion ausreichend, in den Thälern und Pässen aber zu gering.

Hierin ist ihr die Wiener Karte 1:200000 überlegen, welche allenthalben eine zielbewußte Auswahl der Höhenzahlen bekundet, und deren eher zu viel als zu wenig enthält; so haben wir im Becken von Lermoos auf Blatt Innsbruck nicht weniger als vier Koten: 998, 996, 995 und 965.

Neben der topographischen Spezialkarte von Mitteleuropa erscheint seit Ende 1899 eine topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches im gleichen Maßstabe, herausgegeben von der kartographischen Abteilung der königlich preussischen Landesaufnahme. In Form und Inhalt unterscheidet sich das neue Werk ganz wesentlich vom ehemaligen Reymann'schen. Die einzelnen Blätter werden durch Meridiane von 1° Abstand (von Ferro gezählt) und die Sehnen von Parallelkreisbögen von $\frac{1}{2}^{\circ}$ Abstand begrenzt; sie umfassen daher ziemlich genau vier Sektionen der Karte des Deutschen Reiches, und je die Hälfte eines Blattes der österreichisch-ungarischen Generalkarte 1:200000. Doch liegt kein Polyederentwurf vor, vielmehr lassen sich alle Blätter in einer Ebene zusammenstoßen und bilden dann Teile eines Kegelmantels in der de l'Isle'schen Projektion. Die Karte ist ferner nicht einfarbig, Schrift, Gerippe und Waldungen sind schwarz, Gewässer blau, Wiesen lichtgrün, Geländedarstellung braun. Sie geschieht durch Isohypsen von 20 m Abstand, die 100 m-Linien sind verstärkt, nach Bedarf sind 10 m-Linien eingeschaltet. Es liegen bisher nur fünf Blätter der Karte vor (Metz, Saarbrücken, Solgne, Pfalzburg und Straßburg), im wesentlichen Deutsch-Lothringen und das Nordende von Vogesen und Schwarzwald umfassend, doch müssen wir ihrer gedenken, denn sie entsprechen höchsten Anforderungen und lassen eine geradezu herrliche Alpenkarte erwarten. Sie sind zart ausgeführt, die Schrift ist durchweg elegant und gut lesbar, und wenn auch von Veranschaulichungsmitteln der Geländeformen abgesehen wird, so werden dieselben doch durch die Isohypsenziehung durchaus entsprechend wiedergegeben. Argonnen und Côtes lorraines, die Lothringer Oolithstufe, der Muschelkalkrand an der Saar, die Buntsandsteinrücken des nördlichen Wasgau und Schwarzwald, der Gneißsockel unter letzteren kommen ausdrucksvoll zur Geltung. Das Lichtgrün der Wiesen hebt ferner die ebenen Thalsohlen hervor, so daß man nirgends im Zweifel über die Art und das Ausmaß der Bodengestalt ist. Vom technischen Standpunkte ist bemerkenswert, daß auf vier der Blätter (die genannten ohne Solgne), welche bei H. Petters hergestellt sind, die Schrift gestanzt ist. Hoffentlich schreitet die Herausgabe des schönen Werkes rasch fort und beschert uns bald mit Alpenblättern.

Ravenstein's Karte der Ostalpen, bearbeitet unter Mitwirkung des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, liefert eine große und einheitliche Übersicht über das ganze Gebirge zwischen Hinterrhein und Wien, München und Padua auf 9 Blatt im Maßstabe von 1:250000. Sie verzichtet auf die Wiedergabe der kleinen Gehängeformen und Unebenheiten vom Charakter der Moränenwälle usw., und beschränkt sich auf die Darstellung der großen Berggruppen. Dieser Aufgabe wird sie als Höhengichtenkarte in vorzüglicher Weise gerecht. Sie hat Höhenstufen von 250 m Höhe, die bis 2500 m um so dunkler braun koloriert sind, je höher sie liegen. Die höheren Stufen sind grau und werden mit zunehmender Höhe mehr blau. In

dieser Abstufung der Höhen sind die Gletscher und Ebenen nicht mit einbezogen, erstere sind weiß gelassen und zart blau schattiert, letztere sind ohne Rücksicht auf ihre Meereshöhe grün. Dadurch wird das Kartenbild belebt und erhält eine Verstärkung seiner Plastik, es leuchten aus ihm sowohl die schneeigen Grate wie die grünen Thalsohlen hervor. Überdies sind felsige Gebiete durch schwarze Zeichnung gekennzeichnet. Das Flufsnetz ist blau, Wege und Beschreibung schwarz; letztere reich und fein gehalten, aber überall gut lesbar, sie enthält viele Höhenzahlen. Die Sauberkeit ihrer Ausführung und die Verlässlichkeit ihres Inhalts macht die Karte dem Wanderer im Gebirge und dem Geographen beim Studium gleich wertvoll. Sie hat mir bei der allgemeinen Orientierung im Gebirge und über dasselbe die besten Dienste geleistet.

Ravenstein's 2 blättrige „Übersichtskarte der Ostalpen“ 1 : 500 000, herausgegeben vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein und dessen Zeitschrift 1891 und 1892 beigelegt, ist eine Reduktion der eben besprochenen Karte, sie hat jedoch bis 500 m Höhe Isohypsen von 100 zu 100 m, und darüber erst von 250 zu 250 m, jedoch wird das braune Kolorit nur in Stufen von 500 zu 500 m mit zunehmender Höhe dunkler. Die Gletscher sind wiederum weiß gelassen und blau schattiert, aber die Ebenen sind mit in das Kolorit der Höhenstufen einbezogen. Das Kartenbild ist ziemlich monoton braun und wird durch die Verstärkung der 1000 m Isohypsen, welche diese plump und zu auffällig macht, kein angenehm abgestuftes. Bei gleich zart ausgeführter Beschreibung und aller Exaktheit ihres Inhaltes steht die Karte daher ihrem Originale 1 : 250 000 an Wirkung erheblich nach.

Die erstgenannte Karte Ravenstein's hat weitere Kreise mit der Höhenschichtendarstellung des Gebirges vertraut gemacht. Wir haben eine solche auch in Payne's Karte von Tirol und Vorarlberg von Gerster gezeichnet (Leipzig 1893) 1 : 400 000 erhalten. Sie hat grünes Kolorit für die Höhenstufen von 0—750, 750—1000 m, braunes für die von 1000—1500, 1500—2000, 2000—2500 m. Höhere Partien sind weiß gelassen. Sie giebt in grober Ausführung eine übersichtliche Orientierung. Ihr ist kürzlich, bald nach dem Erscheinen von Ravenstein's Karte der Schweizer Alpen in gleicher Ausführung ein Seitenstück in einer Karte der Schweiz, gleichfalls 1 : 400 000 gefolgt. Brunn's „Spezialkarte von Oberbayern nördlich bis Aichach mit den angrenzenden österreichischen Kronländern Nordtirol und Salzburg“ 1 : 250 000 ist gleichfalls eine reine Isohypsenkarte (unter 400 m grau, 400—500, 500—600 m grün, 600—700—800—900—1200—1500—2000—2500 und über 2500 m braun mit zunehmender Tiefe). Sie gewährt ein deutliches, gut lesbares Bild, erhält aber wie Payne's Karten durch große Generalisierung in der Isohypsenziehung ein unnatürliches Aussehen.

Die Reise- und Wanderkarte für das Salzkammergut, Salzburg und Osttirol 1 : 250 000, bearbeitet von G. Freytag und H. Hess (Wien 1889) schließt sich in Bezug auf die Situation mehrfach eng an Ravenstein's Karte gleichen Maßstabs an, jedoch ist ihre Geländedarstellung: braune Schraffen nach schräger Beleuchtung originell, wenn auch nicht immer genau. Sie stellt z. B. die sanft gewellten Flyschberge Oberösterreichs wie Hochgebirgs-

grate dar. Durch die Eintragung von Anstiegsrouten wird sie für den Gebrauch von Bergwanderern geeignet. Freytag's Reise- und Wanderkarte von Tirol, Vorarlberg und den angrenzenden Teilen von Bayern, Schweiz und Italien 1 : 350 000 (Wien, Freytag und Berndt) hat gleiche Bestimmung und ähnliche Ausführung. Galli, Carte corografiche delle Alpi e Prealpi 1 : 200 000 (Mailand, Artaria) bringt auf drei Blättern die Südseite der Alpen im Osten von Verona zur Darstellung, und zwar einfarbig schwarz. Die Schraffierung ist in starken Strichen nach einseitiger Beleuchtung durchgeführt, auch sonst ist die Ausführung kräftig, aber nicht ungefällig.

Einen wesentlich anderen Eindruck gewährt R. Leuzinger's Reliefkarte von Tirol, Südbayern und Salzburg nebst den angrenzenden Gebieten 1 : 500 000 (Augsburg Lampart 1890). Sie deckt sich teilweise mit seiner früher erwähnten Reliefkarte von Südbayern und Nordtirol und setzt sie nach Süden hin bis zu dem Gardasee fort. In ihrer Geländedarstellung schließt sie sich der Reliefkarte der Schweiz genau an. Ihre schriftarme physikalisch-geographische Ausgabe giebt ein vorzügliches Bild vom Wechsel von Berg und Thal und erzielt eine gute Charakteristik der einzelnen Alpengruppen. Hoch- und Mittelgebirgsformen, parallele, niedrige und strahlige Gliederungen treten klar entgegen, aber man sieht nur die Höhenunterschiede, während Ravenstein die absoluten Höhen hervortreten läßt. Auch die Plateaus sind nicht hinreichend charakterisiert. Auf der zweiten Ausgabe als allgemeiner Reisekarte aber kommt der vorteilhafte Eindruck der Leuzinger'schen Karte wegen der dichteren Beschreibung und der Wiedergabe des Wegnetzes nicht zur Geltung.

In seiner Übersichtskarte von Mittel-Europa im Maßstabe von 1 : 750 000 hat das k. u. k. militärgeographische Institut ein großes Kartenwerk geliefert, das auf sieben Blättern (A westl. 3 u. 4, A 3 u. 4, B 3 u. 4, C 3) die ganzen Alpen mit Schraffen nach Lehmann'scher Manier zur Darstellung bringt. Dies Kartenwerk hat den gleichen Maßstab, wie die Karte von Südbayern, Tirol und Salzburg in Andree's Handatlas, welche das Gelände nach schräger Beleuchtung schraffiert. Ein Vergleich beider gewährt einen Einblick in die Leistungsfähigkeit der beiden angewandten Arten der Geländedarstellung. Dabei muß hervorgekehrt werden, daß die Karte in Andree's Handatlas bei weitem weniger fein schraffiert und sehr viel stärker beschrieben ist. Gleichwohl vermittelt sie einen richtigeren Eindruck von den Hauptzügen der Oberflächengestaltung als das österreichische Kartenwerk. Dies führt sich in erster Linie auf die hier angenommene senkrechte Beleuchtung zurück. Um die Hochgebirgsgrate hervortreten zu lassen, mußten überall an Stelle der Firste Flächen weiß gelassen werden, die mit ihren Verästelungen übermächtig auffallen und auf den ersten Blick wie Thäler aussehen, da das Auf und Ab der Kämme nicht zum Ausdrucke gebracht werden konnte. Auch übertrug der Zeichner diese Darstellungsweise manchmal auf die Kalkplateaus; das Steinerne Meer z. B. ist wie ein Tauernkamm wiedergegeben. Er hielt sich ferner bei der Schraffierung zu sehr an die Flußläufe und brachte daher den dazwischen gelegenen Gebirgsabfall manchmal nicht gebührend zur Geltung, so z. B. nicht den nördlichen Alpenrand in Niederösterreich, den die Karte von Nieder- und Oberösterreich, Steiermark, Kärnten, Krain und Küstenland

1:1000000 in Andree's Handatlas recht gelungen zeigt. In Steiermark endlich erscheint das Hügelland östlich Graz wie nicht selten auch sonst als ein Ausläufer der Alpen. Auch die Beschreibung der Karte mit Höhenzahlen trägt nicht immer den geographischen Verhältnissen Rechnung. Es sind wohl konsequent die höchsten in die Triangulation einbezogenen Punkte jeder Gruppe eingetragen, aber die höchsten Erhebungen nur dann, wenn sie mit solchen Punkten zusammenfallen. Es fehlen daher Olperer im Zillertal, die Ellmauer Halt-Spitze im Kaiser und die Parseyer-Spitze, der höchste Gipfel der nördlichen Kalkalpen, trägt die Höhenzahl eines niedrigeren Nebengipfels¹⁾. Ein ganz ander Bild zeigt die auf gleichem Gerippe und derselben Beschreibung ausgeführte Höhenschichtenkarte desselben Maßstabes von Österreich-Ungarn, die allerdings nur die Ostalpen umfassen wird. Die beiden vorliegenden Gebirgsblätter (B 3 Laibach, C 3 Wien) zeigen die Erhebungsverhältnisse und die Gliederung der Alpen östlich der Brennerlinie vortrefflich. Es sind die Höhenstufen von 0—150, 150—300, 300—500, 500—700, 700—1000, 1000—1300, 1300—1600, 1600—1900, 1900—2300 durch dunkler werdende braune Töne, die von 2300—2600, von 2600—2900 durch lichter werdende rote wiedergegeben, die höheren sind weiß gelassen. Die Thalsohlen unter 150 m sind lichtgrün, die höheren dunkelgrün. Diese Farbenwahl trägt den Höhengürteln des Gebirges Rechnung; weiß ist, was im allgemeinen über der Schneegrenze liegt, rosa die höhere Alpenregion, dunkelbraun im großen und ganzen der Waldgürtel. Dies setzt über die etwas aufsergewöhnliche Art der Abgrenzung der Höhenstufen hinweg, und macht die Karte für physikalisch-geographische Studien verwendbar. Das erzielte Kartenbild ist deutlich, klar und weit übersichtlicher als das der entsprechenden Schraffenkarte. Dies lehrt, dafs beim Maßstabe von 1:750000 die Hochgebirgsdarstellung nach senkrechter Beleuchtung nicht mehr erfolgreich gelingt. Gleiches erweist ein Kärtchen von Tirol und den angrenzenden Ländern von H. Petters 1:850000, welches das Gelände nach senkrechter Beleuchtung geschummert darstellt. Dasselbe technische Verfahren, welches der Isohypsenkarte des Alpenvereins vom Karwendelgebirge zu einer so ausdrucksvollen Wirkung verhilft, führt hier zu einem schwerfälligen Bilde; eine Ausdehnung der Karte auf den Ostflügel der Ostalpen, die in H. Petters' „Karte der Alpen vom Bodensee bis Wien und von München bis Verona 1:850000“ (Augsburg, Lampart) vorliegt, ist durch ihre oberflächliche Behandlung des Geländes östlich von Tirol unverständlich. Dagegen giebt die 6blättrige Karte „die österreichisch-ungarische Monarchie mit dem Okkupationsgebiete Bosnien und Hercegovina“ 1888 (bis 1896 in Evidenz gehalten) im Maßstabe von 1:900000 mit Höhenschichten von 0—200, 200—500, 500—1000, 1000—1500 und 1500—2000 m

1) Ähnliche Bedenken äußerte bereits C. Vogel *Peterm. Mitt.* 1887 S. 15. Sie sind durch eine Erwiderung (ebenda S. 116) nicht entkräftet worden. Die Übersichtskarte von Mitteleuropa soll nunmehr durch eine solche von Europa im gleichen Maßstabe in Albers'scher Projektion ersetzt werden, deren Sektionen durch Meridiane im Abstände von 4° und Parallele in einem solchen von 3° begrenzt werden. Ein jedes Blatt der neuen Karte wird also 12 Blatt der Generalkarte 1:200000 und 96 Blatt der Spezialkarte 1:75000 umfassen.

in braunen Tönen von zunehmender Tiefe, von 2000—2200 m rötlich und über 2500 m weiß, Ebenen ohne Unterschied der Höhe grün, auf 2 Blättern die österreichischen Alpenländer bis zu den Reichsgrenzen bei ziemlich stark generalisierter Isohypsenzeichnung ansprechend wieder.

7. Die französischen Karten.¹⁾

Das große Spezialkartenwerk Frankreichs, die Carte de France 1:80000 ist erst im Jahre 1880 vollendet worden. Seine zuletzt, seit 1870 erschienenen Blätter betreffen teils die Insel Corsica, teils die Alpen und zwar hier sowohl die 1859 zu Frankreich gekommenen Gebiete von Savoyen und Nizza, als auch größere Teile der Départements Hautes Alpes und Basses Alpes. Wir haben daher bei unserer Betrachtung der neueren, in den letzten 25—30 Jahren erschienenen Alpenkarten auch ein Werk zu würdigen, dessen Planlegung in den Beginn des nunmehr zu Ende gegangenen Jahrhunderts zurückreicht, und das in vieler Hinsicht vorbildlich gewesen ist für die neuere Kartographie. Über seine Entstehung und Ausführung gewährt uns das kürzlich erschienene monumentale Werk des Chefs der kartographischen Abteilung des Service géographique de l'armée française, des Obersten Berthaut, betitelt: La Carte de France²⁾, eine Fülle wertvoller Aufschlüsse. Es teilt uns, begleitet von ausgezeichneten Kommentaren, das Wesentliche aus den Protokollen der zahlreichen Kommissionen, die über die Karte beraten haben, und die Vorschriften mit, nach denen sie ausgeführt wurde; es schildert uns die bei ihrer Aufnahme verwendeten Instrumente und macht uns mit der Art ihrer Herstellung bekannt. Nicht bloß das, was früher aus einzelnen Abhandlungen³⁾ mühsam zusammengelesen werden mußte, haben wir nunmehr in übersichtlicher Weise zusammengefaßt vor uns, sondern es werden uns vor allem auch zahlreiche bisher unveröffentlicht gebliebene Akten zugänglich gemacht, und neben Ausschnitten der veröffentlichten Karten werden uns solche von Originalzeichnungen wiedergegeben, so daß Verständnis und Würdigung der Karte nunmehr wesentlich erleichtert sind.

Ihre Planlegung reicht in die Zeit des ersten Napoleon zurück, die allerdings für die Kartographie der an Frankreich angrenzenden Länder, wie Schwabens, Bayerns und der Rheinlande, fruchtbarer gewesen ist als für Frankreich selbst. Aber eine 1802 zusammengetretene Kommission hat bereits den großen Gedanken einer Karte von Frankreich 1:50000 gefaßt, welcher während der Zeit der Restauration wieder aufgegriffen wurde. 1817 wurden drei Kommissionen eingesetzt; eine Commission royale de la carte de France, in welcher die verschiedenen Zweige der Verwaltung und das Institut vertreten waren, eine Commission du Dépôt de la Guerre, sowie endlich ein

1) Catalogue des cartes, plans et autres ouvrages publiés par le service géographique de l'armée. Paris, Baudoin 1895.

2) 2 Bde. 4°. XVIII, 341 u. 585 S. Paris 1898. Vergl. Bigourdan. La Carte de France. Annales de géographie. VIII. 1899. S. 427—437.

3) B. Dallet. Construction d'une carte. Annales de géographie. II. 1892/93. p. 11. P. Moëssard. La Topographie. Paris, o. J. (Encyclopédie scientifique des aide-mémoires).

Comité du Dépôt de la Guerre. Die Commission royale erstrebte unter dem Vorsitze von Laplace eine topographische Karte, welche für alle öffentlichen Zwecke geeignet ist, und im Verein mit der Katasteraufnahme ausgeführt werden solle; sie kam auf den Maßstab 1:50000 zurück; im Comité du Dépôt de la guerre wurde der Plan eine Militärkarte, die im Maßstabe 1:80000 veröffentlicht werden sollte, gefaßt. Er ist es, der zur Ausführung gelangt ist, und zwar in der Weise, daß man vom ursprünglich geplanten Maßstabe der Originalaufnahmen 1:10000 zunächst auf 1:20000, dann 1:40000 zurückgegangen ist. Die geplante Einbeziehung der Katasteraufnahme in die Kartenaufnahme erwies sich als undurchführbar, man mußte sich beschränken, die Katasterkarten, die keineswegs immer richtig orientiert und im gleichen Maßstabe gehalten sind, einzupassen in das Netz der großen trigonometrischen Operationen. Nur diese letzteren sind ganz in dem Umfang ausgeführt worden, wie es Laplace als nötig bezeichnet hat. Die Carte de France beruht auf einer vorzüglichen geodätischen Grundlage und ist durch dieselbe ausgezeichnet vor einigen anderen Werken, welche gleich ihr als Militärkarten zu gelten haben, und als solche mehr eine ausdrucksvolle als unbedingt im einzelnen verlässliche Darstellung erstreben.

Eine solche konnte die Carte de France schon deswegen nicht erreichen, weil sie im einzelnen auf den Arbeiten des Katasters fußte, die nicht an das große trigonometrische Netz angeschlossen waren, dann aber auch, weil den einzelnen Mappeuren eine zu große Arbeit zugewiesen war. Nachdem man zu den Originalaufnahmen (Minutes) im Maßstabe 1:40000 übergegangen war, sollten sie im gewöhnlichen Gelände im Jahre $\frac{1}{6}$ eines der großen Blätter der Karte von 2560 qkm, also über 420 qkm aufnehmen, im Mittelgebirge 320 qkm, im Hochgebirge 256 qkm. Dabei war die Ausrüstung der Topographen mit einem Boussoleninstrument durchaus nicht hinreichend, und auch die Vorschriften über die Geländeaufnahme gewannen erst allmählich ein festeres Gepräge. Aber man war sich von vornherein klar über die bedeutungsvollen Linien des Geländes.

Bereits die Kommission des Jahres 1802 stand auf dem Boden der Anschauung, daß die Linien des größten Gefalles ungemein wichtig zur Charakteristik der Bodengestalt waren, und empfahl sie zu deren Wiedergabe. Man trug ferner bereits der Theorie von Dupuis de Torcy und Brisson Rechnung, derzufolge diese Gefällslinien senkrecht auf den Schichtlinien verlaufen, konnte sich aber nicht entschließen, die letzteren gleichfalls in die Karte aufzunehmen. Es geschah jedoch später, als diese in Angriff genommen wurde. Die Minutes 1:10000 wurden schraffiert, aber die Schraffen brechen jeweils an den im Abstände von 5 m gezogen gewesenen Schichtlinien ab, so daß man diese durch die Karte leicht hindurch verfolgen kann; ein Teil der Minutes 1:20000, nämlich alle 1828—1831 ausgeführten, liegen nur mit Isohypsen von 5 zu 5 m vor und bei den anderen sind letztere durch die Enden der Schraffen deutlich gekennzeichnet. Endlich sind von den Aufnahmeblättern 1:40000, die in Reinzeichnung lediglich schraffiert sind, Pausen mit den Schichtlinien von 10 zu 10 m angefertigt. Die Karte von Frankreich 1:80000 beruht somit allenthalben auf hypsometrischen

Aufnahmen, und ihre Geländedarstellung steht in inniger Abhängigkeit von den Schichtlinien. Aber die Schichtlinien in den Originalaufnahmen sind in ihr nicht wiedergegeben. Sie ist lediglich Schraffenkarte. Doch existiert für geringe Böschungen eine enge Beziehung zwischen den Kurven und Schraffen: Man zeichnete nämlich letztere nur zwischen den ihrer Konstruktion zu Grunde liegenden Schichtlinien von 20 m Vertikalabstand, sparte letztere also aus, und machte den Abstand der Schraffen gleich ein Viertel ihrer dadurch bestimmten Länge; man könnte daher aus der Dichte der Schraffen auf die Steilheit des Geländes schließen, falls die in Kupfer gestochenen Blätter 1:80 000 dieses einfache System der Geländedarstellung konsequent hätten durchführen können.

Bereits beim Entwurfe der Minutes zeigte es sich, daß die erhaltenen Kartenbilder der Plastik entbehrten, und 1828 beschloß die topographische Kommission, welche die Ausführung der Karte zu überwachen hatte, eine wesentliche Ergänzung des Gesetzes über den Schraffenabstand (loi d'un quart). Sobald der Horizontalabstand zweier aufeinanderfolgender Schichtlinien unter 2 mm werde, sollte an Stelle jenes Gesetzes das der Schraffenverstärkung treten, und zwar sollte letztere proportional der Steilheit des Gefälles zunehmen (Berthaut I, 311). Nach dieser Skala nahm die Schattierung mit dem Quadrate der Böschung zu, darnach ward sie für das Flachland zu gering, für das Hochgebirge zu stark; Bonne entwarf daher neue Skalen, in einer ersten ließ er die Schattierung mit dem ganzen Sinus, in der zweiten mit $\frac{5}{7}$ des Sinus des Neigungswinkels zunehmen. Beide Skalen ließen die Plastik des Flachlandes nicht hervortreten, sie wurden 1853 ersetzt durch eine neue des Kommandanten Hossard. Nach ihm ist die Schattierung proportional dem anderthalbfachen Betrage des Gefälles ($\sigma = 1.5 \operatorname{tg} \alpha$). Der Abstand der Schraffen voneinander (a), welcher früher gleich $\frac{1}{4}$ der Horizontalentfernung (e) der Isohypsen gesetzt worden war, wurde von ihm nunmehr proportional der Quadratwurzel aus demselben angenommen ($a = \sqrt{\frac{e}{9}} + 0.16 \text{ mm}$). So änderte

sich denn während der Aufnahme der Karte die angewandte Schraffenskala mehrfach, und eine Instruktion vom 15. März 1851 empfahl den Offizieren, im Hochgebirge um einen Grad in allen Abteilungen der Schraffenskala herabzugehen. Dazu kam, daß man den Vorlagen für den Stecher vielfach mit dem Pinsel einen gleichmäßigen Ton zu geben suchte, „wodurch mehr Effekt erreicht wird, allerdings auf Kosten der Genauigkeit“¹⁾.

Der Grund für alle diese Maßnahmen liegt in erster Linie darin, daß man sich bei Planlegung der Karte nicht über die zu wählende Art der Geländeanschaulichung hatte einigen können. Die Kommission von 1802 hatte sich für Schattierung nach schräger Beleuchtung ausgesprochen, jedoch unter Weglassung aller Schlagschatten. Dies System wurde vom Dépôt de la guerre, der polytechnischen Schule und der Schule von St. Cyr angenommen, wogegen die Artillerie- und Genieschule in Metz für die senkrechte Beleuchtung

1) Brief von Huc, citiert in „Die Schweizerische Landesvermessung 1832—1864“. 1896. S. 142.

eintrat (Berthaut, I, 144). Sie brachte 1817 ihren Standpunkt gegenüber der königlichen Kommission für die Karte energisch zur Geltung, und in der durch sie angeregten Diskussion sind durch ihren Kommandanten, Baron Berge, sowie durch Bonne die Momente, welche für die senkrechte Beleuchtung sprechen, eingehend dargelegt worden, während der Ingenieur-Geograph Puissant für die Vorteile der schrägen eintrat. Diese Diskussion führte nicht zu einer Einigung der gegnerischen Parteien, obwohl sie eine Menge wichtiger Gesichtspunkte zu Tage förderte; namentlich trifft eine Denkschrift Bonnes das Wesen der Sache, indem er ausführt, daß dort, wo Schichtlinien das Gelände geometrisch festlegen, die Wahl der Beleuchtung eine einigermaßen gleichgültige Sache wird, während sonst die senkrechte Beleuchtung mehr den kleinen, die Schräge mehr den großen Formen gerecht wird. Die erstere Erwägung ist für die Aufnahmeblätter der französischen Karte maßgebend geworden. Man wollte in ihnen eine streng geometrische Wiedergabe des Geländes erzielen, und sah von vornherein davon ab, sie durch eine Schattierung zu unterstützen. Für Karten eines Maßstabes von mehr als 1 : 10 000 hielt man die Schichtlinien für hinreichend zur Charakteristik der Formen, bei kleineren Maßstäben bis zu 1 : 100 000 glaubte man mit einer Verstärkung der Wirkung der Kurven auskommen zu können, und ersetzte sie durch viermal enger stehende Schraffen, wodurch dieselbe Abtönung, jedoch in verstärktem Maße erzielt wurde. Aber dies Prinzip war nicht praktisch durchführbar; unwillkürlich zeichneten die Topographen die Schraffen auf steilem Gelände stärker als auf sanftem und führten so tatsächlich die senkrechte Beleuchtung in das Kartenbild ein.

Man erkennt, wie verschieden von der deutschen, durch Lehmann begründeten sich die französische Geländedarstellung entwickelt hat. Lehmann legte gleich den Franzosen Gewicht auf die Wiedergabe der Linien größten Gefälles, und erzielte seine plastischen Kartenbilder, indem er diese Linien gesetzmäßig entsprechend der Böschung verstärkte. Seine Darstellung ist im wesentlichen eine klinometrische. Die Franzosen aber brauchten die Linien größten Gefälles lediglich zur Ausfüllung der zwischen den Schichtlinien gelegenen Flächen. Je mehr sie von den ursprünglichen großen Plänen abgingen und auf den weit bescheideneren einer bloßen Militärkarte kleineren Maßstabes sich beschränkten, desto mehr schalteten sie die Isohypsen aus der Karte aus und kamen zur Annahme von Schraffenskalen, die nicht, wie bei Lehmann, von vornherein nach bestimmten Grundsätzen aufgebaut waren, sondern sich sozusagen experimentell ergaben. Indem sie aber dabei streng daran festhielten, die Schraffen jeweils an den Isohypsen enden zu lassen, bewahrten sie die Möglichkeit, Höhenunterschiede direkt, und damit indirekt auch die Böschungen aus der Karte zu entnehmen. Ihre Darstellung ist im wesentlichen eine hypsometrische. Beide Methoden der Geländeschraffierung haben sich, wie es scheint, völlig unabhängig voneinander entwickelt. In den verschiedenen Protokollen und Denkschriften, welche Berthaut mitteilt oder abdruckt, findet sich nicht der leiseste Hinweis auf die Lehmannsche Skala; und wenn bei den Beratungen der ersten Kommission des Jahres 1802, also drei Jahre nach dem Erscheinen von Lehmanns anonymer Schrift, schon erwähnt wird, daß man die Steilheit des Geländes durch die Stärke der

Schraffen ausdrücken könnte, so muß man daraus nicht schließen, daß man die von Lehmann ausgesprochenen Prinzipien schon in Frankreich kannte. Es waren die Gefällslinien hier bereits von den Topographen (ebenso wie die Schichtlinien von den Genieoffizieren) in Anwendung gebracht worden, weswegen nicht unwahrscheinlich ist, daß sich hier die Lehmannschen Gesichtspunkte von selbst aufgedrängt haben, wie umgekehrt die Ideen, welche in Deutschland 1820 Carl Louis¹⁾ selbständig entwickelte, nämlich die Länge der Schraffen jeweils gleich der Entfernung zweier Isohypsen zu machen, bereits 1818 von der Commission du Dépôt de la Guerre als die an der Schule der Ingenieur-Geographen gelehrt Methode für die Geländedarstellung der französischen Aufnahme in Vorschlag gebracht worden war.

