Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Über neue Methoden zur Verfeinerung des geologischen Kartenbildes.

Von Otto Ampferer.

Mit zwei farbigen Tafeln (Nr. VIII—IX).

Wenn man die Absicht hat, die Ausdrucksfähigkeit und den Inhalt von geologischen Karten zu vermehren, so bieten sich dazu zwei ganz verschiedene Möglichkeiten. Die eine besteht in der Verbesserung der topographischen Grundlage, die andere in der Verfeinerung der geologischen Darstellung.

Je besser die topographische Grundlage ist, desto sicherer und genauer kann die Festlegung der geologischen Grenzen erfolgen. Es steigt also unter sonst gleichen Umständen mit der Genauigkeit der topographischen Karte auch jene der geologischen.

Des weiteren wird man auf einer Karte von größerem Maßstab mehr Einzelheiten und genauer verfolgte Grenzen eintragen können als auf einer solchen von kleinerem Maßstab. Wenn sich die Maßstäbe von Karten wie 1:2:3 verhalten, so stehen die Abbildungen derselben Fläche im Verhältnis 1:4:9. Da nun ein Beobachter auf einem bestimmten Kartenflächenstück nur eine bestimmte Feinheit der Ausscheidungen unterbringen kann, so wird der geologische Inhalt der Karten ebenfalls im Verhältnis 1:4:9 steigen, vorausgesetzt, daß jedesmal eine volle Ausnützung der Kartenfläche stattfindet.

Man kann also mit gewissen Beschränkungen sagen, daß der geologische Inhalt im selben Verhältnis wie die Vergrößerung der Kartenflächen zunehmen wird. Eine geologische Karte 1:25.000 sollte also zirka neunmal so viele Angaben enthalten als eine solche 1:75.000 von derselben Gegend.

Wir sehen aus dieser Betrachtung, daß sich das Vorschreiten vom kleineren Maßstab zum größeren unmittelbar mit der Wirkung vergleichen läßt, welche wir innerhalb gewisser Grenzen im Mikroskop mit einer Verstärkung der Vergrößerung erreichen. Dieser Vergleich gibt uns auch ein Mittel die Genauigkeit und den Fortschritt von Karten verschiedenen Maßstabes einer und derselben Gegend zu überprüfen.

Es seien zum Beispiel auf einer Karte 1:75.000 die Grenzen der unterschiedenen geologischen Schichten eingetragen. Wird nun dieselbe Gegend später einmal genauer untersucht und ihre Geologie auf einer Karte 1:25.000 dargestellt, so müßten, richtige Ortsbestimmungen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vorausgesetzt, die Umrisse der alten Karte entsprechend vergrößert erscheinen und die neuen vermehrten Beobachtungen sich als Unterteilungen der früher einheitlichen geologischen Flächen zeigen. Dabei ist natürlich zwischen deutlichen geologischen Grenzen und Übergangszonen zu unterscheiden, wo ja in der Natur keine scharfen Grenzen gegeben sind und diese erst künstlich geschaffen wurden.

Die neuen Aufnahmen sollten sich also mehr als Zerteilungen der Flächen denn als Verschiebungen der Grenzen zeigen.

Tatsächlich ergeben sich beim Vergleich alter und neuer Aufnahmen meistens auch große Grenzverschiebungen, was uns vor allem die Ungenauigkeit der geologischen Ortsbestimmungen klar vor Augen führt. Dabei liegt der Grund nur zu geringerem Teil in der topographischen Grundlage, denn die Fehler in der geographischen Ortsbestimmung sind im allgemeinen bei weitem kleiner, ja meist so klein, daß die dadurch entstehenden Verzerrungen das geologische Bild nicht mehr wesentlich beeinflussen.

Man kann geradezu behaupten, daß das geologische Bild eine ziemlich weite Elastizitätsgrenze besitzt, bis zu der hin Verzerrungen nicht wesentlich störend wirken.

Denken wir uns zum Beispiel die geologische Karte auf eine Kautschukplatte gedruckt und diese verschiedenen Spannungen unterworfen, so wird ihr Bild durch kleinere Dehnungen und Pressungen nicht so verschoben, daß dasselbe seine Charakteristik und Erkennbarkeit verlieren würde.

Die Fehler in der geologischen Ortsbestimmung sind eben im allgemeinen bedeutend größer als jene in der geographischen, wobei hier nur geologische Grenzen betrachtet werden, die einer genauen Bestimmung zugänglich sind. Die Ursache dieser weiten Fehlergrenzen ist einmal darin begründet, daß die geologischen Grenzen meistens nicht mit einem Meßinstrument, sondern lediglich nach der Schätzung des aufnehmenden Geologen bestimmt und in die Karte eingetragen werden. Die Fähigkeit der richtigen Ortseinschätzung ist nun sehr individuell und erfordert einen ausgebildeten Raumsinn, der nicht allgemein zu Gebote steht. Die Aussteckung und Einmessung dieser Grenzen, welche zwar die exakteste Abbildung gewährleistet, dürfte wegen der Kosten und des viel größeren Mühe- und Zeitaufwandes für große Gebiete noch lange nicht in Betracht kommen.

Hier wird man immer noch auf die vorgegebene topographische Unterlage angewiesen sein.

Die Orientierung des kartierenden Geologen klammert sich im Hochgebirge vor allem an charakteristische Gehängeformen, Runsen, Wände, Gesimse, Vorsprünge, Grate, Zacken, Schluchten . . . Es ist im wesentlichen das feinere Detail der Gehängegliederung, das etwa in Verbindung mit den Höhenangaben des Aneroides die Ortsbestimmungen der geologischen Terrainschnitte und die entsprechenden Eintragungen auf der Karte leitet.

Auf den meisten topographischen Karten ist dieses feinere Gehängedetail besonders in den Hochgebirgsregionen häufig nicht genügend genau dargestellt und fast stets zu schematisch behandelt, um im Vergleich mit der Natur wieder eindeutig erkennbar zu sein.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Dies kann sogar auf Karten, welche sehr viele genau vermessene Punkte enthalten, aber nicht charakteristisch gezeichnet sind, der Fall sein. Der Feldgeologe kann sich in den meisten Fällen ja nicht durch Nachmessungen von der Übereinstimmung seiner Orte mit den entsprechenden Punkten auf der Karte überzeugen.

