

Ueber geologische Karten.

Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 1. Juni 1923.

Von Julius Pia.

Sehr verehrte Frauen und Herren!

Die geologischen Karten, mit denen wir ja täglich arbeiten, sind uns scheinbar ihrem Wesen nach so vollkommen klar, daß es sich kaum der Mühe lohnt, über sie zu sprechen. Je öfter man aber in die Lage kommt, selbst geologische Karten verschiedener Gebiete und verschiedenen Maßstabes zu zeichnen, desto nachdrücklicher wird man auf gewisse allgemeine Fragen geführt, die für den Fortschritt der Wissenschaft keineswegs belanglos sind. Es war mir deshalb sehr willkommen, daß sich Gelegenheit zu einem Meinungs-austausch über diesen Gegenstand in unserer Gesellschaft bot. Als Einleitung zu einer Wechselrede möchte ich meinen Vortrag in erster Linie betrachtet wissen. Für meine Hauptaufgabe halte ich es dabei, unseren allgemeinen, erkenntnistheoretischen Standpunkt dem Thema gegenüber genauer zu bestimmen. Sie müssen mir deshalb gestatten, etwas weiter auszuholen, auch wenn nicht sofort klar sein sollte, was meine Bemerkungen mit geologischen Karten zu tun haben.

Wenn wir irgend einem Naturgegenstand unsere Aufmerksamkeit zuwenden, können wir uns zu ihm in zweierlei Art verhalten, entweder rein anschauend, oder erkennend. Im ersten Fall, wenn wir gar nichts fragen, sondern uns einfach den von dem Gegenstand ausgehenden Empfindungen und Stimmungen überlassen, ist unsere Einstellung eine ästhetische. Es mag sein, daß dieser Standpunkt eigentlich der zweckmäßigste und vollkommenste ist. Doch ist der menschliche Geist so beschaffen, daß er auf ihm nicht dauernd verharren kann. Er geht vielmehr mit Notwendigkeit dazu über, sich gewisse Fragen über den Gegenstand, der seine Aufmerksamkeit erregt hat, vorzulegen. Er sucht den Gegenstand zu erkennen, d. h. in begriffliche Zusammenhänge einzuordnen. Man bezeichnet eine solche Erfassung eines Gegenstandes durch Begriffe als seine Begreifung.

Insoferne man sich dabei an gewisse Regeln und Voraussetzungen hält, entsteht Wissenschaft. Die Fragen, die sich einem bei Betrachtung eines neuen Gegenstandes aufdrängen, sind — so viel ich augenblicklich sehe — folgende vier:

Wie ist das?

Was ist das?

Wie ist das so geworden?

Warum ist das so?

Als fünfte käme vielleicht noch die Frage dazu: Wozu ist das gut? Diese Frage führt aber bereits über den Bereich der Wissenschaft hinaus, entweder — wenn wir sie als Frage nach dem Nutzen für uns verstehen — auf das Gebiet der Technik im weitesten Sinn, oder — wenn man nach einem inneren Wert fragt — in die Metaphysik.

Die Beantwortung der angeführten vier Fragen ergibt vier verschiedene Arten der wissenschaftlichen Begreifung, die Beschreibung, Einteilung oder Klassifikation, die Geschichtschreibung und Erklärung. Es wird nützlich sein, kurz zu zeigen, welche Gestalt diese vier Betrachtungsweisen verschiedenen Gegenständen gegenüber annehmen, wobei ich mich jedoch auf Naturgegenstände beschränken will. In den biologischen Wissenschaften wird die Beschreibung, so weit es sich um die Form handelt, durch die Morphologie besorgt, zu der die Anatomie, Histologie, Embryologie und wohl noch andere als Unterabteilungen gehören. Die Beschreibung der Funktionen obliegt der Physiologie. Die Morphologie kann sich natürlich auch mit fossilen Arten befassen, so weit es sich dabei nur um die Darstellung der Form, nicht der Geschichte handelt. Auf die Frage: „Was ist das?“ antwortet die Systematik. Wenn ich z. B. sage: Der Walfisch ist ein Säugetier, d. h. bei genauer Untersuchung stimmt er trotz äußerer Unähnlichkeit mit den sonst bekannten, landbewohnenden Säugetieren in zahllosen Merkmalen bis ins Einzelne überein, während seine Ähnlichkeiten mit den Fischen zwar äußerlich auffallend, aber weder zahlreich noch weitgehend sind, so ist das zweifellos eine vollwertige wissenschaftliche Feststellung. Die Geschichte der Organismen behandelt die Phylogenie oder Stammesgeschichte, die sich dabei in erster Linie auf die Paläontologie zu stützen hat. Die Erklärung der Erscheinungen des organischen Lebens endlich obliegt der Biologie

im engeren Sinn, die diese Erscheinungen als die Wirkungen allgemeiner Gesetze darstellen soll, die alles Leben als solches beherrschen. Ihre Teile sind die Vererbungslehre, die Deszendenztheorie usw.; ihr wesentlichstes Forschungsmittel ist das Experiment. Ich glaube, es ist gerade für den Paläontologen nicht ohne Wert, sich die Selbständigkeit dieser aufgezählten Wissenschaftszweige klar zu machen. Daß die Beschreibung eine selbständige Aufgabe ist, wird er vielleicht eher zugeben, denn sie wird bei fossilen Tieren und Pflanzen zur Rekonstruktion, die sich schon wegen ihrer Schwierigkeit eines gewissen Ansehens erfreut, (Wenn wir die Funktionen, nicht die Formen, rekonstruieren, sprechen wir von Paläobiologie.) Daß Systematik und Phylogenie ihrem Wesen nach ganz verschieden sind, habe ich mich schon wiederholt auseinanderzusetzen bemüht, so daß ich heute nicht darauf einzugehen brauche. Aber auch Deszendenztheorie und Stammesgeschichte sind verschiedene Dinge. Immer wieder verfallen die Experimentalbiologen in den Fehler, aus den von ihnen gefundenen Regeln den allgemeinen Verlauf der Phylogenie ohne genaue Kenntnis der Fossilien rekonstruieren zu wollen. Umgekehrt irren die Paläontologen dadurch, daß sie glauben, aus der Untersuchung der Fossilien, statt aus dem Experiment, die Gesetze erschließen zu können, nach denen die Entwicklung erfolgt. Jene erklären, ohne den zu erklärenden Gegenstand, nämlich die tatsächliche Entwicklung der Organismen, diese, ohne die wirksamen Kräfte zu kennen. Eine Lösung des Problems der Deszendenz kann selbstverständlich nur durch das Zusammenwirken beider Forschungsrichtungen gefunden werden.

Wenden wir uns nun der Geologie zu, so möchte ich für deren rein beschreibenden Teil am liebsten den guten alten Namen Geognosie wieder einführen. Die Geognosie umfaßt die Darstellung der Gesteinsfolge eines Gebietes, ihres Fossilinhaltes und ihrer Lagerungsverhältnisse (lokale Tektonik). Der Systematik entspricht in der Geologie die Stratigraphie und die regionale Tektonik. Das Gegenstück zum zoologischen System ist einestells das Formationsschema, andernteils die Gliederung der Erdoberfläche in tektonische Einheiten verschiedener Ordnung. Ein Gestein wird geologisch bestimmt, indem ich ihm seine Stellung im Formationsschema zuweise (z. B.: Der Hauptdolomit

ist teils karnisch, teils norisch), ein Gebiet aber, indem ich es einer tektonischen Einheit zuteile, es regionaltektonisch eingliedere. Das Problem, ob die Südalpen den Alpen oder den Dinariden zuzurechnen sind, ist ein systematisches, durchaus vergleichbar dem, ob die Tabulaten Korallen oder Bryozoen sind. Der eigentlich historische Teil der Geologie ist die Paläogeographie im weitesten Sinne, die Kunde von der Geschichte der Meere und Festländer, der Gebirge, des Klimas, der Floren und Faunen usw. Der erklärende Zweig unseres Faches endlich ist die dynamische Geologie. Sie sucht die physikalischen Gesetze zu ergründen, die die Entwicklung der Erde beherrschen und ihren heutigen Zustand hervorgebracht haben. In ihrer gegenwärtigen Form scheint mir die dynamische Geologie allerdings auch viele Kapitel zu enthalten, die mehr der Physiologie entsprechen, indem sie eine einfache Beschreibung der vor unseren Augen sich abspielenden geologischen Vorgänge bieten.

Was das Verhältnis der vier oben aufgezählten wissenschaftlichen Grundfragen zueinander betrifft, so scheint vom streng logischen Standpunkt aus die Beantwortung jeder folgenden die der Vorhergehenden vorauszusetzen. Ich muß einen Gegenstand zuerst beschreiben, dann bestimmen, darauf seine Entstehungsgeschichte feststellen und ihn zuletzt erklären. In Wirklichkeit liegt die Sache nicht so einfach. Vielmehr sind die vier Forschungsrichtungen wechselseitig durcheinander bedingt, so daß jede von ihnen eine gewisse Höhe erreicht haben muß, damit die anderen sich wieder weiter entwickeln können. Ich habe schon öfter auseinandergesetzt, daß die Systematik ohne die Phylogenie nicht zum Ziel gelangen kann. Es ist aber auch klar, daß wir ohne Systematik nicht richtig rekonstruieren können. Ebensowenig läßt sich Geognosie ohne Rücksicht auf regionale Zusammenhänge treiben. Die Paläogeographie kann nicht ohne fortwährende Anwendung unserer Kenntnis von den geologischen Kräften gedeihen usw. Besonderen Wert möchte ich aber auf die Feststellung legen, daß die vier aufgezeigten Arten wissenschaftlicher Begreifung eines Naturgegenstandes einander gleichwertig sind. Das Beschreiben und Bestimmen sind durchaus selbständige wissenschaftliche Aufgaben, nicht etwa nur Hilfsmittel für die Erforschung der Geschichte des Naturgeschehens und der Kräfte, die es beherrschen. Die klare, be-

friedigende Darstellung der ein Stück der Erdrinde aufbauenden Schichtglieder, das Verfolgen der Falten- und Bruchsysteme, die Horizontierung einer Fauna, die naturgemäße Unterteilung einer Tiergruppe sind genau in demselben Sinn wissenschaftliche Leistungen wie die Aufstellung eines Stammbaumes oder die physikalische Erklärung einer Überschiebung.

