

Über Terraindarstellung auf Landkarten.

Von Hofrat Hubert Ginzel.

Mit 4 Kartenausschnitten auf Tafel 1.

Jede Epoche menschlichen Schaffens findet auch in der Art und Ausstattung der Karten ihren beredten Ausdruck. Frühzeitig schon war die Kultur des Altertums bestrebt, das Antlitz der Erde, wie es den damaligen Vorstellungen entsprach, kartographisch festzuhalten und diese Geistesprodukte blieben viele Jahrhunderte lang die Grundlage kosmographischer Darstellung. Sie erregten, so unvollkommen sie uns heute auch erscheinen mögen, das Staunen und die Bewunderung der Zeitgenossen. Dann tritt eine lange Epoche des Stillstandes und Rückschrittes ein, die mit den kulturellen Verhältnissen des Mittelalters innig zusammenhängt, und erst die neuere Zeit brachte, zunächst gewissermaßen tastend, dann in immer mehr beschleunigtem Zuge im Einklange mit gewaltigen Fortschritten der Wissenschaften und als Folge vieler bedeutsamer Erfindungen eine Entwicklung des Kartenwesens, die in ihrer Vielfältigkeit früher gänzlich unbekannt war. Nur dadurch wurde es möglich, die Kartographie den verschiedensten Zwecken wissenschaftlicher, technischer, wirtschaftlicher Art, den gesteigerten Anforderungen von Handel und Verkehr und schließlich auch der militärischen Benützbarkeit dienstbar zu machen.

Ein Moment ist es hauptsächlich, das von den ältesten Kartenerzeugnissen angefangen bis über das Mittelalter hinaus sozusagen stecken geblieben war, das erst in den letzten zwei Jahrhunderten zu höherer Entwicklung gebracht werden konnte und das mit vollem Rechte als das schwierigste Problem der Kartendarstellung bezeichnet werden kann. Dieses Problem betrifft die Darstellung der Bergformen und sonstigen Unebenheiten der Erdoberfläche, die wir unter der Bezeichnung Terrain oder Gelände zusammenfassen.

Für die modernen, den verschiedensten Zwecken dienenden Karten hat die Terraindarstellung natürlich nicht überall dieselbe Wichtigkeit; in vielen Arten fehlt sie überhaupt gänzlich.

Anmerkung der Redaktion. Hofrat Hubert Ginzel, der die Reihe der militärischen Kommandanten des k. u. k. militärgeographischen Instituts beschloß und jetzt als Leiter der topographischen Gruppe des Bundesvermessungsamtes fungiert, hat diesen Vortrag in der Fachsitzung am 15. Mai 1922 gehalten.

Hier sollen daher nur jene Karten in den Kreis unserer Betrachtung gezogen werden, denen die Terraindarstellung ein typisches Charakteristikon gibt: das sind die topographischen Karten. Alle sonstigen Kartengattungen, wie physikalische, politische, statistische usw., liegen außerhalb dieses Rahmens.

Eine weitere Frage, die die Terraindarstellung nur wenig berührt, ist die Kartenprojektion, d. h. die nach den verschiedensten Methoden durchgeführte Übertragung eines Ausschnittes der Oberfläche unseres kugelähnlichen Planeten auf eine Ebene, deren verkleinertes Abbild wir dann Karte nennen. Es ist ja einleuchtend, daß eine solche vollkommen übereinstimmende Abbildung einer nach allen Richtungen gekrümmten Fläche auf einer Ebene mit vollständiger Längen-, Flächen- und Winkel-treue nicht denkbar ist, für unseren Zweck genügt es aber, wenn wir uns einen in verhältnismäßig engen Grenzen gehaltenen Ausschnitt der Erdoberfläche als planparallel der zugehörigen Kartenebene vorstellen.

Nun zeigt schon das Wort Kartenebene die große Schwierigkeit auf, die der Darstellung des Terrains erwächst, weil in der Natur zu den zwei Dimensionen der Länge und Breite noch die dritte, nämlich die Höhe, dazukommt. Dieses Problem, die Darstellung der dritten Dimension auf einer Ebene, ist zu verschiedenen Zeiten nach Auffassung und entsprechend dem Stande der Vermessungstechnik und graphischen Reproduktionsmöglichkeit verschieden behandelt worden. Die Darstellung der Bodenerhebungen kann aber nur entweder durch eine Vortäuschung der Körperlichkeit erfolgen, in ähnlicher Weise wie bei einem Bilde durch Licht- und Schattenwirkungen, eventuell durch Farbengebung körperliche Plastik hervorgebracht wird, oder sie kann auf geometrischem Wege wiedergegeben werden, indem die dritte Dimension durch geeignete geometrische Hilfsmittel meßbar hervorgehoben wird. Schließlich können beide Methoden, plastische und geometrische Darstellung, in verschiedener Weise kombiniert werden. Solcher Kombinationen gibt es heute, wie wir sehen werden, eine große Anzahl und ich will versuchen, die wichtigsten derselben aus ihrer geschichtlichen Entwicklung heraus, auf der sie sich ja allmählich und manchmal übergreifend aufgebaut haben, nebeneinander zu stellen.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die Karte den zugehörigen Ausschnitt der Erdoberfläche in orthogonaler Projektion, d. h. also lotrecht projiziert wiedergibt, so haben wir damit einen Grundriß vor uns, in dem die einzelnen Gegenstände nicht nur in der richtigen gegenseitigen Lage, sondern auch in dem richtigen Abstandsverhältnis, der richtigen Entfernung enthalten sind. Dies gilt freilich nur solange, als diese Objekte in einer Ebene liegen. Sobald aber Höhenunterschiede auftreten, sehen wir in der Karte nicht die wahre, sondern nur die projizierte

Länge, aus der wir mit Hilfe der Überhöhung des Höhenwinkels erst die wahre Länge rechnerisch oder graphisch bestimmen können. Je steiler der Höhenwinkel, desto mehr verkürzt sich die horizontale Projektion, also die Länge im Grundriß, während gleichzeitig die vertikale Projektion der wahren Länge, also ihre Abbildung im Aufriß wächst, bis dessen Maximum bei einem lotrechten Abstände zweier übereinander liegenden Punkte erreicht wird, wobei sich im Aufriß die wahre Länge abbildet, während sie in der Horizontalprojektion auf einem Punkte zusammenfällt.

Diese geometrischen Erscheinungen auf die Geländedarstellung angewendet, ergeben, daß die Bergformen im Grundriß, d. h. also in der Karte um so mehr sich zusammenschieben, je steiler ihre Hangflächen sind, bis schließlich eine vertikale Felswand, sie mag noch so hoch sein, nur als Linie erscheint. Es steht also die geometrische Darstellung der Geländeformen in der Karte im geraden Gegensatze zum Anblick derselben in der Natur. Dieser Umstand scheint neben anderem ein Grund gewesen zu sein, daß durch fast zwei Jahrtausende die Anschaulichkeit der Geländedarstellung dadurch erreicht werden sollte, daß man die Gebirge und später auch ihre Detailformen in profilartiger oder perspektivischer Ansicht in den ansonsten orthogonal projizierten Karteninhalt einzeichnete, also ihren Aufriß in die Grundrißebene umlegte.

Als dann später, und zwar, wie ich vorweg erwähnen möchte, erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts die reine geometrische Darstellung der Orthogonalprojektion als einzig richtige Form auch auf das Gelände ausgedehnt wurde, entstand die große Schwierigkeit, dem Kartenbenützer das Bodenrelief auch trotz der ungewohnten Betrachtungsweise auf andere Art zu veranschaulichen und lesbar zu machen. Denn die Einführung der Geländedarstellung im Grundriß erfordert eine große räumliche Vorstellungsgabe, um die Bergformen sozusagen automatisch in die Gestalt ihres Aufrisses umzubilden, wie er in der Natur sich darbietet und wie man ihn in perspektivischer Ansicht von verschiedenen Seiten mit stets wechselndem Profil und unter den verschiedensten Beleuchtungsverhältnissen je nach Tageszeit vor sich sieht.

