

SE-5307 A

HEINRICH KÜPPER

GEOWISSENSCHAFTEN

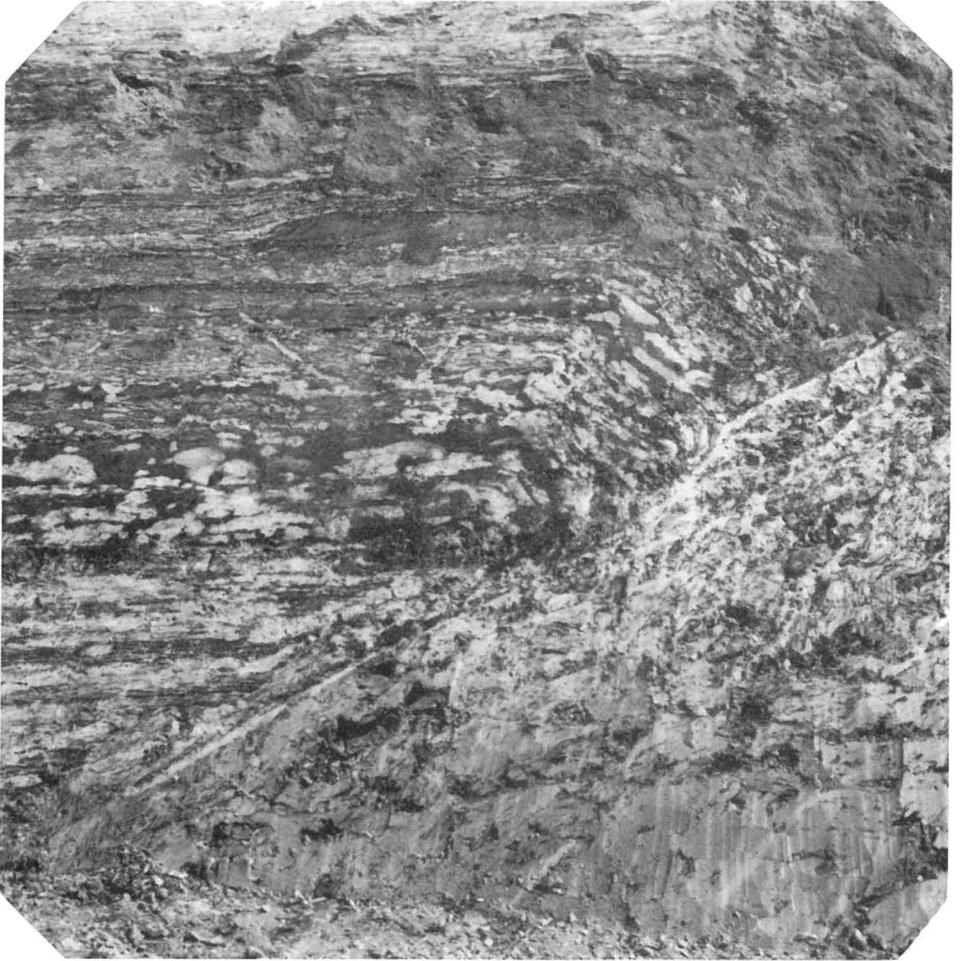
UM 1969

WIEN

EIGENTÜMER, HERAUSGEBER UND VERLEGER: GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
WIEN III, RASUMOFSKYGASSE 23

DRUCK: GESELLSCHAFTSBUCHDRUCKEREI BRÜDER HOLLINEK

**ÜBERREICHT MIT DEN BESTEN EMPFEHLUNGEN!
DES VERFASSERS.**



Luftbild - Aufschluß - Dünnschliff,

setzen als Angelpunkte der Geowissenschaften eine Eigenschaft voraus, die im Englischen als *pattern-seeing* gilt; gemeint ist damit die Gabe, eine für den Außenseiter scheinbar nicht sinnvolle Punktstreuung als deutbares Muster zu lesen — eine der Grundvoraussetzungen für den erfolgreichen Geologen alten wie neuesten Stils, vom Fossilsuchen bis zur Luftphotointerpretation erforderlich.

(Pliocän aufschluß, Nordsumatra, 1930)

Dieses Produkt geht an der Grenze des
Schwachsinnns hochschaff vorbei!

HEINRICH KÜPPER

Zur Lage der Geowissenschaften um 1969*)

Inhalt:	Seite
Résumé . . .	3
Vorwort	6
I. Geowissenschaften im Rahmen der Weltsituation .	7
II. Veränderungen in Gefüge und Inhalt der Geowissenschaften . .	10
III. Geowissenschaften und Umweltbedingungen .	17
IV. Geologische Karten	21
V. Menschliches, Terrestrisches und Extraterrestrisches .	29
Literaturhinweise	33

*) Erscheint in: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 1970/1.

Résumé

The following is to be considered as a short essay on the present situation of the geosciences; not a fully worked out study, but touching upon a few selected items, which after years of geologists activities and traveling seem to the author relevant for the future development.

(I) Although geology some 150 years ago had its roots in the fascination for the earth of a small group of naturalists, mostly not connected with social and economic development of these days, today geosciences have evolved into a field, which, through its applied branches, influences the economic and social structure, especially, where on the basis of new approaches, new raw materials come within the grasp of modern technical and technological possibilities. Therefore a brief look on the world situation is for a geologist advisable, in order to enable him to see his admittedly localized activities within a wider frame. In this respect we are inclined to follow the thoughts outlined by G. BARRACLOUGH (1964); he points out that "between 1955 and 1960 the world moved into a new historical period, with different dimensions and problems of its own — the major questions will not be European questions but the relationships between Europe, including Russia, and America and the peoples of Asia and Africa". "Between the Suez crisis of 1882 and the Suez crisis of 1956 the wheel turned full circle", "the age of coal and iron was succeeded after 1870, by the age of steel and electricity, of oil and chemicals", changing in our midcentury into the "strategic or thermonuclear revolution". Against this background the development of the geosciences should be evaluated.

(II) Just as the geognostic naturalists of 1820 have changed into the geologists of 1900 and they again are changing now into the geoscientists of today, we notice a constant process of transformation on our road towards the future.

A. P. VINOGRADOV in his lecture on "Earth Sciences and their future", Prague Aug. 19th, 1968, has given an outline of this development; according to him all so called classic trends in geoscience will retain their importance. New methods will grow during the attack on the deeper parts of the earth crust (Upper Mantle), of the bottom of the oceans, and also of the surface of the moon. The trend of this development includes more and more methods, more and more instruments, different from those, which were applied originally by the geologist. Still if we want to encourage progress in geosciences, it is not only the question to promote specialisation, but it becomes equally important, not to lose a language, common for mutual understanding among the geoscientists. One approach in this direction might be the field of modern data-storing-technology. As it is quite impossible to digest the constantly increasing stream of new facts by reading, the help of "remembering"- "reproducing"- and eventually "semi-thinking"-machines might become inevitable.

(III) Behind all specialized and theoretical investigations one new group of problems commences to take shape around our mid-century situation, which will become of dominant importance during the next decades; geoscience conditions controlling human environment. The impact of the increase of the world populations — so far up to the year 2000 certainly not under control — will not only be influencing our spiritual-, social- und technological environment, even the basic background of our natural environment, clean water, clean air and uncontaminated soil will become more and more precious and therefore will have to be handled with more and more respect. Taking care of one of these fields will not be adequate, a joint approach by joint units of geosciences sections will become a necessity.

Certainly one of the main problems will be environmental geology of large cities; even today different types of cities can be distinguished according to their different geological setting, as f. i. New York or Stockholm on kristalline hardrock, Calcutta or Amsterdam on slightly consolidated soft rocks, Tokio and San Francisco with earthquake problems, just to mention a few of many types. If municipal settlements are evolving into larger and larger units of densely populated areas, the present localized problems will merge into larger and more complex ones. Any progress recorded by geologists might result in an improvement of living conditions of larger and larger populations. This should not be overlooked as a possible major contribution of geosciences.

(IV) Geological maps of any scale cover more data per square unit of surface than any printed text can provide. Still its astonishing, that this extremely effective and diversified instrument of documentation is but rarely treated in geology textbooks, that it often seems to be evaluated as simple professional craftsmanship only. Geoscience theories, as effective or as far reaching they might be, always will be reflected within, and always will have to be checked by geological maps.

Geological maps are a means of successful data storing in geosciences. Still we feel some facts would deserve more close attention; as f. i. not only to distinguish geological maps according to their content in synoptic maps and detailed maps, as it is done usually; but also from a functional point of view to differentiate into maps used primarily for decision making and maps serving as basis for research only; further one has to consider the stages along which maps are prepared, which disclose, that absolutely perfect maps are an inapproachable aim, due to the fact, that the unavoidable imperfection of any observer somehow multiplies, if more investigators are involved and therefore must enter the map. Finally its worth while remembering that the present highly developed geoscience maps are certainly due to the skill of the scientists; but they are partly also due to the patience of the taxpayer, who paved for a large part the way for the scientist by his humble contribution.

The outlook towards the coming decades will be different for large expanding countries like Brasil, Canada or India on the one hand, and for the smaller countries of central Europe on the other hand. The above considerations therefore cannot in all respects be complete or valid on a world scale. Still we believe

the common trend is and will be, that geosciences as a whole will deserve closer recognition and might be expected to contribute more and more for the development of mankind within the coming critical decades.

Selected reading:

BARRACLOUGH, G.: An introduction to contemporary History 1967. Pelican books.

VINOGRADOV, A. P.: Earth sciences and their future. Intern. Geol. Congr., Prague, 1968.

DOXIADIS, C. A.: Ecumenopolis, tomorrows city. 1968, Brittanica, book of the year.

HARRISON, J. M.: Nature and significance of Geological Maps. 1963, Fabric of Geology, Freeman, Cooper, Stanford.

V o r w o r t

Die Ereignisse der ersten acht Monate des Jahres 1968 zeigen, mit welchen Spannungsfeldern der heutige Lebens- und Arbeitsbereich rechnen muß: die Studentenunruhen im Mai 1968 in Berlin und Paris beweisen, daß ein vernünftiges Funktionieren veralteter Universitäts- und Wissenschafts-Organisationen im Rahmen der heutigen Gesellschaftsformen von einem Großteil der jungen Generation, zum Teil zurecht, bezweifelt wird; die Ereignisse August 1968 beweisen, daß veraltete Leitbilder staatspolitischer Handlungsweisen nicht nur ein vernunftorientiertes, fortschrittliches Volk, sondern die ganze Welt innerhalb weniger Stunden an den Rand eines totalen Ruins bringen können.

Es wäre unrealistisch, anzunehmen, daß diese und andere Gründe für Spannungen bald behoben werden könnten, im Gegenteil, es werden in den nächsten Dezennien andere hinzukommen, so daß der Weg, welchen der Geologe bis zum Jahre 2000 und darüber hinaus vor sich hat, ein Pfad, „steinig“ mit Widerwärtigkeiten sein wird. Wenn man sich dieser Situation bewußt ist, so ist es nach unserer Meinung trotzdem sinnvoll, sich nüchtern abwägend ein Bild zu machen, welche Tatsachengruppen nach der heutigen Lage den Weg des Geologen beeinflussen könnten und auf welche Fakten bewußt unsere besondere Aufmerksamkeit zu richten wäre.

Allerdings, der Geologe ist allzu gerne bereit, seine Umwelt nach jenen, in der erdgeschichtlichen Vergangenheit seiner Arbeit wurzelnden Maßstäben zu messen, mit denen er in geduldiger Arbeit von einem Tag zum anderen an der Entwicklung und Erledigung der an ihn gerichteten Fragen arbeitet. In ihrer letzten Auswirkung sind jedoch die Ergebnisse der Geowissenschaften seit der Mitte dieses Jahrhunderts auf derartig vielfältige Weise mit den rasch laufenden Mechanismen der heutigen Weltentwicklung verflochten, so daß eine zumindest zeitweise Ausweitung einer Fachorientierung auf eine Weltorientierung erforderlich scheint. Das Bewußtsein in allgemein entscheidungsberufenen, und auch in wissenschaftlichen Bereichen mehr als bisher zu verankern, daß sich die letztendliche Ausstrahlung, das Wirkungspotential und der Verantwortungsgrad der Geowissenschaften erweitert hat und noch erweitern wird, ist der Sinn der folgenden Zeilen.

