

Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 11 (1901)
Heft: 6

Artikel: Neuere Kartographie
Autor: Pfyffer, Iwo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-788993>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neuere Kartographie.

Vortrag an der Bezirkslehrerkonferenz zu Aarau im Februar 1901.

Von Ivo Pfyffer.

Die Schweiz rühmt sich bekanntlich, jenes Land zu sein, das die besten Karten besitzt; und wirklich bildet die Dufourkarte ein noch heute viel bewundertes Meisterwerk, und mit dem Siegfriedatlas, der eben jetzt zur Vollendung gelangt, war die Schweiz auch lange Zeit allen andern Staaten voraus, sie ist auch jetzt noch von keinem übertroffen. Da liegt es sehr nahe, dass man infolgedessen dem Kartenwesen in den weitesten Kreisen und auch in der Schule gebührende Aufmerksamkeit schenkt. In seinem Bericht über die Kartographie an der Pariser Weltausstellung von 1889 sagt Prof. Becker 1890:

„Wir sind der Ansicht, dass das Kartenlesen in der Volksschule gelehrt werden und dort Verständnis für die Hauptwerke unserer vaterländischen Kartographie geweckt werden soll: alle Bürger sollen eine topographische Karte verstehen können; jeder Bürger soll eine, wenn auch nur einfache Karte seines Heimatlandes besitzen, wie er seine Gesetzessammlung und seine Zeitung oder seinen Kalender hat. Warum ist dem nicht so? Weil wir es noch nicht verstehen, unsere Kartenbilder so zu gestalten, dass sie ohne tieferes Studium sofort verständlich sind, dass sie ansprechen; wir sind immer zu ledern geometrisch, stellen immer das Theoretisch-mathematische zu sehr in den Vordergrund, und vernachlässigen das Malerische. In erster Linie sollte man doch die Berge und Täler deutlich erkennen, so dass man glaubt, sie mit den Fingern greifen zu können, dass man nicht vorher extra erklären muss, dass jedes Kind sofort merkt, das stellen jetzt Berge, das Täler vor, wie es in einem andern Bilde den Gipfel und den Talgrund erkennt, resp. unterscheidet. Haben wir dann durch ein malerisches klares Bild das Verständnis für die Formengestaltung geweckt, so können wir, darauf fussend, auch das geometrische Bild geben, z. B. durch Horizontalkurven.“

In neuester Zeit sind in der von Prof. Becker erstrebten Richtung bedeutende Schritte gemacht worden; wiederum ist es die Schweiz, die da mit einer neuen Methode voranging, sodann liegen auch sehr wichtige und interessante Arbeiten von österreichischen Kartographen vor. Es wird sich deshalb wohl der Mühe lohnen, einen Augenblick bei diesem Gegenstand zu verweilen.

Die Karte, die Darstellung der Erdoberfläche oder eines Teiles derselben, findet eine erste Hauptschwierigkeit in der Verebnung der sphärischen Form der Erdoberfläche, was bekanntlich durch die verschiedenen Kartenprojektionen geschieht; eine zweite Schwierigkeit erwächst der Topographie sodann, da diese nicht nur alles darzustellen hat, was mit der Ausdehnung in Länge und Breite zu tun hat, also mit dem Grundriss, der horizontalen Gliederung (Situationsplan), sondern auch die vertikale, die Höhengliederung. Neben Länge und Breite ist auch die Höhe zu berücksichtigen, und hier kommen wir zur Hauptaufgabe der Kartographie: „Es ist auf der zweidimensionalen Papierebene die dreidimensionale Form der topographischen Fläche eindeutig zu veranschaulichen.“

Erst in neuerer Zeit hat man genaue und zahlreichere Höhenmessungen gemacht. Sehr lange bildete die Höhendarstellung den schwachen Punkt der Karten; früher begnügte man sich, das Dasein von Gebirgen durch sägenartige Segmente anzudeuten, dann ging man über zur sogen. Haufenform, wobei die Gebirge durch Reihen von kleinen Hügelkuppen bezeichnet wurden; endlich entstanden durch unregelmässige, willkürliche Strichelung, die sogen. Raupenformen.

Der Anfang der modernen Geländedarstellung fällt in das Jahr 1771, als der Genfer Ingenieur *Ducarla* der Akademie der Wissenschaften zu Paris die Darstellung der Unebenheiten eines Landes durch Schichtenlinien, durch Linien gleicher Höhe über dem Meeresniveau (Isohypsen), empfahl; seiner Abhandlung war der Plan einer imaginären Insel beigegeben. Der Herausgeber dieser Abhandlung, der Ingenieur *Dupain-Triel*, veröffentlichte im Jahre 1791 die erste wirkliche Kurvenkarte, eine Karte von Frankreich, mit Text und Profilen. Als Vorläufer dieses epochemachenden Ereignisses gelten der niederländische Geometer *Nicolaus Cruquius*, der im Jahre 1733 eine Karte des Flussbettes der Merwede in Linien gleicher Sonden (Isobathen) herausgab, und *Philippe Buache*, der im Jahre 1737 eine ähnliche Karte des englischen Kanales anfertigte. Auch der Ingenieur *Millet de Mureau* hatte schon im Jahre 1749 in Festungsplänen Höhenangaben aufgenommen und vorgeschlagen, die Terrainformen durch parallele Linien mit Höhenzahlen auszudrücken.

