

HEINRICH HÄUSLER

DAS WIRKEN DES MENSCHEN IM GEOLOGISCHEN GESCHEHEN

Eine Vorstudie zur Anthropogeologie als allgemeines Ergebnis
geologisch-technischer Untersuchungen im Großraum von Linz
Geleitworte von Prof. Dr. Kurd v. Bülow, Rostock

Alljährlich bewegt der Pflug zweieinhalbtausend Kubikkilometer Erdreich; dreimal soviel wie die irdischen Vulkane fördert der Bergbau Jahr für Jahr an Gesteinsgut aus der Tiefe an die Oberfläche, die heutige Ausdehnung und Trostlosigkeit der Wüsten sind Menschenwerk — menschliches Tun bewirkt Wandlungen von geologischem Ausmaß. Der Mensch ist zum geologischen Faktor geworden.

Merkwürdig, daß von dieser Entwicklung wohl hier und da einmal Notiz genommen wird, daß sie aber noch keineswegs ins Bewußtsein der Geologie gedrungen, noch nicht selbstverständlicher Bestandteil der geologischen Vorstellungswelt geworden ist. Wohl wird ihr von geographischer Seite zunehmende Beachtung geschenkt — unbeabsichtigte und unerwünschte Folgen dieser erdhistorischen Tätigkeit, wie Bodenzerstörung, erhöhter Abtrag, beschleunigter Ablauf, zwingen dazu. Es wird aber immer deutlicher, daß auch der geschichtliche Maßstab angelegt werden muß; denn nicht nur hat die Intensität menschlicher Einflußnahme bis heute eine charakteristische Kurve durchlaufen, die ihre Wurzel in den frühesten Phasen historisch faßbarer Kulturen hat und in den letzten beiden Jahrhunderten immer steiler aufwärts strebt — diese Kurve auch in die Zukunft zu extrapolieren, wird zur gebieterischen Notwendigkeit: Von der Prognose und ihrer Auswertung hängt im strengen Sinne die weitere Existenz der Menschheit ab.

Man darf die bisherige Vernachlässigung der „Anthropo-Geologie“ seitens der geologischen Fachwelt daraus erklären, daß die Länge des „anthropozoischen“ Zeitraumes weit unter erdgeschichtlichen Maßen liegt. Aber man wird sie damit nicht auch vor der Zukunft und in der Zukunft entschuldigen dürfen. Nicht die absolute Zeitspanne ist erdhistorisch entscheidend, sondern die Intensität des erdgeschichtlich wirksamen Geschehens in ihr. Die industrielle und gesellschaftliche Revolution der letzten eineinhalb Jahrhunderte hat auch die anthropogene Einflußnahme auf den Gesamtbiotop Erde sprunghaft emporgejagt; im kommenden

Atomzeitalter wird sie ein Ausmaß annehmen, das uns Heutigen völlig unvorstellbar ist.

Es wird höchste Zeit, den bisherigen Aufstieg des Menschen zum geologischen Faktor zu analysieren, ihn rückschauend zu erforschen, um vorausschauend planen zu können!

In der von Dr. Heinrich Häusler unterbreiteten Vorstudie zur Anthropogeologie sehe ich einen verheißungsvollen Beginn, und sei es bloß, daß sie zu Diskussion, Widerspruch und Nachprüfung anrege. Dann wird es nicht bei der Vorstudie bleiben; dann dürfen wir hoffen, daß die Anthropogeologie zu einem umfangreichen Teilgebiet der Gesamtgeologie werden wird, nicht minder wichtig als etwa die Lagerstättenforschung und andere Bereiche der angewandten Geologie, ja wichtiger als diese, da sie die Grundlagen der künftigen Existenz der Menschheit zum Gegenstand ihrer Bemühungen haben wird.

Ebenso wird aber auch die zweckfreie Erdgeschichtsforschung ihrer immer weniger entraten dürfen, weniger noch als der allgemeinen Biogeologie. Anthropogeologische Arbeit wird zu einer Revision der grundlegenden aktualistischen Methodik führen. Auch hier gilt: Die Vergangenheit erforschen, um die Zukunft voraussehen und forschend meistern zu können.

Rostock, den 28. April 1959.

K. v. Bülow

INHALTSÜBERSICHT

I. Vorwort	167
II. Einleitung	168
III. Historisches	171
1. Die historischen Grundlagen	171
2. Die grundlegenden Methoden	176
3. Das gegenwärtige Geschehen im Blickfeld geologischer Forschung (Aktualismus und Anaktualismus)	179
4. Die geologische Auffassung des Gegenwartsgeschehens als wesentliche Grundlage künftiger Projekte	180
IV. Eine geologisch-technische Studie aus dem Großraum von Linz als Anregung zur geologischen Schau menschlichen Wirkens	181
1. Allgemeines über den natürlichen Ablauf der Talgeschichte	184
2. Die natürlichen Umbildungsvorgänge an der unteren Traun	189
3. Der erste große Eingriff an der unteren Traun und seine Folgen	200
4. Der geplante zweite Eingriff in das Aufgefüge durch die projek- tierten Staustufen	209
V. Das geologische Reaktionsgefüge des menschlichen Wirkungsbereiches	217
A. Die geologischen Grundzüge des menschlichen Wirkungsbereiches	217
1. Das natürliche geologische Geschehen der Gegenwart	217
2. Der Einfluß des natürlichen geologischen Geschehens auf das Wirken des Menschen	223
B. Der Anteil des Menschen am geologischen Geschehen der Gegenwart	225
1. Der Umfang des Wirkungsbereiches und dessen systematische Gliederung	225
2. Der Einfluß menschlichen Wirkens auf das geologische Geschehen der Gegenwart	230
C. Die Wechselwirkungen der natürlichen und künstlichen geologischen Gegebenheiten der Gegenwart	236
D. Geologische Dokumentation, Indikation und Diagnose des Reaktionsgefüges	239
E. Kennzeichnung der geologischen Größenordnung des menschlichen Leistungsumfanges	245
1. Die Größe des gegenwärtigen Leistungsumfanges des Menschen im Vergleich mit natürlichen geologischen Vorgängen	245
2. Die zu erwartenden Änderungen des menschlichen Leistungs- umfanges	265
3. Der geologische Wirkungsgrad menschlicher Leistungen	270
4. Zusammenfassung	272

VI. Begründung und Aufgaben einer Anthropogeologie	273
1. Die funktionellen Grundlagen des menschlichen Leistungs- vermögens	275
2. Der Anteil des Lebendigen am bisherigen geologischen Geschehen	276
3. Der Anteil des Lebendigen am künftigen geologischen Geschehen und die Notwendigkeit einer Begründung der Anthropogeologie .	277
4. Die Bearbeitung der Grundlagen von Bilanzen, Prognosen und Beurteilungen geologischer Vorgänge im menschlichen Wirkungs- bereich als Aufgaben der Anthropogeologie	282
5. Die Bedeutung der Anthropogeologie für die Aktualgeologie . . .	288
6. Die Beziehung der Anthropogeologie zu den angrenzenden Fachgebieten	290
VII. Zusammenfassung	298
1. Die historischen Grundlagen der Anthropogeologie	298
2. Die gegenwärtige geologische Situation als Ausdruck anthropo- geologischer Vorgänge	299
3. Die Anwendung anthropogeologischer Erkenntnisse für künftige Projekte	301
4. Die anthropogeologischen Grundlagen menschlicher und juridischer Verantwortung für die weitere Gestaltung des Lebensraumes	302
5. Die Bedeutung der Anthropogeologie für die allgemeine Geologie und deren Grenzgebiete	303
VIII. Quellennachweis	304

I. Vorwort

Von der Verknüpfung geologischer und anthropologischer Interessen ausgehend, verdanke ich vor allem J. STINY seit 1936 wertvolle Hinweise und Anregungen, den Beziehungen zwischen dem Menschen, dessen Wirken und dem geologischen Geschehen nachzugehen, beziehungsweise deren Zusammenhänge aufzuklären. Aus den Arbeiten von L. KOBER und seiner besonderen Verehrung für L. v. BUCH folgten weitere Impulse, um das Wirken des Menschen in geologischer Sicht zu betrachten. L. v. BUCH (1806) hat auf die Wechselbeziehungen zwischen dem geologischen Geschehen und dem Menschen hingewiesen und damit der Geologie eine Aufgabe gestellt, die bis dahin von geologischer Seite nur wenig bearbeitet wurde, deren Bewältigung aber für unser technisches Zeitalter bereits von großer Bedeutung geworden ist. Die Gelegenheiten der Mitarbeit an geologischen und ingenieur-geologischen Studien und Projekten bei K. LEUCHS, B. v. FREYBERG, J. STINY und J. SCHADLER hat mir immer mehr Möglichkeiten geboten, diese Seite der Geologie kennenzulernen, wozu mich vor allem auch K. v. BÜLOW ermutigt hat. Wertvolle Anregungen ergaben sich aus militärwissenschaftlichen Studien und der Verwendung in der Kriegsgeologie, wobei ich wiederum J. STINY für die ersten grundlegenden Förderungen zu danken habe, ferner K. LEUCHS, E. KRAUS und W. v. SEIDLITZ, die mir Gelegenheit boten, vom Kriegsschauplatz bis zur Verwendung im Generalstab des Heeresoberkommandos die außerordentliche Dynamik militärischer Vorgänge und ihre Zusammenhänge mit dem geologischen Geschehen der Gegenwart kennenzulernen. In der baugeologischen Praxis verdanke ich vor allem wieder J. STINY, dann V. FISCHMEISTER, W. SCHWARZ, E. TREMMEL, J. BÖHMER, O. SCHÜLLER und E. PETZNY wertvolle Anregungen. Wichtige Einblicke in das Grenzgebiet von Geologie und Forstwesen ergaben sich aus der Zusammenarbeit mit H. HUFNAGL, F. RONDONELL und F. TRAUNMÜLLER. Wertvolle Anregungen im Zusammenhang mit geologischen Fragestellungen habe ich von seiten der Kulturtechnik und der Verwaltung den Förderungen durch E. GÜNTSCHL und J. KÜNZL zu verdanken.

Die Möglichkeiten, auf verschiedenen Grenzgebieten der Geologie tätig zu sein, vor allem aber die Studien aus der Umgebung von Linz, entlang der unteren Traun, welche mir die Oberösterreichische Kraftwerke-AG ermöglicht hat, boten willkommene Gelegenheit, um das menschliche Wirken in geologischer Sicht zu beobachten und den

Menschen in seiner Bedeutung als geologischer Faktor zu würdigen. Die Studien der geologischen Gegebenheiten und technischen Möglichkeiten im Großraum von Linz haben diese Zusammenhänge mit besonderer Deutlichkeit gezeigt, so daß sie mir Anregung zur Schaffung der Anthropogeologie geworden sind und den Ausgangspunkt dieser Arbeit darstellen.

In der Aktualgeologie wird der Faktor „Mensch“ in Zukunft immer mehr zu berücksichtigen sein, um irrtümliche Übertragungen gegenwärtiger Erfahrungen zu vermeiden. Bei künftigen Projekten wird es notwendig sein, diesen geologischen Faktor ins Kalkül zu ziehen und die Planung auf ihre geologische Bedeutung hin auszurichten. Der Mensch als „Gestalter der Erde“ wird sich in Zukunft zweckmäßigerweise der Geologie als Quelle wichtiger Erkenntnisgrundlagen seiner Planungen bedienen. Die geologische Betrachtung des menschlichen Wirkens im geologischen Geschehen der Gegenwart wird somit zur wertvollen Grundlage künftiger Planungen, deren Verwirklichung wir im Laufe der nächsten Jahrzehnte zu erwarten haben.

II. Einleitung

Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen steht im Schnittpunkt zweier Interessengebiete, der geologischen Grundlagenforschung im Sinne des Aktualismus einerseits, und der angewandten Wissenschaften, welche in der Gestaltung der Erde durch den Menschen wirksam werden, anderseits. Um die Geschichte der Erde und des Lebens lesen zu können, benötigen wir der Hilfen seitens der Petrographie, der Paläontologie und der allgemeinen Geologie, welche uns die nötigen Aufschlüsse über das Kräftespiel und die Formungen der Erdkruste geben. Probleme, die hierbei auftreten und in der Erdgeschichte wurzeln, lassen sich bis in die Gegenwart herein verfolgen. Von der Gegenwart aus versuchen wir, von konkreten Erfahrungen ausgehend, die Kette der Probleme in die Vergangenheit rückschreitend zu lösen. So erfordern z. B. viele Probleme der Tektonik zunächst die Lösung lithogenetischer Fragen, die wiederum an die Beobachtungen des gegenwärtigen Geschehens geknüpft sind. Im Zuge solcher Untersuchungen berühren wir den Wirkungsbereich des Menschen und beobachten das Naturgeschehen, welches bereits vom Menschen

geprägt worden ist und dadurch völlig neue Merkmale enthält, so daß wir uns vor einer unmittelbaren Übertragung der daraus gewonnenen Erkenntnisse auf die geologische Problematik der Erdgeschichte hüten müssen.

Über die vom Menschen beeinflusste Umwelt führt eine Kette von Problemen in den Bereich des Menschen selber, in seine körperlich-geistig-seelische Struktur und deren Äußerungen (seien es die der biologisch-medizinischen Erfahrungsbereiche, seien es Experimente in der Natur oder im Laboratorium, seien es Gedankenexperimente oder nicht zuletzt auch die philosophisch-erkenntnistheoretischen Grundlagen jeden Forschens). Von diesen zentralen Teilen des menschlichen Wesens ausgehend mag der geologische Beobachter Erfahrung um Erfahrung sammeln und die Stufenleiter der Zeit zurückverfolgen, um die Vergangenheit geologischen Geschehens aus ihren Spuren lesen zu lernen. Der Aktualismus führt auf diese Weise letzten Endes zum Experiment, sowohl in der Natur als auch im Laboratorium, und zum Gedankenexperiment mathematisch-physikalischer Art. Bei der Lösung geologischer Probleme müssen wir den Menschen und sein Wirken in zweifacher Hinsicht berücksichtigen: einmal im Hinblick auf die Denkweise und zum anderen im Hinblick auf seine Bedeutung als jüngster, außerordentlich wirksamer geologischer Faktor der Gegenwart, aus der wir im Sinne des Aktualismus viele Erkenntnisse gewinnen müssen, um die geologischen Probleme der Vergangenheit lösen zu können.

Infolge der technischen Entwicklung der letzten eineinhalb Jahrhunderte ist der Wirkungsbereich des Menschen so stark angewachsen, daß wir heute bereits den Menschen als einen bedeutsamen geologischen Faktor auffassen müssen, der mit den übrigen geologischen Vorgängen direkt oder indirekt in Wechselwirkung steht. Dieses Bewußtwerden der geologischen Bedeutung des menschlichen Wesens wird in Anbetracht der weiteren technischen Entwicklung notwendig, damit nicht schädigende Willkürlichkeiten seine Gestaltung der Erde zur optimalen Lebensbasis behindern. Für diese Aufgaben stellt die Geologie wesentliches Rüstzeug aus dem großen Erfahrungsschatz der Erdgeschichte zur Verfügung.

Aufgabe der Geologie ist es aber auch, den Werdegang der Erde und des Lebens von der Vergangenheit her bis zur Gegenwart nachzuweisen und deren Tendenz in die Zukunft hinein abzuschätzen. Auf diese Weise werden die naturhistorischen Grundlagen als Voraus-

setzung künftiger Planungen geschaffen. Je näher wir in diesem Bestreben an die Gegenwart herankommen, desto schwerer wird es unter Umständen, die menschliche Einflußnahme vom natürlichen Ablauf der Erdgeschichte zu trennen. Sind die Voraussetzungen aber einmal geschaffen, so ist die zu erwartende Wechselwirkung der geologischen Vorgänge mit dem geplanten Projekt zu untersuchen, und es sind die Folgen seiner Verwirklichung abzuschätzen. Ohne Kenntnis der geologischen, raum-zeitlich orientierten Struktur des Planungsbereiches und ohne Studium der zu erwartenden Reaktionen desselben mit dem geplanten Projekt werden größere Planungen in Zukunft nicht mehr zu vertreten sein.

In diesem Zusammenhang sind jüngste Bestrebungen russischer Geologen bemerkenswert, die auf der Allunions-Konferenz zum Studium der Quartärperiode in Moskau (16. bis 24. Mai 1957) zum Ausdruck kamen. Die Mehrheit der Teilnehmer dieser Konferenz befürworteten nach einer lebhaften Diskussion den Vorschlag, den Terminus „Anthropogen“ als Zusatz zu der alten Bezeichnung „Quartär-Periode“ zu bestätigen. Die Bezeichnung „Anthropogen“ wird als sowjetisches Synonym für Quartär verwendet, um den besonderen Charakter dieses Abschnittes der Erdgeschichte hervorzuheben, den das Quartär durch die Entwicklung des Menschen besitzt.

Im Referat von NIKIFEROWA „Über die Grenze Neogen-Anthropogen, in Verbindung mit der Frage der Gliederung des Pliozäns“, wurde dieser Einführung bereits Rechnung getragen (F. GELLERT 1958). Die gegenwärtigen geologischen Folgen der technischen Gestaltungen der Erde lassen die besondere Bedeutung dieses Vorschlages sowohl für die Beurteilung jüngster geologischer Ereignisse als auch für die Beurteilung künftiger Projekte erkennen. Zum gleichen Zeitpunkte habe ich mich entschlossen, die Bezeichnung „Anthropogeologie“ einzuführen, um einen Nebenzweig der Geologie zu dokumentieren, der dem Bedarf der künftigen technischen Planungsarbeiten sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht zu dienen hat (siehe auch H. HÄUSLER 1958). Es soll dies eine Arbeitsrichtung der Geologie werden, welche in folgerichtiger Weiterentwicklung des genannten Moskauer Vorschlages von seiten der russischen Geologen in Kürze zu erwarten ist.

Während meiner zehnjährigen Tätigkeit der baugeologischen Betreuung von Wasserkraftprojekten, vor allem aber bei den Vorarbeiten zum Traunprojekt im Großraum von Linz, hatte ich erstmalig

Gelegenheit, den grundlegenden Einfluß des Menschen auf das geologische Geschehen kennenzulernen. Im Zuge dieser Vorarbeiten hatte es sich als zweckmäßig erwiesen, die Tendenz der natürlichen geologischen Veränderungen aus deren Beeinflussung durch die menschlichen Eingriffe in das geologische Faktorenbild herauszuschälen. An Hand der dadurch gewonnenen Erkenntnisse konnte der Versuch gemacht werden, das künftighin zu erwartende Faktorenspiel zu erfassen und dessen Wechselwirkung mit dem geplanten Projekt zu untersuchen. Durch diese Art der geologischen Prognose, welche auf einer Bilanz des geologischen Geschehens aufbaute, konnte eine Beurteilung des Projektes versucht werden.

Aus solchen speziell für den Wasserkraftbau durchgeführten Studien ergab sich die Notwendigkeit, dem Wirken des Menschen im geologischen Geschehen besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um seine Bedeutung als geologischer Faktor entsprechend zu berücksichtigen. Solche Gesichtspunkte ergeben sich aber nicht nur aus dem Bereich der Ingenieurgeologie und der Wasserwirtschaft, sondern ebenso auch aus den Bereichen des Forstwesens, der Raumplanung und militärischer Arbeitsgebiete. Allen Bemühungen zur Umgestaltung der Umwelt müßte der geologische Erfahrungs- und Methodenschatz zur Verfügung gestellt werden. Die hierbei wesentlichste Aufgabe wäre es, „*die geologische Standortbestimmung des Menschen im technischen Zeitalter*“ durchzuführen. In diesem Sinne erscheint der Versuch, eine eigene Arbeitsrichtung zu schaffen, die als Antropogeologie zu bezeichnen wäre, begründet, und der baldige Ausbau dieses Gebietes in Anbetracht der gegenwärtigen technischen Entwicklungen dringend nötig. Die vorliegende Studie möge eine vorläufige Skizze hierzu darstellen und zu einer systematischen Bearbeitung der angeschnittenen Probleme anregen.

III. H i s t o r i s c h e s

1. Die historischen Grundlagen

An Hand eines historischen Überblickes mögen die Betrachtungsweisen beleuchtet werden, bei denen der Mensch bereits als geologischer Faktor erkannt und gewürdigt worden ist. Im heroischen Zeitalter der Geologie (1790 bis 1820) erkannte J. HUTTON (1726 bis 1797) in

den gegenwärtig wirkenden Kräften und Erscheinungen die Schlüssel zur Erdgeschichte und betonte, daß auch kleine Ursachen auf die Dauer zu großen geologischen Veränderungen führen können. A. v. HOFF (1771 bis 1837) löste, ähnlich denkend, in einem umfangreichen Werke die Preisaufgabe der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen aus dem Jahre 1818 (K. E. A. v. HOFF 1822), in der *„die gründlichste und umfassendste Untersuchung über Veränderungen der Erdoberfläche, welche in der Geschichte sich nachweisen lassen, und die Anwendung, welche man von ihrer Kunde bei Erforschung der Erdrevolutionen, die außer dem Gebiete der Geschichte liegen, machen kann“* (K. v. ZITTEL 1899), verlangt wird. Ch. LYELL (1797 bis 1875) begründet sodann in seinem Werk *„Principles of geology“*, dem ersten vollständigen Lehrbuch der dynamischen Geologie, die Aktualgeologie, wonach die heute wirkenden Kräfte der belebten und unbelebten Welt denen der früheren geologischen Zeiten gleichartig sind. Der Beginn der aktualistischen Methode läßt sich in seinem frühesten Ursprung noch bis De MAILLET (1715) zurückverfolgen (K. HUMMEL 1925).

Die geologische Forschung war zunächst beschreibender, unhistorischer Art und beginnt erst später mit der historischen Arbeitsweise. L. v. BUCH (1774 bis 1852), der als der größte Geologe seiner Zeit bezeichnet wird, hat an beiden Richtungen wesentlichen Anteil gehabt. Sein Einblick in das geologische Geschehen gipfelt in der bekannten Feststellung (1806): *„Gelingt es der Geologie, dieses große Fortschreiten der Ausbildung vom formlosen Tropfen bis zur Herrschaft des Menschen durch bestimmte Gesetze zu führen, so erscheint auch sie nicht unwürdig, in den großen Verein der Wissenschaften zu treten, die ineinander wirkend sich bestreben, das angefangene Werk der Natur zu vollenden“* (B. CORTA 1878). Seiner Zeit weit voraus, entdeckte er die dem Menschen mögliche, bewußt erlebte geologische Funktion bei der Gestaltung seines Lebensraumes. Er erkannte den Menschen somit als bewußt gestaltenden geologischen Faktor an. Es sind dies Gedanken, die bereits bei BUFFON (1707 bis 1788) im Jahre 1778 in der Beschreibung der Erdgeschichte anklingen. Dieser unterscheidet sieben aufeinanderfolgende Epochen, wobei der Mensch in der sechsten Epoche als völlig passives Element erscheint. In der siebenten Epoche, dem Zeitalter der Kultur, *„da die Kraft des Menschen die Kraft der Natur unterstützt“* (zitiert nach C. BEINGER 1954), wird der Mensch bereits als aktiver Faktor gewürdigt. Dies ist umso erstaunlicher, als zur Zeit LYELLS der Mensch als geologischer Faktor kaum

merklich in Erscheinung treten konnte, im Vergleich zu seinem gegenwärtigen Wirken inmitten der Technisierung.

Über den Einfluß der Geologie auf den Menschen in ökonomischer und sogar auch in psychischer Hinsicht wurden damals bereits Überlegungen angestellt. Über den Einfluß des Menschen auf das geologische Geschehen aber fehlen sie. So hat LYELL (zitiert nach CORTA 1878) einmal auf den Einfluß der Geologie auf die Psyche und auf soziologische Erscheinungen hingewiesen, als er feststellte: *„Als Zugabe zu der Wichtigkeit, die die politischen Institutionen von Amerika den mittleren und unteren Klassen geben, halte ich es für eine glückliche geologische Anordnung für die Zivilisation der zuerst auf diesem Kontinent gegründeten Städte, daß die anthrazitischen Kohlenfelder alle auf der östlichen Seite der Alleghenykette liegen und alle bituminösen Kohlenfelder auf der westlichen Seite.“* LYELL geht sodann auf die unterschiedlichen moralisch-soziologischen Auswirkungen der rauchenden, stinkenden Steinkohle in den Gebieten, wo arm und reich getrennt leben, ein (Quellen des Proletariates), gegenüber der wohlthuenden Wirkung des rauchlosen Anthrazites, wo im Bereich seiner Vorkommen arm und reich zusammenwohnen.