Hiebei sind gerne gepflegte Historizismen — wurzelnd in der Geologie selbst und in der Universitätsstruktur — bewußt zurückgestellt zugunsten solcher Blickrichtungen, welche für die Generationen 1930/50 als Fluchtlinien zu neuen Zielpunkten für die Jahre 1980/2000 dienen dürften.

Schließlich ist bewußt auf kürzeste Fassung angesteuert, befinden wir uns doch heute nicht nur in einem grundlegenden Umbau der Nachrichtenübermittlung, sondern auch der Kommunikationsmittel überhaupt, zugleich einer der Ansatzpunkte einer „book revolution“, in welcher die klassischen Wege des Schreibens „vollständiger“ Darstellungen in der heutigen Wirklichkeit nur mit Mühe bestehen können neben den auf künftige Arbeitsziele ausgerichteten Kurzfassungen.

I. Geowissenschaften im Rahmen der Weltsituation

Die Zunahme der Weltbevölkerung fesselt seit Jahren die Aufmerksamkeit der Allgemeinheit, wobei das Interesse meist um die Tatsache der Verdoppelung der heutigen Bevölkerungszahl um das Jahr 2000 kreist. Dies ist jedoch nur ein Teil des Problems, denn der Mechanismus der Zunahme steht auch nach 2000 nicht still. Vorsichtige Schätzungen der möglichen Weiterentwicklung haben ergeben, daß schon in etwa 100 Jahren, 2080, der Stand der Weltbevölkerung 28 Milliarden erreicht haben kann. Diese Zahl liegt bereits jenseits der geschätzten 20-Milliarden-Grenze, die als oberes Limit angesehen wird, bis wohin bei heutigen Umweltbedingungen, wohl mit produktionsmäßigen Erweiterungen, aber ohne drastische Maßnahmen, die Unterlage der Fortsetzung des Lebens erarbeitet werden kann. Diese Zahl, respektive Entwicklungstendenz schließt ein, daß die Bevölkerungskonzentration in Städten das 15fache der heutigen Stadtbevölkerung erreichen wird, wobei das von Städten eingenommene Areal 30- bis 40mal so groß, sein wird, wie die Summe aller Stadtflächen der heutigen Welt *).

Gesehen vom Gesichtspunkt der Bedarfsdeckung von Wasser, von Boden für Nahrung, und von mineralischen Rohstoffen für die technologische Entwicklung, wird schon vor dem Erreichen der 20-Milliarden-Grenze erheblich mehr an Vorausplanen und -arbeiten einsetzen müssen, als uns dies mit unserer, auf den politischen Alltag abgestimmten Tätigkeit zu tun gestattet ist. So ist bekannt, daß sogenannte „arme“ Kupfererze großer Erstreckung als Bestandaufnahme für das Jahr 2000 kürzlich in der Mongolei oder auch in Persien untersucht wurden. Auch die Wasserversorgung Kaliforniens ist in Planungsabschnitten bis zum gleichen Zeitpunkt ausgearbeitet.

Die voraussehbaren Umschichtungen in der Weltbevölkerung mit ihren Folgen im Bereich der materiellen Erfordernisse führen jedoch auch zur Feststellung von möglichen Veränderungen auf dem geistigen, kulturellen und politischen Sektor. Sie sind unter dem Schlagwort einer „Schrumpfung“ Europas (dwarfing of Europe) in Umlauf gesetzt worden, womit in erster Linie die zahlenmäßige Veränderung des Anteiles der „weißen“ Bevölkerung gemeint ist. So würde man um 1960 in einer gleichmäßig gemischten Weltbevölkerung unter 100 Erdenbürgern 25 „Weißen“ begegnen, um das Jahr 2000 etwa 15 und um das Jahr 2080 nur etwa 7.

*) Anzahl der Städte mit über 1 Million Einwohnern	1900 : 14	1961 : 69
hievon in Europa	6	19
Nordamerika	3	6
Südamerika	2	6
Asien	3(?)	43
übrige	—	2

Dieser Sachverhalt führt weiter unmittelbar zu dem Tatsachenkreis der zunehmenden Konfrontierung des Durchschnittseuropäers mit andersfarbigen Weltbürgern. Während um den Beginn dieses Jahrhunderts eine derartige Begegnung eine relative Seltenheit war, so ist sie heute in verschiedenen Berufssparten eine oft wiederkehrende Verpflichtung geworden. Die aus der Nachkriegssituation um 1950 sich ergebende Beziehung des Gebens und Gebenwollens von Industrie- an Entwicklungsländer ist unseres Erachtens hiebei nur ein zeitbedingter Sonderfall, der wohl bald in eine dichter werdende „normale“ Wechselbeziehung des Kultur- und Handels-Austausches übergehen wird. Abgesehen von angeborenen Verschiedenheiten im geistigen Temperament und Reaktionsvermögen wird der Durchschnittseuropäer sich überzeugen müssen, daß geistige Qualitätsarbeit und auch Spitzenleistungen in viel mehr Bereichen unserer Erde entstehen können, als dies vor einem halben Jahrhundert, gesehen vom Standpunkt einer europäischen Dominanz, vermutet wurde. Von einer eo-ipso Vorrangstellung des Europäers kann keine Rede mehr sein, wenn nicht jeder einzelne ebensoviel Arbeit und Energie in sein Lebenswerk investiert, wie es z. B. Japan tat und damit seinen Aufstieg zur Welt-Industriemacht errang.

Gerade der Geologe wird sich einer realistischen und kritischen Einschätzung der Verlagerungen und Ausweitungen im geistigen Weltpotential zuwenden müssen. Wohl ist es heute noch so, daß alle modernen Methoden, die zu den großen neuen Rohstoffentwicklungen seit 1900 geführt haben, ausschließlich in europäischem Ideengut wurzeln. Andererseits ist es aber auch vielen Geologen bekannt, daß man überall in der Welt Geologen-Kollegen mit profundem und kongenialem Einfühlungsvermögen für die Probleme der Geowissenschaften begegnen kann. Das seinerzeitige geistige Ungleichgewicht zu Ungunsten der Nicht-Europäer verwandelt sich schrittweise in eine mengenmäßige Minoritätenposition der Europäer, wobei es einiger Anstrengungen bedürfen wird, das geistig-schöpferische Potential Europas trotzdem aufrechtzuerhalten.

Ein Vergleich der Herkunftskontinente der Teilnehmer an den Internationalen Geologenkongressen Wien 1903 und Prag 1968 ist ein beredter Hinweis dafür, in welcher Entwicklung wir uns befinden:

Teilnehmer an den Internationalen Geologenkongressen

Herkunftskontinent	Wien 1903	Prag 1968
Europa	360 (ca. 83 %)	2300 (ca. 72 %)
Asien	6 (ca. 2 %)	100 (ca. 3 %)
Afrika	4 (ca. 1,5%)	100 (ca. 3 %)
Nordamerika	56 (ca. 11 %)	600 (ca. 18 %)
Süd- und Mittelamerika	3 (ca. 1 %)	60 (ca. 1,5%)
Australien, Ozeanien	2 (ca. 0,5%)	20 (ca. 0.5%)

Hiebei sind die großen Teilnehmerzahlen Europas in erster Linie durch die kurze Anreise zu erklären; weiter ist zuzugeben, daß z. B. nicht alle aus Asien oder Afrika anreisenden Geologen diesem Kontinent selbst entstammen.

Das entscheidende an diesen Zahlen scheint uns jedoch zu sein, daß das relative Verhältnis der Teilnehmerzahlen (%) sich wenig oder kaum verändert hat, daß aber die absoluten Teilnehmerzahlen pro geographische Großeinheit sich praktisch

um das 10fache erhöht haben, was die Zunahme und Breite der Anerkennung der Geowissenschaften deutlich unterstreicht.

Wenn die Arbeit und Interessen des Geologen ihn meist fern von der Politik halten — Ausnahmen, wie Präsident L. H. C. Hoover, USA 1929 bis 1933, und Ministerpräsident O. Czernik, CSSR, 1968, beides Bergingenieure, bestätigen die Regel — so sei hier zur Abrundung darauf verwiesen, daß von Seiten mancher Historiker der Geschichtsablauf seit den Jahren um 1890 so gedeutet wird, daß vieles dafür spricht, daß zwischen damals (1890) und heute (1960) eine Zeitenwende liegt, die zwei Zeiträume gänzlich verschiedenen Charakters trennt. Andere Historiker wiederum deuten den Wandel von damals zu heute als gleitenden Übergang im Wege kleinster Schritte. Die Gruppe um G. BARRACLOUGH dagegen spricht von einem innerhalb 80 Jahren vollzogenen Wandel oder Verwandlung von einer, in eine gänzlich andere historische Phase. Im damaligen Ablauf ist das politische Geschehen fast ausschließlich von aus Europa stammenden Dispositionen gelenkt worden; heute ist das politische Geschehen von weltweit verzweigten Perspektiven beherrscht. Im besonderen handelt es sich heute, im Gegensatz zu damals, um die gänzlich veränderte Position Europas (a), um das Heranwachsen von USA und UdSSR zu Supermächten (b), um das Verlöschen der kolonialen Großmächte Großbritannien, Frankreich und Niederlande (c), um das Vordrängen Asiens und Afrikas (d), damit um eine Neugestaltung des Verhältnisses zwischen Weißen und Nicht-Weißen, und schließlich um die „thermonucleare“ Revolution (e), die Wissenschaft, Technik und Politik immer mehr beeinflußt. Während der Zeitbereich von 1918 bis 1956 als Übergang bezeichnet wird, wo die genannten Elemente a bis c immer klarer Form gewinnen, wird die Transformation in den Jahren 1955 bis 1960 als vollzogen betrachtet. Die Tatsache, daß die Vereinigten Staaten und die westlichen Demokratien in den Vereinten Nationen keine dominierende Rolle mehr spielen, ist ebenso kennzeichnend für die gewandelte Weltsituation wie ein Vergleich der Suezkrise von 1882 und 1956, wo damals von Europa diktierte Dispositionen die Situation mit Machtmitteln „gelöst“ haben, während 1956 ein von Europa gelenkter Versuch zu einer Gewaltlösung zusammenbrach.

Der Geologe verfolgt im allgemeinen die Hauptzüge der Gegenwartsgeschichte nicht oder nur von ferne. Er sieht seine Arbeitsmethoden, so wie sie aus der Betrachtungs- und Denkweise seiner Lehrer und deren Vorgänger abgeleitet wird. So wertvoll es ist, in diesem Ablauf eine Evolution zu sehen, ebenso wichtig scheint es, nicht zu übersehen, daß uns diese Evolution in einen Geschichtsabschnitt geführt hat, der gänzlich verschieden sein dürfte von jenem, in dem E. SUSS sein Lebenswerk vollendete, in dem R. v. EÖTVÖS seine Drehwaage entwarf, in dem O. AMPFERER seine Tektonik der tieferen Stockwerke postulierte.

So wie jeder Geologe, der zu einer Verpflichtung in ferne Bereiche verweist, sich nicht nur über die Geologie, sondern auch über den sprachlichen, sozialen, politischen und historischen Rahmen seiner Aufgabe orientiert, ebenso glauben wir, daß es nützlich sei, eine Diskussion des Weges des Geologen zum Jahre 2000 mit dem Hinweis auf solche Gesichtspunkte einzuleiten, die zu einer allgemeinen und kritischen Beurteilung unserer heutigen Ausgangsposition auf diesem Wege beitragen mögen.

II. Veränderungen in Gefüge und Inhalt der Geowissenschaften

Die zeitliche Abfolge der im Gebrauch befindlichen Bezeichnungen eines größeren Wissenschaftsbereiches — in unserem Falle etwa um 1830 *Geognosie*, etwa um 1910 bis 1930 als Höhepunkt *Geologie*, und etwa ab 1950 immer mehr vordringend *Geowissenschaften* — zeigt, wie sich der Mensch als Träger wissenschaftlicher Arbeitsleistung vom seinerzeitigen geologischen Einzelgänger zum heutigen geowissenschaftlichen Kollektivmitglied gewandelt hat. Als Beispiel für den erstgenannten Typus sei an A. TOBLER erinnert, der in mehrjähriger Urwaldtätigkeit die Grundzüge der Geologie von Mittelsumatra erarbeitet hat. Als Beispiel für eine moderne geologische Arbeitsleistung erster Ordnung sei die Geologische Karte der CSSR, 1967, angeführt, die von einem vielgliedrigen Geologenteam, ausgerüstet mit technischen Möglichkeiten und unter Einbeziehung vieler in Laboratorien verwurzelter Arbeitsgänge geschaffen wurde. Diese veränderte Situation stellt an den einzelnen andere und vielseitigere Anforderungen. Es wird deshalb jetzt eine größere Zahl verschieden veranlagter Geologentypen in einem Team ihren Platz finden können, während seinerzeit es doch meist um eine kleinere Gruppe von Grundeigenschaften ging, die dem Geologen zum Erfolg bei seiner Arbeit zur Verfügung stehen mußten.