An Länge und Breite kann man auf der Karte ohne weiteres den Masstab anlegen und sie an jeder Stelle bestimmen; bei der Höhe ist dies erst dann möglich, wenn die Projektion der Schnittlinien eingetragen ist, welche eine Anzahl paralleler äquidistanter Horizontalebenen mit der Oberfläche bilden. Derart waren die Niveaukurven von Ducarla, und seither kann man auf den Karten die dritte Dimension ebenso leicht messen wie Länge und Breite. Die Vorteile der Darstellung des Terrains durch Schichtenlinien sind mannigfach. Man erkennt da sofort die Punkte gleicher Höhe, man erkennt, ob und wie viel ein Punkt höher ist als ein anderer, man sieht die Gestaltung des Terrains. Sind die Isohypsen sehr dicht, so ist das Terrain steil, und zwar um so steiler, je dichter sie sind. Befinden sich die Linien in gleichen Abständen, so ist die Steigung eine stetige; werden die Abstände von unten nach oben immer grösser, so ist die Böschung konvex, im entgegengesetzten Falle konkav. Sind die Isohypsen annähernd kreisrund, so haben wir da einen einzelnen Bergstock mit allseitig gleichmässiger Steigung; bildet das Terrain eine lang hingestreckte Kette mit gradlinigem Kamm, so erscheint im Bilde diese Kammlinie beiderseits mit parallelen Linien begleitet; biegen die Schichtenlinien gegen den Bergkörper ein, so ist an jener Stelle eine Schlucht vorhanden, laufen sie vom Bergkörper weg, biegen sie aus, so hat man es mit einem Bergvorsprung zu tun u. s. w.

Die Höhen werden also leicht messbar, und die Oberflächenformen lassen sich aus der Kurvenkarte konstruieren, aber unmittelbar anschaulich ist sie nicht. Die Schichtenlinien sehen durchaus gleich aus, ob sie hohen oder tiefen Horizontalschnitten angehören, und die Zwischenräume, die ja überall gleichartige Teile derselben Papierfläche sind, geben ebenfalls keine unmittelbare Anschauung der Höhe, es fehlt der Karte die Höhenplastik. Man hat geglaubt, eine solche in den reinen Schichtlinien zu finden, da ja engere oder weitere Aufeinanderfolge der Linien steilere oder sanftere Böschungen bezeichnet. Um dieses schattenplastische Motiv zu verstärken, hat man noch Zwischenisohypsen eingeführt, so dass z. B. die Äquidistanz nur 5 *m* beträgt; oder man hat unter Annahme senkrechter Beleuchtung (entsprechend dem Lehmannschen Prinzip, von dem gleich die Rede sein wird) die Horizontalen je nach dem grössern Böschungswinkel verstärkt und dicker ausgezogen. Hier erscheinen dann die steilen Abhänge sehr dunkel im Gegensatz zu den ebeneren Partien, die heller bleiben. Man hat auch die schiefe Beleuchtung angewendet, und z. B. die Schichtlinien auf der Schattenseite stärker, auf der Lichtseite schwächer ausgezogen, oder, wie Pauliny das im Jahre 1895 anwandte, auf grauem Papier die Isohypsen im Lichte weiss, und im

Schatten schwarz ausgezogen. Alles das führte nicht zum angestrebten Ziel, in Gebieten mit schwacher Neigung entsteht doch keine plastische Anschaulichkeit, und wo die Neigung sehr stark ist, leidet die Lesbarkeit der Karte ganz bedenklich. Der Vorteil der Kurvenkarte ist die mathematische Genauigkeit, und so bildet sie die Grundlage für alle andern Arten der Geländedarstellung, alle neuen offiziellen Kartenwerke beruhen auf ihr.

Um plastische Anschaulichkeit zu erzielen, hat man andere Wege eingeschlagen. Man kann da besonders zwei Methoden unterscheiden, von denen die erste am besten als „Schattenplastik“ mit senkrechter oder schiefer Beleuchtung, die zweite als „Farbenplastik“ oder eigentliche Höhenplastik bezeichnet wird.

Die Schattenplastik mit senkrechter Beleuchtung beruht auf dem Gedanken, dass senkrecht auffallendes Licht eine horizontale Fläche voll beleuchten wird, dass aber die geneigten Flächen um so weniger Licht erhalten, je grösser ihr Neigungswinkel gegen den Horizont ist. Auf diesem Grundsatz beruht in erster Linie die sogen. Verwaschungs- oder Lavirmethode, auch Schummerung genannt. Da werden auf der Karte alle Ebenen weiss gelassen, alle Böschungen aber mit Farbe belegt, und zwar um so stärker, je grösser der Böschungswinkel ist. Man setzt einen braunen oder grauen, bisweilen grünlichen Ton auf, verwäscht ihn nach den Gegenden abnehmender Neigung, trägt ihn an steilen Stellen aber mehrfach auf. Ist eine derartige Karte gut gezeichnet, so wirkt sie recht plastisch und ist leicht verständlich; man verwendet diese Art Geländedarstellung besonders für Militär- und Touristenkarten. Selbstredend kann das Auftragen des Tones nicht derart genau geschehen, dass man z. B. die Neigungen mathematisch genau ablesen könnte; man muss sich mit relativer Genauigkeit und übersichtlicher Darstellung der Terrainformen begnügen. Bei gebirgigen Gegenden bieten solche Karten sehr oft einen etwas unnatürlichen Eindruck; während man hier in der Natur meist ganz schroffe Formen, aus starrem Fels bestehend, findet, sieht die Karte mehr verschwommen, wolkig aus, und erregt eher den Eindruck einer teigigen, gallertartigen Masse.

Die gerügten Übelstände sind vermieden bei der Schraffenmanier Lehmanns, der ebenfalls der Gedanke der senkrechten Beleuchtung zu grunde liegt.

Während genaue Höhenmessungen erst in neuerer Zeit gemacht wurden, trat die Bedeutung der Böschung auch im Flachlande schon sehr lange zu Tage, hauptsächlich beim Militär. In älterer Zeit wurden die Kriege fast ausschliesslich im Flachlande geführt, und von da ging

auch die Kartographie aus; durch Napoleon gewannen dann die Alpen sehr an Bedeutung für Kriegszwecke. Die Kartographie dehnte sich ohne weiteres auf diese aus; auch hier erschienen die Böschungen als das Wesentliche. Die frühern übertriebenen Höhenangaben aus dem Gebirge rühren offenbar von den Böschungen her, d. h. von dem Wege, den man vom Fusse bis auf die Spitze zu machen hatte. Die Schraffenmanier ist durchaus Böschungsplastik. Die Schraffe selber ist alt, sie rührt her aus der Technik des Stechers oder des Federzeichners, aus der Linienmanier der Schattengebung. Die Schraffe hat an und für sich einen grossen Vorzug vor der Schummerung; sie ermöglicht das Wiedergeben starrer Formen, überhaupt von allem möglichen Detail, sie hat aber auch eigenen plastischen Wert. Während bei der Schummerung eine Stelle gleichmässig mit Farbe bedeckt wird, wird hier der Schattenton aufgelöst in Weiss und Schwarz, und das zerstört beim Betrachten den Eindruck der Fläche, d. h. es wirkt reliefartig, was ein guter Kupferstich sehr deutlich zeigt. Man hat hierüber ganz genaue Versuche gemacht, um die beste Wirkung zu erzielen, und darnach richtet sich dann besonders die Zahl der Schraffen auf einem bestimmten Raume.