Die Anfänge der Kartographie reichen jedenfalls viel weiter zurück, als die uns erhalten gebliebenen ältesten Karten. Aber schon aus diesen und aus verschiedenen sonstigen Angaben können wir schließen, daß die Beurteilung der Höhenverhältnisse im Altertum sehr mangelhaft war und daß es sich ausschließlich um eine primitive Darstellung der großen, mächtigen Gebirgszüge ohne näheres Eingehen in das Detail gehandelt haben kann. So sehen wir in den verschiedenen, in handschriftlichen Kopien erhaltenen Karten des griechischen Geographen Claudius Ptolemaeus — im zweiten Jahrhundert nach Christi — die Gebirge als breite Striche eingetragen, die deren Streichrichtung

wiedergeben. Abweichend davon sind jedoch schon in den ältesten gedruckten Kartenausgaben des Ptolemaeus an Stelle der einfachen Striche einseitig sägeförmige Zeichen gesetzt oder es ist innerhalb der durch zwei Striche begrenzten Gebirgszüge eine Reihe schematischer Bergkuppen in perspektivischer Profilform eingetragen, wie uns dies die in Rom 1478 gedruckte Ptolemaeus-Karte zeigt. Die unter römischem Einflusse entstandene und etwa aus derselben Zeit stammende Wegekarte des Römischen Reiches, die uns in der Tabula Peutingeriana erhalten ist, weist Gebirgszüge auch als nach oben gezackte Streifen auf. Auch wurde die heute vielfach übliche Darstellung der Gebirge mit brauner Farbe schon im dritten Jahrhundert n. Chr. angewendet.

Interessant ist auch die Gebirgsdarstellung auf alten chinesischen Karten, wie sie auf einer jedenfalls nach alten Vorbildern kopierten chinesischen Weltkarte als sägeförmige Profilform an mehreren Stellen zu sehen ist.

An dieser perspektivischen Darstellung der Gebirge hat sich im weiteren Verlaufe der Jahrhunderte wenig geändert, sie blieb die Grundform der Geländedarstellung bis ins 18. Jahrhundert. In der großen Zeitspanne sind allerdings einige Unterteilungen zu bemerken.

Vom 4. bis zum 13. Jahrhundert trat ein auffallender Stillstand in der Kartographie ein. Die aus dieser Zeit erhaltenen Karten sind unbeholfene, primitive Darstellungen, die Gebirge sägeblattförmige, zopfähnliche oder raupenförmige Gebilde, die nicht einmal in großen Zügen lagerichtig bezeichnet werden können, so daß diese Epoche einen effektiven Rückschritt kartographischer Darstellung bedeutet.

Vom 14. bis zum 16. Jahrhundert beginnt mit dem Zeitalter der Renaissance auch ein Wiederaufleben der kartographischen Wissenschaft im Verein mit außerordentlich wichtigen Erfindungen, insbesondere der Magnetnadel und der Buchdruckerkunst, der Holzschneidekunst und des Kupferstiches. In dieser Periode des allgemeinen Aufschwunges treten an Stelle der sägeförmigen Gebirgsprofile Reihen von Hügeln, die sogenannte Maulwurfshügelmanier, freilich noch immer ziemlich primitive Formen in neben- oder perspektivisch hintereinander gereihten Hügelgruppen, wobei in einzelnen Karten schon der Versuch zutage tritt, die Form der Berge, ihre Massigkeit und Höhe entsprechend dem Anblicke in der Natur zu individualisieren, entweder durch stärkere oder schwächere Häufung von Hügelgruppen oder durch Verwendung von dreieckigen oder rundlichen Profilen, oft auch durch Farben, insbesondere braun für steile, felsige Bergformen. Höhenangaben fehlen allerdings in den Karten selbst, begreiflicherweise noch gänzlich, weil Höhenmessungen noch nicht vorgenommen wurden und auch die Be-

griffe über Höhenverhältnisse ganz unglaublich übertrieben waren. So finden wir in der Kosmographie von Sebastian Münster Berge mit 20 km Höhe, oder in einem anderen Werke Kaukasusgipfel mit 10 geographischen Meilen Höhe angegeben.

Im 17. Jahrhundert sehen wir neben verschiedenartigen Profilzeichnungen mit zackigen oder eckigen und runden Formen, dann den sogenannten Tannzapfenschuppen der Hügelmanier die Kavalierverspektive angewandt, die als schräge Vogelschau bezeichnet werden kann, bei der man sich die Bergformen unter 45 Grad von oben besehen zu denken hat, eigentlich eine klinogonale Projektionsmethode, die aus dem damaligen Festungsbau her stammt.

Eine besonders bemerkenswerte Arbeit dieses Jahrhunderts sind die Landtafeln des Andreas Rauh, die eine ausgezeichnete Terraindarstellung in Schraffen mit seitlicher Beleuchtung aufweisen, allerdings in schräger Projektion.

Die Überwindung der großen Schwierigkeit, die orthogonale Projektion auch für die Geländedarstellung anwenden zu können, gelang erst im 18. Jahrhundert, freilich nicht in einem Zuge, sondern in verschiedenen Übergangsstufen, wobei die perspektivische Darstellung freilich noch vielfach weiter angewendet wurde. Erleichtert wurde ersteres hauptsächlich dadurch, daß Höhenmessungen durchgeführt wurden, bei denen zuerst freilich größere Fehler unterliefen, bis durch die Erfindung des Barometers und seine Verwendung als Höhenmeßinstrument, und zwar zuerst in der Schweiz, genauere Resultate erreicht werden konnten. Die Höhen selbst wurden aber in das Kartenbild noch nicht eingetragen, sondern konnten nur Profilen, die am Rande der Karte angebracht oder in eigenen Tafeln beigegeben waren, entnommen werden.

Die erste Verwendung der Grundrißmanier unter Annahme einer schrägen Beleuchtung sehen wir 1728 in einer von Prinz Eugen angeordneten Aufnahme des Temeser Banates.

Bahnbrechend tritt uns die Grundrißdarstellung in der 1750 begonnenen Cassinischen Carte de la France entgegen. Allerdings zeigt sich hier in der Plastik der Terrainform noch ein letztes Überbleibsel von schräger Perspektive, indem die geschwungenen, langen Bergstriche in schräger Richtung in die Grundrißform eingetragen erscheinen. Das Detail jedoch erscheint wenig naturgetreu, sondern vielmehr schematisch mit Treppen und Absätzen dargestellt. Trotz des gewaltigen und unleugbaren Fortschrittes, den diese Karte bildet, konnte sie daher nur kurze Zeit, wenige Jahrzehnte, hinsichtlich Genauigkeit und Detailausführung entsprechen, worin sie durch zahlreiche französische Karten gegen Ende des 18. Jahrhunderts überholt wurde.

Eine nahezu gleichzeitig auf österreichischem Boden geschaffene, ganz hervorragende Leistung ist die Tiroler Karte von

A n i c h und H u e b e r, zwei berühmte Bauern, wie sie in einem Memoriale des französischen *Dépot de la guerre* aus dem Jahre 1802 bezeichnet werden. Es heißt dort: „Die Kaiserin-Königin — gemeint ist Maria Theresia — betraute sie mit der Anfertigung einer Topographie der Grafschaft Tirol. Diese zwei Ingenieure zeigten in ganz neuer Art bei dieser Arbeit Talente, Genauigkeit, Sorgfalt und Geschmack (Auffassung), die man nicht immer bei privilegierten Ingenieuren findet. Diese Karte ist eine der schönsten Arbeiten dieses Jahrhunderts. Die Berge sieht man aus der Vogelschau, aus der Kavaliersansicht und aus der Perspektive.“

Und in der Tat, es ist schwer zu erklären, wie in ihrer Darstellung das Terrain trotz ziemlicher Lagerichtigkeit, wenn man spätere Aufnahmen einpaßt, doch perspektivisch dargestellt ist.