Nach wie vor geht es auch heute bei den primären Grundanforderungen um eine immer wach bleibende Beobachtungsgabe, die im Aufschluß oder Bohrkern das Ganze vollständig sieht und nicht nur selektiv eingestellt ist auf das, was bei wissenschaftlicher oder praktischer Fragestellung in erster Linie zu erarbeiten ist. Bohrkern oder Aufschluß können wichtigeres enthalten, als es eine Fragestellung voraussehen kann.

Die enge Verflechtung der geologischen Arbeit mit vielen technischen Arbeitsgängen, die selbst wieder geologische oder geologisch zu interpretierende Ergebnisse liefern, eröffnen heute allen jenen Geologentypen ein weites Feld geschätzter Tätigkeit, denen die gleichzeitige Bedachtnahme auf Durchführungstechnisches und das wissenschaftlich Prinzipielle von Ergebnissen liegt. Dieser Typ, vom Einzelgänger wesentlich verschieden, trägt heute ganz wesentlich zum Fortschritt bei.

Die Tatsache, daß manches der Geowissenschaften in seinen wichtigen Konsequenzen von den sozialen, administrativen oder politischen Bereichen kaum richtig abgeschätzt werden kann, bringt es mit sich, daß Geologisches, Geophysikalisches und Geotechnisches einem Empfängerkreis mit gänzlich anderer Einstellung erläutert werden muß. Diese Mittlerrolle — z. B. bei Funktionen der UNO und UNESCO — ist für die weltweite Verankerung der Geologie in Zukunft wichtig.

Die Arbeitsgebiete der Aufnahmsgeologen, der Explorationsgeologen, des Beraters von Organisationen, werden natürlich abgerundet durch den Bereich des Geologie-Unterrichtes an Universitäten, welcher die fachlichen Grundlagen im Geologie-Adepten legt.

Alle diese Aufgaben zusammen ergeben heute einen vielfach aufgefächerten Arbeitskreis, in welchem für oft stark verschiedene Begabungstypen und Veranlagungen Platz für erfolgreiche Arbeit ist, eine Entwicklung, die mit der heute erreichten Aufgliederung noch nicht zum Stillstand gekommen ist. Daß sich einer größeren Vielfalt von Begabungstypen für die Mitarbeit im Bereich der Geowissenschaften die Tür geöffnet hat, wird als Positivum gewertet. Allerdings hat diese Unterbringung einer größeren Vielfalt menschlicher Typen unter dem gemeinsamen Dach der Geowissenschaften manchmal zur Folge, daß die verschiedenen Begabungstypen, gruppiert um verschieden gelagerte Arbeitsschwerpunkte hinsichtlich des gemeinsamen Geo-Dach-Begriffes Neigung zu zentripetalen Tendenzen zeigen. Dies ist verständlich, wenn man sich vor Augen hält, wie weit vom ursprünglichen Geologiestudium Berufsverpflichtungen der Geowissenschaften sich entfernen können. Wir glauben jedoch, daß neben der vom Studium hergeleiteten Geo-Verpflichtung heute noch ein zweites hinzugekommen ist, das alle im Bereich der Geowissenschaften Tätigen zu einer Einheit verbindet. Es ist dies die Verpflichtung, das wissenschaftliche Ausgangskonzept im Wege elastisch zu handhabender Organisationsformen weiter zu entwickeln. Es ist im Rahmen der jüngsten Diskussionen zu Recht gesagt worden, „man könne durch Organisationsformen menschliche Qualität nicht ersetzen“ (A. LESKY). Im heutigen Bereich der Geowissenschaften ist jedoch wissenschaftliche und menschliche Qualität ohne entsprechende Begabung für ordnendes Organisieren und Organisationsformen eine Währung mit äußerst begrenztem Umlaufbereich. Im Universitätsbereich wird es mehr zu beachten sein, daß der fachlichen Selektion des normalen Unterrichtsbetriebes mehr als bisher eine begabungsmäßige Einschätzung und Selektion vorzuschalten wäre.

Der Übergang von der in Geologie und ihren Verzweigungen üblichen klassischen Dokumentation wissenschaftlicher Ergebnisse zu einer rasch laufenden Informationstechnologie wird in den kommenden Dezennien das Bild der geowissenschaftlichen Arbeit wesentlich verändern.

Es ist bekannt, daß der Weg von den ersten im Aufschluß- oder Kernbereich gemachten Grundbeobachtungen über Zwischenberichte, Vorveröffentlichungen bis zur im Druck erschienenen Endformulierung eines zum Weiterverbrauch bestimmten und gefestigten neuen Kenntnisbestandes meist ein mehrjähriger Vorgang ist. Auch die Erstellung einer geologischen Karte erfordert fast ein Dezennium — abgesehen von solchen, die auf spezielle technische oder Explorations-Ziele ausgerichtet sind. Die lange Zeitdauer ist teilweise bedingt durch eine Vielfalt von einzubauenden, teilweise selbständigen Arbeitsgängen, teilweise aber auch durch den schwerfälligen Vorgang des Aufsuchens und Inbezugsetzens zu bisherigen wissenschaftlichen Resultaten, als deren Weiterausbau ein Teil wissenschaftlicher Arbeit gelten muß.

Die moderne Informationstechnologie läßt es jedoch heute schon zu, große Tatsachenbestände in sehr kurz dauernden Zeitbereichen zu erfassen. Im Bereich

der Reflexionsseismik ist die einzelne Reflexion nicht mehr Gegenstand einer speziellen Registrierung und Betrachtung, sie geht ein in ein mechanisch integriertes Datenverarbeitungsbild. Im Bereich der Gefügekunde sind die Lage-Kugeldiagramme ebenfalls ähnlich zusammengefaßte Darstellungen von verschieden gestreuten Einzelbeobachtungen. Im geologischen Kartenbild hat das gemessene Fallzeichen — manchmal zurecht — den Charakter einer Einzelbeobachtung erhalten. Wenn auch gerade hier der Übergang zu einer mechanisch integrierten Darstellung noch nicht direkt vor der Türe steht, so ist zu hoffen, daß der Zeitaufwand für Auffindung und Auswertung vorhandener Referenz- und Literaturdaten sich erheblich wird verkürzen lassen.

Drei Faktengruppen zeichnen sich klar im Rahmen einer modernen Datenverarbeitungs-Technologie ab:

daß für die Menge der zu speichernden Daten praktisch keine Grenzen gesetzt sind; daß natürlich die Datenspeicherung selbst eine sinnvolle Aufgliederung erforderlich macht, die mögliche Fragestellungen schon voraus berücksichtigen muß;

daß als Zeit, die ein Datenspeicher für eine Antwort benötigt, Bruchteile von Sekunden gelten;

daß der Aufbau eines Datenspeichers und damit verbunden die Programmierung für Einzelbereiche heute noch teuer ist, bis 1980 jedoch eine Weiterentwicklung erwartet wird, welche die Nutzung der Datenverarbeitung in weitesten Bereichen erhoffen läßt;

letzten Endes, daß die Gefahr besteht, daß diejenigen, die sich heute schon voll am Wege der Nutzung der Datenverarbeitung befinden, „eines Tages keine Verbindung mehr mit denen unterhalten können, die technisch diesen entscheidenden Fortschritt nicht mitmachen konnten“. Für alle Bereiche der Geowissenschaften Europas ist es eine ernste Verpflichtung, rechtzeitig all das vorzusehen, was zur Überbrückung des „gap“ zwischen technologisch entwickelten und den anderen Ländern wird beitragen können. Dies ist wichtiger, als über die Informationsflut zu klagen, auf Grund wovon der einzelne die Weltliteratur von Fachbereichen selbst nicht mehr zu lesen im Stande ist.

In diesem Literaturdilemma wird es vorläufig als praktikable Zwischenlösung anzusehen sein, wenn die verschiedenen geologischen Staats- und Landesanstalten jährlich für ihren Bereich eine vollständige Liste der im betreffenden Lande erschienenen geologischen Literatur herausbringen. Da eine weltweite Erfassung der geologischen Literatur in einem Organ — sicher auch aus Gründen des Umfanges — um 1960 gescheitert ist und da kommerzielle Referatorgane kaum für Vollständigkeit garantieren können, da sie doch wesentlich auf freiwillige Mitarbeiter angewiesen sind, die ihrerseits primär auf ihre Fachinteressen ausgerichtet bleiben, dürften diese Literaturlisten der Geologischen Dienste bis zu jenem Zeitpunkt unentbehrlich bleiben, zu dem ein weltweites Netz von untereinander verbundenen Geologischen Daten-Zentren verfügbar sein werden.

Im Hinblick auf die Zukunft wird in Europa auch eine wesentliche Straffung in Sprachregelung und Sprachgebrauch geologischer Begriffe sich als nötig erweisen. Die fruchtbare Leichtigkeit, mit welcher tektonische Begriffe z. B. im Bereich der nördlichen Kalkalpen zwischen Salzburg und Wien seit 1910 geprägt wurden, ist eher auf das Bestreben zurückzuführen, auf jeden Fall beweisen zu wollen, daß die eigene Deutung anders und deshalb besser sein müsse,

als die des Vorgänger-Geologen. Respekt vor der Vielfalt im Kleinen und Achtung vor deren Zuordnung zu Großeinheiten sollte eher zu einem Rationalismus beim Gebrauch Geologischer Begriffe führen. Viele der Begründungen, die „beweisen“ wollen, daß neue Begriffe alte zu ersetzen hätten, sind Zeitverlust am Wege zu den wenigen wirklich neuen Einsichten. Diese Randbemerkung soll nicht nur „Kalkalpines“ treffen (hier haben sich zwischen Salzburg und Wien nach B. PLÖCHINGER zu den 10 klassischen Grundbegriffen der Jahre um 1910 etwa 40 neue Begriffe hinzugefügt); ein gleicher Rationalismus wäre im Bereich der Lokalstratigraphie oder auch Mikropalaeontologie am Platze; womit nicht bestritten werden soll, daß seltene, grundsätzlich neue Beobachtungen u. U. tatsächlich nicht in alte Begriffsauffassungen unterzubringen sind.

Wie haben sich die inhaltlichen Schwerpunkte verändert, welche Bereiche sind als neu hinzugekommen? Je nach dem Fachgebiet, welches der Geowissenschaftler als einzelner zu betreuen und zu vertreten hat, je nachdem er in verschiedenen Kontinenten Erfahrungen und Eindrücke sammeln konnte, je nachdem er als Spezialist ans Mikroskop gebunden ist oder der „fliegenden“ Geologengeneration angehört, wird die Antwort verschieden ausfallen. Ohne Vollständigkeit anstreben zu können, seien einige Gruppen von Näherungsversuchen einer Beantwortung skizziert.

A. P. VINOGRADOV hat in einem Plenarvortrag zum 23. Internationalen Geologenkongreß in Prag am 19. August 1968 über „Earth sciences and their future“ gesprochen; er ist hiebei der Exponent eines Machtbereiches, der seine Zukunftserwartungen auf den modernsten wissenschaftlichen Ergebnissen der Gegenwart aufbaut und daraus auch extrapoliert. Er betont, daß alle bisherigen, oft schon klassischen Arbeitsgänge in der Geologie auch in Zukunft ihre Bedeutung behalten werden, sie reichen von E. SUESS bis über A. WEGENER hinaus in die Geowissenschaften, Geophysik und Geochemie. In dieser letzten Entwicklung nehmen sechs Betrachtungsbereiche immer mehr an ausstrahlender Wirkungstiefe zu: die Anwendung irdisch geologischer Betrachtungsweisen auf außerirdische Körper (Meteoriten — Mond — Planeten); die Durchdringung der tieferen Erdkruste mit geophysikalischen Methoden und die Verarbeitung dieser Ergebnisse zu einem tieferreichenden Kenntnisbild; der Tiefenbau der tiefreichenden Strukturen (Geosynklinalen, Gräben, Ozeanrücken); die Geologie der Ozeanbereiche; die Beiträge der absoluten Altersbestimmungen zu den großen Linien der Erdgeschichte; und schließlich die immer weiter ausgebaute Kenntnis geochemischer Vorgänge als Hintergrund eines physikalisch-chemisch begründeten Ablaufes der Erdgeschichte.