Friedrich der Grosse soll seinem Kartographen bekanntlich den Auftrag gegeben haben: „Wo ich nicht hinkann, mach' er einen Klex!“ d. h. steile und hohe Orte sollen mit dunkler Farbe bezeichnet werden, weniger steile und niedrige mit heller Farbe. Das brachte den Kartographen Friedrichs, den Ingenieur-Major *Müller*, auf den Gedanken einer streng schematischen Darstellung der Böschungen nach dem Prinzip: „Je steiler, desto dunkler“, und dadurch verliess die Schraffenmanier den schwankenden Boden künstlerischen Gefühls und erhob sich bereits auf eine höhere Stufe. Ihre völlige Ausbildung erhielt sie durch den sächsischen Major *Johann Georg Lehmann*, der jenes Prinzip theoretisch mit der senkrechten Beleuchtung begründete und ein ganz strenges System schuf, das jede Willkür ausschloss; durch ihn wurde die Böschungsschraffur definitiv in die Bahnen moderner Geländedarstellung eingeführt. Er fügte die Bergstriche in das mathematische Gerüst der dritten Dimension ein, indem er sie ordnete und streng senkrecht zu den Horizontallinien stellte, sie also identifizierte mit den Linien des grössten Gefälles oder mit Projektionen von Profilschnitten. Bei ihm wurden sie also zum mathematischen Korrelat der Isohypsen, die er selber nicht zur Darstellung brachte. Während die Isohypsen in die Kartographie als rein mathematische Linien kamen, ohne die Tendenz, die dritte Dimension zu veranschaulichen, waren die Schraffen von Anfang an, über ihren mathematischen Charakter hinaus, unmittelbar wirkende kartographische

Veranschaulichungsmittel. In dieser Vereinigung von veranschaulichender Kraft mit mathematischer Bestimmtheit liegt die Ursache für die weite Verbreitung der Lehmannschen Methode.

Neben der Richtung der Schraffen ist dann, wie schon erwähnt, die Zahl bestimmt, mit der sie einen gewissen Raum erfüllen — es sind z. B. bei der preussischen Landesaufnahme im Masstab 1 : 25,000 immer 20 Striche auf den Centimeter, bei 1 : 100,000 deren 34 —, weiter ist die Breite der Schraffe und des ihr anliegenden Zwischenraumes bestimmt, durch welches Verhältnis bekanntlich der Böschungsgrad einer Fläche zum Ausdruck gelangt. Lehmann verzichtete hierbei auf die Darstellung von Terrainflächen mit mehr als 45° Neigung, und zwar geschah das deshalb, weil solche Böschungen militärisch unbrauchbar und in den von Lehmann bearbeiteten Gebieten überhaupt sehr selten sind. Für Neigungen unter 45° wurden neun Schattierungsstufen aufgestellt, für alle Winkelunterschiede von 5° zu 5° ; das Verhältnis von Schraffe zum Zwischenraum, also von Schwarz zu Weiss, beträgt bei Böschungen von 5° : 1 : 8; bei 10° : 2 : 7 u. s. w. Diese Schraffenskala ermöglicht dann leicht das Ablesen der Neigungen. Die Schraffenlänge richtet sich ebenfalls nach dem Böschungswinkel: je kleiner dieser ist, um so länger ist die Schraffe, oder mit andern Worten: die Schraffen müssen von einer zur andern der auf dem Blatte ausgezogen gedachten Schichtenlinien reichen. Die Schraffenkarte beruht also durchaus auf der Kurvenkarte. Lehmann liess in der Reinzeichnung die Schichtenlinien bloss weg, weil für ihn, den Soldaten, die Böschung das Wesentliche war, und diese durch die Schraffen genügenden Ausdruck fand. Heute lässt man oft diese Schichtenlinien neben den Schraffen in der Karte stehen, wodurch auch die Höhe eines jeden Punktes leicht bestimmbar wird.

Manche Versuche, die Lehmannsche Methode zu verbessern, haben nur geringfügige Änderungen derselben hervorgerufen; General *Müffling* verwendete, um die Böschungswinkel leichter kenntlich zu machen, verschiedene Schraffenformen: punktirte, geschlängelte u. s. w., und als man die Methode auf das Hochgebirge übertrug, erweiterte man die Skala, so dass Bayern z. B. alle Neigungen bis auf 60° , Österreich bis auf 80° bezeichnet.

Das Gebiet der Lehmannschen Kartirung war das sächsische Erzgebirge, also ein Platteaugebirge, wo horizontale Flächen und Flächen verschiedenster Neigungen bunt durcheinander liegen, wo das Wesen des Geländes tatsächlich durch die Böschung bestimmt wird. Hier wird also die Böschungsplastik an ihrem Platze sein, hier wird sie wirklich anschaulich wirken. Anders verhält es sich in den Alpen, da finden wir fast durchweg enge Täler

und schmale Firsten, vermittelt durch Böschungen mit wenig verschiedenen Neigungswinkeln; die natürliche Plastik des Bodens prägt sich hier nicht in Winkelgrössen aus, sondern in überwiegender Masse durch die Gegensätze von Hoch und Tief. Wie sieht die Schraffenkarte eines solchen Gebietes aus? — Die Schraffe gibt keine Höhe an, man sieht bei ihr nicht, was oben oder was unten ist; stossen nun mehrere Flächen mit gleicher Neigung aneinander, so erhält man den Eindruck einer ununterbrochen fortlaufenden Fläche, da die Papierebene vollständig mit gleichmässig dunkler Schraffirung bedeckt ist. Von Anschaulichkeit kann hier keine Rede sein, die Lehmannsche Manier kann da unmöglich plastisch wirken.