Bezeichnend ist ein weiterer Passus des erwähnten Memorials, der folgend lautet: „Man begreift das Sicherheitsgefühl des Herrscherhauses von Österreich nicht, das, ansonsten so mißtrauisch, die Veröffentlichung einer vollständig militärischen Karte gestattete, woraus der Feind Vorteile ziehen kann und daß es so mit dem Finger auf unbekannte Wege eines Landes zeigte, das uneinnehmbar erscheint.“ Bezeichnend deshalb, weil eigentlich schon seit dem Siebenjährigen Kriege das militärische Interesse an den Karten in den Vordergrund trat und damit das Moment der Geheimhaltung sowie auch der absichtlichen Fälschung ausgegebener Karten sich einstellte.

Aus der Zeit am Ende des 18. Jahrhunderts ist die landständische Karte von Oberösterreich von Schütz und Müller (1787) hervorzuheben, die das Gelände auch in perspektivischer Ansicht zeigt und dabei in prägnanter Weise bemüht ist, die naturgetreue Gestalt der Bergformen und speziell der felsigen und gletscherbedeckten Hochgipfel wiederzugeben.

In die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts fällt auch die erste großzügige topographische Aufnahme Österreichs, die Josefinische Landesaufnahme. Auch sie zeigt bei großem Mangel an Höhen die Terraindarstellung in Schwungstrichen — ich vermeide absichtlich den Ausdruck Schraffen — sowohl in einfacher als auch gekreuzter Anordnung.

Das 18. Jahrhundert ist überhaupt bedeutungsvoll für die Verschiedenartigkeit der Terraindarstellung durch mehrere neue Methoden. Als solche tauchen fast gleichzeitig auf: Schummerung; Lavierung, Schraffen und Schichtenlinien, außerdem schräge und senkrechte Beleuchtung. Die Schraffierung wurde 1799 vom sächsischen Major Lehmann in ein mathematisch begründetes System gebracht, indem er die Böschung von horizontal bis 45 Grad Neigung mit systematisch breiter werdenden Schraffen bei enger werdenden Zwischenräumen immer dunkler erscheinen läßt, von dem Grundsatz ausgehend, daß eine geneigte Fläche um so weniger senkrecht Licht erhält, je steiler sie ist. Die

Schraffen selbst haben in der Richtung des größten Falles zu liegen und stets in gleicher Anzahl eine bestimmte Breite auszufüllen. Diese Vertikalschraffierung fand bald in alle militärischen Karten Eingang, denn sie ermöglichte bis zu einem gewissen Grade die Ermittlung der Böschungsverhältnisse und ermöglicht die Darstellung der kleinsten Terraindetails, wie Wellen, Riegel, Steilen, Dolinen, Gefällsbrüche, die sich durch keine andere Manier so genau wiedergeben lassen.

In Frankreich und Italien war schon vorher eine auf einem ähnlichen Prinzip aufgebaute Schraffierung angewendet worden, die aber auf einer schiefen Beleuchtung aufgebaut war, indem diese nicht senkrecht von oben, sondern seitlich von links oben, also aus nordwestlicher Richtung angenommen wurde. Freilich ergibt die schräge Beleuchtung für eine reine Schraffenkarte, also ohne Schichtenlinien, einerseits Schwierigkeiten bei Darstellung der Nordwesthänge, die im Gegensatz zu anschließenden Ebenen doch nicht ganz weiß gelassen werden können und außerdem muß oft der plastischen Wirkung und des Lichteinfalles wegen geradezu verkehrt schraffiert werden. Zum Beispiel ein nach Nordwest steiler, nach Südost flacherer Rücken wird gerade entgegengesetzt geböschert erscheinen.

Ein geradezu klassisches Beispiel einer reinen Schraffenkarte mit schräger Beleuchtung bietet uns die berühmte Dufourkarte der Schweiz, mit der wir allerdings schon in das 19. Jahrhundert und damit in das Zeitalter der mannigfaltigen modernen Terraindarstellungen hinüberschreiten. Dieses Zeitalter ist hauptsächlich dadurch gekennzeichnet, daß man sich immer mehr bemühte, die Terrainwiedergabe in der topographischen Aufnahme möglichst naturgetreu aufzufassen und das Detail der Bergformen immer mehr zu zergliedern. Auch hierin ist die Instruktion für die Originalaufnahme zur Dufourkarte vorbildlich, denn sie betont: Man hat sich hauptsächlich zu bemühen, den Charakter jedes Berges deutlich wiederzugeben, indem man so viel wie möglich der Natur nachzeichnet und sich dabei vor dem hütet, was man „Manier“ nennt.

Das stetig fortschreitende naturtreue Detaillieren des Terrains führt zu immer größerer Charakterisierung, da auch die Grundlage der Geländedarstellung eine günstigere wird. Als solche dient für die betreffende Gegend die dort angesichts der Natur durchgeführte Landesaufnahme oder, wie der österreichische Ausdruck lautet, Mappierung. Diese überall in großen Maßstäben, höchstens bis 1:25.000, durchgeführte Landesaufnahme hat den Grundstock alles dessen zu bilden, was der betreffende Geländeausschnitt an Terrain enthält. Daher hat der Mappeur, und darin besteht sein Geschick, seine Auffassung und seine Kunst, in vollständiger und charakteristischer Weise alles auf dem Meßtisch zusammenzutragen, was sich in der Natur dar-

bietet. Wie dann das so gewonnene Bild in der zur Reproduktion bestimmten Karte verwertet und heute auf verschiedene Weise anschaulich dargestellt wird, dafür ist der Verwendungszweck maßgebend und es ist die Kunst des Kartographen, diese Geländedarstellung auf das höchste Maß der Vollkommenheit zu heben.

Auf der Darstellung des Bergstockes der Villacher Alpe in der erwähnten Josefinischen Aufnahme 1764—1787 (vgl. die Beilage, Kartenausschnitt I) geben starre, gerade Rücken die Einzelformen stark schematisch wieder, die Bergzeichnung selbst sind einfache und gekreuzte Schwungstriche. Höhenangaben sind nur äußerst selten. Die Franziszeische Aufnahme desselben Gebietes aus dem Jahre 1829 (s. Kartenausschnitt II) zeigt uns in der Terraindarstellung schon bedeutende Fortschritte, die Charakteristik der Bergformen tritt hervor, auch Felsen sehen wir dargestellt. Doch bietet auch diese Arbeit infolge starker Zusammenziehung von Details, besonders im Waldgelände und infolge der sehr spärlichen Höhenangaben ein ganz unzureichendes Höhenbild, ebenso wie die danach angefertigte Kronlandskarte 1 : 144.000, die in Kupferstich mit langgezogenen Bergstrichen und senkrechter Beleuchtung im Stile der Aufnahme, selbstverständlich mit einer infolge der starken Generalisierung notwendigen Zusammenziehung der Terrainformen, noch mehr schematisiert wurde.