In der Umgebung von Paris begonnen, hat die Carte de France 1 : 80 000 zunächst nur Flachland wiederzugeben gehabt, und dieses ist von unverkennbarem Einfluß auf das gewählte System der Geländedarstellung gewesen. Für das Hochgebirge der Alpen liefert es ebenso, wie das der Karte des Deutschen Reiches, zu dunkle Bilder, und diese beschränken sich lediglich auf das französische Gebiet. In Bezug auf plastische Wirkung stehen die zuletzt erschienenen Karten den älteren erheblich voran. Man nehme das 1844 erschienene Blatt Chambéry und das angrenzende, 1875 dazu gekommene Albertville, man vergleiche das ältere Blatt Grenoble (1852) mit dem anstoßenden neueren St. Jean de Maurienne (1876), und man wird gewahr werden, wie eine steife Geländedarstellung durch eine viel schmiegsamere ersetzt ist, welche dem mannigfaltigen Charakter des Gebirges weit mehr gerecht wird; aber auch sie bringt ihn nicht vollauf zur Geltung. Das Geländebild wirkt auch auf den neuesten Blättern unruhig. Teilweise führt sich dies darauf zurück, daß in der Gipfelregion weiße Streifen für die Grate des Hochgebirges, daß auf den Gehängen weiße Flächen für die Rückfallkuppen ausgespart sind, welche sich grell aus den dunkel schraffierten Flächen hervorheben, daß ferner die Mittelgebirgskämme zu sehr wie Raupen gezeichnet sind. Fast mehr noch aber als diese durch die gewählte Methode bedingten Züge stören die inneren Ungleichheiten die Harmonie des Kartenbildes. Die einzelnen Aufnahmegebiete sind vielfach nicht einheitlich behandelt und heben sich im Rahmen eines Kartenblattes deutlich voneinander ab. So erscheinen mitten im Blatte Albertville (169 bis) zwischen Beaufort und Moustiers zahllose Runsen, während man sie ringsum nicht angegeben findet; sie beschränken sich auf das Aufnahmegebiet des Hauptmannes Chalangui. Eine ähnliche ins Einzelne gehende Darstellung finden wir auf dem Blatte Briançon in der Gegend von Guillestre, während sonst auf dem Blatte die Berghänge in großen Zügen wiedergegeben sind. Auf dem Blatte Nizza ist ein Viereck um Grasse viel eingehender und plastischer dargestellt, als die Gegend ringsum, es kennzeichnet sich als das Aufnahmegebiet des Kommandanten Tesson.

Diese Ungleichheit in der Behandlung erstreckt sich auch auf das Gewässernetz. Seine Darstellung bietet in den französischen Alpen wegen des

1) Anleitung zur Situations-Bergzeichnung, O. J. u. ö. O. (München 1820).

torrentartigen Charakters ihrer Flüsse größere Schwierigkeit als gewöhnlich: man hat in vielen Tälern breite Schotterflächen, in welchen die Gerinne ihren Lauf häufig ändern. Ihre genaue Aufnahme hat daher nur temporäre Bedeutung und mag, da in der Regel ein Jahrzehnt zwischen Aufnahme und Veröffentlichung eines Blattes verstrich, als unwichtig angesehen worden sein. Aber es ist gewiß unrichtig, und widerspricht auch den Vorschriften für die Aufnahme der Karte, wenn die ganze breite Schotterfläche als Fluß dargestellt wird. Auf den Blättern Vizille, Le Buis, Digne und Castellane werden Drac, Eygues und Bléone als Wasserspiegel von einigen hundert Meter Breite verzeichnet, während andere Flüsse von ganz gleichem Charakter, wie der Buech und die Durance oberhalb Sisteron, wie der Var ob Nizza richtig als verwildert mit ihren einzelnen Armen wiedergegeben werden¹⁾. Wie sehr jene Darstellung der Schotterflächen irreleitet, lehren unsere Atlanten. Vogels vorzügliche 4 Blatt-Karte von Frankreich in Stiellers Handatlas zeigt, verleitet durch Blatt Forcalquier der französischen Karte, die Durance zwischen den Mündungen der Bléone und Asse als ebenso breiten Strom wie die Rhone unterhalb Arles, während sie tatsächlich hier nur ebenso verwildert ist, wie weiter unterhalb und oberhalb von Vogel nach anderen Blättern der französischen Karte richtig wiedergegeben wird. Die Karte der westlichen Alpenländer in Debes', die von Ostfrankreich in Andrees Handatlas haben im Tale des Drac oberhalb Grenoble einen langgedehnten See, denn wie ein solcher ist genannter Fluß auf Blatt Vizille, aber nicht darüber hinaus, angegeben.

Die Felszeichnung auf der Carte de France ist schematisch. Teils ist sie nach senkrechter Beleuchtung durchgeführt, teils nach schräger, z. B. Blatt Gap SW. In der Pelvouxgruppe (Blatt Briançon) ringt sie nach Ausdruck und hebt den Umfang des kristallinen Gebirges glücklich, wenn auch in einzelnen hart und maniert, hervor. Die Karstochfläche des Désert de Platé, welche seither durch E. Chaix²⁾ im Maßstabe 1:5000 aufgenommen worden ist, ist hingegen auf Blatt Ancey als solche durchaus nicht zu erkennen. Sehr häufig wechselt die Felsdarstellung an den Grenzen der Aufnahmegebiete zweier Mappeure. Was der eine noch als Böschung schraffierte, charakterisierte der andere als felsig. Man kann daher nicht sicher sein, auf einem noch als gangbar dargestellten Gelände der Carte de France steile Wände anzutreffen. Ich wurde dessen zuerst in den Pyrenäen gewahr. Fand ich doch am Abfalle des Pic d'Anténac unfern Bagnères de Luchon eine Reihe von Karen³⁾, welche auf Blatt Bagnères nicht einmal angedeutet waren. Bietet das Wandern im Hochgebirge bloß an der Hand der Carte

1) Möglicherweise haben sich die Topographen an die Katasteraufnahme gehalten, welche die Flüsse gewöhnlich zu breit macht, weil sie die un bebauten Kiesbänke zum Flusse stellt. Die Instruktion vom 15. März 1851 lenkt die Aufmerksamkeit besonders auf diesen Punkt (Berthaut I, 325).

2) Contribution à l'étude de lapiés. La Topographie du désert de Platé (Haute Savoie). Le Globe 34. 1895.

3) Vergl. Die Eiszeit in den Pyrenäen. Mitt. d. Ver. f. Erdk. Leipzig, 1883. S. 163 (214).

de France nicht nur manche Schwierigkeiten, sondern ist auch vielfach kaum möglich, so gewährt sie in den Tälern allenthalben gute und sichere Orientierung. Längs der Durance fand ich 1894 das Wegnetz durchweg gut evident erhalten. Hierauf wird namentlich neuerlich großes Gewicht gelegt. Berthaut bringt darüber viele lehrreiche Tatsachen, die wie gewöhnlich durch einige Tafeln erläutert werden. Wir erfahren von ihm, daß durch die topographischen Bureaus der Armeekorps fünf der Alpenblätter (Vizille, Briançon, Aiguilles, Gap und Larche) 1873—1890 vier, alle übrigen drei Revisionen auf dem Gelände erfahren haben, und daß sie alle seither neuerlich zwischen 1894 und 1898 durch den Service géographique revidiert worden sind. Dagegen hege ich Zweifel an der Richtigkeit so mancher Höhenzahl; die Rekonstruktion von Schotterterrassen an den Flüssen ist nach der Karte nur schwer möglich.

Die Carte de France ist nach Bonnescher Projektion in einer Ebene entworfen; das bringt mit sich, daß die Meridiane und Parallele nicht parallel den Blattgrenzen laufen. Speziell in den Alpen bilden sie mit denselben einen Winkel von $3-4^{\circ}$, was man bei der Orientierung im Felde stets beachten muß.

Das Format der Blätter ist dasselbe, welches für die geplante Karte 1 : 50 000 ins Auge gefaßt war und auch für den bayerischen topographischen Atlas gleichen Maßstabes angenommen ist, nämlich 50 : 80 cm, so daß jedes Blatt im Maßstabe 1 : 50 000 1000 qkm haben würde. Ursprünglich kamen die direkten Abdrücke von den Platten in den Handel, später solche von Umdrücken auf Zink, die vielfach nicht recht sauber ausgefallen waren. Seit 1889 hat man auf galvanoplastischem Wege neue Kupferplatten hergestellt, welche nach eingehenden Revisionen, namentlich in Bezug auf das Wegenetz, korrigiert worden sind. Sie umfassen nur je ein Viertel der alten Platten, liefern also weit handlichere Blätter, die auch im Überdrucke von Zink ein freundliches Aussehen haben. Das ist der Typus 1889 der Karte, welcher gegenwärtig ausschließlich in den Handel kommt, zu sehr mäßigem Preise (35 Ctms. das Viertel) und daher sehr viel gebraucht wird. Der durchschnittliche Absatz der Alpenblätter ist gegenwärtig etwa 1000 Abzüge von einem jeden im Jahre.

Von den französischen Alpen haben wir neben der einfarbigen, schraffierten Karte 1 : 80 000 auch eine zweite Karte desselben Maßstabes mit Schichtlinien, welche über die Grenzen Frankreichs hinüber, beinahe bis an die Poebene reicht, also fast die ganzen Alpen südlich vom Großen St. Bernhard umfaßt. Es ist dies die Carte de la frontière des Alpes. Sie wurde 1872 vom Oberst Saget begonnen, um, wie Berthaut berichtet, der öffentlichen Meinung entgegenzukommen, welche farbige Karten wünschte, und um gewissen kritischen Bemerkungen Rechnung zu tragen, welche über einige zu dunkel ausgefallene Hochgebirgsblätter der Carte de France gemacht worden waren. Die Karte umfaßt 58 Blatt (14 weitere des Übersichtsblattes sind unausgeführt geblieben), welche den Vierteln der Carte de France entsprechen. Nach letzterer sind Situation und Schrift durch Übertragen von Pausen gewonnen, die Schichtlinien im senkrechten Abstände von 20 m sind jenen

Vorlagen entnommen, welche für den Kupferstecher angefertigt worden waren, damit dieser auf der Carte de France die Schraffen streng gesetzmäßig nach den Schichtlinien ausführte. Diese Vorlagen wiederum beruhen direkt auf den Minutes.

Die Ausführung der Karte ist eine mehrfarbige. Die Gewässer sind blau, und da sie nach der Carte de France gepaust sind, so macht sich die oben erwähnte Darstellung breiter Schotterflächen als Flüsse besonders auffällig geltend. Da sieht man, wie in den wasserarmen Bergen der Gegend von Digne 60—80 m breite Flüsse nahe an den Wasserscheiden entspringen. Das Wegnetz ist schwarz, und zwar ursprünglich sehr kräftig; die als dicke schwarze Linien wiedergegebenen Wege untergeordneter Bedeutung sind viel augenfälliger, als die Hauptstraßen, welche in üblicher Weise durch zwei parallele Linien verzeichnet sind. Seit 1896 hat man es feiner ausgeführt und damit das Gelände mehr zur Geltung gebracht. Es wird durch graue oder graubraune Schichtlinien dargestellt, die im Bereiche der maniert behandelten Felsen aussetzen. Die von 80 zu 80 m sind leise verstärkt, was die Übersicht erleichtert; für das Auszählen der Isohypsen wäre aber eine Verstärkung der 100 m Linien mehr am Platze gewesen. In Italien sind sie nur, wie ausdrücklich angegeben, Gefühlslinien (*fictives*), in Frankreich genau (*régulières*). Auf den Minutes beruhend, geben sie uns eine Vorstellung von der Isohypsenziehung gelegentlich der Aufnahme der Carte de France.

Gegen ihre Exaktheit im einzelnen haben sich jüngst in Frankreich selbst mehrere Stimmen, namentlich die von Martel¹⁾ und Guébbard²⁾ erhoben. Ich kann die von ihnen gemachten Einwände nicht kontrollieren, muß aber gestehen, daß sie mich nicht überraschen, denn auch mir flößen die Isohypsen der Carte de la frontière des Alpes im großen und ganzen kein Vertrauen ein. Ihr Verlauf ist zum mindesten maniert. An den Talgehängen sieht man regelmäßig gekrümmte Bogen zwischen den Wasserrissen, wirkliche Höhenkurven; Ecken, die doch in der Wiedergabe eines scharfgratigen Gebirges eine große Rolle spielen sollten, fehlen fast allenthalben. Selbst unten nahe den Talsohlen, wo die Wildwässer auf Schuttkegeln fließen, krümmen sich die Schichtlinien nach ihrem Laufe einwärts, anstatt sich auswärts zu biegen. Vor allem aber fällt auf, daß sie an den Firsten des Gebirges manchmal weit auseinandertreten, um jene ebene Scheitelfläche zwischen sich zu lassen, welche die Carte de France zwischen den Schraffen des Bergabfalles systematisch einschaltet. Alles dies erweckt den Eindruck, daß wir es nicht mit genau aufgenommenen Höhenlinien, sondern mehr mit einer annähernden Darstellung von solchen zu tun haben; nach dem, was Berthaut mitteilt, kann in der Tat auch nichts anderes erwartet werden. In der Instruktion vom 15. März 1851 wird empfohlen, die Schichtlinien dermaßen zu konstruieren, daß man zwischen Wasserscheiden und Talwegen die Schnitte der Hauptschichten nach benachbarten Höhenzahlen mittels der auf-

1) Le Trayas. Ann. club alpin français. XXIV. 1897. S. 204.

2) Vergl. Die französische Generalstabkarte und ihre Irrtümer. Allgem. Militärzeitung. LXXIII. 1898. Nr. 97, S. 772.

genommenen Schraffen einschätzen solle. Zwischen so erhaltenen Hauptschichtenlinien von 40 zu 40 oder 80 zu 80 m könne man die anderen dann leicht verfolgen (Berthaut I, 328). In einer Instruktion vom 1. April 1864 heißt es dann ferner, daß in jenen Hochgebirgspartien, für welche keine Katasteraufnahmen vorliegen, man die Firste und Talsohlen festlegen solle, um dann die Oberflächengestalt im ganzen und einzelnen (*les formes générales du terrain et les accidents secondaires*) mehr oder weniger à la vue einzuzichnen (Berthaut II, S. 61). Dabei wird aber besonders eingeschärft, den Verlauf der Grenzen Frankreichs genau festzulegen, damit ein vollständiger Anschluß an die Karte des Nachbarstaates erreicht werde. Diese Aufgabe ist nicht vollständig gelöst worden; der Verlauf der französisch-italienischen Grenze zeigt im Gebiete südlich vom Mont Blanc auf den Karten beider Staaten nicht unbeträchtliche Abweichungen, und kommen die Meereshöhen der trigonometrischen Hauptpunkte einander auf 1—3 m nahe, so weichen die anderer Spitzen um ± 10 m, die einiger Sattelpunkte um ± 20 m voneinander ab.

Wie in den meisten Staaten ist man auch in Frankreich nach Vollendung des großen Spezialkartenwerkes an die Herausgabe der Originalaufnahmen gegangen. 1881 verfügte General Farre die Herstellung einer neuen Karte 1 : 50 000 mit Schichtlinien nach den alten, durch Revisionsarbeiten ergänzten Minutes. Es sind lediglich 75 Blätter vom Nordosten Frankreichs erschienen, dann wurde die Fortsetzung dieser „Carte d'essai“ eingestellt, nachdem sich gezeigt hatte, daß, wie Berthaut berichtet, die Schichtlinien der Minutes vielfach nur annähernd aufgenommen, manchmal aber lediglich nach den Schraffen gezogen seien. Die Alpen werden von jener Karte nicht erreicht. Wir haben von ihnen nur zwei Karten, die direkt auf den Minutes beruhen. Die 1865 erschienene Karte des „Massif du Mont Blanc“ 1 : 40 000 bezeichnet sich als einen Auszug aus den Minutes und die „Carte topographique du massif du Mont Pelvoux, esquisse mise en relief par M. Prudent 1 : 40 000 (Annuaire club alpin français 1874)“ verwertet sie direkt. Das Gelände ist auf ihr durch braune, auf Gletschern blaue Schichtlinien von 40 zu 40 m (auf dem Titel steht irrtümlich 10 zu 10 m) wiedergegeben; die Linien von 160 zu 160 m sind verstärkt. Darüber ist eine rotbraune, im Bereiche der Gletscher blaue Schummerung nach schräger Beleuchtung (von Nordwesten her) gebreitet. Das Felsgelände ist schematisch gezeichnet. Die Täler haben grünliches Kolorit; die Wege rot. Die Gesamtwirkung ist eine derbe, sie vermittelt weder den Eindruck von der Schärfe der Grate des Gebirges, noch den von Einzelheiten seiner Talscenerie. Die rundlich verlaufenden Isohypsen sehen aus, als ob sie im Zimmer nach ungenügender Geländedarstellung gezeichnet worden wären.

Das Schwergewicht der neueren offiziellen Kartographie in Frankreich liegt in der Verwertung der Carte de France 1 : 80 000 für andere Kartenwerke kleineren und selbst auch größeren Maßstabes. Zwei sind in früherer Zeit begonnen und stehen hinsichtlich ihrer Ausführung auf gleichem Boden wie ihr großes Vorbild. Bereits 1838 regte der General Pelet die Herausgabe einer strategischen Karte an, es ist die Carte de France 1 : 320 000,

welche 1852—1886 erschien. Jedes ihrer 33 Blätter hat die Größe eines solchen der achtzigtausendteiligen Karte und umfaßt das Gebiet von deren 16. Die Darstellung des Geländes geschieht durch Schraffen, doch sind diese noch weniger nach einer bestimmten Skala gehalten. Die Alpenblätter sind recht dunkel. Auch die sechsblättrige Carte de France 1 : 600 000 wurzelt in älterer Zeit, sie stellt die Fortsetzung einer bereits 1837 bearbeiteten Karte von Nordostfrankreich dar, welche in den siebziger Jahren auf den Osten, in den achtziger Jahren auf den Westen Frankreichs ausgedehnt wurde. Auch sie gibt das Gelände durch schwarze Schraffen wieder, die aber nur im Flachlande und Mittelgebirge nach senkrechter Beleuchtung ausgeführt sind; im Hochgebirge bringen sie auch Schatten nach schräger Beleuchtung zum Ausdrucke. Die Blätter Lyon (V) und Marseille (VI) umfassen die Westalpen bis zur Furka, sie suchen die einzelnen Gruppen des Gebirges zu individualisieren und die Pässe gut hervortreten zu lassen, dabei geht der Zusammenhang der Erhebungen verloren. Beide Blätter sind recht dunkel. Seit 1890 ist die Karte in mehrfarbiger Ausführung um eine Kolumne weiter nach Osten ausgedehnt worden. Die neuen Blätter sind geschummert, als Vorlage ihrer Geländedarstellung diente die Wiener Karte 1 : 750 000, also eine solche kleineren Maßstabes.

Alle anderen offiziellen Karten sind in den letzten 30 Jahren geschaffen und zwar durchweg in mehrfarbiger Ausführung; Schrift und in der Regel das Wegnetz schwarz, letzteres manchmal aber auch rot, Gewässer blau, Wald grün, Gelände braun oder graublau, in mannigfaltigster Ausführung in Schraffen, Schichten oder bloßer Schummerung. Durchweg sind Höhenangaben vorhanden, auf Gipfeln reichlicher als auf Pässen. Wir nennen folgende Werke, welche insgesamt für die Alpen vollendet sind:

La Carte de France 1 : 100 000. Sie wurde für den Service vicinal auf Befehl des Ministers des Innern hergestellt. Auf der Karte 1 : 80 000 beruhend, unterscheidet sie sich von derselben wesentlich durch Hinzufügung statistischer Daten und eine andere Darstellung der Wege, die nach ihrer administrativen Klassifikation und nicht nach ihrer Wegsamkeit durch rote Linien gezeichnet sind. Das Gelände ist nach schräger Beleuchtung geschummert. Einige Blätter gewähren ziemlich plastische Wirkung, andere sind verschwommen. Für eine strenge Wiedergabe der Formen reicht das Verfahren nicht aus.

La Carte de France 1 : 200 000 du Ministère des Travaux publics ist gleichfalls im wesentlichen eine Administrativkarte, welche zahlreiche wirtschaftlich wichtige Daten enthält, das Gelände aber nur in groben Umrissen durch Höhenschichten von 100 m und eine lichte Schummerung darstellt.

La Carte de France 1 : 200 000 du service géographique de l'armée ist als Seitenstück zur Carte d'essai 1 : 50 000 vom General Farre angeordnet und in ihrer ersten Ausgabe schon 1888 vollendet worden. In Maßstab und Zweck entspricht sie sowohl der Generalkarte des Wiener militärgeographischen Instituts als auch der Reymannschen Spezialkarte und ergänzt beide räumlich. Sie greift über die Grenzen Frankreichs hinaus und umfaßt die ganzen Alpen südlich vom Großen St. Bernhard. Im Prinzipie Schichten-

karte hat sie zart ausgeführte Isohypsen im senkrechten Abstände von anfänglich 20 m, dazu gesellt sich eine geschickt ausgeführte graublau oder braune Schummerung, die im Mittelgebirge senkrechter, im Hochgebirge schräger Beleuchtung entsprechend, der Karte zu guter plastischer Wirkung verhilft, die aber namentlich in ihren braunen Tönen auf den Blättern Grand St. Bernhard, Tignes, Larche, Nice die feinen Höhenlinien völlig schlägt, so daß das feste Gerippe der Geländedarstellung verloren geht. Dies hat 1896 dazu geführt, daß man als Normalabstand der Isohypsen 40 m festsetzte, nach Erfordernis werden punktierte Zwischenlinien im Abstände von 20 m eingeschaltet; alle 200 m werden die Kurven verstärkt, so daß sie besser hervortreten. In den großen Seen — mit Ausnahme des Thuner — sind teils nach Delebecques Atlas des lacs français, teils nach dem Schweizer Siegfriedatlas Tiefenlinien gezogen. Wegnetze und Ortschaften sind rot, Flußnetz blau, die Gletscher sind weiß gelassen, der Wald grün. Die Karte ist als Übersicht der Südwestalpen auch dem Geographen recht nützlich, ihr Wert würde aber noch größer sein, wenn sie namentlich auf Pässen reichlicher mit Höhenzahlen ausgestattet wäre. Fehlen doch solche auf dem Col de Larche, dem Col de Sestrières, dem Col de la Seigne und selbst auf dem Kleinen St. Bernhard.

La Carte de la Frontière des Alpes 1 : 320 000, die ganzen Südwestalpen umfassend, ist eine Reduktion der gleichnamigen Karte 1 : 80 000 in gleicher Darstellungsweise. Auch in ihr macht sich wenigstens in den älteren Blättern das Wegnetz zu schwer geltend, neuerlich ist es zarter dargestellt worden. Die Isohypsenzeichnung ist unnatürlich.

La Carte de France 1 : 500 000 wurde mitten im Krieg von 1870/71 geplant und 1871 im Dépôt des Fortifications begonnen; dann wurde sie 1886 vom Service géographique de l'armée übernommen und 1893 vollendet. Im Osten reicht sie bis zum St. Gotthard, und liefert deswegen fast von den gesamten Westalpen eine Darstellung, welche recht einheitlich ausgefallen ist. Es sind drei Ausgaben zu unterscheiden: 1) mit braunen Schraffen nach einseitiger Beleuchtung, 2) mit braunen Schichtlinien von 100 zu 100 m, die von 500 zu 500 m verstärkt sind, endlich 3) eine kombinierte Schichten- und Schraffenkarte. Die schraffierte Karte gibt ein gefälliges und richtiges Bild des Geländes; die Isohypsendarstellung ist zu stark generalisiert, und wird der Schroffheit des Hochgebirges nicht gerecht. Die braunen Kurven sind über die Gletscher hinweggeführt, die nicht als solche gekennzeichnet sind. Finsteraarhornmassiv und penninische Alpen erscheinen als wenig gegliederte Erhebungen von Mittelgebirgsart. Kombinierte Schichten- und Schraffenkarten sind mir für die Alpen nicht vorgelegen. Wichtig ist die Eintragung der Isobathen an den Küsten, sie zeigen an der Riviera das Untertauchen eines stark zertalten Gebirges. Die Beschreibung mit Höhenzahlen ist durchweg umsichtig und enthält auch die nötigen Daten für die Pässe. Die Wiedergabe des Gewässernetzes (blau) ist zart und vermeidet die übertrieben breiten Flußbetten der Carte de France 1 : 80 000, welche sowohl in die Karten 1 : 320 000 und 1 : 600 000 wie auch namentlich die militärische 1 : 200 000 übergegangen sind. Letztere läßt z. B. an der Westseite des

Dévoluy Flüsse von 200—300 m Breite entspringen, während auf der Ostseite nur unbedeutende Gerinne eingezeichnet sind. Die Schrift der Karte 1 : 500 000 ist klar, das Wegnetz schwarz angemessen, nicht zu aufdringlich. Nur passen die Farben gelegentlich nicht recht. Vom geographischen Standpunkte aus ist unsere Karte, vielfach auch die Prudentsche genannt, entschieden die beste von den verschiedenen neueren Übersichtskarten Frankreichs; bis Madrid ausgedehnt, liefert sie nicht bloß die größte einheitliche Darstellung der Pyrenäen, sondern auch ein vielfach neues Bild von Nordostspanien.

Es hat in Frankreich in den letzten 30 Jahren seitens der verschiedenen Staatsanstalten eine ungemein rührige Tätigkeit auf kartographischem Gebiete geherrscht. Wir haben für das weite Land eine wahre Fülle von Übersichtskarten für die verschiedensten Zwecke und in den verschiedensten Darstellungsweisen erhalten, welche fortwährende Verbesserungen erfahren haben, so daß es schwer hält — mir ist es bei verschiedenen Ankäufen nie gelungen — von ein und demselben Kartenwerke Blätter in derselben Ausführung zu bekommen. In jener Schaffenslust spiegelt sich der Wunsch, das Beste zu leisten, aber er hat sich bisher nur auf einem Boden betätigt, nämlich der Verwertung des reichen Inhaltes der Carte de France 1 : 80 000. In neuester Zeit werden sogar ihre zart gestochenen Blätter auf 1 : 50 000 vergrößert, um so dem Bedürfnisse nach leicht lesbaren Karten großen Maßstabes entgegenzukommen, und Berthaut berichtet, daß geplant ist, nach und nach diese Vergrößerungen verschiedenfarbig herausstellen, was den Vorteil leichter Evidenzhaltung bietet. Einen Ausschnitt aus einem solchen farbigen Blatte, ein Stück aus der Umgebung von Grenoble darstellend, teilt er mit; es wirkt durch sein rotes Wegnetz, sein blaues Gewässer, seinen grünen Wald und seine grauen, durch einen Ton um einen Schatten nach schräger Beleuchtung verstärkten Schraffen recht nett, aber es heißt doch wohl von der alten Karte 1 : 80 000 zu viel erwarten, wenn man sie mit allen ihren Mängeln vergrößert, und man könnte wohl nach solchen Unternehmungen betreffs Weiterentwicklung der französischen Topographie besorgt sein, wenn man nicht erführe, daß man im Service géographique de l'armée den Plan einer neuen auf neuen Aufnahmen beruhenden Karte Frankreichs ernstlich erwägt. Eine solche ist unbedingt nötig. Indem an Stelle der geplanten großen Karte Frankreichs 1 : 50 000 eine Militärkarte 1 : 80 000 geschaffen worden ist, ist an Stelle eines allen Bedürfnissen entsprechenden Werkes ein solches mit speziellem, kaum definierbarem Interesse getreten, das nicht jenen Grad von Verlässlichkeit besitzt, den man vom wissenschaftlichen Standpunkte aus verlangen muß. Es gibt ein schönes Zeugnis für den wissenschaftlichen Ernst, mit welchem man im Service géographique de l'armée arbeitet, daß man dort den groß angelegten Plan einer Carte de France 1 : 50 000 nach Aufnahmen 1 : 10 000 wieder in Beratung zieht. Berthaut teilt eine Reihe einschlägiger Vorarbeiten mit, und es scheint nur eine Geldfrage zu sein, das Werk zu schaffen. Möchte der Plan bei den maßgebenden Faktoren in Frankreich volle Würdigung finden, und das Land im 20. Jahrhundert die Karte erhalten, die am Beginn des 19. mit weitem Blicke erstrebt wurde.

Die Schaffensfreudigkeit auf kartographischem Gebiete erstreckt sich betreffs der französischen Alpen nicht auch auf weitere Kreise. Einer ähnlichen Pflege der Kartographie, wie sie der Schweizer Alpenklub und der deutsche und österreichische Alpenverein ausüben, begegnen wir in Frankreich nicht. Zwar hat der Club alpin français mit der oben besprochenen Karte der Pelvoux-Gruppe einen einschlägigen Anlauf genommen, aber es sind keine weiteren Schritte erfolgt. Man hat sich später begnügt, Ausschnitte aus der Carte de France zu bringen, oder bloße Orientierungskärtchen über den Kammverlauf (Kärtchen der Grandes Rousses und der Vanoise Annuaire II, 1875, La Chaîne des Écrins IX, 1882, La Meije XII, 1885), oder kleine Übersichtskärtchen, wie Marius Chesneaus Carte du massif du Mont Blanc (Ann. XVIII, 1891, S. 128). Erst in jüngster Zeit begegnen wir einem Versuche selbständiger Aufnahmen, wie sie uns G. A. Martel in seinem Aufsätze über Le Trayas bietet (Ann. XXIV, 1897, S. 204). Auch die Zahl der sonstigen Touristen- und Wanderkarten ist gering. Die Karte „Sallanches à Chamounix 1:80 000“ des Service géographique ist aus der Carte de France hervorgegangen, indem Situation und Schrift schwarz, Gewässer blau und Schraffen braun wiedergegeben wurden. Eine zweite Ausgabe stellt das Gelände durch braune Schichtenlinien dar. Guillemin und Läderich, Carte du Haut Dauphiné 1:50 000 war mir nicht zugänglich. Die Karte der Provence, welche Marcel Bertrands Studie über die Niedere Provence begleitet (Annales de géographie. 1898. VII. pl. 1), ist eine ziemlich bunte Höhenschichtenkarte, welche so koloriert ist, daß die Grenze zwischen Alpen und Provence recht augenfällig wird.

Die verdienstliche Carte de France 1:500 000 hat sichtlich die schöne große 6blättrige Karte von Frankreich 1:100 000 in Vivien de St. Martin's Atlas Universel beeinflußt. Diese ist ungemein zart und fein in Kupfer gestochen, das Gebirge ist ausdrucksvoll nach schräger Beleuchtung schraffiert, und trotz reichlicher Beschreibung ist die Karte nicht überladen. Sie enthält viele, verhältnismäßig groß gestochene Höhenangaben, die sich auf Gipfel, Pässe und Täler entsprechend verteilen. Blatt 4 reicht bis zum Gotthard nach Osten und südwärts bis zum Pelvoux, Blatt 6 von dort bis zum Meere. Die neue 6blättrige Karte von Frankreich gleichen Maßstabes in Andrees Handatlas (4. Aufl.) ist eine selbständige Arbeit. Sie stellt auf zwei Blättern (S. 79—82) die gesamten Westalpen westlich vom Matterhorn dar. Die Geländeschraffur ist kräftig gehalten nach einseitiger Beleuchtung, sie kommt neben der reichlichen Beschreibung und umsichtigen Ausstattung mit Höhenangaben gut zur Geltung.