Es ist eine hochinteressante psychologische Erscheinung, daß diese Gleichwertigkeit der verschiedenen Forschungsrichtungen wohl zu keiner Zeit anerkannt wurde, daß aber ihre vergleichsweise Wertschätzung sich wiederholt außerordentlich stark verschoben hat. Wenn wir uns auf die Neuzeit beschränken, so finden wir während der Blüte der Renaissance in der Naturwissenschaft, so weit sie damals überhaupt Beachtung fand, das Theoretische entschieden bevorzugt. Nur die Aufstellung geistreicher Theorien wurde an den damaligen Kulturzentren hochgeschätzt. Einzelne Männer, wie Leonardo da Vinci, deren Aufmerksamkeit auf die Beobachtung der Tatsachen gerichtet war und die uns heute als die genialen Vorläufer des späteren Aufschwunges erscheinen, fanden keinerlei Verständnis. Bald trat jedoch eine Abkehr von dieser theoretischen Richtung ein, die durch Bacons „Novum Organon“ etwa bezeichnet werden kann, wenn auch natürlich nicht durch diesen Schriftsteller hervorgerufen wurde. Die neue, auf eingehender Beobachtung fußende Richtung führte die Naturwissenschaften zu einer großartigen Blüte. Allmählich gelangte sie aber zu einer einseitigen Übertreibung ihres Standpunktes und die Wissenschaft versandete immer mehr in einer Sammlung von Tatsachen, wogegen es strenge verpönt war, sich in Gedanken über die allgemeinsten Zusammenhänge des Naturgeschehens einzulassen. Romanes hat diese Geistesverfassung recht treffend als die Angst vor dem Popanz der Spekulation bezeichnet. Diese Entwicklungsperiode dauerte, wenn auch nicht unangefochten, bis in die Zeit Darwins, der selbst — wenigstens grundsätzlich — dieselbe Auffassung von der Naturwissenschaft hatte. Er betont an mehr als einer Stelle seiner Briefe, daß er ganz überzeugt sei, eine einzige richtig beobachtete Tatsache sei ein größerer Gewinn für die Wissenschaft, als die großartigste Theorie — eine Wertschätzung, der wir heute kaum zustimmen werden. Als es sich um die

Aufnahme Darwins in eine der großen wissenschaftlichen Gesellschaften Englands handelte, wurde von den Antragstellern ausdrücklich darauf hingewiesen, daß er ja nicht nur theoretische Werke, sondern auch eingehende Beschreibungen der lebenden und fossilen Cirripedier veröffentlicht habe. Diese Ausläufer einer älteren Ansicht schwanden aber rasch vor dem großartigen Umschwung, den die Deszendenzlehre in dem ganzen Betrieb der Naturwissenschaften hervorbrachte. Das Pendel schlug nun wieder in entgegengesetzter Richtung aus. Die Synthesen wurden das eigentlich wertvolle in der Wissenschaft. Das Beschreiben und Klassifizieren galt und gilt als eine wissenschaftliche Tätigkeit zweiten Ranges. Von „bloßer Systematik“ spricht man kaum anders als mit einer gewissen Geringschätzung. Zoologie, Botanik und Geologie weisen den Namen einer beschreibenden Naturwissenschaft von sich, und ihr höchstes Streben geht danach, in den Kreis der erklärenden Wissenschaften aufgenommen zu werden — wobei sie scheinbar ganz übersehen, daß die ihrem Wesen nach stets das Besondere, nicht — wie etwa die Physik — das Allgemeine der Naturvorgänge zum Gegenstand haben werden. An diesem Punkt halten wir heute. Die Folge dieser Unterschätzung ist, daß das Beschreiben, das eine gar nicht leichte Kunst ist, immer mehr in Verfall gerät. Es fehlen uns in vielen Wissensgebieten überhaupt die Begriffe, die geeignet sind, die Beschaffenheit eines Gegenstandes ohne Hypothese über die Art und die Ursachen seiner Entstehung auszudrücken. In der Systematik sollen die Gattungsnamen nicht mehr eine gekürzte Aussage über die Ähnlichkeiten einer Art, sondern eine Hypothese über ihre Abstammung bedeuten. Als ich mich bemühte, graphische und statistische Methoden zu entwickeln, die eine genauere Beschreibung des Faltungszustandes eines Gebietes erlauben, war es für mich eine der größten Schwierigkeiten, den Lesern klar zu machen, daß es keineswegs meine Absicht sei, die gebirgsbildenden Kräfte darzustellen. Diese Vernachlässigung der Kunst des Beschreibens gipfelt dann schließlich in Äußerungen wie die eines sehr bekannten Zoologen, der am Schluß einer Mitteilung über einige neue Säugetierarten, die ganz ungenügend beschrieben und abgebildet sind, einfach sagt: Wer nicht glaubt, daß es sich hier und bei den schon früher aufgestellten Formen um lauter verschiedene Arten handelt, der möge meine Schädelammlung besichtigen.

Es ist klar, daß die soeben ganz kurz skizzierten Wandlungen in der Methode nicht ein Vorgang sind, der sich nur innerhalb der Wissenschaft, so zu sagen wie in einem geschlossenen System, abspielt. Vielmehr sind sie nur eine Seite einer ganz allgemeinen Geistesrichtung der Zeit, der sie angehören. Dieselbe heitere, gemütliche Beschaulichkeit, die sich in der Biedermeierkunst ausspricht, vertieft sich auch selbstgenügsam in die Betrachtung der einzelnen Tier- und Pflanzenformen. Aber hier wie dort finden wir auch eine gewisse Scheu vor großen, in die Tiefe greifenden Problemen. Was unsere Gegenwart besonders auszeichnet, ist das allenthalben bemerkbare Überwuchern der Mittel über die Zwecke, so daß zwar die Zivilisation gedeiht, die Kultur aber immer mehr zurückgeht. Die Steigerung der Wirtschaft, die Erhöhung der Erzeugung und des Verbrauches gilt an sich als erstrebenswert, ohne Rücksicht darauf, ob die Menschen dadurch glücklicher oder unglücklicher werden. Der Erwerb von Geld, eines bloßen Mittels zur Beschaffung anderer Dinge, wird zum alleinigen Lebensinhalt, so daß für die Werte, die mit dem Geld gewonnen werden sollten, keine Zeit übrig bleibt. Stammbäume, Erklärungen, Synthesen, werden aufgestellt, aber die Naturgegenstände selbst, deren Begreifung der einzige Zweck dieser Synthesen ist, finden nur mehr ein untergeordnetes Interesse. Hingabe — sei es an ein ethisches Ziel oder an den Gegenstand der Forschung — ist nicht die starke Seite der Gegenwart. Es kommt ihr vielmehr, ganz ähnlich wie der Renaissance, darauf an, die eigene Individualität durchzusetzen, und das geschieht in der Wissenschaft am entschiedensten durch die Aufstellung einer erklärenden Theorie, weil diese von allen Begreifungen den subjektiven Einschlag am stärksten hervortreten läßt. Selbstverständlich empfinden beiweitem nicht alle Forscher in ihrem Inneren wirklich so. Ich glaube aber doch nicht fehl zu gehen, wenn ich diese Ansicht als die heute herrschende, von der öffentlichen Meinung anerkannte betrachte. Ich möchte deshalb versuchen, den Wert und die Bedeutung des Beschreibens und Bestimmens noch etwas genauer darzulegen.

Das Beschreiben ist der erste Schritt bei der Überführung einer anschaulichen Gegebenheit in ein Begriffssystem. Wenn dieser Schritt nicht mit aller Sorgfalt geschieht, fehlt dem

ganzen weiteren Begriffsgebäude die Grundlage. Auch der Beobachter selbst lernt die ihm vorliegenden Gegenstände erst wirklich genau kennen, indem er sie beschreibt. Wenn wir dies vernachlässigen, gelangen wir dazu, Dinge erklären zu wollen, die wir gar nicht kennen. Doch nicht darauf soll hier weiter eingegangen werden, denn daß das Beschreiben eine notwendige Vorarbeit ist, wird — wenigstens grundsätzlich — wohl allgemein zugegeben. Mir handelt es sich darum, zu zeigen, daß es eine selbständige wissenschaftliche Leistung ist, die ihren Wert in sich hat, auch ohne Rücksicht auf das, was weiter darauf aufgebaut werden soll, kurz, die dem Erklären gleichwertig ist.

Es sei deshalb zunächst an die Wichtigkeit erinnert, die die bloß beschreibende Feststellung gewisser Tatsachen für unser gesamtes Weltbild hat. Es ist zwar gewiß nicht zu bezweifeln, daß auch manchen erklärenden Erkenntnissen in dieser Beziehung eine sehr große Bedeutung zukommt. Ich denke etwa an die Überzeugung, daß gewisse Vorgänge, die in früheren Zeiten allgemein auf den direkten Eingriff übernatürlicher Mächte zurückgeführt wurden, wie der Blitz, das Erdbeben, die Entstehung der Gebirge oder der Tierarten, doch einer natürlichen Erklärung zugänglich sind — wenn deren genaue Form vielleicht auch in keiner der aufgezählten Fälle vollkommen feststeht. Gewiß nicht minder bedeutsam waren aber die Entdeckungen, daß die Erde eine Kugel ist, daß sie sich um die Sonne bewegt und nicht im Mittelpunkt des Weltalls ruht, daß sie an Größe von fast allen sichtbaren Sternen bei weitem übertroffen wird, daß unzählige Tier- und Pflanzenformen lebten und wieder verschwanden, bevor der Mensch auf der Erde erschien (weshalb Tiere und Pflanzen offenbar nicht für den Menschen gemacht sein können) usw.