Er ist darauf angewiesen, daß die Zeichnung in der Karte soviel Reliefcharakteristik enthält, daß er beim Begehen des Geländes aus dem ganzen Zusammenhang der Formen heraus eindeutige Bestimmungen ablesen kann.

Das feinere Gehängedetail ist daher für die richtige Lokalisierung der geologischen Beobachtungen von größtem Werte.

Eine richtige Lokalisierung ist aber wieder die Grundlage für die Kontrollfähigkeit, welche eine der wichtigsten Forderungen für eine wissenschaftlich wertvolle Karte bildet.

Es müssen sich die in der Karte verzeichneten Angaben auch in der Natur wieder auffinden lassen, wenn das Kartenwerk sich über das Niveau eines subjektiven Verzeichnisses erheben soll. Wir sind uns längst darüber einig, daß in die Zeichnung eines mikroskopischen Präparates, eines physikalischen Vorganges, einer astronomischen Beobachtung nichts hineingefügt werden darf, was nicht zu sehen ist oder was nicht eigens als solche Zugabe vermerkt wird.

Dasselbe muß auch für eine gute geologische Karte gelten, erhebt sie anders Anspruch darauf ein brauchbares Verbreitungsmittel wissenschaftlicher Beobachtungen zu sein.

Wird eine chemische, physikalische Erfindung gemacht, so ist das erste, daß dieselbe in den verschiedensten Laboratorien einer Nachprüfung unterworfen wird. Durch Bestätigungen wird sie rasch zu allgemeinem Gebrauche fähig gemacht.

Bei geologischen Karten ist eine solche Prüfung weit umständlicher und findet meist erst viele Jahre später statt. Daher ist das allgemeine Vertrauen auf solche Karten auch ein wesentlich geringeres und man pflegt sich derselben mit Vorsicht zu bedienen.

Der subjektive Anteil an dem Kartenbilde ist meistens ein verhältnismäßig großer. Das entspringt aus dem Bestreben, mehr mitzuteilen, als man gesehen hat, die Karte vollkommener zu gestalten, als man lediglich auf Grund der gemachten Erfahrungen imstande ist.

Geologische Karten enthalten so meist mehr Angaben als durch Beobachtungen beweisbar sind.

Ein wichtiger Grund für diese Erscheinung besteht darin, daß vielfach zwischen Gesehenem und Vermutetem keine Unterscheidung gemacht wird. Dies kommt wieder, abgesehen von mangelhaften Begehungen und hypothetischen Verbindungen, vielfach daher, daß die jüngsten Ablagerungen nicht mehr als gleichwertige Gegenstände der Beobachtung, sondern lediglich als Verhüllungen des Untergrundes angesehen und deswegen nicht ausgeschieden werden.

Die von ihnen verdeckten Flächen werden dafür mit dem natürlich nur hypothetischen Bild ihres Untergrundes ausgefüllt.

Dieses Vorgehen ist um so merkwürdiger, als sich die Auffassung von Verhüllungen meist nur auf die glazialen und postglazialen Sedimente bezieht. Es ist zum Beispiel schon nicht mehr gebräuchlich,

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Einfüllungen von tertiären oder kretazischen Schuttmassen durch Skizzen ihres älteren Untergrundes zu ersetzen.

Dieser Standpunkt ist nur in speziellen Fällen berechtigt, im allgemeinen jedoch nicht, weil dadurch die Wahrhaftigkeit der Karte in hohem Maße beschränkt und ihre Kontrollfähigkeit sehr erschwert wird. Der Vorgang bei den englischen geologischen Kartenwerken, zwei Ausgaben zu benützen, solche, welche nur das Grundgebirge und solche, welche nur das wirklich Sichtbare bringen, muß als vorbildlich bezeichnet werden. Hat man nur eine Ausgabe zur Verfügung, so muß unbedingt eine reine gleichmäßig gerechte Oberflächendarstellung vorgezogen werden und alles hypothetitsche Beiwerk entweder ganz in den Text verwiesen oder als solches deutlich gemacht werden. Der Vorteil der hypothetisch ergänzten Karten ist zudem ein recht geringer. In allen Fällen, wo durch die Schuttmassen nur leicht zu überblickende geologische Verhältnisse verdeckt werden, läßt sich ihre Kombination aus der Umgebung eindeutig ablesen. Ist das aber nicht der Fall, so ist es verfehlt, von vielen möglichen Kombinationen eine einzutragen und dieser den Rang einer Beobachtung zu leihen.

Als Begründung dieser Methode wird häufig angegeben, daß ja der Geologe als bester Kenner des ganzen Gebietes am ehesten eine richtige Kombination zu bilden vermöge. Das hat gewiß seine Berechtigung. Trotzdem soll auf der Karte die Kombination wegbleiben oder als solche klar erkenntlich gemacht werden.

Durch das Einmischen von vielen hypothetischen Angaben kann eine Karte zwar äußerlich einen hübschen geschlossenen Eindruck hervorrufen, beim Gebrauch macht man dagegen damit fort und fort unangenehme Erfahrungen.

Man hat sich zum Beispiel nach den Angaben der Karte eine Exkursion zusammengestellt und findet nun an den betreffenden Stellen statt der erhofften Schichten lediglich Schuttgehänge. Es handelt sich bei der praktischen Ausnützung irgendeiner Gesteinsart darum, die dem Tale zunächstliegenden Fundstellen aus der Karte zu ermitteln. In der Karte erscheint zum Beispiel eine Marmorlage, ein Amphibolitstreifen kontinuierlich über das Tal gezogen. Geht man hinaus, so findet man davon im Tale keine Spur. Das Anstehende beschränkt sich auf ein paar Linsen hoch oben an den seitlichen Gehängen.

Gerade bei praktischen Arbeiten wird man bei der Benützung stark hypothetisierter Karten von einer Enttäuschung zur anderen gebracht. Die unfehlbare Wirkung ist eine Diskreditierung der geologischen Karten in Bausch und Bogen, welche auch durch zuverlässige Werke nur schwer wieder aufgehoben wird.