Die nächste, sogenannte III. Landesaufnahme, die im Jahre 1869 begonnen wurde, zeigt uns ein vollständig geändertes Bild sowohl nach Inhalt, als auch Ausführung der Terraindarstellung (s. Kartenausschnitt III). Die wichtigste Verbesserung gegen früher war jedenfalls, daß der Mappedeur ausgiebige Höhenmessungen selbst vorzunehmen und dadurch das großmaschige Netz der trigonometrischen Höhen zu verdichten hatte. Auf eine Aufnahmssektion entfielen durchschnittlich 800 bis 1600 Höhenpunkte, also etwa 3 bis 5 pro Quadratkilometer, ein jedenfalls großer Fortschritt, denn bis zum Jahre 1860 hatte der Mappedeur überhaupt keine Höhen zu messen. Die Terrainformen sind nach ihrer gesetzmäßigen Entwicklung aufgefaßt und gegliedert, wenn auch noch nicht in jenem Maße und jener Ausführlichkeit, wie es der neue Maßstab 1 : 25.000 gegen den bisherigen 1 : 23 800 gestattet hätte.

Die Hauptschuld an dieser Unzulänglichkeit, daß nämlich das Terrain im Verhältnis zum Maßstabe zu stark generalisiert wurde, war wohl in erster Linie das außerordentlich große Arbeitspensum, das einem Mappedeur pro Jahr zugewiesen werden mußte, um die ganze Landesaufnahme der Monarchie in 16 Jahren zu bewältigen, und das durchschnittlich 350 km² pro Jahr betrug.

In der Terraindarstellung ist eine auf das früher erwähnte Lehmann'sche System aufgebaute Vertikalschraffierung angewendet, die vom Militärgeographischen Institute jedoch anders

abgestuft wurde, d. h. nicht schon bei 45° , sondern erst bei 77° Böschung in Schwarz übergeht. In ähnlicher Weise hat Bayern seine Schraffenskala bis 60° ausgedehnt, um den Steilböschungen der Alpen mehr gerecht zu werden.

Außerdem sehen wir auf der Originalzeichnung Schichtenlinien mit 20 m Abstand eingetragen. Der Arbeitsvorgang bis zur Gewinnung dieses Gesamtbildes war nun folgender: Im Felde, also angesichts der Natur, erfolgte die Geländedarstellung nur mittels der Schraffierung. Die einzelnen Bergformen wurden durch örtliche Ermittlung ihrer Einzelheiten zusammengetragen, so daß sich erst nach und nach die Gesamtform ergeben konnte. Diese Einzelheiten erstrecken sich naturgemäß zuerst auf die Kuppen, Sättel, Rücken und Absätze der Oberteile und auf die Form und Gliederung der Bergfüße in den Tälern und aus diesen sowie aus den dazwischenliegenden Details der Wendung und Ansmiegung der zwischenliegenden Böschungen, sowie aus ihrer Richtung entlang der Wege und Kulturgrenzen ergab sich schließlich ein naturgetreues Gesamtbild.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient das systematisch angewendete Vis-à-vis-Zeichnen im höheren Gebirge, vom gegenüberliegenden Talhange, das allein das richtige Erfassen steilerer Bergformen in ihrer Gliederung ermöglicht, und zwar bei günstiger Beleuchtung viel genauer ermöglicht, als ein mühsames Bestimmen im Gehänge selbst, wo der Zusammenhang und die Übersicht nur zu leicht verloren gehen.

Geschickt auszuwählende Punkte auf den Höhen, in den Tiefenlinien und in entsprechender Verteilung an den Hängen vervollständigen diesen Arbeitsvorgang. Für diesen eignet sich ausschließlich das Schraffieren, weil es dem menschlichen Auge unendlich leichter und sicherer ist, die Linie des größten Falles an Ort und Stelle zu erkennen und richtig einzuzichnen, als den richtigen Verlauf einer horizontalen Schichtenlinie aus der perspektivischen Ansicht in ihre Horizontalprojektion, also auf den Meßtisch zu übertragen. Auch können Schichtenlinien bei der Aufnahme nicht ohneweiters eingetragen werden, da diese feste Abstände mit 5, 10 oder 20 m haben, die gemessenen Höhenpunkte aber gewöhnlich dazwischen liegen, die Schichtenlinien daher erst nach Rechnung der Höhen zwischen den einzelnen Punkten interpoliert werden müssen.

Dieses Entwerfen der Schichten wurde bei der III. Landesaufnahme erst im Winter bewirkt, die so gewonnenen Schichten auf die in Bleistift schraffierte Feldarbeit übertragen und sodann diese Feldarbeit in Tusch überschraffiert. Dabei sind wohl auch vielfach Änderungen unterlaufen, so daß das ursprüngliche Kartenbild in seiner Naturtreue nicht ganz erhalten blieb.

Die Elemente der Geländedarstellung zu gewinnen, wurde bisher etwas ausführlicher geschildert, weil sie in ihren Grund-

sätzen und ersten Anfängen gestatten, einer Aufnahmskarte jenen möglichst naturwahren Inhalt an Gelände zu geben, der ihrem Maßstabe entspricht. Wie dieser Inhalt dann in anderen topographischen und geographischen Karten verwertet und zum Ausdrucke gebracht wird, ist die andere Seite des Problems der Geländedarstellung.

Es ist klar, daß sich schon im Maßstabe 1 : 25.000 nicht all das zahlreiche und in der Natur oft recht augenfällige Detail ganz wiedergeben läßt, aber so wünschenswert es für vielfache Zwecke auch wäre, die ursprüngliche Wiedergabe des Geländes in größerem Maßstabe, etwa 1 : 1000, 1 : 5000 oder 1 : 10.000 zu erhalten, so unrettbar scheidet dieser Wunsch an den enormen Kosten, die heute mehr denn je ins Gewicht fallen.

Die IV. Landesaufnahme, im Jahre 1896 begonnen, bezweckte auf Grund der Erfahrungen, die man bei der III. gesammelt hatte, alle infolge des raschen Tempos und überholter Methoden entstandenen Lücken und Unzulänglichkeiten zu verbessern und ein präzises Grundmaterial zu schaffen, das weitaus höheren Ansprüchen wissenschaftlicher und technischer Art genügen soll. An der Villacher Alpe (s. Kartenausschnitt IV) in der Darstellung dieser IV., der sogenannten Präzisionsaufnahme sehen wir die Bergformen viel reicher gegliedert, der Inhalt der Geländedarstellung nützt das Maßstabsverhältnis viel richtiger aus. Dies alles war natürlich nur durch eine große Verbesserung der Arbeitsmethode möglich, indem die Anzahl der Höhenmessungen rund vervierfacht wurden, so daß beiläufig 11 bis 21 Höhenpunkte pro km^2 entfallen. Mit dem Vertiefen der Detaildarstellung ging natürlich eine Verringerung des Arbeitsquantums Hand in Hand, so daß bei dieser Arbeit nur mehr 80 bis 100 km pro Mappedeur und Jahr fertiggestellt werden konnten. Das Programm dieser Landesaufnahme war aber auch auf 100 Jahre berechnet.

Ein bedeutsamer Fortschritt war ferner, daß die angesichts der Natur gewonnene Geländedarstellung, die sogenannte Feldarbeit, vollständig unberührt gelassen wurde und daß die Reinzeichnung auf eigens hiezu präparierten, abwischbaren Graphitdrucken genau nach dem Original in Tuschschräffierung und mit den auf der Feldarbeit gelegten Schichtenlinien ganz separiert im Winter gezeichnet wurde.

In weitaus höherem Maße als früher ist der gesetzmäßigen Formenentwicklung Rechnung getragen. Es ist dies ein besonderes Charakteristikon der sogenannten Wiener Schule, daß sie alle jene Veränderungen, die der Aufbau und Verlauf der Einzelformen mit sich bringt und die sich aus kleinen Andeutungen konsequent aus der Höhe in die Tiefe weiterentwickeln, in prägnanter, naturgetreuer Darstellung wiederzugeben bemüht ist, ein Bestreben, das durch gediegene Lehrbücher über Terrainlehre

und Formenlehre gut unterstützt wurde, in seiner ganzen Tiefe aber hauptsächlich überlieferte Tradition der Mappierung und Kartographie des Militärgeographischen Institutes ist, weil es sich seinem Wesen nach nur praktisch lehren, erlernen und vermitteln läßt.