Eines schickt sich nicht für alle. Für die Heimat Lehmanns passt seine Methode ausgezeichnet und wird für ähnliche Gebiete immer klassische Darstellungsart bleiben; für das Hochgebirge muss man andere Mittel anwenden. Da ist nun vor allem die Anwendung der schiefen Beleuchtung auf die Schattenplastik zu erwähnen. Der Streit über Vorzüge und Nachteile dieser Manier nimmt in der modernen Kartographie den breitesten Raum ein, und er wird noch nicht bald verstummen. Das Lehmannsche Prinzip der Schraffirung ist da beibehalten, aber man denkt sich das Licht nicht senkrecht auffallend — was ja tatsächlich in der Natur nirgends vorkommt —, sondern unter einem Winkel von 45° aus N.-W. einfallend, so dass die Schattentiefe nicht nur von der Neigung, sondern auch von der Orientirung des darzustellenden Terrains abhängt. Die nordwestliche Beleuchtung entsprang der Praxis; jeder Zeichner setzt sich so, dass das Tageslicht von links auf sein Blatt fällt, und es wird natürlich von grossem Vorteil sein, wenn dieses natürliche Licht übereinstimmt mit dem im Bilde darzustellenden. Auch bei dieser schrägen Beleuchtung blieben Horizontalebenen weiss, nach Nordwesten gekehrte Abhänge von 45° Neigung, die eigentlich vom Lichte voll getroffen werden, blieben dagegen nicht weiss; so forderte diese Manier Ausnahmen, die mehr oder weniger der Willkür des Zeichners freigegeben sind und die Strenge der Darstellung in Frage stellen. Man wollte deshalb diese Methode — nachdem sie in Frankreich und Italien besonders zur Anwendung gelangt war — bereits aufgeben, als Dufour sie für die Karte der Schweiz im Masstab von 1:100,000, dem vollendetsten kartographischen Kunstwerk der Welt, wieder anwandte. Ihr Hauptvorteil besteht in der geradezu glänzenden Reliefwirkung der Bodenformen, so dass man hier mit Recht von Formenplastik reden kann. Doch musste diese plastische Wirkung mit zwei Fehlern erkaufte werden: die nach Süden und Osten gerichteten Abhänge

erscheinen nun viel steiler als die nördlichen und westlichen; sodann bieten die in Wirklichkeit sonnigen Süd- und Ostabhänge ein finsternes und unfreundliches Bild, die in Wahrheit im Schatten liegende Nord- und Westseite der Berge dagegen stellt sich hell dar. Und der Hauptmangel der Schraffen ist doch geblieben, auch hier kommen die Höhen nicht zu unmittelbarer Anschauung, eine horizontale Fläche ist einfach weiss, mag sie 400 oder 4000 m hoch liegen; Talgründe der verschiedensten Höhe sind durchaus gleichmässig weiss, sie drängen sich dadurch auch viel zu sehr hervor, so dass die Berge oft im Leeren zu stehen scheinen.

Eine eigentliche Höhenplastik mittels Farben erstrebte zuerst der österreichische Feldzeugmeister Ritter von *Hauslab*, der auf der Karte die Höhe nicht nur messbar, sondern sichtbar und anschaulich machen wollte, gerade wie Breite und Länge es sind.

Auch *Sydow* verwendete die Farbe zur Höhendarstellung, im Jahre 1838 erschien zum ersten mal sein Tieflandgrün, das sofort allgemein Anklang fand, 1847 erschien es in zwei Stufen, einer dunklern und einer hellern; noch später kam der braune Ton für das Bergland dazu, wiederum in mehrern Stufen, nach oben heller werdend, so dass bei ihm das Prinzip herrscht: „Je höher, desto heller“. In der Hauptsache liegt aber hier keine höhenplastische Verwendung der Farbe vor, denn Sydows Grün ist nur der Farbens Ausdruck für den allgemeinen Naturcharakter der Tiefenregion, sein Braun ebenso der Ausdruck des Naturcharakters der Höhenregion. Es ist der Gegensatz von „Fruchtbar“ und „Unfruchtbar“, der in den beiden Farben symbolischen Ausdruck findet, und in dieser Beziehung sind sie auch sehr gut gewählt. Sie sind der Natur selber entnommen, und *Sydow* hat damit vor allem seiner Heimat, dem Tiefland, die entsprechende Signatur verliehen.

In ganz anderer Weise verwendet *Hauslab* die Farbe. Als er zur Zeit des russisch-türkischen Krieges im Jahre 1828 in Konstantinopel ein Kärtchen der Türkei zu verfertigen hatte, kam er, entsprechend dem Lehmannschen Prinzip: „Je steiler, desto dunkler“, zum Prinzip: „Je höher, desto dunkler“, in der richtigen Erkenntnis, dass bei Karten in kleinem Masstab und bei gebirgigem Terrain die Höhe eine viel grössere Rolle spielt als die Böschung. Öffentlich verlied er diesem Gedanken zum ersten mal Ausdruck im Jahre 1842. Dass die Farbe nach oben dunkler werden sollte, entsprang vorerst einer praktischen Forderung; da Tiefebene und Talgründe stärker bewohnt sind, nimmt hier die Schrift grossen Raum ein, um der bessern Lesbarkeit willen sollte hier also die hellste Farbe verwendet werden. *Hauslab* stellte es frei, seinem