B. CORTA betont in seinem Werk *„Die Geologie der Gegenwart“* (1878) den innigen Zusammenhang aller Naturwissenschaften mit dem Menschenleben und schildert besonders den Einfluß der geologischen Bedingungen auf das menschliche Leben. *„Zu zeigen, wie die Geologie mit allem zusammenhängt (Astronomie, Chemie, Biologie und Soziologie) . . . ist eine Hauptaufgabe der Geologie der Gegenwart.“* In diesem Zusammenhang zitiert er bemerkenswerterweise auch den oben angeführten Ausspruch von L. v. BUCH. B. CORTA versucht eine Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens zu geben und schließt die Geschichte der Menschheit, die Erscheinung des geistigen Lebens, Kulturgeschichte und Kunst, mit ein. Die Reihenfolge der Wirkungen sieht er gegeben durch 1. Gravitation, 2. Wärme, 3. Chemische Verwandtschaft, 4. Organisation, 5. Geistestätigkeit. *„Die Geschichte der Erde . . . schließt somit das in sich ein, was man schlechtweg Geschichte zu nennen pflegt.“* Ähnlich wie LYELL hat CORTA *„die Überzeugung, daß der innere (geologische) Bau der festen Erdkruste allerdings von wesentlichem und deshalb beachtenswertem Einfluß auf das Leben des Menschen sei . . .“* *„Bei so vielseitiger Einwirkung des äußeren und inneren Bodenbaues auf das Leben des Menschen ist es bedauerlich, daß die Forscher, welche das Studium*

seiner Entwicklung sich zur Aufgabe gemacht haben, bisher so wenig Notiz nahmen und nehmen konnten von dem Einfluß des geologischen Baues der Länder auf die Geschichte der Völker.“

Die Auswirkungen der natürlichen geologischen Gegebenheiten auf den Menschen waren damals für die Geologie interessant, und heute ist das Studium von Auswirkungen der natürlichen und künstlich verursachten geologischen Gegebenheiten auf den Menschen wiederum aktuell geworden, da seine körperliche und psychische Existenz ernstlich gefährdet ist. *„Es ergibt sich . . . , daß der Bau der festen Erdkruste in vielfachen Beziehungen auf die Lebensverhältnisse des Menschen einwirkt“* (B. COTTA 1878). Bemerkenswert hierbei ist, daß COTTAS Schrift bereits 1866 abgeschlossen war. 1871 erwähnt D. STUR in seiner Geologie der Steiermark, daß vor 1850 ausführliche Erörterungen über das Diluvium stattgefunden hätten, während in späterer Zeit die grundlegenden stratigraphischen Arbeiten mehr in den Vordergrund getreten sind. Erst nach 1870 wird die Bedeutung des Quartärs wieder mehr berücksichtigt, und STUR hat sie damals als „anthropozoische Formation“ bezeichnet. Damit hat er die jüngere Entwicklung bei BÜLOW (1956) und der russischen Quartärforschung (1957) vorweggenommen, in der die Bezeichnung „Anthropogen“ statt „Quartär“ beschlossen wurde, um die Bedeutung des Menschen für diesen Zeitabschnitt zu würdigen (F. GELLERT 1958).

Mit dem Beginne des 20. Jahrhunderts tritt — mit zunehmender Auswirkung der Industrialisierung — eine Wendung in der Betrachtung der Zusammenhänge des geologischen Geschehens mit dem menschlichen Leben ein, da nun der Mensch als aktiver geologischer Faktor nicht nur geahnt, wie bei L. v. BUCH, sondern bereits unmittelbar erlebt wird. Es sind vor allem E. FISCHER (1915) mit der Arbeit „Der Mensch als geologischer Faktor“ und R. L. SHERLOCKS Studien „Man as a geological agent“, London 1922 (zitiert nach E. FELS 1956), im Verein mit K. v. BÜLOW (1956, 1958), welche die Bedeutung des Menschen als geologischen Faktor herausarbeiten und sich somit wiederum dem alten Thema der Geologie zuwenden, welches die Beziehungen der Geologie zum Menschen behandelt. K. v. BÜLOW (1954, 1956) spricht von einer zunehmenden Intensität der Umgestaltung des „Lebensraumes Gesamterde“ durch den Menschen. *„Mit diesem Vorgang aber, dessen Beginn in das letzte oder vorletzte Jahrhundert gelegt werden darf, ändern sich auch die Voraussetzungen und damit Ablauf und Ergebnisse des exodynamischen Geschehens. Es beginnt*

eine neue Großzeit der Erdgeschichte, vergleichbar jener, die mit dem Aufmarsch der Pflanzen auf dem Festland einsetzte.“

„In jenem Falle steht die Geologie unserer Tage vor der Aufgabe, zu beobachten, wie weit das exzeptionelle Wesen der erdgeschichtlichen Gegenwart menschheitsgeschichtlich verstärkt wird, zu beobachten, wie das organische Leben auf dem Wege zum nächsten Höhepunkt, durch seinen letzten Vertreter, Einfluß auf den Ablauf der Erdgeschichte nimmt und damit auf dem biogenen Unterbau eine neue, die anthropogene Formation errichtet“ (K. v. BÜLOW 1956). L. KOBER (1942) hat, vermutlich durch L. v. BUCH angeregt, die Eiszeit und die Gegenwart als „Neon“, und die Zukunft als „Psychon“ gekennzeichnet, als „Epochen der bewußten Evolution des Geistes“. E. DITMER (1954) äußerte sich ähnlich in seiner Arbeit „Der Mensch als geologischer Faktor“. Auf den Studien von E. FISCHER und R. L. SHERLOCK aufbauend, beschäftigt sich E. FELS (1954) von der geographischen Seite aus mit diesem Thema. „Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde“ wird klar herausgearbeitet und festgestellt, daß Gebilde aus Menschenhand Naturvorgänge selbst katastrophaler Art übertreffen können. E. FELS engt das Thema leider etwas einseitig in vorwiegend beschreibender Art auf den wirtschaftsgeographischen Bereich ein. Die großen Lehrbücher der allgemeinen Geologie (z. B. E. KAYSER) behandeln zwar die geologischen Wirkungen der Organismen, sowohl im zerstörenden als auch im aufbauenden Sinne, aber sie beschränken sich ausschließlich auf Tiere und Pflanzen als geologische Faktoren. Die Einflüsse des Menschen auf das geologische Geschehen werden nicht erwähnt, obwohl es an diesbezüglichen Hinweisen seit dem 18. Jahrhundert nicht fehlt, und die tatsächlichen Einflüsse des Menschen gegenwärtig bereits die Größenordnung von geologischen Katastrophen erreicht haben.

Die Geologie hat sich nach der heroischen Zeit von 1790 bis 1820 im allgemeinen mehr der Stratigraphie, der regionalen Geologie und Tektonik zugewendet, so daß die dynamische Geologie und vor allem das geologische Wirken des Menschen weniger bearbeitet wurde, wobei sich vorwiegend die Geographen dieser Gebiete angenommen haben. In Anbetracht der praktischen Bedeutung derartiger Kenntnisse für die künftigen Großprojekte und für die Gestaltung der Erde, wird sich die Geologie diesem Bereich wiederum mehr zuwenden müssen, in enger Zusammenarbeit mit der Geographie. Sie wird im Sinne L. v. BUCHS den Menschen zum bewußt wirkenden geologischen

Faktor erziehen müssen, so daß er die Verantwortung gegenüber der Zukunft zu tragen imstande ist.

An die Geologie des 19. Jahrhunderts anknüpfend, betrachten wir heute die Wechselwirkung der außermenschlichen Umwelt und der menschlichen Umwelt, welche in zunehmendem Maß der bewußten Gestaltung durch den Menschen unterworfen wird. Nach L. FROBENIUS (1953) führt (im Wiederfinden der Entwicklungslehre von B. COTTA 1878) die Weltentwicklung nach dem ersten Stadium der „rein stofflichen Welt“ über das zweite Stadium der „organischen Umwelt“ zum „dritten Reich — der Kultur“, wobei er die Kultur als „selbständigen Organismus“ auffaßt, der den Menschen sozusagen „durchlebt“, darin eine Kulturstufe entsteht „in der der Mensch selbst wesenhaft wird, sein Schicksal zu spielen“. Geologische sowie völkerkundlich und kulturwissenschaftliche Forschungsergebnisse drücken altbekannte Zusammenhänge aus (siehe B. COTTA 1878), denen die heutige Geologie allerdings noch wenig Beachtung schenkt. Im Verlauf technisch-geologischer Studien an der unteren Traun zwischen Lambach und Donau wurde mir die Gelegenheit geboten, das geologische Wechselspiel von Mensch und Umwelt mit dem Menschen als aktiven geologischen Faktor in eindrucksvoller Weise kennenzulernen. Auf Grund dieser Linzer Untersuchungen, welche mir diese Zusammenhänge in fesselnder Weise haben erkennen lassen, schien es mir notwendig, die fachlichen Konsequenzen sowohl für die wissenschaftlichen als auch für die der praktischen Geologie gewidmeten Studien zu ziehen und die Begründung der Anthropogeologie als eigenen Arbeitsbereich anzuregen.

2. Die grundlegenden Methoden

Den Menschen und seine Umwelt mit dem geologischen Geschehen im Verlaufe der Erdgeschichte zu verknüpfen war vor über 100 Jahren eine der wichtigen Aufgaben der Geologie (K. E. A. HOFF 1822, 1824, 1834). Die Beziehungen und Bedeutungen der zu betrachtenden Elemente „Umwelt und Mensch“ haben in der Geschichte der Geologie vier verschiedene Gruppierungen erfahren, welche in zeitlicher Abfolge miteinander verknüpft sind. Demnach können wir auch vier Gruppen von Untersuchungsmethoden unterscheiden, die wohl nacheinander geschaffen, heute nebeneinander verwendet werden.

Die erste Gruppe beschäftigt sich mit den gegenwärtigen Veränderungen der Erde, den chemisch-physikalischen Abläufen der geologischen Dynamik und deren Wechselwirkungen mit dem Tier- und Pflanzenleben. Es ist der Stoff der allgemeinen Biologie, der den Schlüssel zum Verständnis der geologischen Vergangenheit abgibt (siehe J. WALTER 1893/1894). In diesem Arbeitsbereich laufen die Fäden zahlreicher naturwissenschaftlicher Fachgebiete zusammen, was notwendig ist, um das geologische Funktionsgefüge der Gegenwart aufzuklären, deren Beziehungen zur geologischen Vergangenheit herzustellen, und die Tendenz der künftig zu erwartenden Veränderungen erschließen zu helfen. Hierum bemühen sich die Geologie (R. BRINKMANN 1954, 1956), die Mineralogie, Petrographie, Paläontologie, Bodenkunde (H. ERHART 1956), die Astronomie (K. KIEPENHEUER 1957), die Geophysik, Meteorologie, Hydrologie und Geographie (C. REGEL 1957, R. FLEMING 1957) auf der einen Seite, bemühen sich die Ökologie (A. THIENEMANN 1955, 1956, C. FRIEDRICHS 1937, W. KÜHNELT 1943/44, H. SCHMIDT 1944), die Pflanzen- und Tiersoziologie (J. BRAUN-BLANQUET 1951, W. KÜHNELT 1950), auf der Seite des Lebendigen.

Die zweite Gruppe betrachtet den Einfluß der anorganischen und organischen Umwelt und deren Veränderungen auf den Menschen, sowohl in körperlicher als auch in psychischer, seelisch-geistiger Hinsicht. Sie stellen somit die Beziehungen der Umwelt zum Menschen dar. Obwohl auch diese Betrachtungsweise bereits in den Anfängen der Geologie enthalten ist, wird sie späterhin von geologischer Seite zu Unrecht vernachlässigt, so daß in theoretischer Hinsicht heute vorwiegend die geographische Seite der Probleme betreut wird (H. HASSINGER 1943, S. PASSARGE 1922). In praktischer Hinsicht beschäftigen sich die Ingenieurgeologie, Bodenkunde, Gerichtsgeologie (P. KRUSCH 1916), Kriegsgeologie (BÜLOW-KRANZ-SONNE 1938), Hydrogeologie und Lagerstättenlehre mit den geologischen Gegebenheiten und deren Einflüsse auf den Wirkungsbereich des Menschen.

Mit dem Anwachsen der Weltbevölkerung und zunehmender Technisierung bzw. Industrialisierung entsteht im 19. Jahrhundert ein weiterer Problemkreis der dritten Gruppe. Das durch den Menschen geformte bzw. beeinflusste Geschehen der Umwelt wird zum Kernstück dieses Problem, wobei der Mensch selbst als wesentlicher geologisch wirksamer Faktor miteinbezogen erscheint. Die durch den Faktor „Mensch“ ergänzte und beeinflusste Umwelt aber wirkt nun selbst wieder auf den Menschen und dessen Entwicklung zurück. Der

Mensch beginnt zunächst als geologischer Faktor wirksam zu werden, ohne sich dessen im allgemeinen bewußt zu sein. Zur Untersuchung dieser Probleme, welche sich durch die neuen Wirkungsfelder ergeben, hat die allgemeine Geologie bisher ebenfalls nur wenig beigetragen (E. FISCHER 1915, R. SHERLOCK 1922, K. BÜLOW, J. STINY). Die Fachgebiete der angewandten Geologie, die Bodenkunde und die Geographie (E. FELS, S. PASSARGE, H. HASSINGER), die Forst- und Landwirtschaft, die Kulturtechnik (K. KRÜGER, R. DEMOLL, W. VOGT), Botanik und Zoologie, Ökologie (A. THIENEMANN), Klimatologie (R. GEIGER), Hydrographie und andere mußten sich zwangsläufig mit diesem Problemkreis befassen. Darüber hinaus werden von diesem Problemkreis noch weitere Fachgebiete berührt, wie Urgeschichte und Geschichtsforschung, Anthropologie, Ethnologie und Kulturwissenschaften (L. FROBENIUS, R. DEMOLL u. a.). Je stärker der Mensch in die Umweltsveränderungen eingreift, desto bedeutsamer müssen diese spezifischen Fachgebiete, welche den Menschen selbst zum Gegenstand ihrer Forschung haben, zum Verständnis dieser Prozesse und damit auch zur Beurteilung geologischer Vorgänge in der Gegenwart werden.

Die vierte und jüngste Gruppe von Betrachtungsweisen der Beziehungen „Umwelt - Mensch“ unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß der Mensch nicht mehr unbewußt auf die Umwelt reagierend eingreift, sondern bewußt, seine Bedeutung als geologischer Faktor erkennt und damit verantwortlich in den geologischen Werdegang des Lebens eingreift (K. v. BÜLOW, H. FREYER, H. HÄUSLER). Damit beginnen wir den Gedanken von L. v. BUCH — über die Vollendung des angefangenen Werkes der Natur durch den Menschen — zu verwirklichen. Daraus folgt, daß ein neuer Abschnitt der allgemeinen Geologie beginnen muß, dem in Anbetracht der praktischen Bedeutung das besondere Arbeitsgebiet der Anthropogeologie zu widmen ist. Über die bisher genannten Fachgebiete hinausgehend, muß auch die psychische, geistig-seelische Struktur des Menschen und deren Änderungen berücksichtigt und der Anschluß an die Geisteswissenschaften geschaffen werden. Auf praktischem Gebiet beginnen sich Natur-, Landschaftsschutz und Ingenieurbiologie mit zunehmender Bedeutung und Beachtung zu entwickeln.

Für die Geologie folgt hieraus, daß nun auch der Faktor „Mensch“ in den Kreis der Betrachtungen einbezogen werden muß, was sowohl für die allgemeine Geologie und dadurch indirekt auch für die Erdgeschichte von Bedeutung ist (K. v. BÜLOW 1954).

3. Das gegenwärtige Geschehen im Blickfeld geologischer Forschung (Aktualismus und Anaktualismus)

Das Gegenwartsgeschehen begrenzt durch seine Lage im Zeitquerschnitt den bisherigen erdgeschichtlichen Ablauf gegenüber den künftigen geologischen Veränderungen. Die Vergangenheit, wohl Verflissenes umfassend, ist aber für die geologische Struktur des gegenwärtigen Zeitquerschnittes deswegen nicht ohne Bedeutung, sie ist im Gegenteil ein wirkender Bestandteil der Gegenwart selbst. Die Zukunft ist dementsprechend nicht einfach das, was zu irgendeinem fernen Zeitpunkt einmal eintreten soll und darum jetzt noch nicht ist, sondern die Zukunft ist ursprünglicher, sie ist als Aufgabe und Ziel bereits in der Gegenwart enthalten, so „daß ohne diese Zukunftsbezüge eine ‚bloße‘ Gegenwart gar nicht sinnvoll beschrieben werden kann“ (zitiert nach H. SEDLMAYR 1958). Die Gegenwart des geologischen Untersuchungsbereiches ist funktionell, einem mathematischen Modell entsprechend, mit der geologischen Vergangenheit und mit deren Zukunft zu verknüpfen (H. HÄUSLER 1958).

Das geologische Geschehen der Gegenwart können wir vielfach unmittelbar beobachten und erleben, so daß wir einen frischen Eindruck dieser Vorgänge bekommen. Zum Verständnis dieser Vorgänge reichen aber die Erklärungen augenfälliger Erscheinungen oftmals nicht aus, und wir müssen auch das historische Geschehen hierzu beachten und dessen Auswirkungen im Gegenwartsgeschehen verfolgen. Das erdgeschichtliche Geschehen hingegen ist nur mehr über die geologischen Dokumente, über Gesteine und Fossilien zu beobachten, an Frische der Anschauung verlierend, je weiter wir uns in die Vergangenheit zurücktasten. Um die geologischen Dokumente lesen zu können, müssen deren Schriftelemente und Verknüpfungsregeln am Gegenwartsgeschehen erlernt werden (H. SCHMIDT 1944). Die Erforschungen der Gegenwart und der Vergangenheit geologischen Geschehens bedingen einander, Erkenntnisse der einen sind ohne Kenntnis der anderen nicht oder nur unvollkommen möglich. Wir versuchen, „Aus den Erscheinungen der Gegenwart die Vorgänge der Vergangenheit zu ergründen . . . Aus dem Sein erklären wir das Werden“ (J. WALTER 1893/94), was auch in umgekehrtem Sinne gilt. Die Erfassung der Gegenwart dient somit einerseits dazu, um den geologischen Schlüssel für die Erdgeschichte zu gewinnen; ihr entspricht eine Arbeitsrichtung, die als Aktualismus bezeichnet wird (H. CLOOS 1936,

K. ZITTEL 1899, K. ANDRÉE 1938, H. BACKLUND 1941, H. HÄUSLER 1944); andererseits ist sie aber selbst auch ein Stück der Erdgeschichte, wenn auch nur ein Sonderfall, ein gegenwärtiger Zeitquerschnitt, mit bestimmter geologischer Dynamik seiner geographischen Räume.

Um die geologischen Gegenwartsverhältnisse verstehen zu können, bedarf es der Vergleiche und Verknüpfungen mit älteren Zeitquerschnitten (mit deren geologischen Dynamik ihrer paläographischen Räume). Diese mit mathematischen Modellen vergleichbare Verflechtung von Gegenwartsforschung und Erdgeschichtsforschung setzt aber vergleichbare geologische Faktoren bzw. deren Funktionen voraus, wie sie durch die Bereiche des Anorganischen und Organischen erfaßt werden, solange als der Mensch nicht als geologischer Faktor in Erscheinung getreten ist. Der Einfluß des Menschen auf das geologische Geschehen der Gegenwart muß bei der aktualistischen Arbeitsweise unbedingt berücksichtigt bzw. nachgewiesen werden, da sein Einfluß keine verknüpfbaren Parallelen in der Vergangenheit hat. K. v. BÜLOW (1954) hat auf die dadurch bedingten anaktualistischen Wesenszüge der Gegenwart hingewiesen, deren genaue Kenntnis für die geologische Analyse der Gegenwart und der daraus angestrebten Deutung historischer Erscheinungen somit Voraussetzung geworden ist.

4. Die geologische Auffassung des Gegenwartsgeschehens als wesentliche Grundlage künftiger Projekte

Es haben heftige Auseinandersetzungen über die Bedeutungen aktualistischer und historischer Arbeitsweisen im Verlaufe der Geschichte geologischer Forschung stattgefunden (H. CLOOS, K. ANDRÉE, K. v. BÜLOW), doch konnten diese auf die Dauer keine Ausschließlichkeit erzielen, da eine Arbeitsweise letzten Endes die andere bedingt. Beide zusammen nur sind in der Lage, den Ablauf und den Rhythmus des geologisch-kosmischen Geschehens zu erfassen. Der Rhythmus des Geschehens, die Wiederholung ähnlicher geologischer Gegebenheiten in mannigfacher Abwandlung, sind grundlegende Erscheinungen, welche die Verknüpfung beider Arbeitsweisen bedingen. Aus der rhythmischen Verknüpfung geologischer Geschehnisse ergeben sich auch Fragestellungen hinsichtlich der künftig zu erwartenden geologischen Vorgänge. Wenn nach H. SEDLMAYR (1958) bei der Beschreibung der Gegenwart auch ihre Zukunftsbezogenheit herauszuarbeiten ist,

wie dies im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurde, so ist dies ein Gesichtspunkt, der in der allgemeinen Geologie heute noch kaum beachtet wird, da der Geologie heute eine ausschließlich historisch-vergangenheitsbezogene Aufgabenstellung zuerkannt wird (R. BRINKMANN 1957).

In der angewandten Geologie, z. B. Ingenieurgeologie, Bodenkunde, Hydrogeologie (A. KUBIENA, H. STINY, K. TERZACHI) dagegen ist die Beobachtung zukunftsweisender geologischer Merkmale der Gegenwart bereits von großer Bedeutung. Diese Bedeutung nimmt seit etwa 150 Jahren ständig zu, da sie einerseits im Hinblick auf die notwendige Verbesserung der Beurteilungsgrundlagen bzw. Prognosen bei praktisch geologischen Aufgaben gefördert wird, andererseits aber der Mensch immer mehr als geologischer Faktor zukunftsgestaltend hervortritt. Die Verantwortung des modernen Menschen für die künftige Gestaltung der Erde setzt die Kenntnis der geologischen Grundlagen und deren Zukunftsbezogenheit voraus. Die geologischen Grundlagen künftiger Projekte, die Bilanz der geologisch wirksamen Faktoren der Vergangenheit und Gegenwart, müssen Ausgangsbasis einer zukunftsbezogenen Beurteilung, einer geologischen Prognose werden. Die Folgen, die sich aus der Verkennung dieser Zusammenhänge und durch den ausschließlich historisch-vergangenheits-gerichteten Bezug geologischer Forschung einstellten, haben in einem umfangreichen Schrifttum außerhalb der geologischen Literatur ihren Niederschlag gefunden und bereits einschneidende praktische Maßnahmen ausgelöst (W. VOGT 1950, R. DEMOLL 1954, A. F. THIENEMANN 1955, 1956, E. FELS 1954, E. FISCHER 1915). Der Geologie ergeben sich damit weitere neue Aufgabengebiete, sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht, wobei gerade letztere von ständig wachsender Bedeutung sind.

IV. Eine geologisch-technische Studie aus dem Großraum von Linz als Anregung zur geologischen Schau menschlichen Wirkens

Im Rahmen einer großangelegten Untersuchung der unteren Traun, welche durch die Oberösterreichische Kraftwerke-AG unter der Planung von V. FISCHMEISTER (1955) durchgeführt wurde, kamen eine Reihe vielseitig angelegter Studien durch J. DONAT (1955), E. HEHENWARTER (1955), H. HÄUSLER (1955), J. SCHADLER, H. HAMANN

(1954), H. WAGNER (1955), Ä. KLOIBER 1954), F. EINSELE (1957), H. SCHINZL und außerdem solche von H. FRANZ (1952), E. WENDELBERGER (1952) u. a. zur Ausführung, so daß die Arbeitsgebiete von Geologie, Morphologie, Bodenkunde, Botanik, Bodenzologie, Kulturtechnik, Gewässer- und Fischereibiologie, Abwasser und Hygiene, Forst- und Wasserwirtschaft an einem einzigen Studienobjekt vereint wurden.

Das Studienobjekt der unteren Traun hat der geologischen Bearbeitung recht interessante und lohnende Aufgaben geboten. Diese umfaßten den Nachweis des geologischen Aufbaues im Bereich des Planungsraumes, vor allem die Verteilung der verdeckten eiszeitlichen Eintiefungen und ihre Hydrogeologie, Beobachtungen von Rutschungs- und Erosionserscheinungen sowie die Erstellung der baugelogischen Prognose zum technischen Projekt. Darüber hinaus konnte der Strukturwandel eines Landschaftsgebietes, wie es die Traunniederung darstellt, in seiner gegenwärtigen Dynamik untersucht werden. Es konnte der Ablauf dieser interessanten Dynamik der künstlich verursachten, einem geologischen Experiment entsprechenden, Trauneintiefung verfolgt werden. Ergebnisse dieser Studien wurden bereits in den Naturkundlichen Jahrbüchern der Stadt Linz von 1956 bis 1958 durch H. HÄUSLER veröffentlicht, so daß hierauf Bezug genommen werden darf. Die nachfolgenden Ausführungen stellen eine Ergänzung der früheren Veröffentlichungen dar, so daß es nun möglich ist, die Konsequenzen aus den bisherigen Beobachtungen zu ziehen, welche in den nachfolgenden Kapiteln behandelt werden. Die vorliegende Detailuntersuchung bezieht sich auf den Flußabschnitt der unteren Traun von Flußkilometer 0,0 bis Kilometer 51,0, das ist von der Mündung bis knapp oberhalb Stadl-Paura. In diesem Abschnitt sind von Kilometer 8,7 an neun Kraftwerkstufen geplant. Es sind dies die Stufen St. Martin, Traun, Hörsching, Marchtrenk, Wels, Wels-Traunleiten, Saag, Lambach und Stadl-Paura. Die Stauhöhen sollen 5,5 bis 16,5 Meter betragen.

Für diese Untersuchung wurden Ergebnisse aus Arbeiten des Verfassers im Auftrage der Oberösterreichischen Kraftwerke-AG herangezogen (H. HÄUSLER 1952) sowie weitere Unterlagen, welche Dank dem Entgegenkommen seitens der oberösterreichischen Landesbaudirektion, Abteilung Hydro. — Herrn Hofrat Dipl.-Ing. PREITSCHOPF, der oberösterreichischen Landwirtschaftskammer — Herrn Forstdirektor Dr.-Ing. Hufnagl (H. HÄUSLER 1952), der Direktion des Landesmuseums, Herrn Direktor Dr. Oberleitner und dem Leiter der

Abteilung für Biologie, Herrn Univ.-Dozent Dr. Kloiber zur Verfügung gestellt wurden.

Der Umfang dieser Untersuchung ist der Sachlage entsprechend groß, da die Auswirkungen des projektierten Eingriffes in das Landschaftsgefüge der unteren Traun in Form von Kraftwerkstufen abgeschätzt werden müssen. Hierbei überschneiden sich die Interessengebiete des Bauingenieurs und des Forstingenieurs, während das Gebiet der Landwirtschaft mehr indirekt berührt wird. Das sachliche Feld des Eingriffes läßt sich somit nicht ohne weiteres aus dem Landschafts- und Wirtschaftsgefüge herauslösen bzw. abgrenzen. Dies ist um so schwieriger, als wir es in dem vorliegenden Untersuchungsgebiet nicht mehr mit einer natürlichen, sondern mit einer weitgehend von Menschenhand umgeformten Landschaft zu tun haben.