Die Einzelheiten, aus denen sich die Bergformen in der Natur zusammensetzen, sind regelmäßige oder unregelmäßige Flächen, die stetig, konvex oder konkav, gerade, ausgebogen oder eingebogen sein können und erst in ihren verschiedenen Kombinationen, Übergängen und Verschneidungen die Naturformen ergeben. Es würde zu weit führen, alle jene Gesetze auszuführen, denen die Gliederung der Bergformen durch ihren Verlauf unterworfen ist, es möge genügen, zur näheren Erläuterung einige herauszugreifen. Zum Beispiel: keine Rückenlinie verläuft geradlinig, jede Biegung erzeugt einen Absatz (Rast) oder eine flachere Partie, aus der eine Rückenteilung hervorgeht. Jede Rast hat mindestens zwei Mulden zur Folge, von denen die eine größer und steiler ist. Jede Biegung eines Rückens bringt auch eine Krümmung der beiderseitigen Tiefenlinien hervor.

Der Haupt Rücken, die Haupttiefenlinie, ist stets am wenigsten geneigt und daher unbedingt flacher, also von geringerem Gefälle als alle zugehörigen Nebenrücken, bzw. Nebentiefenlinien.

Schließlich gehört hierher auch die Gesetzmäßigkeit der Steilen, die durch den Wechsel der Anlage bedingt werden, sich verbinden, teilen oder schließlich, und zwar stets in schiefer Richtung über die Schichtenlinien auflösen.

Nur die richtige Anwendung dieser Gesetzmäßigkeiten, das Erfassen der Hauptform und ihr logisches Gliedern sind die Grundbedingung für eine naturgetreue Darstellung und für eine darauf fußende richtige Schichtenführung. In den meisten anderen Ländern werden Schichtenentwürfe in der Natur gemacht und die Formen erst im Zimmer ausschraffiert, was jedenfalls der Naturtreue in den Einzelheiten schädlich sein muß. Die österreichische Methode ergibt nicht nur naturgetreue Originalaufnahmen, sondern auch das Schichtenmaterial zum Entwerfe aller Karten kleinerer Maßstäbe.

Es ist selbstverständlich, daß nach dem vorgeschilderten Vorgang die Schichtenlinien nur durch Interpolierung zwischen den zahlreich gemessenen Höhenpunkten und durch die auf die Vertikalschraffen senkrechte Weiterführung gewonnen werden, also von der Richtigkeit der Vertikalschraffierung abhängig sind. Da nun der Mappeur bemüht war, markante Geländeformen hervorzuheben, Unwesentliches aber unterdrücken mußte, so tragen die Schichtenlinien denselben Typus, sie sind gewissermaßen ins charakteristische idealisiert, die absolute, geometrische Genauigkeit muß ihnen fehlen.

Da war es nun vor wenigen Jahren die Stereophotogrammetrie und ihre Vervollkommnung durch den Orel'schen Stereoautographen, die hinsichtlich der Schichtenlinienführung gerade umgekehrte Verhältnisse schuf. Mit Hilfe des Stereoautographen ist es möglich geworden, aus stereoskopischen Bildern geradezu ideal genaue Schichtenlinien zu erhalten. Dieses Verfahren, das dem Mappeur vorarbeitet und seine Tätigkeit im Mittel- und Hochgebirge wesentlich fördert, liefert die Geländeformen in Schichtenlinien. Ein Meßtischblatt, wie es der Mappeur zur Arbeit erhält, zeigt uns außer den trigonometrischen Punkten und dem eingetragenen Kataster jene Terrainteile in stereoautogrammetrischen Schichtenlinien, die aus den photogrammetrischen Platten sich herausarbeiten ließen. Es bleibt dem Mappeur freilich auch jetzt noch genügend Arbeit vorbehalten, um außer der Schließung der unvermeidlichen Lücken die Geländedarstellung aus ihrer einwandfrei geometrischen Richtigkeit entsprechend dem Eindrucke in der Natur charakteristisch herauszumodellieren, wo dies in stark gegliedertem Terrain notwendig erscheint.

Ein Blick auf den photogrammetrischen Schichtenplan eines verkarsteten Plateaus läßt deutlich erkennen, wie schwierig es in der Natur sein muß, sich nach diesen geometrisch bis ins kleinste Detail richtigen Geländeformen ohne **jede** Plastik zurechtzufinden. Und diese kann nur durch eine Schraffierung geboten werden, die allein imstande ist, die Verbindung der Geländeformen und der kleinen zwischen die Schichten fallenden Einzelheiten zu vermitteln.

In der jüngsten Zeit wird immer größeres Gewicht auf die markante Darstellung der Felsen gelegt, die ja auch durch ihr Herausleuchten aus dunkler Wand, durch mächtiges Emporragen und oft bizarre Formen im Gelände typische Anhaltspunkte zur Orientierung bilden. Ihre Gesteinsart und Struktur, sowie derselben eigentümliche Oberflächengestaltung infolge Verwitterung und Abtragung lassen sich auch in topographischen Karten der Originalaufnahmen noch sehr charakteristisch wiedergeben. Freilich sind gerade die Felsen infolge großer Steilheit, daher geringer Anlage am schwierigsten in der Horizontalprojektion darzustellen, ja sie erfordern oft eine Konzession an die geometrisch richtige Orthogonalprojektion, um in der Karte ihre Höhe entsprechend zum Ausdruck zu bringen. In der neuen Aufnahme der Sächsischen Schweiz, ausgeführt von der Landesaufnahme Sachsen, blieb nach dem beigegebenen Beiworte nichts anderes übrig, als die zahlreichen vertikalen Sandsteintürme und Sandsteinwände einfach im Aufriß zu geben, weil nur so ihr Eindruck in der Natur einigermaßen gewahrt werden kann.

Bevor ich auf die Geländedarstellung in den modernen Karten selbst übergehe, möchte ich noch der letzten Verfeinerung

derselben bei der Geländeaufnahme erwähnen, das ist der Berücksichtigung der Geomorphologie. Die Topographie und Kartographie hat selbstverständlich nur den Charakter der Erdoberfläche wiederzugeben, diese ist aber eine direkte Funktion des inneren tektonischen Aufbaues und vor allem des Gesteinscharakters. Die tektonische Lagerung der einzelnen Gesteinsschichten, ihre verschiedene Widerstandskraft gegen Erosion und Korrosion, gegen mechanische und chemische Wasserwirkung haben durch viele Jahrtausende bis zu unserer Zeit ihre heutige Oberflächengestaltung hervorgebracht. Hinsichtlich der Lagerung ist es natürlich nicht gleichgültig, ob das Gestein horizontal oder schräg geschichtet ist; die Austrittsline einer horizontal verlaufenden Bank verursacht im Gelände trotz aller sie einkerbenden Erosionsgräben eine horizontale Wand, während bei aufgerichteten Schichten die durch das harte Band bedingte Steilwand im Sinne des Schichtenfalles zieht. Aufgerichtete Schichten ergeben außerdem stets die für das Mittel- und Hochgebirge so charakteristischen asymmetrischen Kämme. Der Gesteinscharakter selbst, die Härte, Struktur, Durchlässigkeit, bezw. Undurchlässigkeit bedingen die einzelnen typischen Geländeformen. Hartes Gestein kann sich in steileren Formen halten, es bildet steile Stufen und Bänder oder Steilhänge und Wände je nach seiner Mächtigkeit, während sich weichere Gesteine flacher abböscheln müssen. Bei schichtweisem Wechsel von harten und weichen Gesteinsarten ergeben sich dadurch oft weithin durchziehende Böschungsbrüche und Terrassenbildungen. Die Erosionstrichter im Bereiche verschiedener Gesteine weisen stets andere Detailformen auf, je nachdem, ob z. B. Kalk, Dolomit, wasserdichter Sandstein oder Schiefer vorliegt; sie sind natürlich auch vom geologischen Alter abhängig.