Prinzip in einer einfarbigen oder vielfarbigen Skala zu folgen. Ihm schwebte die Idee einer Höhenplastik in Farben vor, deren Reihenfolge durch ein strenges Gesetz geregelt und somit der schwankenden Willkür des individuellen Geschmackes entzogen sein sollte. Seine Skala ging von Weiss über Gelb, Hellrot, Hellbraun, Olivgrün, Grün, Blaugrün, Violett, Purpur. Das Meer wird in Blau dargestellt, und zwar je tiefer, um so dunkler; er tut dies auch hier in erster Linie der Schrift wegen, die längs der Küste reicher ist. Gleichzeitig folgt er einem wichtigen theoretischen Prinzip: Er stellt das Meer wie das Land in Höhenschichten dar, auf dem Lande erscheint eine Schicht Land auf die andere gelegt, auf dem Meer eine Schicht Wasser über der andern; denkt man sich diese Schichten als Glasplatten — gelbe für das Land, blaue für das Meer —, und unter durchscheinendem Lichte betrachtet, so müssen auf dem Lande wie auf dem Meer die Farben um so dunkler erscheinen, je mehr solche Platten aufeinander liegen. Die Hauslabsche Karte gleicht also „der Abbildung eines aus übereinandergelegten farbigen Glasplatten hergestellten Reliefs.“ Hauslab will durch eine gesetzmässig geordnete Farbenfolge in demselben Sinne höhenplastisch wirken, wie Lehmann durch eine gesetzmässige Schraffenordnung böschungplastische Wirkungen zu erzielen suchte. Ähnlich wie etwa das Schraffenverhältnis: Weiss zu Schwarz = 7:2 der feststehende Ausdruck für einen bestimmten Böschungswinkel (10^0) ist, so soll auch die Farbe „der festbestimmte Ausdruck, das chromatische Äquivalent für den Höhenwert der Stufe sein“.

In die Praxis umgesetzt wurde Hauslabs Idee durch eine Reihe von Karten, die der ihm befreundete kaiserliche Rat *Anton Steinhauser* erstellte; sehr bald wurde aber *Sydows System* herrschend und drängte Hauslabs Gedanken ganz zurück. Freilich musste jenes System zum Teil eine Modifikation im Hauslabschen Sinne erleiden; während das Grün des Tieflandes nach oben wirklich heller wurde und zuletzt in Weiss überging, wurde später auf allen Sydowschen Karten das Braun nach oben verdunkelt. In neuester Zeit hat nun Herr Dr. *Karl Peuker* in Wien den Gedanken Hauslabs wieder aufgegriffen und, gestützt auf die Physik, eine exakte Theorie der Farbenplastik aufgestellt. (Man vergleiche die Literaturangaben am Schlusse.)

Seit *Frauenhofer* weiss man, dass die Krystalllinse des Auges die Farben zerstreut, dass sie also nicht achromatisch ist; in der darstellenden Kunst war das allerdings schon lange bekannt als die Eigenschaft der Farben, die Fläche zu zerstören, oder als die Erscheinung der vorspringenden und zurücktretenden Farben. Auch bei der Karte handelt es sich um

die Erzeugung des Eindruckes räumlicher Grössen, um eine Zerstörung der Fläche in optischem Sinne; man wird sich also auch hier auf jenes optisch-physiologische Phänomen stützen.

Die farbigen Lichtstrahlen besitzen verschiedene Wellenlängen, damit hängt zusammen, dass sie beim Passiren eines durchsichtigen Mediums in verschiedenem Masse von ihrem Weg abgelenkt werden; die roten Strahlen besitzen die längsten Wellen, sie schiessen mit der relativ kleinsten Ablenkung durch, die violetten aber die kürzesten, sie erleiden deshalb die stärkste Ablenkung; die übrigen Farben gruppieren sich zwischen diese beiden. Davon rührt her einmal die Anordnung der Farben im Spektrum von Violett über Blau, Grün, Gelb, Orange zu Rot; sodann müssen aus demselben Grunde beim Durchgange durch eine Linse die roten Strahlen in einem weitem Abstände hinter der Linse wieder zusammentreffen als die violetten, die farbigen Strahlen haben infolge der chromatischen Aberration verschiedene Brennweiten. Denken wir uns die Spektralfarben auf ebener Fläche senkrecht vor dem Auge, so werden die von der roten Fläche ausgehenden Strahlen, durch die Augenlinse gehend, sich z. B. gerade auf der Netzhaut vereinigen, so dass hier ein scharfes Bild der roten Fläche entsteht; dann werden aber die violetten Strahlen, da sie sich zwischen Linse und Netzhaut schneiden, bereits in einem Streukegel auf die Netzhaut fallen, so dass also ein undeutliches Bild der violetten Fläche entsteht. Vermöge der Akkomodation flacht sich aber beim Wandern des Blickes von den roten auf die violetten Teile der Bildebene die Linse von selbst ein wenig ab, so dass dann das violette Bild auf die Netzhaut fällt und die gleiche Schärfe erlangt wie das rote. Da das genau derselbe Vorgang ist, wie derjenige, der sich beim Wandern des Blickes von näheren zu entfernteren Gegenständen abspielt, so wird durch ihn die deutliche Empfindung erregt, als läge die rote Fläche dem Auge näher als die violette, als spränge die rote Fläche vor und weiche die violette zurück. Die Skala der Zwischenfarben zwischen Rot und Violett bildet eine Stufenleiter zwischen der am stärksten vorspringenden und der am weitesten zurücktretenden Farbe, und so muss die Wirkung einer farbigen Plastik lebhaft zur Empfindung kommen. Daraus folgt für die Kartographie: Die Verwendung der Farben zur kartographischen Plastik ist an die natürliche Folge der Farben im Spektrum anzuschliessen. Nach Untersuchungen von *Helmholtz* würde der scheinbare Abstand zwischen rotem und violettem Bilde bei einer Entfernung der Bildfläche vom Auge von 50 cm etwa 17 cm betragen, also ganz beträchtlich sein. Doch kann Violett für die Karten nicht verwendet werden, und Blau ist bereits für

das Meer bestimmt; es bleibt also nur die Reihe von Blaugrün bis Rot; ferner handelt es sich hier nicht um Spektralfarben, sondern um Pigmente, die nie ganz rein sind; und so wird sich diese Plastik wesentlich abschwächen. Man wendet aber zur Verstärkung derselben noch weitere Mittel an: Ein solches ist die sogen. Adaptation, vermöge deren sich die Pupille beim Blick auf lichtstarke Flächen zusammenzieht und beim Blick auf lichtschwache erweitert; durch jene Verengerung wird aber die Brennweite der farbigen Strahlen grösser, durch die Erweiterung wird sie verkürzt. Man muss also auf künstlichem Wege von Rot abwärts eine nach unten zunehmende relative Lichtschwächung eintreten lassen, wonach also die Farben unter Rot stufenweise matter und stumpfer werden. So kommt man zur Verwendung der gebrochenen Farben, wie alle Naturfarben es auch sind, und hierin trifft man mit Sydow wieder zusammen, der für seine Karten auch Naturfarben wählte.