Schon früher wurde erwähnt, daß auch das Beschreiben eine Begreifung ist. Wenn ich an einer Ammonitenschale einen Kiel, Flanken, einen Nabel unterscheide, wenn ich die Sutura in Loben und Sättel gliedere, diese dann weiter in Externsättel, Lateralsättel und Auxiliarsättel einteile und ihre Gestalt etwa als dichotom oder phylloid beschreibe, so wende ich dabei Begriffe an, die mir ebenso wenig unmittelbar gegeben sind, wie die Schwerkraft, durch die wir den Lauf des Mondes erklären. Diese Begriffe können ebenso wie die erklärenden mehr

oder weniger glücklich gewählt sein und deshalb den Fortschritt der Erkenntnis fördern oder hemmen. Es wäre überhaupt ein Irrtum, zu glauben, daß das Beschreiben etwa viel leichter als das Erklären ist. Es ist sogar eine recht seltene persönliche Kunst, wie wohl schon daraus hervorgeht, daß es so wenige wirklich gute Beschreibungen gibt. Wie viele neue Arten werden jährlich aufgestellt und bei wie wenigen gelingt es dem Autor, die wesentlichen Merkmale und die Unterschiede gegenüber allen schon bekannten dem Leser vollkommen anschaulich zu machen. Was gar das Klassifizieren betrifft, so ist die Unterteilung einer Gattung oder die genaue Horizontierung einer Fauna sicherlich eine Aufgabe, bei der alle Seiten des wissenschaftlichen Denkens, Anschauungsvermögen, Erfindungsgabe, Ausdauer und Kritik sich in vollstem Maß betätigen können.

Wenn man die Sache mehr subjektiv, vom Standpunkt des Ertrages an Glück für den Forscher selbst betrachtet, so verdient das Beschreiben vielleicht sogar den Vorzug vor dem Erklären. Das subjektive Motiv der Erklärung ist vorwiegend die Unlust, die mit dem unbefriedigten Kausalitätsbedürfnis verbunden ist. Ein Lustgefühl tritt erst ein, wenn das Problem gelöst ist. Es ist dem zu vergleichen, das die Befriedigung eines körperlichen Bedürfnisses begleitet, dessen Bestehen vorher als Unlust empfunden wurde. Das Motiv einer beschreibenden Arbeit dagegen ist hauptsächlich die Freude an dem Gegenstand, die Liebe zur Natur, eine Freude, die nicht erst bei Beendigung der Arbeit entsteht, sondern diese die ganze Zeit durch begleitet. Viele Forscher haben diese Empfindung ganz unabhängig, aber klar ausgesprochen. So sagt Fucini am Anfang seiner Monographie der Liasfauna des Mt. di Cetona, daß er sich an ihr Studium gemacht habe, „angelockt durch die Fülle und die Schönheit der Formen“. Cramer schließt das Vorwort seiner ersten großen Abhandlung über rezente Dasycladaceen mit dem Satz: „Und möge der Leser beim Studium meines Aufsatzes ebenso viel Genuß haben, als ich bei der Untersuchung dieser merkwürdigen Organismen . . .“ Am reinsten wird dieses Gefühl der Liebe zum Forschungsgegenstand vielleicht dem Aufnahmsgeologen zuteil. Wer von einem beherrschenden Gipfel aus ein wohl vertrautes, landschaftlich schönes Aufnahmsgebiet überblickt, die Schichtglieder und Störungslinien durch das

Gelände verfolgt, wie sie vor ihm noch keines Menschen Auge gesehen, der erlebt ein Hochgefühl, das wohl dem des Entdeckers verwandt ist, der als erster eine unbekannte Küste erforscht hat. Andererseits ist diese Stimmung auch unentbehrlich, um eine wirklich gute Beschreibung, die ja viel Fleiß erfordert, zustande zu bringen. Wer das Beschreiben als eine lästige Vorarbeit für das Aufstellen von Theorien betrachtet, wird nie eine wohlgelungene Beschreibung schaffen.

Unter den Philosophen war es vor allem Schopenhauer, der den Gegensatz zwischen dem Erklären an der Hand des Kausalgesetzes und der reinen anschauenden Betrachtung hervorgehoben hat. Er behauptet, daß durch diese eine vorübergehende Erlösung des Subjektes bewirkt werden kann, während jenes unweigerlich im Wollen befangen bleibt. Das Erklären betrachtet er als das Gebiet der Wissenschaft, das Anschauen als dasjenige der Kunst. Er beachtet dabei vielleicht nicht genug, daß diese beiden Geistesgebiete keineswegs scharf geschieden sind, daß es gerade unter den Beschreibungen alle Übergänge von einer künstlerischen zu einer wissenschaftlichen Einstellung gibt. Zweifellos enthält das Beschreiben mehr Hingabe an den Gegenstand und weniger Vergewaltigung desselben, als das Erklären, — wenn ihm auch die Tätigkeit des Subjektes selbstverständlich nicht abgeht. Da andererseits kaum bezweifelt werden kann, daß das Voranstellen des eigenen Ich wirklich die Quelle aller Unrast und alles Unfriedens ist, erscheint es auch von diesem Gesichtspunkt aus begreiflich, wenn das Beschreiben beglückender als das Erklären wirkt.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch für die Praxis Beschreibung und Erklärung einander gleichwertig sind. Diese ist selbstverständlich unentbehrlich, wenn wir die Naturvorgänge beherrschen wollen. Jene verschafft uns dagegen den Überblick der vorhandenen Naturschätze, wie das vor Geologen ja nicht näher ausgeführt werden muß.

Es sei mir gestattet, hier noch eine kleine Abschweifung einzuschalten. Sie kann vielleicht dadurch gerechtfertigt werden, daß die wichtigste Aufgabe unserer Gesellschaft in der Drücklegung wissenschaftlicher Arbeiten besteht, weshalb eine Erörterung der dabei anzuwendenden Grundsätze wohl nicht als unangebracht gelten kann. Es ist heute im Zusammenhang

mit den wirtschaftlichen Nöten der Wissenschaft modern geworden, eine größere Länge an sich als Fehler einer Arbeit zu betrachten. Diese Wertung wendet sich naturgemäß in erster Linie gegen ausführliche Beschreibungen. Ich glaube aber, daß man dabei zweierlei auseinanderhalten muß. Eine umständliche und weitschweifige Ausdrucksweise ist natürlich schon aus ästhetischen Gründen zu verwerfen. Eine eingehende Beweisführung oder Beschreibung dagegen muß an sich wohl stets als ein Vorzug gelten. Vor allem ist zu bedenken, daß eine ausführliche Veröffentlichung viel besser kritisch weiter verarbeitet werden kann, als eine knappe. Es ist aus psychologischen Gründen sicher, daß ein Irrtum um so weniger wahrscheinlich ist, je mehr es sich um die Feststellung einer einzelnen, unmittelbaren Beobachtungstatsache handelt. Wenn in einer geologischen Karte an einer Stelle ohne weitere Begründung Mendoladomit eingetragen ist, bin ich nicht imstande, zu beurteilen, ob diese Angabe verläßlich ist, oder nicht. Meine Überzeugung kann in diesem Fall höchstens reiner Autoritätsglaube sein. Wenn der Verfasser im Text das Gestein beschreibt und die darin gefundenen Fossilien aufzählt, werde ich mir schon eher ein eigenes Urteil bilden können. Wenn er die etwa vorkommenden Diploporen selbst auch noch beschreibt, angibt, wie ihre Poren aussehen, wie sie gestellt sind, wie groß ihre Zahl ist, werde ich mit großer Sicherheit entscheiden können, ob die Eintragung von Mendoladomit an dieser Stelle richtig ist. Man irrt sich eben viel weniger leicht bei den Beobachtungen selbst, als bei den Schlüssen, die man daraus zieht. Darum soll der Leser in den Stand gesetzt werden, diese wenigstens an den wichtigeren Stellen nachzuprüfen und nur jene auf Treu und Glauben hinnehmen müssen. Ähnlich wie mit der Ausführlichkeit verhält es sich auch mit der Vollständigkeit in der Behandlung einer Frage. Man hört oft die Behauptung, daß lange Arbeiten die Literatur unnötig belasten. Ich vermag eine Belastung der Leser viel weniger in großen zusammenfassenden Darstellungen zu erblicken, als in den vielen kleinen Beiträgen. Wenn ich mich über einen Gegenstand unterrichten will und ich kann dies durch Studium einer einzigen, wenn auch umfangreichen Arbeit tun, ist das eine viel geringere Last, als wenn ich ein Dutzend von kleinen, schwer auffind-

baren Veröffentlichungen voll unaufgeklärter Widersprüche zusammentragen und mir daraus einen Reim machen muß. Man sollte überhaupt stets — bei der Anordnung des ganzen Stoffes ebenso wie bei der Anbringung von Verweisen, Literaturzitate, Inhaltsübersichten usw. — bedenken, daß es fast immer wirtschaftlicher ist, der Verfasser unterzieht sich einmal einer — wenn auch beträchtlichen — Mühe, als einige hundert Leser müssen im Lauf der Zeit Arbeit aufwenden, selbst wenn diese im einzelnen Fall geringer ist. Das Übel, an dem unsere naturwissenschaftliche Literatur krankt, ist nicht ihr Umfang als solcher, sondern ihre Zersplitterung. Darum sollte jede wissenschaftliche Gesellschaft, der die Förderung der Wissenschaft wirklich am Herzen liegt, ihren Stolz darein setzen, in erster Linie große, monographische oder zusammenfassende Arbeiten herauszugeben.