Gerade durch die immer häufigere Vornahme praktischer Arbeiten wird in vielen Fällen eine meist ganz unbeabsichtigte Kontrolle an den vorliegenden Einzeichnungen ausgeübt. Die Grenze zwischen dem Anstehenden und dem Schutt, welche für zahlreiche praktische Fragen und für die Kontrolle von hohem Wert ist, hat aber auch zum Beispiel für die Anlage von agronomischen Karten eine große Bedeutung. Sie gehört zu den wichtigsten Linien im geologischen Kartenbilde und sollte stets mit Sorgfalt behandelt werden. Dabei ist nicht zu übersehen, daß man bei Karten kleinen Maßstabes oft wegen der leichteren

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Übersichtlichkeit mit Vorteil von der getreuen Eintragung aller Verschüttungen absehen kann und daß man von solchen Karten eben nur gewisse mehr generelle Auskünfte verlangen darf.

Die Forderungen, welche der Geologe an eine für seine Arbeiten gute topographische Karte stellt, zielen auf eine möglichst getreue charakteristische Fels- und Gehängezeichnung sowie auf eine helle Anlage der Karten hin, damit auch noch an steilen Abhängen, welche häufig gerade ein reiches geologisches Detail entblößen, farbige Eintragungen zur Geltung kommen können. Es sollten auf Karten größeren Maßstabes alle wichtigen Runsen, Wändchen, Pässe, Zacken eingetragen sein, selbst auf die Gefahr hin, daß manches nicht seiner Größe entsprechend, sondern wegen seiner Wichtigkeit übertrieben, also symbolisch angedeutet werden muß. Solche symbolische Behandlung haben bisher vorzüglich die menschlichen Werke, Bauten, Wege . . . auf den Karten erfahren. Je mehr man sich aber für das feinere Detail der Felswände, der Schluchten, der Bergkämme interessiert, desto häufiger wird man gezwungen, gewisse wichtige Anmerkungen auch für diese Gebiete symbolisch in der Karte hervorzuheben.

Sehr viele Gesteinsarten und Schuttmassen zeigen unter den Angriffen der Erosion ihnen eigentümliche Oberflächenformen. Es sind diese Formen oft so charakteristisch, daß sie auf große Entfernungen hin das Auftreten gewisser Gesteine verkünden. Andere Formen hinwieder kehren bei sehr verschiedenem Material wieder. Ich erinnere zum Beispiel an die Erosionsformen, welche sowohl hohen Firngipfeln als Grundmoränen und manchen weichen strukturarmen Mergeln oder Tuffen eigentümlich sind. Die Einwirkungen der Höhenzonen, des Klimas, der Vergletscherungen sind ebenfalls meist deutlich aus den Verwitterungsformen abzulesen. Die Beanspruchung der Gehänge durch vorbeigepreßte Eisströme äußert sich vielfach in recht typischen Umprägungen der Formen. Die Ablagerungen der Gletscher verleihen vielen Karen und Abhängen wesentliche morphologische Züge. Es ließen sich hier noch viele Erscheinungen namhaft machen, die alle von Fall zu Fall bei der Gehängezeichnung zu berücksichtigen wären. Solche Forderungen können natürlich nur an Karten größeren Maßstabes gerichtet werden und sie setzen in mancher Hinsicht schon ein Zusammenarbeiten von Geologie, Morphologie und Topographie voraus, wie es bisher nur in wenigen Fällen zustande gekommen ist.

Der zweite Weg, den Inhalt einer geologischen Karte zu vermehren, führt uns zu feineren Darstellungsmitteln.

Es ist im allgemeinen gebräuchlich, auf den Karten Formationen oder Abteilungen derselben mit Farbflächen abzubilden. Die Formation als solche gilt dabei als Einheit und wird durch einen bestimmten Farbenton versinnlicht.

Diese Einheiten sind nun aber von außerordentlich verschiedenem Umfang, je nach der Ausbildungsweise der vorliegenden Gesteine. Es können sich auf einem Kartenblatt zum Beispiel Schichten von 1—2 *m* und solche von vielen hundert Metern gegenüberstehen, die beide jeweils durch eine Farbe ausgedrückt erscheinen.

Fossilführung oder petrographische Eigenarten leiten bei diesen Abgrenzungen. In vielen Gebieten, wie zum Beispiel in den nördlichen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Kalkalpen, kommen dadurch äußerst schroffe Gegensätze zustande. Wir finden schmale, feingegliederte Zonen inmitten von großen ganz eintönigen Gebieten, in welchen höchstens eingestreute Fallzeichen noch spärliche Auskünfte erteilen. Die gewaltigen Massen von Wettersteinkalk, Hauptdolomit, Dachsteinkalk . . . liegen wie Wüsten zwischen den fein zerteilten, geologisch interessanten Zonen. Die Farbenwerte der Karten stehen mit den Mächtigkeitswerten der Schichten in gar keinem Verhältnis.

Aber auch andere Ungleichartigkeiten werden durch die flächenhafte Bemalung in die geologischen Karten getragen.

Die Grenzen einer Formation geben uns als Schnittlinien mit dem Terrain genaue Auskunft über ihren Verlauf und ihre Raumstellung. Dagegen erscheint der ganze Gesteinsinhalt der Formationen im übrigen als Einheit, als gleichartiges Gebilde versinnlicht.

Das entspricht, abgesehen von allen tektonischen Fragen auch dem historischen Standpunkt nicht.

Wir haben in den Ablagerungen sich fort und fort entwickelnde Gebilde vor uns, deren Baubedingungen sich bald rascher, bald langsamer änderten, die von Zeit zu Zeit vielleicht ganz unterbrochen und der Zerstörung übergeben wurden.

Es war vor allem ein Bedürfnis der Übersichtlichkeit über die ungeheuren Mannigfaltigkeiten, die da vorliegen, wenn man die Schichtfolgen in gewisse Gruppen zu zerteilen begann. Je gröber diese Gruppen sind, desto größer die Gewalttätigkeiten gegen die häufig ganz stetigen Übergänge und die vielen lokalen Unregelmäßigkeiten.

Nur vom extremsten Standpunkt der Katastrophenhypothese wären überall wieder natürliche scharfe Grenzen zu erwarten. Die weit verbreiteten Gebiete aber, wo sich allmähliche Übergänge von einer Formation zur nächsten einstellen, erhalten bei der Zerschneidung durch scharfe Grenzen ganz unnatürliche Gesichtszüge.