Ist dies ein statisches Bild einer heutigen Prognose, so möchten wir dem ein Bild von Veränderungen im geologischen Denken zur Seite stellen, wie sie bei einem Vergleich des geologischen Weltbildes von 1925 und 1965 zum Ausdruck kommen.

Für den deutschsprachigen Bereich ist das Gesamtbild des „Abrisses“ der Geologie von E. KAYSER, etwa Ausgabe 1920, und derselbe „Abriß“ weiterentwickelt von R. BRINKMANN, 1956, eine Art „geistige Wetterkarte“ auf dem Gebiet des geologischen Denkens. Das seinerzeitige verhältnismäßig schmale Buch (Allgemeine Geologie: 190 Seiten, stratigraphische Geologie: 220 Seiten) hat sich zu einem ebenfalls sehr knapp gehaltenen zweibändigen

Werk von respektive 270 und 320 Seiten ausgewachsen. In der Ausgabe 1956 gehören 50% aller Literaturzitate dem nicht-deutschsprachigen wissenschaftlichen Schrifttum an. Ein Vergleich des Index der Ausgabe 1956 mit jenem der zwanziger Jahre führt schließlich eine ganze Reihe von Begriffen an, die damals noch nicht vorkamen, die heute uns aber schon zu einem selbstverständlichen Begriffsinventar zu gehören scheinen, wie etwa: Bodenmechanik, Drehwaage, Faltenachse, Geosynklinalfazies, Kontinentalverschiebung, Parageosynklinale, radioaktiver Zerfall, Universaldrehtisch, Wandern der Gebirgsbildung — um nur einige wenige Begriffe um 1956 herauszugreifen. Als ganzes ergibt der Vergleich dieser beiden Ausgaben eine erhebliche Verdichtung des gesamten Kenntnisbestandes, eine bemerkenswerte Zunahme von gedanklichen Leitprinzipien und auch eine erhebliche Ausweitung des Kenntnisbestandes über die Grenzen des wissenschaftlichen Stammbereiches der Geologie von Europa hinaus, zu einem immer mehr die gesamte Erde umspannenden geologischen Kenntnisbild.

Die bisherigen Hinweise zu überwiegend qualitativen Veränderungen im Weltbild der Geowissenschaften seien schließlich noch abgerundet durch konkrete Beispiele von überregionalen Entwicklungen, durch welche in den letzten 50 Jahren „weiße Flecken“ des geologischen Kartenbildes der Erde gefüllt wurden, oder die, auf methodischem oder instrumentalem Gebiet gelegen, zu echten Neuentwicklungen gegenüber der Generation der Klassiker geführt haben. Diese „Hinweise“ bleiben bewußt von jeder akademischen „Vollständigkeit“ entfernt, sie deuten nur an, was in den letzten 50 Jahren Wesentliches sich ergab, und was alles Neues per analogiam noch vor uns liegen kann

Das heutige Bild des Meeresbodens des Pazifischen Ozeans (H. W. MENARD, 1964) mit seinen gigantischen Bruchsystemen entlang der Westküste des nordamerikanischen Kontinentes und von Mittelamerika, mit den neuen Ergebnissen über untermeerische Topographie isolierter Erhebungen und Erhebungsreihen im zentralen und westlichen Pazifik, ist ein entscheidend neues Element im geologischen Gesamtbild der Erde, zu welchem modernste Vermessungstechnik, Geophysik und submarine Geologie zusammen beigetragen haben. Das heutige Bild unterscheidet sich grundsätzlich durch seinen überwältigenden Bestand an neuen Fakten von dem, was seinerzeit zum Thema Permanenz der Ozeane vorgebracht werden konnte.

Es gehört wohl zu den anregendsten Erinnerungen an Prof. F. E. SUSS, wenn er um 1924 zu den angehenden Geologen darüber sprach, daß die Vielheit der denkenden Menschen nach ihrem Zeitbewußtsein in zwei ungleiche Gruppen aufgegliedert sind: die eine, überwältigend große Gruppe, für welche die Zeit in den Größenordnungen des menschlichen Lebenszyklus oder bestenfalls historischen Ablaufes sich erschöpft; die andere ganz kleine, geologische Gruppe, für welche die Zeit sich in die, an sich kaum vorstellbaren Größenordnungen der Erdgeschichte erweitert. Diese zeitliche Gesamtperspektive im Ablauf der Erdgeschichte hat sich durch die Ergebnisse der physikalischen, absoluten Altersbestimmungen in den letzten 50 Jahren grundlegend geändert (A. HOLMES, 1960). Das klassische Intervallschema der Stratigraphie wurde zu einem durch mehrere Zahlengrößen überprüfbareren Zeitschema ausgebaut. Darüber hinaus, und deshalb entscheidend

für das gesamte Zeitbild der Geowissenschaften, hat sich erstmalig abgezeichnet, daß die „kurzen“ 600 Millionen Jahre des Phanerozoikums, also alle jene Zeiträume, die der Geologe mit Fossilien belegt und mißt, nur etwa ein letzter Schlußabschnitt sind eines mehr als dreitausend Millionen Jahre währenden Ablaufes, das in der Geschichte der Metamorphica der alten Schilde enthalten ist (M. G. RUTTEN, 1965). Für viele, welche an den Diskussionen über die Möglichkeiten der Analysierung von Kristallinkomplexen in den letzten Jahren teilnahmen, bedeutet der Einbau von groben Zeitfixpunkten in die präpaläozoische Erdgeschichte eine Errungenschaft, die im Hinblick auf das eingangs erwähnte Zeitbewußtsein nicht hoch genug bewertet werden kann.

Das altbewährte Konzept einer Sial-Sima-Gliederung ist mit der Ausgangspunkt gewesen für geophysikalische Untersuchungen, die letztlich in den sehr fruchtbaren Leitbildern der Erdkrustengliederungen bis zum U p p e r - M a n t l e - P r o j e c t geführt haben. Erwägungen über den physikalischen Zustand der Materie und Arbeitskonzepte der modernen Petrologie haben die Umriss der Bedingungen des oberen Teiles des Peridotit-Mantels umrissen. Die weitere Verfolgung der Ultra-Basica, sei es als Bestandteile prä-phanerozoischer Kristallinkomplexe, sei als Herkunftsindikatoren eingeschlossen und mitgeschleppt in Eruptivgesteinen, sind fruchtbare Wege, die uns über die wissenschaftlichen Ausgangskonzepte dieses Jahrhunderts weit hinaus führen werden und in Zukunft möglicherweise auch energiewirtschaftliche Belange berühren können.

Zum Abschluß sei schließlich betont, daß ganz allgemein die Reichweite instrumenteller Anwendungsmöglichkeiten, aus welchen dem Geologen entscheidende neue Anregungen zufließen, sich um etliche Dimensionen erweitert hat; allerdings geht es hierbei nicht um Instrumente, die der Geowissenschaftler selbst anwendet oder bedient, sondern meist um solche, die in anderen Schwerpunktbereichen Anwendung finden, aus denen sich dann für den Geologen neue Einblicke ergeben. Wir erwähnen als ausgewählte Beispiele:

den Bereich der P h o t o g e o l o g i e; vom Blick aus der Höhendimension auf die Erdoberfläche, zur photographischen Vermessungs- und Auswertungstechnik hat sich ein verlässliches Registrierungs- und Wiedergabeverfahren der Erdoberfläche entwickelt. Der Vorteil einer größeren Überschaubarkeit und einer absolut objektiven Abbildung aller Züge des Erdoberflächenbildes verbindet sich mit einer zeitlichen Erfassungsgeschwindigkeit, die jenseits jedes Aperzeptionsvermögens liegt. Der Schritt zur Einbeziehung der Farbphotographie und der Übergang zur Perspektive der Geminiphotos führt letzten Endes zur „Geologie“ des Mondes und der Planeten, wo heute schon irdische Betrachtungsmethodik auf außerirdische Körper übertragen wird;

den Bereich der modernen T i e f t e s t - B o h r t e c h n i k über 6000 m, wo die technische Spitzenleistung immer mit einer geowissenschaftlichen Zielsetzung und auch Auswertung der Ergebnisse engstens verflochten ist; nicht nur die Bestandteile der durchörterten Erdkruste, sondern auch deren physikalische Zustände sind Resultate, für welche Geophysiker und Geologen den geotechnischen Bearbeiter-Teams danken müssen;

die Bereiche der Labor-Arbeitsweisen haben sich durch eine unendliche Vielfalt physikalischer Geräte bis zum Elektronenmikroskop erweitert; viele davon sind eine Arbeitswelt für sich, manche in ihrer Spezialisierung und eigenen Dokumentationsbereichen schon so weit von der Geo-Ausgangsposition entfernt, so daß es eigener Bemühungen bedarf, die Ergebnisse in die Sprache der Geowissenschaften wieder rück-zuübersetzen. Bereiche des transmolekularen Aufbaues der Materie sollten jedoch dem Physiker überlassen bleiben.

Keines der hier nur andeutungsweise gestreiften Gebiete hat es vor 50 Jahren gegeben; wir glauben, daß in weiteren 5 Dezennien neue Perspektiven die Geowissenschaften um weitere neue Aspekte bereichert haben werden.

III. Geowissenschaften und Umweltbedingungen

Für den in Europa beheimateten Geologen ist es selbstverständlich, beim Besuch der großen europäischen Städte immer und fast überall — von London bis Moskau und von Stockholm bis Rom — das überwiegend von der Tradition geprägte Stadtbild im Stadtplan und architektonischen Bild wiederzufinden; auch wenn hier und dort für den Verkehr neue Lösungen geschaffen wurden, z. B. Brüssel, Stockholm, und wenn auch in vielen Fällen eine starke Ausweitung der Wohnbereiche in die umgebenden Räume stattgefunden hat.

Für den außerhalb Europa, vor allem in Süd- oder Mittelamerika beheimateten Reisenden ist es nicht ungewöhnlich, daß dort sowohl die zentralen Stadtteile, dem Bau- und Verkehrstypus nach, sich rasch wandeln, z. B. Mexiko, Rio de Janeiro, als auch sich räumlich enorm ausweiten und so mit angrenzenden Städten zusammen die natürliche Umwelt mit einem geschlossenen Siedlungsteppich überziehen, z. B. San Francisco-Stanford-Berkely.

Es sind dies alles Teilerscheinungen von komplexen Folgrgruppen, die sich letzten Endes aus der Zunahme der Weltbevölkerung und Konzentrierung derselben in geballten Siedlungsbereichen ergeben.

Diese angedeuteten Tatsachen hängen letztlich damit zusammen, daß bei einer rasch anschwellenden Weltbevölkerung diese sich ihrer Umwelt nicht rasch genug anpassen kann, die Umweltbedingungen sozusagen überrennt, während bei der bisher relativ langsameren Bevölkerungszunahme eine Angleichung an die Umweltbedingungen zumindest im Maßstab der menschlichen Generationsfolgen scheinbar allmählicher erfolgt ist.

Die natürliche Umwelt (natural environment) ist für den prae-historischen Menschen, wie für den der Zukunft, die bestimmende Determinante seiner Möglichkeiten; Wasser, Boden, Siedlungsraum, Bodenschätze bestimmen diese.

Die sozialen, vom Menschen geschaffenen Umweltbedingungen, bilden für lockere Einzelsiedlungsbereiche andere Probleme, wie für Bevölkerungsballungen; in historischer oder gegenwärtiger Zeit hat sich die menschliche Gemeinschaft jeweils die entsprechend scheinenden Spielregeln für die Koexistenz von Individuen und Individuengruppen in Form von Gesetzestafeln bis zu Verfassungen zurechtgelegt.