Doch es ist Zeit, daß ich zu dem Gegenstand komme, der im Titel meines Vortrages genannt ist. Den Übergang dazu vermittelt uns die Besprechung der Abbildungen. Sie sind die notwendige Ergänzung fast jeder Beschreibung. Vom methodologischen Standpunkt aus ist ihr Verhältnis zur Beschreibung mit Worten aber ein verschiedenes. Viele Abbildungen, wie Photographien von Landschaften oder Fossilien, haben keine andere Aufgabe, als die eines Ersatzes für die direkte Vorlage des beschriebenen Gegenstandes. Sie machen das mit Worten Gesagte anschaulicher, sind aber nicht selbst ein Teil der Beschreibung, weil sie keine Begreifung sind. Andere Abbildungen dagegen, wie Diagramme, Schemen, Profile, Rekonstruktionen, sind ein Teil der Beschreibung selbst. Sie rufen nicht, wie eine Photographie, Empfindungen hervor, die mit den durch das Urstück erzeugten an sich sehr ähnlich sind. Sie stellen vielmehr begriffliche Aussagen dar und erst diese Begriffe beziehen sich auf den beschriebenen Gegenstand. Die geologische Karte gehört zweifellos in diese zweite Gruppe von Abbildungen. Sie ist eine graphische Beschreibung des Baues der dargestellten Gegend unter Benützung von Begriffen wie der Schichtglieder, der Brüche, des Einfallens, nicht eine anschauliche Wiedergabe des beobachteten Gegenstandes selbst. In Bezug auf den negativen Teil dieser Aufstellung dürften wohl alle Geologen einig sein. Was aber den eigentlichen Inhalt der geologischen Karte be-

trifft, so stehen einander zwei Ansichten gegenüber. Nach der Meinung vieler ausgezeichneten Aufnahmsgeologen ist die geologische Karte nichts anderes, als ein graphisches Verzeichnis der beobachteten Aufschlüsse. Wenigstens wird das als eine ideale Forderung hingestellt. Meiner Meinung nach ist diese Vorstellung psychologisch nicht richtig und überschätzt außerdem die Dichte der überhaupt möglichen Beobachtungen. Die geologische Karte muß zwar alle untersuchten Aufschlüsse enthalten, gibt aber stets mehr als diese. Man braucht sich nur vor Augen zu halten, an wie wenigen Punkten beispielsweise ein längerer Bruch in bewachsenem Gelände wirklich beobachtet ist. Alles andere ist Interpolation, die ja freilich oft sehr sicher ist. Nach meiner Auffassung ist die Karte stets eine Darstellung des Baues der Gegend, wie der Verfasser ihn sich auf Grund seiner Begehungen vorstellt. Die in den einzelnen untersuchten Aufschlüssen festgestellten Gesteinsarten und Lagerungen dienen dieser Darstellung nur als Fixpunkte. Die Art, wie sie verbunden werden, ist aber stets in einem gewissen Grade subjektiv, weshalb auch jede geologische Karte das Gepräge des Forschers, der sie gezeichnet hat, und oft auch der Schule, aus der er hervorgegangen ist, trägt. Der eine nimmt auf Grund seiner Geistesart und seiner Erfahrungen lieber plastische Umformungen der Gesteine an, der andere arbeitet vorzugsweise mit Brüchen. Der ist geneigt, an starke primäre Mächtigkeitschwankungen der Schichten zu glauben, jener erklärt alle diese Erscheinungen tektonisch. Man kann die geologische Karte mit einer Kurve vergleichen, von der nur einzelne Punkte gegeben sind. Die Kurve muß durch alle diese Punkte gehen, ihre sonstige Form wird aber von der allgemeinen Vorstellung bestimmt, die der Zeichner sich von ihrem Charakter gemacht hat. Diese Ausführungen zeigen zugleich deutlich, daß die geologische Karte die schärfste Probe auf die Richtigkeit einer Hypothese über den Bau einer Gegend ist. In sehr vielen Fällen ist es möglich, für mehrere einander widersprechende Aufstellungen eine gewisse Anzahl von Beobachtungen als Beweis anzuführen. Durch die geologische Kartenaufnahme wird man jedoch gezwungen, eine überaus große Zahl von Beobachtungen zusammenzutragen, ganz ohne Rücksicht auf ihre Bedeutung, rein nur zu dem Zweck, um die Karte zeichnen zu können.

Wenn die zu prüfende Hypothese alle diese Tatsachen befriedigend darstellt, kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie auch allen überhaupt möglichen Beobachtungen gerecht würde, also aus dem untersuchten Gebiet nicht zu widerlegen ist. Es ist deshalb kaum eine Übertreibung, zu sagen, daß die geologische Detailkartierung (mindestens im Maßstab 1:25.000) für die meisten geologischen Probleme — allerdings mit gewissen Ausnahmen — der einzige Weg zur Lösung ist. Kann es doch überhaupt als eine allgemeine Regel hingestellt werden, daß es zur Prüfung einer theoretischen Frage am besten ist, die Tatsachen über den Gegenstand der Theorie zunächst ohne viel Rücksicht auf die Theorie selbst zusammenzutragen. Der sicherste Weg zur Aufklärung der Systematik oder Phylogenie einer Gruppe von Organismen ist die Abfassung eines beschreibenden Kataloges aller bekannten Arten, nicht das Herausgreifen einzelner Formen, die phylogenetisch bedeutsam scheinen. Denn dabei ist die Gefahr viel zu groß, daß man gerade die wichtigsten und besonders die dem ersten Entwurf widersprechenden Formen vernachlässigt.

Die geologische Karte hat der Beschreibung mit Worten gegenüber sowohl Vorteile als Nachteile. Sie ist übersichtlicher und in mancher Hinsicht vollständiger als der Text, da sie viele Beobachtungen enthält, die im Text nicht erwähnt werden, weil sie augenblicklich ohne besondere Bedeutung scheinen, die aber später doch wichtig werden können. Sie ist aber auch weniger kritisch als der Text, der es erlaubt, alle Zweifel, Unsicherheiten und Beobachtungslücken hervorzuheben, was auf der Karte nicht möglich ist.

Gestützt auf die vorausgegangenen allgemeinen Erwägungen können wir jetzt auch die Frage erörtern, was auf der geologischen Karte auszuscheiden sei. Zwei Möglichkeiten kommen dabei in Betracht. Man kann Einheiten des geologischen Formationsschemas ausscheiden, also etwa Abteilungen oder Stufen, oder Einheiten der lokalen Gliederung, Gesteinskörper, die innerhalb gewisser Zeitgrenzen ihrer Entstehung vorwiegend lithologisch gekennzeichnet sind. Für diese Einheiten werde ich den Ausdruck Schichtglieder verwenden. Die Tatsache, daß sich solche Schichtglieder gleicher Fazies während derselben oft nur kurzen Zeit über weite Strecken gleichmäßig abgesetzt haben,

ist eigentlich viel merkwürdiger, als sie uns infolge der Gewöhnung erscheint. Sie darf aber wohl als vollkommen gesichert gelten. Die beiden genannten Arten von Einheiten müssen zunächst etwas genauer betrachtet werden. Ich werde dabei vorwiegend an die Verhältnisse des mir näher bekannten alpinen Mesozoikums anknüpfen, glaube mich aber genügend überzeugt zu haben, daß die gewonnenen Ergebnisse ganz allgemein gelten.

Die Stufen und die anderen stratigraphischen Abschnitte sind ihrem Wesen nach zeitliche Begriffe.*) Einer Stufe gehören alle Gesteine an, die während eines bestimmten Zeitraumes gebildet wurden, ganz gleich, welches ihr lithologischer oder auch paläontologischer Charakter sein mag. Die Abgrenzung von Zeitabschnitten kann nur durch bestimmte Ereignisse festgelegt werden. Wenn sich diese in ähnlicher Weise in verschiedenen Gegenden abgespielt haben, kann man nicht sicher sein, ob sie überall gleichzeitig eintraten. Es muß also hinzugefügt werden, welche Stelle entscheidend sein soll. Es wäre beispielsweise zu definieren: Der Lias beginnt mit dem Erscheinen der Gattung *Psiloceras* in Schwaben. Oder: Die anisische Stufe endet mit dem Erlöschen des *Ceratites trinodosus* in den Südalpen. Vollkommen exakt wäre es eigentlich, ein ganz bestimmtes Profil heranzuziehen. Praktisch dünfte dies kaum von Wert sein. Welche Vorgänge an einer anderen Stelle der Erde vor und welche nach dem stufenscheidenden Ereignis eingetreten sind, das läßt sich innerhalb engerer Grenzen wohl nicht direkt durch die bloße Vergleichung einiger Fossilien ausmachen, sondern nur durch eine vorsichtige und umfassende Abwägung aller Beweisgründe. Man wird dabei nach Möglichkeit nicht von einem einzelnen Horizont, sondern von größeren Profilen auszugehen haben. Denn wenn eine Reihe von Ereignissen in getrennten Gebieten nach genau derselben Ordnung aufeinander folgen, ist dies stets ein sehr starker Grund für die Annahme ihrer Gleichzeitigkeit. Dies gilt für Ammonitenzonen ebenso wie für Bändertone. Eine absolute Genauigkeit und Sicherheit ist natürlich überhaupt nicht zu erzielen. Ich meine aber, es ist

*) Daß hervorragende Stratigraphen anderer Meinung sind, ist mir natürlich bekannt. Vergl. etwa C. Diener, *Trias of the Himalayas*, S. 52 (Mem. Geol. Surv. India, Bd. 36, 1912, 3. Teil). Ich vermag aber den relativistischen Grundsatz, der an die Stelle der Zeit die Homotaxie setzen will, nicht zu teilen.

schon nützlich, sich wenigstens ganz klar darüber zu sein, was man anstrebt. Grundsätzlich kann jedes Ereignis, dessen Spuren fossil erhalten sind, zur Abgrenzung von Stufen verwendet werden. Praktisch wird es sich meist empfehlen, Änderungen der Fauna heranzuziehen, weil diese über größere Strecken gleichzeitig einzutreten scheinen, als etwa geographische oder lithologische Veränderungen. Ausnahmen von dieser Regel dürften aber wohl vorkommen. So wird es wahrscheinlich besser sein, den Beginn des Diluviums durch das erste Auftreten von Gletscherablagerungen in Mitteleuropa zu bestimmen, als durch paläontologische Merkmale. Anfang und Ende einer Stufe können auch durch Vorgänge in verschiedenen Gegenden definiert werden, wenn man nur sicher ist, daß der eine später als der andere stattfand.