Als tiefste Stufe setzt man ein lichtschwaches, stumpfes Blaugrün an, ähnlich wie Sydow, das Grün nähert sich nach oben immer mehr dem Gelb und wird zugleich lichtstärker; dann kommt Gelb, sodann lichtschwaches Braun und Orange, die sich wiederum mit Sydowschen Farben decken, das Braun nähert sich dann immer mehr dem Rot, und so folgt man den farbenplastischen Gesetzen und beobachtet zugleich die Forderung, die Plastik der Erdoberfläche in Naturfarben darzustellen. Die Idee einer Höhenplastik in Farben würde kurz formuliert so lauten: „Farbenreihe des Spektrums von Blaugrün bis Orangerot (chromatische Plastik) wiedergegeben in durchwegs gebrochenen Farben (Naturfarben) unter Anwendung des Prinzips: je höher, desto intensiver (Adaptive Plastik)“ (Peuker).

Eine höchst wichtige Rolle hat hiebei die Technik des Farbedruckes, die allerdings schon eine hohe Stufe des Könnens erreicht hat. Würde man die drei Grundfarben in je zehn Sättigungsgraden herstellen, so könnte man durch Mischen derselben in allen möglichen Kombinationen schliesslich 1330 Farbennüancen erhalten, unter denen genügend solche zu finden sind, wie die Kartographie sie braucht. Diese Fülle von Nüancen wird es dann auch ermöglichen, stoffliche Verhältnisse, wie Verteilung von Kulturflächen, in richtiger Farbenperspektive wiederzugeben, so dass man nicht mehr z. B. eine Talwiese mit demselben Grün überstreicht, wie die 1000 oder 2000 m höher gelegene Bergwiese. Wenn man Felspartien mit Braun bezeichnet, wird man dieses Braun in farbenplastischem Sinne entfalten, und tiefgelegene Felsen mit Graugelb, mittlere mit mattem Gelb und Orange, ganz hohe gletscherüberragende Partien mit intensivem Rotbraun bezeichnen. Wiesen werden

grüne Farbe erhalten, nach oben kräftiges Gelbgrün, in der Tiefe schwaches Blaugrün; Waldungen ähnlich mit Blaugrün. Beide Grün haben im Gesamtaufbau der Farben die Aufgabe, den rötlichen Tinten der Felsen das chromatische Gleichgewicht zu halten. (Weiteres findet man bei Peuker a. a. O.)

Neben Sydow und Hauslab-Peuker haben die schweizerischen Kartographen die Farbe in ihren Dienst genommen und damit die sogenannte Schweizermanier oder die Reliefkarte geschaffen, die sich am meisten jener Richtung nähert, die Professor Becker in der eingangs erwähnten Stelle verlangte. Von ganz andern Gesichtspunkten ausgehend, treffen sie schliesslich doch mit Sydow wie mit Peuker in wichtigen Beziehungen zusammen. Auch diese Karten haben als exakte mathematische Grundlage die Höhenkurven; im Jahre 1850 machte Oberst *Olivier Zschokke* Versuche, solche Kurvenkarten mit reliefartiger Schattirung zu versehen, und erregte damit die Aufmerksamkeit *Wilds* und *Dufours*. Doch wurde damals die Sache nicht weiter geführt, und so war es dann der berühmte Kartograph *Leuzinger*, der im Jahre 1886 diese Methode begründete, nämlich die „Vereinigung von Schichtlinien mit Schatten in farbiger Schummerung nach schräger Beleuchtung, unter Beachtung der Luftperspektive in den Schatten“. Die Karte der Stockhornkette war die erste in dieser Art veröffentlichte. Die Hauptschwierigkeit bestand hier darin, die Schattirung in Tuschmanier, oder die Kolorirung so zart und weich zu behandeln, dass die Isohypsen, ferner Schrift und Situation noch deutlich sichtbar blieben. Prof. Becker ging 1889 noch einen Schritt weiter und führte mit seiner Karte des Kantons Glarus das landschaftliche Kolorit ein, er will die Karten zu wahren Landschaftsbildern machen. Die Prinzipien der veranschaulichenden Anwendung der Farbe sind hier rein künstlerische, nicht physikalisch-optische wie bei Peuker. So sagt z. B. Wild hierüber: „Diese Schattirungsart der Terrainunebenheiten ist mehr eine künstlerische, und gerade weil dies der Fall ist und die Wissenschaftlichkeit durch die feinen Niveaulinien vertreten ist, darf man auch alle Mittel anwenden, um die künstlerische zur höchsten Vollkommenheit zu bringen. — Geschmack und Gefühl geben da den besten Leitfaden.“ In ähnlicher Weise verlangt Prof. *Becker*, dass man den Ingenieur mit dem Maler verbinden müsse, dass man Landschaftsbilder in das geometrische Liniennetz hineinzukomponiren habe, dass es zu dem Zwecke genüge, wenn man die Farben der Natur treu nachzuahmen suche, seinen Farbensinn schule und sich der Leitung von Gefühl und Geschmack überlasse. Da die Beleuchtung von Nordwesten, wie schon erwähnt, in gewisser Beziehung unnatürlich ist und so einen erheblichen Mangel zeigt, hat Prof. Becker seine zweite Karte

dieser Art, die Albiskette, von Südwesten beleuchtet, und dann, um die wirkliche Beleuchtung des Zeichenblattes oder der Platte in Übereinstimmung mit der in der Karte darzustellenden zu bringen, die Karte nach Südwesten orientirt, statt nach Norden. Er wie Hammer haben aus diesem Grunde vorgeschlagen, die Karten überhaupt wie früher nach Süden zu richten; doch ist die neueste Karte Beckers, die prächtige Rigikarte, welche südliche Beleuchtung zeigt, wieder nach Norden orientirt, wie man das gewöhnlich tut.