Es ist klar, daß der Topograph und der Kartograph allen diesen Momenten Rechnung tragen muß, wenn er die Charakteristik einer Geländeform möglichst getreu erfassen und wiedergeben soll; er muß daher über Kenntnisse der Geotektonik und Petrographie verfügen. Ein besonderes Gebiet, das diese Berücksichtigung verdient, ist die Felsendarstellung, die in früheren Jahrhunderten zunächst gar nicht, später nur sehr schematisch ausgeführt wurde, heute jedoch infolge verfeinerter Darstellungsmöglichkeit von einer intensiven Touristik, aber auch für wissenschaftliche Zwecke immer mehr gewürdigt, bezw. gebraucht wird. Und da hat gerade die geologische Durchforschung der Wandbildungen die morphologische Erkenntnis derselben wesentlich erleichtert. Ein Beispiel hiefür gibt die Dachsteinkarte des Alpenvereines, die eine große Ähnlichkeit in der Ausführung mit Schweizer Karten zeigt, in erster Linie mit Blättern des Siegfried-Atlas, wie ja überhaupt die Geländedarstellung in den Karten der Schweiz entsprechend dem vorwiegend alpinen

Charakter dieses Landes und seiner intensiven touristischen Erschließung frühzeitig zu hoher Entwicklung gelangte.

In den zur allgemeinen Benützung bestimmten Karten ist für die Geländedarstellung tonangebend der Zweck, dem eine bestimmte Karte zu dienen hat und der innig auch mit ihrem Maßstabe verknüpft ist. Karten für technische und wissenschaftliche Verwendung, meist großen Maßstabes, werden eine Hervorhebung der Meßarbeit verlangen, also auf Schichtendarstellung drängen, Karten für allgemeine Orientierung, für Unterricht, für militärische Zwecke, dann für Touristik bedürfen auch noch der Plastik. Denn eine reine Schichtenkarte stellt eigentlich nur ein in kleineren oder größeren Vertikalabständen abgetrepptes Höhenbild dar, in welchem besonders bei stärkerer Bewegung des Terrains und in flacherem Gelände alles dazwischenliegende Detail fehlt. Daher nimmt man möglichst kleine Abstände, um nichts davon zu verlieren, was freilich nicht hindert, daß trotzdem die Schichtenkarte stets eine Leere aufweist. Steile Formen lassen sich ja leichter erkennen, flaches Gelände ist dagegen oft sehr schwer lesbar, weil der Schichtenabstand natürlich in der ganzen Karte einheitlich sein muß und höchstens sogenannte Hilfsschichten mit geringerem Abstände in flachen Partien eingelegt werden können, damit nicht unnatürliche Bilder entstehen; ganz vermeiden läßt sich dies ohnehin nicht, weil in steilen Hängen infolge zu kleiner Abstände gewöhnlich Schichten ausgelassen werden müssen, wodurch der Eindruck der Steilheit verloren geht.

Alle jene Hilfsmittel, die der Hervorhebung der Plastik dienen sollen, bezwecken daher das Überkleiden der Schichtentreppen, um so erst die eigentliche Oberfläche der Terrainformen zur Geltung zu bringen. Eine besondere Stellung nehmen die farbenplastischen Karten ein, bei denen statt, bzw. neben der Formenplastik das Gewicht auf eine anschauliche Höhenplastik gelegt wird.

Als Hilfsmittel der Formenplastik dienen einerseits die Schraffierung, anderseits die Schummerung oder Lavierung. Bei beiden Arten kann eine Beleuchtung von senkrecht oben, oder eine seitliche Beleuchtung angewendet werden. Die Ausführung schraffierter Karten kann einfarbig schwarz oder in mehreren Farben, jene der geschummerten Karten nur in mehreren Farben erfolgen. Die Ausführung mehrfarbiger Karten wird heute durch die hohe Entwicklung der Reproduktionstechnik gewaltig erleichtert.

Die schraffierte Schwarzkarte stellt jedenfalls für die Möglichkeit, die kleinsten Terrainedetails, die überhaupt in ihrem Maßstab noch darstellbar sind, voll zur Geltung zu bringen, das Ideal vor; die kleinsten Risse, Rinnen, Stufen, die meist quer über die 10 m-Schichten oder zwischen ihnen liegen, lassen sich entnehmen. Die

Schattierung selbst ist vollplastisch, denn sie durchläuft die ganze Helligkeitsreihe von Weiß bis Schwarz, die bei einem färbigen Schraffenaufdruck in den Tiefen nicht erreicht wird. Ein böser Feind ersteht allerdings jeder Terraindarstellung in der Eintragung des Gerippes und hauptsächlich in der Beschriftung. Die unvermeidlichen kleinen und größeren Namen überdecken und zerreißen vielfach die Terrainformen und erschweren die Lesbarkeit. Die über das Maß zu haltenden Zeichen für Straßen und Bahnen bedingen Verschiebungen der anstoßenden Terrainformen, um sie überhaupt zum Ausdruck zu bringen.

Die Schraffierung selbst ist zweifellos die vornehmste Ausführungsart, sie ist jedoch sehr kostspielig, weil sie viel Zeit und hohe Kunstfertigkeit erfordert, daher steht sie der raschen Herstellung billiger Karten entgegen. Die Schummerung oder Lavierung — beide unterscheiden sich nur dadurch, ob das Original als Kreidezeichnung oder mit dem Pinsel hergestellt wird — hat den Vorteil der rascheren Herstellung. Für die Reproduktion wird die so erhaltene Tonierung mittels Rasteraufnahme in sehr zarte Punkte zerlegt, die beim Drucke infolge ihrer Kleinheit wieder den Eindruck von stärkeren und schwächeren Halbtönen ergeben. Eine andere Methode der Schummerung ist ihre unmittelbare Zeichnung auf gekörnten Stein, die wohl schwieriger ist, aber kontrastreicher wirkt, als wenn sie durch Rasteraufnahme zerlegt wird. Die Schummerung verleiht allerdings steilen Formen eine gute Plastik, im flachen Gelände, im welligen Hügellande versagt sie am meisten, während gerade hier die zarte Schraffierung imstande ist, die kleinsten Bodenwellen klar zu geben. In solchem Gelände und bei reichgegliederten Plateaux wird sich für die Formenplastik kaum ein besseres Mittel finden lassen.

So zeigt uns die Schraffierung für die neueste Karte 1 : 25.000 von Salzburg — Plateau des Untersberges —, was für eine Menge an Details zwischen den Schichten liegt. Auch die Spezialkarte 1 : 75.000 bietet besonders im südlichen verkarsteten Teile ein reiches Formendetail, das für die Orientierung an Ort und Stelle äußerst wertvoll ist und bei irgend einer anderen Manier nicht mit derselben Klarheit herausgelesen werden kann. Auch in Karten kleinerer Maßstäbe läßt sich mittels der Schraffierung außerordentlich viel Formendetail mit übersichtlicher Plastik verbinden, wie uns die Terrainplatte einer österreichischen Generalkarte 1 : 200.000 zeigt. Eine Kombination zwischen Schummerung und Schraffierung sehen wir in der norwegischen Spezialkarte 1 : 25.000, in der alle mit Kulturen, wie Feldern, Wiesen, bedeckten Geländeteile schraffiert, alles übrige, Wald und steriler Boden, durch dunkelbraune Schummerung plastisch gehoben erscheint.