8. Übersichtskarten über das ganze Gebirge¹⁾.

Die letzten 30 Jahre bezeichnen für die Kartographie der Alpen eine völlige Erneuerung des Originalmaterials. Frankreich hat sein großes Kar-

1) Seitdem der erste Artikel dieser Serie erschienen ist, ist sowohl die Literatur über den Gegenstand wie auch die Zahl der Alpenkarten angewachsen. Eugen Oberhummer hat einen Aufsatz über „die Entstehung der Alpenkarten“, Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins XXXII. 1901. S. 21 veröffentlicht, welcher die

tenwerk 1:80000 vollendet, und damit Ersatz für Raymonds ältere topographische Karte der Alpen 1:200 000 vom Jahre 1820 geschaffen. Die Schweiz hat ihrem Dufour-Atlas im Maßstabe 1:100 000 den Siegfried-älteren Karten behandelt; ein Jahr später hat er eine Artikelreihe: Die Entwicklung der Alpenkarten im 19. Jahrhundert mit dem ersten Teil: Bayern begonnen (Ebenda. XXXIII. 1902. S. 32), der durch Abdrücke von Kartenausschnitten illustriert ist.

General Karl Neureuther hat eine kurzgefaßte Geschichte des kgl. bayerischen topographischen Bureaus München anlässlich der Vollendung des ersten Jahrhunderts von dessen Bestand veröffentlicht, dabei das Hauptgewicht auf die Organisation des Bureaus legend (Das erste Jahrhundert des topographischen Bureaus des kgl. bayerischen Generalstabes München. 8°. 50 S. 1900.). Ein ungemein wichtiges und nützlichcs Werk hat A. Heller geschaffen (Die Herstellung der Karten im topographischen Bureau des k. b. Generalstabes. München 1900). Er zeigt durch eine Reihe von Karten, wie aus der Katasteraufnahme Positionsblätter, aus diesen die Blätter des topographischen Atlas und schließlich solche der Karte des Deutschen Reiches hervorgehen. Jeder Kartentypus ist durch ein Beispiel vertreten, außerdem sind die Karten beigelegt, die den Übergang von einem zum andern Typus technisch vermitteln. Das gewählte Beispiel, Gegend von Trauchgau und Murnau, gehört dem Abfalle der Alpen an. Von der Karte des Deutschen Reichs sind nunmehr die meisten Alpenblätter mit brauner Geländeschraffierung erschienen.

Zur Literatur über die Schweizer Karten habe ich einen Vortrag vom früheren Direktor des eidgenössischen topographischen Bureaus, Obersten J. J. Lochmann nachzutragen (La cartographie moderne en Suisse. Le Globe. Genève. XXXVI. 1897. Mémoires. S. 1), welcher namentlich Material zur Würdigung der Reliefkarten enthält. Auch sei auf den 1901 erschienenen Katalog Nr. 8 der Publikationen des eidgenössischen topographischen Bureaus verwiesen.

Über „Italiens Kartenwesen in geschichtlicher Entwicklung“ hat W. Stavenhagen geschrieben (Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. XXXVI. 1901. S. 277); seine Darlegungen beruhen für die ältere Zeit sichtlich nicht auf eigenen Studien, sie enthalten hier große Lücken und auffällige Fehler; für die neuere Zeit gehen sie über einen Katalog nicht wesentlich hinaus. Ein ähnlicher Aufsatz W. Stavenhagens: Die geschichtliche Entwicklung des österreichisch-ungarischen Militärkartenwesens (Ebenda. XXXIV. 1899. S. 424) steht auf etwas höherem Niveau; er wurde bald nach Erscheinen durch einen Nachtrag: Über das neueste Militärkartenwesen Österreich-Ungarns (Ebenda. XXXV. 1900. S. 286) ergänzt. Ludwig Szabó von Sáro: Die Militärkarten der österreichisch-ungarischen Monarchie (Budapest 1901), aus dem Ungarischen mangelhaft übersetzt, richtet sich an einen geographisch wenig geschulten Leserkreis.

Die wichtigen Erörterungen zur Aufnahme der österreichisch-ungarischen Monarchie sind in den Mitteilungen des k. u. k. militär-geographischen Institutes in Wien fortgesetzt worden. Wir nennen: Chr. v. Steeb, Die Ausgleichung mehrfach gemessener Höhen bei der Militär-Mappierung (Bd. XIX. 1899. S. 41). A. Freiherr v. Hübl, Die photogrammetrische Terrain-Aufnahme (Ebenda. S. 78). Chr. v. Steeb, Die Kriegskarten (Bd. XX. 1900. S. 122), ein ungemein anregender Aufsatz, welcher namentlich den nötigen Maßstab der Kriegskarten erörtert. A. Freiherr v. Hübl, Beiträge zur Technik der Kartenerzeugung. IV. Die Aluminium-Druckplatte (Ebenda. S. 179). R. v. Sterneek, Das neue Aufnahmeblatt der Militär-Mappierung und die Dotierung derselben mit Fixpunkten und Katastersektionen Bd. XXI. 1901. S. 99). W. Wiesauer, Die Evidentstellung der Kartenwerke des k. u. k. militär-geographischen Institutes (Ebenda. S. 114). A. Freiherr v. Hübl, Beiträge zur Technik der Kartenerzeugnisse. V. Das Kopieren bei elektrischem Licht (Ebenda. S. 130). Eine kurze, ganz vortreffliche Orientierung über die Arbeiten und Werke des k. u. k. militärgeographischen Instituts gewährt die reich illustrierte Jubiläumsschrift: Das k. u. k. militärgeographische Institut in Wien zu Beginn des

Atlas 1 : 25 000 und 1 : 50 000 an die Seite gestellt. Bayern hat zu seinem teilweise erneuerten topographischen Atlas 1 : 50 000 Positionsblätter in doppeltem Maßstabe gesellt. Österreich hat an Stelle der älteren Karten des Generalquartiermeister-Stabes 1 : 144 000 neue Spezialkarten 1 : 75 000 treten lassen und den größeren Teil der Originalaufnahmen 1 : 25 000 in photographischen Kopien, kürzlich auch in Druck zugänglich gemacht. Italien

XX. Jahrhunderts. 64 S. Wien, Selbstverlag 1903. Sie enthält Ausschnitte aus der Spezialkarte 1 : 75 000, der Generalkarte 1 : 200 000 und der Übersichtskarte 1 : 750 000.

Hauptmann Levačić ist durch meine Bemerkungen über die Transkription des Griechischen (Geogr. Zeitschr. VI. 1900. S. 333) zu einer längeren Auseinandersetzung „über die Umschreibung des griechischen δ , δ und ζ in den geographischen Namen der Balkanhalbinsel“ (Mitt. k. k. geogr. Gesellsch. Wien. XLIII. S. 391) veranlaßt worden, welche seine früheren sehr kurzen Darlegungen etwas ausführlicher bringt, aber nicht bereichert. Neu ist lediglich ein Wechsel in der Argumentation, die griechischen Buchstaben δ und θ nicht direkt zur Transkription ihrer Laute zu verwenden. Früher geschah dies, weil diese Buchstaben „der Mehrzahl der Kartenbenutzer unverständlich wären“ (als wären ζ und ς verständlich!), jetzt heißt es, weil dafür in den Schriftarten der Karten neue Zeichen zu machen seien, und weil das θ dem d zu ähnlich wäre. Ein solcher Wechsel in der Argumentation erschüttert meine Bedenken gegen Levačićs Transkription des Neugriechischen nicht; ich halte ihre Änderung nach wie vor für geboten. Um den Lesern kurz zu zeigen, worum es sich handelt, entnehme ich aus der Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000 einige bekannte griechische Namen: Halkiziki (Chalkidike), Aşos (Athos). Sollte die Karte über Griechenland ausgedehnt werden, so werden wir wohl auch ein Blatt Aşinæ erhalten und haben dabei nicht an Eselinnen sondern an Athen zu denken.

Unser Bd. VI, 1900, S. 337 geäußertes Wunsch, daß die Originalaufnahmen der österreichisch-ungarischen Spezialkarte veröffentlicht werden möchten, ist in Erfüllung gegangen. Die Vervielfältigung der Neuaufnahmen erfolgt durch photolithographisch hergestellte Aluminiumplatten. Wir erhielten einen Abdruck des Blattes 23, X, NW. Sesana. Er unterscheidet sich von den sonst käuflichen photographischen Kopien der Originalaufnahme wesentlich durch Beigabe eines Maßstabes; die geographischen Koordinaten aber können lediglich aus einem Tableau entnommen werden, das die Lage der Karte in dem zugehörigen Blatte der Generalkarte 1 : 200 000 angibt. Die schraffierte Karte macht in Schwarzdruck den Eindruck großer Genauigkeit. Von der neu verbesserten Ausgabe der Spezialkarte ist ein Alpenblatt (Bludenz) von ungewöhnlich plastischer Wirkung erschienen. Die Generalkarte 1 : 200 000 ist nunmehr bis an die Splügenlinie westwärts vorgeückt.

Von Duponts alpinem Auskunftsbuch ist eine zweite Auflage, München 1901, erschienen. Die topographischen Detailkarten (Wien, Lechner) sind um Blatt XIII, Die Zillerthaler Alpen, vermehrt worden, das wieder auf der Spezialkarte beruht und ihre unvergrößerte Zeichnung und den Maßstab 1 : 75 000 hat. Der Deutsche und Österreichische Alpenverein hat 1902 seinen Mitgliedern eine Übersichtskarte der Dolomiten 1 : 100 000 von G. Freytag in Wien geboten. Es ist eine Isohypsenkarte mit lichter Beschattung nach einseitiger Beleuchtung. Die Felsen sind kräftig braunrot gehalten, aber nicht gerade charakteristisch gezeichnet. L. Aegerter hat ferner in seiner Karte der Sellagruppe 1 : 12 500, herausgegeben vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein 1903, ein Beispiel ganz ausgezeichneter Felsdarstellung für die Dolomiten Südtirols geliefert. G. Freytag hat endlich, die einzelnen Gebieten der Umgebung von Wien Karten für Touristen bearbeitet, die in Bezug auf Sauberkeit der Isohypsenzeichnung und Eleganz der Schrift Schweizer Vorbilder erreichen. So die Karte des Semmering 1 : 25 000. Wien 1902.

Weitere neuere Erscheinungen werden wir in folgendem besprechen.

endlich hat die älteren Karten von der Lombardei und Venetien 1 : 86 400 sowie von Piemont 1 : 50 000 durch eine einheitliche Karte 1 : 100 000 ersetzt und davon bis vor kurzem auch die Aufnahmen 1 : 25 000 und 1 : 50 000 veröffentlicht. Diese letzte Errungenschaft ist allerdings wieder verloren gegangen, da der Verkauf der Tavollette und Quadranti eingestellt worden ist, so daß wir nunmehr lediglich auf die Carta del Regno d'Italia angewiesen sind.

Wie nicht selten die Zeit rüstigen Fortschrittes der Forschung für das Zustandekommen zusammenfassender kompilatorischer Arbeiten nicht sonderlich förderlich ist, so sind auch die letzten 30 Jahre für zusammenfassende kartographische Darstellungen der Alpen nicht gerade günstig gewesen. So viele Karten einzelner Teile wir erhalten haben, so wenige umfassen das ganze Gebirge. Von offiziellen konnten wir in letzterer Hinsicht nur die italienische 1 : 500 000 und die österreichische 1 : 750 000 nennen, aber gerade ihre Geländedarstellung wird den mannigfaltigen, vom Gebirge gestellten Aufgaben nicht gerecht. Auch sonst fehlt es an Werken, die für die Gegenwart das bezeichnen, was P. Mayrs Atlas der Alpenländer (1858—1864) 1 : 450 000 oder Schedas die ganzen Alpen auf sieben Blatt darstellende Karte von Zentral-Europa 1 : 576 000 für die Zeit ihres Erscheinens waren. Die einheitlichen Alpenkarten größeren Maßstabes der neuesten Zeit sind lediglich Wandkarten für den Unterricht. Wir können hier ebensowenig wie bei den Touristenkarten alle einschlägigen Werke besprechen und müssen uns auf die Erwähnung der markantesten beschränken.

Randeggers Alpenland mit den angrenzenden Gebieten von Zentral-europa 1 : 500 000 (Zürich 1884) ist ein großes neublättriges Werk, das für eine Wandkarte eine ziemlich ins einzelne gehende Darstellung aufweist. Die Flüsse sind blau, das Gebirge im Westen mit großem Verständnis unter Annahme schräger Beleuchtung geschummert. Leider steht die Zeichnung im Osten nicht auf gleicher Höhe. Der Alpenabfall gegen das niederösterreichische Alpenland kommt gar nicht zur Geltung; als ein hoher Gebirgszug zweigt sich das Hügelland östlich Graz von den Alpen ab; Sau- und Koralpe sind gezeichnet, als lägen Hochgebirgsgrate vor.

V. v. Haardts Wandkarte der Alpen 1 : 600 000, bei Hölzel in Wien erschienen, ist weit einheitlicher als Randeggers Karte. Sie hält sich in Bezug auf die Geländedarstellung an das Vorbild der Dufourkarte: die Hügellands- und Mittelgebirgsformen sind nach senkrechter, die Hochgebirgsgebiete nach schräger Beleuchtung braun schraffiert. Das Tiefland hat durchsichtig grünen, das Hochland licht erdfarbenen Flächendruck, das Gewässernetz blau. Die Gesamtwirkung ist eine recht vorteilhafte. Es gibt drei Ausgaben, eine detaillierte mit reicher Beschreibung, eine Schulausgabe mit weniger Beschreibung und eine stumme. Von der ersteren liegt in V. v. Haardts Übersichtskarte der Alpenländer eine photolithographische Reduktion auf 1 : 1 000 000 vor, welche eine sehr billige (Preis 1 Kr. 20 h) und, abgesehen von den großen Übersichtskartenwerken von Mitteleuropa und Italien, die einzige handliche Übersichtskarte des ganzen Gebirges in nicht zu kleinem Maßstabe darstellt.

Wir dürfen hier wohl auch, obwohl sie nur einen Teil der Alpen umfaßt, die Schulwandkarte der Schweiz 1 : 200 000 erwähnen, die vom eidgenössischen topographischen Bureau bearbeitet, von N. Kümmerly in Bern mit vielfarbiger Reliefdarstellung versehen ist. Es ist ein Werk, das die Manier der Schweizer Reliefkarten auf eine Wandkarte überträgt und damit eine Plastik des Kartenbildes erzielt, wie sie von einer Wandkarte bisher nie erreicht worden ist. Dies ist namentlich mit der Farbenwahl zu danken: Das niedere unter 700 m Höhe gelegene Land ist in zwei Stufen mattgrüner Töne, das höhere Land in gelbbraunen Tönen dargestellt. Den von Nordwesten her beleuchteten Gehängen sind rötliche Lichter aufgesetzt, die Gegenseiten in violette und saftgrüne Schatten getaucht. Aus den also hervorgehobenen Kämmen erglänzen weiß oder leicht beschattet die Schneefelder und Gletscher, auf den Schattenseiten mit violetten Tinten versehen. Mit dieser auch auf namhafte Entfernung plastisch wirkenden Veranschaulichung des Geländes paart sich eine ins einzelne gehende Isohypsendarstellung (100 m Linien, die 500 m Linien gestrichelt), so daß bei näherem Herantreten die Höhen der Berge vom Schüler „ausgezählt“ werden können. Die Beschreibung ist auf Nahwirkung berechnet, stört daher das Kartenbild nicht. Dies wird trotz der konsequent festgehaltenen schrägen Beleuchtung auch den Plateauformen des Hügellandes gerecht; Schwarzwald und Wasgau machen aber einen zu kuppigen Eindruck. Ungern vermissen wir die Höhenzahl für den höchsten Gipfel der nördlichen Kalkalpen, die Parseyer Spitze. Auch stört uns etwas, daß die Eisenbahnlinien nur bis zu den rot gehaltenen Ortszeichen hingeführt, aber in ihnen nicht verknüpft sind, was durch zarte Linien geschehen könnte. Zweifellos bezeichnet die Schulwandkarte der Schweiz, die an die Schulen der Eidgenossenschaft unentgeltlich abgegeben wird, einen sehr großen Fortschritt.

Während Übersichtskarten der Alpen längst in den Schulatlanten eingebürgert sind, finden sie erst jetzt allmählich Eingang in unsere großen Atlanten. Erst Debes' neuer Handatlas brachte in seiner ersten Auflage 1895 auf zwei Blättern eine den Alpen speziell gewidmete Darstellung, die jedoch südwärts nur bis zur Maira reicht, also die Alpen der Provence und die Seealpen nicht mit umfaßt. Die beiden randlich etwas übereinander greifenden Blätter sind ungemein sauber gestochen; das Gelände ist braun, nach schräger Beleuchtung schraffiert, Flüsse und Schrift sind schwarz, Eisenbahnen rot. Die Karten enthalten so viel, wie ihr Maßstab erlaubt, und sind selbst in Einzelheiten verläßlich; sie wurden mit zwei anderen Karten des Debeschen Atlas den Besuchern des VII. internationalen Geographen-Kongresses in Berlin 1899 dargeboten. Stieler's Handatlas bringt in seiner eben erscheinenden neuesten neunten Auflage zwei Blätter Alpenländer. Das westliche beruht auf C. Vogels prächtiger Karte von Südwest-Deutschland und der Schweiz, stellt aber, wie in der neuen Auflage allgemein, das Gelände durch braune Schraffen dar, deren Wirkung durch einen aufgedruckten grauen Ton verstärkt wird. Die Schraffen sind, abgesehen von der durchgeführten Erweiterung der Karte nach Süden und Osten, identisch mit denen der Vogelschen Karte, sie bringen deren Vorzüge auch in Braundruck zur

Geltung. Die Gletschergebiete sind teils weiß gelassen, teils haben sie blaue Schatten. Das ganz neue östliche Blatt steht nicht auf gleicher Höhe. Seine Geländedarstellung legt zu viel Gewicht auf die Herausarbeitung der einzelnen Gebirgsgruppen und zu wenig auf die im Maßstabe 1 : 925 000 noch mögliche Wiedergabe der Kämme (Hohe und niedere Tauern). Die großen Längstäler der Ostalpen werden dadurch über Gebühr auffällig. Das Steirisch-Kärtnerische Gebirge mit seinen Mittelgebirgsformen erhält durch die schräge Beleuchtung einen falschen Charakter. Die Höhen des Karstes sind im Vergleiche zu denen der niederösterreichischen Alpen zu schwach schraffiert. Der von der Vogelschen Karte übernommene Maßstab erlaubte nicht die ganzen Ostalpen bis nach Wien darzustellen. Die Karte reicht nur bis zum Semmeringgebiete, und das Blatt westliche Alpenländer schließt die französischen Alpen, mit Ausnahme der savoischen, aus.

9. Schlußbemerkungen, namentlich über Geländedarstellung des Hochgebirges.

Man ist heute bei Studien über die Geographie der Alpen im wesentlichen auf die Kartenwerke größeren Maßstabes, auf die topographischen Karten und Spezialkarten angewiesen. Diese aber zeigen, wie wir gesehen haben, in Bezug auf Anlage und Ausführung große Verschiedenheiten. Teils haben wir es — im Deutschen Reiche, in Italien und in Österreich — mit Gradabteilungskarten zu tun, von welchen ein jedes Blatt nach den Himmelsgehenden orientiert ist, teils mit den aus der Projektion eines größeren Landes auf eine Ebene herausgeschnittenen Rechtecken, welche schräge zu den Meridianen gestellt sind, was beim Gebrauche der französischen Alpenkarten als Übelstand empfunden wird. Wir haben es mit Maßstäben von 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 75 000, 1 : 80 000 und 1 : 100 000 zu tun, die zwar mehr kommensurabel sind, als die in früheren Zeiten beliebten, aber jeder, der nach Karten wandernd von Bayern nach Österreich übertritt, empfindet es als Schwierigkeit, die Entfernungen in den Karten 1 : 75 000 ebenso richtig zu taxieren, wie in jenen von 1 : 50 000. Weit schwieriger ist es, von der Schweiz nach Frankreich übertretend, sich an den Maßstab 1 : 80 000 zu gewöhnen. Am schwierigsten aber ist, sich mit den verschiedenen Arten der Geländedarstellung so vertraut zu machen, daß einem die Formen des Gebirges nach den verschiedenen Karten lebhaft vor Augen treten und man in den deutschen, österreichischen, italienischen und französischen Karten das Gelände anstandslos „liest“.

Immerhin zeigt aber die Entwicklung der neueren Alpenkartographie doch in sehr vielen Stücken eine Anbahnung einer gewissen Einheitlichkeit. Die Gradabteilungskarte, welche die bequemste Orientierung nach den Himmelsgehenden ermöglicht, ist herrschend geworden und wird auch für die neue geplante Karte von Frankreich 1 : 50 000 vorgeschlagen. In den neueren Aufnahmekarten begegnen wir ferner nur noch zwei leicht miteinander vergleichbaren Maßstäben 1 : 25 000 und 1 : 50 000; sie bieten augenscheinlich die meisten Vorteile, und es ist nur zu wünschen, daß sie mehr und mehr zur Anwendung kommen.

Auch in Bezug auf die Geländedarstellung begegnen wir einer ge-

wissen Annäherung. An Stelle der älteren klinometrischen Aufnahmen sind nun auch im Deutschen Reiche, in Österreich und Italien durchweg hypso-metrische getreten, die Schichtlinien haben ihren Einzug nicht bloß in den Originalaufnahmen, sondern auch in den Spezialkartenwerken Österreichs und Italiens gehalten; sie treten uns selbst auf den Alpenblättern der Karte des Deutschen Reiches entgegen, welche sie sonst absichtlich vermeidet; sie leuchten schwach durch die Geländeschraffur der Carte de France hindurch. Während man sich aber in den Originalaufnahmen der Schweiz, Bayerns und Italiens beschränkt, die Geländedarstellung lediglich in Schichtlinien und wenigen Zutaten zur Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit zu geben, hat man in den Spezialkartenwerken die Schattierung durch Schraffen zur Veranschaulichung der Bodenplastik beibehalten. Über die Art dieser Schattierung gehen noch heute wie zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Meinungen auseinander. In der Schweiz hat die schräge Beleuchtung nach wie vor begeisterte Vertreter; sie beherrschen hier die Kartenproduktion mit einer gewissen Ausschließlichkeit. In Italien hingegen ging die offizielle Landesaufnahme, die in der „Carta degli Stati di S. M. Sarda in terra ferma 1 : 250 000“ ein Werk mit schräger Beleuchtung geschaffen, zur sogenannten senkrechten über. Frankreich wiederum, das die schräge Beleuchtung, auch französische Manier genannt, in seinem Hauptkartenwerke verlassen, ist zu ihr in neueren Werken zurückgekehrt. Unverändert ist nur der Standpunkt der offiziellen Kartographie im Deutschen Reiche und in Österreich geblieben; ausschließlich wird die Beleuchtung nach Lehmannschen Prinzipien, wenn auch nicht genau nach der Lehmannschen Skala, verwendet. Aber die Karten von Privatanstalten haben häufig auch hier die Gelände-Veranschaulichung durch schräge Beleuchtung zur Anerkennung gebracht. Man schwankt noch vielfach zwischen der Auswahl des einen oder anderen, und dieses Schwanken, das sich in den Werken ausspricht, steht in auffälligem Gegensatze zu der Bestimmtheit, mit welcher die Vertreter beider Systeme manchmal zu argumentieren pflegen. Wiener Anhänger der Schattierung nach senkrechter Beleuchtung nannten die Darstellung nach schräger „ein unwissenschaftliches Prinzip“¹⁾. Andererseits haben Anhänger der schrägen Beleuchtung diese der senkrechten als eine natürliche gegenüber gestellt. Becker²⁾ sagt: „Punkto Beleuchtung dürfen wir uns endgültig an die natürliche halten“ (er meint damit die schräge) — und bemerkt an einer anderen Stelle³⁾: „Die sogenannte senkrechte Beleuchtung ist gar keine Beleuchtung, sondern eine theoretisch angenommene Manier.“

Die Geländedarstellung⁴⁾ auf Karten ist ein praktisches Problem,

1) Peterm. Mitt. 1887. S. 118.

2) Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Kartographie. Jahrb. Schweiz. Alpenklub. XXIV. 1889. S. 320 (327).

3) Die schweizerische Kartographie. S. 19. Im Texte heißt es hier „schiefe Beleuchtung“. Nach Sinn und Druckfehlerverzeichnis ist die senkrechte gemeint.

4) Das Hauptergebnis der nachfolgenden Darlegungen über die Verwendung verschiedener Methoden bei verschiedenen Maßstäben wurde bereits 1899 von mir auf der Naturforscherversammlung in München vorgetragen (Verhdlgn. d. Gesellsch. deutsch. Naturf. u. Ärzte 1899. II. S. 33). Unmittelbar darauf hat Eugen Ober-

das nicht nach Schlagworten zu behandeln ist. Die namhafte Zahl ausgezeichneter Karten, die es in verschiedener Weise zu lösen trachten, vergewissert uns, daß nicht bloß ein einziger Weg dazu offen steht, und ermöglicht uns die Anwendbarkeit der einzelnen Verfahren und deren Grenzen zu ermitteln. Dabei müssen wir uns vor allem vor Augen halten, daß wir unter dem Namen Geländedarstellung drei verschiedene Aufgaben zusammenzufassen pflegen, die wir bei Betrachtung eines Abdruckes der Isohypsenplatte von Finsterwalders Vernagtfernerkarte auseinander halten lernten: Erstens die genaue Wiedergabe der Erhebungsverhältnisse, zweitens die Kennzeichnung der geographisch wichtigen Oberflächenbeschaffenheit, drittens die Veranschaulichung¹⁾ der Geländegestalt. Für die Lösung der ersten Aufgabe, die im wesentlichen geometrischer Art, stehen uns lediglich die Schichtlinien zur Verfügung, denn sie allein gestatten uns, die Höhen aller Punkte der Karte aus dieser selbst innerhalb gewisser Grenzen zu entnehmen.

Die Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit geschieht durch konventionelle Zeichen. So scheiden wir Wasser und Land, heben Flüsse und Seen hervor, verzeichnen Gletscher, sondern den Fels vom abgeböschten Gelände, charakterisieren nicht selten Schutt- und Sumpfland. Derartige Ausscheidungen werden um so reicher, je größer der Kartenmaßstab ist, aber sie fehlen auch, wenigstens in Gestalt der Trennung von Wasser und Land, keiner Karte. Die mehr oder weniger ausgiebige Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit ist das Kriterium der geographischen Karte, das sie vom geometrischen Grundrisse unterscheidet²⁾; die Veranschaulichung der Geländegestalt erachten wir dagegen nicht als ein unbedingtes Erfordernis geographischer Karten, denn sehr viele Karten, und zwar gerade die Originalaufnahmen verzichten mehr oder weniger darauf; sie sind gutenteils nackte Schichtlinienkarten mit äquidistanten Isohypsen. Erst bei den auf den Originalaufnahmen beruhenden Spezialkarten tritt uns die Geländeveranschaulichung in vollem Umfange entgegen, in Spezialkarten-

hammer auf dem VII. internat. Geographenkongresse zu Berlin (vgl. dessen Verhandlungen I, S. 85) über denselben Gegenstand gesprochen und zugleich die weitgehende Übereinstimmung unserer beider Anschauungen erwähnt. In Bezug auf die Leistungsfähigkeit der senkrechten und schrägen Beleuchtung stimmen meine bereits 1898/99 niedergeschriebenen Bemerkungen erfreulich überein mit denen Peuckers in seiner 1898 gedruckten, aber erst 1899 versandten anregenden Schrift über Schattenplastik und Farbenplastik (Wien, Artaria 1898), die er in der dritten seiner „Drei Thesen zum Ausbau der theoretischen Kartographie“ (G. Z. VIII. 1902. S. 65. 145. 204) weiter ausgebaut hat. Angesichts der Verschiedenheit des Ausgangspunktes unserer Betrachtung, der bei Peucker rein theoretisch ist, dürfte es aber doch von Nutzen sein, wenn die unabhängig voneinander erhaltenen Ergebnisse von beiden Seiten veröffentlicht werden.

1) In der von vornherein durchgeführten scharfen Sonderung zwischen Wiedergabe der Höhen und ihrer Veranschaulichung stimmen wir durchaus mit Peucker überein (Schattenplastik S. 4).

2) Wir halten hier fest an unserer Äußerung S. 4; eine nur geodätischen Anforderungen genügende Wiedergabe der Unebenheiten der Erdoberfläche bietet noch keine Karte. Wenn E. Hammer hierin nur eine Redensart erblickt (Geogr. Jahrb. XXIV. 1901. S. 45), so ist ihm offenbar ganz entgangen, in welchem Zusammenhang jene Äußerung gemacht worden ist.

werken sich meist, entsprechend dem Vorschlage E. v. Sydows¹⁾, mit der Darstellung durch äquidistante Isohypsen den schattierten Schichtkarten vergesellschaftend, während die bloße Kartenschattierung ohne exakte Wiedergabe der Erhebungsverhältnisse ihre frühere Beherrschung der Spezialkarten verloren hat. Wir begegnen der bloß schattierten Karte unter den Alpenkarten nur noch bei Werken kleineren Maßstabes. Auf solche beschränkt sich im allgemeinen auch die Veranschaulichung der Höhen in den Höhengschichtenkarten, in denen die häufig nicht von äquidistanten Isohypsen begrenzten Höhengschichten koloriert werden. Deutlich erkennen wir bei einem flüchtigen Überblick über die neueren Alpenkarten, daß Verwendung und Art der Höhenveranschaulichung in Beziehung zum Kartenmaßstabe steht. Untersuchen wir nun, inwieweit dies im Wesen der Sache begründet ist.

Die Schichtlinienkarten verwirklichen das Ideal, die Meereshöhen aller Punkte der Karte innerhalb der Genauigkeitsgrenzen, welche durch die Äquidistanz der Isohypsen gezogen sind, anzugeben. Je kleiner die Äquidistanz, desto wertvoller die Karte. Aber der Vermehrung der Schichtlinien sind praktisch durch den Kartenmaßstab Grenzen gezogen, welche im Hochgebirge viel enger sind als sonst und daher die Verwendbarkeit der Schichtlinienkarten einschränken. Man kann nicht mehr als drei Schichtlinien auf einem 1 mm breiten Streifen zusammendrängen, wenn man sie noch bequem auszählen will, wie auf den bayerischen Positionsblättern; zwingt man ihrer 4 auf 1 mm zusammen, wie auf den französischen Karten 1:80 000 und 1:200 000, so sind sie im einzelnen nur noch mühsam zu verfolgen; zieht man sie noch enger, so werden sie kaum unterscheidbar. 3—4 Schichtlinien auf 1 mm erscheint uns als das äußerste des Darstellbaren. Untersuchen wir nun, wie viele Isohypsen auf diesem Raume zusammentreffen können. Die höchste im Hochgebirge häufiger vorkommende Böschung (vom Fels sehen wir einstweilen ab) dürfte 60° betragen. Bei einer Karte im Maßstabe $\frac{1}{\mu}$ ist 1 mm = $\frac{\mu}{1000}$ m; einer solchen Entfernung entspricht bei einer Böschung von 60° ein Höhenunterschied von $\frac{\mu}{1000} \cdot \sqrt{3}$ m. Sollen sich nun auf 1 mm höchstens 3—4 Isohypsen zusammendrängen, so dürfen wir im obigen Höhenunterschiede auch nicht deren mehr antreffen, das heißt ihr senkrechter Abstand darf nur $\frac{\mu}{1000} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$ m oder kleinstens $\frac{\mu}{1000} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}$ m sein, oder rund $\frac{\mu}{10\ 000} \cdot 5$ m beziehentlich $\frac{\mu}{10\ 000} \cdot 4$ m.