Die technologischen, ebenfalls vom Menschen geprägten Umweltbedingungen sind zu Zeiten des römischen oder des Inka Imperiums ein schütteres Netz von Straßenzügen, Befestigungen oder Wasserzuleitungen gewesen; heute reicht eine topographische Karte kaum aus, um Wege, Straßen, Eisenbahnen, Wasser-Gas-E-Leitungen, Pipelines, Schiffahrtlinien, Flugrouten vollständig zur Darstellung zu bringen. Übersetzt in eine andere Terminologie, ist es heute z. B. in Europa schon schwierig geworden, einen unberührten Fleck

Natur zu finden, wo man innerhalb 12 Stunden nicht daran erinnert werden würde, daß wir in einem käfigähnlichen Geflecht des technological environment fast hoffnungslos eingeschlossen sind.

Ein schließlich letztes und subtilstes Gewebestück ererbter Zusammenhänge in der menschlichen Gedankenwelt, die spirituellen Umweltbedingungen, sind in der psychischen Struktur des Menschen verwurzelt, seit dem Symbolismus der prähistorischen Höhlenzeichnungen bis zu den Weltreligionen und politischen Ideologien; auch hier ergibt sich ein fast alles umklammerndes Gefüge, in das der einzelne hineingeboren wird.

Der Geologe hat nun zugegeben mit all diesen Tatsachenkreisen berufsmäßig im einzelnen nichts zu tun; seine Arbeit ist jedoch zumindest mit den ersten dreien der genannten Bereiche in zunehmendem Maße engstens verzahnt. Nach unserer Meinung ist die Mitsprache des Geologen im Bereiche der Erhaltung und sinnvollen Nutzung der natürlichen Umweltbedingungen eine seiner großen Zukunftsaufgaben. Er wird entscheidend dazu beitragen müssen, ob eine Bilanz der Trink- und Nutzwassersituation, eine Bilanz der Bodenerträge für lokale und regionale Ernteergebnisse, eine Bilanz der einfachen Baustoffe entsprechend den Anforderungen der expandierenden Stadt-Bevölkerung gefunden werden kann.

Dieses Gesamtbild einer auf uns zukommenden Entwicklung stellt neue Anforderungen an die Arbeit und den Typus des Geologen, bei der es in erster Linie darauf ankommt, das Total der geologischen Arbeitsergebnisse dem Gesamtgefüge der weiteren Menschheitsentwicklung zur Verfügung zu stellen. Nicht die geologischen Forschungsergebnisse an sich sind hier das erste Ziel der Bemühungen, sondern die Integration, Darstellung und Interpretation der Ergebnisse für gleichfalls die natürlichen Umweltbedingungen nutzender technologischer Bereiche. Die Notwendigkeit einer engen interdisziplinären Verständigung hat in verschiedenen Staaten zu verschiedenen Organisationsformen geführt, von denen hier das britische „Natural Environment Research Council“ angeführt sei; es befaßt sich mit fünf Forschungsbereichen, soweit diese zur Kenntnis und Erhaltung der natürlichen Umweltbedingungen des Menschen beitragen

- a) Erdkruste, physikalische Eigenschaften und mineralische Rohstoffe;
- b) Binnengewässer und ihre nutzbare Lebewelt;
- c) Menschliche und pflanzliche Ökologie;
- d) Meere und Ozeane, Lebewelt und Rohstoffe;
- e) Atmosphäre.

In anderer, doch in der Zielsetzung ähnlicher Form ist in USA eine vieles umfassende Literatur entstanden, die um das eine grundlegende Thema gruppiert ist, wie ein einigermaßen vertretbares Gleichgewicht herbeigeführt werden kann: zwischen den zunehmenden Anforderungen der menschlichen Gemeinschaft und dem, was letztendlich hierfür aus den natürlichen Umweltbedingungen herausgeholt werden kann, ohne diese unbewohnbar — im weitesten Sinne — zu machen.

Es sei hier auf die Publikationsserie, Daedalus, der American Academy of Art and Sciences verwiesen und zwar

the future metropolis, 1961
toward the year 2000, 1967
Americas changing environment, 1967
the conscience of the city, 1968

Sind dies Publikationsserien, in denen die Vielfalt von auf die Zukunft ausgerichteten Erwägungen aufgerollt ist, so wird der Geologe selbst gerne zurückkehren zu dem, was unter Siedlungsgeologie, Urbangeologie oder environmental geology zusammengefaßt ist.

Auch in diesen Grenzen wird es immer darum gehen, daß vom Geologen das geologische oder geotechnische Gesamtbild aufgerollt wird, in welches hinein der planende Techniker seine Objekte zu stellen hat. Die Technik ist heute so weit, daß sie an jedem Ort praktisch jedes gewünschte Objekt errichten kann; zur Beurteilung, ob eine Planung an einer bestimmten Stelle sinnvoll ist, gehört aber nicht nur die Kostenerwägung für diese bestimmte Raumparzelle, sondern auch das Abwägen der Wertigkeit des Objektes in den größeren Zusammenhängen der natürlichen und technologischen Umweltbedingungen.

Obwohl der technische Stadtplaner in Sache Tiefbau, Wassersituation, Baustoffe etc. meist an einen bestimmten Bereich mit wiederkehrenden Problemen gebunden ist, so sei doch von seiten der Geologie vermerkt, daß nach dem geologischen Unterbau gänzlich verschiedene Stadttypen mit ihren ganz eigenen Problemtypen vorliegen, die jede für sich eigene Aufgaben und Lösungen mit sich bringen, so z. B.

Städte auf Kristallingesteinen: Rio de Janeiro, Stockholm;
Städte auf flachen Sedimenten: Paris, Moskau, Washington;
Städte auf jungen Lockersedimenten: Amsterdam, Kalkutta;
Städte mit Erdbebenproblematik: San Franzisko, Tokio;
Städte mit vulkanologischer Problematik: Pompei, Mexico, D. C.;
Städte mit tektonischer Problematik: Prag, Wien.

Wenn in Zukunft die Entwicklung sich in der Richtung von überdimensionalen Riesen-Siedlungsbereichen (Ecumenopolis) ergeben sollte, so werden Wasserbeschaffung und Abwasserableitung, Baugrundfestigkeit, Baumaterialgewinnung, Erhaltung von Boden- und Vegetationsreserven Fragen sein, die lokal, aber aus einer überregionalen Sicht gelöst werden müssen. Der Geotechniker, der Erfahrungen aus einem der genannten Stadtbereiche mitbringt, wird für die Erarbeitung der allgemeinen Gesichtspunkte Hinweise des Geologen nicht entbehren können.

Andererseits wird es auch bei zukünftigen planungsmäßigen Umgestaltungen historischer Siedlungskerne und Bereiche erforderlich, die geologische Infrastruktur nachträglich zu erfassen, wie dies in vorbildlicher Weise z. B. für Fes (Marokko, 1967) geschehen ist.

Nach der Gesamtlage der heutigen Entwicklungstendenzen ist es sehr wahrscheinlich, daß jene heute meist noch zerstreuten geologisch-geotechnischen Arbeitsgebiete, wie Hydrogeologische Grundlage der Wasserversorgung, geotechnische Eigenschaften des Baugrundes, Rohstoffe für Bauzwecke u. a. m., manchmal zusammengefaßt als urban geology, environmental geology, Siedlungsgeologie, in Zukunft sich zu einem wichtigen, untereinander vielfach verzahnten Betätigungs- und Forschungsbereich für Geologen ausweiten werden. In erster Linie wohl deshalb, weil es hier nicht gilt, ingenieurgeologische oder geotechnische Lokalfragen zu lösen, sondern weil aus den Tendenzen der Welt-Bevölkerungsentwicklung sich mengenmäßige Anforderungen an Raum, Wasser und Boden ergeben, die nicht vom Detail her, sondern nur aus der Perspektive einer geologischen Ganzheits-Betrachtung zu lösen sein werden.

IV. Geologische Karten

Geologische Karten sind die grundlegenden Bausteine, in ihrer Summe das Fundament der Geologie als Wissenschaft; sie sind ein einmaliger Dokumentationstypus wissenschaftlicher Arbeit; sie sind der Ausgangspunkt für die Überprüfbarkeit eines geologischen Gedankenkonzeptes; eine geologische Exkursion an Hand einer Geologischen Karte entspricht dem gleichen Prinzip der Wiederholung der Gedankengänge des Vor-Beobachters, wie es in der Physik für die Wiederholung grundlegender Experimente klassischer oder neuerer Prägung gilt; Geologische Karten sind die Voraussetzung für geologische Erkenntnis; sie sind aber heute auch manchmal eine minderbewertete oder fehlbeurteilte Leistung, welche, weil sie ihren Stil und Bedeutung nur wenig gewandelt hat, gegenüber „Geologisch-Modernem“ in den Hintergrund treten muß. Wir sind der Meinung, daß neue, immer bessere, der Weiterentwicklung unseres Kenntnisbildes schritthaltende Geologische Karten auch in Zukunft immer nötig sein werden.

Die folgenden Bemerkungen sind deshalb nicht als Traktat über die Geologische Karte aufzufassen, sondern skizzieren einige Schwerpunkte, die — neben anderen — bei der zukünftigen Entwicklung Geologischer Karten im Auge zu behalten sind.

Nach der Geologischen Karte greifen verschiedenste Interessenten, wie Geologen, Rohstoffprospektoren, Straßenbauer, Wasserbauer, Planer, Direktoren, Professoren und Studenten. Jeder dieser und noch andere Berufssparten stellen an die Geologische Karte gänzlich verschiedene Anforderungen. Andererseits ist jeder Geologe durch die unvermeidliche, spezialistische Prägung seiner Arbeitsrichtung im Bereiche der Geologie unbewußt der Grund dafür, daß „seine“ Karte nach „seinem“ Stil ausgerichtet ist. Diese unendliche und unvermeidliche Vielfalt, einerseits auf der Seite der Ansprüche an die Karte, andererseits auf der Seite der geologischen Hersteller der Karte selbst, ist zum Teil der Grund dafür, daß zwischen den Gebrauchern der Karte und den Verfassern oder Herstellern Uneinigkeit entstehen kann über die Brauchbarkeit einer Karte selbst.

Der Verwendungszweck einer Geologischen Karte sollte deshalb wo immer — in Titel oder Erläuterungen — deutlichst umschrieben sein, denn es ist für einen Straßenbauer ebenso irrelevant, ob ein Granit karbonischen Alters ist, wie es für den über das Karbon Vortragenden von sekundärer Bedeutung sein mag, welche E-Modulwerte heute einem karbonischen Granit zukommen. Da es nicht möglich ist, für alle Nuancen der Verwendungsmöglichkeiten verschieden ausgerichtete Geologische Karten herzustellen, so haben sich geologische Karten

mit verschiedenen Verwendungsschwerpunkten ergeben. Unter Betonung des Funktionellen trennen wir einerseits: **Entscheidungskarten**; hier geht es darum, daß die wesentlichen Hauptzüge herausgearbeitet sind; der eigentliche Entscheidungsbereich steht im großen Rahmen seiner kontinentalen Umgebung; es sind Karten des Maßstabes 1:500.000, 1:1 Million und kleiner, das was gemeinhin als **Übersichtskarte** gilt; gleichgültig, ob die Übersicht für Erdöl- oder Erzprovinzen, für tektonische, fazielle oder stratigraphische Groseinheiten ausgelegt ist, Lagebesprechungen in Industrie, Verwaltung und Wissenschaft bauen auf diesen Kartentypen auf;

andererseits: **Untersuchungskarten**; hier wieder geht es darum, daß nach Möglichkeit ein Maximum von Details dargestellt ist, um in der Wirklichkeit, also in den Alpen, in der Wüste, in der Arktis, an Ort und Stelle jene Folgerungen rekonstruieren zu können, welche der die Karte aufnehmende und entwerfende Geologe in sie hineingelegt hat; es sind also Karten des Maßstabes 1:200.000, 1:50.000 und größer, das, was gemeinhin als **Detailkarte** gilt.