Für eine systematische Betrachtung der Tektonik und insbesondere für die Beziehungen derselben zu den einzelnen Gesteinsarten ist eine überall gleichmäßig eindringende Kartierung eine nicht zu umgehende Grundforderung.

Wir sind über die Tektonik der feingegliederten Zonen weit besser unterrichtet als über jene der großen, gleichartigen Gesteinslager. Es erhebt sich hier die Frage, haben diese Massen überhaupt keine reichere Bewegungsplastik oder ist dieselbe bisher nur meistens nicht beachtet worden?

Im Gebiete der Lechtaler Alpen habe ich in den letzten Jahren zum Beispiel auch innerhalb der gewaltigen einförmigen Hauptdolomitmassen eine überraschend mannigfaltige Tektonik mit vielen dafür charakteristischen Beanspruchungsformen nachweisen können.

Diese und ähnliche Überlegungen haben den Verfasser, welcher sich bereits mehr als 60 Monate mit Feldarbeiten in den nördlichen Kalkalpen beschäftigt hat, schon lange bewogen, Versuche zu einer genaueren und naturgetreueren Abbildung der geologischen Verhältnisse im Hochgebirge auf die Karten anzustellen.

Gar mancher Mißerfolg ist vorangegangen und auch heute steht

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die hier im folgenden zu besprechende Methode noch im vollen Um- und Ausbau.

Wenn man versuchen will, die vorhin erwähnten Mängel des geologischen Kartenbildes zu umgehen, so bieten sich verschiedene Mittel dar, die alle das Streben gemeinsam haben, die Farbflächen der geologischen Karte in kleinere Elemente aufzulösen.

Als solche natürliche kleinere Elemente kommen vor allem bei den geschichteten Gesteinen die Schichtlagen, bei den ungeschichteten aber Strukturänderungen, Schlieren, Einschlüsse, Gänge, Klüfte . . . in Betracht. Es hängt natürlich vom Kartenmaßstab ab, wie weit man mit einer solchen Differenzierung in den einzelnen Fällen noch gehen kann.

Es ist wohl naheliegend, daß abgesehen von ganz großen Maßstäben mit dieser Methode nicht ein vollständiges Verzeichnis aller Schichtlagen, aller Sprünge . . . angestrebt werden kann. So wenig der Topograph alle die Tausende von Runsen und Ritzen eines Felsgehänges abbilden kann, so wenig kann ein Geologe die oft ebenfalls tausendfältig übereinandergetürmten Schichtlagen verzeichnen.

Es handelt sich hier wie dort nur darum, durch Auswahl einer verhältnismäßig beschränkten Zahl von Elementen die großen Wiederholungen sinngemäß anzudeuten.

Das Grundmotiv ist dabei, den Schichtkomplex nicht allein durch eine Farbfläche, welche seine Stellung im historischen System ergibt, sondern einen Auszug seiner inneren Struktur selbst zu charakterisieren. Nur in den Fällen, wo dies nicht gelingt, wird die Farbfläche als solche allein behalten.

Während wir also auf einer gewöhnlichen geologischen Karte über der topographischen Grundlage nur die Farbflächen der verschiedenen Formationen haben, soll nun gewissermaßen noch das geologische Strukturbild dazukommen. Rudimente eines solchen Strukturbildes stellen in gewissem Sinne schon die Fallzeichen dar.

Ausgehend von diesem dreifachen System, Topographie, historische Geologie, strukturelle Geologie, wo jede Darstellung für sich unabhängig erscheint, ergeben sich nun folgende Möglichkeiten zur Vereinfachung.

Während sich der Geologe im allgemeinen begnügt, die Grenzen bestimmter Gruppen nach ihren Terrainschnitten in der Karte festzulegen, wird bei dieser Methode versucht, noch innerhalb dieser Schichtgruppen die wichtigeren strukturellen Erscheinungen wie Schichttungen, Faltungen, Sprünge, Gänge . . . ebenfalls nach ihren Terrainschnitten in die Karte einzutragen. Es ist klar, daß ein solches Verfahren vor allem in einem lebhaft gefalteten und gestörten Gebiete mit kräftigem Relief zur vollen Entfaltung kommen kann, weil nur hier der entsprechende Reichtum von strukturellen Terrainschnitten vorhanden ist. Ebene, schlecht aufgeschlossene Gebiete liefern kein genügendes Material für die Anwendung dieser Methode. Es ist weiter wichtig zu bemerken, daß die Kartierung der feineren Strukturen genau ebenso raumrichtig erfolgen muß wie jene der anderen geologischen Grenzen. Hat man nun den Flächeninhalt einer bestimmten Formation genugsam dicht mit Strukturlinien angefüllt, so kann man

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Farbfläche dieser Formation weglassen und durch ihre entsprechend farbigen Strukturlinien ersetzen.

Ich kann ohne irgendwelche Einschränkung der Ausdrucksfähigkeit die Farbflächen weglassen und dafür die geologische Struktur jeder Formation in entsprechend farbigen Linien, Punkten ... ausführen.

Der Gewinn ist eine Entlastung, eine Aufhellung des Kartenbildes, dem allerdings wieder ein Verlust an Übersichtlichkeit gegenübersteht. Es wird sich deshalb in der Praxis die Beibehaltung der Farbflächen neben den Strukturgittern am meisten empfehlen. In einzelnen Fällen, wenn zwischen dem dargestellten Relief und der geologischen Struktur klar ersichtliche Beziehungen bestehen, kann man sogar noch weiter gehen und die Topographie mit der geologischen Struktur verbinden.

Es entsteht dann eine Terraindarstellung mit Hilfe der geologischen Strukturlinien. Diese Art der Darstellung ist naturgemäß ans Felsgehänge gebunden und für die Bereiche der Isohypsen und Schraffendarstellung nicht zu gebrauchen, denn diese Linien sind ja nicht in der Natur bezeichnet, sondern nur hineinkonstruiert. Sie kann nur für Gebiete gelten, die topographisch durch Reliefformen charakterisiert sind, welche im wesentlichen der geologischen Struktur des Gebirges folgen. In vielen Teilen des Hochgebirges ist das nun sicherlich der Fall. In solchen beschränkten Bereichen kann man die topographische und geologische Zeichnung vereinigen.