Um in das Gefüge unseres Untersuchungsgebietes entsprechend eindringen zu können und um uns die Grundlagen für die Beurteilung weiterer geplanter oder notwendig werdender Eingriffe zu erwerben, müssen wir zunächst auf die naturgesetzlichen Zusammenhänge eingehen und dann auf die wirtschaftliche Situation zu sprechen kommen. Das bedeutet, daß wir das Feld, an dem die Sachgebiete Klima, Gewässer, Grundwasser, Geologie mit der Talgeschichte, Boden, Bodenleben, Vegetation und Wirtschaft ihren Anteil haben, durchwandern müssen.

Beiliegendes Diagramm (Abbildung 1) soll als Wegweiser dieser Untersuchung dienen. Wir versuchen zunächst einen Einblick in die natürlichen geologischen Veränderungen unserer Talgeschichte zu erlangen, und zwar über den Ablauf der Geschehnisse in der Vergangenheit bis zum Eingriff des Menschen in das Flußsystem. Von dieser Zeit bis zur Gegenwart bzw. bis in die Zukunft hinein müssen wir uns aber ebenfalls ein Bild entwerfen, wie der natürliche Gang, ohne Eingriff des Menschen, die Aulandschaft gestaltet hätte und weiterhin gestalten würde. Aus diesen Überlegungen können wir dann die natürliche Veränderungstendenz des Auwaldgebietes ableiten und die wirtschaftlichen Folgerungen daraus ziehen. In einem zweiten Untersuchungsgang müssen wir uns mit dem ersten großen Eingriff in den Wasserhaushalt der Traun, der Regulierung des Flusses, auseinandersetzen, und ihren Ablauf bis zur Gegenwart verfolgen. Wir werden auch hier versuchen, die Richtung der künftigen Veränderungstendenz zu erfassen. Nun erst haben wir uns soweit orientiert, daß wir daran gehen dürfen, den geplanten Stufenausbau der heutigen Traun und die zu erwartenden Auswirkungen zu behandeln.

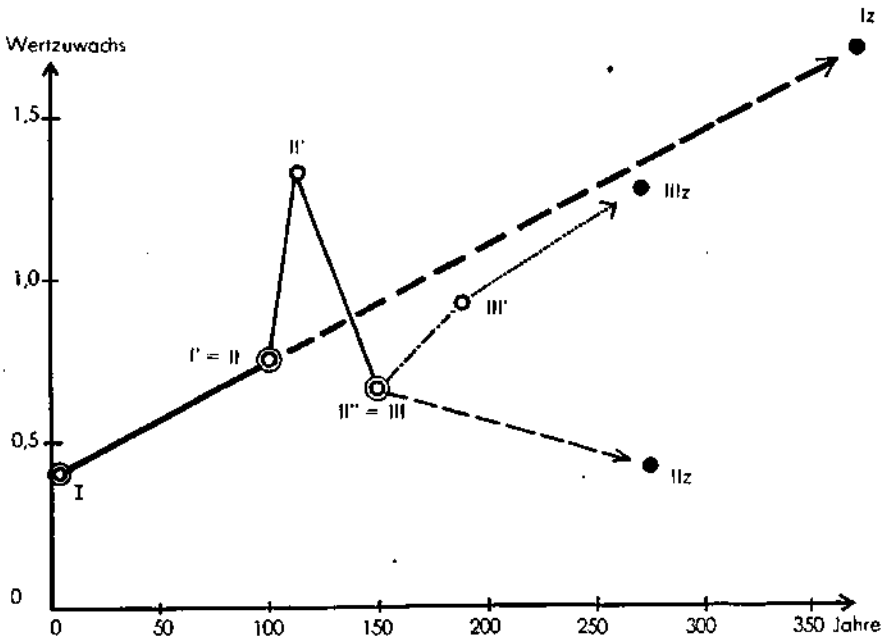


Abb. 1: Schematisches Diagramm der Entwicklungswege der Traun.

- I — I' ... Richtung der natürlichen Veränderung.
 I' — Iz ... vermutliche Fortsetzung unter natürlichen Bedingungen, Tendenz nach Iz.
 II — II' ... 1. Phase der Veränderungen nach der Regulierung.
 II' — II'' ... 2. Phase der Veränderungen nach der Regulierung.
 II'' — IIIz ... vermutliche Fortsetzung der geänderten Richtung mit der Tendenz nach Iz.
 III ... geplanter Eingriff mit der Kraftwerkskette.
 III — III' ... zu erwartende Richtung der Veränderungen.
 III' — IIIz ... vermutliche Tendenz der Veränderung.

1. Allgemeines über den natürlichen Ablauf der Talgeschichte

Der geologische Rhythmus der Talbildung läßt den Gang der grundlegenden Veränderungen unserer Landschaft erkennen, welche durch den auf- und absteigenden Wasserspiegel bestimmt werden. Die Tätigkeit des Wassers ist der grundlegende Faktor, der die übrigen, hier zu besprechenden Erscheinungen beherrscht. Zwei Grundabläufe gestalten hierbei dieses Formenspiel, es sind dies die Eintiefung (Erosion) und die Aufhöhung (Sedimentation). Diese Vorgänge finden an ein und demselben Flußabschnitt in bestimmtem Maße immer

gleichzeitig statt, doch pendeln sie im Laufe der Zeitabschnitte einmal zur überwiegenden Eintiefung, ein andermal zur überwiegenden Aufhöhung des Talbodens. Im Gefolge der Aufhöhung, der Aufschotterung, werden alte, bereits gut entwickelte, wertvolle Böden und Vegetationen verschüttet und von neuen, noch wenig wertvollen Rohböden bedeckt. Die Vegetation wird durch den steigenden Wasserspiegel in ihrem Lebensraum empfindlich eingeengt, so daß nur primitivere, wirtschaftlich weniger wertvolle Gesellschaften bestehen können, bis auch deren Existenz zunichte wird.

Anders bei der Eintiefung. Hier findet der umgekehrte Vorgang statt, indem das Wasser Schritt um Schritt neue Lebensräume für die Vegetation freigibt, die sich dadurch von den primitiveren, wirtschaftlich noch wenig wertvollen Pionierstadien zu den hochentwickelten, wertvollen Endgesellschaften hinaufentwickeln kann.

Die untere Traun stand in den letzten Jahrhunderten im Zeichen der ausklingenden Eintiefung, welche durch eine schwache Tendenz der Aufschotterung im unteren Teil und eine stärkere Eintiefung im oberen Teil gekennzeichnet war bzw. überlagert wurde. Neben dem Auf und Ab der Talgeschichte, welche die heutige Landschaft und auch das heutige Wirtschaftsbild vorbereitet haben, erkennen wir eine zweite, sehr wesentliche Tatsache, daß nämlich alle diese Vorgänge in verhältnismäßig sehr großen Zeiträumen ablaufen. Die Veränderungen gehen nur sehr langsam vor sich. Je langsamer sie ablaufen, desto geordneter erfolgen die Umbildungen der Lebensformen, wächst eine aus der anderen hervor. Je rascher die Umbildungen ablaufen, desto stürmischer, turbulenter erfolgt die Reaktion der Lebenswelt. Im Falle der vorherrschenden Eintiefungsphase, welche in unserem Gebiet tätig ist, ist das stetige Anwachsen der natürlichen Bodenwerte an den langsamen Fortschritt, den langsamen Reifungsprozeß gebunden (siehe H. HÄUSLER 1956). Wird der natürliche Ablauf beschleunigt, so ist mit einer Turbulenz der Boden- und Vegetationsverhältnisse zu rechnen, wodurch die Wirtschaftswerte abnehmen.

Die Wiederbelebung der Eintiefung durch menschlichen Eingriff wurde bereits früher (H. HÄUSLER 1956) erwähnt, sie betrug fast das Zehnfache der Eintiefungsgeschwindigkeit der jüngsten Eiszeitperiode und übertrifft dadurch die natürliche geologische Katastrophe.

Wir greifen nun einen Ausschnitt aus dem vorigen Diagramm der Abbildung 1 heraus und rufen uns die Tätigkeit des Flusses ins Gedächtnis zurück. Wir erkennen das außerordentlich langsame Fort-

schreiten der geologischen Geländegestaltung (in diesem Falle der unteren Traun, der Eintiefung) und die Umbildung der Lebendformen, welche hier zum größten Teil durch das Hochwasser bedingt sind. Die verschiedenen Vegetationsformen sind hierbei an ganz bestimmte Talstufen gebunden, haben also verschieden alte Entwicklungsvorgänge durchgemacht. Der niedersten Geländestufe entspricht die Niedere Weiden-Au (nach E. u. G. WENDELBERGER), der höchsten Landstufe mit den reiferen, wertvolleren Böden, die nur selten mehr überschwemmt werden, entspricht die Harte Au, in diesem Falle zum Beispiel die Eichen-Au. Daraus ergibt sich nun eine Staffelung der Wirtschaftswerte, deren Abhängigkeit von der langsam fortschreitenden Bodenreifung verständlich erscheint. Ein zu rasches Entwicklungstempo würde die Bodenreifung sehr empfindlich stören und den Wirtschaftswert dadurch wesentlich mindern.

Die Vegetationsformen von der Niederen Weiden-Au bis zur Eichen-Au und deren Verknüpfung mit ganz bestimmten Talstufen wurden in früheren Arbeiten des Jahrbuches (H. HÄUSLER 1956, 1957) beschrieben, so daß sich eine neuerliche Schilderung erübrigt. Ihr Studium hat den Eindruck der gesetzmäßigen Zusammenhänge im Auwald erkennen lassen. Der geologisch-ökologische Vergleich der vier grundlegenden Auwaldtypen (Niedere Weiden-Au, Hohe Weiden-Au, Hohe Erlen-Au und Hohe Eschen-Au), welche als Durchschnittstypen zu werten sind, läßt wesentliche Unterschiede sofort erkennen. Diese Unterschiede betreffen die Hochwasserstände und damit die Dauer der Überflutung, die Grundwassertiefenlage, Bodenprofil, Bodenchemismus, den spezifischen Aufbau der Vegetation in bezug auf die Baumschicht, Strauchschicht und die bodennahe Krautschicht und die Veränderungstendenzen all dieser Erscheinungen. Daß davon auch verschiedene Wirtschaftswerte abhängig sind, wie dies bereits erwähnt wurde, ist verständlich.

Wir können nun auch den bereits genannten Zeitaufwand näher beleuchten, der für den Reifungsvorgang, die Wertsteigerung, so bedeutungsvoll ist, und große Zeiträume (Jahrhundert-Jahrzehntausende) umfaßt, deren Verkürzung mehr oder minder schwere Schäden nach sich ziehen können. Der Grund liegt vor allem darin, daß sich Boden und Vegetation nur dann aufbauend entwickeln können, wenn der Hochwassereinfluß und damit die hohen Grundwasserstände zurückgehen, welche die Lebensmöglichkeit der wertvolleren Holzarten behindern. Dies bedeutet aber eine wesentliche Verschlech-

terung des Bodenklimas der vorwiegend sandig-schotterigen Bodenarten unseres Untersuchungsraumes nach der trockenen Seite hin, wodurch die Vegetation erheblich geschädigt werden würde, wenn nicht zwei wichtige Vorgänge Zeit gehabt hätten, diesen Mangel zu überbrücken bzw. zu vermeiden, worin die Bedeutung großer Zeiträume für die Entwicklung des Auwaldes liegt. Der eine der genannten Vorgänge umfaßt die Ausbildung einer dichten, lange wirksamen, schattenspendenden Strauchschicht und Krautschicht, welche ausreichend Laubfall für die nötige Bodendüngung bzw. Humusbildung abwirft und das Klima der bodennahen Luftschicht wesentlich verbessert. Erst unter diesen Bedingungen kann auch der andere der angedeuteten Vorgänge ablaufen, nämlich die Bodenreifung. Durch die Bodenreifung wird das Vermögen, Regenwasser zu speichern, im Boden wesentlich erhöht, so daß im Verein mit der schattenspendenden Strauchschicht die ausfallende Befeuchtung durch das Hochwasser nach und nach ersetzt werden kann, ohne dessen zerstörende Wirkung.

Der Wandel der genannten Lebensformen in ihrer zeitlichen und räumlichen Abfolge wurde bereits früher ausführlich geschildert (H. HÄUSLER 1956), so daß an dieser Stelle darauf verwiesen werden darf. Es ist möglich gewesen, den Zusammenhang mehrerer Auwaldfaktoren herauszuarbeiten und die Gesetzmäßigkeit im raum-zeitlichen Gefüge der untersuchten Au zu erkennen. Die verschiedenen chemisch-physikalischen und biologischen Vorgänge der Auwaldentwicklung sind demnach als Funktion der Mittelwasserstände des Flusses aufzufassen, die sich dem Grundwasserspiegel konform verändern. Mit der langjährig fortschreitenden Eintiefung gehen die Einflüsse von Hoch- und Grundwasser langsam zurück, der Auwald entwickelt sich von der Weichen Au in die Harte Au und geht dann in den Eichen-Hainbuchen-Mischwald über. Diesem Ablauf folgt auch der Boden, der sich vom grauen Rohboden über den braunen Auboden zum braunen, reifen Waldboden verändert. Die Bodenreifung ist durch die zunehmende Verbraunung gekennzeichnet, den zunehmenden Humusgehalt und die Entkalkung des Oberbodens. Das Bodenklima verändert sich vom naß-kalten Typ zum trocken-warmen Typ, welcher infolge des Wasserspeichungsvermögens des Bodens durch die Niederschläge und die entsprechend ausreichende Bodenbeschattung durch eine Strauchschicht ausgeglichen wird.

Wie bereits angedeutet, ist die Bodenbildung für die Entwicklung des Auwaldes von außerordentlicher Bedeutung. Der Bodenzustand

im Zusammenhang mit dessen Entwicklungstendenz wird zur Grundlage der Bodenbewertung. Vom Zustand des Bodens hängt der Produktionswert des Bestandes ab. Darum mag es in diesem Zusammenhang wohl erlaubt sein, dem Boden — außer den bisher angeführten Zusammenhängen — noch einen eigenen Platz zu widmen, um die grundlegende Dynamik der Aubodenbildung zu beleuchten. Wir wissen, daß die Gesteinstrümmer durch die Gewässer zerrieben und durch die lösende Wirkung des Fluß-, Grund- und Regenwassers chemisch zerlegt werden. Wir können feststellen, wie aus diesen Stoffen neue Bodenmineralien gebildet werden (W. LAATSCH 1954). Wir wissen, wie der anfallende Bestandesabfall mit Hilfe des Bodenlebens abgebaut wird, wie die organischen Reste zerkleinert werden, bis schließlich aus beiden Produkten, den Bodenmineralien und den organischen Abbaustoffen, durch das Bodenleben (vor allem durch den Regenwurm) der Humus erzeugt wird, der einen der wichtigsten Stoffe des reifenden Bodens darstellt. Das Bodenleben spielt somit eine ganz wesentliche Rolle im Stoffwechselkreislauf des Auwaldes.

Die Menge dieser Lebewesen wäre auf guten, reiferen Böden mit etwa 400 bis 500 Kilogramm je Hektar (n. H. FRANZ) Bodenfläche anzuschätzen. Durch solche Ziffern wird die Bedeutung dieser unbezahlten Arbeitskräfte für die Entwicklung und Wertsteigerung des Bodens wohl am besten gekennzeichnet. Werden die Organismen der noch unter Hoch- und Grundwassereinfluß stehenden Auwaldgebiete in irgendeiner Weise, z. B. durch den Eingriff des Menschen in das Standortsgefüge, gestört, so gleicht sich diese Störung nach weiteren Überschwemmungen wieder aus. Es werden scheinbar nicht nur mineralische Stoffe angeschwemmt, sondern auch Organismen. Die Auen besitzen somit in bezug auf das Bodenleben ein weitgehendes biologisches Regenerationsvermögen.

Werden solche Auwälder dem Hoch- und Grundwassereinfluß durch rasche Absenkung entzogen, so treten plötzlich schwere irreversible Störungen bzw. Schädigungen des Bodenlebens ein. Die Bodenorganismen bleiben uns samt ihrer wichtigen Tätigkeit beim Durchwandern der Auwälder fast verborgen, wir ahnen kaum etwas von diesem unsichtbaren bedeutungsvollen Faktor. Erst in den letzten Jahrzehnten wurde ihre Bedeutung für die Bodendynamik und die Wirtschaftswerte eines Gebietes besser gewürdigt. Daß dieser mächtige Faktor im Wirtschaftsgefüge des Waldes fast unsichtbar wirkt, verleitet den Menschen bedenkenlos zu schweren Schädigungen, die

erst über den Umweg der Produktionsschäden, der Ausfallserscheinungen, fühlbar werden.

Von den Beziehungen der wichtigsten Faktorengruppen des Auwaldes, Wasser, Boden, Leben bzw. von deren Steuerung, hängt das Schicksal des Auwaldes ab.

Nachdem wir versucht haben, die allgemeinen Zusammenhänge über den Auwald zumindest skizzenhaft zu verfolgen, sollen im nächsten Abschnitt die besonderen Bedingungen an der unteren Traun im Abschnitt Lambach-Donau geschildert werden.

2. Die natürlichen Umbildungsvorgänge an der unteren Traun

Die allgemeinen geologisch-talgeschichtlichen Vorgänge im Bereich der unteren Traun wurden im vorhergehenden Abschnitt gestreift, so daß hier nur auf zwei wesentliche Merkmale nochmals hinzuweisen ist. Das eine davon ist die langsam abklingende, aber immer noch wirksame natürliche Eintiefungstendenz, das andere Merkmal sind die langen Zeitabschnitte der Umbildungen, ist das außerordentlich langsame Tempo der natürlichen Veränderungen. Haben wir auf diese Weise den talgeschichtlichen Rahmen gewonnen, so müssen wir nun versuchen, uns eine Vorstellung von den natürlichen Veränderungen der Traun-Auen selbst zu machen. Wir müssen diese zunächst bis zum ersten großen Eingriff durch die Regulierung verfolgen. Anhaltspunkte hierfür geben uns alte Brunnen, Aufzeichnungen, alte Karten und Bilder (siehe auch HÄUSLER 1956, 1958). Eine weitere Quelle, den natürlichen Werdegang des Auwaldes zu erfassen, sind die Böden. In den Bodenprofilen sind die Veränderungen des Auwaldgebietes der letzten Jahrhunderte abgebildet erhalten geblieben, so daß sie für uns wichtige Dokumente der Auwaldgeschichte darstellen. Auch aus der Vegetation läßt sich ein Stück der Auwaldgeschichte einer längeren Zeitspanne herauslesen. Aus der Zusammensetzung des Bodenlebens lassen sich weitere Schlußfolgerungen auf den Werdegang des Auwaldes ziehen.

Wenn wir uns nun der Mühe unterziehen, die Böden entlang der unteren Traun zu untersuchen (siehe Bodendiagramme der beiliegenden Karte), und zunächst nur auf die Bodenarten achten wollen, so bekommen wir bald ein Bild von dem mehr oder weniger einheitlichen Aufbau der Bodenartenprofile. Unter einem vorwiegend sehr

dünnen, etwa 10 bis 30 Zentimeter starken Feinbodenprofil aus feinsandig-lehmigen Ablagerungen folgt schon der Schotter. Bessere Verhältnisse, das heißt, eine mächtigere, lehmigere Feinbodenschicht treffen wir im Gebiet des Kremsflusses an und im Mündungsgebiet der Traun, jener Übergangszone in die Donau-Au, wo die Feinbodenschicht vorwiegend ein bis zwei Meter stark ist. Die Traun-Au ist somit im wesentlichen eine Schotter-Au, die gegenüber den anderen Augebieten eigene Gesetzmäßigkeiten zeigt.

Die dünne Feinbodenschicht, die nur einen geringen Prozentsatz an toniger Substanz aufzuweisen hat und den größten Teil der Auwaldflächen an der unteren Traun überzieht, kann im Vergleich zu anderen Böden deshalb nur wenig Regenwasser festhalten bzw. für die Vegetation aufspeichern. Solange der Boden in den unteren Auwaldstufen dem stärkeren Hoch- und Grundwassereinfluß ausgesetzt ist, spielt die Wasserspeicherung noch keine große Rolle. Entscheidend wird sie aber dann, wenn dieser Einfluß verschwindet, wie dies bei den höheren Entwicklungsstufen der Fall ist. Der Auwald wird dann weitestgehend vom Regenwasser bzw. vom Wasserspeichungsvermögen des Bodens abhängig sein.

Im Auwald helfen sowohl die Vegetation als auch das Bodenleben, die Wasserspeicherung des Bodens zu verbessern. Sie erreichen dies durch Bildung der Humusstoffe und die Beschleunigung der mineralischen Zersetzung bzw. Tonbildung. Es werden dabei kleinste, kolloidale Stoffe gebildet, und die aktive Oberfläche des Bodens, welche das Regenwasser festhalten kann, wesentlich vergrößert. Je dünner und sandiger die Feinbodenschichte ausgebildet ist, desto mehr Zeit brauchen mineralische Abbau- und Lebensvorgänge des Auwaldes, bis der Boden fähig wird, die benötigten Feuchtigkeitsmengen des Fluß- und Grundwassers durch die Regenwasserspeicherung im Boden auszugleichen. Die Böden der unteren Traun sind somit als Sonderfall zu betrachten. Sie brauchen infolge der schwachen Feinbodenschichte noch eine ausreichende Klimaunterstützung, um funktionsfähig zu bleiben. Eine solche Stütze findet der Boden zunächst in einer dichten, gut ausgebildeten Strauchschicht, die ihn beschattet und die Luftbewegung hemmt, so daß sich eine möglichst hohe Luftfeuchtigkeit einstellen kann. Es ist verständlich, daß sowohl das Bodenklima wie auch das Klima der bodennahen Luftschicht sehr stark vom Großklima beeinflußt werden und damit auch die Funktionsfähigkeit dieser empfindlichen Auwaldböden.

Trockenperioden im Klima-Ablauf werden sich unter solchen Umständen besonders unangenehm für die Produktionskraft des Bodens auswirken, da sie das Bestandesklima so stark beeinflussen, daß es zu Schädigungen des Auwaldbodens kommen kann.

Wir müssen nun zu den bisher genannten Vorgängen im Leben des Auwaldes auch das Klima des untersuchten Talabschnittes in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen. Durch die klimatische Situation an der unteren Traun bekommen wir weitere Anhaltspunkte, um den natürlichen Ablauf der Auentwicklung zu rekonstruieren. Im Verlaufe dieser Studie werden wir auch versuchen, aus den gegenwärtigen Vegetationsformen und aus dem Bodenleben Rückschlüsse auf die Richtung zu ziehen, in der sich die natürliche Veränderung des Auwaldes an der unteren Traun vollzogen hat. Auf Grund dieser Richtung werden wir versuchen, den Gang der weiteren natürlichen Entwicklung zu skizzieren, die ohne Regulierung stattgefunden hätte. Wir versuchen damit, die natürliche Tendenz zu erfassen und mit anderen Tendenzen zu vergleichen.

Wenden wir uns zunächst den historischen Unterlagen zu, und zwar vor allem dem Traunpanorama aus dem Archiv des Oberösterreichischen Landesmuseums im Maßstab 1:7000 des keyserlichen Geometers Perlohner (Ä. KLOIBER 1952), das um 1700 entstanden sein mag. Eine Photoreproduktion dieser Handzeichnung von der Traunmündung bis Lambach konnte diesem Bericht zugrunde gelegt werden (siehe auch HÄUSLER 1956). Der Autor des Bildes hat wichtige Baulichkeiten und Siedlungen fortlaufend numeriert. Das Verzeichnis hierzu ist leider verlorengegangen, aber es war nicht schwer, die verschiedenen Punkte wieder anzusprechen. Es sind dies von der Donau bis Lambach nachstehende Örtlichkeiten:

Nr. des Bildes	Örtlichkeit	Traun-Kilometer
203	Schloß Steyregg	
202	Traunmündung	0,0
201	Zizlau	2,0
200	St. Peter	
109	Mündung Jauckerbach	
108	Ebelsberg	5,0
107	Linz	
106	Kleinmünchen	

Nr. des Bildes	Örtlichkeit	Traun-Kilometer
105	Abzweigung Jauckerbach	8,0
104	St. Martin	10,0
103	Mühle von St. Dionysen	11,0
102	Schloß Traun, gegenüber	13,0
101	Hörsching, gegenüber	17,0
100	Weißkirchen, gegenüber	23,0
99	Marchtrenk, gegenüber	23,0
98	Thalheim, gegenüber	29,0
97	Wels, gegenüber	31,0
96	Schloß Lichtenegg	32,0
95	Gunskirchen, gegenüber	39,0
94	Lambach	47,0

Im folgenden sei eine Auswertung des Bildstreifens abschnittsweise wiedergegeben, wobei sich die Nummern auf die Ziffern des Bildes beziehen.

DONAU:

Linkes Ufer: Gut ausgebildete Weiden-Au.

TRAUN, Abschnitt 202—201:

Linkes Ufer: Kein Auwald, die Kulturflächen reichen bis ans Ufer, welches von einer Baumreihe bestanden ist, gegen die Mündung niederes Strauchwerk.

Traunbett: Große Inseln mit schütterem Strauchwerk bestanden.

Rechtes Traunufer: Auwald.

Abschnitt 201—200:

Linkes Ufer: Wie oben.

Traunbett: Wie oben.

Rechtes Traunufer: Nicht abgebildet.

Abschnitte 200—109, 109—108:

Ufer und Traunbett: Wie oben.

Abschnitt 108—107:

Linkes Ufer: Bis zur Brücke wie oben, dann schütter beständenes Augelände.

Traunbett: Wie in den vorigen Abschnitten.

Rechtes Ufer: Mit Strauchwerk bestandene Inseln, abgedämmte Nebenarme, vereinzelt Baumkulissen auf den höheren Teilen.

Abschnitt 106—105:

Linkes Ufer: Schmale schütterere Augürtel zwischen Traun und Jauckerbach entlang des Ufers, von Kulturflächen unterbrochen.