Nach letzterem Ausdrucke ist die minimale Äquidistanz der Isohypsen einer Hochgebirgskarte, falls man Böschungen von 60° gerade noch darstellen und solche von 45° bequem lesbar machen will:
im Maßstabe

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10 000	25 000	50 000	75 000	80 000	100 000	200 000	320 000	500 000	1 000 000
4 m	10 m	20 m	30 m	32 m	40 m	80 m	128 m	200 m	400 m.

1) Drei Kartenklippen. Geogr. Jahrb. I. 1866. S. 348.

Verwenden wir unsere Tabelle zu einer Kritik der einzelnen Kartenwerke, so sehen wir, daß die Äquidistanz der Isohypsen des bayerischen Positionsatlas und der Blätter 1:25 000 des Siegfriedatlas gerade noch zur Wiedergabe steilster Böschungen hinreicht, während sie in den Blättern des Siegfriedatlas 1:50 000, der neueren italienischen Meßtischblätter 1:25 000 und 1:50 000, sowie der österreichischen Originalaufnahmen 1:25 000 weiter als nötig ist. In der Carta del Regno d' Italia könnte sie nicht enger sein, wenn beabsichtigt ist, daß auch die Kurven von 100 zu 100 m in der Karte erscheinen; wohl aber könnte sie es in der österreichisch-ungarischen Spezialkarte 1:75 000 und der Karte des Deutschen Reiches. Die neue Spezialkarte des letzteren 1:200 000 wird in den Alpen nur die von ihr bereits stark gehaltenen 100 m Linien bringen können, und muß hier vielleicht mit Ausnahme der Täler auf die 20 m Kurven verzichten. Wenn die französische Karte der Alpengrenze und die erste Ausgabe der Carte de France du service géographique 1:200 000 Isohypsen im Vertikalabstande von 20 m enthalten, so ist dies nur unter Verzicht auf eine genauere Wiedergabe des Hochgebirges möglich, gleiches gilt auch von der neueren Ausgabe der letztgenannten Karte, der Grenzkarte 1:320 000 und der Carte de France 1:500 000. Ihre Schichtenhöhe drängt zu manierterter Darstellung, wie wir eine solche auf ihnen kennen gelernt haben. Aber auch Leuzingers verschiedene Reliefkarten, wie z. B. die von Tirol 1:500 000, können bei einem senkrechten Abstände der Isohypsen von 100 m diese nicht mehr genau verzeichnen. In der Tat sehen wir, wie sie über die Talgehänge schematisch ausbreitet werden, was namentlich von den Trogtälern der Zentralalpen gilt. Das aber müssen wir zur Voraussetzung aller Geländedarstellung machen, daß sie grundrißtreu bleibt.

Nach unserer Tabelle ist eine grundrißtreue Darstellung des Alpenreliefs mittels Isohypsen nur in großen Maßstäben möglich; denn die Wiedergabe des Gebirges mit den charakteristischen Zügen seiner Gestaltung setzt kleine Vertikalabstände der Schichtlinien voraus. Wenn ein solcher von 30 m noch dem Hochgebirgsgelände gerecht wird, was nach dem Siegfriedatlas angenommen werden kann, so ist der Maßstab von 1:75 000 der kleinste einer einheitlichen Schichtlinienkarte der ganzen Alpen. Schon für wenig kleinere Maßstäbe beginnt die Hochgebirgsdarstellung durch Isohypsen allein zu versagen, notwendig wird die Veranschaulichung des Geländes durch Schatten oder Farben. Für viel kleinere Maßstäbe aber sinkt sie fast zur Bedeutungslosigkeit herab. Eine Übersichtskarte der Alpen im Maßstabe 1:1 000 000, also von der Größe der Alpenkarten in Debes' Atlas, würde höchstens Isohypsen im Abstände von 400 zu 400 m enthalten können, womit die Möglichkeit einer entsprechenden Wiedergabe des Gebirges aufhört, und die bloße Veranschaulichung der Formen als einziges Mittel zur Andeutung ihres Vorhandenseins überbleibt. Hiernach ist die Stufenfolge Schichtlinienkarte, schattierte Schichtkarte und schattierte Karte, die wir bereits erwähnt haben, in dem Unvermögen begründet, die Isohypsen auf den Karten über ein bestimmtes Maß hinaus zusammendrängen.

Wir haben bisher immer angenommen, daß die steilsten im Gebirge

vorkommenden Böschungen 60° betragen. Wir können außer acht lassen, daß in der Gipfelregion des Hochgebirges noch viel steilere Abfälle, Wände von 70 — 80° Neigung, nahezu lotrechte Abstürze vorkommen, denn sie gehören fast ausnahmslos dem Felsgelände an, das als eine besondere Kategorie der Bodenbeschaffenheit in der Regel in eigener Weise dargestellt wird. Dies geschieht meist unter Weglassung der Isohypsen infolge der Erwägung, daß sich auf so steilen Böschungen die Schichtlinien unentwirrbar zusammendrängen würden. Allein gerade im Felsgelände, dessen kartographische Wiedergabe gegenwärtig fast allenthalben mehr nach dem Gefühle als nach bestimmten Regeln geschieht, ist es besonders nötig, das feste Gerippe der Schichtlinien zu bewahren, da sie allein über Höhe und Steilheit des Geländes Auskunft geben können. Wenn man befürchtet, daß sie sich zu eng zusammendrängen, so lasse man sie im Bereiche der Felszeichnung in bestimmten Intervallen aus, wie dies auf der österreichisch-ungarischen Originalaufnahme geschieht, welche die „Hauptschichtlinien“ durch den Felsen durchzieht, während sie die „Zwischenschichtlinien“ ausläßt. Bei einfarbigem Drucke ist es allerdings schwierig, Schichtlinien und Felszeichnung zu verbinden; aber bei Farbendruck ist es leicht möglich. Auf den Karten des Siegfriedatlas und den Positionsblättern Bayerns brauchte man z. B. die Schichtlinien in Fels nur schwarz und diesen darüber braun zu zeichnen, um sie deutlicher erkennbar zu machen und zugleich zu zeigen, daß sie in weiterem Intervalle als sonst gezogen sind.

Von einer Schichtlinienkarte müssen wir strenge Durchführung des gewählten Verfahrens der exakten Geländedarstellung verlangen. Es ist gefehlt, die Isohypsen auf gewisse Kategorien der Bodenbeschaffenheit, auf das normal-geböschte Gelände zu beschränken, wie es bei einigen Schichtschattenkarten z. B. der österreichisch-ungarischen Spezialkarte und der Carta del Regno d' Italia geschieht. Sie gehören auf alle Partien der festen Kruste, daher sowohl auf den Fels als auch auf die Oberflächen von Gletschern und den Boden von Seen, wo man sie häufig vermißt. Die praktische Durchführbarkeit in letzterer Hinsicht wird durch die Karten des Siegfriedatlas erwiesen, welche durch ihre Schichtlinien auf den Gletschern eine Reihe wissenschaftlicher Untersuchungen förderten und durch ihre Isohypsen am Grunde der Alpenseen die Herausgabe eines besonderen Kartenwerkes über die Schweizerseen überflüssig machten, während für die deutschen, österreichischen und französischen Seen besondere Atlanten nötig waren, und für Italien noch zu gewärtigen sind.

Wenn unsere Schichtlinienkarten großen Maßstabes in der Regel auf eine besondere Veranschaulichung der Gebirgsgestalt durch Schatten oder Farben verzichten, so liegt der Grund darin, daß sie durch das Zusammendrängen ihrer Isohypsen bereits eine Art Schattierung erhalten. Diese Schattierung kann allerdings auf einfarbigen Karten nicht recht zur Geltung kommen, weil sie hier durch Schrift und Situation gestört wird. Wenn aber, wie mehr und mehr geschieht, die Isohypsen braun gedruckt werden, so ist die durch sie bewirkte Schattierung unverkennbar. Peucker geht entschieden viel zu weit, wenn er der Schichtlinienzeichnung an sich jede Anschaulichkeit

abspricht¹⁾. Gerade die Karten des Hochgebirges, wie viele Blätter des Siegfriedatlas und zahlreiche bayerische Positionskarten, insbesondere die der Umgebung des Königssees, erweisen das Gegenteil. Bei Hochgebirgskarten kann ein Teil der Geländedarstellung, nämlich die besondere Veranschaulichung der Formen, entfallen.

Die Schattierung, welche die Schichtlinienkarten durch Isohypsen erhalten, entspricht der wirklichen senkrechten Beleuchtung und ist bei den Hochgebirgskarten durchweg geringer, als die nach der Lehmannschen Skala, wie Peucker für den Siegfriedatlas 1:50 000 graphisch gezeigt hat²⁾. Doch muß dies nicht allgemein so sein, da die Schattierung proportional der Tangente des Böschungswinkels und der gewählten Breite der Isohypsen, aber umgekehrt proportional deren Äquidistanz und dem Kartenmaßstabe ist. Eine Karte 1:100 000 mit 10 m Isohypsen, eine solche 1:50 000 mit 5 m Isohypsen, beide nur für Hügelland möglich, würden ähnlich stark wie durch die Lehmannsche Schraffierung schattiert erscheinen, welche letztere die Schattierung für geringe Böschungen annähernd proportional dem Sinus und sohin auch, roh genommen, der Tangente des Böschungswinkels macht³⁾. Letzteres geschieht bei der Carte de France, wie aus folgendem erhellt.

Die Schattierung σ , welche eine Anzahl dichtgedrängter Isohypsen einer Fläche verleihen, ist abhängig von ihrer Breite b und Horizontalentfernung (Horizontalabstand + Breite) e ; es kann gesetzt werden $\sigma = \frac{b}{e}$.

Zwischen Horizontalentfernung zweier Isohypsen (e) und ihrem senkrechten Abstände (d) besteht die bekannte Beziehung $e = d \cdot \cot \alpha \frac{1}{\mu}$, wenn α der Böschungswinkel, $\frac{1}{\mu}$ der Kartenmaßstab ist. Darnach ergibt sich $\sigma = \frac{b}{d} \operatorname{tg} \alpha \mu$. (1)

Auf der Carte de France 1:80 000 wurden die Schraffen ursprünglich in einem Abstände von einem Viertel der Horizontalentfernung gesetzt; die also erhaltene Schattierung war $\sigma = \frac{4b}{e}$, später setzte Hossard $\sigma = 1.5 \operatorname{tg} \alpha$.

Unsere Gleichung (1) erlaubt uns zu berechnen, wie stark wir die Isohypsen im senkrechten Abstände von 20 m machen müßten, um einen gleichen Effekt wie Hossards Skala hervorzubringen. Wir setzen $1.5 \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{20} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot 80\,000$ und erhalten $b = \frac{30}{80\,000} \text{ m} = 0.375 \text{ mm}$.

Nehmen wir 0.1 mm als die normale Breite einer Schichtlinie an, so finden wir, daß Hossards Skala die Schatten beinahe viermal stärker macht, als das bloße Zusammendrängen zarter Isohypsen ergeben würde. Sie ergibt also durch Verdickung der Schraffen dieselbe Abtönung wie das ursprüngliche System durch deren Anordnung. Da aber bei $\sigma = 1$ voller Schatten eintritt, so reicht sie nur

1) Schattenplastik und Farbenplastik. 1898. S. 6.

2) Schattenplastik und Farbenplastik. Fig. 1, S. 40.

3) Die Carte topographique de la Belgique 1:40 000 mit ziemlich kräftigen Isohypsen im Abstände von 5 m erscheint so stark schattiert, wie nach Lehmann, worin man sich z. B. durch das Blatt Spaa leicht überzeugen kann, sobald man die Ausgabe ohne farbig aufgedrucktes Wegnetz betrachtet. Die belgischen Blanchettes 1:20 000 mit Isohypsen von 1 zu 1 m sind durch letztere viel stärker schattiert, als sie es durch Lehmannsche Schraffen sein würden.

bis zu Böschungen, für welche $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{1.5}$ ist, und ist sohin für Winkel von mehr als 35° bereits unverwendbar. Gleichung (1) ermöglicht uns auch die Schattierung verschiedener Karten zu vergleichen, z. B. der Blätter 1 : 25 000 und 1 : 50 000 des Siegfriedatlas. In beiden Fällen ist etwa $b = 0.1$ mm, $d = 10$, bez. = 30 m, daher ist $\sigma_{25000} = 0.25 \operatorname{tg} \alpha$, $\sigma_{50000} = 0.1671 \operatorname{tg} \alpha$; die Karte 1 : 25 000 ist also $1\frac{1}{2}$ mal so stark als die 1 : 50 000 schraffiert.

Zu einer Schattenwirkung kommen die Schichtlinien nur dort, wo sie sich dicht auf einer ausgedehnteren Fläche zusammenscharen, also wo ihre Äquidistanz klein, die Böschungen steil und groß sind. Vom Hochgebirge, wo sich die Steilheit mit der Ausdehnung der Böschungen paart, liefern die Schichtlinienkarten erheblich plastischere Bilder als vom Mittelgebirge oder gar von flacherem Gelände. Da ferner, wie wir gesehen, die zulässige Minimaläquidistanz der Isohypsen umgekehrt proportional dem Kartenmaßstabe ist, so hängt ihre Maximalzahl bei gleichen Böschungen direkt von diesem ab. In gleicher Abhängigkeit vom Kartenmaßstabe steht aber auch die Ausdehnung der Böschungen, so daß bei sonst gleichen Verhältnissen die größte Schattenwirkung der Isohypsen mit dem Quadrate des Kartenmaßstabes wächst. Hieraus erhellt, daß sie nur für Karten größeren Maßstabes praktisch in Betracht kommt, und daß es Grenzen des letzteren gibt, über welche hinaus sie unwirksam ist. Wir können diese nach den vorhandenen Alpenkarten für das Hochgebirge annähernd bestimmen.

Wie erwähnt, machen die Positionsblätter und die Siegfriedkarten 1 : 25 000 vielfach einen recht plastischen Eindruck, gleiches gilt von vielen Blättern des Siegfriedatlas 1 : 50 000; aber die allerdings nur in Schwarzdruck ausgeführten Blätter der Carta del Regno d'Italia gewähren mit ihren Isohypsen von 50 zu 50 m keine anschauliche Vorstellung des Reliefs mehr¹⁾. Glauben wir auch, daß braune Isohypsen die Karte erheblich plastischer machen würden, so möchten wir doch angesichts ihrer kaum annehmen, daß sich mit Schichtlinien allein für das Hochgebirge noch für erheblich kleinere Maßstäbe als 1 : 100 000, wo die zulässigste kleinste Äquidistanz der Isohypsen 40 m ist, noch plastische Wirkung erzielen läßt. Für das Mittelgebirge, wo wegen des Mangels steiler Böschungen die zulässige kleinste Äquidistanz der Isohypsen erheblich kleiner ist, kann man auch noch in kleineren Maßstäben plastische Bilder erhalten, wie die neue Karte des Deutschen Reiches 1 : 200 000 lehrt. Die strenge Äquidistanz der Isohypsen ist selbstverständlich eine Voraussetzung homogener plastischer Wirkung: Jede eingeschaltete Zwischenlinie verstärkt sie, jede weggelassene Linie schwächt sie ab. Will man die Anschaulichkeit der Karte nicht beeinträchtigen, so muß man also die zum Verständnisse besonderer Geländeformen unbedingt nötigen Hilfslinien so zart als möglich machen, und muß im Felsgelände, wo die Isohypsen notwendigerweise in weiteren Abständen gezogen werden müssen, den dadurch entfallenden Betrag der Schattierung durch die Felsdarstellung ersetzen.

1) Supan nannte die aus mehreren von ihnen zusammengestoßene Karte in S. Marinellis Guida della Carnia (Udine 1898) ganz charakterlos. Peterm. Mitt. 1899. Lit. Ber. Nr. 395.

Es fehlt nicht an Versuchen, die plastische Wirkung der nackten Schichtlinienkarten durch die Art der Zeichnung der Schichtlinien zu steigern. Das Verfahren, welches Franz Keil¹⁾ in seiner orographisch-physikalischen Karte des Groß-Glockner und seiner Umgebung angewendet hat, ziemlich weit abstehende Isohypsen um so dunkler zu machen, je höher sie liegen, hat bei weitem nicht die plastische Wirkung wie sie durch dichte Drängung der Schichtlinien erzielbar ist, und hat nur in stummen Repetitionskarten Peuckers für Schulen Nachahmung gefunden. Aber auch das Verfahren von Lößl und Pauliny, die Isohypsen auf einer beleuchteten Seite hell, auf einer beschatteten Seite dunkel darzustellen, trägt weniger zur Veranschaulichung des wirklichen Geländes, als zu der einer ihm einbeschriebenen, einseitig beleuchteten Treppentreppe bei. Will man über dem Gerippe der Schichtlinien die volle Form des Geländes zur Darstellung bringen, so muß man unbedingt zur Schattierung greifen, für deren Ausführung die beiden Methoden der senkrechten und schrägen Beleuchtung zur Verfügung stehen. Die Betrachtung der neueren Alpenkarten hat uns Material geliefert, die Wirkungsfähigkeit beider Methoden kennen zu lernen.

Die Schattierung nach schräger Beleuchtung ist ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Wiedergabe der Hochgebirgsformen, wenn diese, wie in der Schweiz fast die Regel, senkrecht zur angenommenen Beleuchtungsrichtung streichen²⁾. Indem die eine Flanke Licht, die andere Schatten erhält, wird der Kamm durch die Beleuchtungsgrenze scharf hervorgehoben. Sobald aber die Kämme in anderer Richtung streichen, sollte sich der Gegensatz zwischen belichtetem und unbelichtetem Gehänge abschwächen und ganz verschwinden, wenn die Kämme in der Richtung der Lichtstrahlen streichen. Praktisch hilft man dem ab, indem man die Richtung der Lichtquelle etwas ändert, um den Kamm als Beleuchtungsgrenze zu bewahren. Dies beeinflußt den Eindruck der Karte nur sehr wenig; man bemerkt es in der Regel erst bei eingehenderem Studium, es bezeichnet aber eine Abweichung von streng geometrischer Auffassung. Der senkrechten Beleuchtung bieten die Grate des Hochgebirges unter allen Umständen Schwierigkeiten³⁾. Man muß die Firstlinie hervorheben, um sie kenntlich zu machen; man schaltet zwischen die beiden dunkel schattierten Gehänge eine lichte Firstfläche ein, die in der Natur nicht vorhanden ist und, falls man ihre Breite nicht auf ein Minimum beschränkt, wie z. B. auf den Karten des Zillertales und der Venedigergruppe (herausgegeben vom Alpenverein), leicht einen wulstigen Eindruck macht, wie auf den Karten des militär-geographischen Institutes in Wien. Die Einschaltung dieser Kammflächen bezeichnet ein Abgehen von der Grundrißtreue, welche die Grundbedingung jeder Geländedarstellung ist. Es greifen also beide Beleuchtungsarten für das Hochgebirge zu Willkürlichkeiten, die schräge aber nur zu Inkonsequenzen in der Art der Veranschaulichung, die senkrechte zu einer Fälschung des Grundrisses, die um so größer wird,

1) Petermann's Mitteilungen 1860. Taf. 4.

2) Vergl. Peucker's dritte These A.

3) Vergl. Peucker, Schattenplastik S. 41.

je kleiner der Kartenmaßstab ist. Die schräge Beleuchtung ist hier der senkrechten unbedingt überlegen.

Anders bei Mittelgebirgs- und Plateauformen. Die scharfe Grenze zwischen steiler Gehänge- und einer sanft geneigten Hochfläche verschwindet bei streng durchgeführter schräger Beleuchtung, wenn beide denselben Winkel mit den Lichtstrahlen bilden. Deshalb kommt auf v. Pelikans Karte des Salzkammergutes, deren Schummerung durch Photographie eines Reliefs erhalten ist, also ganz ungekünstelt ist, der Nordwestabfall des Dachsteinplateaus nicht zur Geltung; er ist ebenso belichtet, wie letzteres selbst, da der Winkel zwischen beiden durch die Lichtstrahlen halbiert wird. Dementsprechend kann die streng durchgeführte schräge Beleuchtung auch den Übergang eines beleuchteten Gehänges in eine sanft gewölbte Kammfläche nicht eindringlich wiedergeben. Wenn gleichwohl die schräge Beleuchtung auch Plateaus und Mittelgebirgsrücken oft recht gut wiedergibt, so liegt dies daran, daß sie nicht streng durchgeführt wird und die Richtung der Beleuchtung, die bereits in der Horizontalen verschoben worden ist, auch in der Vertikalen bewegt wird. Die senkrechte Beleuchtung liefert hingegen für jene Formtypen immer richtige Bilder ohne Grundrißfälschung¹⁾.

Lenken wir den Blick auf die Hohlformen, so sehen wir die Täler bei schräger Beleuchtung — gleich den Kämmen — je nach ihrem Verlaufe ganz verschieden. Streichen sie senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen, so ist das eine Gehänge in Licht, das andere in Schatten getaucht, und im Lichte und Schatten verschwinden ihre Einzelformen. Diese kommen zur Geltung, wenn Tal und Licht gleich gerichtet sind, dann aber verschwindet der Gegensatz beider Gehänge, und das Tal erscheint nicht eingetieft. Dagegen treten die Täler bei senkrechter Beleuchtung in allen Fällen samt den Kanten, Leisten und Rippen hervor. Die senkrechte Beleuchtung ist unentbehrlich zur Veranschaulichung der Talformen. Dagegen versagt sie für die Darstellung eines Geländes, das neben isolierten Erhebungen leere, geschlossene Hohlformen zeigt, wie z. B. das Karstland, nahezu völlig; man muß hier die Dolinen und andere Wannen durch eingefügte Minus-Zeichen als solche kenntlich machen. Hier liefert die schräge Beleuchtung wieder einwandfreie Bilder, und so in die Augen fallend sind hier ihre Vorteile, daß v. Steeb²⁾ vorschlägt, sie selbst auf Kriegskarten zur Charakteristik der Karstformen heranzuziehen: sie sollen unabhängig von der senkrechten Beleuchtung durch einen von schräger Beleuchtung hervorgerufenen braunen Schatten wiedergegeben werden. Damit weicht ein entschiedener Vertreter der senkrechten Beleuchtung von ihrer ausschließlichen Verwendung ab.

Was endlich den Gegensatz von Hoch und Niedrig anbelangt, so wird er durch die senkrechte Beleuchtung nicht im entferntesten so klar und anschaulich gemacht, wie durch die schräge. Fast alle nach senkrechter Beleuchtung schattierten Alpenkarten machen einen flauen Eindruck; sehr viele sind dunkel, wie namentlich die Karte des Deutschen Reiches, oder im Ausdrücke schwach, wie manche der reambulierten Spezialkarten Österreichs und

1) Vergl. Peucker, Schattenplastik S. 43. These III A.

2) Über Kriegskarten. Mitt. k. u. k. militärgeogr. Inst. XX. 1900. S. 122 (145).

namentlich die Carte de France. Die schräge Beleuchtung hebt dagegen die beleuchteten Kämme aus den in Schatten befindlichen Tälern kräftig hervor, sie macht das Auf- und Abwogen des Geländes viel anschaulicher, als es je bei Anwendung senkrechter Beleuchtung möglich ist, und gibt bei guter Durchführung die Möglichkeit an die Hand, den Höhenwechsel relativ zu schätzen. Sie läßt das Land reliefartig erscheinen, verzichtet aber dabei auf eine eindeutige Illustrierung der Böschungen.

So hat denn jede der beiden Beleuchtungsarten bestimmte Gebiete ihrer vorteilhaftesten Anwendbarkeit; für Hochgebirge und Karst ist die eine, für Plateaus, Mittelgebirge und Täler die andere überlegen. Man wird daher mit der einen wie mit der anderen eine passende Veranschaulichung des Geländes erreichen können, sobald es sich um bestimmte Formengruppen handelt. Ist aber ins Auge gefaßt, die Schattierung für ein größeres Kartenwerk zu suchen, das sich über ein wechselvoll gestaltetes Land erstreckt, so wird man das Verfahren wählen, das für den vorwaltenden Charakter am meisten angemessen ist. Von diesem Gesichtspunkte erscheint begreiflich, daß in der Schweiz die schräge Beleuchtung immer Verfechter gefunden hat, während man im Deutschen Reiche ebenso wie in Österreich zähe an der senkrechten festhält; denn für beide ist der Alpenanteil, der in der Schweiz überwiegt, ein mehr oder minder kleiner Bruchteil des Landes. Will man endlich allgemeiner die Frage zu beantworten trachten, so hat man mit der Tatsache zu rechnen, daß die senkrechte Beleuchtung den Böschungen gerecht wird, die schräge aber mehr den Massen, wie bereits 1817 Oberst Bonne¹⁾ hervorgehoben hat. Die Böschungstreue macht die senkrechte Beleuchtung zur Wiedergabe der einzelnen Formen geeignet, wie wir an den schweizer Karten gelernt haben (Bd. V. 1899. S. 636), die Relieftreue²⁾ die schräge Beleuchtung zur Veranschaulichung der Landschaften mit wechselnden Formen. Sie ist deswegen für kleinere Maßstäbe besser zu gebrauchen als die böschungstreue senkrechte Beleuchtung³⁾.

9. Über Geländedarstellung des Hochgebirges (Schluß).

Wenden wir uns nach den Darlegungen über die praktische Verwendbarkeit der senkrechten und der schrägen Beleuchtung einer Erörterung der

1) Berthaut. La Carte de France. I. S. 223.

2) Der Umstand, daß wir zur Wiedergabe einzelner Formen die Böschungstreue brauchen, hindert uns nach Peucker die Darstellung mit schräger Beleuchtung als „Formenplastik“ zu bezeichnen (Schattenplastik, S. 56). Statt von Böschungs- und Formenplastik reden wir von Böschungs- und Relieftreue, und gebrauchen Böschungstreue in demselben Sinne, wie kürzlich Peucker in seiner dritten These.

3) Ich habe dies außer in meinem Münchener Vortrage auch in meiner Anzeige von Peuckers Schattenplastik und Farbenplastik ausgesprochen (G. Z. VI. 1900. S. 233), ohne allerdings an letzterer Stelle klar ersichtlich zu machen, daß es sich um eine Ansicht von mir handelt. Peucker hat seither mit Recht darauf hingewiesen, daß sie in seinem Werke nicht vertreten werde (Ebend. VIII. 1902. S. 154). Die weiteren Aussetzungen Peuckers an meinem Referate, nämlich, daß es nicht vollständig ist und nicht alle seine Ideengänge ausführlich wiedergibt, sind meines Erachtens wegen meines besonderen Hinweises auf so „manche Bemerkung, die im Referat nicht wieder gegeben werden kann“, gegenstandslos.

theoretischen Richtigkeit der nach ihnen durchgeführten Schattierung zu. Wir können dabei vom bekannten Lambert'schen Gesetze ausgehen, wonach die Beleuchtungsstärke eines Flächenelementes bei unendlich großer Entfernung der Beleuchtungsquelle proportional dem Cosinus des Einfallswinkels zwischen Lichtstrahl und Flächennormalen ist, welches Gesetz nach Christian Wiener¹⁾ der Wahrheit am nächsten kommt, sobald es sich um vollkommen matte Oberflächen handelt. Eine solche hat zwar die Erdoberfläche nicht, sie hat nicht das Aussehen von Gips oder mattem Silber; aber wir müssen, wenn wir nicht das Problem komplizieren wollen, von der Voraussetzung der vollkommen matten Oberfläche ausgehen, welche keine Glanzpunkte besitzt, in denen sich das Licht spiegelt. Da nun nach Wiener (a. a. O. S. 399) die Helligkeit eines Flächenelementes, sobald wir von der Luftperspektive absehen, unabhängig vom Austrittswinkel der Lichtstrahlen ist, so können wir die Helligkeit einer topographischen Oberfläche gleich ihrer Beleuchtungsstärke setzen. Hieraus folgt, daß die Helligkeit eines senkrecht beleuchteten Stückes der Erdoberfläche proportional dem Cosinus des Böschungswinkels seiner einzelnen Flächenelemente ist; bei schräger Beleuchtung ist die Helligkeit der Flächenelemente hingegen abhängig von ihrer Böschung und ihrem Streichen, sowie vom Einfallswinkel der Lichtstrahlen, wie von W. Wiechel²⁾ ausführlich dargelegt worden ist.

Keine der nach schräger Beleuchtung entworfenen Karten befolgt strenge die sich heraus ergebende Helligkeitsskala. Es wird in der Regel darauf verzichtet, die senkrecht zu den Lichtstrahlen gestellten Böschungen, also, bei der üblichen Beleuchtungsweise, die unter 45° nordwestlich fallenden ganz hell, und die unter gleichem oder steilerem Winkel entgegengesetzt fallenden ganz dunkel zu machen; auch werden die Ebenen nicht, wie es geschehen sollte, schattiert. Wird dazu der übliche Wechsel in der Richtung der Beleuchtung genommen und erwogen, daß man mit wenigen Ausnahmen nur den Eigenschatten, nicht auch den Schlagschatten der Formen zur Darstellung bringt, so erkennt man, daß die gewöhnliche Geländeschattierung nach schräger Beleuchtung sich sehr weit von den Regeln der darstellenden Geometrie entfernt. Aber noch viel mehr geschieht dies in den nach senkrechter Beleuchtung schattierten Karten: in den meisten Werken, die auf Lehmann'schen Prinzipien beruhen, wird die Schattierung nicht zum Sinus des Neigungswinkels, sondern zu diesem selbst in Beziehung gebracht. Die sanfteren Böschungen werden unverhältnismäßig stark schattiert, und an Stelle einer gesetzmäßigen Abnahme der Beleuchtung mit zunehmender Böschung tritt ein rein willkürliches Schema. Dadurch kann man wohl erzielen, daß dieselben Böschungen auf der nämlichen Karte stets mit gleichem Schatten erscheinen; aber je nach der Wahl dieses Schemas — jedes größere Kartenwerk hat seine eigene Schattenskala — fallen die Kartenbilder verschieden anschaulich aus; es geht die optische Vergleichbarkeit der einzelnen Kartenwerke verloren, was für den Gebrauch von größter Bedeutung ist.

1) Lehrbuch der darstellenden Geometrie I. Leipzig. 1884. S. 397.

2) Theorie und Darstellung der Beleuchtung von nicht gesetzmäßig gebildeten Flächen mit Rücksicht auf die Bergzeichnung. Civilingenieur XXIV. 1878. S. 335.