Während es also auf guten topographischen Karten wohl ausführbar ist, das Felsterrain nach seiner geologischen Struktur zu charakterisieren, versagt diese Methode für die glatten bewachsenen Gehänge, die mit Isohypsen oder Schraffen gezeichnet werden. Hier sind die geologischen Strukturformen meist viel zu fein und zu sehr verborgen, um topographisch wirksam zu sein. Das gilt namentlich für die von den Gletschern abgeschliffenen mittleren und unteren Gehängezonen. Hier fällt die Aufgabe des Topographen und des Geologen weit auseinander. Das Studium der Innenstruktur ist häufig so intim, daß nur aus nächster Nähe mit Hammer und Kompaß Schritt für Schritt vorgedrungen werden kann. In solchen Gebieten wird man immer die Innenstruktur gewaltsam über das topographische Relief spannen müssen und eine Vereinigung ist vollkommen ausgeschlossen.

Es ergibt sich also aus dem Vorstehenden folgende Vereinfachungsreihe: Topographie + geologische Farbflächen + geologische Strukturlinien = Topographie + geologische farbige Strukturlinien = geologische farbige Topographie. Die erste und mittlere Gruppe ist zu allgemeiner Anwendung fähig, die letztere kommt nur in Ausnahmefällen in Betracht. Es ist von vornherein klar, daß durch die Hinzufügung der geologischen Struktur die Berichterstattung des Kartenbildes eine bedeutend reichere und mannigfaltigere wird.

Wir kennen von den meisten Stellen so nicht nur den historischen Horizont, sondern auch die Raumstellung und den inneren Aufbau der Gesteine. Schon die einfache Unterscheidung zwischen geschichteten und ungeschichteten Gesteinsmassen wird dadurch wertvoll, daß sie genauere Studien ermöglicht wie und warum dieselben Schichten bald

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

geschichtet, bald ungeschichtet auftreten. Viel reicher werden die Aussagen, wenn man durch graphische Abbildung den mannigfaltigen Arten von Schichtung, Pressung, Knetung, Druckschieferung, Kleinfältelung . . . kurz den stratigraphischen und mechanischen Materialzuständen nähertritt. In der Linienzeichnung ist es möglich, Ausdrucksmittel für die vielen, hier nur teilweise berührten Gesteinsverhältnisse zu finden.

Wird eine Formation nicht mehr als Einheit, sondern als Aufeinanderfolge oder als Verbindung viel kleinerer Einheiten aufgefaßt und dargestellt, so bietet dieser Aufbau an und für sich schon ohne den Hinzutritt von tektonischen Veränderungen viele interessante Aufgaben. Der Wechsel der Schichtungen, die Einschaltung verschiedenartiger Bänke, das Aus- und Einklingen verschiedener Fazies, Unterbrechungen der Sedimentation, Fossil- und Erzführung . . . geben reichlich Gelegenheit zu seiner Charakterisierung im Linienbilde. Das Verhältnis der Formationen zueinander, ihre Grenzverhältnisse treten im Linienbilde klarer, eindeutiger und natürlicher hervor. Diskordante und konkordante Lagerung weisen sich sofort nach den Terrainschnitten aus. Die oft künstlichen Grenzen der Formationen verlieren ihre Schroffheit, weil das Detail der Schichtfolgen jeweils die Erklärung der örtlichen Verhältnisse dazu gibt.

Die wichtige Unterscheidung zwischen ursprünglich sedimentärer und späterer tektonischer Diskordanz kann vielfach schon aus dem sorgfältig gezeichneten Kartenbilde abgelesen werden.

Die Verfolgung der Struktur durch Einzeichnung auf der Karte wird uns in vielen Fällen auf Störungen, Wiederholungen, Lücken in den Sedimenten . . . aufmerksam machen, die uns sonst bei einer generellen Beobachtung sicherlich entgehen würden. Die Methode zwingt zu viel genauerem Abgehen und viel intensiverem Beobachten, sie zeigt uns aber auch viel deutlicher den Unterschied zwischen sorgfältig und flüchtig behandelten Gebieten.

Die hier kurz betrachtete Methode, die geologischen Formationen durch ihre innere Struktur darzustellen, hat ihre Hauptanwendungsgebiete in stärker dislozierten und kräftig modellierten Gebieten.

Wenn ich den Aufbau einer Formation zum Beispiel durch die Folge ihrer Schichten kartographisch darstellen will, so müssen genügend viele Terrainschnitte dieser Schichten vorhanden sein. Das ist nun bei flacher Lagerung und ebenem Terrain nicht der Fall. Hier versagt die Methode, wenn sich nicht andere vielleicbt auch benützbare Struktureigentümlichkeiten einstellen.

Wir brauchen für die Schichtencharakteristik, wenn sie plastische Bilder ergeben soll, eben ein lebhaft eingeschnittenes Relief.

Trotzdem ist auch für Gebiete schwebender Lagerung und flachen Terrains die linienhafte Zeichnung der flächenhaften überlegen, wenn es sich handelt, nicht nur das Nebeneinander, sondern auch das Untereinander von Schichten zur Darstellung zu bringen.

Es gibt viele Fälle, insbesondere in der praktischen Geologie und in der Bodenkunde, wo es von Wert sein kann, nicht nur den Verlauf der obersten Schichte, sondern auch den der darunterliegenden

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zu verfolgen. Das kann für manche Gebiete auf Grund von bergmännischen Aufschließungen oder von Bohrungen ermöglicht sein.

Studien solcher Art sind natürlich vor allem auf Gebiete von flacher Schichtlagerung oder auf geringmächtige Zonen wie die verschiedenen Humuslagen, Sinterbildungen . . . beschränkt und haben im starkgestörten oder innig verfalteten Gebirge keine Anwendung.

Es gibt auch hier wieder verschiedene Methoden, um das Untereinanderliegen der Schichten im Linienbilde auszudrücken, die alle darauf beruhen, daß man sich im Geiste die betreffende Oberflächenzone durchbohrt, in sie ein regelmäßiges Relief eingeschnitten vorstellt und nun die Projektion der so entstehenden Schichtenanschnitte benützt, um die Tiefenlagerung der Schichten abzubilden.

Auf der beiliegenden Tafel VIII sind einige der einfachsten Fälle, welche hier entgegentreten in schematischer Weise mit Hilfe von farbigen Gittern vorgeführt. Die Wahl der Gitterart muß in jedem Falle den örtlichen Verhältnissen und dem Zwecke der Arbeit entsprechend gesucht werden.