Traunbett: Große Inseln mit schütterem niederem Strauchwerk, vereinzelt Bäume.

Rechtes Ufer: Auwaldgürtel etwa im Bereich der heutigen Hochwasserschutzdämme, zum Teil tritt die Kulturfläche bis an das Ufer heran.

Abschnitt 105—103:

Linkes Ufer: Keine Au, vereinzelt Baum- und Strauchkulissen, Flurgrenzen bis an die Traun.

Traunbett: Flußrinne durch Einbauten von den Nebenarmen abgetrennt für die Floßfahrt, zahlreiche große Inseln mit niederem, vereinzelt höherem Strauchwerk.

Rechtes Ufer: Sehr schmaler, weithin unterbrochener Baumbestand, die Kulturflächen reichen bis ans Ufer, dem heutigen Hochwasserdamm entsprechend.

Abschnitt 103—102:

Linkes Ufer: Von der Abzweigung des Mühlbaches bei St. Dionysen aufwärts setzt der geschlossene Aubestand ein.

Traunbett: Wie vorhin (Abschnitt 105—103).

Rechtes Ufer: Wie im vorhergehenden Abschnitt.

Abschnitt 102—101:

Linkes Ufer: Geschlossener, zum Teil sehr schmaler Augürtel, etwa bis zum heutigen Hochwasserdamm.

Traunbett: Fahrtrinne von den Nebenarmen durch Einbauten abgegrenzt, zahlreiche Nebenarme, zahlreiche Inseln mit Strauchwerk.

Rechtes Ufer: Kulturflächen weit gegen das Ufer vorgeschoben, stark aufgelockerter Aubestand im Bereich der heutigen Hochwasserdämme.

Abschnitt 101—99:

Linkes Ufer: Etwas rechts gegenüber Weißkirchen liegt die Mühle von Kappern, bis dorthin verliert sich der Baumbestand und macht dem Strauchwerk Platz.

Traunbett: Große Inseln mit Sträuchern, rechts von Weißkirchen eine Insel mit Baumgruppen.

Rechtes Ufer: Sehr stark aufgelöste Auflecken, die Kulturflächen erstrecken sich fast bis ans Ufer.

Abschnitt 99—98:

Linkes Ufer: Der Auwald reicht bis fast zum Mühlbach, der knapp oberhalb der Kothmühle von der Traun abzweigt und wird an der Nordkrümmung der Traun schmal. Bis zum Traunknie bei Schleißheim lockerer Auwald; von Schleißheim bis Thalheim Auwald zunächst bis zum Mühlbach, sehr aufgelockert mit vordringenden Kulturflächen, die Au geht in Strauchgruppen über. Gegen die Höhe von Thalheim nur mehr Aukulissen.

Traunbett: Zahlreiche große Inseln im Flußbett, zum Teil zu Inselgruppen verbunden, mit Strauchbestand und nur ganz vereinzelt Bäumen. Von Schleißheim bis Thalheim ebenfalls Strauchinseln, nur vereinzelt Bäume.

Rechtes Ufer: Von Weißkirchen bis zum Saubach bei Dietach besteht ein schmaler Augürtel, von da bis Schleißheim zuerst größere Auwaldflecken, dann sehr aufgelockerter Aubestand, zum Teil nur Sträucher. Der Abschnitt Schleißheim-Thalheim ist zunächst verdeckt, dann vorwiegend Strauchau, die bei Thalheim in eine Strauchkulisse ausläuft.

Abschnitt 98—97:

Linkes Ufer: Der schmale Augürtel wird von Sträuchern aufgebaut und verliert sich nach Wels zu.

Traunbett: Das engere Flußbett ohne Inseln, am rechten Ufer eine langgestreckte Strauchinsel, welche dem Ufer schon fast angeschlossen ist und durch einen schmalen Altarm getrennt wird; sie folgt etwa dem heutigen Weg von der Brücke durch die Thalheimer Niederung.

Rechtes Ufer: Keine Au, nur Kulturf Flächen.

Abschnitt 97—96:

Linkes Ufer: Oberhalb Wels stark aufgelockerte Au, weit vordringende Kulturf Flächen.

Traunbett: Enges Flußbett, keine Inseln.

Rechtes Ufer: Niedere Au, vorwiegend aus Sträuchern, vereinzelt Bäume — etwa dem heutigen Ufer entlang.

Abschnitt 96—95:

Linkes Ufer: Von der Höhe Schloß Lichtenegg bis zum Traunknie dichter Auwald, der in eine Baumkulisse am Ufer ausläuft und in das aufgelockerte, von Kulturf Flächen stark durchsetzte Augebiet der „Au bei der Traun“ bzw. „Auholz“ der Karte 1:25.000 fortsetzt. Von dort Übergang in einen dichteren Bestand. Vom heutigen Gebiet „Auholz“ in der Höhe von Kilometer 39,0 (Höhe von Gunskirchen) wird der Auwald vom Laubmischwald der Niederterrasse abgelöst, die Uferstrecke nach Saag ist völlig frei.

Traunbett: Enges Flußbett ohne Inseln, nur gegenüber dem „Wirt am Berg“ eine schmale Strauchinsel und eine bei Kilometer 37,8, wo sie heute den Kern der Au bildet. Oberhalb derselben ist die Stromschnelle über die Nagelfluhblöcke bei Kilometer 38,8 zu erkennen.

Rechtes Ufer: Soweit nicht verdeckt, ist sehr wenig, stark aufgelockerte Au zu sehen; auch weiter stromaufwärts nur mehr Baumgruppen und Sträucher. Gegen die Stromschnelle zu verschwindet die Au vollständig. Das scharfe Flußknie oberhalb der Stromschnelle liegt im Bereich des heutigen Dickelbauer, die abgebildete Waldfläche steht bereits auf der Niederterrasse.

Abschnitt 95—94:

Linkes Ufer: Am Traunknie auf der Höhe von Gunskirchen liegen zwei Höfe des heutigen Saag, die Au besteht dort nur aus einer Baumkulisse entlang des Ufers, die sich in einem Auwaldgürtel verbreitert, in den die Kulturf Flächen (vermutlich von Sperreck) eindringen. Der Bereich des heutigen Fluchtwang-Graben wird von einem sehr stark aufgelockerten Wald eingenommen, der schon zum Niederterrassenwald gerechnet werden muß. Das Gehöft von Kropfing liegt bereits inmitten des Kulturlandes an der Traun. Die Traunau endet somit etwa bei Kilometer 41,5.

Traunbett: Zwei große Inseln, etwa bei Kilometer 39,5 und 41,5 werden von Sträuchern und vereinzelt Bäumen bestanden.

Rechtes Ufer: Oberhalb der Almmündung nur ein Auwaldfleck im Kulturgelände, Baumgruppen. Oberhalb der Almmündung gegen das Traunknie von Lambach (heutige Eisenbahnbrücke) dichter Auwald (vielleicht Forstbetrieb). Die Reste der Fischteiche sind heute noch erhalten.

Aus diesen Beobachtungen läßt sich zusammenfassend feststellen:

1. Zwischen den Ufern der Traun und den Kulturflächen ziehen, von großen Unterbrechungen abgelöst, sehr stark aufgelockerte Auwaldflecken, Baumgruppen und Strauchgruppen, oft kulissenartig ausgebildet, dahin. Gegenüber dem Vergleichsbild der Donau-Auen von Steyregg bietet sich uns an der Traun ein sehr dürftiges Auebild dar. Aus diesen Beständen sind wohl die Reste der heutigen Harten Au (der Eichen-Au) und deren Ausläufer abzuleiten. Damals mag sie schon eine Harte Au gewesen sein.
2. Die zahlreichen, großen Inseln in dem sehr breiten Flußbett sind zum größten Teil schütter oder dicht mit (vorwiegend schütterem) Strauchwerk bestanden. Wir müssen sie als Pioniergesellschaften auffassen, die auf Schotterbänken die Auwaldbildung einleiten. Durch Untersuchungen von Dr. E. u. G. WENDELBERGER wurden solche Typen an der Donau beobachtet, allerdings im heutigen Strombereich (WENDELBERGER 1956). Es mag sich nach Vegetationsuntersuchungen in den Traun-Auen um Grauweiden-Purpurweiden-Gesellschaften gehandelt haben. Der größte Teil des heutigen Auwaldes wird aus diesen ehemaligen Inseln aufgebaut.
3. Die Aunutzung mußte damals vorwiegend auf die Auen entlang der Ufer beschränkt bleiben, da die Inseln erst viel später der Aunstufe angeschlossen wurden und Erträge abwerfen konnten, falls man nicht eine eventuelle Nutzung der Sträucher auf diesen Inseln als solche bezeichnen will. Daraus folgt, daß der heutige Auwald zum größten Teil gegenüber den alten Kulturflächen und Wäldern der Nieder- und Hochterrassen ein sehr junges Element der Landschaft und Wirtschaftsstruktur an der unteren Traun darstellt.
4. Der Vergleich der Traun bei Wels mit den Angaben über einen Römerbrunnen im Stadtgebiet von Wels (nach freundlicher Mitteilung der Tiefbauabteilung des Stadtbauamtes in Wels) läßt erkennen, daß sich die Wasserstände von der Römerzeit bis zur Aufnahme des Bildstreifens kaum sehr geändert haben können. Die Absenkung zwischen der Zeit des römischen Brunnens und der Abbildung der Traun um 1700 mag etwa einen Meter betragen haben.
5. In bezug auf die klimatischen Verhältnisse sind zwei Landschaftsmerkmale bezeichnend, und zwar die bereits damals schon weit fortgeschrittene Rodung, welche bei den vorherrschenden Wind-

strömungen dieses Tales den Feuchtigkeitshaushalt belasten mußte, wie dies auch heute der Fall ist. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den heutigen Verhältnissen besteht in den großen Wasserflächen der damaligen Traun, die den größten Teil des heutigen Auwaldgebietes eingenommen haben. Um diese Verhältnisse zu kennzeichnen, seien Versuchsergebnisse bezüglich vergleichender Verdunstungsmessungen angeführt, die, obwohl nicht an der Traun ausgeführt, kennzeichnend sind.

Verdunstung in Millimeter: (nach R. GEIGER 1950)

	Von der Sandfläche	Von der Rasenfläche	Von der Wasserfläche
An Tagen nach Regen	2,38	2,80	2,24
An heiteren Tagen	0,47	2,15	3,61
An Dürretagen	0,26	1,14	3,80

Die Wasserabgabe des Sandbodens wird mit zunehmender Trockenheit eingeschränkt, die der Wasseroberfläche wesentlich erhöht. Auch die Abgabe der Rasenfläche wird vermindert, doch beträgt sie noch immer ein Vielfaches gegenüber dem Sandboden. Die starke Wasserabgabe, welche gerade in den Trockenzeiten erfolgen mußte, mag damals den Feuchtigkeitshaushalt der bodennahen Luftschicht günstig beeinflußt haben.

6. Bezüglich der Hochwässer ist dem Bildstreifen (Verteilung der Siedlungen) wohl zu entnehmen, daß Überschwemmungen, wie sie sich 1899 ereigneten, selten waren, und die übrigen Hochwässer, zum Teil wohl auch durch das breite Flußbett bedingt, nur wenig über die Ufer traten.

Im Anschluß an die Betrachtung des historischen Traunbildes möge die Besprechung der Klimaverhältnisse dieses Abschnittes folgen, die wir mit dem historischen Ablauf nachweisbar verknüpfen können und die, wie wir weiter oben feststellen konnten, von außerordentlicher Bedeutung für die Entwicklung des Auwaldes sind. (Siehe Kartenbeilage.)

Die untere Traun durchquert eine langgestreckte Wärmeinsel und ein sehr niederschlagarmes Gebiet, in dem sich die Welser Heide bilden konnte. Die Traun-Auen werden von einem trockenwarmen

Klima beeinflusst bzw. beherrscht. In diesem Gebiet berühren sich zwei Klimabereiche: der Ausläufer des pannonischen Klimas und das mitteleuropäische Klima. In dieser Zwischenzone pendeln die Klimaverhältnisse einmal nach der einen, dann wieder nach der andern Seite, so daß unser Gebiet manchmal sehr ungünstige, trocken-warme Verhältnisse aufweisen kann. Die Verlagerung des Ortsklimas nach der trocken-warmen Seite hin wurde durch die ausgedehnten Rodungen etwas verschärft, so daß die Nordwest-Südost streichenden Winde eine weitere Verschlechterung nach der trockenen Seite zur Folge hatten.

Außer den üblichen Klimadaten wurden in beiliegender Karte auch die Standorte des alten Weinbaues (nach WERNECK) von 770 bis 1870 eingetragen. Der Weinbau ist eine nach der klimatisch kalten Seite hin sehr scharf begrenzte Kultur, die sich einst in dem warmen Bereich der unteren Traun entfalten konnte und nun fast völlig verschwunden ist (bis auf Rebenspaliere an besonnten Hausmauern). Daß der Weinbau betrieben wurde, deutet auf ein stärker pannonisch beeinflusstes Klima an der unteren Traun. Daß diese Kultur wieder zum Erliegen kam, mag verschiedene (auch wirtschaftliche) Ursachen haben, die aber im Grunde wohl auf eine Klimaänderung zurückzuführen sind. Eine solche Klimaverschiebung fand nach 1500 statt.

Es ist nun verständlich, daß ein bereits ungünstiger Wasserhaushalt eines trocken-warmen Standortes oder Bodens durch Klimaveränderungen sehr stark beeinflusst wird. Dies trifft vor allem auf die bereits genannten feimbodenarmen Schotterprofile unseres Auwaldes zu, deren Wasserspeichervermögen noch außerordentlich gering ist. Boden, Bodenleben und Vegetation werden dadurch einer sehr starken Belastung ausgesetzt, welche für die Entwicklung des Auwaldes somit von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Entwicklung kann nach den bisher untersuchten Zusammenhängen nur sehr, sehr langsam fortschreiten, der Einfluß der Gewässer darf nur sehr schwach absinken. Eine Beschleunigung dieser Vorgänge müßte nicht wieder-gutzumachende Schäden nach sich ziehen (H. HÄUSLER 1956). Die Bodenreifung braucht unter derartigen Klimabedingungen sehr lange Zeiträume, um das Wasserspeichervermögen soweit zu vergrößern, daß der Grund- und Hochwassereinfluß ersetzt werden kann.

Eine weitere Quelle, um Anhaltspunkte über den natürlichen Verlauf der Auwaldentwicklung zu gewinnen, finden wir in den Pegelaufzeichnungen und in den Analysen der heutigen Boden- und Vegetationsuntersuchungen.

Ein Vergleich der hydrogeologischen Daten mit dem Traunbild von 1700 läßt eine Eintiefung um etwa einen Meter vermuten, die bis 1896 erreicht worden ist. Kleine Regulierungseingriffe mögen dabei schon mitgewirkt haben.

Eine genaue Untersuchung der Bodenprofile der Traun-Auen zeigt, daß wir im wesentlichen zwei Bodenentwicklungsstadien unterscheiden müssen: Ein noch sehr wenig entwickeltes Stadium und einen bereits reifen Auwaldboden. Ähnlich bei der Vegetation, wo wir auf große Gebiete schließen können, die den Anfangsstadien der Entwicklung nahestehen und auf kleinere Gebiete, die auf Reste einer gut entwickelten Austufe schließen lassen. Abschließend wären noch die topographischen Karten und die Katasterpläne des frühen und späten 19. Jahrhunderts zu erwähnen, welche im Vergleich zu dem alten Traunbildstreifen den natürlichen Entwicklungsgang der Traun-Auen verfolgen lassen.

Auf Grund der bisher skizzierten Unterlagen über die Entwicklung des Auwaldes wollen wir nun versuchen, uns den mehr oder minder natürlichen Ablauf dieser Vorgänge vorzustellen. Nach einer kaum merkbaren Eintiefung der Traun bis in das 17. Jahrhundert hinein, machte sich in den nächsten zwei Jahrhunderten eine etwas stärkere, obwohl noch außerordentlich geringe Eintiefung bemerkbar. Es ist zu vermuten, daß die Wartung der Traun als Verkehrsweg und die damit verbundenen kleinen Einbauten zu dieser fortschreitenden kleinen Eintiefung beigetragen haben mögen sowie der Schwallbetrieb für die Floßfahrt. Nach jahrhundertelangem Kampf der Strauchvegetation auf den Schotterinseln der Traun mit den extremen Faktoren solcher Neulandflächen, wie starke Hochwassereinwirkung und zwischendurch trocken-heißes Bodenklima, ermöglichte das allmähliche Eintiefen der Traun eine Festigung und Vergrößerung der jungen Inselvegetation. Diese Vegetation wurde von Buschweidengesellschaften (Purpurweiden und Grauweiden) beherrscht, die stellenweise Übergangsformen zum Folgestadium gezeigt haben mögen. Durch den Zusammenschluß der Inseln während dieser Entwicklungsphase wurde die wirtschaftliche Nutzung dieser Neulandflächen eingeleitet. Diese Nutzung muß ausschließlich der Brennholzgewinnung gedient haben.

Durch häufiges Ausschlagen wurde aber die in unserem Gebiet ohnedies sehr schwierige und überaus langsame Bodenreifung wesentlich verzögert und damit die Fortentwicklung des Auwaldes. Der buschartige Au-Charakter wurde dadurch vermutlich als buschartiges

Dauerstadium in der Folgezeit aufrechterhalten, wie dies für die heutige Zeit von der Donau beschrieben wurde (E. WENDELBERGER 1952). Die Auwaldreste der ehemaligen Ufergebiete, in die die Rodung schon vor Jahrhunderten weit hinein vorgedrungen ist, mußten damals bereits vorwiegend der Harten Au entsprochen haben, welche heute noch an den Hochwasserdämmen und Flurrändern in Resten erhalten ist. Durch den Rückgang der großen Wasserflächen wurde die Wasserabgabe bei der Verdunstung wohl eingeschränkt, dafür konnte aber die relative Luftfeuchtigkeit im Bestandesraum ansteigen. Das Bestandesklima wurde somit verbessert.

Im Bereich der Harten Au hingegen wurde das Bestandesklima durch die fortschreitende Rodung verschlechtert. Ohne alle menschlichen Eingriffe in das Gefüge der unteren Traun würden wir heute wohl zum größten Teil das Stadium der Weiden-Au herrschen sehen, von einem Kranz der Harten Au gegen die Kulturflächen begrenzt. Hohe Grundwasserstände und häufige Überschwemmungen mögen das junge Auland beherrschen, verhältnismäßig seltene Überschwemmungen und tiefliegendes, für die Vegetation bereits schwer erreichbares Grundwasser die Harte Au bestimmen. Die Harte Au muß im wesentlichen schon mit den Wasserreserven des Bodens auskommen, daher sind bei unseren Klima- und Bodenverhältnissen keine besonders produktiven Harten Auen zu erwarten, um so weniger, je mehr die Auflockerung um sich greift. Die tiefer gelegene Weiden-Au, welche heute die größten Teile unseres Auwaldes umfassen würde, stellt eine junge Wirtschaftsquelle dar, die durch den hohen Grundwasserstand und die zwischenzeitlichen Überflutungen am Leben erhalten wurde.

Versuchen wir nun unabhängig von den erfolgten Eingriffen in den Flußlauf uns ein Bild der Auwaldentwicklung zu machen. Die Reste der Harten Au würden, bei richtiger Nutzung bzw. Pflege als solche noch Jahrhunderte bestehen bleiben. Nach forstlicher Fehlnutzung würden sie allerdings bald zu ihrer Rodung verleiten. Der junge Auwald würde sich langsam von der Weiden-Au in eine Folgegesellschaft umwandeln, die sich zur Hohen Erlen-Au, dem produktivsten Auwaldtyp, weiter entwickeln könnte. Dieser Umbildungsvorgang würde ohne Fesselung der Gewässer wohl Jahrhunderte beanspruchen. Die weitere Umwandlung in eine Harte Au würde in Anbetracht des kritischen Wasserhaushaltes wohl eher erfolgen, als dies von anderen Auwäldern, z. B. den unteren Donau-Auen, zu erwarten

wäre. Sollen solche Veränderungen an der unteren Traun mit ihren armen Böden ohne Störung vor sich gehen, so müßten sehr große Zeiträume (Jahrhunderte, Jahrtausende) zur Verfügung stehen, das heißt, die Eintiefung dürfte nicht zu rasch fortschreiten. Es wäre aber auch denkbar, daß selbst eine natürliche, vom Menschen unabhängige Eintiefung des Flusses, in Anbetracht der vom Boden benötigten Reifungszeiten von mehreren Jahrhunderten (bis Jahrtausenden), zu rasch ablaufen würde (was bei den armen Boden- und trocken-warmen Klimaverhältnissen zu erwarten wäre), um eine gesunde, produktive Umbildung der Erlen-Au in die Harte Au zu gewährleisten. In diesem Falle ist zu erwarten, daß die Stufe der Hohen Erlen-Au zu frühzeitig in eine Harte Au übergeführt wird, die nur geringe Leistungsfähigkeit und hohe Trockenempfindlichkeit aufweisen würde. Im einen wie im anderen Fall würden die Traun-Auen die nicht sehr große optimale Produktionsphase zur Zeit der häufigen Überschwemmungen mit verhältnismäßig armen Auwaldstufen der weiteren Entwicklung vertauschen. Dieses Gebiet kann daher niemals mit denen der reicheren Donau-Auen verglichen werden, und wenn eine Bewertung dennoch von besseren und schlechteren Auen an der unteren Traun berichtet, so sind dies relative Urteile, die nur den Aubereich an der unteren Traun betreffen.

3. Der erste große Eingriff an der unteren Traun und seine Folgen

Die Regulierung und Bewirtschaftung unserer Gewässer führte zu einer wesentlichen Störung des Naturhaushaltes im Auwald. Die abklingende Eintiefung der letzten Jahrtausende wurde wesentlich beschleunigt und in wenigen Jahren fielen die Traunwasserstände bis zu vier bis fünf Meter ab, wie dies die Pegelwerte von Wels und Marchtrenk zeigen. Die Reaktion des Auwaldes erfolgt in zwei gegensätzlich gearteten Phasen. In der ersten Phase, unmittelbar nach dem Haupteingriff, wird das Bild des Auwaldes günstig beeinflusst worden sein. Das Hochwasser ist weggefallen, während der Grundwasserstand nach wie vor noch verhältnismäßig seicht und für die Pflanzen leicht erreichbar unter dem Gelände lag. Vegetation und Bodenleben wurden ohne Übergänge mit einem Schlage dem Hochwassereinfluß entzogen. Neue Formen konnten sich ausbreiten, ehe die Lebensformen der ehemaligen Entwicklungsstufe verschwunden waren. Nun beginnen

sich zwei Lebensbereiche mit verschiedenen Standortsansprüchen zu durchdringen. Dank der hohen Grundwasserstände sind dieser Situation noch keine ernsten, fühlbaren Schäden erwachsen, im Gegenteil, die Situation der Au hatte sich anscheinend verbessert. Große Teile des Auwaldes wurden in das Entwicklungsstadium der Hohen Erlen-Au versetzt, dem produktivsten Stadium, das ein Auwald durchlaufen kann. So wurde die Au mit einem Schlage wertvoller und die natürliche Entwicklung von Jahrzehnten bzw. Jahrhunderten wurde übersprungen, scheinbar eingespart. In raschen Zügen mußte der Auwald an der unteren Traun seinen biologischen Höhepunkt erreichen und damit seine größte wirtschaftliche Leistungsfähigkeit. Zur Fischerei, die wohl schon immer ausgiebigst geübt worden ist, gesellte sich immer mehr die Niederjagd und ergänzten so die Brennholznutzung.

Der Höhepunkt des Auwaldes konnte aber nicht lange anhalten und mußte der zweiten Phase Platz machen. Die Auwaldentwicklung sollte nun, dem sinkenden Wasserspiegel zufolge, in wenigen Jahren die nächsthöhere Entwicklungsstufe, die Harte Au, erreicht haben. Boden und Vegetation sollten nun zum zweiten Male in so kurzer Zeit die Leistung von Jahrhunderten in wenigen Jahren absolvieren, diesmal aber ohne Mithilfe des Grundwassers. Boden und Vegetation sind aber dieser Belastung nicht gewachsen, und Rückschläge werden fühlbar. Die Entwicklung verläuft nicht mehr geordnet, sondern ist gestört, sie verläuft turbulent. Vegetationsformen, die sonst zeitlich getrennt auftreten, kommen nun nebeneinander vor. Die Formen des älteren Stadiums kümmern dahin, es fehlen ihnen das nötige Fluß- und Grundwasser ihres Lebensbezirkes, die Formen der höheren Entwicklungsstadien finden einen armen, viel zu wenig entwickelten Boden vor und kümmern ebenfalls dahin. Das Grundwasser sinkt mit dem fallenden Traunspiegel und verursacht im Hinterland ernstliche Wasserversorgungsschwierigkeiten. Die Wurzeln der älteren Bäume und Sträucher sind mit dem sinkenden Grundwasserspiegel mit in die Tiefe gewachsen. Mehr als sieben Meter pumpen diese Pflanzen heute das Wasser bis an die Erdoberfläche und dann weiter bis in die Krone. Die Wasserversorgung wird aber auch für diese Pflanzen immer schwieriger und ihre Zuwächse gehen stark zurück, wie dies die Messungen der Jahreszuwächse von Schwarzpappeln der Traun-Au ergeben haben.

Unter solchen Bedingungen versagen die Böden dieser Schotter-Au, ihre Speicherfähigkeit für Niederschlagswasser hält den klima-

tischen Beanspruchungen nicht mehr stand. Die beiliegende Karte über Boden und Vegetation des Auwaldes an der unteren Traun gibt ein stichprobenweises Bild über den Zustand des Auwaldes im Verlauf der gegenwärtigen Eintiefungsphasen. Mit dem Rückgang der Vegetation schwindet die Bodenbeschattung und verschlechtert dadurch das Boden- und Bestandesklima ganz wesentlich. Die Bodenentwicklung wird damit gehemmt, das Bodenleben weitgehend eingeschränkt. Die bekannten Au-Typen werden somit in der zerstörten Au von Trockentypen (z. B. Reitgras-Trocken-Typ) abgelöst.