Die Meinungen darüber, ob reine Schichtenkarte oder ob Schichten mit Schraffierung oder mit Schummerung besser wären, sind recht geteilt. Trotz scheinbarer Klarheit und Einfachheit ist in der Schichtenkarte der Formenaufbau und Zusammenhang aber gewiß schwerer zu erkennen, insbesondere dann, wenn flachere, reichgegliederte Formen vorkommen. Dann bietet die Schraffenplastik ein wertvolles Mittel der Lesbarkeit und wer je gezwungen war, sich in einem komplizierten Terrain an Hand einer Karte zurechtzufinden, wird das bestätigen.

Eine zweite Frage ist jene der Beleuchtung: senkrecht oder seitlich und im letzteren Falle, von welcher Seite. Senkrechte Beleuchtung verteilt Licht und Schatten unparteiisch, sie richtet sich nur nach der örtlichen Steilheit der Böschung; daß seitliche Beleuchtung je nach der Richtung, aus welcher die Lichtquelle wirkend angenommen wird, stets andere Bilder ergibt, zeigt die Aufnahme¹⁾ eines Reliefs der Hohen Tatra; wir sehen je nach Beleuchtung aus W., O., N. oder S. immer andere Formen vor uns, einmal N. und O. scharfkantige Grate, dann scheinbar gewölbte Rundformen. Noch interessanter wird es, wenn wir das Bild auf den Kopf stellen. Was früher scharfkantig war, erscheint jetzt rund und umgekehrt. Das menschliche Auge ist eben den Lichteinfall von oben oder links oben gewöhnt und beurteilt daher automatisch Licht und Schattenwirkungen aus dieser Richtung. Wir sehen daher auch bei den meisten Karten einen Lichteinfall von links oben, wie z. B. außer der bereits erwähnten Dufourkarte auch bei dem großen Werke der Carte de France 1 : 200.000 in Schichten mit Schummerung oder bei zahlreichen Karten der Schweiz, wie der vom Topographischen Bureau ausgegebenen Karte des Säntis-Gebietes, dann einer Karte der Umgebung von Gmunden. In allen diesen Karten wird die schiefe Beleuchtung durch Schichtenlinien gestützt, so daß die Beurteilung der Böschungen trotzdem ermöglicht ist. Eine reine Schummerungskarte gibt nur wenig Anhaltspunkte in den Höhenkoten, die außerdem gerade in den Tiefenlinien viel zu spärlich eingetragen sind. In farbigen Karten, in denen speziell die Schweiz Hervorragendes leistete, ist die Richtung des Lichteinfalles weniger von Belang, wenn auch hier meist jene von links oben gewählt wird, aber auch im Lichteinfall von Südosten, also eine Vormittagskarte, wie die Reliefkarte der Tessiner Alpen, wirkt außerordentlich plastisch.

Auch in schraffierten Karten kleinerer Maßstäbe wird die seitliche Beleuchtung mit Vorteil angewendet, weil es hier aus-

¹⁾ Im Aufsätze: „Terraindarstellung mit schiefer Beleuchtung“ von Christian Ritter von Steeb, k. u. k. Generalmajor und Direktor des Militärgeographischen Institutes, Mitteilungen dieses Institutes, Wien 1897.

schließlich auf die Bodenplastik und nicht mehr auf Meßbarkeit der Detailformen ankommt. Die Terrainplatte einer Karte 1 : 800.000 der Hohen Tatra und eine ebensolche desselben Gebietes, für eine Karte 1 : 4.000.000 bestimmt, die den Stock der Tatra selbst durch senkrechte Beleuchtung noch besonders aus der allgemein seitlichen hervorhebt, beide hergestellt im Militärgeographischen Institute, zeigen dies besonders auffällig.

Einen besonderen Typus der Geländedarstellung sehen wir in den farbenplastischen Karten. Der österreichische FZM. Ritter von Hauslab war der erste, der die leeren, unplastischen Schichtenkarten durch Farbgebung anschaulich machte und damit eine neue Richtung, jene der Höhenplastik, einschlug. Sein System lautete: je höher, desto dunkler und er kombinierte eine Farbreihe von weiß bis purpur, die auf Isohypsengruppen mit 200 und mehr Meter Abstand aufgedruckt wurde. Im Gegensatze dazu stellte der deutsche Kartograph Sydow das Prinzip auf: je höher, desto heller. Beide Systeme sind hinsichtlich Farbenwahl in verschiedener Weise abgeändert, bzw. kombiniert worden.

Auch einfarbige Darstellungen dieser Höhenschichtenkarten sind auf demselben Prinzip aufgebaut, so z. B. die Hypsometrische Karte der Balkanhalbinsel des Militärgeographischen Institutes. Ihre Anwendung ist jedoch erst bei Karten kleinerer Maßstäbe, etwa von 1 : 100.000 aufwärts, zweckmäßig. In Österreich besitzen wir für farbenplastische Darstellung einen besonderen Typus in der Freytag'schen Farbenkarte und in der von Doktor Peuker auf Grund eingehender Untersuchungen aufgebauten spektral adoptiven Farbenskala.

Der Aufgabenkreis, den die modernen Karten besitzen, ist nach Zweck und Maßstab heute ein außerordentlich vielgestaltiger. Technische, wissenschaftliche, staatliche Interessen, Unterricht und Touristik wollen mit Karten versorgt sein, die eine ihren Anforderungen voll entsprechende Terraindarstellung aufweisen sollen. Die Natur mit ihrer Vielgestaltigkeit, in der Technik und Wissenschaften gewaltige Werke menschlichen Fortschrittes schaffen, die der Naturfreund und Tourist von Bergeshöh' erblickt, in der Karte meßbar und anschaulich lesbar niederzulegen, ist die Aufgabe der Geländedarstellung.

Die eine Schwierigkeit, die geometrisch richtige Darstellung, ist dank einer hochentwickelten Landesaufnahme, in Verbindung mit der Stereophotogrammetrie, durch einwandfreie Festlegung der Schichtenlinien bereits gelungen. Aus dem gewaltigen Fortschritte heraus, den die Flugtechnik im Weltkriege gewonnen hat, wird die Stereophotogrammetrie aus der Luft in Zukunft das heutige Verfahren ablösen. Geniale Erfindungen der allerjüngsten Zeit lassen heute schon die riesigen Vorteile ahnen, die aus tausendem Flüge und Momentaufnahmen für die Gelände-

aufnahme erstehen und mühsame Kleinarbeit dem Topographen erleichtern.

Aber Schichtenkarten sind, wie Hauslab treffend sagt: Krinolinerreifen ohne Rock, und dieses Kleid in zweckmäßiger, vollkommener Weise zu schaffen, ist heute und bleibt auch in Zukunft kartographischer Wissenschaft und kartographischer Kunst vorbehalten. Bemüht sich diese, die Natur leicht lesbar wiederzugeben, so muß freilich auch der Kartenbenützer diese Sprache erlernen und verstehen. Und gerade die Geländedarstellung, welche Richtung immer sie auch in Zukunft einschlagen möge, ist wohl in diesem Sprachschätze der schwierigste Teil.

Drei kartographische Anregungen.

Von Hofrat Dr. Fritz Kerner-Marilaun.