Diese Methode durch ein hineingedachtes Relief, durch fingierte Gruben eine Schichtlage durchsichtig zu machen, ist ohne weiteres auch bei flächenhafter Kartenbemalung je nach Bedarf einschaltbar.

Sie bietet zum Beispiel auch ein Mittel bei Schuttüberdeckungen . . . den Untergrund durchschauen zu lassen, wenn derselbe, wie ja in vielen Fällen, sicher bekannt ist.

Für die kartographische Darstellung von vulkanischen Gebieten, von Kohlenfeldern, Salzlagern . . . ergeben sich hier mannigfaltige Anwendungen sowohl für hypothetische als auch durch Bohrungen . . . versicherte Arbeiten. Die Zeichnung in farbigen Gittern bedeutet für ebene Gebiete in mancher Hinsicht dasselbe wie für das Gebirge die Darstellung in geologischen Strukturlinien.

Um nun die nötigen möglichst raumrichtig fixierten Strukturlinien zu gewinnen, hat der Geologe bisher auf der Karte hauptsächlich mit Kompaß und Aneroid die Ergebnisse seiner Aufnahmen festgestellt.

Das wird auch in Zukunft noch in den weitaus meisten Fällen der einfachste Arbeitsvorgang bleiben, wenn uns auch die Photographie mit ihren so rasch vorwärtsschreitenden Verbesserungen immer bequemere und feinere Hilfsmittel zur Bestimmung der Raumverhältnisse in die Hand gibt.

Die moderne Photogrammetrie ist imstande, rasch und in beliebigem Maßstab aus Stereophotogrammen Isohypsenkarten zu entwickeln. Der Stereoautograph von v. Orell (wird von der Firma Zeiß in Jena geliefert) gestattet diese Umzeichnung der Photogramme zu Isohypsenkarten von freigewähltem Maßstab in einer sehr sinnreichen und völlig präzisen Weise. Die Isohypse, welche bisher auch auf den besten Karten noch immer viele Merkmale einer zwangsweisen Behandlung zu erkennen gab, wird durch dieses geniale Instrument von allen äußeren Einflüssen befreit und mit dem ganzen natürlichen Leben des Reliefs erfüllt.

Da nun aber Photographien sehr viel mehr Details als jede Karte enthalten und da sie insbesondere im Vergleich mit der Natur eine viel leichtere und genauere Ortsbestimmung ermöglichen, so dürfte es

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

für viele Gebiete, zum Beispiel im Hochgebirge schon jetzt lohnender sein, wirklich feine Eintragungen auf guten Stereophotogrammen vorzunehmen und diese dann daheim zugleich mit dem Terrain zur Karte umzuzeichnen.

Für diese Methode ist natürlich alles nur irgendwie auf der Photographie noch sichtbare Detail für die Benützung und Verfolgung bei geologischen Studien zugänglich gemacht. Es hängt hier nur mehr vom Maßstab ab, in dem die Umzeichnung erfolgt, was in der Karte noch ausgeschieden werden kann.

Das Problem der raumrichtigen Eintragung der Strukturlinien, das häufig durchaus nicht einfach liegt, erscheint hier in klarer und eleganter Weise bewältigt. Sogar die Frage nach der Auswahl der zur Charakteristik der Formationen besonders wichtigen Liniengruppen wird durch das Studium der Photographien sehr erleichtert. Die Photogrammetrie ist für die hier vorgetragene Methode der geologischen Kartierung von außerordentlichem Wert. Sie ist ein machtvolles Hilfsmittel für die feinsten Aufgaben des Feldgeologen geworden, das man in Zukunft immer mehr sich dienstbar machen wird. Leider stehen wir erst am Beginn der Wirksamkeit dieser neuen Arbeitsmethoden und das vorhandene Kartenmaterial entspricht noch nicht den Versprechungen der neuen Instrumente. Man wird aber nicht vergessen dürfen, wieviel trotz aller Maschinen noch von dem Formensinn, den Kenntnissen und der Zeichenkunst des Topographen abhängt und wieviel derselbe von den Erfahrungen der Geologen und Morphologen wird verwenden können.

Viele Fragen der Morphologie sind nunmehr zur Entscheidung in die Hände des Topographen übergeben.

Ich verweise hier nur zum Beispiel kurz auf die Frage nach der Existenz von einem oder vier glazialen Taltrögen in den ehemals vergletscherten Alpentälern Was bisher für das Vorhandensein von vier ineinandergeschalteten Trögen aus dem älteren Kartenmaterial herauskonstruiert wurde trägt allzusehr den Schein persönlicher Phantasien an sich, um ernst genommen zu werden.

Des weiteren werden alle kartographischen Darstellungen von sich rasch umformenden Oberflächenstücken der stereophotogrammetrischen Methode zufallen. Hierher gehören vor allem die Aufnahmen von Gletschern, von Mur- und Bergsturzterrains, von Rutschgeländen, von Überschwemmungen, Vulkanausbrüchen, Erdbebenstörungen, Brandungswirkungen, Dünen. Die wissenschaftliche Kontrolle der Raumverhältnisse solcher Erscheinungen wird nun nicht nur viel genauer, sondern vor allem viel rascher erfolgen können.

Die hier beschriebene geologische Kartierungsmethode beruht nicht allein auf theoretischen Überlegungen, sondern dieselbe wurde in den letzten Jahren bei der Neuaufnahme der Lechtaler Alpen zur Durchführung gebracht. Die beigefügte Tafel enthält ein kleines Probestück aus dieser Karte, welche auf Grundlage der neuen Alpenvereinskarte im Maße 1:25.000 hergestellt wurde. Diese Karte wurde, wie noch einige im Norden, Osten und Westen anschließende Blätter, von dem Ingenieur Leo Aegerter auf Grund der Katastertriangu-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

lation aufgenommen, der seine Meisterschaft in der Darstellung des Hochgebirges hier von Blatt zu Blatt noch zu steigern wußte.