Für die Lösung der Frage, welches bestimmte Ereignis zur Begrenzung eines Abschnittes der Erdgeschichte verwendet werden soll, sind hauptsächlich drei Gesichtspunkte heranzuziehen:

1. Der wichtigste von allen scheint mir der historische Gesichtspunkt zu sein. Um Verwirrung zu vermeiden, sollte man so wenig als möglich von jener Abgrenzung abweichen, die bei der ersten Aufstellung eines Stufennamens angewendet wurde. Leider läßt sich dieser Grundsatz nicht rein durchführen, weil die Verwendung der Namen oft von Anfang an eine schwankende war, oder die erste Abgrenzung auf Ereignisse von rein örtlicher Bedeutung gegründet wurde, deren genaue Lage sich über größere Strecken unmöglich verfolgen läßt. Dann müssen andere Grundsätze zu Hilfe genommen werden.

2. Der stratigraphische Gesichtspunkt besagt, die Grenze sei so zu legen, daß sie wenigstens in den fossilreichen und für die allgemeine Gliederung wichtigen Gebieten möglichst wenig durch einheitliche Gesteinskörper durchgeht. Dies ist nicht nur für die Aufnahmsgeologie wichtig, sondern auch für die Paläontologie. Denn direkt feststellen läßt sich sehr oft nur, welchem Gesteinsglied eine bestimmte Fauna angehört. Wenn dieses Gesteinsglied aber auf zwei Stufen aufzuteilen ist, wird sich sehr oft kaum entscheiden lassen, welcher Stufe die gefundenen Fossilien zufallen. Dadurch wird es aber unmöglich, den paläontologischen Charakter dieser Stufe überhaupt mit Sicherheit kennen zu lernen. Ich erinnere beispielsweise an die Schwierigkeiten, die die Schlerndolomitfauna des M. Cison macht,

die scheinbar teils anisisch, und teils ladinisch ist, so daß die nur aus ihr bekannten Arten keiner bestimmten Stufe zugewiesen werden können. Selbstverständlich kann vom stratigraphischen Gesichtspunkt aus niemals eine vollkommene Lösung gefunden werden, sondern nur eine bessere oder schlechtere Voraussetzung für seine Anwendung ist, daß man schon eine ziemlich genaue Kenntnis der Entwicklung der Formation, die unterteilt werden soll, auf der ganzen Erde hat. Ein gutes Beispiel für die Widersprüche, in die die stratigraphische Methode führt, gibt das Problem der Abgrenzung der ladinischen und karnischen Stufe. Wenn man von den Verhältnissen der Tuff- und Mergelfazies ausgeht, wird einem in Südtirol zweifellos die Zurechnung der Fauna von St. Cassian zur karnischen Stufe richtig scheinen. Denn zwischen Wengener und Cassianer Schichten ist eine leidlich scharfe paläontologische und fazielle Grenze vorhanden, von den Cassianer Schichten bis zu den sog. „eigentlichen Raibler Schichten“ aber besteht ein so allmählicher Übergang, daß nirgends eine Abgrenzung zu finden ist. Ein ganz anderes Ansehen gewinnt die Sache, sobald man sich der Kalk- und Dolomitzfazies zuwendet, die in Südtirol ja auch sehr fossilreich ist. Da müssen wir nun die Grenze mitten durch den Schlerndolomit (so weit er, was sehr häufig ist, die Wengener Schichten mit vertritt) durch den oberen Teil des Latemarkalkes, durch den Wettersteinkalk, den erzführenden Kalk von Bleiberg usw. ziehen. Die Fauna der Marmolata und die von Forno dürften wohl auf jeden Fall ladinisch bleiben. Bei den jüngeren Faunen des Latemarkalkes dagegen scheint eine sichere Einreihung nicht möglich.

3. Der dritte Gesichtspunkt ist der paläontologische. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß sich der Gesamtcharakter der Meeresfauna, auf die es hier in erster Linie ankommt, wenigstens in den der Forschung zugänglichen Ablagerungsgebieten zu manchen Zeiten rascher geändert hat, als zu anderen. Es ist einleuchtend, daß man trachten wird, die Formationsgrenzen an solche Stellen rascher Änderung zu legen. Ich erinnere etwa an die Frage der Zugehörigkeit des Bellenophonkalkes, die vom rein stratigraphischen Standpunkt aus sehr verschieden beurteilt wurde. Seitdem wir aber seinen Fossilgehalt näher kennen und wissen, daß er viele echt permische Brachiopodentypen, vereinzelte Fusulinen, auch Dasycladaceen von ausge-

sprochen paläozoischem Habitus enthält, zweifelt wohl niemand mehr, daß die Grenze zwischen Perm und Trias über ihm zu ziehen sei. Freilich hat auch diese Methode nur einen beschränkten Wert. Denn sicherlich ist die Umwandlung der Meeresfauna von irgend einer Stelle ausgegangen und nicht überall gleichzeitig erfolgt, wie wir dies bei der Landfauna und -flora deutlich verfolgen können. Man denke nur an die sehr ungleichzeitige Umbildung der Pflanzenwelt am Ende des Paläozoikums. Die heute lebende Säugetierfauna Zentralafrikas würden wir auf Grund ihres Habitus wahrscheinlich für etwas älter halten, als die Diluvialfauna Europas (primitivere Elephanten, Zurücktreten der Boviden gegenüber den Antilopen, Vorkommen von Giraffen, Erdferkel usw.). Es ist eben eine durchgängige Erfahrung, daß sich eine sichere Chronologie niemals auf einen Vergleich des allgemeinen Charakters zweier Faunen, sondern immer nur auf die Identität einzelner Arten gründen läßt.

Ich glaube, es geht aus diesen Überlegungen hervor, daß die Rücksicht auf die stratigraphischen und paläontologischen Verhältnisse neben dem historischen Gesichtspunkt jedenfalls nur eine untergeordnete Rolle spielen kann und auf solche Fälle beschränkt bleibt, wo dieser zu offenkundigen Ungereimtheiten führt. Man wird dann vor allem trachten, irgend ein der historischen Grenze ungefähr entsprechendes Ereignis zu finden, dessen Spuren sich über große Strecken wiedererkennen lassen. Die Zerlegung der geologischen Zeit in Stufen bleibt eben immer eine künstliche und ihre Grenzen sind konventionell. Ein natürliches System der Erdgeschichte in dem Sinn, wie es ein natürliches System der Organismen gibt, muß uns als unmöglich erscheinen, wenn wir nicht zur alten Katastrophentheorie zurückkehren wollen.

Ganz verschieden von den Stufen sind ihrem Wesen nach die Schichtglieder. Sie sind in erster Linie fazielle, erst in zweiter Linie zeitliche Begriffe. Bezeichnet werden sie meist durch Ortsnamen. Diese Lokalnamen, wie etwa Cassianer Schichten, Schlierndolomit, Hallstätter Kalk, Gosauschichten, wurden ursprünglich in der Regel für das Gestein einer bestimmten Örtlichkeit, meist wohl einer bekannten Fossilfundstelle, verwendet. Später wurde ihre Bedeutung auf andere Bildungen ausgedehnt, die man für gleichalterig hielt. Es tritt uns beispielsweise der Name Hallstätter Kalk ungefähr in dem Sinn von „ladinischer

Kalk der Nordalpen“ entgegen. Noch im Jahre 1898 spricht Böse von einem „Dachsteinkalk als Schicht“ = Ablagerungen zwischen den Raibler Schichten und Kössener Schichten und einem „Dachsteinkalk als Fazies“. Dieser Vorgang hat viel Verwirrung gestiftet. Es war ein großer Fortschritt, als für die Bezeichnung der reinen Zeiteinheiten die Stufennamen eingeführt wurden, die sich schon durch ihre sprachliche Form von den Lokalnamen deutlich abheben. Was mit diesen zu geschehen habe, darüber gingen die Meinungen lange Zeit stark auseinander. Unter den Bearbeitern des alpinen Mesozoikums in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts finden wir zwei Gruppen von Forschern am Werk. Die einen halten die Lokalnamen für rein provisorisch, teilweise geradezu für ein Übel, das möglichst rasch überwunden werden muß. Hieher sind etwa Becke und Gümbel mit ihrer Schule zu zählen. Es war zweifellos ein Unglück für diese Richtung, daß die genannten Forscher von außeralpinen Gebieten ausgingen und versuchten, die aus den ganz eigentümlichen Verhältnissen der deutschen Trias entstandenen Namen auf die Alpen zu übertragen. Ihr Bestreben war dadurch von vorneherein zum Mißerfolg verurteilt. Ich glaube aber, es wäre auch ohne diesen Umstand gescheitert, weil es grundsätzlich verfehlt war. Im Sinne meiner einleitenden Bemerkungen möchte ich sagen, es entsprach dem Wunsch, zu klassifizieren, bevor man recht beschrieben hatte, es war ein Versuch, die rein beschreibende Nomenklatur zu unterdrücken. Anders und meiner Meinung nach richtiger war der Standpunkt der Wiener Geologen, wie etwa Hauer, Mojsisovics u. a. Besonders Hauer hatte eine der meinigen sehr nahe stehende Ansicht. So sagt er in der Geologie von Österreich-Ungarn (1. Aufl., S. 332): „Die verschiedenen in einzelnen Gebieten durch petrographische oder paläontologische Eigentümlichkeiten gekennzeichneten Schichtgruppen der oberen alpinen Trias wurden seit Beginn des eingehenderen Studiums mit sehr mannigfaltigen Lokalnamen versehen, die geradezu unentbehrlich waren, so lange die genauere Stellung dieser Gruppen in der ganzen Schichtenreihe nicht erkannt war, die aber auch, wo dies bereits der Fall ist, vielfach noch sehr brauchbar sind, um Faziesverschiedenheiten von Schichten gleichen Alters zu bezeichnen“. In der Tat bin ich überzeugt, daß die Lokal-