Im Bereich der Traun-Auen hat der Bauingenieur zielbewußt die Regulierung und Bewirtschaftung (Welser Wehr) des Flusses durchgeführt und einen Hochwasserschutz errichtet sowie die ehemalige Schifffahrtsrinne geschaffen. Dem direkten und indirekten Wertgewinn dieser Anlage stehen Wertverluste gegenüber, welche vor allem in der Eintiefung begründet sind sowie in der verschärften Erosion der unteren Hälfte der unteren Traun bei Katastrophenhochwasser (wodurch Geländeteile aufgerissen werden und Degradationstypen des Auwaldes entstehen, die ohne Produktionswert sind). Da die Auen im allgemeinen und die Traun-Au im besonderen bisher nur Brennholz-Auen waren und der Jagd dienten, wird erst in der jüngsten Zeit ihr wirtschaftlicher Wert gewürdigt, und der Tatkraft von H. HUFNAGL ist es zu verdanken, daß sich das forstliche Interesse nun auch dem Auwald zuwendet. Zur Zeit der Regulierungsarbeiten war dies noch nicht der Fall, so daß es zu keiner sachlichen Zusammenarbeit für eine mit der Regulierung Hand in Hand gehende nötige forstliche Umgestaltung des Auwaldes gekommen ist. Mancher Schaden im Auwald hätte sich dadurch wohl verhindern lassen. Unter diesen Umständen versuchten die Auwaldbesitzer ohne sachliche Führung bzw. Beratung die zurückgehenden Auwalderträge (an manchen Stellen gingen die Zuwächse auf ein Zehntel und mehr zurück) durch eine relative Mehrnutzung auszugleichen. Auch die Nutzungsgebiete wurden vergrößert, es wurde und wird Streunutzung (Laubstreu) betrieben und eine sehr starke Streugrasnutzung, so daß sich die Verarmung des Auwaldbodens auch von dieser Seite wesentlich verschärft und gesorgt ist, daß durch die Grasnutzung den Rasenflächen weitgehend Vorschub geleistet wird.

Der Auwald an der unteren Traun ist somit zwei Dauerschäden ausgesetzt, der Eintiefung durch die Flußbegradigung und der forstlichen Fehlnutzung. Welche schädigende Bedeutung die Vergrasung für den Auwald darstellt, die wir als Folge falscher Nutzung ansehen

müssen, ist aus ihrem Einfluß auf das Bodenklima und Bestandesklima allein schon ersichtlich. Eine Grasfläche von einem Hektar hat eine Oberfläche von ca. 200.000 bis 400.000 Quadratmetern, während ein Laubwald etwa 80.000 Quadratmeter je Hektar aufweisen kann (A. STEBUT 1930) und damit die kleinere verdunstungsfähige Oberfläche besitzt. Beim Gras kommt noch die Windwirkung dazu, den Verdunstungsvorgang zu begünstigen, während im Wald Luftruhe herrscht, wodurch der Wasserdampf festgehalten wird und die Luftfeuchtigkeit ansteigt. Selbst wenn man die Verdunstungsgröße für Wiese und Wald gleich hoch annimmt und mit 450 bis 650 Millimeter pro Jahr anschätzt, so ist die Wirkung auf das Bodenklima recht verschieden. Das dichte Wurzelgeflecht der Grasnarbe trocknet vor allem die obersten Bodenlagen aus, im Bereich der Wurzelschicht, während die Holzgewächse ihren Wasserbedarf aus dem gesamten durchwurzelten Bodenprofil entnehmen und damit auf eine viel weniger intensive Art die Feuchtigkeit gewinnen oder das Wasser direkt vom Grundwasser beziehen. Hat ein Feinboden, wie dies in den Traun-Auen weitgehend der Fall ist, nur eine geringe Mächtigkeit und ein geringes Wasserspeichungsvermögen, so ist es verständlich, daß eine Vergrasung solcher Gebiete durch den intensiven Wasserentzug allein schon andere Pflanzen verdrängt, wozu noch die auslesende Wirkung der Sense hinzukommt. Es spielen aber noch andere mikroklimatische Faktoren mit, wodurch der Boden unter Rasen ungünstig beeinflusst wird, wenn Verhältnisse vorliegen, wie an der unteren Traun. Die Rasendecke verstärkt das ohnedies schon zu warme Bodenklima.

In Trockenzeiten und Trockengegenden ist in lichten, aufgelockerten Beständen eine Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit nicht zu beobachten, weil sich der Temperatureinfluß geltend macht. Der Wind führt den Wasserdampf um die verdunstenden Organe ab. Außerdem erhöht, wie bereits erwähnt, die von Boden und Pflanze als Wärmestrahlung zurückgeworfene Sonnenstrahlung die Temperatur in der nächsten Umgebung der Pflanze und bewirkt eine Erniedering der relativen Luftfeuchtigkeit. Dieser Temperatureinfluß kann dazu führen, daß in einer niederen Pflanzendecke die Luft relativ trockener wird als im Freien. Wo sich in offenen Gesellschaften der Boden bedeutend erwärmen kann gegenüber der Lufttemperatur, nimmt die relative Feuchtigkeit bei Tag gegen den Boden zu ab (nach R. GEIGER 1950). Diese Ausführungen und die beiliegenden Photographien (Ab-

bildungen 2 bis 4) mögen genügen, um die Situation, in der sich der heutige Auwald befindet, zu kennzeichnen.

Die Auwaldbesitzer versuchten stellenweise durch Rodung, der verfallenden Au einige Kulturfleichen abzugewinnen (Abbildung 5). Aber Böden, die noch nicht ausgereift sind, wie der größte Teil unserer Auwaldböden, bedürfen einer fürsorglichen Pflege und sollen nicht zu früh durch die landwirtschaftliche Nutzung belastet werden. Verlassene Brachlandflächen im Auwald zeigen den Erfolg solcher Versuche. Es darf hier wohl die Bemerkung eingefügt werden, daß die gerodeten Auwaldgebiete nicht der Landwirtschaft, sondern wieder der Forstwirtschaft zugeführt werden sollten. Das Endstadium in der zweiten Phase der Folgeerscheinungen führt vom Brachland zum Industrie- und Siedlungsgrund, womit der Endwert des Auwaldbodens gekennzeichnet ist. Größte Teile des noch bestehenden Auwaldes gehen diesem Zielpunkt entgegen, sobald die Baumkulisse fällt, die noch aus besseren Zeiten herüberschaut und deren Wurzeln dem absteigenden Grundwasser gefolgt sind. Fallen diese aus, so ist die Grundwasserfeuchtigkeit weiten Auwaldgebieten völlig entzogen, der Auwald wird zum öden Augelände (Abbildung 4).

Gegen diese Entwicklung wäre vielleicht auch nichts einzuwenden, da der wirtschaftliche Verlust für die Gesamtheit der Auwaldbesitzer prozentuell zu ihren übrigen Besitzungen nicht ausschlaggebend sein kann, da diese Flächen nicht zum ursprünglichen Wirtschaftsgefüge gehören, sondern ganz junge und verhältnismäßig wenig ergiebige Nutzungsquellen darstellen. Im einzelnen aber wirkt die Veränderung des Auwaldes zur Industriesteppe zerstörend auf die bäuerliche Wirtschaftsform vorgeschobener Anwesen. Außer der Wertverminderung des Auwaldes dürfte hier die allgemeine ungünstige Beeinflussung der bäuerlichen Struktur durch den vordringenden Industriegürtel in indirekter Weise zur Verschlechterung beitragen. Je ärmer die bäuerliche Wirtschaft, desto leichter wird sie diesen Einflüssen erliegen.

Der Einfluß des Auwaldes erstreckt sich über die örtlichen Besitzverhältnisse hinaus auch auf die umliegenden Gebiete. Früher bildete die Traun einen örtlichen Klimafaktor in unserem, der Trockenheit ausgesetzten Gebiet, dessen Situation durch die ausgedehnten Rodungen verschlechtert worden ist. Die Verdunstung der Wasseroberfläche betrug vor allem zu Dürrezeiten mehr als dreimal so viel als eine bewachsene Fläche an Feuchtigkeit abgeben konnte. Dieser Klima-



Abb. 2: Eine vom Sturm zerschlagene Schwarzpappel am Weikerlsee bei Ufer, Grenzgebiet der Traun- und Donau-Auen. Aus dem Gebiet der heutigen Hohen Erlen-Au ragen Reste der einstigen, vorhergehenden Auwaldvegetation hervor. So lässt sich das scheinbar ruhige Bild des heutigen Auwaldes als eine Abbildung seiner veränderlichen Formen erkennen. Wir sehen aus der Gegenwart in die fernere Vergangenheit. Natur und Mensch haben so ihre Zeitmarken hinterlassen. Wir lernen die Vergangenheit lebendig schauen, um das Bild der Zukunft wissend gestalten zu können



Abb. 3: Gebiet brauner Auböden der Hohen Erlen-Au unterhalb von Ebelsberg an der Traun mit gepflanzter Esche. Die Strauchschicht ist größtenteils erhalten und bewahrt ein frisches Bodenklima in einem sehr trocken-warmen Klimagebiet, welches hochwasserfrei gemacht wurde. Das Bild zeigt, daß geringe Eingriffe in den Bestand genügen, um den Boden der Austrocknung und Vergrasung zu überlassen. Eines der vielen Bilder von der beginnenden Zerstörung der Au in Oberösterreich



Abb. 4: Ausbreitung der Trockenzentren im Auwald (Wacholder-Au an der Alm). Das Bild vermittelt den typischen Eindruck eines trockenen Boden- und Standortklimas. Ein geringmächtiger Feinboden auf Schotter ist zu früh dem Grund- und Hochwasser-einfluß entzogen worden, so daß die bodenaufbauenden Elemente, Vegetation und Bodenleben gehemmt bzw. soweit verändert wurden, daß sich ein produktionsfeindliches Trockenland ausbreiten konnte



Abb. 5: Endstadium der Auwaldwirtschaft — die Rodung. Der letzte Ausweg einer Auwaldnutzung überlastet den noch kaum entwickelten Boden und entwertet ihn bald unter dem Einfluß der geänderten Boden- und Lokalklimate sowie durch das Fehlen der Vegetation und durch das gestörte Bodenleben. Manche dieser Felder verfallen wieder, die Erträge sind gering oder durch Trockenheit allzu gefährdet oder sie brauchen zu viel Düngemittel. Das zeigt, daß die Phase beginnender Bodenbildung im Auwald am besten ablaufen könnte

faktor wurde nach und nach durch die Wohlfahrtswirkung des Auwaldes ersetzt. Dieser konnte nun in Trockenzeiten nicht mehr so viel Feuchtigkeit an die Umgebung abführen wie die Wasserfläche, dafür bildete er einen Windschutzgürtel, der weiter ausgebaut werden könnte und sollte. Zunächst genießen die anliegenden Parzellen die Wohlfahrtswirkung des Waldes, die sich auf Temperatur und Niederschlag etwas verbessernd auswirkt, und im Bereiche der Welser Heide auf weitere Flächen ausgedehnt werden sollte. Für das Gebiet der unteren Traun sollte jedoch der Landschaftsfaktor ihres Augeländes nicht weiterhin verschlechtert werden. Um aber die Au auf die Dauer zu erhalten, müßte sie der laufenden Nutzung auf lange Zeit entzogen werden. Sie sollte als Wohlfahrtseinrichtung gepflegt bzw. ausgebaut werden. Das bedeutet aber, daß die Au dem privaten Wirtschaftsgefüge weitgehend entzogen werden müßte, um auf Landesebene verwaltet

zu werden. Bereits gerodetes Auland der letzten Jahre müßte einer Aufforstung zugeführt werden. Im Gebiet von Saag-Fischlham macht dies allein etwa 50 Hektar aus.

4. Der geplante zweite Eingriff in das Augefüge durch die projektierten Staustufen

Nach mehr als 50 Jahren liegt nun ein zweites Projekt vor, das die Traun und den Auwald zum Schauplatz neuer Eingriffe vorgesehen hat. Die untere Traun soll nach diesem Plan in einer Kette von neun Kraftwerken ausgenützt werden. Es wird daran gedacht, den Stauräumen eine möglichst schlanke Form zu geben und durch Spundwände bis zur Schliersohle des Tales gegen das Grundwasser abzudichten. In Anbetracht dieses großen Unternehmens ist die Frage zu behandeln, wie sich dieser Eingriff in das Auwaldgefüge für die Zukunft auswirken wird. Im Hinblick auf die gegenwärtige Lage des Auwaldes an der unteren Traun, über die vorhin berichtet wurde, und seine zukünftige Situation, scheint es möglich und zweckmäßig zu sein, die industriellen Interessen an der Traunenergie mit den forstlichen bzw. landschaftsgestaltenden Interessen zu verbinden. Von seiten der Auwaldbesitzer ist eine Sanierung des gesamten Auwaldes in dem weiter oben geforderten Maße nicht möglich, dies ist erst auf höherer Ebene durchführbar, wobei die Besitzverhältnisse zu wahren sind. Die Gründung einer Auwaldgenossenschaft, auf die H. HUFNAGL hingewiesen hat, wäre eine Voraussetzung hierzu. Obwohl immer wieder, auch von amtlicher Seite, auf die Bedeutung des Auwaldes hingewiesen wurde, zeigte sich dieses Interesse bisher nicht stark genug, um ernsthafte Schritte zur Sanierung des Auwaldes zu unternehmen, die mit einer Genossenschaftsbildung beginnen müßte, und nicht allzu lange auf sich warten lassen dürfte. Die Hauptlast der Sanierung des Auwaldes fällt dem Forstsektor zu. Die landwirtschaftlichen Flächen, welche in den letzten Rodungsjahren gewonnen wurden und der Austufe angehören, fallen ebenfalls dem forstlichen Aufgabenkreis zu, da eine landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen aus den genannten Gründen abzulehnen ist.

Die forstlichen Maßnahmen werden versuchen müssen, die Fehler der Auentwicklung der letzten 50 Jahre auf den die Au beherrschenden Trockenlagen nach Ausschaltung der kurzzeitigen privaten Nutzung zu mildern und ein geeignetes Bestandesklima aufzubauen. Unter dem

Schutz einer dichten Strauchschicht mögen geeignete Holzarten, wie Hainbuche, Eichen, Linde, Ahorn, Ulme, Traubenkirsche, Föhre und an den Bestandesrändern Birke, Wacholder und andere gefördert werden und die Umwandlung des Auwaldes in den entsprechenden Laubmischwald der Landstufe, den Eichen-Hainbuchen-Mischwald ähnlich betrieben werden. Diese Aufgabe wird je nach den Bodenverhältnissen des Auwaldes verschieden gut zu lösen sein. Auf den etwas besseren Böden, die meist an die älteren landwirtschaftlichen Kulturen anschließen, wird diese Aktion leichter durchführbar sein als auf den schlechten Böden gegen die Traunufer, auf denen stellenweise überhaupt keine Möglichkeit mehr besteht, eine entsprechende Vegetation aufzubauen. Solche Stellen werden heute durch den Trockenmoos-Flechten-Typ und Trockenrasen (nach E. WENDELBERGER) angezeigt. Nach jahrelanger „Schonzeit“ könnte der Laub- bzw. Mischwald, der an Stelle des Auwaldes aufgebaut wurde, der beschränkten sachgemäßen Nutzung zugeführt werden. Als produktiver Wirtschaftswald wird er bis auf die Gebiete an der Krems und bei Ebelsberg auch in fernerer Zukunft keinen besonderen Wert erreichen. Als Landschafts- beziehungsweise Klimafaktor aber wird dieser Baumgürtel der Welser Heide gerettet sein. Die Möglichkeiten der forstlichen Seite sind damit erschöpft.

Durch den Ausbau der Kraftwerkstufen werden neue hydrologische und klimatische Verhältnisse geschaffen. Es tauchen dadurch neue Möglichkeiten auf, die Sanierung des Augebietes zu betreiben, abgesehen davon, daß die Au durch die Energieproduktion plötzlich zu einem Wirtschaftsfaktor wird, der auf keine andere Weise erzielt werden könnte. Der Ausbau der Traun in verschiedenen Stufen ist innerhalb des Flußbettes der letzten Jahrhunderte geplant, so daß die unproduktivsten Auwaldflächen für die Energiegewinnung zur Verwendung kämen und durch den Einstau als Wasserbehälter der Verdunstung, vor allem in Dürrezeiten, zur Verfügung stünden. Die Betrachtung der eingetragenen Stauräume der neun Stufen (siehe Kartenbeilage) ergibt auf Grund der relativen Bonitierung (H. HÄUSLER 1949-51), daß im großen und ganzen die minderwertigsten Auflächen eingestaut würden, jene Flächen, die der forstlichen Sanierung große Schwierigkeiten bereiten müssen.

Außer dem neuen, günstigen Klimafaktor, den die Stauräume darstellen, kann in verschiedenen Abschnitten des Auwaldes durch Hebung des Grundwasserspiegels das Wachstum günstig beeinflußt

werden. Die günstigste Einstellung des Grundwasserspiegels wäre mit 1,50 Meter unter dem Gelände anzustreben. Dadurch könnten Vernässungen weitestgehend vermieden werden, ohne den Baumwuchs der erreichbaren Feuchtigkeit zu berauben. Die Altgräben würden sich wieder mit Wasser füllen, und die Ufer könnten neu belebt werden. Jene Auwaldgebiete, die in den Genuß des gehobenen Grundwassers kommen, könnten mit Weiden und Pappeln, Kanada-, Schwarz- und Silberpappeln, aufgeforstet werden. Dies wären dann die einzigen Flächen, die auch kurzzeitig genützt werden könnten.

Weil der Auwald im Sinne seiner Erhaltung und Sanierung — wie bereits oben erörtert — so bald wie möglich aus dem gegenwärtigen Produktionsgefüge herausgelöst werden müßte, um als reine Wohlfahrtseinrichtung bestehen zu können, so müßte diese Überlegung auch der Projektsplanung zugrunde gelegt werden; das bedeutet, daß nicht der Produktionswert, sondern die Erhaltung der Au zum Verhandlungsgegenstand werde (unabhängig von der in üblicher Weise stattfindenden Ablöseverhandlungen, denen der gegenwärtige Wert zugrunde gelegt wird). Der Wertverlust der oben charakterisierten Einstauflächen ist in Anbetracht der gegenwärtigen Produktion bzw. der künftigen forstlichen Produktionsmöglichkeit gering zu veranschlagen. Lassen wir die große neue Rodungsfläche von etwa fünfzig Hektar im Bereich von Fischlham-Zauset innerhalb dieser Überlegungen, so werden etwa 8,5 Prozent des gesamten Augebietes zwischen Stadl-Paura und Donau als Einstaugebiet benötigt. Der Preis für das Projekt ist somit gering in Anbetracht der schwindenden Leistungsmöglichkeit dieser Flächen einerseits, und ihrer klimatischen und energiewirtschaftlichen Bedeutung nach dem Einstau andererseits. Die verbleibende Aufläche von 90 Prozent der Auwald- und Kulturf lächen wird gebietsweise verbessert, weil die Standortbedingungen im Bereich der Staustufe günstiger gestaltet werden könnten. Auf diese Weise können die Bemühungen des Forstmannes unterstützt werden, wie dies auch hinsichtlich der minderwertigen Degradationstypen des Auwaldes der Fall ist, welche durch rasante Katastrophenhochwässer geschaffen werden, und durch die gesicherte Hochwasserabfuhr nach dem Ausbau der Kraftwerkskette zu vermeiden sind.

Durch den Zusammenschluß von Forst- und Energiewirtschaft wird es möglich sein, die verhältnismäßig günstigsten Bedingungen für die künftige Erhaltung des Auwaldes zu schaffen. Eine kurzfristige Nutzung wird, wie bereits erwähnt, auch auf sehr lange Sicht nur in

jenen Gebieten möglich sein, in denen der Grundwasserspiegel ausreichend gehoben werden konnte oder noch genügend hoch steht; die übrigen Gebiete fallen allein der Aufforstung und Pflege zu. Eine neue Nutzungsfläche mag hier nicht unerwähnt bleiben, nämlich die der Staudämme selbst. In dem beiliegenden Querprofil durch den Stauraum der Stufe Marchtrenk ist zu erkennen, wie weit der heutige Auwald an dieser Stelle zurückgenommen werden müßte, wobei die Dämme auf ihrer Außenseite bepflanzt und dem Auwald eingefügt werden sollen. Es wäre daran zu denken, die Dämme so auszustatten, daß sie in der Vegetationszeit mit genügend Wasser aus dem Stauraum befeuchtet werden können, um die Dammbepflanzung ausreichend zu versorgen. Die Innenseite der Dämme wäre bis zum Wasserspiegel mit einer Rasenfläche zu überziehen.

Die Anteile der eingestauten Auegebiete im Verhältnis zum gesamten Auland je Projektstufe wurden schätzungsweise ermittelt. Relativ ungünstig liegen die Verhältnisse um das Ausgleichsbecken Saag, da dort nur mehr geringe Auwaldflächen vorhanden sind, die zum größten Teil dem Stauraum zufallen würden. Diese Verhältnisse sind aber erst in jüngerer Zeit durch großflächige Rodungen an der Straße Hafeld — Zauset — Fischlham (etwa 50 Hektar) geschaffen worden. Diese Flächen sollten, wie auch die anderen jungen Rodungsgebiete, aufgeforstet werden, zumindest wäre ein entsprechender Baumgürtel entlang des Stauraumes zu schaffen. Um die forstlichen Möglichkeiten in rohen Zügen anschätzen zu können, wurde eine Grundwasserkarte 1:10.000 entworfen, in der die Tiefenlagen des Grundwassers unter dem Gelände und die Grundwasserströmung ausgeschieden wurden. Die oberflächennahe Bewegung des Grundwassers wurde angedeutet und die Grundwassermächtigkeit wurde durch die 5-Meter- bzw. 10-Meter-Linie umgrenzt, so daß die Lage des Grundwassertiefenstromes bzw. der Verlauf der Urstromrinne kenntlich wurde. Die Lage der Spundwände, welche den Stauraum und Grundwasserkörper bis zum Schlier abdichten, und die Begrenzungslinie des Auwaldes, lassen die zu erwartenden Veränderungen der geologischen und hydrogeologisch-bodenkundlichen Verhältnisse abschätzen. Im folgenden seien die einzelnen Staustufen in bezug auf die forstlichen Möglichkeiten kurz skizziert:

Stufe St. Martin, Kilometer 8,0—12,0:

Der linksuferige Grundwasserspiegel könnte — nach vorhergehender Prüfung — bis zu einem halben Meter gehoben und die

Situation in einem Teilstück der Au verbessert werden. Die der Traun zu gelegenen Gebiete können in Anbetracht der heutigen Grundwasserlage nicht wirksam verbessert werden. Am rechten Ufer liegen die Verhältnisse ähnlich, auch hier darf der Grundwasserspiegel nicht im nötigen Maße, sondern nur einen halben bis einen Meter gehoben werden.

Stufe Traun, Kilometer 12,0—16,9:

Geländemäßig wäre am linken Ufer eine für den Auwald zweckmäßige Grundwasserhebung großteils möglich. Ob dies auch hydrologisch möglich ist, müßte noch untersucht werden, da das Grundwasser schon sehr parallel der Traun fließt. Die Verhältnisse am rechten Ufer liegen ähnlich.

Stufe Hörsching, Kilometer 16,9—23,0:

Am linksuferigen Auwaldgebiet ist eine Hebung in ausreichendem Maße möglich und kommt einem großen Augebiet zugute. Rechtsuferig ist ebenfalls zum größten Teil mit einer ausreichenden Hebung des Grundwassers zu rechnen. Die Regelung der Grundwasserspiegelhöhe müßte allerdings abschnittsweise, dem Gelände entsprechend, und nicht stufenweise vorgesehen werden. Auwaldgebiete, die zwischen den Stufen liegen, bleiben zum Teil unbeeinflusst.

Stufe Marchtrenk, Kilometer 23,0—31,9:

Mit Rücksicht auf das Industrie- und Siedlungsgebiet von Wels kann das Grundwasser nur bis auf vier Meter unter dem Gelände gehoben werden, was der Vegetation kaum sehr viel nützen wird, aber der Wasserversorgung der Austufe, die sich in den letzten Jahren sehr verschlechtert hat, zugute kommt. Am rechten Ufer der Au von Marchtrenk ist ein ausreichender Grundwasserstau möglich, doch sind technische Maßnahmen vorzusehen, daß etwa bei Kilometer 26,5 Traunwasser in die Dietacher Au einspeisen kann. Die Zuflüsse des Schleißheimer Baches und des Saubaches haben ihre Versickerung erst unterhalb der geplanten Stufe, erst dort speisen sie in das Grundwasser ein, so daß ihr Wasser die Dietacher Au kaum ausfüllen wird; das ist aber nötig, um die gegenwärtige Situation zu verbessern bzw. eine Verschlechterung der Wasserversorgung zu vermeiden.

In der Thalheimer Au ist eine Verbesserung durch Heben des Grundwasserspiegels möglich, aber von der bereits bestehenden Neusiedlung abhängig.

Stufe Wels, Kilometer 31,9—36,0:

Am linken Uferbereich verbietet die Stadt eine Hebung des Grundwasserspiegels. Eine Verbesserung des rechten Ufers scheint

möglich zu sein, doch müßte je nach den örtlichen Verhältnissen bei Kilometer 32,9 unter dem Staukörper Grundwasser durchgeleitet werden. In diesem Falle wie auch in den anderen Abschnitten seien solche Maßnahmen angeregt, um Schädigungen des Grundwassers durch industriell verseuchtes Traunwasser zu vermeiden. Kann dieses Bedenken von hygienischer Seite fallengelassen werden, so genügt es, diese Einspeisungen aus dem Stauraum durchzuführen.

Stufe Wels - Traunleiten, Kilometer 36,0—39,0:

Im linksuferigen Bereich ist mit einer Verbesserung der forstlichen Grundwasserverhältnisse kaum zu rechnen, eher mit einer Senkung. Rechtsuferig wird man voraussichtlich bei Kilometer 38,7 Grundwasser einleiten müssen, um das Gelände vor einer Grundwasser-senkung zu bewahren und die forstlich günstigste Situation zu schaffen.