Dieser ausgezeichnete Topograph hatte bei seinen Arbeiten ganz unabhängig von meinen Plänen schon lange die größte Aufmerksamkeit auf die geologische Struktur der von ihm dargestellten Gelände gewendet und in der Felszeichnung mit Geschick zum Ausdruck gebracht. Dadurch war den Aufgaben der Geologen in vieler Hinsicht vorgearbeitet. Insbesondere wurde meine Absicht, den geologischen Strukturen mit aller möglichen Genauigkeit nachzuspüren, durch seine Kartenwerke ganz wesentlich erleichtert und führte bald zu einem gegenseitigen Austausch unserer Erfahrungen und zu gesteigerten Forderungen für unsere weiteren Aufgaben.

Die beigefügten Karten sind von Herrn H. Rohn lithographiert, welcher den hier besprochenen Bestrebungen stets ein freundliches Interesse entgegenbrachte und dieselben durch manchen Versuch und guten Einfall zu fördern verstand. Daß er neben der anstrengenden Pflicht des Kartenstechens noch die Freude zu solchen Arbeiten fand, gibt uns wieder einen Beweis seiner intensiven Arbeitskraft und seiner primären Freude an den Fortschritten der Kartographie.

Zum Schlusse möchte ich auch hier noch dem Deutschen und österreichischen Alpenverein herzlich danken, der den Unternehmungen der alpinen Geologen nicht nur seine Wege und Hütten, sondern auch seine schönen Karten bietet.

Gesellschafts-Buchdruckerei Bruder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tafel VIII.

Über neue Methoden zur Verfeinerung des geologischen Kartenbildes.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Erklärung zu Tafel IX.

Die kleine geologische Karte stellt einen Ausschnitt aus der großen Alpenvereinskarte der Lechtaler Alpen im Maße 1:25.000 dar, welche von Ingenieur L. Aegerter aufgenommen und in der Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V. 1911 veröffentlicht wurde. Der Verfasser dieser Arbeit erhielt auf sein Ansuchen bereits im Frühjahr 1910 vom Hauptausschuß des D. u. Ö. A.-V. die Erlaubnis, die Alpenvereinskarten der Allgäuer und Lechtaler Alpen als Grundlagen seiner geologischen Aufnahmen zu verwenden.

Der hier abgedruckte Ausschnitt bringt eine geologische Karte der Grießtaler Spitze, welche sich südlich der Ortschaften Holzgau-Hägerau-Steeg im Lechtal erhebt. Die Schichtfolge umfaßt:

hd = Hauptdolomit		*M* = Manganschiefer	
K = Kössener Schichten		*h* = Hornsteinkalke	Oberer Jura
d = oberrhätischer Kalk (oberer Dachsteinkalk)		*a* = Aptychenkalke	Oberer Jura
lk = Liashornsteinkalk		*Kr* = Schiefer, Sandsteine, Konglomerate, Breccien	Obere Kreide
l = Liasfleckenmergel		*Mo* = Blockmoränen.	

Die punktierten Linien zeigen den Ausstrich von Gesteinsgrenzflächen an, die vollen schwarzen Linien ebenfalls, doch von solchen, welche außerdem Bewegungsflächen waren.

Die Bereiche der frischen Schuttbildung sind der Einfachheit wegen weiß gelassen.

In der unteren Karte desselben Gebietes ist nun noch die Schichtstruktur in das geologische Kartenbild aufgenommen. Hauptsächlich aus Rücksicht auf eine billigere und einfachere Herstellung wurden alle Schichtungslinien mit einer Farbe dargestellt, obwohl es viel lebendiger wirkt, wenn die Schichtung im Bereiche jeder verschiedenen Formation mit einer eigenen Farbe hervorgehoben wird. Die Schichtungslinien geben als Schnitte der Schichtungsflächen mit der Terrainfläche die räumliche Stellung der Schichten wieder, soweit sie nach den bisherigen Aufnahmen bekannt ist. Es läßt sich hier bei weiterem Studium eine noch viel größere Feinheit in der Architektur zum Ausdrucke bringen. Die Einzeichnung der Schichtungslinien gewährt aber auch noch die Möglichkeit, den lithologischen und dynamischen Zustand der Schichten graphisch zu verfolgen. Es lassen sich zum Beispiel Wechsellagerungen von Mergeln und Kalken, dünnere, dickere Bänke, schräge Schichtung, Intrusionen ... darstellen, des weiteren können ruhig gelagerte, stark gefaltete, gezerrte, gequetschte, zertrümmerte ... Schichten durch entsprechende Linienführung, also zum Beispiel durch glatte, gekräuselte, unterbrochene, ungleich dicke, punktierte ... Linien abgebildet werden.

In der Karte der Grießtaler Spitze ist von dynamischen Erscheinungen nur der stellenweise Verlust der Schichtung im Hauptdolomit sowie der Gegensatz zwischen den wenig und stark beanspruchten Schichten der Aptychenkalke, zum Beispiel am Südhang der Peischelspitze und im Sockel der Schubdecke der Grießtaler Spitze berücksichtigt.

Schuttablagerungen können durch farbige Punkte abgebildet werden. Hier könnte man, wenn für den Schutt jeder Formation dieselbe Farbe wie für die Formation gewählt wird, auch alle verschiedenen Schutthalden und ihre Mischungen darstellen. Durch die Anordnung, Größe und Form der Punkte würden die Lagerungs-, Größen- und Formenverhältnisse der Schuttstücke angezeigt werden.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Erklärung zu Tafel IX.

Die kleine geologische Karte stellt einen Ausschnitt aus der großen Alpenvereinskarte der Lechtaler Alpen im Maße 1:25.000 dar, welche von Ingenieur L. Aegerter aufgenommen und in der Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V. 1911 veröffentlicht wurde. Der Verfasser dieser Arbeit erhielt auf sein Ansuchen bereits im Frühjahr 1910 vom Hauptausschuß des D. u. Ö. A.-V. die Erlaubnis, die Alpenvereinskarten der Allgäuer und Lechtaler Alpen als Grundlagen seiner geologischen Aufnahmen zu verwenden.

Der hier abgedruckte Ausschnitt bringt eine geologische Karte der Grießtaler Spitze, welche sich südlich der Ortschaften Holzgau-Hägerau-Steeg im Lechtal erhebt. Die Schichtfolge umfaßt:

hd = Hauptdolomit
K = Kössener Schichten
d = oberrhätischer Kalk (oberer Dachsteinkalk)
lk = Liashornsteinkalk
l = Liasfleckenmergel
M = Manganschiefer
h = Hornsteinkalke } Oberer Jura
a = Aptychenkalke }
Kr = Schiefer, Sandsteine, Konglomerate, Breccien } Obere Kreide
Mo = Blockmoränen.