Forschung, Hochschul-Unterricht, Praxis und Verwaltung müssen von Fall zu Fall entscheiden, welche Geologische Karte der gegebenen Fragestellung entspricht. Ein Versuch, einige Schwerpunkte von Typen geologischer Karten in ihren Zusammenhängen zu skizzieren, ist auf folgender Tabelle (1) gemacht; es gibt aber

Zur Typisierung geologischer Karten

funktionell betrachtet:

a. UNTERSUCHUNGSKARTEN

b. ENTSCHEIDUNGSKARTEN

inhaltlich betrachtet:

a. DETAILKARTEN

b. ÜBERSICHTSKARTEN

Verwendungsbereiche:

----- FORSCHUNG UND UNTERRICHT -----

----- ANGEWANDTE BEREICHE -----

Maßstäbe: a. bis ~ 1:25.000

a/b bis ~ 1:500.000 — 1:1 Mill.

b. 1:1 Mill. und darüber

Bearbeiter und Hersteller:

a. Einzelbearbeiter und -Gruppen

a/b Gruppen und Staatliche Institute

b. Staatliche und International
Organisationen

Tabelle 1.

im Sinne der Einteilung dieser Tabelle sicher keine scharf abgegrenzten Kartentypen, sondern nur solche, die dem einen oder anderen der genannten Schwerpunkte einigermaßen nahestehen.

Die Sprache der Geologischen Karte ist in der Legende und Titel festgehalten. Die Tatsache, daß der kartierende Geologe eigentlich für jeden geometrischen Punkt der topographischen Karte vor der Aufgabe steht, in diesen Punkt das gesamte geowissenschaftliche Kenntnis-Spektrum hineinzuprojizieren, führt dahin, daß in der Geologischen Karte eine Ballung von Aussagen und Ausagemöglichkeiten vorliegt, welche von einer gleich großen Fläche bedruckten Buch- oder Zeitschriftenseite nie erreicht werden kann.

Die Legenden Geologischer Karten zeigen in den letzten Jahren neue Entwicklungstendenzen, die nicht so sehr im Bereich der Untersuchungskarten, wie besonders in den Entscheidungskarten, und hier wiederum in jenen für reine Wissenschaftsbereiche und Unterricht zum Ausdruck kommen. Vor allem sind die Ergebnisse der physikalischen Altersbestimmungen für die Gliederung praekambrischer Gesteinsserien auf breiter Front in Anwendung gekommen (Tektonische Karte Afrikas, UNESCO 1968, Tektonische Karte Europas, Bogdanoff 1968). Wenn auch mit Vorbehalten, zeichnet sich hier ein Abweichen von den bisher nur petrographischen Gliederungsprinzipien der praekambrischen Gesteine ab. Weiterhin ist in den Entwurf der Tektonischen Karte von Europa 1968 der Großteil des in den letzten 50 Jahren erarbeiteten Inventars von Ordnungsbegriffen eingebaut (Schilde, Massive, Molasse- und Flysch-Tröge, Mio- und Eugeosynklinalräume etc.), so daß für die großen geotektonischen Abschnitte der Legende ein „lebendiges“ Raum-Zeitbild sich abzeichnet. Es bleibt im Auge zu behalten, daß diese Übertragung von Ordnungsbegriffen die so entwickelten Karten weitgehend zu abgeleiteten Karten macht, die daher durch neuankommende Feldbeobachtungen immer wieder einer Revision zugeführt werden müssen.

Aus dem Erfordernis der Aufgliederung der in der Natur geballten Tatsachenbestände und aus der Tatsache, daß der einzelne geologische Bearbeiter gar nicht alles im modernen Sinne beherrschen kann, was die Natur darbietet, haben sich aus den alten, alles umfassen wollenden Geologischen Karten, aufgegliederte Teildisziplin-Karten entwickelt. Wenn für den mitteleuropäischen Bereich für das gleiche Kartenblatt eine geologische, eine bodenkundliche und eine hydrogeologische Version entworfen werden, so unter anderem auch deshalb, weil diese drei Faktenbestände sich drucktechnisch nicht mehr einander so überlagern lassen, daß sie alle drei — einander überlagernd — einander gleichwertig lesbar wären.

Die grundlegende Tatsache, daß in jedem „Aufschluß“ ein ganzes Spektrum geowissenschaftlicher Fakten eingebaut ist, deren Bewältigung der einzelne heute — und auch früher — kaum gewachsen ist, sollte zu einer Kritik der Methodik des Entstehens der Geologischen Karten führen. Hierbei sei mit Nachdruck betont, daß sich zahlreiche kaum ganz ausschaltbare selektive Faktoren auf dem Wege von der Aufschluß-Erfassung bis zur Anfertigung des Kartenentwurfes ergeben. Ohne auf Details einzugehen, sei auf folgendes vereinfachte Schema verwiesen (Tabelle 2).

ZUR ANALYSE GEOLOGISCHER KARTIERUNGSARBEIT
(Aufschluß — Dokumentation — Kartentwurf)

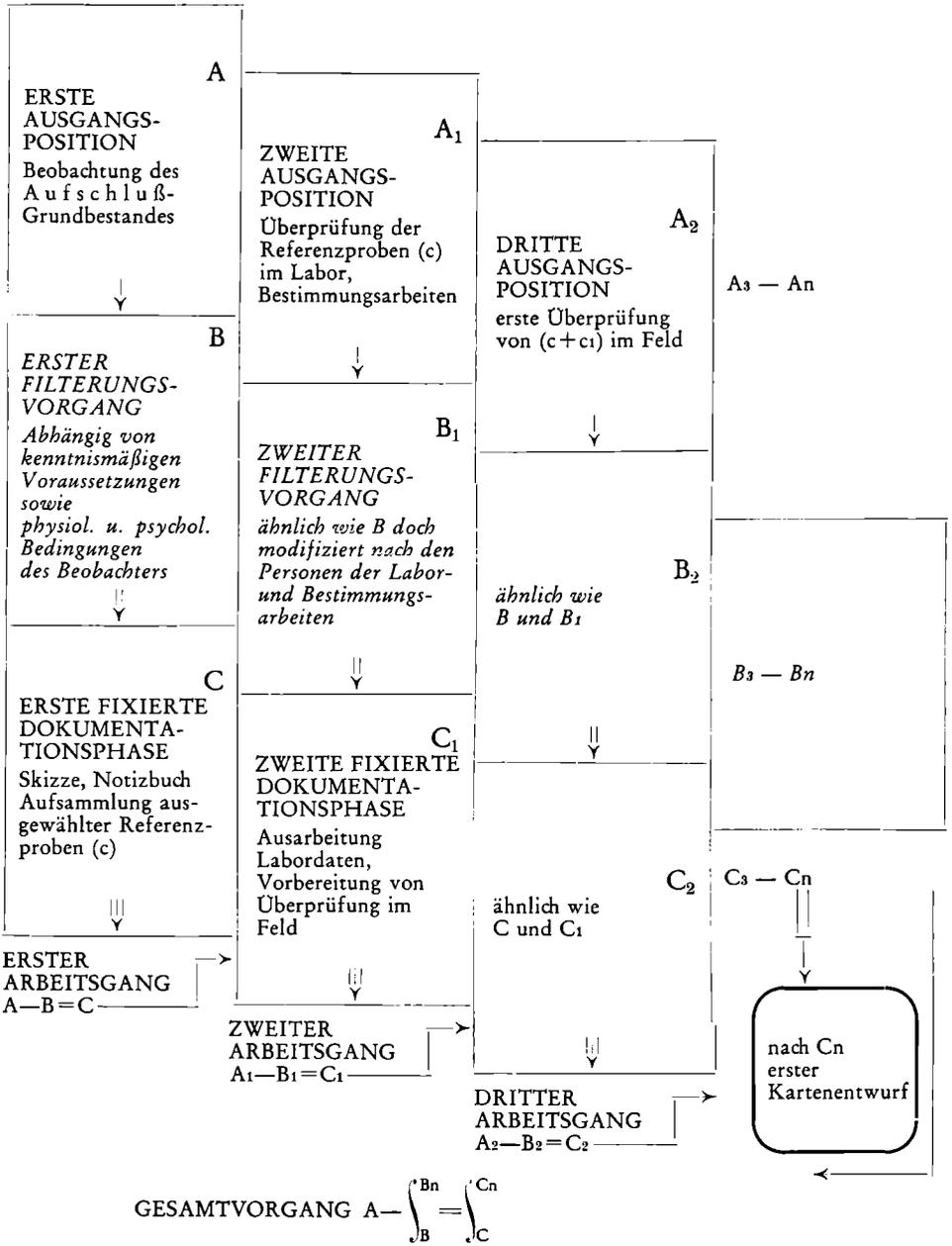


Tabelle 2.

Als Erläuterung zu diesem Versuch einer Analyse des Kartierungs- resp. Dokumentationsvorganges sei folgendes zu vorstehendem Schema hinzugefügt:

- (A) Als erste Ausgangsposition wird beispielsweise angenommen, ein Jura-Klippenkalk am Alpennordrand, bedeckt durch eine Rotlehmkruste und darüber eine Lößhaut.
- (B) Eine absolut vollständige Erfassung ist fast unmöglich, weil der Beobachter erstens physiologisch abhängig ist von der „Beanspruchung“ durch die vorangehende Aufnahmearbeit sowie von den Luftdruck-Stimmungsverhältnissen, zweitens psychologisch beeinflusst ist von der günstigen oder ungünstigen Gesamtsituation seiner persönlichen Umwelt, und drittens weil er berufsmäßig dem Schwerpunkt nach entweder in erster Linie Quartärgeologe, Mesozoikumsgeologe, Tektoniker oder Mikropaläontologe sein dürfte.
- (C) Das, was in sein Notizbuch eingeht, und das, was er als Referenzproben (c) mitnimmt, wird wohl nach objektiven, aber auch unbewußt, nach subjektiven Bevorzungen *a u s g e w ä h l t* sein, daher auf alle Fälle *w e n i g e r* sein müssen, als von Natur aus im Aufschluß darin steckt.
Wenn dann die Referenzproben ins Labor und zu Bestimmungsarbeiten gehen, werden sie dort wiederum
- (B₁) einem weiteren Selektionsvorgang unterworfen, ähnlich wie (B), aber in der Auswirkung vermehrt um so viele anders und verschieden gelagerte Zusatzfaktoren, als zahlenmäßig mehrere Mitarbeiter eingeschaltet werden.
- (C₁) Schon die zweite Dokumentationsphase kann also nur ein von der Ausgangsposition um zwei Selektionsvorgänge vermindertes Bild geben.

Da die Kartenbearbeitung pro Aufschlußpunkt sicher nicht mit diesen zwei Arbeitsgängen beendet ist, sondern mehrfache Querbeziehungen zwischen den Punktbearbeitungen sich positiv, aber auch selektiv, einengend auswirken, so meinen wir, daß der Arbeitsgang an der Karte als ganzer wohl einem immer mehr gefestigten und spezialisierten Gesamtbild sich nähert, das sich aber unvermeidbar von der Wirklichkeit unterscheiden muß.

Dies alles ist u. a. ein nicht unwesentliches Argument dafür, daß eine geologische Kartierung im Zeitabstand einer oder zweier Generationen wiederholt werden sollte.

Ein anderer Sektor der kritischen Analyse geologischer Karten ergibt sich aus dem Faktum, daß viele Karten bedingt durch unvollständige Aufschlußverhältnisse aus Beobachtungs-Punkten(-Stationen) zusammengefügt sind. Es ist daher für den Geologen oft ein Erlebnis wenn die Aufschlüsse sich zu, durch Verwitterung nicht unterbrochenen, kilometerweiten Bereichen zusammenschließen. In diesem Falle ist es wieder die überwältigende Vielheit — das dem Punktesystem der Aufschlüsse entgegengesetzte System —, die den Geologen zwingt, auf dem Wege einer Selektion zu einem Kartenbild zu kommen. Wie auch immer die Aufschlußverhältnisse gelagert sein mögen, es ist das Hauptziel einer geologischen Kartenbearbeitung, dieser den Gedanken der Homogenität zu Grunde zu legen. Analytische Betrachtungen in diesem Sinne ändern nichts an der Wertigkeit Geologischer Karten, sie soll nur zur richtigen Bewertung des Einsatzes der Karten beitragen, bei deren Unersetzbarkeit es weiterhin bleiben wird.