Stufe Saag, Kilometer 39,0—45,4:

Im linksuferigen Teil ist darauf zu achten, daß die Spundwand gegen Kilometer 43,7 nur so weit geführt wird, daß sie den Grundwasserstrom von Stadl-Paura nicht zu stark einengt. Mit Hilfe der Spundwandlänge oder Spundwandlücken könnte versucht werden, den Grundwasserstand im Auwald oberhalb der Straße Lambach—Fischham zu heben. Die übrigen Auwaldteile sind klein und schwer zu verbessern, da ein grundwassernahes, landwirtschaftlich genutztes Gebiet einer Hebung entgegensteht.

Die im rechtsuferigen Teil unterhalb der Almmündung verbliebenen Auwaldflächen (etwa von Kilometer 41,0 an bis in die Almau) können durch Teilregulierungen Verbesserungen der Grundwassersituation erhalten. Oberhalb der Almmündung in dem Geländespitz zwischen Alm und Traun von Kilometer 42,0 bis 43,0 ist eine Anschüttung vorgesehen, die so ausgeführt werden kann, daß die günstigsten Verhältnisse geschaffen werden. Von Kilometer 43,1 über Kilometer 44,0 hinaus sollte das Gelände ebenfalls aufgeschüttet werden, womit sich die günstigste Situation herbeiführen läßt. Bezüglich der Stau-stufe **Stadl - Paura** und **Lambach** ist in diesem Zusammenhang kaum etwas zu sagen, da vorwiegend Kultur- und Siedlungsgebiete berührt werden.

Abschließend können wir nun vergleichend feststellen, daß die natürliche Entwicklung des Auwaldes an der unteren Traun nach einem leistungsfähigen Höhepunkt zu einem schlecht bis mäßig produktiven Laubmischwald geführt hätte. Durch die Regulierung der Traun und der anderen Gewässer wurde der Entwicklungsgang der

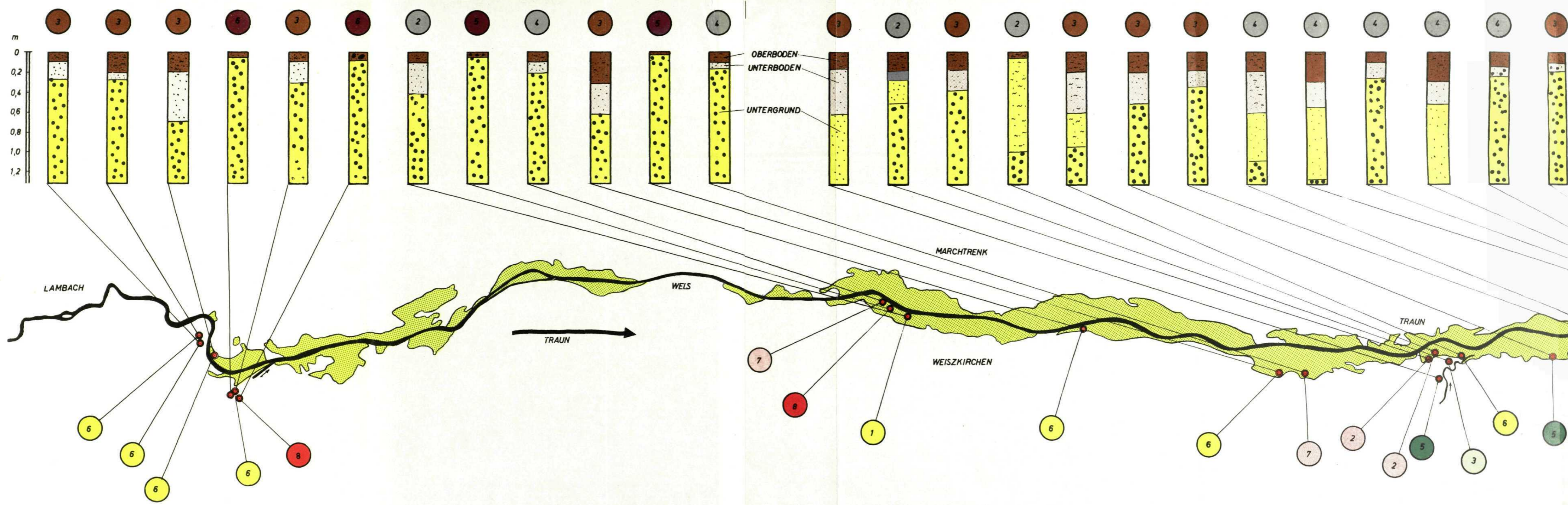
Traun-Auen so empfindlich gestört, daß mit deren allmählichen Verlust gerechnet werden muß, um so mehr, je länger eine Überforderung der wirtschaftlichen Produktion betrieben wird. Um den Auwald vor dem weiteren Verfall zu bewahren, müßte von forstlicher Seite eingegriffen werden. Da dies vor allem auf den schlechtesten Böden zum Teil nur schwer oder beschränkt möglich sein wird, so würde ein energiewirtschaftlicher Ausbau des Flusses eine Ergänzung und Hilfe der forstlichen Maßnahmen darstellen, und die minderwertigen, auch forstlich schwer zu behandelnden Gebiete in der Nähe der heutigen Steinufer, könnten dadurch besser verwertet werden. Sie würden zu Feuchtigkeits speichern des örtlichen Klimas und würden im Verein mit der gebietsweise möglichen Grundwasserhebung die Situation des Auwaldes verbessern.

Durch Berücksichtigung der naturgesetzlichen Grundlagen und der erdgeschichtlichen Gegebenheiten, durch Untersuchung der natürlichen Vorgänge und der menschlich bedingten Veränderungen sollten, wie dies in vorliegender Studie versucht wurde, bei technischen Projekten derartige „Bilanzgrundlagen“ erstellt werden. Dadurch werden die Voraussetzungen für die Prognosen über die Auswirkungen des Projektes geschaffen, so daß eine weitgehend gesicherte Beurteilung abgegeben werden kann. Die Zeitabschnitte, über die sich die Aussagen zu erstrecken haben, müssen hierbei über das übliche Maß der Planungs-, Bau- und Amortisationszeit hinaus auf die vorgesehene Betriebszeit geplant werden und sollten auch die Zeit der Funktionslosigkeit bzw. des Verfalles erfassen und somit möglichst im säkularen Umfang gewählt werden.

An den am Beispiel der Traun durch die vorliegenden Studien nachgewiesenen Veränderungen der Natur infolge künstlicher Eingriffe, hat sich der geologische Charakter technischer Maßnahmen erkennen lassen. Zwei Arbeitsgebiete der Geologie erlangen damit besondere Bedeutung für künftige Untersuchungen. Es sind dies: die Aktualgeologie und die Angewandte Geologie, jene durch die intensive Erforschung des gegenwärtigen geologischen Geschehens, der natürlichen und künstlichen geologischen Dynamik der geographischen Räume, und diese durch die sorgfältige geologische Bilanz für Planungen und Prognosen. Durch die Linzer Lokalstudien, von denen hier im Anschluß an frühere Veröffentlichungen ein weiterer Teil vorgelegt wird, wurden Anregungen und Einblicke gewonnen, welche über die lokale Aufgabenstellung hinausgehend zu grundsätzlichen Folgerun-

gen sowohl für die allgemeine wie auch für Teilgebiete der Angewandten Geologie geführt haben. Viele Arbeiten und Gedanken verschiedener Autoren haben sich bereits im ähnlichen Sinne unter dem Zwang der durch den Menschen bereits verursachten störenden geologischen Ereignisse bewegt und haben eine Flut verwandter wissenschaftlicher Themen erzeugt. Die geologische Prognose blieb aber bisher nur auf spezielle Bereiche der Angewandten Geologie und ihrer Nachbargebiete beschränkt, ohne eine ausreichende theoretische Fundierung zu bekommen. Auf Grund der Linzer Untersuchungen war zu erkennen, wie stark der heutige Mensch bereits als geologischer Faktor wirksam ist, ohne sich aber dessen bewußt zu sein. Die technische Seite der Linzer Untersuchungen aber hat gezeigt, daß das bisherige Verhalten des die „Erde gestaltenden Menschen“ heute nicht mehr zu vertreten ist, und er sich seiner geologischen Funktion voll bewußt werden muß, um verantwortlich wirken zu können.

In den bisherigen Studien wurde der Versuch gemacht, das geologische Geschehen in der Traunniederung nachzuweisen (H. HÄUSLER 1956—1958) und den Zusammenhang der allgemeinen geologischen Faktoren der exogenen Dynamik, das Zusammenspiel ihrer physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge zu untersuchen. Die gegenwärtigen nachweisbaren Funktionsbeziehungen dieser Faktoren und die Ergebnisse aus geologischen und historischen Dokumenten ermöglichte die Verknüpfung verschiedener Zeitquerschnitte mit ihren geographischen und paläogeographischen Gegebenheiten zu einem Abschnitt jüngster Erdgeschichte unseres Gebietes. An diesem zeitlich und räumlich eng begrenzten modellartigen Untersuchungsbereich wurde der Versuch gemacht, die spezifisch aktualgeologisch und historisch geologischen Arbeitsweisen (vorwiegend zeitbezogen), wesentlich ergänzt durch die geographische Betrachtungsweise (vorwiegend raumbezogen), anzuwenden, um den besten für uns möglichen Einblick in die Struktur eines geologischen bzw. erdgeschichtlichen Bereiches zu erzielen. Die auf solche Art geschaffenen Unterlagen haben erkennen lassen, daß der Mensch als besonderer geologischer Faktor wirksam geworden ist (H. HÄUSLER 1956) und, dem Rechnung tragend, die Zukunftsbezogenheit des erdgeschichtlichen Bereiches bis zur Gegenwart zur Grundlage seiner verantwortlichen, bewußt empfundenen geologischen Funktion machen muß. Aus der Raum-Zeit-Struktur geologischer Gegebenheiten, welche sich bis an die Gegenwartsebene erstrecken müssen, können wir versuchen, die naturgesetz-



m
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2

OBERBODEN
UNTERBODEN
UNTERGRUND

LAMBACH

WELS

MARCHTRENK

TRAUN

WEISZKIRCHEN

TRAUN

6

6

6

6

8

7

8

1

6

6

7

2

2

5

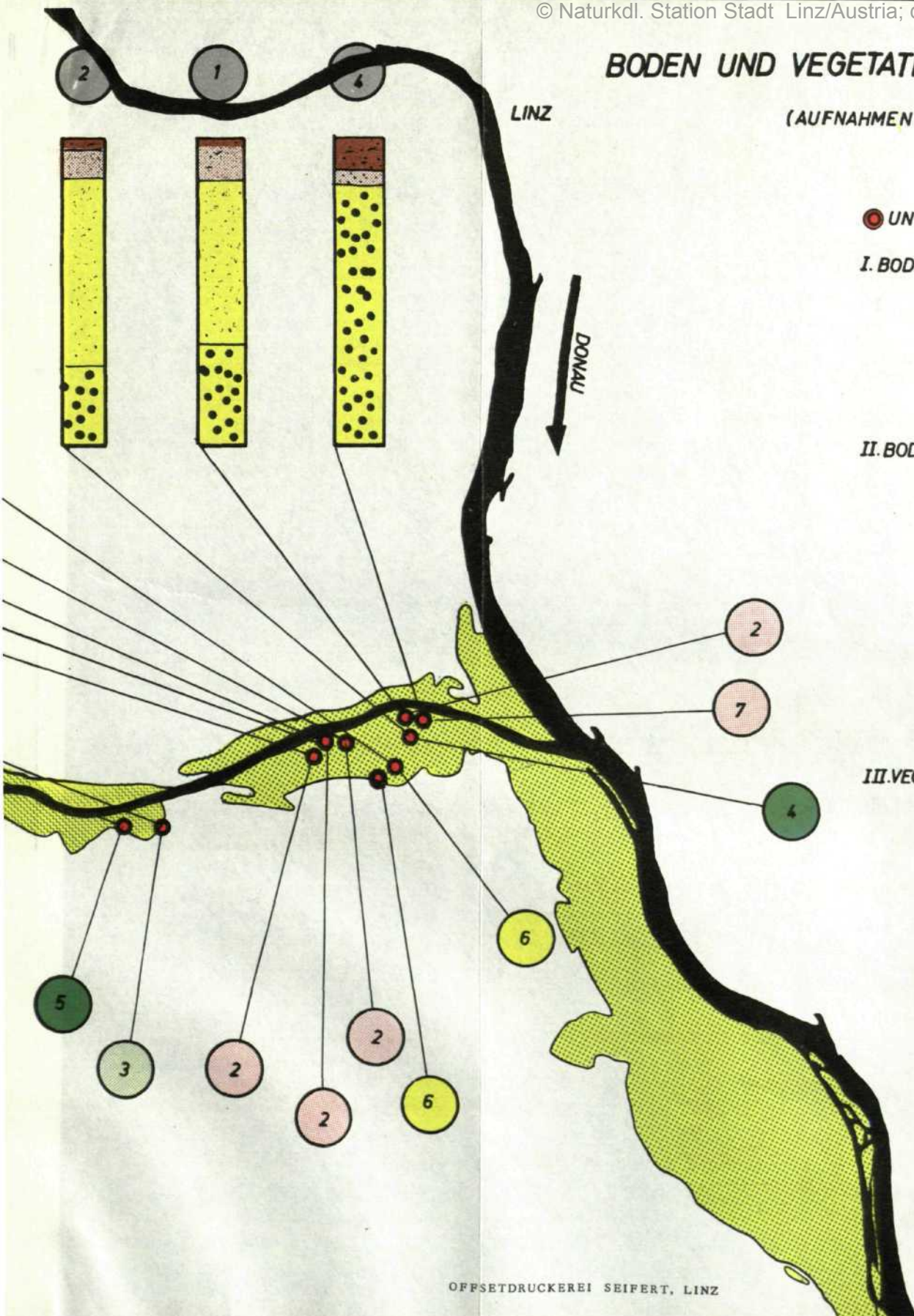
3

6

5

BODEN UND VEGETATION DES AUWALDES AN DER UNTEREN TRAUN

(AUFNAHMEN IM AUFTRAG DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMER - DOZ.DR.HUFNAGL)



● UNTERSUCHUNGSORTE

AUWALD

I. BODENART (n. DR.HÄUSLER)

- SANDIG-LEHMIGER BODEN
- SANDIGER BODEN
- SCHOTTER

II. BODENTYP (n. DR.HÄUSLER)

- ① GRAUER AUBODEN
- ② GESTÖRTER GRAUER AUBODEN
- ③ BRAUNER AUBODEN
- ④ GESTÖRTER BRAUNER AUBODEN
- ⑤ PARARENSINA
- ⑥ RENDSINA

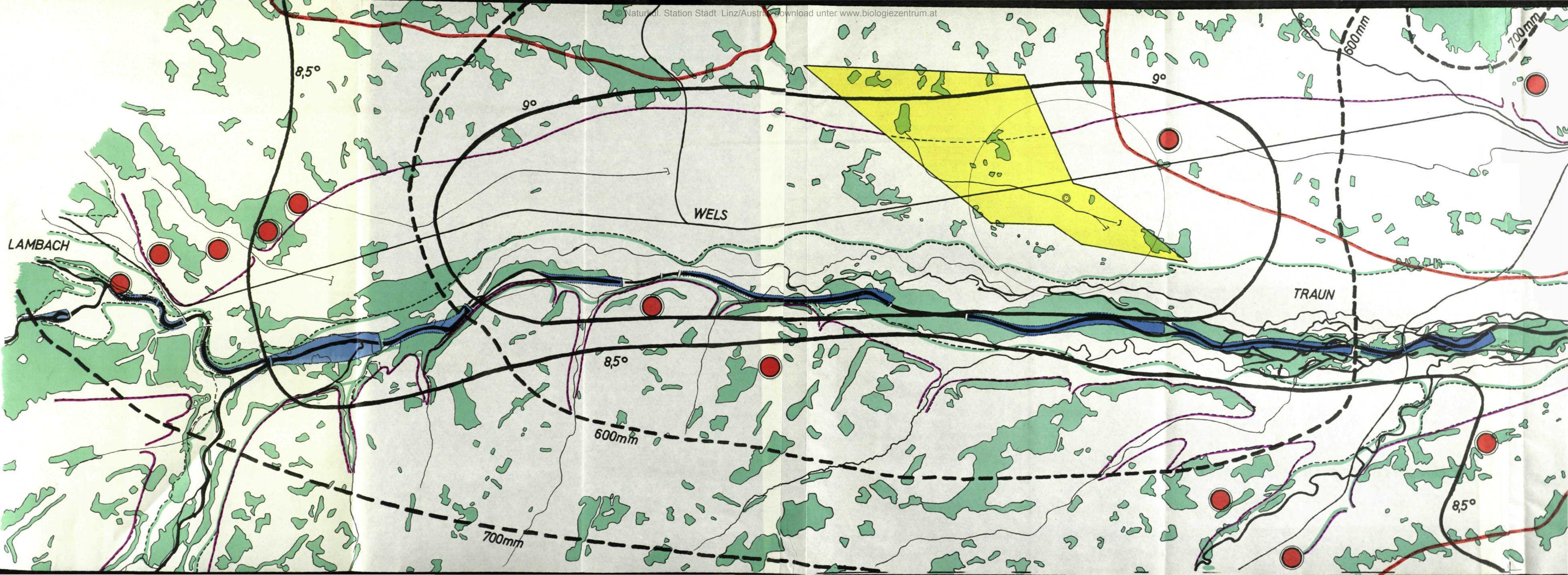
PRODUKTIONSBEWERTUNG:

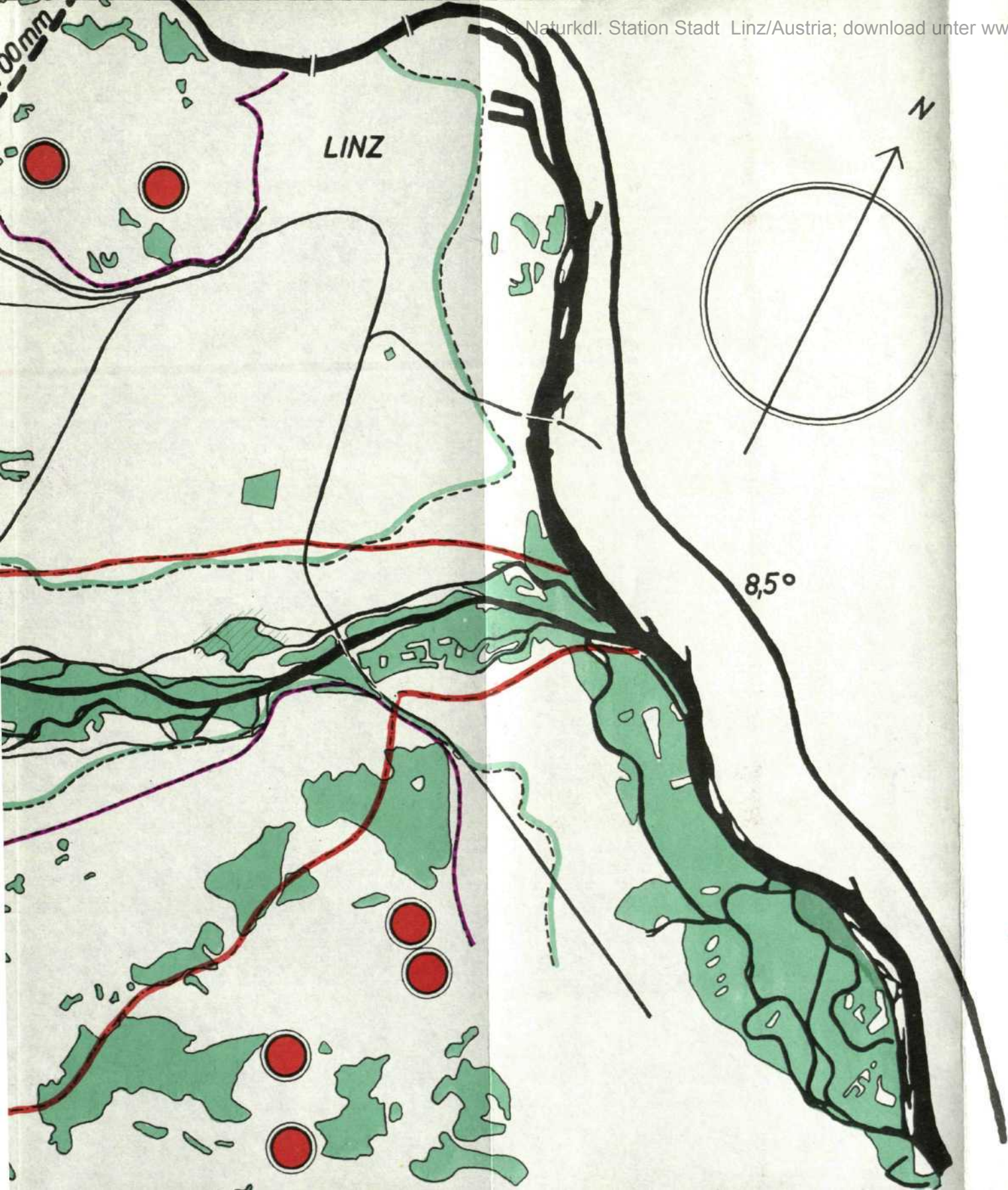
- MÄSZIG-GERINGER PRODUKTIONSWERT
- MÄSZIG-GERINGER "
- GUTER-MÄSZIGER "
- MÄSZIG-GERINGER "
- SEHR SCHLECHTER "
- SEHR SCHLECHTER "

III. VEGETATIONSTYP (n. DR.WENDELBERGER)

- ① NIEDERE WEIDENAU
- ② PURPURWEIDEN-DEGRADATIONSTYP
- ③ HOHE ERLERNAU
- ④ BALDINGERA-ERLENTYP
- ⑤ EICHEN-TRAUBENKIRSCHENTYP
- ⑥ BODENTROCKENER EICHENTYP
- ⑦ TROCKENRASEN
- ⑧ TROCKENMOOS-FLECHTENTYP

- MÄSZIG-GERINGER PRODUKTIONSWERT
- GERINGER "
- SEHR GUTER "
- GUT-MÄSZIGER "
- GUTER "
- SEHR MÄSZIGER "
- GERINGER "
- OHNE "






KLIMAKARTE DER UNTEREN TRAUN

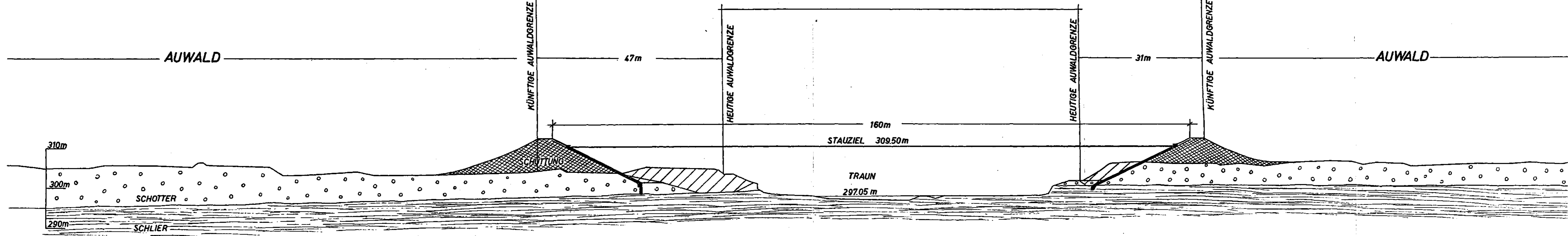
LEGENDE:

-  MITT. JAHRESTEMPERATUR (1896-1915)
-  JAHRESNIEDERSCHLAG (MINIMALJAHR)
-  STANDORTE DES WEINBAUES 770-1870 (n.WERNECK)
-  WINDROSE
-  WASSERSCHEIDE
-  WALD
-  TALBEGRENZUNG
-  GRENZE DER AUSTUFE
-  PROJEKT. STAUBECKEN

 Korrektur: Fläche bleibt weiß

DR. HEINRICH HÄUSLER
LINZ - PUCKING

SCHNITT DURCH DIE PROJEKTIERTE STAUSTUFE MARCHTRENK BEI km 26.76



DR. HEINRICH HÄUSLER
LINZ - PUCKING

lichen Grundlagen bilanzartig zu ermitteln, um ausreichend gesicherte geologische Prognosen erstellen zu können. Auf diese Weise wurden jene Methoden umrissen, welche notwendig sind, um Projekte zu beurteilen, durch die der Mensch immer stärker und verantwortlicher in das geologische Geschehen eingreift.

Über die lokalen geologisch-technischen Aufgaben hinaus habe ich bei diesen Linzer Untersuchungen die Überzeugung gewonnen, daß daraus die Konsequenz gezogen werden müsse, daß die Kenntnisse der naturgesetzlichen Grundlagen und der erdgeschichtlichen Gegebenheiten Voraussetzung jeder Planung sein müssen, und daß die bisherigen sowie die künftigen Maßnahmen und die durch den Menschen bewirkten Geschehnisse auf ihre säkularen geologischen Auswirkungen hin zu prüfen und verantwortlich zu regeln sind.

In den folgenden Kapiteln soll der Versuch gemacht werden, die aus den Erkenntnissen der geologischen Studien von Linz gewonnenen Gesichtspunkte an Hand der Literatur zu vertiefen und die Begründung für einen eigenen Arbeitsbereich der allgemeinen Geologie, der Anthropogeologie zu versuchen, welche die systematischen Grundlagen weiterer solcher Studien schaffen soll.

V. Das geologische Reaktionsgefüge des menschlichen Wirkungsbereiches

Ausgehend von dem im vorhergehenden Kapitel angeführten Untersuchungsgang für den Bereich der unteren Traun, möge hier versucht werden, den Umfang der natürlichen und der künstlich beeinflussten geologischen Vorgänge zu skizzieren sowie deren Wechselwirkung und deren Reaktionsgefüge in qualitativer und quantitativer Hinsicht aufzuzeigen. Damit soll einerseits die Bedeutung der geologischen Vorgänge für das Wirken des Menschen beleuchtet werden und andererseits auf dessen Wirken als geologisch bedeutsamer Faktor hingewiesen werden.