I. Schon mehrmals wurde es versucht, die Erdoberfläche auf einer Ebene so abzubilden, daß bei möglicher Wahrung der Vorzüge der Merkator'schen Projektion ihr sattsam bekannter Hauptnachteil vermieden bliebe. Den Hauptvorteil der Merkator'schen Erdansicht teilt mit ihr aber nur der Behrmann'sche Zylinderentwurf (Peterm. Mittel, 1910.). Dieser Vorzug liegt in der völligen Unabhängigkeit der Darstellung von dem als Bildmitte gewählten Meridiane, im gänzlichen Fehlen eines Unterschiedes zwischen weniger verzerrten mittleren und mehr verzerrten seitlichen Teilen des Bildes. Bei Behrmann's Entwurfsart tauscht man diesen Vorzug nebst dem großen Vorteil der Flächentreue mit einer sehr starken Querverzerrung der Polarländer ein, derzufolge z. B. Grönland als eine in W—O-Richtung gestreckte Insel erscheint. Die Entwurfsart ist so nur zur Darstellung anthropogeographischer Verhältnisse günstig, bei welcher, wie sich Behrmann ausdrückt, die Polargebiete „bedeutungslos“ sind. Dem Geophysiker sind sie das nicht. Diesem müssen alle Punkte der Erdoberfläche gleich lieb und wert sein (nur den beiden Polen räumt wohl auch er eine Vorzugsstellung ein). So würde man es doch wohl vermeiden, Behrmann's Entwurf für eine Darstellung der Wärmeverteilung auf der Erde zu wählen. Es würde da in den hohen Breiten das enge Sichzusammendrängen der Isothermen wohl noch störender wirken, als auf Merkators Karte ihr Auseinanderweichen stört.

So drängt sich der Gedanke auf, man solle es überhaupt gar nicht versuchen, die Merkator'sche Erdansicht (soweit sie verwendet wird) durch eine andere zu ersetzen, sondern darnach trachten, ihren großen Nachteil in seiner Wirkung möglichst ab-

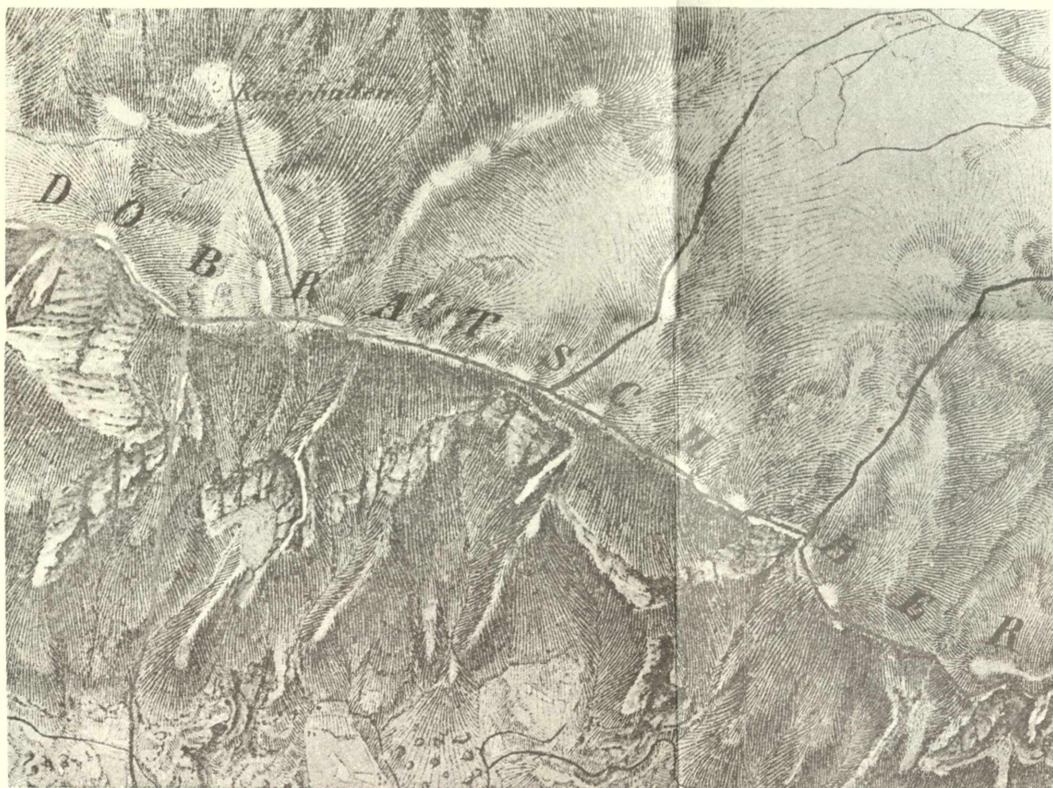
Darstellung der Villacher Alpen.



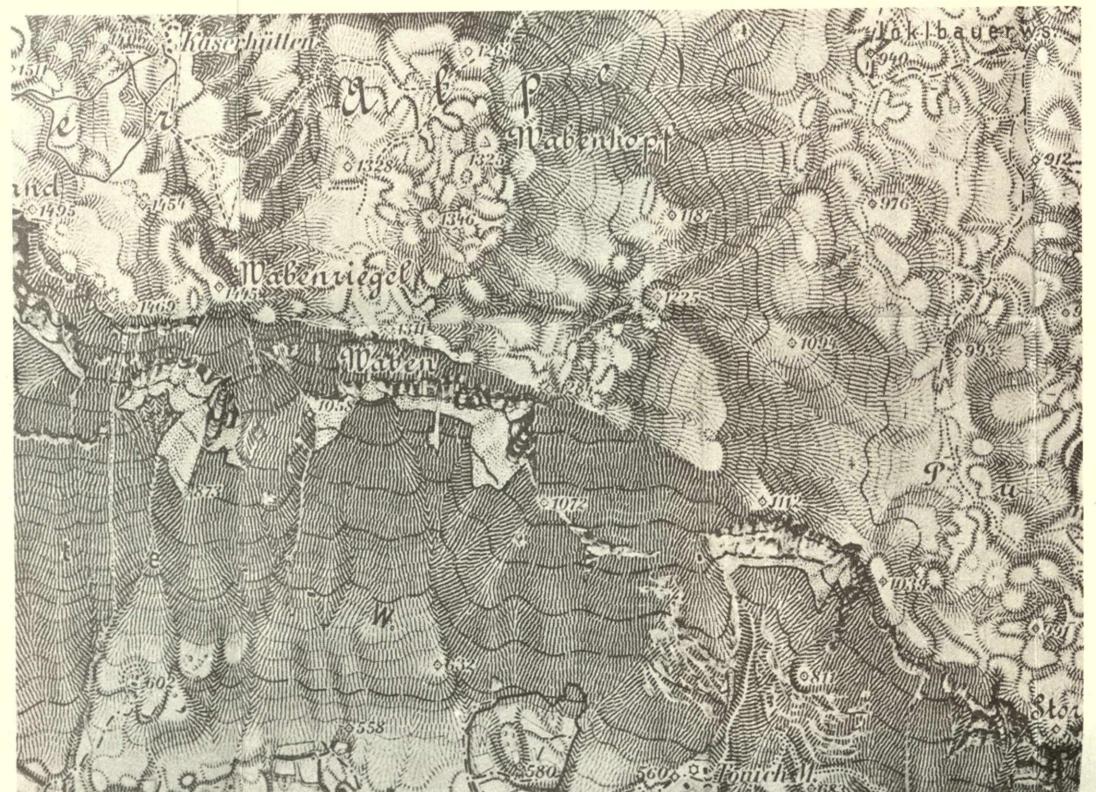
I. in der Josephinischen Aufnahme im Jahre 1780, 1:28.800.



III. in der 3. österr. Landesaufnahme vom Jahre 1877, 1:25.000.



II. in der Francisceischen Aufnahme vom Jahre 1829, 1:28.800.



IV. in der 4. (Präzisions) Landesaufnahme vom Jahre 1899, 1:25.000.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Ginzel Hubert

Artikel/Article: [Über Terraindarstellung auf Landkarten. 81-98](#)