Den Gesetzen der Luftperspektive schenkt man da immer grosse Beachtung. Bekanntlich verändert die Luft das Aussehen der Gegenstände, und um so mehr, je weiter sie vom Beschauer entfernt sind, also je tiefer sie unter ihm liegen. Die zwischenlagernde Luft lässt entfernte, also auch tiefer liegende Flächen, die im Lichte gelegen sind, weniger hell, und umgekehrt solche Flächen, die im Schatten liegen, weniger dunkel erscheinen, als nahe. Man hat demnach in den Gesetzen der Luftperspektive ein ausgesprochenes Prinzip einer Darstellung der Höhe, ein von der Natur gegebenes höhenplastisches Motiv. *Wild* — und ebenso *Leuzinger* — verlangt, dass der Schatten von oben nach unten heller werde, dass die Lichtseite hingegen von oben nach unten dunkler werde; die höchsten Gipfel und Gräte treten in Licht und Schatten also am kräftigsten hervor.

Es hat den Anschein, als ob dieser künstlerische Zug in der schweizerischen Kartographie in einem grossen Gegensatz stehen würde zu der wissenschaftlich begründeten Farbenplastik *Peukers*; und es ist interessant, zu sehen, dass man auf diesem künstlerischen Wege doch zu ähnlichen Resultaten kam wie *Peuker*, was hauptsächlich zu Tage tritt in der neuesten Leistung unserer Kartographie, in der vom eidgenössischen topographischen Bureau erstellten Schulwandkarte der Schweiz, die eben ihrer Vollendung entgegengeht. Auch hier ging man durchaus von den bekannten Grundlagen der Schweizermanier aus; Hr. Professor *Amrein* in St. Gallen, durch dessen Bemühungen die Frage der Erstellung einer Schweizerkarte durch den Bund in Fluss kam, sprach sich in seinem Kreisschreiben vom April 1891 folgendermassen aus: „Es soll durch diese Karte unserer schweizerischen Schulkjugend ein geographisches Unterrichtsmittel geboten werden, das, auf mathematisch genauer Grundlage ruhend, durch die Art der Terrain-darstellung das Schweizerland in einem farbenschönen Relief, einem Wandgemälde ähnlich, zu wirkungsvoller Geltung bringt.“

In den Herzen unserer Jugend müsste eine solche Karte die Liebe zu unserm schönen Vaterlande zweifelsohne wecken und überdies —

und dadurch dürfte das Unternehmen zu wirklich nationaler Bedeutung gelangen — soll diese Karte in ihrer Manier vorzüglich sich eignen, leicht und gründlich in das Verständnis des Kartenlesens einzuführen, und dadurch unsern Schülern, also unsern zukünftigen Soldaten, eine treffliche Vorschule zum verständigen Lesen unserer offiziellen Kartenwerke werden.“

Es war auch an der Zeit, dass in dieser Richtung etwas getan wurde, denn während die Schweiz mit ihren offiziellen Kartenwerken (Dufourkarte und Siegfriedatlas) andern Staaten voraus war, stand sie ihnen in der Schulkartographie unbedingt nach; das kam, wie Oberst *Siegfried* schon im Jahre 1878 schrieb, daher, weil man in der Schweiz hierin alles der Privatindustrie überliess, während andere Staaten ihre offiziellen topographischen Bureaus auch für Schulzwecke arbeiten liessen. So waren denn unsere ältern Schulkarten zu schematisch in der Darstellung des Terrains, da man grössere Kosten scheute; und anderseits waren sie auch wieder zugleich Bureaukarten, um grössern Absatz zu finden. Durch den Bundesbeschluss vom 31. März 1894 wurde das Versäumte endlich nachgeholt und dem Bunde die Erstellung einer Karte übertragen; jetzt liegt ein hervorragend schönes Werk vor, eine wirkliche Schulkarte, die ihresgleichen wohl vergeblich suchen würde.*) Das Modell der Höhendarstellung, die Bemalung des Terrainbildes der Karte, rührt von Herrn Kümmerly in Bern her, der durch seine Studien und Versuche allmählig dazu gelangt ist, die Schattenplastik mit einer richtigen Farbenplastik zu verbinden, der sich auf diese Weise dem nähert, was Peuker verlangt. Und doch ist Kümmerly ganz selbständig gewesen, denn sein Modell war im Jahre 1898 vollendet, ehe die Ansichten Peukers veröffentlicht waren. Die Karte macht auf eine gewisse Entfernung den packendsten plastischen Eindruck, ganz den eines Reliefs; die orographische Gliederung unseres Landes ist wunderbar gut wiedergegeben, indem überall richtige Höhenverhältnisse, übersichtliche und doch nicht schematische Zusammenfassungen, grosse Massen neben dem nötigen Detail zur Geltung kommen. Die Farbe ist meisterhaft behandelt, das Kolorit lebhaft und angenehm, die Schattenpartien sind immer noch so klar und durchsichtig, dass die Situation nicht leidet. Die Luftperspektive ist sehr geschickt verwendet, der bläuliche Ton der Schattenseiten entspricht einem Farbengesetz, das schon Goethe erkannte, dass nämlich das Schwarze, wenn es sich erhellt, blau wird;

*) Durch verdankenswertes Entgegenkommen des topographischen Bureaus in Bern konnte an der Konferenz ein aufgezogenes Probeexemplar der Karte vorgezeigt werden.

besonders wirkt dieses Blau auf Firn und Gletscher, da im Schnee die Schatten bekanntlich stark violettblau sind, ebenso entspricht der bläuliche Schimmer über den tieferen Partien jenem feinen Schleier, den die Luftschichten über die Ebenen legen, wie man das von jedem hohen Punkte aus beobachten kann. Das Blau der Flüsse und besonders das der Seen hebt sich doch wieder sehr gut ab und stört den harmonischen Eindruck nicht. Das geometrische Terrainbild ist durch Höhenkurven von 100 *m* Äquidistanz gegeben, in flachen Teilen sind zur Vervollständigung und bessern Darstellung von wichtigen Böschungswinkeln noch Zwischenisohypsen von 50 *m* zugefügt; die Kurven sind braun für den Boden und blau für die Gletscher, Höhenzahlen sind in reichem Masse eingestreut und die Spitzen der Berge mit Punkten bezeichnet.