A Die geologischen Grundzüge des menschlichen Wirkungsbereiches

1. DAS NATÜRLICHE GEOLOGISCHE GESCHEHEN DER GEGENWART

Das geologische Geschehen der Erde läßt sich auf die Auswirkungen von Kräften zweier verschiedener Wirkungsbereiche, dem Bereich der außenbürtigen (exogenen) und dem der innenbürtigen

(endogenen) geologischen Vorgänge zurückführen. Die außerordentlich mannigfaltigen geologischen Vorgänge sind schwer zu übersehen, und ihre vollständige, systematische Beschreibung ist umfangreich und schwierig, so daß die Lehrbücher die Behandlung dieses Stoffes in verschiedenartiger Weise versuchen. Aus diesem Grunde möge hier der Versuch einer Systematik gemacht werden, welche auf einer kleinen, übersichtlich angeordneten Anzahl von Gesichtspunkten aufbaut.

Es handelt sich zunächst darum, eine generelle Einteilung der beschreibenden Gesichtspunkte zu treffen und danach die speziellen geologischen Erscheinungen dem jeweiligen Felde des tabellarisch dargestellten Systems zuzuordnen. Wir unterscheiden hierbei Umfang und Wandel des geologischen Geschehens mit den grundlegenden Wirkungen einerseits, und den entsprechenden geologischen Dokumenten andererseits (siehe Tabelle 1). Dieser Vorschlag läßt sich in nachstehender Gliederung verwirklichen und durch Symbole darstellen (Abb. 6):

I. System der allgemeinen geologischen Wirkungsbereiche

a) Bereiche:

- A Atmosphäre
- B Hydrosphäre
- C Lithosphäre (einschließlich der tieferen Schalenbereiche je nach der zu behandelnden Sachlage)

b) Phasengliederung:

- a Gasförmige Phase
- b Flüssige Phase
- c Feststoff-Phase

c) Wandlungsformen:

- α Zerstörung
- β Verlagerung
- γ Aufbau

II. Grundlegende Gesichtspunkte der geologischen Faktoren

- Strahlung (Temperatur) 1 (siehe Tabelle)
- Kraftwirkungen (Schwerkraft, sonstige chemisch-physikalisch bedingte Druckäußerungen) 2
- Chemische Faktoren 3
- Biologische Faktoren 4

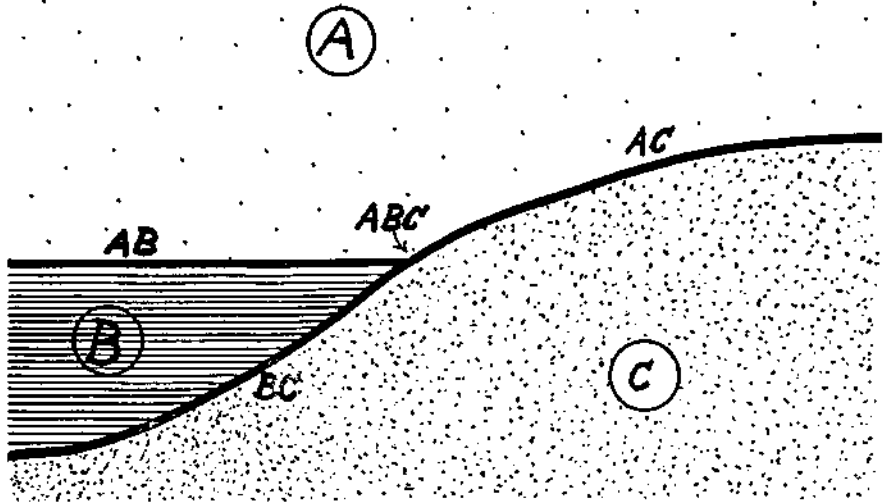


Abb. 6: Schematische Skizze zur Erläuterung der geologischen Wirkungstafel. Ein Vertikalschnitt der Erdkruste läßt die Verteilung der Lufthülle (A), der Gewässer (B) und der Erde (C) erkennen sowie deren Grenzflächen AB, AC und BC. ABC stellt die Grenzlinie von Luft/Wasser/Erde dar (Küsten- und Uferbereiche). In jedem der dargestellten Bereiche lassen sich durch Berücksichtigung der Phasen a, b, c (gasförmig, flüssig, fest) weitere Untergliederungen schaffen (z. B. Atmosphäre mit Staub und Wasserteilchen — Abc; Grundwasser — Cb u. a.)

Die wichtigsten der unter I. und II. angeführten Punkte (13) als Elemente der Beschreibung geologischer Vorgänge aufgefaßt, ergeben zweimal 84 sinnvolle Kombinationen, denen spezielle geologische Geschehen zugeordnet werden können. Unter Verwendung der symbolischen Zeichen bzw. Abkürzungen läßt sich nachstehende tabellarische Form des geologischen Geschehens darstellen (Tabelle 1).

In dieser Tabelle wurden die geologischen Wirkungsfelder mit einem durchlaufenden Ziffersystem als Symbolbezeichnung dargestellt, es lassen sich so die geologischen Vorgänge des exogenen und des endogenen Geschehens systematisch erfassen. Eine ausführliche Entwicklung dieses Versuches einer systematischen Beschreibung des geologischen Geschehens muß an anderer Stelle erfolgen, da sie den Rahmen dieser Arbeit bei weitem überschreiten würde. Die Tabelle ermöglicht eine Untersuchung der geologischen Erscheinungen hinsichtlich der wirksamen Faktoren (Kolonnen) und hinsichtlich der regionalen Gesichtspunkte (Zonen) unter Einschluß der jeweiligen Phasengliederung und Wandlungsform. Durch die, die einzelnen

TABELLE 1

ÜBERSICHT DER WIRKENDEN FAKTOREN

	exogener geologischer Vorgänge				endogener geologischer Vorgänge			
	1	2	3	4	1	2	3	4
A α	1.1	2.1	3.1	4.1	1.1	2.1	3.1	4.1
A β	1.2	2.2	3.2	4.2	1.2	2.2	3.2	4.2
A γ	1.3	2.3	3.3	4.3	1.3	2.3	3.3	4.3
B α	1.4	2.4	3.4	4.4	1.4	2.4	3.4	4.4
B β	1.5	2.5	3.5	4.5	1.5	2.5	3.5	4.5
B γ	1.6	2.6	3.6	4.6	1.6	2.6	3.6	4.6
C α	1.7	2.7	3.7	4.7	1.7	2.7	3.7	4.7
C β	1.8	2.8	3.8	4.8	1.8	2.8	3.8	4.8
C γ	1.9	2.9	3.9	4.9	1.9	2.9	3.9	4.9
AB α	1.10	2.10	3.10	4.10	1.10	2.10	3.10	4.10
AB β	1.11	2.11	3.11	4.11	1.11	2.11	3.11	4.11
AB γ	1.12	2.12	3.12	4.12	1.12	2.12	3.12	4.12
AC α	1.13	2.13	3.13	4.13	1.13	2.13	3.13	4.13
AC β	1.14	2.14	3.14	4.14	1.14	2.14	3.14	4.14
AC γ	1.15	2.15	3.15	4.15	1.15	2.15	3.15	4.15
BC α	1.16	2.16	3.16	4.16	1.16	2.16	3.16	4.16
BC β	1.17	2.17	3.17	4.17	1.17	2.17	3.17	4.17
BC γ	1.18	2.18	3.18	4.18	1.18	2.18	3.18	4.18
ABC α	1.19	2.19	3.19	4.19	1.19	2.19	3.19	4.19
ABC β	1.20	2.20	3.20	4.20	1.20	2.20	3.20	4.20
ABC γ	1.21	2.21	3.21	4.21	1.21	2.21	3.21	4.21

Wirkungsbereiche und Wandlungsformen
(regionale Gesichtspunkte)

Felder verknüpfenden Linienzüge lassen sich jeweils die genetischen Zusammenhänge des betreffenden Geschehens darstellen. In dem Teil I der nebenstehenden Tabelle (Tabelle der exogenen Vorgänge) wäre z. B. unter 1.13 folgende Gruppe von Vorgängen einzureihen: Zerstörende Auswirkungen der (Wärme-) Strahlung auf der Festlands Oberfläche (Insolation, Zerstörung durch Kältespannung, Frostwirkung, Salzsprengungen und anderes mehr). Unter 1.19, 2.19, 3.19 und 4.19 lassen sich die zerstörenden Vorgänge z. B. an Küsten und Ufern einreihen. Die Wirkungen der Gezeitenbewegungen auf der Erdoberfläche wären durch die Felder 2.13 bis 2.15 zu erfassen, die Erdbewegungen selbst, durch die Gesetze der Gravitation bedingt, durch 2.7 bzw. 2.8, 2.9. Unter 4.15 z. B. wird die aufbauende geologische Wirkung des biologischen Geschehens (Festland) erfaßt. Sind an einem geologischen Geschehen mehrere Vorgänge beteiligt, so kann der entsprechende Wirkungsbereich auf der Tabelle umrissen werden. Durch Verknüpfung der Felder und mittels entsprechender Richtungspfeile lassen sich die zeitlichen Abfolgen geologischer Erscheinungen ebenfalls in übersichtlicher Weise darstellen bzw. verfolgen.

Die geologische Dokumentation der den Feldern nebenstehender Tabelle entsprechenden Vorgänge erfolgt durch die Gesteine, durch die geochemischen Verhältnisse, durch die morphologischen Gegebenheiten und durch biologische Merkmale. Für jedes Feld der Tabelle wären im gegebenen Falle die entsprechenden geologischen Dokumente in Form von spezifischen Gesteinsmerkmalen, durch Fossilien und durch morphologische Erscheinungen nachzuweisen. Durch diese Art der Darstellung mag gegenüber der heute gewohnten Weise der systematischen Schilderung geologischer Vorgänge die Anschaulichkeit verlorengegangen sein. Dies wird aber durch die Übersichtlichkeit

TABELLE 1: Geologische Wirkungstafel (siehe auch Abb. 6). Diese Tabelle umfaßt die Einflußfelder der allgemeinen geologischen Vorgänge. Die beschreibenden Gesichtspunkte dieser Vorgänge lassen sich einerseits nach regionalen Gesichtspunkten und andererseits nach wirkenden Faktoren gruppieren bzw. anordnen. Bei den Faktoren bedeuten 1 die Strahlung, 2 die (physikal.) Kräfte und deren Wirkungen, 3 die chemischen Faktoren und 4 die biologischen Faktoren. Diese Gliederung wurde für den exogenen und für den endogenen Bereich beibehalten und letztgenannte durch einen Strich über der Zahl gekennzeichnet. Die regionalen Bezeichnungen ergeben sich aus der Abb. 6. Der Index α bedeutet Zerstörung, der Index β Verlagerung und der Index γ Aufbau, womit die Wandlungsformen erfaßt worden sind. Die Phasengliederung (von A, B, C) fest, flüssig gasförmig (a, b, c) wurde der Einfachheit halber nicht in die Tabelle aufgenommen. Die den beschreibenden Gesichtspunkten entsprechenden Felder wurden durchindiziert, so daß jedes Feld einer näheren Beschreibung unterzogen werden kann

und die rasche Orientierung wiederum wettgemacht und von der, durch den jeweiligen Autor bedingten subjektiven Auswahl und Gliederung des Stoffes unabhängig. Eine genaue Beschreibung derartiger Systeme und Darstellungsweisen muß ebenfalls einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Für unsere Zwecke genügt es zunächst, ein derartiges System zu verwenden, welches den gesamten Bereich geologischen Geschehens in übersichtlicher Weise beschreiben und durch Symbole darstellen läßt. Ich habe bereits 1944 auf derartige, prinzipielle Möglichkeiten der geologischen Dokumentation hingewiesen. 1952 hat M. SCHEELE meines Wissens, den ersten Versuch, allerdings auf biologischem Gebiete, veröffentlicht und es ist inzwischen eine ganze Flut von einschlägigen Arbeiten erschienen. Es ist dafür eine eigene bedeutungsvolle Arbeitsrichtung, die Dokumentation, geschaffen worden, welche durch gut ausgestattete Fachzeitschriften unterstützt wird. Die Geologie hat in diesem Sinne bis heute leider noch keinen Anschluß an die moderne Dokumentation gefunden, es wäre aber für dieses Fach von großer Bedeutung, um die Vielzahl von Formen, Erscheinungen und Beobachtungen rationell zu beherrschen. Tabellarische Systeme gestatten dies auf einfache Weise und eignen sich als Grundlage für die maschinelle Bearbeitung großer Mengen von Merkmalsdaten. Diese Art der Dokumentation ermöglicht der allgemeinen Geologie, die Vorgänge, deren Verknüpfung im geologischen Geschehen, die direkten und indirekten Prozesse und deren Relaisbeziehungen oder Kettenreaktionen nach Art elektrischer Schaltskizzen durchzuarbeiten.

Daraus ergeben sich für unsere Studien zwei wesentliche Gesichtspunkte. Der eine liegt darin, daß wir bestrebt sein müssen, das Faktorenspiel (die Funktionsbeziehungen der Faktoren im geologischen Geschehen) eingehender als dies heute in der Literatur zum Ausdruck kommt, systematisch zu untersuchen, um die naturgesetzlichen Grundlagen der natürlichen Komponenten unserer technischen Planungsgebiete möglichst vollkommen zu erfassen. Der andere Gesichtspunkt ist der, daß wir durch diesen Versuch der tabellarischen Anordnung zur Beschreibung geologischer Vorgänge in der Lage sind, das umfangreiche und verzweigte System des geologischen Geschehens auf dem kleinen, übersichtlichen Raum der Tabellen zu symbolisieren. An Hand dieser Tabellen können wir den geologischen Einflußbereich des Menschen untersuchen und abstecken. Ein Ausbau derartiger Tabellen durch weitere Untergliederungen, so notwendig dies zur Bearbeitung

unserer Projekte und Verbesserung der geologischen Kenntnisse auch wäre, würde ebenfalls den Rahmen dieser Arbeit sprengen und mußte deshalb unterbleiben.

Die Unterlagen zur Untersuchung und Beschreibung der geologischen Vorgänge müssen wir uns außer von der Aktualgeologie im heutigen Sinne, aus dem gesamten Bereich der Naturwissenschaften, und zum Teil auch aus dem der Kultur- bzw. Geisteswissenschaften (den Menschen betreffend) beschaffen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die klimatologischen und astrophysikalischen Arbeiten, Studien zum Klima der bodennahen Luftschicht, Arbeiten über Bodenklima, Arbeiten über die gegenwärtigen Klimaänderungen, chemisch-physikalische Arbeiten und jene, welche sich mit den möglichen Änderungen der heutigen geologischen Faktoren über längere Zeiträume befassen, ferner Ergebnisse der Bodenkunde, der Hydrologie, der Geophysik, der Katastrophenforschung, der biologischen Fächer und vor allem der ökologischen Studien.

2. DER EINFLUSS DES NATÜRLICHEN GEOLOGISCHEN GESCHEHENS AUF DAS WIRKEN DES MENSCHEN

Im vorigen Kapitel wurde der Versuch gemacht, das Wirkungsfeld geologischer Vorgänge abzustecken und in Tabellenform darzustellen. Mit Hilfe dieser Grundlage können wir nun jenen Bereich dieser Wirkungsfelder untersuchen, der das menschliche Dasein beeinflußt. Wir haben im vorigen Kapitel eine Methode versucht, um die natürlichen Komponenten des geologischen Geschehens systematisch zu erfassen, um die naturgesetzlichen Grundlagen eines Untersuchungsgebietes zu ermitteln. Wir können nun die speziellen, natürlichen Komponenten herausheben, die auf den Menschen einwirken. Die Durchmusterung der tabellenförmig dargestellten Einflußbereiche der sich auf den Menschen beziehenden Wirkungsfelder ergibt (quantitative Bewertungen zunächst ausgeschlossen), daß der Gesamtumfang der durch die Tafeln erfaßten geologischen Vorgänge auf den Menschen einwirkt. Es zeigt sich, daß der Mensch von allen diesen Erscheinungen in irgendeiner Weise berührt wird oder berührt werden kann. Erst beim Studium des konkreten, örtlich und zeitlich begrenzten Einflußbereiches eines bestimmten Beispielles lassen sich die Wirkungsfelder einschränken und auf der Tafel eingrenzen. Eine weitere Einschränkung des Wirkungsbereiches auf der Tabelle könnte

durch Beachtung quantitativer Gesichtspunkte erfolgen, wobei jene geologischen Vorgänge unbeachtet bleiben dürfen, welche ein bestimmtes Maß an Wirksamkeit nicht überschreiten.

Zu den bekannten bzw. anerkannten natürlichen geologischen Faktoren, welche direkt oder indirekt auf den Menschen einwirken können, müssen jene hinzugerechnet werden, die besonders durch den Menschen, vielfach unbewußt, gegeben sind oder verursacht werden und auf diesen, ihn beeinflussend, zurückwirken. Eine ganze Reihe, von der Geologie zum Teil sehr entfernter Fachgebiete, werden wir hierbei als Quellen benützen müssen, um jene spezifischen, den Menschen selbst betreffenden Faktoren erfassen zu können (z. B. Geographie, Anthropologie, Völkerkunde, Urgeschichte und Geschichte, Kunst- und Kulturgeschichte, Soziologie, Erziehungswissenschaften, medizinische Fachgebiete, Psychologie und andere mehr).

Auf dieser Stufe der Betrachtung müssen wir uns auf die den Menschen unmittelbar beeinflussenden vererbten und kulturell bedingten Faktoren beschränken. Diese Faktoren ergeben sich aus der Fortpflanzung und der Erziehung des Menschen in den verschiedenen Kulturstufen (das heißt, aus der körperlichen, geistigen und seelischen Gestaltung des Menschen unter dem Einfluß der Instinkte und unter dem Einfluß der Mitmenschen, auf direkte Weise von Mensch zu Mensch als erlerntes Verhalten, und indirekt über die Kulturprodukte, über die Welt der künstlichen Formen) einerseits sowie den Auswirkungen unbewußter Veränderungen der Psyche im Verlaufe der Lebensbahnen der Individuen und deren Kulturen andererseits. In den innersten, vielfach unbewußt bleibenden Bereichen des Menschen wurzeln jene Faktoren, denen der Mensch im Laufe der jüngeren Geschichte den größten Teil seiner geologischen Bedeutung zu verdanken hat. Daraus ergeben sich die Art seiner Vermehrung und sein (vorwiegend instinktives, unbewußtes) Verhalten gegenüber der anorganischen und organischen Umwelt. Im Frühstadium seiner noch wenig organisierten Jäger- und Sammlertätigkeit ist der Mensch bereits kulturbildend und „... *Die Kultur ist als der vom Menschen geschaffene Teil der Umwelt anzusehen*“ (Kluckhorn, zitiert nach Th. DOBZHANSKY 1958).

Der Mensch sammelt zunächst natürliche Erfahrungen und Beobachtungen aus der unmittelbaren Anschauung und versucht erst später die Kausalzusammenhänge zu durchschauen und durch abstraktes Denken neue Tatsachen zu finden und die Umwelt bewußt zu

verändern. Die Funktionen des menschlichen Frühstadiums halten sich zunächst noch völlig naturbezogen im Rahmen der natürlich ökologischen Gegebenheiten, und sie dürfen wohl mehr unter die natürlichen, hauptsächlich passiv wirkenden, aber doch spezifisch menschlichen Faktoren eingeordnet werden, die wiederum auf den Menschen einwirken. Diese Faktoren mögen früher durch große Zeiträume gewirkt haben und sind heute auf die kurzen Anfangsabschnitte des individuellen Lebens zusammengeschrumpft. Sie werden sehr bald von den künstlich, durch den zielbewußten Willen erzeugten bzw. wirkenden Faktoren abgelöst und eingeschränkt, wobei der Mensch aus seiner Naturbezogenheit herausgelöst wird. Durch die mit fortschreitender Entwicklung des Gehirnes bedingte Evolution des Menschen verläßt er immer mehr den alten Bereich natürlichen Geschehens und nimmt mit wachsender Intelligenz in steigendem Maße am geologischen Geschehen der Erde seinen Anteil.

Einer Studie, die sich um geologische Erkenntnisse bemüht, könnte es allerdings zum Vorwurf gereichen, derartige nichtgeologische Themen anzuschneiden. Die folgenden Abschnitte aber mögen dieses Verhalten rechtfertigen und zeigen, daß der aktive Mensch bereits geologische Bedeutung erlangt hat. Die Wurzeln reichen in den Lebenskern des Menschen hinab, so daß es nicht zu umgehen ist, die oben genannten Grenzgebiete für eine geologische Studie heranzuziehen. In den Abhandlungen zur allgemeinen Geologie wurden bisher die grundlegenden physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen geologischen Geschehens sorgfältig beleuchtet, ohne das Wirken des Menschen zu würdigen. In Anbetracht der heute bereits deutlich sichtbaren Auswirkungen des die Erde gestaltenden Menschen ist es nicht mehr vertretbar, jene Sachgebiete und deren Ergebnisse aus dem Kreise geologischer Überlegungen auszuschließen, die sich speziell mit dem Menschen, seinem Leben und seiner Kultur befassen.

B Der Anteil des Menschen am geologischen Geschehen der Gegenwart

1. DER UMFANG DES WIRKUNGSBEREICHES UND DESSEN SYSTEMATISCHE GLIEDERUNG

Im Verlauf der Menschheitsentwicklung ist bereits in prähistorischer Zeit die zielbewußte Veränderung der Umwelt nachzuweisen (R. PIRTONI 1949). Der Mensch beginnt sich aus der schützenden Natur-

bezogenheit herauszulösen und versucht sich die Natur dienstbar zu machen. Die so geschaffene neue Umwelt, „ein Produkt des menschlichen Geistes und der umgebenden Natur“ (K. BIRKET-SMITH 1958), die Kultur, wirkt nun wiederum bestimmend auf die Kulturtätigkeit des Menschen ein. Durch Vererbung werden bestimmte Anlagen in außerordentlich langsamer Abfolge der Geschlechter verbreitet und in der Evolution entfaltet (Th. DORZHANSKY 1958). Weitaus schneller verläuft die Evolution der Kultur, da die kulturellen Güter auf schnellstem Wege einer beliebig großen Zahl gleichzeitig lebender Individuen vermittelt werden können. Bisher haben sich die Orga-

	exogene Einflußfelder				endogene Einflußfelder			
	1	2	3	4	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$
A $\alpha-\gamma$	stippled	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	arrows	arrows	arrows
B $\alpha-\gamma$	stippled	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	arrows	arrows	arrows
C $\alpha-\gamma$	diagonal lines \	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	stippled	arrows	stippled
AC $\alpha-\gamma$	diagonal lines \	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	stippled	stippled	stippled	stippled
AB $\alpha-\gamma$	stippled	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	arrows	arrows	arrows
BC $\alpha-\gamma$	stippled	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	arrows	arrows	arrows
ABC $\alpha-\gamma$	diagonal lines \	diagonal lines \	diagonal lines /	cross-hatched	arrows	arrows	arrows	arrows

TABELLE 2: Vereinfachte geologische Wirkungstafel (siehe Abb. 6) des menschlichen Einflusses auf das geologische Geschehen, mit dem Versuch einer quantitativen Einstufung des Einflußgrades. In den Feldern mit Kreuzschraffen ist der Einfluß des Menschen besonders stark zu beobachten. Im Bereich der Schrägschraffen ist dieser Einfluß mittel bis schwach einzustufen und in den leeren Feldern sehr schwach bis fehlend. Die Pfeile zeigen in den Feldern die Ausbreitung des Einflusses an.

nismen auf biologischem Wege verändert und sich der Umwelt angepaßt, und nun beginnt der Mensch seine Umwelt planmäßig zu verändern und neue Umwelten in einem solchen Ausmaße zu ersinnen und zu schaffen, daß er nicht nur die biologischen, sondern die geologischen Verhältnisse der Erde bereits stark beeinflußt hat (Th. DOBZHANSKY 1958). Es ist daher heute bereits notwendig, die künstlich bedingten Komponenten im Geschehen unserer Umwelt festzustellen und sie mit dessen natürlichen Komponenten zu vergleichen, wenn wir eine Analyse des gegenwärtigen geologischen Geschehens machen wollen, wie dies sowohl für die wissenschaftlichen als auch für die praktischen Belange notwendig ist.

Die augenscheinlichen Veränderungen der Umwelt, welche der Mensch bewirkt hat, sind zunächst speziell biologischer und geologischer Art. Veränderungen an Pflanzen und Tieren durch Züchtung, Pflege, das ist Kultur, durch Ausrotten, Umsiedeln, Verpflanzung betreibt der Mensch bereits vor dem Neolithikum, das ist vor etwa 10.000 Jahren*). Die aktive, durch den Menschen bedingte Gestaltung der Umwelt hat sich, dem Wirken geologischen Geschehens vergleichbar, bereits in Form geologisch nachweisbarer Dokumente geäußert. Die bekanntesten Erscheinungen sind unter anderem die künstlich erzeugte Bodenerosion, der Grundwasserschwind, die Klimaveränderungen, die hydrologischen Veränderungen, die Umlagerung der Erdmassen, die geochemischen Veränderungen durch den neuen, künstlich geschaffenen Stoffwechsel auf der Erde, die vom Menschen geschaffenen Steppen und Wüsten, die Verlagerung der Gewässer, Ufer und Küsten usw.