Daß Geologische Karten, trotz ihrer letztendlichen Unentbehrlichkeit, oft keine „Schlagzeilen“ machen, sei nur randlich vermerkt. Daß bei dem großangelegten Deutungsversuch VAN BEMMELENS (1968) über Entstehung und Entwicklung der Erdkruste und des Magmas in erster Linie eine Synthese aller heute vorliegenden naturwissenschaftlichen Großkonzepte im Vordergrund stehen, ist begreiflich und letzten Endes die Leistung einer derartigen Synthese. Der Beweis der Wahrscheinlichkeit eines derartigen Konzeptes ergibt sich jedoch nicht nur aus der Konkordanz der Grundauffassungen der übergeordneten Hauptergebnisse, sondern auch ganz wesentlich dann, wenn die Summe der geologischen Kartendarstellungen dem Synthesekonzept nicht widersprechen.

Das Beispiel der heute schon alten Kontinentalverschiebungstheorie zeigt deutlich, wie heutige neueste Kartierungsergebnisse in Brasilien und West-Zentral-Afrika das Gedankenkonzept WEGENERS viel entschiedener stützen, als dies zur Zeit der Formulierung der Fall war.

In der wichtigen Frage, ob Geologische Karten in Zukunft durch Computertechnik beeinflusst werden, ist es erforderlich, daß beide Bereiche vermeiden sollten, die Umrisse des Grundsätzlichen durch ungenaue Umschreibungen zu verwischen;

einerseits ist festzuhalten, daß die Computertechnik nur Kartenbilder herstellen kann, wenn ihr (a) ein Rahmenmodell vorgegeben wird (beispielsweise ein topographisches Punktenetz) und wenn (b) Daten eingespeist werden, welche in dieses Rahmenmodell nach vorgegebenen Variationsvorschriften hineinverarbeitet werden. Eine sehr große Anzahl abgeleiteter Geologischer Karten kann auf diesem Wege rasch „erzeugt“ werden; z. B. Kartendarstellungen gleicher Sedimentmächtigkeit, gleichen Gehaltes an Schwermineralen, gleichen mengenmäßigen Auftretens von Foraminiferen etc., etc.

Andererseits ist aber auch festzuhalten, daß die Summe aller Daten, welche auch immer man verarbeiten will, vom Beobachter, d. h. Geologen, im grundlegenden Feldaufnahmeprozess beobachtet, erfaßt und dokumentiert werden müssen, bevor sie als verarbeitbare Daten im Computer zur Verarbeitung kommen. Bevor geologische Daten den Weg über den beobachtenden Geologen vom Aufschluß über die Beobachtung in die Dokumentation gemacht haben, sind diese Daten für die Wissenschaft und auch für die Computertechnik *n o n - e x i s t e n t*.

Wir glauben, daß diese einfache Grundtatsache im Bereich der Computertechnik manchmal nicht gewürdigt wird, z. T. vielleicht deshalb, weil der große Umfang geologischen Dokumentationsmaterials, wie es tatsächlich für manche Gebiete vorliegt, vorzutauschen scheint, daß alles denkbare geologische Tatsachenmaterial bereits erfaßt ist, und es deshalb nur zur Verarbeitung vorbereitet werden müsse.

Andererseits glauben wir, daß es im Geologenbereich noch immer nicht voll gewürdigt ist, daß es die primäre Aufgabe jedes Geologen ist, in der Natur am Aufschluß neue Tatsachenbestände zu erfassen und zu dokumentieren und sie damit erst für seine und andere vielfältigen Verarbeitungsgänge zugänglich zu machen.

Die Übertragung des Feld-Tatsachenbestandes in eine moderne Dokumentation und die Verarbeitung dieser Dokumentation zu immer höher „gezüchteten“ Darstellungsformen (Karten) sind zwei getrennte Arbeitsphasen, deren gleichberechtigtes Nebeneinanderbestehen eine der Grundtatsachen sind, welche die geologische Dokumentation auch in Zukunft beherrschen werden.

Es ist bekannt, daß Geologische Karten im Bereiche der heutigen Entwicklungsländer als wichtigstes Dokumentationsmittel für grundlegende Entscheidungen anerkannt sind und deshalb ihre Erstellung von den wissenschaftlichen Arbeitsgruppen dieser Länder gefördert wird.

Weniger bekannt ist, daß eine grundrißähnliche Darstellung eines Bergbaues schon aus der XIX. ägyptischen Dynastie (ca. 1260 v. Chr.) auf dem Turiner Papyrus überliefert wurde, der somit als älteste Geologische Karte bezeichnet werden kann (HUME, Geol. of Egypt, Vol. II, pl. CLIX).

Weniger gangbar sind weiterhin Erwägungen, die auf die Beantwortung der Frage abzielen, welche Faktoren zur heutigen Hochentwicklung Geologischer Karten beigetragen haben mögen. Sicher ist ein Teil dieser Frage damit beantwortet, daß es vor etwa 100 Jahren die Zunahme einer Art „Wissenschaftsgesinnung“ gewesen sein mag, welche immer mehr Geologen zur Kartierungs-

Offizielle Geologische Karten in Österreich
1892 bis 1968

	Ü	1/75.000	1/25.000	1/50.000	1/100.000	1/10.000	Total (Detailkarten)
1970							
	1964 1/1 Mill	1	3	3	2	1	19.000 km ² 10 Karten
1960		4	3	5		1	9500 km ² 10 Karten
1950							
1940							
	1933 1/500.000	8	8				11.000 km ² 16 Karten
1930		14					13.000 km ² 14 Karten
1920							
1918	↑ GBA GRA ↑	10	1				8500 km ² 11 Karten
1910		7					6700 km ² 7 Karten
1900		11					7700 km ² 11 Karten
1890	1867—71 1/576.000	55	15	8	2	2	~ 75.000 km ² 82 Karten

Tabelle 3: Bearbeitung Unterlagen Dr. I. WIESBÖCK, 1968/69

arbeit hinführte und so immer bessere Karten entstehen ließ. Der ebenso wichtige andere Teil dieser Entwicklung ergibt sich jedoch aus der Feststellung, daß nur sehr wenige Geologen als Privatgelehrte aus eigenen Mitteln an Karten arbeiteten, sondern daß ein immer an Größe zunehmendes Heer von Geologen in öffentlichen oder privaten Diensten am Ausbau und an der Erneuerung geologischer Kartenwerke arbeiteten. Selbstverständlich ist für diese Entwicklung die erwähnte Wissenschaftsgesinnung an den leitenden Stellen Voraussetzung; ebenso aber ist Voraussetzung, daß die für die Durchführung der Kartierungen erforderlichen Mittel von Seiten des Staates oder der Privatindustriellen zur Verfügung gestellt werden. Die Gemeinschaft derjenigen, die durch ihre Tagesarbeit jedes Nationaleinkommen aufbauen, hat es deshalb letzten Endes im Wege von Zuteilungen aus Steuermitteln ermöglicht, daß jene, nicht immer glanzvollen Beträge zur Verfügung gestellt werden konnten, die dann als Grundlage für die Herstellung Geologischer Kartenwerke gedient haben und damit zum Erreichen ihres heutigen Entwicklungsstandes beigetragen haben.

Zur näheren Erfassung des Umfanges dieser Gesamtleistung wurde der Versuch gemacht, für einen bestimmten Anteil Mitteleuropas (und zwar jenen, der etwa mit den politischen Grenzen der seinerzeitigen österreichisch-ungarischen Monarchie zusammenfällt) zu erheben, wie groß die Flächen sind, welche in den letzten 100 Jahren in geologischer Kartierungsarbeit erfaßt wurden.

Das Resultat dieser Untersuchungen *) ergibt, daß in den letzten 100 Jahren dieser Teilbereich von Mitteleuropa nicht einmal, sondern mindestens dreimal geologisch kartiert wurde. Diese Aussage gilt sehr wahrscheinlich nicht nur für begrenzte Teile von Mitteleuropa, da das ehemalige Österreich-Ungarn kein ausgesprochen auf Wissenschaftsentwicklung orientierter Staat war, für viele andere Staatenbereiche Europas wird annähernd die gleiche Intensität der geologischen Kartierungsarbeit angenommen werden können.

Als Gesamtergebnis dieser Überlegungen und Studien sei deshalb festgehalten, daß die heutige Entwicklungshöhe Geologischer Karten (und natürlich auch anderer Wissenschaftszweige) dem geduldischen Aufbauwillen des kleinen Steuerzahlers und der Wissenschaftsgesinnung der leitenden Stellen in den letzten 100 Jahren zu danken ist — dies sei hier mit aller Deutlichkeit vermerkt, obwohl objektive Inbezugsetzungen zu faktisch erbrachten Leistungen Europas in vergangenen Dezennien aus einem politischen Opportunismus heute gern und oft als unmodern zur Seite geschoben werden.

*) Die von Dr. I. WIESBÖCK 1968/69 im Rahmen der Geologischen Bundesanstalt ausgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß im Zeitbereich 1850 bis 1918 das Gebiet Österreichs, d. h. das Gebiet der österreichisch-ungarischen Monarchie abzüglich des Territoriums Ungarns, 1,7mal durch geologische Kartierungsarbeit erfaßt wurde; der gleiche Faktor gilt für diese Zeit auch für jene „Kronländer“, welche das heutige Österreich bilden. Für den Zeitbereich 1918 bis 1968 ergibt sich für das heutige Österreich der Faktor 1,6. Im ganzen wurde zwischen 1850 und 1968 das Staatsgebiet des heutigen Österreich (83.000 km²) mehr als dreimal zur Gänze in geologischer Kartierung erfaßt.

Für die Entwicklung der österreichischen geologischen Kartenwerke sei auf die Tabelle 3 verwiesen.

V. Menschliches, Terrestrisches und Extraterrestrisches

Der heutige Mensch hat sich kodifizierte Verhaltensregeln zurechtgelegt, die in Gesetzbüchern, Dienstpragmatiken, Universitätsstatuten, Organisations-satzungen, Amtsordnungen, Jahresprogrammen und Arbeitsanweisungen verankert sind. Wenn der Jugend zum ersten Mal bewußt wird, in welchem engen Regelgefüge sie scheinbar verurteilt ist hineinzuwachsen, und wenn sie weiter sieht, daß es eine ganze Reihe von Berufssparten gibt, welche darauf aus sind, für diese Verhaltenssymbole einen Status der Unveränderlichkeit zu erkämpfen und zu verteidigen, so ist es begreiflich, wenn von Zeit zu Zeit Wellen des revolutionären Zweifels gegen alles scheinbar Festgefügte branden, und besonders dann, wenn sich die Perspektiven unserer Umwelt rascher wandeln und ausweiten, als dies bei den Verhaltensregeln zugelassen zu sein scheint.

Die Berufung zum Geologen — übrigens auch zum Arzt, Künstler und vielen anderen Berufsgruppen — hat jedoch eine ganze Anzahl von Freiheitsgraden eingebaut, die sich im gleichen Maße ausweiten, als dies mit der Ausweitung der allgemeinen geologischen Kenntnisbereiche der Fall ist. Für den Geologen — und auch andere — geht es schließlich darum, ob er sich durch die Trägheit des Wandels der Verhaltensregeln beengen, bedrücken oder beugen läßt, oder ob er einen Weg findet, neben oder trotz dieser Regeln seine Freiheitspositionen zu erkennen, zu nutzen und auszubauen. Einer der wesentlichsten Fakten, die es dem einzelnen ermöglichen, in „seiner“ Freiheiten hineinzuwachsen, ist die Erlernung und spätere Beherrschung dessen, was jedem einzelnen Menschen als seine „autonome Zeitdisposition“ zuerkannt ist. Der Geologe, und jeder andere, kann sich seine innere Freiheit dadurch erkämpfen, daß er freiwillig einer großen Anzahl von Anforderungen gerecht wird; oder auch dadurch, daß er freiwillig sich nur in einem Anforderungsbereich bewegt, und diesen aber dafür von innen her ausbaut; wie auch immer der einzelne sich — nach seiner Veranlagung — hiezu einstellt, die souveräne Gestaltung des Zeitplanes vom Tages- zum Jahres- bis zum Lebensbereich ist einer der Schlüssel zu den menschlichen Freiheiten.