namen immer unentbehrlich sein werden, weil man für das, was man im Gelände wirklich sieht, auch Worte, u. zw. kurze Namen, haben muß. Wir sollten bewußt darauf hinarbeiten, für jede wichtigere Fazies, in der ein stratigraphischer Horizont entwickelt ist, einen genau definierten Kunstausdruck zu haben. Es werden da allerdings noch ziemlich viel neue Namen geschaffen werden müssen. Dafür können aber sicher auch viele alte eingezogen werden. Ich halte beispielsweise die gesonderte Benennung des Marmolatakalkes und des Latemarkalkes für ganz unnötig, ebenso die Unterscheidung von Dachsteindolomit und Hauptdolomit. Im übrigen entscheidet über das Schicksal eines Namens natürlich das praktische Bedürfnis, u. zw. ganz von selbst. Durchsetzen werden sich nur solche Ausdrücke, die einerseits wegen der Besonderheit oder der großen Verbreitung des benannten Gegenstandes wirklich notwendig, andererseits klar und eindeutig definiert sind. In dieser Hinsicht bleibt noch sehr viel zu tun.

Was zunächst den stratigraphischen Umfang betrifft, für den ein Gesteinsname gelten soll, so wird er größtenteils durch die tatsächlichen Verhältnisse vorgeschrieben. Viel entschiedener als bei den Stufen ist hier auf den Satz zu achten, daß die Grenzen nicht oder doch nur ganz ausnahmsweise durch einen einheitlichen Gesteinskörper durchgehen dürfen. Aber auch, wo es sich nicht um einen solchen handelt, sondern dieselbe Gesteinsentwicklung in getrennten Massen mehrfach wiederkehrt, wird man nach Möglichkeit zusammenfassen. Ich hielte es beispielsweise nicht für glücklich, den Namen „Hierlatzschichten“ auf den Lias β einzuschränken, weil auf dem Hierlatz nur dieser vorkommt. Ich möchte vielmehr die Crinoiden- und Brachiopodenfazies des ganzen Lias einbeziehen. Als beiläufige Regel möchte ich vorschlagen, daß der stratigraphische Umfang, für den der Name eines Schichtgliedes gilt, von einer geologischen Abteilung (beispielsweise Untertrias, Mitteltrias, Obertrias, Lias) möglichst wenig abweichen soll. Doch braucht man in dieser Beziehung gewiß nicht zu ängstlich zu sein. So rechnet man zum Schlerndolomit helle, ungeschichtete Dolomite, die größtenteils ladinisch sind, sich aber scheinbar ziemlich hoch in die karnische Stufe, also in die Obertrias hinein, fortsetzen können. Dagegen ist es üblich,

die faziell oft äußerst ähnlichen anisischen Gesteine anders (mit dem höchst unglücklichen Namen „Mendoladolomit“) zu benennen. Die große Mächtigkeit der Gesteine und der Umstand, daß die beiden Gebilde nur selten — viel seltener als man früher glaubte, — ganz ununterscheidbar aufeinander liegen, rechtfertigt wohl vollauf die verschiedene Benennung der beiden mitteltriadischen Dolomite. Unter den Umfang einer Stufe sollte man meiner Meinung nach mit der Definition eines Schichtgliedes nie heruntergehen. Ich würde es für verfehlt halten, unteranisische Gesteine gleicher Fazies nur wegen der Altersverschiedenheit anders zu benennen als oberanisische, also etwa den Namen Dontschichten auf unteranisische Bildungen einzuschränken, obwohl sich jetzt herausstellt, daß dieselbe Fazies sich in großer Ausdehnung bis unmittelbar an die Basis der Buchensteiner Schichten fortsetzt. Es liegt auch nichts daran, wenn die Definition auf Grund dieser Regel etwas weiter ausfällt, als sich durch Beobachtungen augenblicklich belegen läßt. Ich werde den Mendoladolomit als hellen anisischen Diplotopendolomit definieren, auch wenn ich diese Fazies nur aus den Trinodosus-Schichten kenne. Tatsächlich zeigt sich jetzt, daß sie auch im untersten Teil der anisischen Stufe verbreitet ist.

Ein Wort muß noch darüber gesagt werden, wie man den stratigraphischen Umfang eines in der Natur festgestellten Schichtgliedes bestimmt. Hier ist im Streben nach einer scheinbaren Exaktheit manches gefehlt worden. Man wollte unter Latemarkalk nur die Kalke vom Alter der Fauna des Latemar-Ostgipfels, unter Cassianer Schichten nur die Fauna der Stuoereswiese verstehen. Wie in der Systematik der Organismen bewährt es sich auch hier nie, wenn man bei einer Einteilung nicht von der einzuteilenden Mannigfaltigkeit, sondern von einzelnen auffallenden Typen — seien es nun Arten oder Faunen — ausgeht und auf diese Gruppennamen — Gattungen oder Schichtglieder — begründet. Die einzuteilende Mannigfaltigkeit ist in unserem Fall die Gesteinsfolge eines größeren, natürlich begrenzten Gebietes. Der Vorgang bei der Aufstellung der Schichtglieder ist der, daß man an möglichst vielen Stellen das Alter eines als einheitlich angesehenen Gesteins auf direktem oder indirektem paläontologischen Weg bestimmt und dar-

aus dann induktiv schließt, auf welche Stufen der Name ausgedehnt werden muß. Dabei zeigt sich von selbst, ob man nicht ursprünglich allzusehr altersverschiedene Gesteine zusammengefaßt hat. Unbedingt ist darauf zu achten, daß zwischen den aufeinander folgenden Lokalnamen niemals eine stratigraphische Lücke bleibt. Wohl aber können und werden sie sich im Gegensatz zu den Stufen stratigraphisch übergreifen, da ja derselbe Horizont meist in verschiedenen Fazies entwickelt ist.

Daß die Kunst, den lithologischen Charakter eines Sedimentgesteins mit Worten wiederzugeben, noch recht wenig befriedigend ausgebildet ist, wird allgemein anerkannt. Die petrographische Zusammensetzung wird durch Hauptworte, wie Kalk, Dolomit, Sandstein usw. angedeutet. Statt Schiefer würde man vielleicht besser den Ausdruck „Tonstein“ einführen, da das Wort Schiefer außer der mineralogischen Beschaffenheit auch eine bestimmte Art der Schichtung bezeichnet, die jedoch durchaus nicht jedem verfestigten Tone zukommt. Beispielsweise kenne ich in den Nötscher Schichten dunkle Tonsteine, die gar keine deutliche Schieferung zeigen. Übergänge zwischen zwei Haupttypen werden durch zusammengesetzte Hauptworte und Eigenschaftsworte bezeichnet, wobei das zweite Wort immer den Typus nennt, dem das Gestein näher steht. Ein mergeliger Kalk oder Mergelkalk ist also kalkiger als ein Kalkmergel. Fossilnamen sollten zu Zusammensetzungen mit dem Gesteinsnamen nur verwendet werden, wenn die Versteinerungen einen wesentlichen Teil der ganzen Gesteinsmasse ausmachen, nicht aber, wenn sie nur vereinzelt vorkommen. Der Name „Bunte Cephalopodenkalke“ für das bekannte Gestein von Adnet ist also eigentlich nicht korrekt gebildet. Denn gerade in diesem Schichtglied treten Cephalopodenreste keineswegs gesteinsbildend auf, im Gegensatz zu den eigentlichen Adneten Kalken. Dagegen spricht man mit Recht von Crinoidenkalken, Diploporendolomiten, Rudistenkalken usw.

Zur lithologischen Definition eines Schichtgliedes ist der Nennung der Gesteinsart mindestens noch eine Angabe über folgende Merkmale hinzuzufügen:

Die Struktur, ob dicht, subkristallin, kristallin.

Die Schichtung, für die eine Skala eingeführt werden könnte, etwa nach dem Schema: Dünnschieferig--dickschieferig

rig—dünnplattig—dickplattig—dünnbankig—dickbankig — massig. Auch die Beschaffenheit der Schichtflächen ist hier zu beschreiben, z. B. ebenflächig oder knollig.

Die Farbe des frischen Bruches und der verwitterten Oberfläche.

Die Fossilführung, wobei es aber nicht auf die Arten, sondern auf die größeren Gruppen und ihr Mengenverhältnis ankommt.

Das Auftreten sonstiger abweichender Einschlüsse, wie Hornsteinknollen, Pyritkristalle, einzelne Gerölle.

Natürlich gibt es noch viele andere Merkmale, wie die Form des Bruches u. dgl., die bei einer genauen Beschreibung berücksichtigt werden müssen. Die angeführten Punkte zusammen mit den geologischen Altersgrenzen dürften aber genügen, um ein Schichtglied zu kennzeichnen.