Die punktierten Linien zeigen den Ausstrich von Gesteinsgrenzflächen an, die vollen schwarzen Linien ebenfalls, doch von solchen, welche außerdem Bewegungsflächen waren.

Die Bereiche der frischen Schuttbildung sind der Einfachheit wegen weiß gelassen.

In der unteren Karte desselben Gebietes ist nun noch die Schichtstruktur in das geologische Kartenbild aufgenommen. Hauptsächlich aus Rücksicht auf eine billigere und einfachere Herstellung wurden alle Schichtungslinien mit einer Farbe dargestellt, obwohl es viel lebendiger wirkt, wenn die Schichtung im Bereiche jeder verschiedenen Formation mit einer eigenen Farbe hervorgehoben wird. Die Schichtungslinien geben als Schnitte der Schichtungsflächen mit der Terrainfläche die räumliche Stellung der Schichten wieder, soweit sie nach den bisherigen Aufnahmen bekannt ist. Es läßt sich hier bei weiterem Studium eine noch viel größere Feinheit in der Architektur zum Ausdrucke bringen. Die Einzeichnung der Schichtungslinien gewährt aber auch noch die Möglichkeit, den lithologischen und dynamischen Zustand der Schichten graphisch zu verfolgen. Es lassen sich zum Beispiel Wechsellagerungen von Mergeln und Kalken, dünnere, dickere Bänke, schräge Schichtung, Intrusionen . . . darstellen, des weiteren können ruhig gelagerte, stark gefaltete, gezerrte, gequetschte, zertrümmerte . . . Schichten durch entsprechende Linienführung, also zum Beispiel durch glatte, gekräuselte, unterbrochene, ungleich dicke, punktierte . . . Linien abgebildet werden.

In der Karte der Grießtaler Spitze ist von dynamischen Erscheinungen nur der stellenweise Verlust der Schichtung im Hauptdolomit sowie der Gegensatz zwischen den wenig und stark beanspruchten Schichten der Aptychenkalke, zum Beispiel am Südhang der Peischelspitze und im Sockel der Schubdecke der Grießtaler Spitze berücksichtigt.

Schuttablagerungen können durch farbige Punkte abgebildet werden. Hier könnte man, wenn für den Schutt jeder Formation dieselbe Farbe wie für die Formation gewählt wird, auch alle verschiedenen Schutthalden und ihre Mischungen darstellen. Durch die Anordnung, Größe und Form der Punkte würden die Lagerungs-, Größen- und Formenverhältnisse der Schuttstücke angezeigt werden.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

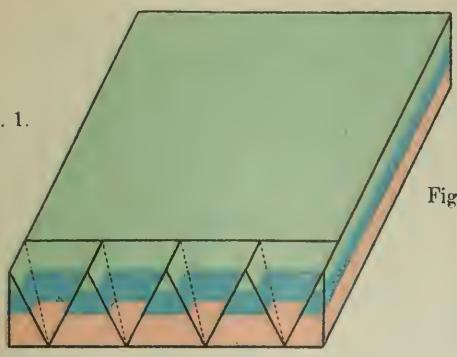


Fig. 2.

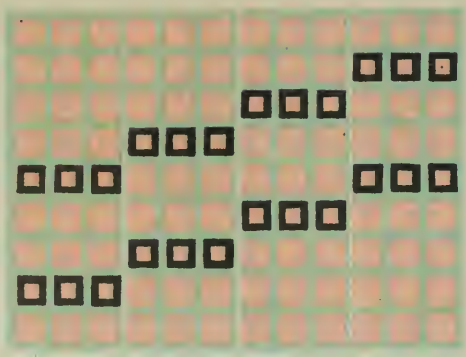


Fig. 3.

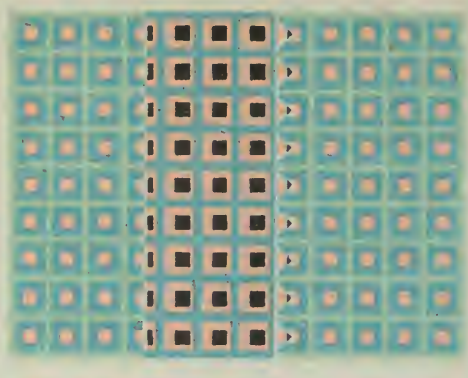


Fig. 4.

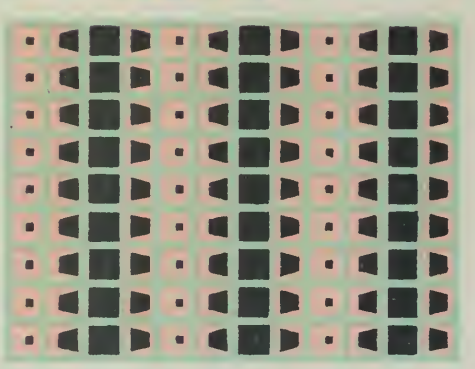
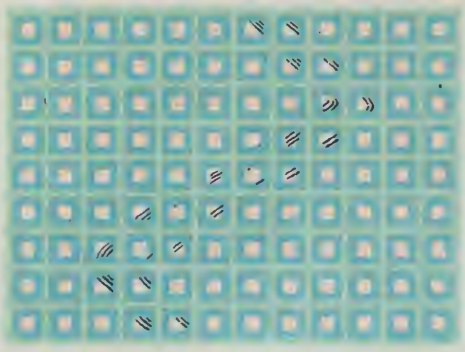
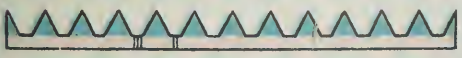


Fig. 5.





G. Freytag & Berndt, Wien.

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band LXII, 1912.
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stich von H. Rohn G. Freytag & Berndt, Wien

Ausschnitt aus der Karte der Lechtaler-Alpen von „L. Aegerter".
Herausgegeben vom Deutschen u. Oesterreichischen Alpen-Verein.

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band LXII, 1912.
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 062

Autor(en)/Author(s): Ampferer Otto

Artikel/Article: Über neue Methoden zur Verfeinerung des geologischen Kartenbildes. 183-194