Der Beruf des Geologen ist und wird dadurch ausgezeichnet bleiben, daß viele Verpflichtungen nur so zu erfüllen sind, daß der Geologe die Bereiche der engsten Verhaltensregeln zu verlassen hat und seine Arbeit nach einem Flug über Wolkendecken und Ozeane dort erfüllt, wo die besagten Verhaltensregeln als letzte Verbindungsfäden mit Organisationszentren fungieren, er selbst aber in die grenzenlose Weite der Natur hineingestellt ist. Es braucht hiebei der Flug über kontinentale Abstände gar nicht das Entscheidende zu sein, die Weite des geologischen Weltbildes öffnet sich überall, wo der Geologe in dieses hinein-zutreten versteht — mit dem Bewußtsein, daß sich gerade hier und gerade jetzt für ihn die Raum- und Zeitperspektiven seiner Freiheiten öffnen.

Die Entwicklung des Zeitbewußtseins im Sinne einer inneren Verpflichtung zur Zeitnutzung nimmt im Schulungsbereich von Industrieführungskräften eine wichtige Stelle ein; es wäre erwünscht, wenn auch im europäischen Universitätsbereich diesem Aspekt mehr Beachtung geschenkt werden könnte, um eine überlegte Nutzung der Zeit jedem einzelnen als seine Verpflichtung gegenüber der Allgemeinheit und sich selbst klar zu machen.

Ein weiteres Feld scheinbar wenig genutzter Freiheitsformung ergibt sich daraus, daß die Jugend um 1968 sich gerne gegen alles Bestehende in Bewegung setzt, es aber von Seiten der noch jungen „Alten“ als erstaunlich vermerkt werden darf, daß diese Strömungen sich fast immer gegen die Formen des Bestehenden richten. Es scheint vielen zu entgehen, daß der Weg des Erlernens und Entwickelns neuester Arbeitsrichtungen — natürlich aufbauend auf der Kenntnis des Bestehenden — ein fast unfehlbarer Weg ist, um in eine Freiheit hineinzuwachsen, die außerhalb der Reichweite der Vorgängergeneration liegt. Man mag im Geologischen bei unseren Vorgängern an die Photogeologie denken; wenn ein Jüngerer dieses Gebiet damals beherrschte, so hatte er einen „Freiheitsgrad“ mehr verfügbar als sein Lehrer; man mag im heutigen an die moderne Geophysik denken; wem diese kein Buch mit sieben Siegeln ist, dem sind mehr Türen geöffnet als demjenigen, der nur auf bisher altvertrauten Pfaden forscht.

Welchen Weg der einzelne auch gehen mag, immer ist es das Neue, das man anwendend zu beherrschen hat und welches dem einzelnen immer hilft, die innere und oft auch die äußere Freiheit zu erringen. Um zur Erreichung dieses Zieles damit zu beginnen, die an sich schon alternden Verhaltensregeln umzubauen, scheint dem Geologen nicht allzu nahe liegen zu müssen. Uns scheint es der fruchtbarere Weg zu sein, sich dem Ausbau neuer Wissenschaftszweige und -richtungen zuzuwenden und den sicher auch nötigen Umbau des Formalgefüges anderen zu überlassen.

Der Blick aus jenem Zimmer des Hauptgebäudes der Universität Wien, in dem Prof. F. E. SUSS Kolloquien, Prüfungen, Arbeitsgespräche und fachliche Diskussionen abhielt, wird der heute älteren Generation der Wiener Geologen kaum vergessen sein:

im oberen Drittel des Fensterfeldes der blaue Himmel, nach unten abgegrenzt durch die Silhouette des Wiener Rathauses;

im mittleren Drittel das organisch gefügte Gewirr der Bäume und Blätterfronten des Rathausparkes;

das untere Drittel erfüllten jene zwei fensterscheibengroßen, auf Glas kopierten, durchscheinenden Photographien der Mondoberfläche, die von der Sonne beleuchtet, ein lebendiges Bild der außerirdischen Kraterlandschaft vermittelten.

Obwohl Außerirdisches in der normalen Geologie wenig vertreten ist, so ergaben sich im Wiener Kreis immer schon Beziehungen zu den Tektiten, zu den im benachbarten Böhmischem-Mährischen auftretenden Moldaviten, zum spektakulären Meteorfall von Lanzenkirchen (1925) und zur heute noch einmaligen Meteoriten-Sammlung des Naturhistorischen Museums. Als direkt untersuchbare Zeugen einer außerirdischen Welt sind Gesteins- und Eisen-Meteorite

in den sechziger Jahren einer neuen und intensiven Welle von Untersuchungs-
gängen unterworfen worden, welche ein ganzes Spektrum neuer Resultate
ergeben hat (R. v. KÖNIGSWALD, 1967).

Als mögliche Aufschlagspuren außerirdischer Körper ist das Nördlinger Ries,
sind die Bimssteine von Köfels (Tirol) immer schon in Diskussion gestanden, die
impact-crater von Arizona bis neuerdings von Nord-Australien setzen diese
Reihe fort, und zeigen, daß auch hier eine ganze Serie von, wenn auch seltenen,
so doch sicher auf Außerirdisches zurückführbaren geologischen Erscheinungen
vorliegt.

Die spektakuläre Mondumkreisung vom Dezember 1968 hat all dies, schein-
bar plötzlich, in ein neues Licht gerückt; jedoch nur scheinbar für den mittel-
europäischen Geologenbereich, denn in der USA- und UdSSR-Wissenschaftsent-
wicklung ist die „Geologie“ des Mondes in diesem Dezennium zu einem Gebiet
intensivster, unspekulativer Arbeit geworden. Die am Geologenkongreß in Prag,
August 1968 ausgestellten Mondkarten sowie der russische Mondglobus zeugen
dafür, daß die in geduldiger irdischer Gedankenarbeit entwickelten geologischen
Denkprinzipien bei Anwendung auf außerirdische Körper ihre volle Anwend-
barkeit auch dort erwiesen haben — wenn es auch vom Standpunkt einer
„irdischen“ Terminologie gesehen, nicht ganz konsequent sein mag, von „geo-
logischen“ Karten des Mondes zu sprechen. Über dieses terminologische Dilemma
gab es auch schon in Prag 1968 Diskussionen, die uns jedoch von untergeord-
neter Bedeutung erscheinen, wenn man das Wesentliche im Auge behält, was in
diesem Falle u. E. die Übertragbarkeit irdischer geologischer
Denkprinzipien auf außerirdische Himmelskörper zu
sein scheint.

Wenn wir vor der Frage stehen, aus der auf uns einstürmenden Vielfalt der
neuen Erkenntnisbilder einiges wenige Wesentliche für die Geologie der nächsten
Dezennien herauszulösen, so wäre dies

die Verfolgung und Weiterentwicklung Geologischer Karten als
einmaliges Dokumentationsprinzip in aller bestehenden und noch weiter zu
entwickelnden Vielfalt, angewandt auf Festländer, Meeresböden und außer-
irdische Körper; und

die Befolgung des einfachen Grundsatzes, daß es ratsamer ist, sich wohl-
überlegt neuen Zielsetzungen zuzuwenden, als ohne viel Überlegung Altver-
trautes weiter zu entwickeln.

Wir glauben, daß eine konsequente und wenn nötig auch radikale Verfol-
gung dieser Erwägungen zur fruchtbaren Weiterentwicklung der Geowissen-
schaften beitragen kann, wozu sicher auch Mut zum „Vergebliehen“ gehören wird.

Mir selbst will es scheinen, als ob sich unsere heutige Lage in Rückschau und
Vorschau durch einen Vergleich umschreiben ließe:

die heute 65jährigen hatten in den frühen 20er Jahren einen Zug zu bestei-
gen, dessen reichlich verstaubte Einrichtung aus dem vorigen Jahrhundert
stammte; beim Einsteigen haben damals Lehrer und Eltern ihre Reisewünsche
darauf aufgebaut, daß der Zug nach vorberechneten Geschwindigkeiten zu vor-
aussagbaren Zielen führen möge;

schon in den 30er Jahren begann sich die Geschwindigkeit der Fahrt zu erhöhen, neue Formen technischer Konstruktionen veränderten Landschaft und Siedlungen;

in den 50er Jahren hat sich unser Vehikel in eine Verkehrsmaschine verwandelt, gesteuert von Instrumenten, die seinerzeit nicht vorstellbar waren, gleitet sie zwischen Wolkenfetzen über Berge und Flußbänder;

in den 60er und 70er Jahren schrumpften Kontinentabstände zu Stunden; wir beginnen zu zweifeln, ob an unserem künftigen Landeplatz, aus unserer Jugend gewohnte Lebensmöglichkeiten vorhanden sein werden, ob Wohnstätten etwa durch die zunehmende Weltbevölkerung schon okkupiert sind oder ob wir unser Unterdach noch schnell vor der Landung per Radio in Auftrag geben müssen.

Allen diesen beim Flug in die Zukunft zunehmenden Ungewißeiten zum Trotz hat uns — Geologen — jene eine Sicherheit begleitet, die uns vor und nach einer weicheren oder härteren Landung Beruf und Endziel war und sein wird — unsere Erde.

Es mögen sich menschliche Widrigkeiten oder Weltraumdistanzen zwischen sie und uns schieben; sie wird uns weiterhin unlösbare Probleme stellen; aber sie ist uns letztendlich der Mutterboden menschlichen Geistes und wird es auch in Zukunft bleiben. Sich mit der Erde durch manche Jahre — erfolgreich oder nicht — abgemüht zu haben, wird als Zukunftsverpflichtung nie vergeblich gewesen sein.

Wien, Anfang Feber 1969

Literaturhinweise (Auswahl)

Vorwort

- ESCARPIT, R.: The book revolution. 1966, Harrap, London — Unesco, Paris.
ROGERS, J.: The Seventh American Revolution. Yale Review, Vol. LVII, No. 4, 1968.

Abschnitt I

- BAADE, F.: Der Wettlauf zum Jahre 2000. 1964, G. Stalling, Oldenburg.
BARRACLOUGH, G.: An introduction to Contemporary. History, 1967, Pelican books.
FUCHS, W.: Formeln zur Macht. 1965, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart.
SCHULMEISTER, O.: Die Zukunft Österreichs. 1967, F. Molden, Wien.

Abschnitt II

- MAYER, F.: Erdöl-Weltatlas. G. Westermann, Braunschweig, 1966.
Institute of Geological Sciences: Annual Report for 1967. London 1968.
STRADNER, H., EDWARDS, A. R.: Electron Microscopic Studies on Upper Eocene Coccoliths from the Oamaru Diatomite, New Zealand. Jb. GBA, Sbd. 13, 1968.
VINOGRADOV, A. P.: Earth sciences and their future. Intern. Geol. Congr. Prag, 1968.

Abschnitt III

- BEHRENDT, R. F.: Soziale Strategie für Entwicklungsländer. 1965, S. Fischer, Frankfurt.
Bioclimatic map of the Mediterranean Zone: Unesco-FAO. Arid Zone Research XXI, 1963.
BOGNÁR, J.: Economic Policy and Planning in Developing Countries. 1968, Akademiai Kiadó, Budapest.
Carte Geotechnique de Fes: Memoir No 188. Service Geologique du Maroc, Rabat, 1967.
DOXIADIS, C. A.: Ecumenopolis, tomorrows City. Britannica, book of the year, 1968.
KÜPPER, H.: Geologie von Wien. 1965, Br. Hollinek, Wien.
KÜPPER, H.: Geowissenschaften und Entwicklungshilfe. Erdöl-Erdgas-Zeitschrift 1967, S. 4.
LEGGET, R. F.: Man as a geological agent. Vestnik, Ustredniho Ustavu Geologickeho XLIII, 1968, c 4.

Abschnitt IV

- HARRISON, J. M.: Nature and Significance of Geological maps. in: Fabric of Geology, 1963, Freeman, Cooper & Co., Stanford, Calif.
KRUPICKA, J.: Results of the World Public Opinion Inquiry among the Earthscientists. Vestnik Ustredniho Ustavu Geologickeho R. XLIII, 1968, c 4, p. 249.

Abschnitt V

- CLOOS, H.: Gespräch mit der Erde. R. Piper, München.
DRUCKER, P. F.: Die ideale Führungskraft. Econ Verlag, 1967.
KÜPPER, H.: Eduard Sueß — Abgeordneter und Wissenschaftler. Verh. G. B. A., 1964, H. 1.
SVOBODA, J., PRANTL, F.: Joachim Barrande, sein Leben und Werk. in: Barrandium, Geologie des mittelböhmischen Silur und Devon. Ustrdni Ustav Geologiciky, 1958.