Da schon von der sprachlichen Form der Gesteinsnamen die Rede war, sei es mir gestattet, noch einige Bemerkungen und Vorschläge darüber anzuschließen. Es ist eine Merkwürdigkeit unserer deutschen geologischen Nomenklatur, daß sie viele stratigraphische Bezeichnungen nur als Eigenschaftsworte, andere nur als Hauptworte kennt. Es ist beispielsweise schwer zu verstehen, warum man zwar „liassisch“, aber nicht „malmisch“ sagen kann. Die Stufen der Trias können im Deutschen nur unter Verwendung von Eigenschaftsworten genannt werden (skytische Stufe, anisische Stufe usw.). Das hat dazu geführt, daß in den deutsch geschriebenen Büchern der Schweizer Geologen diese durchwegs von Deutschen geprägten Namen allgemein als Hauptworte mit einer französischen Endung (Anisien, Ladinien) verwendet werden — ein Zustand, den wohl jeder gute Deutsche als einen unwürdigen empfinden muß. Ich glaube, in solchen Fällen wäre etwas Gewalttätigkeit in der Einführung neuer sprachlicher Möglichkeiten durchaus am Platze, zumal es sich ja nur um Kunstworte handelt. Warum sollte man sich nicht angewöhnen, nach Analogie von „das Rhät“ auch „das Skyt, das Anis, das Ladin“, andererseits auch „malmisch, oxfordisch, callovisch“ zu sagen?

Für die Bildung der Namen der Schichtglieder ist die allgemein anerkannte stilistische Regel zu berücksichtigen, daß der konkretere Ausdruck stets der bessere ist. Wenn ein

Schichtglied nur aus einem Gestein besteht, ist dieses im Namen zu nennen. Also beispielsweise „Hallstätter Kalk“, nicht „Hallstätter Schichten“. Nur wo ein Schichtglied aus einer Wechsellagerung oder Verzahnung mehrerer Gesteine aufgebaut ist, was ja häufig vorkommt, ist das Hauptwort „Schichten“ zu verwenden. Beispielsweise bestehen die Werfener Schichten aus Quarziten, Sandsteinen und Schiefen (weshalb der Name „Werfener Schiefer“ vermieden werden sollte), die Donschichten aus Sandsteinen und Kalken. Wenn man befürchtet, daß der Leser das Alter eines Schichtgliedes nicht gegenwärtig hat, könnte man versuchen, statt des Gesteinsnamens eine chronologische Bezeichnung zu verwenden, beispielsweise statt Hierlatzkalk „Hierlatz-Lias“. Manche ältere Namen von Schichtgliedern enthalten nicht die Bezeichnung einer Örtlichkeit, z. B. Hauptdolomit, Bellerophonkalk. Man wird diese selbstverständlich beibehalten. Bei Neuschöpfungen von Namen wird es sich aber wohl empfehlen, stets an eine typische Lokalität anzuknüpfen. In manchen Fällen wird ein Schichtglied heute allgemein in einem Sinn aufgefaßt, in dem es an dem Ort, nach dem es benannt ist, gar nicht oder doch nicht typisch vorhanden ist. Ich glaube, daß man unter diesen Umständen den Namen ohne ängstliche Rücksicht auf Priorität ändern sollte. Eines der besten Beispiele für diesen Fall ist der Mendoladolomit.

Nach allen unseren Vorstudien ist nun die Frage, was auf einer geologischen Karte auszuscheiden ist, leicht zu lösen. Wir wollen dabei von Übersichtskarten kleinen Maßstabes absehen. Bei diesen wird einem meist nichts übrig bleiben, als größere stratigraphische Einheiten (Abteilungen oder ganze Formationen) einzuzeichnen. Für Detailkarten gilt aber unser Grundsatz, daß man zuerst beschreiben soll, bevor man klassifiziert. Der Vorzug der geologischen Karte gegenüber anderen graphischen Darstellungsweisen liegt ja gerade darin, daß sie sich den Beobachtungen innig anschließt. Es soll daher auf ihr auch ausgeschieden werden, was man im Gelände wirklich sieht und verfolgen kann. Das sind die Schichtglieder. Es bedarf ja keiner weiteren Erläuterung, daß die Lage rein chronologisch bestimmter Stufengrenzen sich nur dort wirklich erkennen läßt, wo die Fossilführung eine ganz ausnahmsweise

reiche ist, wie etwa im Lias Schwabens oder der Feltriner Alpen. In solchen Fällen kann allerdings auch eine Kartierung der Zonen von Vorteil sein, die aber dann eigentlich nicht eine Darstellung der Absätze gewisser Zeiten, sondern der Verbreitung der Fossilagen ist. Die auf der Karte gezeichneten Grenzflächen der Schichtglieder sind natürlich weder stratigraphisch ganz horizontbeständig, noch waren sie zur Zeit des Absatzes vollständig horizontal im astronomischen Sinn. (Dieses trifft übrigens auch für die Stufengrenzen nicht zu.) Ein Nachteil, etwa für die Darstellung der tektonischen Verhältnisse, ergibt sich daraus, so weit meine Erfahrungen reichen, kaum je. Die ursprüngliche Neigung der Grenzflächen ist ja doch fast immer gering. Wo sie ausnahmsweise steiler ist, kann man durch Fallzeichen nachhelfen.

Die Methode, nach der der geologische Bau einer Gegend auf der geologischen Karte dargestellt wird, ist eine gar nicht einfache. Sie beruht auf dem Schnitt zweier sehr kompliziert gekrümmter Flächensysteme, der geologischen Grenzflächen und der Geländeoberfläche. Die Schnittlinien werden auf eine Horizontalebene projiziert. Es ist unbedingt zu fordern, daß jedes Stück der gezeichneten Grenzlinien eine bestimmte Vorstellung von der Natur und Lage der Grenze an dieser Stelle ausdrückt. Ganz zu verwerfen sind jene ohne deutliche Berücksichtigung der Geländeform hinlaufenden Grenzlinien, wie sie auf älteren und vereinzelt wohl auch auf neueren Karten vorkommen. Auch der scharfsinnigste Aufnahmsgeologe kommt manchmal an den Punkt, wo er sich nicht anders als durch Annahme nicht beobachteter Störungen helfen kann. Ich halte es in einem solchen Fall aber für besser, eine unbeobachtete Verwerfung — allenfalls punktiert — einzuzeichnen und im Text auf den Sachverhalt hinzuweisen, als eine Linie ohne klare Bedeutung zu ziehen. Gilt doch im allgemeinen der Satz, daß der Beobachter am meisten dazu berufen ist, die Beobachtungen auch zu ergänzen und zu deuten. Da die Natur einer Grenzfläche aus ihrer Lage nicht unmittelbar ersehen werden kann und nur die Lage aus dem Verlauf der Grenzlinie auf der Karte erkennbar ist, ist es notwendig, die tektonischen Grenzen durch eine Signatur von den stratigraphischen zu unterscheiden. Die Anbringung von Fallzeichen ist oft für den Leser eine große Hilfe. Unbedingt

notwendig ist, sie nur selten, vorausgesetzt, daß die topographische Grundlage plastisch genug ist. Nur zur tektonischen Ausdeutung größerer einheitlicher Flächen ist sie (oder allenfalls ein sie ersetzendes Verfahren, wie z. B. Ampferer eines angedeutet hat) unentbehrlich.

Große Schwierigkeiten können entstehen, wenn die Terraindarstellung der topographischen Karte sich bei der geologischen Aufnahme als fehlerhaft erweist und es nicht tunlich ist, sie bei der Drucklegung zu verbessern. Man steht da vor dem Dilemma, ob man eine richtige Horizontalprojektion der Schichtausstriche geben soll, oder trachten soll, daß die geologischen Eintragungen auf der fehlerhaften Geländezeichnung möglichst richtig sitzen. Eine allgemeine Regel läßt sich darüber nicht aufstellen. Der leitende Gesichtspunkt wird sein, daß der Beschauer ein möglichst richtiges Bild von dem Bau der Gegend bekommen soll. Man wird also beispielweise die einem Graben der Karte entsprechenden Einbiegungen der Grenzlinien zeichnen müssen, auch wenn er in der Natur gar nicht vorhanden ist.

Wir haben schon gesehen, in welcher eigentümlicher Weise die geologische Karte den Bau des Gebietes unter Benützung der Geländeform wiedergibt. Nun hängt aber diese nur sehr indirekt vom inneren geologischen Bau einer Gegend ab. Daraus folgt, daß das Kartenbild sehr wesentlich durch Umstände bestimmt wird, die mit dem eigentlich dargestellten Gegenstand so gut wie nichts zu tun haben. Auch stellt die Karte zu viele geologische Eigenschaften des Aufnahmegebietes auf einmal dar. Sehr oft wird beispielsweise die Wiedergabe der Stratigraphie unter der der Tektonik leiden. Noch mehr gilt dies für die gleichzeitige Darstellung des Quartärs und des Untergrundes. Der schon wiederholt betonte enge Anschluß der Karte an die Beobachtungen, die ja in der Regel ebenfalls an die Geländeoberfläche gebunden sind, rechtfertigt es, wenn man trotzdem die Veröffentlichung der Karte als einen der wichtigsten Teile der geologischen Beschreibung eines Landes betrachtet. Um sie voll auszuwerten, scheint es mir aber unerläßlich, in erläuternden Nebenfiguren die erwähnten Zufälligkeiten auszuschalten und die einzelnen geologischen Tatsachengebiete rein herauszuarbeiten. Man wird sozusagen die geologische Karte in ihre