Daß ein solch' willkürliches Schema allenthalben an Stelle eines streng geometrisch durchführbaren Verfahrens getreten ist, liegt in dem Unvermögen der senkrechten Beleuchtung, die für den Menschen wichtigen Formen der Erdoberfläche überhaupt zur Darstellung zu bringen. Jeder Bergsteiger weiß, daß eine Landschaft bei hohem Sonnenstande von oben gesehen kein „Relief“ mehr zeigt. Gleiches ist der Eindruck von Ballonfahrern; Photographien der Erdoberfläche bei hohem Sonnenstande vom Ballon aus aufgenommen lassen nicht mehr die einzelnen Böschungen erkennen, sondern zeigen die natürlichen Farben des Geländes. Das kann nicht anders sein, sobald man berücksichtigt, daß der $\cos 25^\circ = 0.9$ ist, d. h. eine nahezu unter dem natürlichen Böschungswinkel ansteigende Fläche (steiler geneigte sind auf der Erdoberfläche immer nur Ausnahmen, da sie sich in einem labilen Zustande befinden) ist noch schwächer beschattet, als nach der Lehmannschen Skala eine unter 5° ansteigende, nämlich die des schwächst beschatteten Grades. Das gänzliche Unvermögen der nach strengen Regeln durchgeführten senkrechten Beleuchtung erhellt am schlagendsten durch Betrachtung eines senkrecht beleuchteten Reliefs¹⁾; es wird niemandem in den Sinn kommen, die Photographie eines solchen als Geländedarstellung anzunehmen, während die Photographien von schräge beleuchteten Reliefs recht anschauliche Karten liefern. Es sei in dieser Beziehung namentlich auf eine „Carte phototypique (muette) de la Suisse“ hingewiesen, welche das Comptoir minéralogique et géologique suisse in Genf nach dem großen Perronschen Relief (1:100 000) der Schweiz im Maßstabe 1:250 000 (2 Blatt 16.50 frcs.) und 1:500 000 (1 Blatt 3.50 frcs.) in den Handel gebracht hat. Sie wirkt ungemein plastisch; allerdings ist auch die Gestaltung der Schweiz für Nordwestbeleuchtung ungemein günstig. Aber auch ein neuestes Werk, G. von Pelikans „Reliefkarte der Gr. Glocknergruppe 1:75 000“ (Salzburg 1902), nach einem Originalrelief bearbeitet, wirkt recht anschaulich und auf den ersten Blick verständlich. Das wäre die Photographie eines senkrecht beleuchteten Reliefs nie. Als v. Steeb auf den wechselnden Eindruck eines Geländes bei verschieden gerichteter schräger Beleuchtung durch Photographien eines aus verschiedenen Richtungen schräge beleuchteten Reliefs aufmerksam machte, um damit auf gewisse Nachteile der schrägen im Vergleiche zur senkrechten Beleuchtung hinzuweisen, stellte er den schräge beleuchteten Reliefs kein senkrecht beleuchtetes, sondern einen Ausschnitt aus der Spezialkarte mit manierierter Geländedarstellung gegenüber.

Die strenge durchgeführte senkrechte Beleuchtung ist ausgeschlossen für eine praktische Geländedarstellung, weil sie die geographisch wichtigen Abstufungen des sanfter geböschten Landes nicht zum Ausdrucke zu bringen vermag. Dafür ist kein Ersatz, daß sie die des steileren Gebirges sehr ersichtlich macht und die Böschungen

1) Ich pflege dies in meinen Vorlesungen durch ein Relief des Trentino zu demonstrieren, das im Hörsaale gegenüber den Fenstern beweglich angebracht ist. Solange es senkrecht beleuchtet ist, macht es gar keinen plastischen Eindruck; es wirkt nur durch seine Farben. Wird es aber so gedreht, daß die Lichtstrahlen schräge auffallen, so wirkt es ungemein kräftig plastisch. Bei künstlicher Beleuchtung wird dies durch deren Wechsel leicht zur Darstellung gebracht.

von über 60° ebenso abstuft wie die unter 60° ; denn die steilen Böschungen sind doch immer nur die Ausnahmen auf der Erdoberfläche.

Wenn also auch die senkrechte Beleuchtung uns für die Geländedarstellung ausgeschlossen erscheint, so möchten wir darum doch die Lehmannsche Art der Kartenschattierung ebenso wenig verwerfen, wie wir die Dufours nicht aufgeben wollen. Liefert sie doch praktisch verwertbare Ergebnisse, liefert sie uns doch die für viele Zwecke wichtige Böschungstreue. Man könnte sich über ihre theoretische Unzulänglichkeit vielleicht dadurch hinwegsetzen, daß man sie als eine konventionelle Manier bezeichnet, welche das geographisch Wesentliche in dem objektiven Geländebilde nach dem ganzen Gewichte seiner Wesentlichkeit mit dem ganzen Aufgebote ihrer optischen Ausdrucksfähigkeit zur Anschauung bringt und damit die Geländeversicherlichung in gleiches Niveau rückt wie die Verdickung der Flußläufe, die auf Übersichtskarten notwendig wird, wie die Übertreibung der Straßenbreiten auf Militärkarten. Man kann sich aber auch fragen, ob nicht vielleicht die Lehmannsche Schattierung anders als bisher theoretisch begründet werden kann.

Es schien mir einen Augenblick, als ob die übliche Lehmannsche Schattierung verstanden werden könnte unter Annahme diffuser Beleuchtung, nämlich daß das ganze Himmelsgewölbe die Erdoberfläche beleuchte. Mein verehrter Freund S. Finsterwalder, dem ich diese Erwägung mitteilte, machte mich aber sofort darauf aufmerksam, daß die Helligkeit eines Flächenelementes, das von einer unendlich fernen Kugelfläche beleuchtet wird, proportional der Projektion des leuchtenden Teiles der Kugel auf die Ebene des Flächenelementes ist. Ist das Flächenteilchen isoliert, so ist seine Helligkeit daher nur von seinem Böschungswinkel α abhängig und proportional $1 + \cos \alpha$. Mit anderen Worten, die Helligkeitsabstufungen sind für flachere Böschungen noch geringer als bei der wirklichen senkrechten Beleuchtung. Das lehrt folgende Tabelle:

Helligkeit beleuchteter Flächenelemente.

Böschungen	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Beleuchtung senkrecht	1	0.98	0.94	0.87	0.77	0.64	0.50	0.34	0.17	0.00
„ diffus	1	0.99	0.97	0.93	0.88	0.82	0.75	0.67	0.59	0.5

Dazu kommt, daß in einem aus verschiedenen Flächenteilchen zusammengesetzten Gelände das eine dem andern diffuses Himmelslicht durch Beschränken des Horizontes wegnehmen wird, was namentlich in Tälern der Fall ist. Eine Geländedarstellung mit diffuser Beleuchtung würde daher nicht bloß noch schwächere Abstufungen zeigen, als die nach senkrechter Beleuchtung, sondern auch auf Böschungstreue verzichten; tief eingesenkte Böschungen würden weniger beleuchtet sein als gleich steile exponierte. Das Kartenbild würde durch letzteres allerdings eine Art der Plastik gewinnen, die, weit verschieden von der Lehmannschen oder der schrägen Beleuchtung, möglicherweise anschaulich wirkt, aber praktisch ungemein langwierig herzustellen ist.

Eine andere Überlegung führt zum Ziele. So wenig sich sanfte Böschungen bei hohem Sonnenstande durch den Grad ihrer Beleuchtung von einander abheben, während sich die steilen gerade dann von einander sondern, so ist es bei niedrigem Sonnenstande umgekehrt. Kurz vor Sonnenuntergang

sieht man die Felswände des Rosengartens bei Bozen fast gleichmäßig hell leuchten, obwohl sie in den oberen Partien erheblich steiler sind, als in den tieferen; dafür heben sich die verschiedenen geneigten sanfteren Böschungen des Porphyryplateaus durch ihre verschiedene Lichtstärke recht kräftig von einander ab. Dies ist ohne weiteres klar. Befindet sich eine Lichtquelle genau im Horizonte einer senkrecht zur Richtung ihrer Strahlen streichenden Erhebung, so werden deren Flächenelemente nach dem Lambertschen Gesetze proportional dem Sinus ihres Böschungswinkels beleuchtet sein. Es werden sich die Helligkeitsgrade wie folgt gestalten:

Böschung	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Helligkeit	0	0.17	0.34	0.50	0.64	0.77	0.87	0.94	0.98	1.00

Die Abstufungen dieser Helligkeitsgrade geschehen für die sanfteren Böschungen in ähnlicher Weise, wie die Abstufungen der Lehmannschen Schattierung und der nach ihren Prinzipien entworfenen. Namentlich ist die Übereinstimmung mit den Abstufungen der Schatten auf der bayerischen topographischen Karte 1:50 000 bis zu Böschungen von 45° eine geradezu überraschende. Endlich ist auch die Übereinstimmung mit den Abstufungen der Schattierung von nackten Schichtlinienkarten, sobald bei diesen $\frac{b}{a} \mu = 1$ wird, bis zu Böschungen von 20° praktisch vorhanden. Das alles zeigt nachstehende Tabelle:

Böschungen	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°
Helligkeit bei der erwähnten									
Horiz.-Beleuchtung	0	0.087	0.174	0.259	0.342	0.423	0.500	0.707	0.866
Schatten nach Lehmann	0	0.111	0.222	0.333	0.444	0.555	0.666	1.000	—
Schatten der bayer. Karten	0	0.083	0.167	0.250	0.333	0.416	0.500	0.750	1.000
Schattierung der Isohypsen	0	0.087	0.176	0.268	0.364	0.466	0.577	1.000	1.732

Würde man eine Karte dermaßen schattieren, daß man sich jedes Flächenteilchen für sich durch eine Lichtquelle beleuchtet denkt, die in der Ebene seines Horizontes und zwar senkrecht zu seiner Streichungsrichtung steht, so würde man ein Geländebild erhalten, das die einzelnen, praktisch bedeutsamen flacheren Böschungen ähnlich scharf von einander hielte, wie es auf den topographischen Karten Bayerns geschieht, nur daß die flacheren Böschungen dunkel, die steileren hell waren. Ein gleiches Geländebild würde man erhalten, wenn allseitig aus dem unendlich fern gedachten Horizonte des Geländes, also zentripetal Lichtstrahlen auf dieses zustreben würden, wenn zugleich angenommen wird, daß kein Flächenteilchen das andere beschattet — was man ja auch bei der schrägen Beleuchtung gewöhnlich nicht zuläßt — und ihm die ihm zukommenden Strahlen entzieht, während das Flächenteilchen selbst für die letzteren undurchlässig ist.

Eine nach diesem Gesichtspunkte bearbeitete Geländeschattierung würde in der Hauptsache einen ähnlichen Eindruck machen, wie eine solche nach der üblichen senkrechten Beleuchtung. Aber da das ebene Land schwarz erscheinen würde, wäre keine Möglichkeit vorhanden, hier, wo es am nötigsten ist, das Kartenbild zu beschreiben, solange man bei dem üblichen Druckverfahren bleibt und Schwarz auf Weiß druckt und nicht, wie es ja auch manchmal geschieht, Zeichnung und Schrift im Schwarzen ausspart. Wollte

man der dargelegten Art der Beleuchtung Eingang verschaffen, so müßte man sich gewöhnen, die gemeinhin zur Kennzeichnung der Beschattung auf Karten dienenden Striche oder Punkte als Symbole der Beleuchtung zu nehmen, was unschwer dann möglich ist, wenn man sie in einer in die Augen springenden, rötlichen Farbe wiedergibt. Hat man sich daran gewöhnt, daß die Geländeversanschaulichung eine Beleuchtung darstellt, so wird man endlich in einer Kennzeichnung der Beleuchtung durch schwarze Schatten und Punkte ebenso wenig Bedenken finden, wie man daran Anstoß nimmt, auf der schwarzen Tafel einen Berg mit weißen Kreidestrichen zu schattieren und in den am dunkelsten gehaltenen Partien die am hellsten beleuchteten zu erblicken. Die nach solchem Gesichtspunkte gezeichneten Karten nun würden im großen und ganzen das Aussehen der nach der Lehmannschen Manier schattierten haben und bis ins Hochgebirge hinein in Bezug auf Geländedarstellung den Blättern des bayerischen topographischen Atlas gleichen. Man hätte also bloß einen Wechsel im Kartenlesen eintreten zu lassen, um in den meisten, nach Lehmannscher Manier schattierten Karten Darstellungen zu erblicken, welche durchaus nicht in dem Umfange, wie es zunächst scheint, der geometrischen Begründung entbehren. Man hätte lediglich zu sagen: in dem oder jenem Maße „beleuchtet“ anstatt „schattiert“.

Man kann also die Lehmannsche Schattierung für die praktisch wichtigen Geländestufen zurückführen auf eine zentripetale Seitenbeleuchtung, welche uns das vor uns liegende Gelände etwa so zeigt, wie es sich ausnehmen würde, wenn die Lichtstrahlen von unsern Augen ausgehen würden, und so, wie wir es tatsächlich bei Sonnenuntergang sehen, wenn wir den Blick auf die senkrecht zu den Strahlen streichenden Partien beschränken. Sie zeigt uns das Gelände vom menschlichen Standpunkte aus, und darin liegt unseres Erachtens der Grund für die allgemeine Anwendbarkeit der Lehmannschen Schraffenskala, daß sie uns das Gelände von solchem Standpunkte aus veranschaulicht.

Bei steileren Böschungen geht aber die Übereinstimmung zwischen den Abstufungen der Lehmannschen Skala und der Sinusskala der zentripetalen Seitenbeleuchtung verloren. Während nach Lehmann und Nachfolgern durchweg gleichen Helligkeitsabstufungen gleiche Winkel entsprechen, werden letztere bei der Sinusskala größer und größer. Wir zeigen dies gleichfalls in einer Tabelle.

Lichtstärke:										
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Böschungswinkel:										
0°	5°44'	11°32'	17°27'	23°035'	30°0'	36°52'	44°25'	53°8'	64°9'	90°
Winkelunterschiede für eine Lichtstärke 0.1:										
	5°44'	5°48'	5°55'	6°8'	6°25'	6°52'	7°33'	8°43'	11°1'	25°51'
Abgerundet:										
	6°	6°	6°	6°	6°	7°	7°	9°	11°	26°

Diese Differenz macht sich aber erst in den Böschungen von über 30° leicht und in denen von über 44°25' stärker geltend, um dann in den steilsten Böschungen von über 64°9' sehr stark zu werden. Gerade aber für steilere Böschungen versagt die Lehmannsche Skala und bedingt zu dunkle Bilder. Hier würde ihr die der zentripetalen Seitenbeleuchtung weit überlegen sein.

Daß dabei gleiche Abstufungen in der Helligkeit schließlich immer größer werdenden Differenzen der Böschungswinkel entsprechen, kann nicht schaden. Es hat keinen praktischen Wert, das schwer oder gar nicht gangbare Gelände ebenso fein nuanciert zur Veranschaulichung zu bringen, wie das fahrbare und leicht gangbare.

Man könnte vielleicht gegen die Geländeveranschaulichung durch zentripetale Seitenbeleuchtung einwenden, daß sie die Schattierung des Geländes zur Charakteristik von seiner Beleuchtung verwende, während diese sonst, z. B. bei der schrägen Beleuchtung, als Symbol von seiner Beschattung gebraucht wird; daß also dasselbe Mittel der Darstellung im einem Falle als Symbol des Lichtes gilt, das im andern eines des Schattens ist. Nichts hindert uns aber, im Sinne unserer obigen Überlegung auch bei der Darstellung nach schräger Beleuchtung die Schattierung, sobald sie einfarbig ausgeführt ist, als Wiedergabe verschiedener Mengen auffallenden Lichtes anzusehen, so wie wir umgekehrt beim Zeichnen auf der schwarzen Tafel die Schattierung mit weißen Kreidestrichen ohne weiteres als Schattengebung betrachten. Sobald wir uns in diese von der herrschenden abweichende Vorstellung eingelebt haben, werden uns die in üblicher Weise gezeichneten Karten nicht erscheinen als schattiert infolge des schrägen Einfalls von Strahlen, die aus Nordwesten kommen, sondern wir werden in ihnen die Darstellung verschieden starker Beleuchtung in Folge schräg einfallenden, aus Südosten kommenden Lichteinfalles erblicken. Eine solche Auffassung würde auch einen Einwurf beseitigen, welcher oft gegen die Natürlichkeit der schrägen Beleuchtung erhoben worden ist, indem man darauf hinwies, daß sie eine in der Natur unmögliche Lage der Lichtquelle annehme: Sobald wir die Schattierung als ein Symbol für Lichtquantitäten nehmen, erzielen wir die höchste plastische Wirkung unter Voraussetzung einer in einer natürlichen Lage, nämlich im Südosten befindlichen Lichtquelle.

Wir beseitigen eine ganze Reihe von Schwierigkeiten, welche der theoretischen Interpretierung der bisher üblichen Beleuchtungsmethoden nach Lehmann und der Dufour-Schule erstanden, sobald wir übereinkommen, die Schattierung nicht als Symbol des Lichtmangels, sondern direkt der Belichtung zu nehmen. Für das Kartenlesen und Kartenzeichnen ist ohne weiteren Belang, wenn wir von einer Lichtplastik statt einer Schattenplastik sprechen. Man wird fortfahren können, ähnlich wie bisher einfarbig zu schummern und zu schraffieren, nur bei steilen Böschungen werden sich gegenüber der Lehmannschen Manier praktischen Bedürfnissen entsprechende Änderungen ergeben; denn bei der schrägen Beleuchtung hat man ja immer davon abgesehen, die dunklen Schatten ausgiebig, z. B. für die im Eigenschatten liegenden Partien zu verwenden. Es wird auch theoretisch zulässig sein, schräge Beleuchtung mit der zentripetalen Seitenbeleuchtung zu kombinieren, so wie es der Oberst Goulier¹⁾ für sie und die senkrechte vorgeschlagen hat. Auch die mehrfarbig schattierten Karten, wie die Schweizer Reliefkarten, können als lichtplastische gelten, nur halten sie an der herkömmlichen Beleuchtung von Nordwesten her fest, mit Ausnahme der neuesten Karte von F. Becker: Die oberitalie-

1) Berthaut, La Carte de France II. S. 225.

nischen Seen und ihr Exkursionsgebiet 1 : 150 000 (Winterthur). Becker beleuchtet hier das Gelände von Süden und Osten her, er gibt den nach diesen Himmelsgegenden gerichteten Abdachungen lichtere Farben als den anderen und setzt ihnen von etwa 1500 m Höhe an ziemlich grelle Orange-töne auf, denen tiefer herabreichende blaue Schatten auf den andern Seiten entsprechen. Ist das erzielte Bild deswegen auch recht grell, so vergewissert es doch, daß auch eine von Süden kommende Beleuchtung bei farbiger Ausführung plastische Wirkung zu erzielen vermag. Bei Karten ferner, die der Gelände- veranschaulichung nur einen besonderen Farbenton widmen, würde es sich empfehlen, ihn nicht mehr wie bisher, um die Schatten anzudeuten, grau oder braun, sondern rötlich zu wählen. Das Aussehen der Kärtchen in Baedekers Reisehandbüchern gibt uns die Überzeugung, daß ein solcher Ton für die Geländedarstellung recht geeignet ist.

In optischer Hinsicht sind die beiden üblichen Verfahren der Geländedarstellung durch Schummerung und Schraffierung gleichwertig, solange es möglich ist, bei entsprechender Sorgfalt durch beide genau die gewünschten Lichtabstufungen zu erzielen. In der Originalzeichnung ist dies bei entsprechender Sorgfalt der Ausführung möglich; in der technischen Reproduktion geht aber viel verloren, nicht bloß von der Zartheit der Schummerung, sondern auch, wie Baron v. Hübl gezeigt hat, von der Genauigkeit der Schraffierung. Im Sinne der darstellenden Geometrie ist aber die Schraffierung der Schummerung überlegen, denn sie enthält ein wichtiges Element zur Charakteristik des Geländes, nämlich die Gefällslinie. Man kann auf dieselbe verzichten, wenn die Isohypsen hinreichend dicht geschart verlaufen, um über die Richtung der Gefällslinien keinen Zweifel zu lassen. In solchen Fällen beeinträchtigen sogar die Schraffen, wie die Original-Aufnahmen der österreich-ungarischen Spezialkarte zeigen, die leichte Lesbarkeit des Kartenbildes. Die Schummerung erscheint uns daher als die richtige Schattierung für die topographischen Karten großen Maßstabes, 1 : 25 000 bis 1 : 50 000. Welche Art der Schummerung, ob nach Lehmannscher oder nach schräger Beleuchtung, vorzuziehen ist, sollte von Fall zu Fall nach den oben dargelegten Erwägungen entscheiden werden. Erhalten die Karten durch ihre Isohypsenzeichnung bereits eine merkliche Böschungsplastik, die, wie wir gesehen haben, in ihrer Wirkung der der Lehmannschen Beleuchtung nahe kommt, so ist es oft weniger geboten, sie noch durch jene Beleuchtung zu verstärken, als das Relief durch schräge Beleuchtung hervorzuheben, zumal da diese bei geschickter Behandlung auch dem Plateaucharakter des Geländes gerecht zu werden vermag. Die Charakteristik des Bözener Porphyrrplateaus auf der Simonschen Rosengartengruppe, herausgegeben vom deutschen und österreichischen Alpenverein, ist mit wenigen Schatten vorzüglich gelungen; die Karte hat sich bei meinen Wanderungen als Orientierungsmittel ganz außerordentlich der entsprechenden Originalaufnahme des militärgeographischen Institutes überlegen gezeigt. Die von H. Petters gestochene Reliefkarte der braunschweigischen Landesaufnahme 1 : 25 000 (Harzburg-Brocken) ist ein ausgezeichnetes Beispiel für die gelungene Schattierung von Mittelgebirgs- und Plateauformen durch eine frei behandelte schräge Beleuchtung. Ihre

freie Behandlung stört so lange nicht, als das geometrische Kartenbild deutlich sichtbar bleibt und über die Steilheit der Böschungen nach der Isohypsenzeichnung kein Zweifel ist. Es muß daher die Schattierung zart und durchsichtig bleiben. Dies geht bei mehrfarbiger Schattierung verloren; die bunten Schweizer Reliefkarten sind mir als Wanderkarten bei weitem nicht so nützlich gewesen, wie die zart geschummerte Rosengartenkarte; ja ich habe ihnen wiederholt die Blätter des Siegfriedatlas vorgezogen.

Wesentlich anders wird die Rolle der Kartenschattierung, wenn der Kartenmaßstab den Isohypsen nicht mehr die Scharung erlaubt, die zu einer genauen Wiedergabe des Gelände nötig ist. Hier muß und kann die Schraffierung einen Teil der Funktionen übernehmen, welche die Schichtlinien nicht mehr ausüben vermögen. Die Schraffierung hat für solche Maßstäbe eine ganz hervorragende Bedeutung; sie wird für sie, wie alle Spezialkarten lehren, auch benutzt, und zwar indem man durch sie meist eine Lehmannsche, in der Dufourkarte, indem man durch sie eine schräge Beleuchtung zum Ausdrucke bringt. Die vorwiegende Anwendung der Lehmannschen Beleuchtung ist durch ihre Böschungstreue hinreichend begründet und wird bei Wanderungen als großer Vorteil empfunden, denn sie orientiert über die zu gewärtigende Steilheit der Gehänge, was die schräge Beleuchtung nicht tut. Begreiflich ist daher, daß die Militärmächte mit Zähigkeit an der meist nur wenig modifizierten Lehmannschen Manier festhalten; begreiflich aber auch, daß in der neutralen Schweiz die schräge Beleuchtung, welche ihr Relief so vorzüglich zum Ausdrucke bringt, zur Geltung kommen mußte. Es ist aber nicht zu leugnen, daß das Wandern im Hochgebirge an der Hand der Dufourkarte weit schwieriger ist, als mit einer lehmannisch beleuchteten österreichischen oder deutschen Karte, wie sehr die letzteren auch an plastischer Wirkung hinter der Dufourkarte zurückstehen. Bei einer solchen Sachlage halten wir die Schraffierung nach Lehmann und nach zentripetaler Seitenbeleuchtung für die richtige Geländedarstellung auf Spezialkarten, die zur Orientierung im Gelände und nicht bloß zur Orientierung über das Gelände dienen sollen.

Nur darf man von dieser Schraffierung nicht mehr verlangen, als sie bieten kann. Es ist nicht möglich, sie fein abzustufen. 10 Abstufungen von weiß bis schwarz erscheinen uns im Kupferstiche als das äußerste des Möglichen — haben wir doch bereits lichte und dunkle Blätter der Karte des Deutschen Reiches —, die 15 Abstufungen der österreichisch-ungarischen Spezialkarte gehen, falls sie richtig gezeichnet gewesen sein sollten, beim Drucke verloren; es ist mir nie möglich gewesen, sie auf den Karten zu unterscheiden. Die Lehmannsche Schraffenmanier ist nur in rohem Umfange böschungstreu. Diese Tatsache macht verständlich, daß Dufour¹⁾ an einer mathematischen Präzision der Schraffen überhaupt zweifelte; sie macht aber auch begreiflich, daß in der Praxis sehr häufig die Böschungstreue der Schraffen aufgegeben wird, wenn es sich darum handelt, das Kartenbild zu beleben. Nachmessungen auf den österreichischen Karten haben mich über-

1) Notice sur la carte de la Suisse. Jahrb. Schweiz. Alpenklub. VII. 1872. 331 (343).

zeugt, daß im Hochgebirge nicht gar selten die enge Beziehung zwischen Abstand der Isohypsen und Stärke der Schraffen nicht erkennbar ist; und dies in den neueren, plastischer wirkenden Karten viel öfter, als in den älteren¹⁾. Gleiches gilt von den italienischen Karten. Eine weitere Freiheit in der Behandlung der Schattierung wird häufig diktiert durch die Nötigung, kleinere Formen, wie Abstürze, hervorzuheben, was nur durch eben solche Übertreibung möglich ist, wie wir sie bei der Darstellung von Straßen, Einzelsiedlungen u. s. w. anwenden.

Wir möchten solche Freiheiten nicht als Systemlosigkeiten rügen, solange sie dazu dienen, das Verständnis des Kartenbildes zu erleichtern, wenn sie Böschungsunterschiede klar hervortreten lassen und sich nicht zu weit aus den ziemlich weiten Grenzen entfernen, innerhalb welcher die Lehmannsche Schraffierung böschungstreu gedruckt werden kann. Für genauere Bestimmung der Böschung wird man immer auf die Berücksichtigung der Abstände der Isohypsen angewiesen bleiben und aus diesen allein Höhenunterschiede bestimmen können. Dazu reicht die Lehmannsche Schraffierung nie aus. Man denke nur an einen Hang von 1 km Länge; seine Böschung sei durch die Schraffierung zu 35° festgelegt, d. h. sie kann in Wirklichkeit zwischen 30° und 35° schwanken, also entweder um 577 oder um beinahe 700 m ansteigen! Bei solcher Sachlage kann nicht dankbar genug begrüßt werden, daß die neueren Spezialkarten durchweg mit dem alten System gebrochen haben und nicht mehr bloße Schraffenkarten sind, sondern auch Isohypsen enthalten. Ohne solche ist die Geländedarstellung auch der besten Schraffenkarte ein Körper ohne Skelett, gleichgültig ob sie nach sogenannter senkrechter Beleuchtung schattiert ist, wie die Carte de France, oder nach schräger, wie die Dufourkarte.

Für Spezialkarten geschaffen hat die Lehmannsche Schraffierung ziemlich enge Grenzen ihrer Anwendbarkeit. Sobald der Kartenmaßstab nicht mehr die Wiedergabe einzelner Böschungen erlaubt und bloß noch die Darstellung eines ausgedehnten Hanges zuläßt, ist sie nicht mehr streng durchführbar und muß zu Generalisierungen greifen. Wenn aber damit die Böschungstreu tatsächlich aufgegeben wird, erscheint es nicht mehr nötig, auf letztere Gewicht zu legen, und es rückt in den Vordergrund die Aufgabe: das Relief des Geländes soweit als möglich zur Darstellung zu bringen. Dafür ist, wie wir gesehen haben, die Geländedarstellung nach schräger Beleuchtung besonders geeignet, solange es sich um die Firstformen des Hochgebirges handelt, während die Lehmannsche Manier die Mittelgebirge und Plateaformen auch in kleinen Maßstäben noch vorzüglich wiedergibt. Bei dieser Sachlage ist naturgemäß zu einer variablen Beleuchtung zu greifen, um die einzelnen Formtypen, die auf der Karte noch auseinander gehalten werden können, hinreichend zu charakterisieren.

1) v. Steeb schreibt: Der Soldat muß sehr rasch die Terrainformen erfassen können, braucht also eine sinnlich packende Zeichnung, mit kräftigen Gegensätzen. Was steil, was flach und was mittelmäßig geböschet, soll leicht zu erkennen sein. Mehr Unterschiede wird kein Soldat suchen und kein Zeichner darstellen können. (Die Kriegskarten. Mitt. k. u. k. militärgeogr. Inst. XX. S. 145.)

Diesen Ausweg hat zielbewußt Dufour¹⁾ betreten und mit ihm die großen reliefplastischen Wirkungen der beiden großen Schweizer Karten 1:100 000 und 1:250 000 erreicht. Wir wollen daher das angewandte Verfahren, die einzelnen Formentypen je in das rechte Licht zu stellen, Dufour-Beleuchtung nennen. Sie wurde von C. Vogel in einer Reihe von Karten in Stieler's Handatlas und namentlich in seiner Karte des Deutschen Reiches 1:500 000 verwendet; sie verleiht den Karten der Alpenländer 1:1 000 000 in Debes' Handatlas die plastische Wirkung ebenso wie der großen Haardtschen Alpenkarte aus Hölzels Institut. Wir vermögen in dem Wechsel der Beleuchtung keine Inkonsequenz zu erkennen, da er systematisch ausgenutzt wird; wohl aber glauben wir, daß die Dufour-Beleuchtung, solange nicht die Geländeschattierung an einem dichten Isohypsenetze aufgehängt werden kann, ihre Vorteile hauptsächlich in Karten kleineren Maßstabes zur Geltung bringt. In Maßstäben 1:100 000 und 1:250 000 ist, wie die Karte des Deutschen Reiches und die bayerische Übersichtskarte von Südwest-Deutschland lehren, eine böschungstreue Darstellung des Hochgebirges noch durchaus möglich; wir möchten daher für diese Maßstäbe, solange es sich um Karten zum Feldgebrauche handelt, die Lehmannsche Manier, bez. die zentripetale Seitenbeleuchtung nicht aufgeben; andererseits zeigt uns die Übersichtskarte von Zentral-Europa des Wiener militärgeographischen Instituts, daß die Lehmannsche Manier für den Maßstab 1:750 000 versagt: Um die Hochgebirgsformen hervortreten zu lassen, mußte sie allenthalben zur Einschaltung eines weißen Streifens an den Firstlinien greifen, der die Schraffen der beiderseitigen Flanken trennt. Wie schmal dieser Streifen auch ist, so deckt er doch auf einem Kartenblatte (Innsbruck) Hunderte von Quadratkilometern, die sohin nicht mehr grundrißtreu dargestellt sind. Unseres Erachtens hat Vogel mit der Anwendung der Dufour-Beleuchtung für seine Karte des Deutschen Reiches 1:500 000 bereits das Richtige getroffen.