Der plastische Eindruck der Karte wird durch die Schrift, die in sehr anerkennenswerter Weise behandelt ist, nicht im geringsten gestört; während die Karte von weitem wie eine stumme Reliefkarte aussieht, enthält sie doch eine Fülle des wertvollsten Materials. Da sie durchaus nur Unterrichtszwecken der Volks- und Mittelschulen dienen und also vor allem ein richtiges geographisches Bild geben soll, das durch weitere Einzeichnungen nicht beeinträchtigt werden darf, liess man in den Namen eine weise Beschränkung eintreten; es war von vornherein bestimmt, dass für die Schweiz höchstens 1000 Ortsnamen, 200 Fluss- und Seennamen, 300 Berg- und Passnamen und 100 Talnamen, für das Ausland 800 Namen eingetragen werden dürfen; Namen von Kantonen, Bergketten, Bezirken, Bezirksgrenzen blieben weg; Kantons- und Landesgrenzen wurden bezeichnet, jene durch gestrichelte grüne Linien, diese mit einem breiteren Farbbande.

Von Ortszeichen wurden vier Arten verwendet, je nach der Einwohnerzahl, für welche die Zählung von 1900 zu grunde gelegt wird; daneben kommen zur Darstellung einzelne wichtige Etablissements, wie z. B. Alpenhospize, Bäder, dann Schlachtfelder, Festungen, Burgen, Ruinen, Klöster u. s. w., ferner auch Bergwerke mit Angabe der Produkte. Von Strassen sind nur die wichtigsten gegeben, besonders hervortretend die Alpenstrassen; die Eisenbahnen sind in Haupt- und Nebenlinien, Schmalspurbahnen, Strassenbahnen und Bahnen spezieller Systeme eingeteilt, wonach sich ihre Signatur richtet.

Der Masstab der Karte ist 1:200,000, das Vollbild nimmt also den vierten Teil der Dufourkarte ein, doch reicht sie im Osten und Westen je 10 *km* weiter; das Ausland ist in gleicher Vollständigkeit gehalten wie das Inland, und einen äusserst günstigen Eindruck macht es, dass das Innere des Kartenbildes durch keinerlei Legende oder Ausschnitt unterbrochen ist. Noch ein Vorzug, den diese Karte wohl einzig hat, ist der, dass sie ganz auf Kosten des Bundes erstellt und in vorzüglicher Ausstattung fertig montirt an alle Schulen des Landes abgegeben wird, so dass die hinterste Berggemeinde und das kleinste

Dörfchen in den Besitz einer Karte gelangt, um die sie reiche Schulanstalten anderer Länder beneiden werden.

Mit dieser Karte steht die Schweiz wieder unbestritten an der Spitze aller kartographischen Produktion, und wird es auch bleiben, wenn fernerhin die künstlerische Schweizermanier sich verbindet mit den wissenschaftlichen Grundsätzen der Farbenplastik, wenn die Kartographie eine mit wissenschaftlichen Mitteln schaffende Technik wird. Zu wünschen wäre dann, dass wir auch in Besitz einer solchen Schweizerkarte im Masstab von 1:50,000, also im Masstab der Hochgebirgsblätter des Siegfriedatlases, kämen.

Die andern modernen Methoden der Kartographie werden natürlich ihre Berechtigung auch weiterhin behalten; es wird z. B. neben der schiefen Beleuchtung die senkrechte immer noch ihren Platz behaupten. Überhaupt wird es nie möglich sein, allgemeine Gesetze, die ohne weiteres für das gesamte Gebiet der Kartographie Gültigkeit haben sollen, aufzustellen. Jedermann weiss, dass es unmöglich ist, eine Projektion zu ersinnen, die mit gleichem Erfolg für alle Karten anzuwenden wäre; ebenso unmöglich ist es, eine Methode der Geländedarstellung zu schaffen, die für jede Karte gleich gut geeignet ist. In beiden Fällen muss man den einen Vorteil mit der Aufgabe eines andern erkaufen. Es handelt sich also darum, das Wesen der einzelnen Methoden gesetzmässig festzulegen, und dann nach sorgsamer Erwägung des Masstabes, des Zweckes und — was meistens sehr in Betracht kommt — der Herstellungskosten der Karte, die für den einzelnen Fall den grössten Vorteil gewährende Darstellungsart auszuwählen. Karten von Tiefebene werden eine andere Methode bedingen, als solche von Hochgebirgsländern, Schulkarten eine andere als militärische oder Reisekarten. Für Karten grössten Massstabes, die alle drei Dimensionen mit allen Einzelheiten in gleicher Genauigkeit zum Ausdruck bringen sollen, wird die Methode der Höhenschichten immer anzuwenden sein; für Generalstabskarten und Touristenkarten in mittlern Masstäben wird die Schraffendarstellung nach senkrechter Beleuchtung sehr oft dienlich sein, wenn es in der Hauptsache auf die Neigungsverhältnisse ankommt. Bei Übersichtskarten mit kleinem Masstab, wie wir solche in den Schulatlanten finden, handelt es sich nicht um das Detail und nicht um Neigungen, sondern um eine zusammenfassende Charakterisierung der Höhenlage; da ist die Farbkarte und Hauslabs Prinzip der Farbenplastik am Platze. Die Schweizermanier endlich ist die klassische Darstellungsart für Schulkarten mit grossem und mittlern Masstab, überhaupt für alle Karten, die allgemein verständlich und plastisch anschaulich sein sollen.

L i t e r a t u r :

- Becker, F.*: Die schweizerische Kartographie an der Weltausstellung in Paris 1889 und ihre neuen Ziele. Frauenfeld 1890.
Gelcich, Sauter und Dinse: Kartenkunde. Leipzig 1897.
Peucker, Dr. K.: Schattenplastik und Farbenplastik. Wien 1898.
Graf, Dr. J. H.: Die neue schweizerische Schulwandkarte. Bern 1900.