Elemente zerlegen. Man kann dabei in sehr mannigfaltiger Weise vorgehen. Allgemein bekannt sind die Karten der Verbreitung erratischer Geschiebe u. dgl. Für sehr nützlich halte ich die Fazieskarten einzelner Stufen, die so gezeichnet sind, als ob das ganze Gebirge nur aus diesem Horizont bestünde, nichts davon erodiert und nichts verdeckt wäre. Mojsisovics hat solche Karten für die Mitteltrias der Dolomiten gegeben (vgl.: „Dolomitriffe“, S. 482). Ich selbst habe einen gleichen Versuch für den Jura der Lessinischen Alpen gemacht (siehe diese Ztschr., Bd. 12, T. 5). Diese Art der Zeichnung führt direkt zur paläogeographischen Rekonstruktion hinüber und es scheint mir gerade die Fazieskarte einer bestimmten Stufe ein Weg zu sein, um zu einer verhältnismäßig sicheren Erkenntnis der alten Küstenlinien zu gelangen. Einfache tektonische Skizzen dienen vorwiegend zur Veranschaulichung von Störungssystemen. Geeigneter für eine eingehende Analyse sind Serien von Profilen, die die ganze Kartenoberfläche in gleichen Abständen bedecken. Wenn die Störungen nicht zu stark sind, empfiehlt es sich, die räumliche Gestalt eines bestimmten geologischen Horizontes durch Isohypsen darzustellen. Er wird dazu genau wie bei der Fazieskarte abgedeckt und ergänzt gedacht. Man erhält so einen einheitlichen Überblick über die Tektonik, wie er kaum auf eine andere Weise zu gewinnen ist. (Vgl. meine „Lessinischen Alpen“, T. 1 und 2.¹⁾ Falls die Messungen des Einfallens halbwegs dicht sind, können nicht alle beobachteten Fallzeichen auf der geologischen Hauptkarte eingetragen werden. Man kann sie auf einer besonderen Fallzeichenkarte bringen, die aber selten übersichtlich ausfallen wird. Ich habe deshalb ein Verfahren entwickelt, nach dem die Fallzeichen einzelner Teilgebiete zu Diagrammen zusammengefaßt werden, die dann, nach Art einer Kartenskizze nebeneinander gezeichnet, eine direkte Anschauung von den Änderungen des Fal tungszustandes innerhalb des kartierten Landstriches vermitteln. (Siehe „Lessinische Alpen“, Fig. 55.)

Die Hochachtung vor der Wissenschaft im allgemeinen und die Liebe zu dem behandelten Gegenstand wird uns auch die Form, in der unsere Ergebnisse veröffentlicht werden, nicht

¹⁾ Denkschrift Naturhist. Museum Wien Bd. 2.

gleichgültig erscheinen lassen. Bei geologischen Karten ist hier wohl der wichtigste Punkt die Wahl der Farben. Zu befriedigenden Ergebnissen wird man dabei nur gelangen, wenn man sich von jedem allgemeinen Schema freihält. Ich verkenne nicht, daß auch dieses seine Vorteile hätte, doch scheinen mir die Nachteile zu überwiegen. (Daß dagegen die einzelnen Blätter eines zusammengehörigen Kartenwerkes im wesentlichen nach demselben Farbenschlüssel ausgeführt sein müssen, ist wohl selbstverständlich.) Zunächst wird man dafür sorgen, daß große Flächen hell und nur kleine dunkel koloriert sind. Farben, die häufig aneinander grenzen, sollen gut unterscheidbar sein, nicht nur, damit die Grenze deutlich hervortritt, sondern auch, weil man sich so den Farbenschlüssel leichter und sicherer merkt. Man wird den Malm wegen der ganz verschiedenen Art des Auftretens gewiß viel weniger leicht mit dem etwa ähnlich gefärbten Hauptdolomit verwechseln, als mit dem Dogger. Es folgt daraus, daß es im allgemeinen nicht möglich sein wird, jede Formation in einer einzigen Grundfarbe zu halten. Über diese einfachen Regeln hinaus scheint es mir aber möglich, die geologische Karte so zu behandeln, daß — wenn auch mit ganz anderen Mitteln — der Eindruck, den die direkte Betrachtung der Natur macht, bis zu einem gewissen Grad nachgeahmt wird. Schichtglieder, die im Gelände stark auffallen, wird man auch auf der Karte auffallend färben. Gesteinsmassen, die sich in der Natur ähnlich verhalten, wie etwa der Mendoladolomit und der Schlerndolomit, werden auch auf der Karte ähnlich dargestellt werden. Hauptdolomit und Dachsteinkalk wird man so behandeln, daß sie sich für das Auge — immer unter Wahrung ihrer leichten Unterschiedbarkeit — zu einer Einheit höherer Ordnung verbinden. Ich glaube, daß sich dadurch die Benützung der Karte im Terrain wesentlich erleichtern und auch die Vorstellung bei der Lesung zuhause beleben läßt. Die zuletzt angeführten Grundsätze widersprechen offenbar bis zu einem gewissen Grad den früher genannten. Es ist aber kaum je schwierig, einen befriedigenden Ausgleich zwischen ihnen zu finden.

Wenn mehrere aufeinanderfolgende Schichtglieder so wenig mächtig sind, daß man sie in dem gewählten Maßstab nicht getrennt ausscheiden kann, gibt es einen Ausweg, um doch anzudeuten, welche Glieder der zusammengefaßten Serie an

einer bestimmten Stelle vorhanden sind und welche fehlen. Man kann dies nämlich durch eine verschiedene Farbe für die ganze Gruppe bezeichnen. Bei einer noch nicht veröffentlichten geologischen Karte der nördlichen Lessinischen Alpen im Maßstabe 1:100.000 erwies es sich als unmöglich, den *Ammonitico rosso superiore* und die ihn unterlagernden Hornsteinschiefer getrennt zu zeichnen. Da diese, die ein Quellhorizont sind, nicht im ganzen Gebiet auftreten, habe ich den obersten Jura, wenn die Hornsteinschiefer fehlen, rot, wenn sie aber vorhanden sind, violett koloriert, wodurch das Verbreitungsgebiet dieses praktisch nicht unwichtigen Gesteines gut hervortrat.

Es erhöht die Übersichtlichkeit, wenn man diejenigen Gesteine, die an der Tektonik nicht mehr beteiligt sind, also vor allem das Quartär, nicht durch Flächentöne, sondern durch farbige Schraffen oder Punkte bezeichnet. Sie springen dadurch sofort als etwas vom gefalteten Grundgebirge wesentlich Verschiedenes in die Augen. Man kann sie auch ganz weiß lassen und die verschiedenen Gesteinsarten nur durch Buchstaben bezeichnen. Bei einer größeren Mannigfaltigkeit wird dies aber leicht unübersichtlich und überdies wirkt es nicht hübsch. (Vgl. etwa meine geologische Karte des Hölleengebirges.²⁾)

In den gegenwärtigen Zeiten der Not ist es oft schwierig, eine farbige geologische Karte drucken zu lassen. Man ist deshalb mehr als früher auf Schwarz-Weißkarten angewiesen. Diese haben aber den großen Nachteil, daß die verschiedenartigen Schraffen das Terrain kaum je klar hervortreten lassen. Isohypsen und Schraffen gleichzeitig zu verwenden, ist fast unmöglich. Wir haben aber schon gesehen, daß eine genaue Geländedarstellung für eine geologische Karte geradezu unentbehrlich ist. Ich bin deshalb auf einen Ausweg verfallen. Wenn man drei oder vier verschieden dunkle graue Töne verwendet, wird die Reproduktion der Karte nicht merklich verteuert, man kann sich aber auf wenige, locker stehende Schraffen und Punktsysteme beschränken und die Lesbarkeit des Terrains gewinnt außerordentlich (vgl. meine Karte der Gegend von Saalfelden³⁾).

²⁾ Jahrb. Geolog. Reichsanst. Wien, Bd. 62, Taf. 24.

³⁾ Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. Bd. 132, I, 1923.

Im übrigen sollte man für die Karte reine, gut abgestimmte Farben verwenden, gerade so wie man sich mit der Anordnung und der stilistischen Form des Textes und der Ausführung der Figuren (bei der Nachlässigkeit heute geradezu Mode zu werden scheint) alle denkbare Mühe geben sollte. Das Lesen einer längeren Aufnahmsarbeit ist keine leichte Aufgabe; der Leser hat Anspruch darauf, daß man sie ihm möglichst angenehm macht.

Über die Darstellung paläogeographischer Karten.

Von Franz X. Schaffer.

(Mit zwei Textfiguren.)

Viele Fachgenossen schätzen den Wert paläogeographischer Karten recht gering ein, da diese doch immer einem größeren Zeitraume entsprechen, also nicht ein Momentbild der Erdoberfläche geben und der Zeit nach verschiedene Entwicklungszustände der Teile der Erdoberfläche vereinen.

Das erstrebenswerte Ideal ist natürlich eine möglichst große Folge einzelner Karten, die fast in kinematographischer Weise die Veränderungen des Bildes der Erdoberfläche geben könnten. Dies muß aber als unerreichbar aufgegeben werden.

Ein Ersatz dafür liegt nun in einer Methode, die ich in dem kürzlich erschienenen zweiten Bande meines Lehrbuches der Geologie¹⁾ angewendet habe, um die Veränderungen in der Verteilung von Festland und Meer in den einzelnen Perioden darzustellen. Sie wird besser als durch Worte durch die beiden folgenden Beispiele erläutert. Es läßt sich damit die Zahl der dargestellten Erscheinungen noch weiter ausdehnen und in der Aufeinanderfolge der einzelnen Karten oder durch Kombination auf ein Blatt lassen sich die großen beständigen Züge des Bildes der Erdoberfläche hervorheben.

¹⁾ Denselben konnten auch dank Entgegenkommens des Verlages F. Deuticke die hier wiedergegebenen beiden Klischees entnommen werden.