Die Dufour-Beleuchtung ist noch für erheblich kleinere Kartenmaßstäbe benutzbar als der von 1:1 000 000, bis zu welchem herab wir die vorliegenden neueren Alpenkarten betrachtet haben. C. Vogel hat sie mit großem Erfolge noch für seine Karten der europäischen Staaten 1:1 500 000 angewendet, und selbst auf seinen Übersichtskarten 1:3 700 000 des Deutschen Reiches, von Österreich und Frankreich damit eine recht treffliche Darstellung der Alpen erzielt. Aber je kleiner die Maßstäbe werden, desto mehr entschwindet die Möglichkeit, das Relief plastisch zu veranschaulichen. Wenn unsere Atlanten auch in Maßstäben von 1:5 000 000 und darunter die Karten schraffieren, so hat hier die Schraffe eine ganz andere Bedeutung als bei der Lehmannschen oder Dufourschen Geländedarstellung. Sie gibt weder die Steilheit der Böschungen noch den Charakter der Formen wieder, sondern wird unwillkürlich zum Ausdrucke für vorhandene Höhenunterschiede²⁾. Man

1) Notice sur la carte de la Suisse. Jahrb. Schweiz. Alpenklub. VII. 1871/72. S. 331; vgl. auch: E. Imhof. Die topographischen Karten der Schweiz. Ebenda. VIII. S. 305 (314).

2) Dies ist besonders von C. Vogel hervorgehoben worden (Die Terraindarstellung auf Landkarten mittels Schraffierung. Peterm. Mitt. 1893. S. 148). Wir

wird sich dessen recht inne bei Betrachtung der Übersichtskarten von Nordamerika. Selbst unsere besten Karten schraffieren den Abfall der Sierra Nevada zur kalifornischen Senke ungemein dunkel und machen den zum Great Basin licht, obwohl genanntes Gebirge nach Westen sanft, gegen Osten steil abfällt¹⁾, also sowohl nach Lehmannscher wie auch nach Dufourscher Manier auf dieser Seite am stärksten schraffiert sein sollte. Man überschreitet unseres Erachtens die Grenzen, welche der Anwendbarkeit der Schraffen überhaupt gesetzt sind, wenn man sie für Übersichtskarten kleinen Maßstabes auf einmal zur Charakteristik der Höhenplastik verwendet. Dafür gibt es bessere Hilfsmittel, nämlich die Darstellung der Höhengschichtenkarte.

Unsere Betrachtung der Alpenkarten hat uns gezeigt, daß die Höhengschichtendarstellung mit ganz wenigen Ausnahmen auf kleinere Maßstäbe beschränkt bleibt. Sehen wir ab von der Karte von Schneeberg und Rax 1:75 000, so sind Ravensteins Karten der Ostalpen und der Schweiz die größten Maßstäbe, für welche eine Höhengschichtendarstellung in größerem Umfange ausgeführt worden ist, aber nicht in ganz konsequenter Weise: Ravenstein kommt einem praktischen Bedürfnis entgegen, indem er die Ebenen aus der Höhengschichtendarstellung ausschaltet und gleichmäßig grün koloriert: Dadurch wird ermöglicht, den Fuß der Gehänge zu erkennen, und die Karte erreicht damit ihren Wert als Wanderkarte. Gleichzeitig aber steigert sie auch ihre plastische Wirkung, wie ein Vergleich mit der Ravensteinschen Höhengschichtenkarte der Ostalpen 1:500 000 lehrt. Gleiches gilt von der österreichischen Karte 1:900 000. Diese Tatsache ist uns ein wichtiger Fingerzeig für Bestimmung der Grenzen, die der praktischen Anwendbarkeit der streng durchgeführten Höhengschichtenkarten gesetzt sind. Wir müssen die Höhen der farbig kolorierten Höhengschichten ziemlich groß nehmen, wenn wir den hypsometrischen Wert der einzelnen Farbe sofort erkennen wollen, denn unsere Augen unterscheiden faktisch weit weniger Farbenabstufungen, als wir durch moderne Druckverfahren praktisch erzielen können. Dies hat zur Folge, daß die strenge Höhengschichtendarstellung des Gebirges auf jene Maßstäbe eingeschränkt ist, bei welchen es nicht mehr Interesse hat, die einzelnen Landschaftstypen streng voneinander zu sondern. Sie tritt dann in den Vordergrund, wenn die Dufour-Beleuchtung zu versagen beginnt. Dabei schließt sie sich aber mit letzterer keineswegs aus, was sie in einem gewissen Grade mit der Lehmannschen Manier tut, deren Böschungstreue leidet, wenn wir zur Schattierung noch Farben gesellen, die selbst wie Schatten wirken. Mit Recht kombinieren daher die Karten kleineren Maßstabes unserer Schulatlanten Dufour-Schraffierung mit Höhengschichtendarstellung.

Bei den neueren Höhengschichtenkarten der Alpen kommt mehr und mehr die Absicht zum Ausdruck, durch bestimmte Tonabstufungen das Bild einheitlich zu machen. Vereinzelt steht die bayerische Höhengschichtenkarte

glauben auf diesen Punkt besonders zurückkommen zu sollen, da er von Schulmännern nicht immer beherzigt wird. Wir finden in einer Reihe von Atlanten Erläuterungen zur Geländedarstellung nach Lehmannscher Manier, ohne daß diese letztere im Atlas selbst zur Anwendung käme.

1) Drake. The Topography of California. Journ. of Geology. V. 1897. S. 563.

1:250 000 mit regellos bunter Farbenwahl; sonst hat sich die Hauslabsche Skala eingebürgert, deren Grundsatz bekanntlich ist¹⁾: Je höher desto dunkler. Doch vermag kaum ein Kartenwerk hieran streng festzuhalten; für die größeren Höhen wählt man in der Regel neue Farben, blaue Töne (Ravenstein, italienische Karte 1:500 000) oder wieder lichte (österreichische Karten). Dadurch wird der Eindruck regelmäßiger Abstufungen der Höhen, welchen die Karte erzielen kann, mindestens sehr beeinträchtigt, in der Regel sogar stark gestört. Wir glauben, daß Karl Peucker²⁾ den richtigen Weg für eine normale Farbenskala von Höhenschichtenkarten angegeben hat, wenn er vorschlägt, um so intensivere, leuchtendere Farben zu wählen, je höher die Höhenschichten liegen, und, anknüpfend an optisch-physiologische Untersuchungen, als natürliche Farbenreihe für eine Höhenschichtenkarte in aufsteigender Ordnung empfiehlt: blaugrün, grün, gelb, lichtbraun, rötlichbraun. Es wäre interessant, einmal diese Skala für Alpenkarten größeren Maßstabes als 1:1 500 000 verwendet zu sehen, den die Karten der Schweiz und der österreichischen Alpenländer in dem von Peucker nach seinen Prinzipien bearbeiteten trefflichen Atlas für Handelsschulen (2. Aufl. Wien 1899) haben. Der Versuch wird auch erst zu entscheiden gestatten, inwieweit die Peuckersche höhenplastische Skala nicht bloß für Karten kleineren Maßstabes, sondern auch für solche größeren Maßstabes Vorteile liefert. Der Versuch wird endlich erst klarlegen können, inwieweit die Vereinigung von schattenplastischer Darstellung mit einer farbenplastischen der Höhen, die Peucker als die vollkommen abgeschlossene dreidimensionale raumtreue Geländezeichnung hinstellt³⁾, und die auch, allerdings auf weniger streng theoretisch begründeter Basis, Bavesi und Fritzsche⁴⁾ erstrebten, ihrem Zwecke entspricht. Man kann sich vorstellen, daß durch eine solche Vereinigung, falls sehr zahlreiche und an sich unbedeutende Farbenabstufungen gewählt werden (ein strenges Auseinanderhalten durch das Auge ist in großen Maßstäben nicht mehr nötig, da die Isohypsendarstellung über die Erhebung der einzelnen Höhenschichten genau orientiert), ähnlich plastisch wirkende Kartenbilder gewonnen werden können, wie sie die schweizerischen Reliefkarten sind, und daß dabei zugleich die Geländeveranschaulichung auf strengere Grundlage gestellt wird. Aber es muß sich auch fragen, wie weit sich Farbe und Schattierung vertragen, ob nicht die eine die andere wenigstens teilweise um ihre Wirkung bringt, wie dies auf den Karten der Schweiz und der österreichischen Alpenländer in Peuckers Atlas für Handelsschulen der Fall ist. Beide Karten geben kein anschauliches Bild der Alpen; die Grenze des grünen und gelben Farbtones, der Höhenschichten von 200—560 m und 500—1500 m erlangt für das Kartenbild eine viel maßgebendere Bedeutung als die Schummerung, so

1) Über die graphischen Ausführungsmethoden von Höhenschichtenkarten. Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien. 1864. S. 30.

2) Schattenplastik und Farbenplastik. Wien 1898. S. 96.

3) Zur kartographischen Darstellung der dritten Dimension. G. Z. VII. 1901. S. 22 (41). Drei Thesen zum Ausbau der theoretischen Kartographie. Ebenda. VIII. 1902. S. 221.

4) La rappresentazione orografica a luce doppia nella cartografia moderna. Primo congresso geografico italiano. Roma. Istituto cartografico italiano 1892.

daß der Gebirgsfuß, wenn er in diese Farbentöne fällt, gar nicht zur Geltung kommt. Dabei ist aber die Schummerung so wenig grundrißtreu behandelt, daß sie die Kämme der Zillertaler Alpen und Graubündens plateauartig darstellt.

Mit Spannung und Interesse praktischen Versuchen im Sinne der Peuckerschen Vorschläge entgegensehend¹⁾, können wir eine Erwägung nicht unterdrücken: Der Apparat an Farben und Schatten, den eine raumtreue Karte Peuckers im großen Maßstabe erheischt, ist nicht geringer, als der der Schweizer Reliefkarten. Sie wird daher notwendigerweise viel kostspieliger werden, als die farbenschlichte Spezialkarte, die sie nur durch die Anschaulichkeit ihres Inhaltes, nicht durch diesen selbst übertreffen wird. Sie wird daher dem Fachmanne, welcher das Kartenlesen versteht, nicht besonders nötig sein. Ihre Anschaulichkeit wird die Bedeutung der lichtvollen, populären Darstellung eines wissenschaftlichen Beobachtungsergebnisses haben; als solches wird sie namentlich für Unterrichtszwecke an ihrem Platze sein.

Es darf überhaupt ausgesprochen werden, daß die vielfarbige Herstellung namentlich eine Popularisierung der Karten erstrebt hat. Klar hat dies Becker ausgesprochen²⁾; er hoffte mit den farbigen Reliefkarten einen wahren Volksatlas zu schaffen. Er hat bald die Vielfarbigkeit der Karten fallen gelassen; er hat geäußert³⁾, daß wir schließlich doch zur einfarbigen Tonkarte zurückkommen werden, und sich in seiner Silvretta-Karte mit einem Minimum von Farben begnügt; aus der Reliefkarte hat sich aber in der Schweiz die Neigung zu Darstellungen aus der Vogelschau entwickelt, die nicht bloß in Imfelds Karte des Vierwaldstättersees entgegentritt, sondern auch einen ganzen Atlas der Schweiz „Magginis Volksatlas“ (Zürich, Orell Fübli) beherrscht. Viel wichtiger für eine wahre Popularisierung als die notwendigerweise mit hohem Preise verbundene große Anschaulichkeit der Karte erscheint uns deren Verbilligung. Seitdem sie billig geworden sind, haben die österreichischen Spezialkarten eine ungemeine Steigerung ihres Absatzes erfahren (300—400 000 Exemplare im Jahre gegen 6000 bei der Dufourkarte). Tausende von Wanderern bedienen sich ihrer in den östlichen Alpen und sind durch ihren Gebrauch im Felde im Kartenlesen und Kartenverständnis geübt worden. Beides lernt man leicht und rasch, wenn man Natur und Karte vergleicht.

Wir sind nunmehr an den Schluß unserer Erörterungen über alpine Geländedarstellung gelangt. Keine theoretische Voreingenommenheit hat uns dabei geleitet; kein Wunsch, zu etwas Neuem zu gelangen, dabei beseelt. Wir beschränkten uns absichtlich darauf, gestützt auf unsere eigenen Beobachtungen beim Gebrauche der verschiedenen Alpenkarten, durch das Studium

1) Artarias Karte des Ötztalgebietes in Niederösterreich 1:50 000 von Peucker nach seinem System farbenplastisch koloriert (Ausstellung neuerer Lehrmittel Ostern 1903 in Wien) machte die isolierte Erhebung des Ötztalgebietes recht anschaulich, gab aber dessen Form durchaus nicht plastisch wieder: Der Farbenplastik wohnt keine Relieftreue inne. (Anmerk. während der Korrektur)

2) Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Kartographie. Jahrb. d. Schweiz. Alpenklubs. XXIV. 1888/89. S. 320. Die Schweizerische Kartographie. 1890.

3) Nekrolog auf Wild. Schweizerische Bauzeitung. XXIV. 1894. S. 69.

des vorhandenen Materials Erfahrungssätze über die Anwendbarkeit der einzelnen eingeschlagenen Verfahren zu gewinnen. Dabei hatten wir selbstverständlich den Standpunkt so weit und allgemein als möglich zu wählen, weil wir es mit Werken von sehr verschiedener Art und sehr verschiedenen Zwecken zu tun haben. Es freut uns, daß E. Hammer¹⁾ diesen weiteren Gesichtspunkt anerkannt hat, wenn er auch beinahe tadelt, daß viele Sätze unserer früheren Abschnitte „zu vielerlei Interessen zu dienen suchen“.

Daß ein solches eklektisches Verfahren gelegentlich auch zur Beseitigung theoretischer Schwierigkeiten führen kann, dürfte unsere Untersuchung über die Lehmannsche Beleuchtung lehren. Wir hätten letztere unbedingt verwerfen müssen, wenn wir sie als „senkrechte“ Beleuchtung in mathematischer Strenge auf ihre Richtigkeit ebenso geprüft hätten, wie es ihre ausschließlichen Anhänger gern mit der schrägen Beleuchtung tun; denn als senkrechte Beleuchtung ist sie vom Standpunkte der darstellenden Geometrie, der doch allein in Betracht kommen kann, absolut nicht haltbar. Ihre unverkennbaren Vorzüge haben uns dazu geführt, zu untersuchen, unter welchen Gesichtspunkten sie exakt interpretiert werden könne, und dabei haben wir gesehen, daß dies möglich wird in dem Momente, wo wir mit der üblichen Vorstellung brechen, daß ihre Schraffen Schatten darstellen, und diese als Symbole der Intensität einer eigenartigen seitlichen Beleuchtung nehmen. Wir konnten im Anschluß daran zeigen, daß auch Einwände gegen die Natürlichkeit der schrägen Beleuchtung fallen, sobald wir die Geländeschattierung als Symbol der Beleuchtung nehmen; konsequenterweise wurden wir dazu geführt, den Ausdruck Schattenplastik durch Lichtplastik zu ersetzen. Daß ferner ein solch eklektisches Verfahren gerade gegenüber Kartenwerken am Platze ist, wird jeder zugestehen, der da berücksichtigt, daß unsere Karten gewöhnlich ohne Motivenbericht an die Öffentlichkeit treten. Es wäre weit gefehlt, wollte man deswegen annehmen, daß sie die Werke einer momentanen Inspiration seien. Sie beruhen in der Regel auch hinsichtlich ihrer Geländedarstellung auf sorgfältigsten Überlegungen und umfassendsten Voruntersuchungen. Es sei nur daran erinnert, daß Berthauts Werk über die Carte de France Gutachten aus dem Anfange des 19. Jahrhunderts wieder zu Tage gefördert hat, welche, wie die des Obersten Bonne, Gesichtspunkte vertreten, die viel später erst zur allgemeinen Diskussion gelangt sind. Nicht genug kann deshalb dafür gedankt werden, daß man in Bern und Paris damit begonnen hat, die Akten zur Geschichte der großen Kartenwerke zu veröffentlichen, und daß man in Wien die Erwägungen für die weitere Ausgestaltung der österreich-ungarischen Karten an die Öffentlichkeit bringt. Dadurch kann nur das Ansehen der Karten erhöht und die Richtigkeit ihrer Beurteilung gesteigert werden, welche vielfach daran gelitten hat, daß man nicht erkannte, was bei Herstellung des betreffenden Werkes maßgebend war.

Bei solcher Sachlage dürften die Gesichtspunkte, die sich bei Würdigung einer großen Anzahl von Kartenwerken herausgestellt haben, nicht schlechthin als subjektive Eindrücke zu gelten haben, sondern bis zu einem gewissen Um-

1) Geographisches Jahrbuch. XXIV. 1901. S. 45.

fange als Leitmotive der modernen Geländedarstellung überhaupt. Letztere hat nicht bloß, ähnlich wie die Projektionslehre, mit der Aufgabe der Darstellung räumlicher Verhältnisse auf einer Ebene zu tun, sondern überdies mit der Darstellung von Objekten verschiedener Größenordnung, deren Wiedergabe abhängig ist von der Größe des Kartenmaßstabes. Wir haben diese Objekte an anderer Stelle in einzelne Größenkategorien zu sondern gesucht¹⁾ und unterschieden: Formenelemente, nämlich Abdachungsstücke, die zu Einzelformen, wie Berg und Tal, zusammentreten. Diese vergesellschaften sich zu Landschaften, die ihrerseits zu Räumen zusammentreten. Die Wiedergabe dieser verschiedenen Größenkategorien ist in anschaulicher Weise nicht in demselben Maßstabe möglich. Will man die kleinen Formenelemente exakt darstellen, so braucht man große Maßstäbe, in denen man nicht zugleich auch Räume anschaulich machen kann, dazu wären Kartenflächen von einer Weite nötig, die man nicht überblicken könnte. Will man die Räume wiedergeben, so muß man zu kleinen Maßstäben greifen, die nicht mehr die Darstellung von Formenelementen und Einzelformen zulassen. Es ändern sich die Aufgaben der Geländedarstellung mit dem Wechsel des Kartenmaßstabes. Damit muß sich auch gleichzeitig ein Wechsel in den anzuwendenden Methoden der Geländedarstellung vollziehen. Daß dies von der Mehrzahl der Kartenwerke tatsächlich geschieht, ist das Ergebnis unserer Untersuchungen. Wir sehen, daß die nackte Isohypsendarstellung sich auf „topographische“ Karten größeren Maßstabes (1:25 000, 1:50 000) beschränkt, welche allein die Formenelemente des Hochgebirges genügend zur Anschauung bringen kann. Unsere Spezialkarten (1:100 000, 1:200 000), welche die Einzelformen des Gebirges mit ihren Teilen exakt wiedergeben wollen, greifen zur „böschungstreuen“ Lehmannschen Beleuchtung; die Übersichtskarten (1:500 000, 1:1 000 000), die nur die Landschaften mit ihren einzelnen Formen charakterisieren können, wählen die relieftreue Dufour-Beleuchtung; bei Übersichtskarten noch kleineren Maßstabes, welche die verschieden hoch gelegenen Räume veranschaulichen wollen, drängt sich die farbige höhenplastische Darstellung mehr und mehr in den Vordergrund. Diese Regeln sind durch die Grenzen des Darstellungsvermögens der einzelnen Arten der Geländedarstellung bestimmt. Sie sind keine Gesetze, die ausnahmslos gelten. Es fehlt nicht an Versuchen reliefplastischer Darstellung für Einzelformen und böschungplastischer und höhenplastischer für Landschaften. Gerade solch abweichende Versuche haben uns die Grenzen der vorteilhaften Anwendbarkeit der einzelnen Verfahren zu bestimmen ermöglicht. Wir halten jene darum nicht für feste Demarkationen; es bleibt immer ein Spielraum für den Gebrauch der einzelnen Methoden der Geländedarstellung, je nach ihrem Objekt und ihrem Zweck. Objekt und Zweck sollen überhaupt unseres Erachtens in der Kartographie immer in erster Linie entscheiden über die Wahl der anzuwendenden Mittel, nachdem diese in ihrer theoretischen und praktischen Anwendbarkeit geprüft worden sind.

1) Morphologie der Erdoberfläche. I. S. 33.

Neue Reliefs der Alpen.

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir untersucht, in welcher Weise die Schwierigkeiten, welche der kartographischen Darstellung des Hochgebirgslandes entgegenstehen, von den einzelnen Alpenkarten zu überwinden gesucht werden, und haben gefunden, daß dies immer nur bis zu einem gewissen Maße möglich ist. Die exakte Wiedergabe steil geneigter Formen ist im Grundrisse um so weniger durchführbar, je größere Böschungswinkel vorkommen, und versagt von einem bestimmten Böschungswinkel an gänzlich; dieser höchste darstellbare Böschungswinkel steht in enger Beziehung zum Kartenmaßstabe. Wie groß wir letzteren auch wählen, für nahezu senkrechte Felswände bleibt die Karte immer schematisch. Die exakte Wiedergabe solcher Formen erheischt andere Hilfsmittel. Wie wir zum Entwerfen eines Aufrisses gehen, wenn der Grundriß nicht mehr allein verständlich ist, greifen wir zur bildlichen Darstellung, um uns das Hochgebirge vor Augen zu führen. Aber mehr als eine rohe Veranschaulichung erreichen wir nicht, da uns das Bild immer nur die Ansicht von einem bestimmten Standpunkte aus gewährt, und wenn wir uns auch auf Grund einer Anzahl von Bildern eine Gesamtvorstellung von einem Gipfel machen können, so wird diese doch nie die Genauigkeit seiner exakten Wiedergabe haben. Eine solche ist lediglich durch plastische Darstellung erreichbar. Die Reliefdarstellung ist das einzige Hilfsmittel für Wiedergabe von steilen Formen der Erdoberfläche. Wir glauben daher unsere Ausführungen über neuere Alpenkarten zu ergänzen, wenn wir zu ihnen noch einige Bemerkungen über neuere Reliefs des Gebirges gesellen. Dabei müssen wir aber verzichten auf eine einigermaßen vollständige Aufzählung der in Betracht kommenden Werke, denn diese sind weit zerstreut und oft schwer zugänglich. Schon um die wichtigeren kennen zu lernen, ist eine Rundreise durch die Alpen nötig.

Das gegenseitige Verhältnis zwischen Relief und Karte hat sich im Laufe der Zeiten mehrfach verschoben. Joh. Rud. Meyer in Aarau ließ das Gelände in dem von ihm herausgegebenen Atlas der Schweiz (1786—1802) zuerst nach Reliefs zeichnen, die J. E. Müller gefertigt hatte.¹⁾ Das Relief diente als Original der Karte. Damals fehlte es noch an festeren, allgemein anerkannten Regeln der Geländedarstellung; es war durchaus richtig, für diese eine plastische Wiedergabe des Gebirges als Vorlage zu benutzen, denn die Herstellung einer solchen kann unmittelbar nach Beobachtungen im Gelände erfolgen und bedarf keines bestimmten Systems der Geländedarstellung. Je mehr man aber lernte, die Formen der Erdoberfläche kartographisch festzulegen, desto entbehrlicher wurde das Relief, und hat dieses anfänglich als Vorlage für eine exaktere Geländezeichnung auf der Karte gedient, so wurde letztere alsbald zur Vorlage für die Anfertigung von geoplastischen Arbeiten. Lange Zeit sind die Reliefs nichts anderes gewesen als ins Plastische über-

1) Vgl. J. H. Graf. Die kartographischen Bestrebungen Joh. Rud. Meyers von Aarau. Arch. d. hist. Ver. Bern. XI, 1. 1883.

tragene Landkarten, und zahlreiche Arbeiten sind auch heute nichts anderes als eine plastische Veranschaulichung der Geländekarte. Erst als man daran ging, Hochgebirgskarten in größerem Maßstabe zu entwerfen, und auf die Klippen stieß, die sich dem entgegenstellen, ward man wieder des Wertes des Reliefs als einer wissenschaftlichen Wiedergabe von Formen der Erdoberfläche gewahr, und wie die neuere Hochgebirgskartographie mit der Herstellung des Siegfriedatlas in der Schweiz beginnt, so wurzeln auch hier die Anfänge einer neuen, vervollkommneten Geoplastik. Als ihr Schöpfer hat A. Heim in Zürich zu gelten. Als Hochgebirgsgeologe hat er sein Auge für die Formen des Hochgebirges geschult, als gewandter Zeichner hat er sie in großen Panoramen und zahlreichen Zeichnungen wiedergegeben, als Lehrer an einem Polytechnikum, an dem Berufstopographen herangebildet werden, übte er diese in einer wissenschaftlichen Auffassungsweise des Geländes und leitete sie an, zur Plastik dort zu greifen, wo die Graphik versagt. So sehen wir eine ganze Anzahl von Schweizer Topographen zugleich als Geoplasten tätig, und Heim selbst hat unter Mitwirkung geschickter Modelleure das Großartigste geschaffen.¹⁾

Bereits 1883 bot die schweizerische Landesausstellung in Zürich einige Reliefs der neueren Schule, Arbeiten von Imfeld, Simon und Becker, und in dem Bericht über die Gruppe Kartographie jener Ausstellung hat Heim²⁾ seine Ansichten über die Reliefbildnerei entwickelt. Er unterscheidet topographische Reliefs, welche auf eigener, von wissenschaftlichem Formenverständnis getragener Aufnahme beruhen und das enthalten, was die Karten nicht zu bieten vermögen, und Unterrichtsreliefs, die sich zu den topographischen Reliefs verhalten wie Schulkarten zu topographischen Karten. Außerdem nennt er Reliefs zur Darstellung einer bestimmten Erscheinung, also im Grunde genommen gleichfalls Unterrichtsreliefs. Aber auch die topographischen Reliefs können zu Unterrichtszwecken in hohem Maße dienen; wir möchten ihnen daher nicht die Unterrichtsreliefs gegenüberstellen, sondern die Veranschaulichungsreliefs, welche den Inhalt von Karten plastisch wiedergeben und körperlich das darstellen, was wir uns sonst durch die Beleuchtungsplastik oder Farbenplastik auf dem Papiere veranschaulichen. Natürlich beruhen die topographischen Reliefs auch bis zu einem gewissen Grad auf den Karten; ihr Grundriß ist gewöhnlich solchen entnommen; was ihnen den Wert von kartographischen Originalaufnahmen verleiht, ist der Aufriß des Geländes, den sie dem Beobachter von einer beliebigen Seite bieten. Gerade hierdurch werden sie für den Unterricht außerordentlich nützlich.

Eine große Anzahl der von Heim teils angeregten, teils geförderten Reliefs, sowie andere, selbständig entstandene Arbeiten befinden sich in der

1) Ich berichte im folgenden größtenteils auf Grund eigener Anschauung der Reliefs und bin meinen Freunden A. Heim und J. Früh, sowie Herrn Kollegen Fr. Becker in Zürich für manche einschlägige Mitteilung über die Schweizer Arbeiten zu Dank verpflichtet.

2) Schweizerische Landesausstellung Zürich 1883. Bericht über Gruppe 36, Kartographie von Prof. Amrein, in Verbindung mit dem Relief- und dem Katasterwesen der Schweiz von den Professoren Heim und Rebstein. Zürich 1884.

unter Heims Leitung stehenden geologischen Sammlung des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Diese ist dadurch zu einem geoplastischen Museum geworden, wie es kein zweites gibt. Hier kann man reiche Studien machen. Wir begegnen da den Arbeiten der drei Männer, deren Werke Heim in seinem Ausstellungsberichte gerühmt hat. Da steht A. Imfelds Relief der Monte Rosa-Gruppe (132×105 cm), das schon auf der schweizerischen Landesausstellung Aufsehen erregte, da ist Imfelds Relief der Urschweiz (214×145 cm), aus neun Sektionen bestehend mit geologischem Kolorit, da sind Teile seines großen Reliefs der Zentralschweiz. Alle diese Arbeiten sind im Maßstabe 1 : 25 000 gehalten. Sie beruhen im Grundrisse auf den Karten des Siegfriedatlas; eine jede Sektion umfaßt das Gebiet eines Blattes im Maßstabe 1 : 50 000 oder von vier Sektionen 1 : 25 000. Die Felsdarstellung versucht eine Charakteristik der einzelnen Gesteine und erreicht sie größtenteils auch. Besonders gelungen sind die Formen des Urgebirges, vorzüglich die Darstellung der Gletscher mit ihren Spalten in der Monte Rosa-Gruppe; ganz ausgezeichnet ist die Wiedergabe des Berner Oberlandes; Photographien danach, wie solche einer kleinen Schrift Imfelds¹⁾ beigelegt sind, machen den Eindruck von Naturaufnahmen. Weniger sagt uns die Darstellung von Erosionsrinnen an tieferen Gehängepartien, insbesondere im Flyschgebiet am Vierwaldstättersee zu. Imfeld hat seine Arbeiten 1 : 25 000 nach und nach über große Gebiete der Schweiz ausgedehnt und zwar über das Gebiet folgender Blätter des Siegfriedatlas: 186—189, 190—193, 202—205, 206—209, 242—245, 258—261, 376—379, 382, 389, 390, 393, 394, 395, 396, 399, 403, 488, 489, 528 (Osthälfte), 531 (Osthälfte), 533, 534 (Westhälfte), 535, 536 (Westhälfte), und folgende Sektionen in Angriff genommen: 182—185, 198—201, 355, 367, 372—375, 388, 391, 392, 397, 407, 463, 473, 490, 492, 493, 494, 497, 498, 501, 501 bis, 534, 534 bis. Jede Sektion kostet bei Imfeld oder im Comptoir minéralogique von Minod in Genf unbemalt, ziseliert, in Rahmen und in Verpackung 400 Fr., ziseliert und in Öl gemalt 600 Fr.; für ausgedehntere Gebiete von mehreren Sektionen tritt eine Preismäßigung bis 20% ein. Man sieht, Imfeld ist auf dem besten Wege, ein Relief der ganzen Schweiz zu schaffen, so wie es im Maßstabe von 1 : 25 000 z. B. von Heim gewünscht wurde.²⁾

Von Fr. Beckers Arbeiten enthält die Heimsche Sammlung ein Relief des Linthgebietes (140×192 cm) in acht Sektionen und ein solches der Gegend von Lugano. Ersteres ist ein Abguß vom Originale der Schweizer Landesausstellung von 1883, das sich nunmehr im Rathause zu Glarus befindet, und das wir nicht gesehen haben. Wir vermögen daher nicht zu entscheiden, inwiefern der Abguß geraten ist; wir finden an ihm die Felsformen, namentlich im oberen Linthgebiete, weniger fein modelliert als an den Arbeiten Imfelds; der Flimser Stein z. B. erscheint ziemlich plump. Das Relief der Umgebung von Lugano (Sottoceneri) 1 : 25 000 ist eine neuere Arbeit (1896), welche gleichfalls eine gewisse Breite in der Behandlung der

1) Topographische und geologische Reliefs. O. J. u. o. O.

2) Alpina. V. 1897. S. 91.

Formen aufweist und der Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Erosionsrinnen nicht ganz gerecht wird. Das Original steht in einem eigenen Pavillon am Kai in Lugano. Beckers größte Arbeit 1:25 000 befindet sich im Gletschergartenmuseum zu Luzern. Es ist das Relief der Gotthardbahn (1889), das er im Verein mit Imfeld bearbeitet hat, dieser hat die Nordseite, Becker die Südrampe modelliert; einzelne Partien, wie z. B. die mir in Photographie vorliegende der Sektion Oberalppaß-Lukmanier, zeigen eine sehr ins einzelne gehende Wiedergabe der Runsen und Einschnitte in den unteren Talgehängen. Sein Verhältnis zu Imfeld hat mir Becker in einem Briefe mit folgenden Worten charakterisiert: „Wie Imfeld sich mehr auf die Vervollkommnung der Modellierung geworfen hat — er malt selber nicht mehr —, so verfolgte ich mehr das Farbenproblem. . . Imfeld hat ein eminentes Formentalent, und es scheint mir fast, er male deswegen nicht oder nicht mehr, weil ihm schon allein die Form, wie er sie auffaßt und wiedergibt, fast in ihrer Farbenstimmung, wie ein Bildhauer den Kleiderstoff gibt, — genügt.“ Wir müssen uns hier, wo es sich im wesentlichen um eine exakte Wiedergabe der Form handelt, versagen, auf das vielumstrittene Problem einer richtigen Bemalung des Reliefs einzugehen, und bemerken nur, daß die Reliefs der Heimschen Sammlung fast durchweg geologisch koloriert sind.

Auch Simon hat anfänglich 1:25 000 gearbeitet. In diesem Maßstabe ist sein Relief des Ober-Engadin gehalten, das mit Beckers Linthgebiet und Imfelds Monte Rosa-Gruppe auf der Zürcher Ausstellung 1883 bewundert wurde und dessen in Chur befindlicher Abguß von Becker neu übermalt wurde. Doch griff Simon bald zu größerem Maßstabe, und sein Meisterwerk, das große Relief des Berner Oberlandes 1:10 000, ist die erste der neueren geoplastischen Arbeiten (1889—1890) in großen Dimensionen (1,8 × 3,65 m) und in großem Verhältnisse. In mehreren Städten ausgestellt gewesen, hat es allenthalben volle Bewunderung erregt. Ausgezeichnet sind die Hochgebirgsgrate, vorzüglich die Gletscher und Moränen behandelt, die Schichtlagerung ist trefflich gekennzeichnet. Ein geologisch kolorierter Abguß zielt die Heimsche Sammlung.

Die Vornahme solch bedeutender Reliefdarstellungen in so großem Maßstabe beruht im wesentlichen auf der Verwertung der Photographie. Diese ermöglicht, in kurzer Zeit zahlreiche Gebirgsansichten zu gewinnen, die früher gezeichnet werden mußten; sie gibt ferner die ganze Ansicht wieder, während der Zeichner immer nur das ihm wesentlich Scheinende packt. Photographische Aufnahmen, wie solche Simon in reichem Maße vom Berner Oberland angefertigt hat, gestatten eine viel eingehendere Felsdarstellung, als zuvor möglich gewesen ist; nach ihnen arbeitet der Modelleur ganz ebenso wie der Hochgebirgstopograph nach photogrammetrischen Bildern. Es ist die Vervollkommnung der Photographie durch das Trockenplattenverfahren, welche die kartographische und plastische Wiedergabe des Hochgebirges ungemein zu vervollkommen gestattet hat.

Simons Vorgang hat denn auch bald Nachahmung gefunden. Auf der Landesausstellung zu Genf 1896 ist Imfeld mit einem prächtigen Relief des

Matterhorns 1 : 5000 (96×140 cm) hervorgetreten, das, auf eigenen photogrammetrischen Aufnahmen beruhend, die ganze Gipfelpyramide bis zur Schulter herab darstellt, der sie aufgesetzt ist. Es ist eine Arbeit von großer Feinheit, die nach jeder Richtung vorzüglich geraten ist. Auch von diesem Meisterwerke besitzt das eidgenössische Polytechnikum einen sauber kolorierten Abguß; Minods Comptoir verkauft solche unbemalt für 1000 Fr., ziseliert für 1300 Fr., ziseliert und bemalt für 1600 Fr. 1900 stellte endlich Imfeld im Schweizer Dorfe auf der Pariser Weltausstellung ein Relief der Jungfrau 1 : 2500 aus. Ich habe dieses riesige Werk ($5,5 \times 4,5$ m) nicht gesehen; die von Wehrli¹⁾ wiedergegebenen photographischen Ansichten und eine Reihe von Photographien, die mir Prof. Becker zur Verfügung stellte, machen aber durchaus den Eindruck von Bildern wirklicher Landschaften, und es zeigt sich erst nach sehr genauer Betrachtung, daß es sich um Wiedergabe eines Reliefs handelt, so vorzüglich sind die einzelnen Schneefelder und Felswände mit allen ihren charakteristischen Einzelheiten dargestellt. Auch der Wald ist gut gelungen; er wird aus kleinen aufgesetzten (künstlichen) Bäumchen gebildet. Die ursprüngliche Bemalung rührt vom Maler Stockmann her, Wehrli fand sie etwas zu kalt; später ist sie von Becker im Auftrage der Gesellschaft, die das Relief käuflich übernahm, erneuert worden. Es befindet sich zur Zeit im Kriegs- und Friedensmuseum zu Luzern. Auch Becker hat neuerlich (1900) eine Arbeit in einem riesigen Maßstabe gefertigt, nämlich ein Relief von Montreux und Umgebung 1 : 5000 ($1,65 \times 1,8$ m), das sich im Kursalon in Montreux befindet. Ich habe es gleichfalls nicht gesehen. Eine mir vorliegende Photographie führt eine in allen Einzelheiten, von den felsigen Gipfelgraten bis zum Seeufer herab, überzeugend wahre Landschaft vor Augen, die genau so wie eine Ansicht nach der Natur wirkt.

So imponant die neueren geoplastischen Arbeiten der Schweizer sind, so eng der Kreis, aus dem sie hervorgegangen sind. Es sind immer wieder Simon, Imfeld und Becker, welche hervortreten. Unter der Anleitung der beiden letzteren und von Heim selbst haben sich nur einmal jüngere Kräfte versucht, nämlich die Polytechniker J. Graff, A. Hausamann und Vaucher. Sie haben nach eigenen photogrammetrischen Aufnahmen ein Relief der Dent du Midi 1 : 16 666 modelliert, das auch als gute Leistung bezeichnet werden kann. Upbemalte Abgüsse liefert Minod für 250 Fr., bemalte für 380 Fr.

Heim selbst hat seine Tätigkeit als Reliefbildner bekanntlich mit der Herstellung von typischen Ideallandschaften (Gletscher, Vulkaninsel, Wildbachgebiete, Küstenformen) begonnen. Dann modellierte er das Gebiet des Bergsturzes von Elm im großen Maßstabe 1 : 4000 (45×73 cm) auf Grund einer eigenen Meßtischaufnahme. Das Werk, gleichfalls im eidgenössischen Polytechnikum, ist besonders gelungen durch seine natürliche Farbgebung, die im Bereiche des Bergsturzes durch Aufstreuen kleiner Schieferfragmente erzielt ist. 1898—1903 entstand dann unter Heims besonderer Anleitung das große, vom Zeichenlehrer Karl Meili modellierte Relief des Säntis 1 : 5000

1) Das Imfeldsche Jungfraurelief und die Entwicklung der Reliefkunst in der Schweiz. Die Schweiz. IV. 1900. S. 233.

(192 × 184 cm), welches einen Hauptanziehungspunkt des IX. internationalen Geologenkongresses in Wien bildete.

Es ist ein Werk einzig in seiner Art, denn wie Hervorragendes auch Simon, Imfeld und Becker bereits in Riesenreliefs geleistet haben, eine solche ins einzelne gehende Felsdarstellung ist bisher noch nie gegeben worden. Deutlich sehen wir den Faltenwurf des Kalkgebirges mit seinen Schichten von Neokom, Schratten- und Sewerkalk. Jedes Gestein ist nicht bloß, wie es früher versucht wurde, charakteristisch, sondern jeweils in allen Einzelheiten naturgetreu dargestellt worden. Bald sehen wir es, wie in der Umgebung des Säntisgipfels, mit seinen Schichtköpfen, bald mit seinen Schichtflächen. Bald erblicken wir nahezu senkrecht stehende Platten des Schrattenkalkes, wie südlich vom Altmann und südlich vom Fahlensee, bald haben wir steil geneigte vor uns mit fast überhängenden Köpfen, wie unfern der Meglisalpe. Wir sehen die Karrenfelder rings um den Säntisgipfel beinahe greifbar deutlich vor uns und werden inne, wie weit die bisherigen Versuche kartographischer Darstellung des Karrenphänomens noch von ihrem Ziele entfernt sind. Deutlich nehmen wir die nicht wenigen Querverschiebungen, insbesondere östlich vom Altmanngipfel, wahr. Wir erkennen Schritt für Schritt die Interferenz vom geologischen Bau mit den Werken exogener Kräfte. Da sind die Nordwände des Säntis mit Steinschlagrinnen und der Südabfall des Gutterfirns mit bereits reichlicher Gliederung, da zieht sich wie eine Platte die Kraialp vom Altmann gegen Süden, da erstreckt sich der Trog des Seealpe-seetales. Unter den Nordwänden des Säntis sowie oberhalb des Fahlensees Schutthalden, welche die Reliefkünstler oft unterdrücken, kleine Moränenlandschaften an der Potersalp und bei Hundlanden, unregelmäßig angehäufter Lawinen- und Wildbachschutt bei Dunkelberndi — alles unter den Nordwänden. Hier auch das Molasseland, stellenweise zerrissen und zerfurcht von Wildbächen, dazwischen sanftböschig, stellenweise aber auch mit scharfen Rippen. Man kann sich nicht satt sehen an diesem Meisterwerke, das selbstverständlich die schöne Aufnahme von Rychner und Hennet des Siegfriedatlas mit benutzt, aber diese selbst im Grundrisse vielfach verbessert und erst Leben bringt in das Felsgelände. Sind doch über 800 Photographien und 400 Handzeichnungen im Relief verarbeitet. Umgemein gelungen ist auch sein Kolorit. Heim suchte jedem Gesteine die ihm zukommende Farbe zu geben, wobei er die Eindrücke von Ballonfahrten mit verwerten konnte; es gelang ihm auch, den Wald in charakteristischer Weise wiederzugeben, indem er scharfkantigen Kies auf das Original streute, wodurch im Abgusse ein höckeriges Auf und ab entstanden ist, das, dunkelgrün koloriert, lebhaft an Bäume mahnt. Erfreulicherweise waren die Bemühungen von Erfolg gekrönt, den ersten vollkommen durchgearbeiteten Abguß für das k. k. naturhistorische Hofmuseum in Wien zu sichern.¹⁾

Heim hat sich aber nicht begnügt, den ganzen Säntisstock 1:5000 modellieren zu lassen, er hat das Gipfelgewölbe, gleichfalls unter Mitwirkung

1) Ein zweiter Abguß ist im St. Gallener Museum aufgestellt, ein dritter im Polytechnikum zu Zürich. Näheres über das Relief berichtet Alb. Heim, Relief des Säntis. Zürich 1904. Mit zwei Abbildungen in Lichtdruck.

von J. Meili, eigens im Maßstabe 1:2500 wiedergegeben (86×55 cm) und damit die Formenfülle gerade dieser Bergpartie besonders anschaulich gemacht. Das schöne Werk befindet sich im eidgenössischen Polytechnikum; auch von ihm können Abgüsse erstellt werden.

Neben den genannten Arbeiten, welche die Entwicklung der topographischen Reliefbilderei in der Schweiz glänzend beleuchten, sind dort noch zahlreiche andere geoplastische Werke gezeitigt worden, die im allgemeinen in die Gruppe der Veranschaulichungsreliefs gehören. Wir können sie hier nicht alle erwähnen, und beschränken uns, Perrons großes Relief der Schweiz auf gekrümmter Oberfläche 1:100 000 (350×240 cm) zu nennen, das auf der Pariser Weltausstellung 1900 durch den großen Preis ausgezeichnet worden ist und in der Schweiz einiges Aufsehen gemacht hat.¹⁾ Offenbar haben seine Dimensionen imponiert. Inhaltlich ist es nichts anderes als eine verkleinerte Übersetzung des Siegfriedatlas ins Plastische, wobei sich Perron eines ähnlichen Pantographen bediente wie vor ihm Kienzle bei Herstellung seines großen Reliefs der Steiermark.²⁾ Dabei ist keineswegs die Genauigkeit erreicht worden, die erzielbar ist. Man kann sie nach der *Carte phototypique muette* beurteilen, die nach dem Relief angefertigt worden ist.³⁾ Eine plastische Wirkung des letzteren kommt nur bei sehr schräger Beleuchtung zur Geltung; bei auffallendem Lichte erscheint die weiße Gipsfläche flau, wovon ich mich bei einem Besuche von Minods Comptoir in Genf überzeugte. Er verkauft Abgüsse vom ganzen Werke für 1250 Fr., von einzelnen Sektionen zu entsprechenden Preisen. Er liefert ferner Abgüsse von kleineren Reliefs 1:50 000, die Perron von einzelnen Gebieten der Schweiz angefertigt hat, und die gleichfalls keinen bedeutenden Eindruck machen. Ihr Preis ist neuerdings erheblich herabgesetzt worden.

Die Geoplastik in anderen Alpengebieten, insbesondere in den Ostalpen, ist andere Wege gewandelt wie in der Schweiz. Der innige Kontakt, welcher hier zwischen Topographen und Gelehrten besteht, ist in den Staaten, deren Kartenwesen in den Händen des Militärs liegt, erheblich geringer; so befruchtende Anregungen, wie sie von Heim ausgegangen sind, können weit weniger leicht ausgestreut werden, und der Offizier, welcher eine Zeitlang zur Mappierung kommandiert wird und dann zur Truppe zurückkehrt, wird selten so eng mit der Topographie verwachsen wie der Ingenieur, der sie zum Lebensberufe erwählt. Gleichwohl fehlt es auch in den Ostalpen nicht an Versuchen, große topographische Reliefs zu schaffen, die mehr bieten sollen als die Militärkarten. Sie sind das Werk begeisterter Naturfreunde, die sich voll Hingebung und Eifer, oft nur mit primitiven Hilfsmitteln, an große

1) Die Literatur hierüber hat J. Früh registriert: Ein Relief der Schweiz. Schweizer pädagog. Zeitschrift. VII. 1897. Heft 3.

2) Es geschieht in offenbar Unkenntnis von Kienzles Arbeit, wenn in einem Prospekte (*Relief de la Suisse au 1:100 000, Genf, Comptoir minéralogique*) Perrons Verfahren als neu hingestellt wird; auch die Darstellung auf gekrümmter Oberfläche kann angesichts von Pombas Relief (siehe unten) nicht als neu gelten.

3) Daß dies Verfahren nicht als eine *cartographie nouvelle* bezeichnet werden kann, hat Fr. Becker klargelegt (*Cartographie nouvelle*. Schweizer Bauzeitung. XXXIX. 1901. Nr. 8.)

Aufgaben wagten. Ja, diese Versuche reichen zeitlich weiter zurück als die Anfänge der Heimschen Schule, mit der sie auch heute noch nicht den wünschenswerten Kontakt erreicht haben. Man muß Franz Keil¹⁾ als Vorläufer Heims auf dem Gebiete der Geoplastik erachten, denn zu einer Zeit, da von den österreichischen Alpen nur Karten 1 : 144 000 gedruckt vorlagen, unternahm er die Bearbeitung von „topographischen Reliefkarten aus den deutschen Alpen“ im großen Maßstabe von 1 : 48 000. Zwar konnte er dafür auch Einblicke in die alten Originalaufnahmen 1 : 28 800 verwerten; aber er konnte diese Karten, die nur in Zeichnung vorlagen, nicht bei der Arbeit vor sich haben; er fand in ihnen auch keine Isohypsen und sehr wenige Höhenzahlen. Das Hauptmaterial für die Reliefdarstellung mußte er selbst durch eigene Höhen- und Böschungsmessungen sowie durch Zeichnungen beisteuern. Hierin steht er ganz auf dem Boden der neueren Geoplastik. Was er als einzelner geleistet hat, ist sehr bedeutend. Die von ihm selbst vollendeten zehn Sektionen, das Gebiet von Salzburg und Reichenhall bis zum Sonnblick und Großglockner umfassend, geben eine viel richtigere Vorstellung vom Gebirge, als die damals vorliegenden Karten, und zeigen wiederholt Ansätze zu einer gelungenen Felscharakteristik. Sie sind im Salzburger Landesmuseum in pietätvoller Weise vor allem durch G. v. Pelikan zu einem Landesrelief ergänzt worden, auf das wir noch zu reden kommen werden; im geographischen Institute der Universität Wien befinden sich auch die Schichtmodelle von dreien und ein Gipsabguß von einer der südlich angrenzenden Sektionen. Außerdem werden hier von anderen geoplastischen Arbeiten Keils aufbewahrt: Sein erstes Werk, ein kleines Glocknerrelief 1 : 72 000 (25 × 28 cm) seine erste größere Arbeit (1858), ein Relief der Kreuzkofelgruppe südlich von Lienz 1 : 48 000 (86 × 35 cm), sein Untersbergrelief im großen Maßstabe 1 : 28 800, sowie sein letztes Werk, das für den Kronprinzen Rudolf hergestellte Semmeringrelief 1 : 43 200 (62 × 68 cm), während sein Relief der Berchtesgadener Gebirgsgruppe 1 : 48 000 (77 × 55 cm), welches einen Ausschnitt aus sechs Sektionen der topographischen Reliefkarte darstellt, in meinem Privatbesitze ist. Das Untersbergrelief ist eine ganz vorzügliche Darstellung eines Kalkplateaus mit verkarsteter Oberfläche und steil abfallenden Wänden, das Semmeringrelief eine ausgezeichnete Wiedergabe von Mittelgebirgsformen; schon das Relief der Kreuzkofelgruppe verrät eine gute Charakteristik der Felsen. Keil hat die einzelnen Sektionen (38 × 52 cm) seiner topographischen Reliefkarte preiswert (6 Taler unkoloriert, 12 Taler koloriert und in Rahmen) in den Handel gebracht, und sie haben auch eine gewisse Verbreitung gefunden²⁾; trotzdem ist er vielfach vergessen worden. Die von ihm hinterlassenen Exemplare wurden verstaubt in Wien auf einem Dachboden gefunden und konnten für die Universität erworben werden; auf der jüngst in Wien stattgehabten Ausstellung neuerer Lehr- und Anschauungsmittel für den Unter-

1) Vgl. über diesen, sein Leben und seine Werke: Aberle. Über Franz Keils geognostisch-kolorierte topographische Reliefkarte des größten Teiles der salzburgischen Alpen. Mitt. d. Ges. f. Landeskunde Salzburg. VII. 1867.

2) Die zehn vollendeten Sektionen der topographischen Reliefkarte befinden sich z. B. im k. u. k. militärgeographischen Institut zu Wien.

richt an Mittelschulen segelten seine Arbeiten unter den verschiedensten Namen.¹⁾

Die von Keil befolgten Aufgaben wurden von Paul Oberlercher in Klagenfurt wieder aufgegriffen. Nachdem er an einem Relief des Lieser- und Mölltales (1885) und einem solchen von Kärnten (1886) sich im Modellieren geübt, fertigte er 1887 seine erstes Relief ohne Überhöhung, das Maltatal 1:75 000 darstellend. Ein wohl gelungenes Relief der Ankogelgruppe 1:25 000 (41×50 cm), 1888—1889 gefertigt, fand auf der Ausstellung des IX. deutschen Geographentages 1891 in Wien volle Anerkennung.²⁾ 1890 ging dann Oberlercher an ein Relief des Großglockners im Maßstabe von 1:2000, wie er seither nur einmal wieder annähernd von Imfeld in seinem Jungfraurelief angewendet worden ist. Binnen fünf Jahren brachte er das riesige Werk ($7 \times 3,5$ m), über das ich bereits 1896 berichtet habe³⁾, zum Abschluß. Für den Grundriß mußte er sich die topographische Grundlage vielfach erst selbst schaffen, da sich die Aufnahme des k. u. k. militärgeographischen Institutes teils als unzulänglich, teils direkt als unrichtig erwies; für den Aufriß hat er zahlreiche Gebirgsansichten anfänglich gezeichnet, später photographiert. Oberlerchers Glocknerrelief bildet eine Zierde des Landesmuseums in Klagenfurt, wo es, in einem ungenügend großen Raume aufgestellt, nicht völlig zur Geltung kommt. Man kann sich nicht genügend weit von ihm entfernen, um Gesamteindrücke zu erhalten; für diese aber ist es berechnet, denn da der Beschauer den mittleren Partien nicht näher als auf 2 m kommen und hier deswegen Einzelheiten nicht mehr erkennen kann, hat sie Oberlercher überhaupt nicht in dem Maße aufgenommen, wie es der Maßstab erlaubte; namentlich machen die breiten Talböschungen, von der Nähe betrachtet, einen monotonen Eindruck. Die Gesamtwirkung der Felspartien, namentlich im Bereiche des Glocknerkammes, ist aber wegen der großen Maße äußerst imposant und naturtreu; Photographien des Reliefs kommen Naturansichten recht nahe.

Oberlercher hat sein reiches Beobachtungsmaterial über das Glocknergebiet noch in zwei Arbeiten kleineren Maßstabes verwendet. Ein kleines Glockner- und Pasterzenrelief (1892) 1:25 000 (52×40 cm) steht den Schweizer Arbeiten gleichen Maßstabes nicht nach. Ganz vorzüglich ist ein Relief vom zentralen Teile des Glocknerkammes (1902) 1:10 000 (67×40 cm); es bietet eine ins einzelne gehende richtige Felsdarstellung. Ein Ortlerrelief (1893) 1:25 000 (58×34 cm) zeigt Oberlerchers Fähigkeit im hellsten Lichte, es ist bloß nach Karten und Photographien gearbeitet; nach letzteren

1) Diese Ausstellung hat in ihrer VII. Sektion, Geographie, Vieles und Gutes geboten, mit Ausnahme von der Abteilung XV, Reliefs. Hier fand sich Verschiedenwertiges bunt durcheinander. Katalog und Etikettierung widersprachen einander oft und waren vielfach falsch. Keils Arbeiten waren im Katalog unter folgenden Titeln angeführt: 8) Simony, Nördliche Abdachung der Hohen Tauern bis zum Ankogel. 13) Reitzner, Königsee. 1:50 000. 18 u. 19) Topographische Reliefkarte von Reichenau usw. 1:28 000 — auf der Etikette war dieses Werk Reitzner zugeschrieben.

2) Vgl. meinen Ausstellungsbericht in dessen Verhandlungen. S. 294.

3) Oberlerchers Glocknerrelief. Mitt. d. D. u. Ö. Alpenvereins. 1896. Nr. 9.

gibt es die Felswände vom höchsten Gipfel Österreichs vortrefflich wieder, die Talszenerie aber leidet unter den Fehlern der verwerteten Karten, welche die Gehänge viel zu stark zerrissen darstellen. Gegenwärtig arbeitet Oberlercher wieder an einem Riesenwerke, nämlich einem geologischen Relief der Karawanken 1 : 10 000 (48×135 cm) für die Bleiberger Bergwerksunion. Als Grundlage benutzt er die Originalaufnahme 1 : 25 000, er überträgt ihre Isohypsen pantographisch auf Plastilin, das er nach und nach in Schichten von 100 m Höhe in der Natur aufträgt. Dabei bedient er sich einer Walze, welche die aufgetragenen Schichten genau gleich stark macht. Das so erhaltene Treppenmodell arbeitet er nach eigenen Beobachtungen, nach Zeichnungen und Photographien aus, wobei er die Kalkwände ebenso glücklich wiedergibt, wie er die des Urgebirges in seinen Glocknermodellen dargestellt hat.

Oberlerchers Arbeiten verdienen um so größere Anerkennung, als er nicht Topograph von Fach ist. Er ist ein schlichter Volksschullehrer. Er war sein eigener Meister im Modellieren, und als er sah, daß er für seine Arbeit Vermessungen brauchte, lernte er solche vornehmen. Von Haus aus ein geschickter Zeichner, eignete er sich von selbst eine Technik an, die das morphologisch Wichtige trifft, und als er der großen Vorteile der Photographie gewahr wurde, ward er Hochgebirgsphotograph. Autodidaktisch ist er zu denselben Methoden gekommen, deren sich die Schweizer Reliefkünstler bedienen. Dabei arbeitet er wesentlich billiger. Er stellt bemalte Abgüsse seiner Reliefs zu folgenden Preisen her: Ein Ausschnitt aus dem großen Relief 1 : 2000 (Glocknerwand, 110×115 cm) 200 Kronen, Glocknerkamm 1 : 10 000 100 Kronen, Ankogel und Glockner 1 : 25 000 50 Kronen, Ortler 1 : 25 000 60 Kronen. Was würde er leisten können, wenn er sich ganz und im Kontakte mit Fachmännern der Geoplastik widmen könnte!

Wie ich bereits im Berichte über die Ausstellung des Wiener Geographentages 1891 erwähnte, hat Friedrich Benesch, dem wir seither eine Reihe prächtiger photographischer Hochgebirgsaufnahmen zu danken haben, in ähnlichem Sinne wie Oberlercher gearbeitet. Sein kleines Relief der Raxalpe 1 : 53 800 (30×30 cm) ist ein Kabinestück von Feinarbeit; es enthält gutenteils nach eigenen Beobachtungen so viel, als der Maßstab irgendwie zu bieten vermag; selbst unter der Lupe erscheint es noch immer sauber und exakt. Seither ist nur noch ein Künstler gleichen Ranges erschienen: L. Aegerter hat die von ihm für den deutschen und österreichischen Alpenverein topographisch aufgenommene Langkofelgruppe plastisch 1 : 5000 wiedergegeben und damit zum ersten Mal eine wirklich naturgetreue Reliefdarstellung eines der südtiroler Dolomiten mit ihren Zinnen und Zacken, ihren prallen Wänden und engen Kaminen geliefert. Ein Teil, die Fünffingerspitze, ist von der galvanoplastischen Kunstanstalt Geislingen als Briefbeschwerer (in Bronze 12 Mark) reproduziert worden, welcher, solange nicht das ganze Relief in gleichem Maßstabe vervielfältigt ist, auch in wissenschaftliche Sammlungen gehört.¹⁾

1) Genannte Kunstanstalt hat auch die ganze Langkofelgruppe von Aegerter 1 : 25 000 als Relief reproduziert (in Bronze 12 Mark), ferner von Imfeld den Ortler 1 : 40 000, Säntis 1 : 12 500, Mythen 1 : 25 000, Glärnisch 1 : 100 000, Rigi 1 : 150 000,

Weit mehr als die Herstellung der auf eigenen Aufnahmen beruhenden topographischen Reliefs hat in den Ostalpen die der Veranschaulichungsreliefs Pflege gefunden. Die österreichisch-ungarische Spezialkarte 1:75 000 hat durch ihre Isohypsen förmlich zu einer Übersetzung ins Plastische eingeladen; wir treffen in den Museen der einzelnen Landeshauptstädte mehr oder weniger große auf ihr beruhende Landesreliefs.

Für das Salzburger Museum ist das Werk Keils nach und nach über das ganze Kronland ausgedehnt worden.¹⁾ Rudolf v. Kendler und Josef Skuppa haben nach 1873 sechs Sektionen für den oberen Pinzgau geliefert, und 1891—1895 hat G. v. Pelikan 13 weitere Sektionen angefertigt, welche das ganze Salzkammergut und den Pinzgau umfassen. Das Werk befindet sich auf zwei großen Tischen, das Salzachland (1,84 m \times 2,30 m) und den von v. Pelikan bearbeiteten Osten (1,15 m \times 2,30 m) darstellend. Gleichmäßig gut bemalt, macht es einen äußerst günstigen Eindruck. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, daß die neueren Partien, insbesondere die von v. Pelikan bearbeiteten, viel eingehender behandelt sind als die Keilschen Sektionen. Hierin spiegelt sich der Fortschritt der Landesaufnahme seit 1865.

Gustav Edler v. Pelikan, dem die Vollendung des Salzburger Landesreliefs vor allem zu danken ist, ist ein äußerst fruchtbarer Geoplast. Er hat Reliefs der Umgebung von Salzburg und vom Salzkammergut (1:50 000; Museum in Linz) geschaffen, nach welchen die Geländedarstellung der G. Z. VI. S. 368 besprochenen Reliefkarten auf photographischem Wege erhalten ist; seither hat er das Gebiet des Radstädter Tauern mit seiner Römerstraße 1:25 000 modelliert und ein großes Tauernrelief 1:25 000 in vier Sektionen (62 \times 62 cm), das Gebiet vom Stubachtale bis zur Rauris umfassend, ausgeführt²⁾, auf dem die Geländedarstellung der Seite 37 erwähnten Reliefkarte des Glocknergebietes beruht. Kürzlich endlich hat er ein großes Dachsteinrelief (150 \times 110 cm) im gleichen Maßstabe vollendet.³⁾ v. Pelikan hat jahrelang an der Aufnahme der österreichischen Spezialkarte in den Alpenländern mitgewirkt. Seine Reliefs, z. B. das der Hohen Tauern, beruhen auf den von ihm selbst besorgten Originalaufnahmen und können deswegen als eine beinahe authentische Übersetzung von deren Inhalt ins Plastische bezeichnet werden. Sie lassen deutlich deren starke Seiten erkennen; die Talszenerien

Pilatus 1:150 000, das Stück in Bronze 9 Mark. Weitere ähnliche Briefbeschwerer Imfelds hat A. Schroll in Zürich verlegt: Die Jungfrau 1:50 000 (25 Fr.) und das Matterhorn 1:40 000 (20 Fr.). Ein Glocknerrelief von Oberlercher wurde in ähnlicher Form den Teilnehmern der Alpenvereinsversammlung 1895 in Klagenfurt als Festgabe geboten und wird seither zum Preise von 3,50 Mark von Lindauer in München vertrieben.

1) Vergl. Jahresbericht des städtischen Museums Carolino-Augusteum für 1895. S. XVI.

2) Zeppezauer. Relief der Glocknergruppe. Mitt. d. D. u. Ö. Alpenvereins. 1902. S. 61. Hans Gruber. Ein Relief der Hohen Tauern. Deutsche Alpenzeitung. II. S. 98. Hier werden von weiteren Arbeiten v. Pelikans ein Relief des Triglavs und des Hohen Göll erwähnt, die wir nicht gesehen haben.

3) Zeppezauer. Das Relief der Dachsteingruppe von Gustav Edler v. Pelikan. Mitt. d. D. u. Ö. Alpenvereins. 1903. S. 191.

sind allenthalben trefflich wiedergegeben, insbesondere tritt der Stufenbau des Kapruner Tales und des Stubachtales im Tauernrelief ganz vorzüglich entgegen. Aber da die österreichisch-ungarische Militäraufnahme die militärisch unwichtigen Gebiete wenigstens früher nicht gleich eingehend behandelt hat wie die andern, so sind sie es auch bei v. Pelikan nicht. Dies gilt insbesondere von den Felsformen. Kalk und Schiefer unterscheiden sich nicht deutlich; allenthalben sind die in der Senkrechten verlaufenden Linien zu stark herausgearbeitet und zu wenig der reiche, im Maßstabe 1:25000 noch darstellbare, durch die Klüftung bedingte Formenwechsel zur Geltung gebracht. Auch die Wiedergabe des Dachsteinplateaus steht zu sehr unter dem Einflusse der militärischen Aufnahme, welche dem hier herrschenden Karstgelände nicht gerecht geworden ist. Es sind die Kalkhochflächen modelliert, als seien sie von zahlreichen Runsen durchsetzt, welche wie die Furchen einer reifen Tallandschaft angeordnet sind. Im Vergleiche zu älteren geoplastischen Arbeiten der militärischen Schule bekunden aber die Pelikans einen großen Fortschritt. Man konnte dessen insbesondere auf der Lehrmittelausstellung in Wien 1903 gewahr werden, wo neben den neueren Werken auch so manches ältere zur Schau gestellt wurde. Wir sahen da wieder die Reliefs des Oberleutnants Sachs vom Großglockner und Ortler (1878) 1:25000, welche die Böschungen unbeholfen und die Felsen wie Palisaden darstellen; wir sahen ein Glocknerrelief von Slawkowsky 1:25000, welches auf alle Einzelheiten verzichtet und die Pasterze wie überzuckert wiedergibt. Leider wurde das vergleichende Studium dieser älteren und der neueren Arbeiten durch die wenig günstige Aufstellung namentlich der letzteren und durch die häufigen Fehler in der Maßstabsangabe auf den Etiketten sowie im Kataloge unnötig erschwert.

Ein Landesrelief von gewaltigen Dimensionen hat F. Kienzle in Leoben für das Museum Joanneum in Graz bearbeitet. Es stellt die ganze Steiermark im Maßstabe von 1:37500 dar. Seine größte Breite mißt 5,45 m, seine größte Tiefe 5,08 m! Unbemalt, in reinem Weiß dastehend, bildet es ein äußerst lehrreiches Studienobjekt, das die großen morphologischen Züge des Landes, den Verlauf seiner Täler und den Übergang von Mittel- zu Hochgebirgsformen vorzüglich erkennen läßt. Es ist eine Übersetzung der Spezialkarte ins Plastische, wie ich bereits in meinem Berichte über die Ausstellung des Geographentages in Wien 1891 ausgeführt habe. Kienzle arbeitete wie folgt: Er fuhr die Isohypsen der Originalaufnahme 1:25000 mittels eines Pantographen ab, dessen rotierender Zeichenstift in Gyps ein entsprechendes, dem Gelände umschriebenes Treppenmodell ausdrechselte. Aus diesem Modell schnitt Kienzle sodann das Relief heraus, was mit großem Geschick geschehen ist, jedoch ohne Verwertung eigener Aufnahmen. Nach prinzipiell übereinstimmendem Verfahren hat Perron seither sein großes Relief der Schweiz hergestellt, das aber nicht im entferntesten denselben Eindruck wie Kienzles Werk macht. Der Maßstab 1:100000 ist für die Reliefdarstellung selbst eines Gebirgslandes zu klein; will man dessen Unebenheiten bei kleinem Maßstabe noch anschaulich machen, so muß man die Höhen übertreiben.

Dies tat selbst Oberlercher, welcher für die Kärntner Schulen ein Landesrelief im Längenmaßstabe 1:150000 ausgeführt hat (128 × 60 cm, Preis 70 Kr.). Er stellte die Höhen 1:100000 dar, damit verzichtete er auf eine exakte Wiedergabe der Bergformen, aber es muß gesagt werden, daß man dessen nicht gewahr wird, solange man das Relief von oben betrachtet. Auch die wackeren Lehrer Oberösterreichs, welche mit Franz Wöhrle ein Relief 1:75000 für ihr Heimatland schufen¹⁾, griffen zu einer Überhöhung. Nach längerem Probieren wählten sie das Verhältnis 2,3:1, übertrieben also die Böschungen um mehr als das Doppelte. Gleichwohl macht das Werk gerade keinen sehr verzerrten Eindruck: Es befindet sich im Linzer Landesmuseum in kaum Tischhöhe, man schaut immer von schräg oben darauf herab, und dabei sinken die Berge scheinbar zusammen. Diese Beobachtung hat uns dazu geführt, zu untersuchen, bis zu welchen Grenzen eine Überhöhung der Reliefs nicht den Eindruck stört. Wir kommen darauf zurück.

Überhöht sind auch die Reliefs, welche die Lehrer Niederösterreichs für Unterrichtszwecke gefördert haben. Das kürzlich begründete österreichische Schulmuseum besitzt ein Relief Niederösterreichs im Längenmaßstab 1:150000 des Hauptmanns Guttenbrunner, welches aus Papier maché gefertigt ist. Dies bedingt große Leichtigkeit, gewiß einen erheblichen Vorteil; aber die Bergformen erscheinen ausdruckslos, und da sich das Material wirft, so erfolgen störende Deformationen.²⁾ Weiter finden sich Arbeiten von Josef Klimpfinger. Ein Relief der Öztaler und Stubaiäer Alpen 1:75000 ist andert-halb-fach überhöht. Aber auch die des Ortler 1:12000 und des Montblanc 1:20000 machen, obwohl sie nicht überhöht sind, weder in ihren Gehänge-noch in den Gipfelformen den Eindruck der Naturtreue. Vor allem aber sind im genannten Museum Arbeiten von Maximilian Klar reich vertreten, welcher in österreichischen Lehrerkreisen lebhaft für die Pflege der Geoplastik in der Schule eingetreten ist. Er hat durch seine Schüler die Höhenschichten verschiedener Karten aussägen lassen und so das Material für Stufenreliefs erhalten; dabei ist so sauber gearbeitet worden, daß die einzelnen Stufen mit den Ausschnitten aus einer einzigen Karte beklebt werden konnten. Man wird angesichts eines so erhaltenen großen Stufenreliefs 1:150000 der österreichischen Alpenländer, welches für die Regierungs-Jubiläums-Ausstellung in Wien 1898 gefertigt war, oder eines kleineren Treppenmodells 1:750000 von denselben Ländern stets den aufgewandten Fleiß bewundern, aber den Rang von wirklichen Nachbildungen der Erdoberfläche wird man ihnen nicht zuerkennen können. Sie sind ein Gerippe, dem das Fleisch fehlt. Ebenso ist der Eindruck eines Stufenmodells 1:25000 der Raxalpe und Umgebung

1) Vergl. Zehden. Ein oberösterreichisches Landesrelief. Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien. 1896. S. 333.

2) Guttenbrunner hat auch Versuche angestellt, auf Guttapercha gedruckte Karten in Reliefform zu pressen, um reichlich beschriebene Reliefs zu erhalten. Solcher Art ist sein Relief von Schneeberg und Rax 1:75000. Das genannte Verfahren kann niemals vollständig Karte und Relief zur Deckung bringen, woraus sich störende Einzelheiten ergeben.

in gleicher Ausführung. Gänzlich irregeleitet wird das Vorstellungsvermögen von Schülern, die nach solchen Laubsägearbeiten sich die Formen der Erdoberfläche einprägen sollen; wissenschaftlich kommen derartige Werke nur als Unterlage für die Tätigkeit des Geoplasten in Betracht.

Die bayerischen Alpen, längst schon mappiert im Maßstabe 1:50000, haben frühzeitig zu Reliefdarstellungen aufgefordert. Eines der größten der älteren Reliefs ist ihnen gewidmet, nämlich das große 1869—1881 gefertigte Werk von Winkler in der geognostischen Sammlung der Akademie der Wissenschaften in München. Es umfaßt die bayerischen Alpen östlich von Hohenschwangau bis zum Salzachtal und reicht nach Tirol bis zum Achensee und ins Salzburger bis zum Südabhang des Steinernen Meeres. Die Dimensionen sind infolge des angewandten Längenmaßstabes 1:25000 sehr bedeutend (7,2 m \times 1,8 m), nach Siegfried Hirth¹⁾ ist es um 14 % überhöht. Es verwertet zahlreiche von Winkler gefertigte Umrißzeichnungen und macht im großen einen naturwahren Eindruck.

Ein neueres Relief der bayerischen Alpen im Maßstabe 1:50000 rührt von J. Dinges in Mindelheim her. Es reicht vom Bodensee bis zum Tännengebirge, von der Linie Ravensburg-Salzburg im Alpenvorlande bis zum Parallel von Innsbruck. Ein Exemplar des ganzen Werkes besitzt das Pädagogium zu Innsbruck; die die Salzburger Kalkalpen darstellenden Sektionen befinden sich — unbemalt — im naturhistorischen Hofmuseum zu Wien. Dinges' Arbeit macht im allgemeinen einen treuen Eindruck; Höhen und Längen sind im richtigen Verhältnisse gehalten, und der Fels, dessen ins einzelne gehende Wiedergabe der Maßstab 1:50000 nicht gestattet, ist geschickt charakterisiert. Dies gilt insbesondere vom Wettersteingebirge und der Mieminger Kette, von den Algäuer und Berchtesgadener Alpen; sichtlich hat Dinges hier vielfach eigene Beobachtungen verwertet. Weniger glücklich ist das Schiefergebirge nördlich des Längstales der Salzach modelliert, wie auch die Übertiefung dieses Tales nicht so herausgearbeitet ist, wie die des Inntales. Das Alpenvorland tritt mit seiner Moränenlandschaft und den Drumlin auf bayerischem Boden noch recht klar entgegen; im Bereiche des Rheingletschers, wo gute Karten fehlen, erscheint es hingegen verwaschen und verschwommen. Die Bemalung ist auf der mir vorliegenden Sektion VII, Wetterstein, gelungen: Der Wald dunkelgrün, Wiesen und Felder lichtgrün, Fels grau, Gewässer lichtblau. Wegnetz (rot), Eisenbahnen (schwarz) und Reichsgrenze (rot) sind deutlich, ohne zu sehr aufzufallen. Auf dem Innsbrucker Exemplare erscheinen aber Reichsgrenze und die Ortschaften zu aufdringlich; endlich zeigt sich hier, daß das graue Felskolorit nicht allenthalben angewendet werden darf: Es gewährt dem Salzburger Schiefergebirge und dem Voralpenzuge einen unnatürlichen Ton.

Dinges bringt sein Relief in einzelnen Sektionen in den Handel, welche jeweils annähernd natürlich umgrenzte Gebiete umfassen, sowie sich gruppenweise wieder zu natürlichen Abschnitten des Gebirges zusammenfügen, nämlich das Gebirge westlich vom Fernpaß, das Gebirge zwischen diesem und

1) Geoplastik. München 1903.

dem Indurchbruch, sowie endlich östlich vom letzteren. Der Preis ist mäßig: 1 dm² stellt sich auf 0,6—0,8 Mark, das ganze 5,7 × 1,4 m messende Relief kommt auf 635 Mark. Dingess hat ein Textbuch dazu geschrieben (gleich seinem Relief: Mindelheim 1901, Selbstverlag).

Sehr häufig sind einzelne Gruppen der bayerischen Kalkalpen modelliert worden. Siegfried Hirth nennt in seinem oben angeführten Schriftchen eine größere Zahl einschlägiger Arbeiten von Babenstuber, von sich selbst, von Waldemar Hirth, von Leo Marxer, Josef Mitterer, Wex und anderen; er erwähnt ferner ein Relief von Tirol 1:50000 von Rudolf Czelechowsky in Absam bei Hall in Tirol. Lebhaft und entschieden tritt er für Gleichheit des Maßstabes der Längen und Höhen, für die Benutzung von Photographien für die Gipfelmodellierung, sowie für eine natürliche Bemalung der Reliefs ein.

Neben dem Relief der nördlichen Kalkalpen von Dingess besitzt das Pädagogium in Innsbruck das große Gesteinsrelief der Tiroler Alpen von Schuler.¹⁾ Es ist ein Werk, das von allen bisher betrachteten durch die Ziele abweicht, die es sich setzt: Es will nicht eine naturgetreue Wiedergabe der Oberfläche Tirols sein, sondern soll die Schüler des Pädagogiums unterrichten über den Verlauf der Täler und Gebirgskämme des Landes und über dessen geologische Zusammensetzung. Es ist eine große Gartenanlage im Maßstabe 1:7500, 40 m lang, 30 m breit, in welcher man, den Tälern folgend, umherwandern kann und sich unterrichten über die Zusammensetzung des benachbarten Gebirges, denn dieses ist mannshoch aufgebaut aus wirklichem Gestein. Niemand wird bestreiten können, daß eine Wanderung durch das Riesenwerk wirklich orientiert über den Berg- und Talverlauf Tirols und die auftretenden Gesteine, aber einen Eindruck vom Formenschatze des Landes erhält man nicht. Nicht bloß sind die Berge 3—4 mal überhöht und die Talsohlen fast noch mehr überbreitert, sondern namentlich gewährt die Zusammensetzung aus einzelnen Gesteinsbruchstücken nur in seltensten Fällen eine Vorstellung der wirklichen Oberflächengestalt; man wird den Gedanken nicht los, zwischen aufgeschichteten, wenn auch systematisch angeordneten Steinen dahinzugehen.

Das Landesmuseum in Innsbruck ist arm an Reliefdarstellungen. Wir finden neben einigen älteren Arbeiten ein sehr plumpes Relief von Raßl²⁾ vom Karwendelgebirge und ein Relief der Ötztaler Gebirgsgruppe von Lergetporer 1:100000. Von diesem Geoplasten besitzt das Salzburger Museum eine von v. Pelikan überarbeitete Darstellung der Rauriser Goldberggruppe 1:25000 (94 × 76 cm) und war auf der Geographentags-Ausstellung in Wien 1891 ein Relief der Steiner Alpen 1:25000 zu sehen. Lergetporers Felsdarstellung ist unbeholfen; die Gebirgskämme haben etwas Wulstiges, und insgesamt machen seine Reliefs, mit Ausnahme des von v. Pelikan überarbeiteten, keinen naturgetreuen Eindruck.

1) Vergl. Karl Peucker, Das Innsbrucker Gesteinsrelief der Tiroler Alpen, seine Entstehung und sein Wert. Mitt. d. D. u. Ö. Alpen-Vereins 1889, Nr. 6.

2) Weitere Arbeiten dieses Autors verzeichnen die Mitt. d. D. u. Ö. Alpen-Vereins 1902. S. 137.

Ein großes Relief des wälschen Südtirol (165×135 cm) hat Domenico Locchi in Turin angefertigt (Rilievo plastigrafico 1:75 000 del territorio di Trento, Preis 225 Lire). Es beruht auf der österreichisch-ungarischen Spezialkarte und bringt fast das ganze Etschbuchtgebirge samt dem Bozener Porphyryplateau und einem Teile der Dolomiten, sowie Ortler und Adamello auf einer Tafel zur Darstellung. Die Ausarbeitung wird den großen Zügen in der Gestaltung jenes Gebietes gerecht, geht aber nicht auf Einzelheiten ein; man erkennt an den Bergflanken noch deutlich die Spuren der Modellierhölzer; ein so auffälliger Gegensatz der Formen, wie er zwischen Porphyryplateau und Dolomitgipfeln z. B. am Rosengarten obwaltet, kommt nicht zur Geltung. Locchi bösch das Gelände durchschnittlich zu stark ab und arbeitet die Felswände nicht heraus. Als Wandtafel wie eine Wandkarte betrachtet, wirkt das Relief jedoch recht plastisch und leistet als solche im geographischen Institute der Universität Wien, wie Seite 79 erwähnt, gute Dienste.

Locchi ist ein ungemein fleißiger, ausschließlich nach Karten arbeitender Geoplast. Wir danken ihm ein großes Relief vom Amphitheater des Gardasees ($1,7 \times 1,6$ m), über das sich Theobald Fischer¹⁾ sehr anerkennend ausgesprochen hat. Es hat den Längenmaßstab 1:25 000 und den Höhenmaßstab 1:10 000, gehört also nicht zu den streng naturtreuen Werken. Weitere Arbeiten Locchis über die Alpen sind: Der Schuttkegel der Stura von Lanzo (70×60 cm), Längen 1:50 000, Höhen 1:25 000; San Remo und Umgebung ($115 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$) 1:25 000; Ligurien ($120 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$) 1:20 000.

Die Versuche, die ganzen Alpen im Relief darzustellen, greifen gewöhnlich zu einer starken Übertreibung der Höhen, so Dinges' Hochrelief der Alpenländer ($115 \text{ cm} \times 78 \text{ cm}$), Länge 1:1000 000, Höhe 1:125 000 (Preis 45 Mark). Eine rühmliche Ausnahme davon macht Pombas Relief von Italien 1:1000 000 auf gekrümmter Oberfläche, welches die ganzen Alpen mit umfaßt. Es bringt in sehr bemerkenswerter Weise das gegenseitige Verhältnis von den Höhen der Erdoberfläche und deren Krümmung zur Geltung, was von späteren Arbeiten nur Perrons Relief der Schweiz wiederzugeben unternahm und gewöhnlich wegen der Kleinheit des dargestellten Gebietes, von Keil z. B., absichtlich nicht berücksichtigt wird. Wir haben Pombas Relief schon früher eine ausführliche Besprechung gewidmet, auf die wir verweisen²⁾, indem wir hier lediglich erwähnen, daß der gewählte einheitliche Maßstab nur ein schematisches Bild der Erhebungen zu geben imstande ist; ist doch der Montblanc kaum 5 mm hoch!

Die neueren geoplastischen Arbeiten über die Alpen verraten der großen Mehrzahl nach das Bestreben nach naturwahrer Formenwiedergabe. Zwar fehlt es nicht an billigen Übertragungen von Höhenschichtenkarten ins Relief

1) Peterm. Mitt. 1898. S. 17.

2) Pombas Relief von Italien. Globus. LVIII. 1890. Nr. 4. Vergl. auch Cesare Pomba. Sul nuovo rilievo d' Italia a superficie curva alla scala unica di 1:1000 000. Turin, 1888.

mit der Laubsäge, aber solche Treppenreliefs sind gleich den Gartenreliefs gleichsam nur Seitensprünge, die örtlichen Verhältnissen ihren Ursprung danken und keine Schule machen. Die Absicht, die Böschungen richtig wiederzugeben, beherrscht die große Mehrzahl der Leistungen; Höhen und Längen werden fast allgemein im gleichen Maßstabe dargestellt. Einige Arbeiten erreichen höhere Ziele und zeigen die Felswände in treuer Verkleinerung. Dabei sind besonders in den letzten Jahren Werke von sehr bedeutender Ausdehnung und von sehr großen Maßstäben gefertigt worden. Diese Großzügigkeit entspricht den Aufgaben, die man sich stellt. Will man die Einzelheiten der Felsgestaltung wiedergeben, so braucht man große Maßstäbe, will man größere Länder anschaulich und zugleich böschungstreu darstellen, so muß man zu großen Dimensionen greifen; denn die Grenzen, bis zu welchen anschauliche und zugleich treue Reliefs ausführbar sind, sind selbst für das Hochgebirge ziemlich eng. Der Maßstab 1:50000 ist dafür noch hinreichend, der von 1:100000, wie Perrons Relief der Schweiz lehrt, kaum mehr.

Selten nur wird nach einer Übertreibung der Höhen gegriffen, und es fehlt nicht an Arbeiten, die deswegen einen durchaus unnatürlichen Eindruck machen. Dies gilt aber nicht von allen einschlägigen Werken. Ob wir das Relief von Kärnten auf einem Tische vor uns haben oder in Linz vor dem Relief Oberösterreichs stehen, in beiden Fällen erscheinen uns die Berge fast so, wie wir sie zu sehen gewöhnt sind. Erst wenn wir uns zum Relief herabbeugen und es genau von der Seite betrachten, werden wir der Verzerrung gewahr. Eine Betrachtung von oben gibt uns eben einen Anblick wie aus der Vogelschau, dabei erscheinen die Höhen verkürzt, und wenn wir sie aus der Vogelschau so sehen wollen wie von der Seite, von wo aus wir sie zu sehen gewohnt sind, so müssen wir sie vergrößern. Dies ist aber nur in engen Grenzen zulässig, wie folgende Erwägung lehrt:

h ist eine Höhe CD , die wir von A aus unter dem Winkel $DAC = \alpha$ erblicken. Erheben wir uns nun senkrecht über A bis B und gegenüber C um den Elevationswinkel $BCA = \beta > \alpha$, so erscheint uns CD nicht mehr unter dem Winkel α , sondern unter einem kleineren, und dem Winkel α entspricht die Höhe $H = EC$. Ziehen wir EF parallel AB , so ergibt sich

$$H = EC = BA - BF.$$

Ferner ist

$$BA = AC \operatorname{tg} \beta, \quad BF = AC \operatorname{tg} (\beta - \alpha) \quad \text{und} \quad AC = \frac{DC}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$$

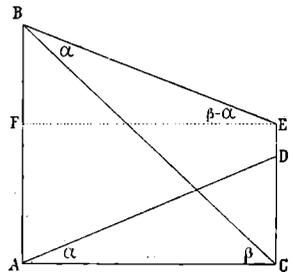
und deshalb

$$H = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha} (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} (\beta - \alpha)) = h \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}.$$

Sobald, wie für die Formen der Erdoberfläche, die wir aus größerer Entfernung erblicken, α ein kleiner Winkel ist, kann gesetzt werden

$$H = h (1 + \operatorname{tg}^2 \beta).$$

Nun ist die Tangente des Elevationswinkels, von dem aus wir Gegenstände zu betrachten gewohnt sind, unter dem wir schreiben, 1,1 bis 1,2; damit uns unter



ihm die relativen Höhen unter demselben Winkel erscheinen wie im Horizonte, müssen wir sie 2,2 bis 2,4 mal so groß machen, als sie sein sollten. Die Überhöhung, zu welcher die Lehrer Oberösterreichs bei Anfertigung ihres Landesreliefs und Locchi bei seinem Relief des Gardasees gegriffen haben, rückt die von oben gesehenen Höhen gleichsam in unsern Horizont. Machen wir aber die Überhöhung stattlicher, so fällt sie uns störend auf, wenn wir in der üblichen Weise auf das Relief herabblicken. Mag nun aber die Überhöhung auffällig sein oder nicht, unter allen Umständen vergrößert sie die Böschungen und erreicht die Anschaulichkeit auf Kosten der Naturtreue; dem können wir nicht das Wort reden.

Für eine wirkliche Erreichung der Aufgaben, welche der Geoplastik zufallen, reicht aber der Grenzmaßstab von 1:50000 bis 1:100000 noch nicht hin. Eine genaue Wiedergabe des Felsgeländes ist bei einem Maßstabe von 1:50000 nur bei so minutiöser Ausführung möglich, wie sie das Raxrelief von Benesch zeigt; im allgemeinen beginnen die Versuche einer eingehenden Felsdarstellung erst bei Arbeiten im Maßstabe 1:25000; dieser erweist sich als kleinster für die topographischen Reliefs, welche mehr bieten sollen, als die Karten enthalten, bei kleinerem Verhältnisse wird man im allgemeinen nur Veranschaulichungsreliefs erwarten dürfen. Hat man sich aber vor zwanzig Jahren noch mit dem Maßstabe von 1:25000 für topographische Reliefs begnügt, so haben Imfeld und Heim bereits zu fünf- bis zehnmal größerem gegriffen und in diesem noch eine außerordentlich reiche Darstellung geliefert. Ob gleiches auch jetzt schon für weitere größere Maßstäbe möglich ist, wagen wir nicht zu entscheiden. Heims Säntisgipfel 1:2500 ist eben nur eine Gipfelpartie, Oberlerchers großes Glocknerrelief 1:2000 verzichtet aber auf die Wiedergabe der kleinen Einzelformen. Gewiß werden spezielle Aufgaben dann und wann noch zur Anwendung größerer Maßstäbe drängen; einstweilen glauben wir, daß der Maßstab 1:10000 im allgemeinen für die Zwecke hinreichend ist, die man durch topographische Reliefs erstreben kann.

Wir haben diese Zwecke oben bereits präzisiert: dem Relief fallen die Aufgaben der Hochgebirgsdarstellung zu, welche die Karte nicht mehr zu lösen vermag, und so lange als eine treue Wiedergabe der Erdoberfläche als eine streng wissenschaftliche Aufgabe erachtet wird, gehört die Reliefbilderei in gleichem Maße zu ihren Hilfsmitteln, wie die Kartographie.

Damit wollen wir aber nicht verkennen, daß das Relief an praktischer Bedeutung der Landkarte in verschiedenen Richtungen nachsteht. Die Karte ist leicht transportabel, das Relief nicht; es wird wohl nur selten jemandem in den Sinn kommen, sich nach einem Relief orientieren zu wollen. Die Karte kann leicht vervielfältigt werden, das Relief nicht; Reliefs sind daher erheblich teurer als Karten, jedoch darf nicht außer Acht gelassen werden, daß die meisten unserer topographischen Spezialkarten auf Staatskosten erstellt werden und sich nicht im mindesten durch den Verkauf bezahlt machen, während der Preis der schweizer Reliefs belastet ist nicht bloß durch die Herstellungskosten des einzelnen Abgusses, sondern auch durch die großen Auslagen für das Original, was aber von Oberlerchers Arbeiten nicht gilt. Endlich kann nie und nimmermehr ein solches enges Aneinanderstoßen einzelner Reliefsektionen erzielt werden, wie es mit den einzelnen Blättern eines

Kartenwerkes möglich ist. Selbst in Heims Sántisrelief klaffen Fugen, und wenn sich gar die Abgüsse werfen, wie dies mit denen einzelner das Alpenvorland darstellender Sektionen von Dinges' Relief in Innsbruck geschehen ist, so geht dem Ganzen viel vom Eindrücke der Natürlichkeit verloren.

Alle diese einzelnen Punkte wirken dahin zusammen, daß den Reliefs eine erheblich geringere Bedeutung als den Karten zugeschrieben wird, und daß die Reliefbildnerei dem Eifer von Privaten überlassen bleibt, während die Kartographie von Staats wegen gefördert wird. Wir glauben, daß hieran geändert werden sollte. In dem Maße, als die Hochgebirgsforschung fortschreitet, werden wirklich exakte Hochgebirgsdarstellungen nötiger und nötiger, sowohl zur Darstellung von Forschungsergebnissen, als auch zur Konstatierung allenfallsiger Veränderungen, vor allem aber für Studienzwecke. In letzterer Hinsicht kommen die Reliefs zunächst für die Hochgebirgskartographie in Betracht. Wir haben eine unüberwundene Klippe für sie in der Felsdarstellung kennen gelernt. Sie scheidet gewöhnlich aus zwei Gründen: es ist der für sie verfügbare Raum zu klein, und der Topograph, der die Felsen nur von der Seite sieht, soll sie nach den Regeln der Kartographie von oben gesehen zeichnen. Sobald man an dieser Forderung festhält und nicht die Darstellung des Felsgeländes direkt vom Aufriß beeinflussen lassen will, wie dies z. B. Finsterwalder tut (vergl. S. 4), so bleibt kein anderer Ausweg, als daß der Topograph das von ihm aufgenommene Hochgebirgs-gelände zunächst plastisch darstellt und dann nach dem Modelle den Felsen zeichnet. Gut durchgeführte topographische Reliefs sind heute noch ebenso wie zu den Zeiten Meyers von Aarau als Vorlagen für die Geländedarstellung des Hochgebirges nötig. Von diesem Gesichtspunkte verdient die Geoplastik volle Förderung von den großen topographischen Staatsanstalten. Nicht minder aber auch sind wissenschaftliche Anstalten daran interessiert. Es sind die topographischen Reliefs ganz vorzügliche Studienobjekte, weil sie gestatten, bequem oft fern voneinander gelegene Gegenstände zu überschauen; sie sind vor allem aber ausgezeichnete Lehrmittel, die Dinge zu sehen ermöglichen, welche weder auf der Karte noch im Bild klar veranschaulicht werden können.

Die gegenseitigen Beziehungen zwischen Karten und Reliefs sind mit den dargelegten Punkten aber noch keineswegs erschöpft. Unsere Betrachtung der neueren Alpenkarten hat uns gelehrt, daß wir zwar das Gelände, sofern es sich nicht um sehr steile Böschungen handelt, mit voller Objektivität darstellen können, aber unsere Ausführungen über die Veranschaulichung des Geländes haben uns klar gezeigt, wieviel rein Konventionelles dabei in Kauf genommen werden muß. Das Alles entfällt bei den Reliefs; sie zeigen uns, solange sie nicht überhöht sind, das Gelände so, wie es wirklich gestaltet ist, und werden uns daher zum Schlüssel für eine genaue Würdigung der Schraffen und Farben unserer Karten. Von diesem Standpunkte aus kommt auch den Veranschaulichungsreliefs Bedeutung zu, wenn sie auch nicht mehr enthalten als unsere Karten; denn sie zeigen uns, wie letztere aussehen, wenn sie ins Plastische übersetzt werden, und lehren uns dies schließlich im Geiste selbst machen. Dinges' Relief neben der bayerischen

Karte 1:50000, Locchis Trentino neben der Spezialkarte 1:75000, selbst Perrons Relief neben der Dufourkarte 1:100000 sind nicht minder lehrreich als Imfelds Arbeiten 1:25000 neben den Blättern des Siegfriedatlas oder den schweizerischen Reliefkarten in gleichem Maßstabe oder als Oberlerchers und v. Pelikans Reliefs neben der österreichischen Originalaufnahme gleichen Maßstabes. Daß überdies die Veranschaulichungsreliefs, die wegen ihres Maßstabes meist nicht mehr enthalten können als die ihnen zu Grunde gelegten Karten, vortreffliche Hilfsmittel zur Veranschaulichung geographischer Formen sind und deswegen zu den Lehrmitteln des geographischen Unterrichtes gehören, ist von pädagogischer Seite so oft hervorgehoben worden, daß hier darüber kein Wort zu verlieren ist. Hier soll nur dargetan werden, in welchem Umfange das Relief neben der Karte volle Existenzberechtigung hat, inwiefern es mehr bieten kann als jene und inwieweit es selbst dann, wenn letzteres wegen des angewandten Maßstabes nicht möglich ist, zu einem vollen Kartenverständnis beitragen kann. Hat aber das Relief volle Existenzberechtigung, dann verdient die Geoplastik größere allgemeine Beachtung als sie bisher erfahren hat. Ihre großen Leistungen, voran Heims Sänisrelief, formulieren die erreichbaren Ziele und fordern zu weiterer Nachahmung auf; es fehlt nicht an Kräften, die sich ihr selbst unter schwierigen Verhältnissen, lediglich in den Mußestunden, widmen, wie z. B. der Volksschullehrer Paul Oberlercher. Was fehlt, ist zielbewußte Förderung seitens der großen kartographischen und andern wissenschaftlichen Staatsanstalten. Möchte sie sich reich und verständnisvoll entwickeln.