Versuchen wir nun den geologischen Wirkungsbereich des gegenwärtigen Menschen an Hand der tabellarischen Übersicht (Tabelle 1) in qualitativer Hinsicht abzugrenzen und auf bestimmte Wirkungsfelder symbolisch festzulegen, so müssen wir feststellen, daß dies heute kaum mehr möglich ist, da der gesamte Bereich der 168 Felder direkt oder indirekt bereits der menschlichen Einflußnahme unter-

*) A. Kloiher, 1951: „Um das Jahr 10.000 v. Chr. zeigen die Menschen Anzeichen einer Entwicklung, die wir aus unseren letzten Jahrtausenden kennen: eine ständig zunehmende Unabhängigkeit vom Klima durch die Schaffung von Kleidung und Behausung; eine zunehmende Unabhängigkeit von der Frei-Nahrung durch die Gewinnung von Kulturpflanzen und Haustieren. Die Menschen dieser Zeit züchten aus Gräsern, Kräutern und Wildbäumen und Getreide, Gemüse und Obst; aus den Wildtieren werden durch Zucht unsere Haustierrassen. Wir erkennen daher in dem Zeitpunkt um 10.000 v. Chr. eine wichtige Etappe im Sinne der Lebensforschung.“

liegt, Während es ohne weiteres verständlich ist, daß der exogene Teil der Tabelle zur Beschreibung der geologischen Wirkung des Menschen nötig ist, so sehr ist es befremdlich, daß auch der Bereich der endogenen Vorgänge unter menschlichem Einfluß stehen soll.

Zunächst sei hier auf die kleinen, örtlichen Eingriffe verwiesen, die zur Gewinnung endogener Energie durch Vulkankraftwerke, die zu den Versuchen, vulkanische Ausbrüche und deren Lavaströme durch Fliegerbomben und Stollen zu beeinflussen, geführt haben. Darüber hinaus aber ist bereits an die von W. KNOCHE (1939) wahrscheinlich gemachte Möglichkeit einer künstlichen Seismizität zu denken. Diese beruht auf der Spannungsauslösung infolge künstlich bedingter Massenverlagerungen der Erdkruste und auf solchen, die durch die industrielle und verkehrstechnisch bedingte Bodenunruhe, durch Sprengungen, durch künstliche Ein- und Verstürze geschaffen werden. Die Massenverteilungen, durch welche anthropogen bedingte Auslösungen von Erdbeben zustande kommen, sind auf die künstlichen Änderungen des natürlichen Erosions-Sedimentationszyklus, auf Verlagerungen im Zuge von Ausräumungen und Anschüttungen sowie auf Verlagerungen der Wassermassen zurückzuführen. Aus der künstlichen Beeinflussung des Klimas sind ebenfalls Rückwirkungen auf die Prozesse der genannten Massenverlagerungen zu erwarten. Es können daraus aber auch direkte, die Seismizität der Erdkruste auslösende Wirkungen ausgehen, die durch den Druck von Niederschlägen infolge Winddruck- und Luftdruckwechsel verursacht werden.

In Anbetracht der geplanten großen Flutkraftwerke ist mit einer besonderen Art der Massenverlagerung zu rechnen, wodurch der Erdbewegung neue Impulse aufgeprägt werden können. In allen diesen Fällen handelt es sich um künstlich bedingte Massenverlagerungen der Atmosphäre, der Wasserhülle und der Erdkruste, welche durch die Erzeugung von Spannungen (direkte isostatische Auswirkungen langfristiger Massenveränderungen) oder durch Spannungsauslösungen ihren Anteil an Erdbeben haben können. Solche Beanspruchungen der Erdkruste infolge künstlicher Eingriffe lassen auch Rückwirkungen auf das vulkanische Geschehen erwarten, welches letzten Endes vom Spannungs- und Bewegungszustand der Erdkruste abhängig ist (A. RITTMANN 1936). Die künstlich bedingten Massenverlagerungen ergeben aber auch Beeinflussungen der natürlichen Polverlagerungen, womit zumindest ein symbolischer Einfluß des heutigen Menschen auf die Erdbewegung selbst wahrscheinlich ist.

Die Dynamik des menschlichen Einflusses auf das heutige geologische Geschehen der Erde wurzelt im kulturellen Bereich (Th. DOBZHANSKY 1958, S. PASSARGE 1922, H. HASSINGER). Über das Individuum hinausreichend, bildet jede Kultur einen selbständigen Organismus, in dem jeder Teil in engem Zusammenhang mit der Gesamtheit wirkt und seine eigenen Lebensformen besitzt (BIRKET-SMITH K. 1958, L. FROBENIUS 1953). Die außerordentlich wirksame Übertragbarkeit auf eine große Zahl von Individuen, welche der Kultur eigen ist, macht den Menschen zu einem bedeutenden geologischen Faktor. Die bewußte Einflußnahme des Menschen auf die körperlich-geistig-seelischen Komponenten seines Wesens kann direkt beabsichtigte oder unbeabsichtigte und indirekte Veränderungen desselben hervorrufen. Der Mensch kann auf diese Weise Impulse und Triebkräfte erzeugen und lenken, welche geologische Auswirkungen und dadurch wiederum eine Veränderung des Lebensraumes zur Folge haben können, welcher auf den Menschen, diesen verändernd, zurückwirkt (S. PASSARGE 1922, BIRKET-SMITH 1958, R. DEMOLL 1954). Die gegenwärtige Beeinflussung der körperlich-geistig-seelischen Komponenten des Menschen und deren Reaktionen mit der Umwelt müssen demnach unbedingt berücksichtigt werden, wenn wir die Funktion des Menschen im geologischen Geschehen der Gegenwart untersuchen wollen. In gleicher Weise, wie die Veränderungen am körperlichen Zustand des Menschen sich auf sein geistiges und seelisches Vermögen auswirken, beeinflussen auch umgekehrt die im seelischen oder geistigen Bereich hervorgerufenen Veränderungen das körperliche Verhalten des Menschen und seine Auswirkungen auf die Umwelt.

Die kulturellen Äußerungen, und dadurch bedingt auch die geologischen Funktionen des Menschen, sind somit von seinen geistig-seelischen Eigenschaften abhängig. Diese werden sehr wesentlich durch die Erziehung, durch die menschliche Einflußnahme zielstrebig geformt. Hierbei kommt der Gestaltung der seelischen Anlagen durch die Erziehung und Vermittlung der kulturellen Schöpfungen, der Kulte und der Kunstwerke besondere Bedeutung, vor allem beim jungen Menschen zu. Auf dieser Ebene werden die Wege des Menschen in grundlegender Weise vorbereitet und damit jene Anlagen gelenkt und jene Kräfte geschaffen, die ihn später zum geologischen Faktor werden lassen. Sein Wirken nimmt dabei geologisch zu beschreibende Formen an und kann auf der Erde Spuren hinterlassen, welche mit den Methoden der Geologie zu beschreiben sind. Störungen und Schä-

den am körperlich-geistig-seelischen Gefüge des Menschen lassen auch Störungen im Bereich der künstlich geschaffenen und beeinflussten Umwelt bis zum Ausmaße geologischer Katastrophen in ursächlicher Verbindung erwarten. Auf die Erosion des Bodens folgt die Erosion am menschlichen Wesen selbst, was auch umgekehrt der Fall sein kann, oder beide Erscheinungen beginnen gleichzeitig wirksam zu werden (siehe auch W. VOGT 1950). Es kann die künstlich herbeigeführte Störung der ökologischen Verhältnisse auf den Menschen, diesen schädigend, zurückwirken (W. KNUTH 1956, A. ROD, R. DEMOLL 1954, W. VOGT 1950 u. a. m.).

2. DER EINFLUSS MENSCHLICHEN WIRKENS AUF DAS GEOLOGISCHE GESCHEHEN DER GEGENWART

Sollte der vorhergehende Abschnitt allgemein orientierende Hinweise auf den menschlichen Anteil am geologischen Geschehen geben, so mögen nun die speziellen Grundlagen umrissen werden, welche sich bei der Analyse des künstlich bedingten geologischen Geschehens ergeben. Die vereinfachte Wirkungstafel (siehe Tabelle 2, Seite 226) zeigt ähnlich, wie dies in der Tabelle 1 für den natürlichen Wirkungsbereich versucht worden ist, die Verteilung der gegenwärtigen geologischen Einflußfelder des Menschen, wobei eine rohe quantitative Schätzung der Einflußgrößen versucht worden ist.

Besonders intensiv verläuft das Geschehen in den Grenzgebieten bzw. Grenzflächen und Grenzlinien (Lufthülle-Erdkruste, Lufthülle-Gewässer, Lufthülle-Gewässer-Erdkruste) des exogenen Teiles der durch die Tabelle erfaßten geologischen Dynamik. Zu Beginn der Menschheit ist praktisch noch kein oder nur ein geringer Einfluß denkbar (Hinweise prähistorischer Einflüsse des Menschen auf den Wasserhaushalt durch K. SCHROEDER 1958) und heute sind bereits alle Wirkungsfelder des exogenen geologischen Geschehens nachweislich künstlich beeinflusst worden, während das endogene geologische Geschehen unter der beginnenden Einflußnahme steht. Die geologische Wirkungsweise des Menschen auf seine Umwelt läßt sich durch ein Reaktionsschema darstellen, in welchem die Verflechtungen der Reaktionsabläufe aufgezeigt werden (Abb. 7). Der Reaktionsverlauf im Bereich der Wechselwirkungen von Mensch und Umwelt ist am ehesten mit einer Spirale zu vergleichen, deren Achse die Zeit symbolisiert. Sie drückt aus, wie der Mensch von der Umwelt wesentlich

beeinflusst wird und, also verändert, diese umgestaltend weiter fortwirkt. Es entsteht eine Art von Kreisprozeß bzw. eine Kettenreaktion unter Selbstverstärkung der einmal künstlich aufgeprägten Tendenz. Bedauerlicherweise muß festgestellt werden, daß wir es hierbei vorwiegend mit einer Tendenz zur künstlichen Steppen- und Wüsten-

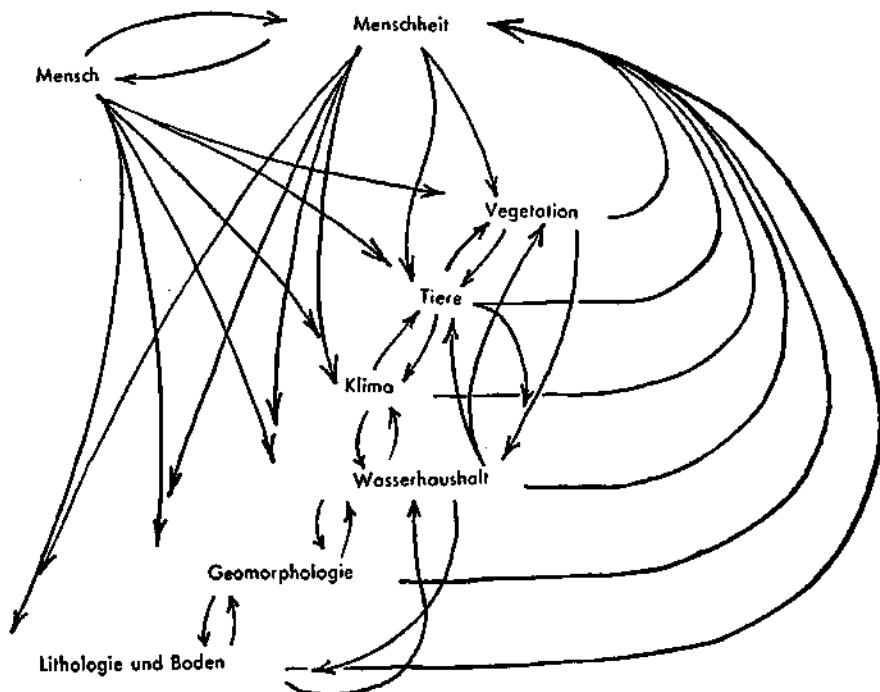


Abb. 7: Schema der Reaktionsverflechtung im Bereich der Grenzflächen AC, AB, ABC (siehe Abb. 6)

bildung und dem Abbau des Organischen zu tun haben (W. VOGT 1950, H. SEDLMAYR 1958). Eine planmäßige Steuerung derartiger, bereits fortgeschrittener Prozesse ist mit den heutigen Methoden noch sehr schwer möglich und bedarf außerordentlicher Anstrengungen (siehe auch W. VOGT 1950), diese sind aber notwendig, um die geologischen Vorgänge verantwortungsbewußt führen zu können und die Menschheit aus der ökologischen Falle zu befreien, die sie sich selbst gestellt hat (W. VOGT 1950).

Die Grundlagen der ökologischen Gestaltung hängen bereits weitgehend vom Menschen und von der Art seiner Beziehungsnahe zur

Umwelt ab. Durch seinen Stoffwechsel, seine Erbfolge und über die Gesamtheit der Sinnesorgane sowie über den körperlichen Bewegungsumfang wirkt die Umwelt auf den Menschen ein. Der Mensch wiederum wirkt durch die geistig-seelischen Kräfte über seinen körperlichen Bewegungsumfang auf die Umwelt zurück. Die Aktionsmittel, die den Menschen hierbei zur direkten und indirekten Gestaltung der Umwelt zur Verfügung stehen, sind: Wirtschaft, Krieg und Politik, Forschung und Erziehung (Kult, Kunst, Pädagogik, Hygiene und Medizin). Über die speziellen Reaktionen von Mensch und Umwelt ist ein sehr umfangreiches, fachlich allerdings außerordentlich zersplittertes Schrifttum erschienen.

Die Geologie als grundlegende zentrale Heimstätte hat dafür, trotzdem es an bedeutenden Hinweisen in ihrer Geschichte nicht mangelt, bisher noch wenig Interesse gezeigt. Es fehlt im großen und ganzen sogar an einer zielbewußten, systematischen Erforschung des natürlichen geologischen Geschehens der Gegenwart. Es fehlen uns noch die Kartenwerke, welche die geologische Dynamik der Gegenwart darstellen und Kartenwerke, welche die Veränderungstendenzen des gegenwärtigen Geschehens erkennen lassen, geschweige denn jene Kartenwerke, in denen das Wirken des Menschen im geologischen Sinne zum Ausdruck kommt. Eine der wichtigen Aufgaben der Geographie wäre es, das gesamte Erdbild in regelmäßiger Wiederholung (nach kurzen Zeitabständen) zu beschreiben, so daß aus den Veränderungen dieser Darstellungen ein Beitrag zum Studium des geologischen Geschehens zu erwarten wäre. Derartige Vorhaben gehen aber über die derzeitigen Möglichkeiten und Interessen hinaus. So ist es nicht verwunderlich, wenn sich jedes an der Ökologie des Menschen in irgendeiner Weise interessierte Fachgebiet unabhängig von anderen Arbeitsgebieten mit einem Teilgebiet des Reaktionsbereiches von Mensch und Umwelt befaßt. Meist erfolgt dies aber nur dann, wenn der Stachel des Schadens bereits entsprechend fühlbar und damit das Interesse für seine Beseitigung erweckt worden ist. Unter dem Druck der besorgniserregenden Ereignisse der Gegenwart melden sich bereits Stimmen verschiedenster Fachrichtungen, die zur Zusammenschau der Tatsachen drängen und die notwendigen Konsequenzen aufzeigen (W. VOGT, R. DEMOLL, H. SEDLMAYR, P. SCHULTZE-NAUMBURG).

Die Einflüsse des Menschen auf die pflanzlichen und tierischen Organismen sind teils direkter Natur (biologisch-genetische Eingriffe, örtliche Veränderungen durch Ausrottung, Verschleppung und Kul-

tivierung), teils indirekter Natur (Änderungen der ökologischen Bedingungen infolge Klimaänderungen, Veränderungen des Wasserhaushaltes, der Erdoberfläche sowie der Gesteins- und Bodenbildung). Während der züchterische Einfluß des Menschen auf Tiere und Pflanzen wohl in der Natur der Sache gelegen, unter Kontrolle gehalten werden konnte, haben die Verwüstungen bestehender Lebensgemeinschaften zum Teil unkontrollierbare Folgen gezeitigt. An erster Stelle sind hier die Waldzerstörungen zu nennen (R. MAACK 1956, R. LORENZ 1860, BAZING 1872), die sich wiederum auf Boden, Bodenleben, Klima und Wasserhaushalt sowie auf die Erosions- und Sedimentationsbedingungen auswirken. Rodung, Wüstung (I. MARIÉTAN 1956, G. FROMME 1957), Monokulturen, Fehlpflanzungen (W. MÜNKER 1957), falscher Bestandesaufbau (S. ANDRIANOW 1956), falsche Umtriebszeiten, Düngungsfehler, Verkahlung und Versteppung (E. AICHINGER), Weidebetrieb (R. ZILICH 1955), Waldbrände (W. GRABHERR 1936), Insektenbekämpfung und Wildpflege sind die Möglichkeiten, mit deren Hilfe es bis heute gelungen ist, der Steppen- und Wüstenbildung in allen Kontinenten der Erde gefährlichen Vorschub zu leisten.

Wesentliche Auswirkungen zeitigte die landwirtschaftliche Kulturweise auf Klima, Wasser, Boden (Bodenleben, Bodenfruchtbarkeit) (H. FRANZ 1949) und Leben, infolge der Einseitigkeiten der jeweils erzeugten wirtschaftlich-technischen Gegebenheiten (F. BAADE 1958), durch Raubbau, einseitige Nutzung, Düngungsfehler, einseitige Schädlingsbekämpfung und gesteigerten Wasserverbrauch. Siedlung, Industrie und Verkehr dringen vielfach störend und zerstörend in die natürlichen und kultivierten Lebensbereiche der Organismen ein (zum Beispiel Rauchgasschäden, Rodungen und anderes mehr).

Das geologische Geschehen der Natur reagiert auf die genannten Veränderungen der biologischen Gegebenheiten in Form von Erosionszunahmen, Sedimentationszunahmen (Verschlammungen z. B. von Hafenbecken), Schuttbildung, Schwemmkegelbildung, durch die Entstehung der Muren, Lawinen, Hochfluten, Verkarstungen, durch Grundwasserschwund und Eindringen von Salzwasser in die ehemaligen Grundwasserträger der Küstengebiete sowie durch Veränderungen der Bodendynamik und anderes mehr (W. VOGT 1950, A. WINKLER-v. HERMADEN 1954, H. ERHART 1956). Das Klima wird hierdurch zumindest in den örtlichen Bereichen extremer und die hydrologischen Erscheinungen bei schwindendem Wasservorrat immer unausgeglichener. Die biologischen Rückwirkungen der durch die

heutige Kultivierung von Tieren und Pflanzen (mittels Düngung, chemischer Insektenbekämpfung und züchterischer Maßnahmen) veränderten Nahrungsmittel und deren Einfluß auf den menschlichen Organismus dürfen hierbei nicht außer acht gelassen werden.

Über die Abhängigkeit des Klimas der bodennahen Luftschicht von den durch den Menschen geschaffenen Veränderungen der Umwelt hat vor allem R. GEIGER (1950) umfangreiches Material gesammelt und haben unter anderen W. KREUTZ, H. BECKER, G. RICHTER geschrieben. Es handelt sich hierbei um Auswirkungen, die teils indirekt und unbeabsichtigt durch Veränderungen an der Organismenwelt, an den Gewässern, durch Veränderungen der Bodenformen infolge Industrie, Siedlung und Verkehrsgestaltung erzeugt worden sind, zum Teil aber auch um solche, welche direkt und absichtlich herbeigeführt werden. Alle diese Vorgänge müssen sich in dem exogenen geologischen Geschehen der betreffenden Örtlichkeiten auswirken und die entsprechenden lithogenetisch-bodenkundlichen Merkmale verursachen.

Der Wasserhaushalt der Erde wurde sowohl indirekt über die biologischen und klimatischen Veränderungen als auch auf direktem Wege weitgehend beeinflußt (K. RODE, A. THIENEMANN, H. BERNFUSS, E. HORNSMANN, H. WEBER, W. VOGT, R. DEMOLL, H. HEHENWARTER, F. ZORELL). Die Einflußnahme ist hierbei heute sowohl qualitativ als auch quantitativ bereits so stark, daß sie nicht ohne Folgen auf das natürliche exogene Geschehen geblieben ist, daß sie auf die Erosion, auf Transport und Sedimentation, auf den geochemischen Stoffwechsel wesentlich zurückwirken und sich dadurch wiederum auf die Lithogenese auswirken muß (K. LEUCHS, K. ANDRÉE). Dies betrifft sowohl die Unterwasserablagerungen als auch jene der Landoberflächen, die in einem umfangreichen bodenkundlichen Schrifttum behandelt worden sind.

Im Anschluß daran sollten auch die geomorphologischen und die direkten lithologisch-bodenkundlichen Veränderungen untersucht werden, welche Exponenten der Umweltveränderungen und damit auch solche der direkten menschlichen Eingriffe im engeren geologischen Sinne sind, und die in Form geologischer Dokumente fixiert werden. E. DITTMER hat 1954 festgestellt („Der Mensch als geologischer Faktor“), daß die Entwicklungsgeschichte des jüngsten Holozäns an der Nordseeküste ohne Berücksichtigung des Faktors Mensch gar nicht denkbar ist (Faziesverhältnisse, Küstenentwicklung, Ausbildung der Prielsysteme, Grundwasserverhältnisse und Auswirkungen der Ein-

griffe auf den Sedimentationszyklus). H. VALENTIN (1951) erwähnt in seiner Küstenmorphologie ebenfalls die anthropogenen Vorgänge, denn „*schließlich ist selbst der Mensch als morphologischer Faktor zu betrachten*“. Der Mensch wirkt sich auch hier wiederum indirekt über die von ihm veränderte Umwelt aus und direkt durch seine spezifisch technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten. Besonders eingehend hat sich K. v. BÜLOW in vielen Veröffentlichungen mit dieser Seite der Geologie auseinandergesetzt (siehe auch A. MORTENSEN 1954/55).

Alle die hier skizzenhaft angeführten Arten der Umweltveränderungen wirken auf den Menschen selbst zurück. Ihre Auswirkungen auf den Menschen werden in seinen körperlichen und seelisch-geistigen Bereichen sichtbar. Sie beeinflussen seinen Gesundheits- bzw. Krankheitszustand und sein Reaktionsvermögen auf die natürlich oder künstlich bedingten Umwelteinflüsse und deren Änderungen. Zu dem Thema der Wechselbeziehung von Mensch und Umwelt und deren Rückwirkung auf den Menschen sind ebenfalls viele Studien veröffentlicht worden (siehe bei R. DEMOLL, W. VOGT, A. SEIFERT, P. SCHULTZENAUMBURG, F. MONTANDON, A. THIENEMANN, H. SEDLMAYR, S. PASSARGE, F. EICHHOLTZ, H. HASSINGER, H. SPREITZER, O. PESCHEL, A. BERNATZKY, F. OPPENBERG). — In diesem Zusammenhang muß zuletzt aber auch die Reaktionsverflechtung der Gegenwartsvorgänge erwähnt werden, bei denen es zu direkten Einwirkungen und Veränderungen des Menschen durch den Menschen in körperlicher und geistig-seelischer Hinsicht kommt. Wirtschaft, Krieg und Politik, Forschung und Erziehung (mit ihrer kultischen, pädagogischen und hygienisch-biologischen Einflußnahme) formen direkt am Wesen des Menschen und indirekt über die gesellschaftliche Umwelt (P. VOGLER 1957 in „Medizin und Städtebau“). So bedeutend der Einfluß der künstlich geschaffenen Umwelt auf den Menschen auch sein mag, so darf die direkte Einflußnahme des Menschen auf den Menschen in seiner Bedeutung nicht unterschätzt werden. Im Menschen selbst befinden sich die wesentlichen Quellen, welche den Mitmenschen gestaltend beeinflussen und die Umwelt verändern (siehe auch W. KNUTH, A. ROTH, P. HOFSTÄTTER, E. NEUMANN, A. GEHLEN, A. READ, H. FOCILLON, H. HARDIG, A. MALRAUX, L. FROBENIUS und andere mehr). Somit ist der Kreis der Betrachtungen geschlossen, an dessen Ausgangspunkt der Mensch und an dessen Ende die geologischen Dokumente seines Wirkens liegen und dazwischen sich der große Bereich von Verflechtungen direkter und indirekter Wechselwirkungen zwischen der Umwelt und der Eigenwelt befindet.

C Die Wechselwirkungen der natürlichen und künstlichen geologischen Gegebenheiten der Gegenwart

Das Gegenwartsgeschehen der Erde ist auf das Zusammenwirken natürlicher und künstlicher Faktoren zurückzuführen. Natürliche Vorgänge, deren künstlich erfolgte Abänderungen und die unabhängigen menschlichen Einflußnahmen bedingen das geologische Geschehen der Gegenwart und zeichnen sich direkt oder indirekt in den dadurch geschaffenen geologischen Dokumenten ab. Bei der geologischen Analyse des Gegenwartsgeschehens treffen wir sowohl auf das (stationäre) Zusammenwirken natürlicher und künstlicher Faktoren als auch auf deren Wechselwirkungen. In ersterem Falle läßt sich das Gegenwartsgeschehen auf die gleichzeitige Wirkung natürlicher und künstlicher Komponenten ohne nachfolgende Veränderungen ihrer Wirkungsweisen zurückführen. Die grundlegenden Veränderungen können hierbei vom Menschen verursacht sein und die Umwelt betreffen, also umweltbezogen wirken, oder es kann sich um Umweltvorgänge handeln, die auf den Menschen einwirken. Solche Veränderungen, die zu Gleichgewichtszuständen führen können, beobachten wir z. B. an Kulturböden, in Bereichen des Wasserbaues und der Wasserwirtschaft, an Pflanzen- und Tierkulturen sowie in der Einflußnahme natürlicher Faktoren auf den Menschen, worauf z. B. H. HASSINGER, S. PASSARGE und andere hingewiesen haben. Hierzu muß auch die Einflußnahme künstlicher Faktoren (sowohl unmittelbar menschliche Beeinflussungen infolge Kult, Erziehung und ärztliche Einflüsse als auch indirekte durch die vom Menschen veränderte Natur erfolgten Einwirkungen) auf den Menschen berücksichtigt werden (W. AKIMCEV 1957, R. DEMOLL 1954, E. HARDING 1948 u. a. m.).

Eine Wechselwirkung der natürlichen und künstlichen Faktoren liegt vor, wenn die Art des Zusammenwirkens nicht gleichbleibend in einer Richtung liegt, sondern wenn die vom Menschen gesteuerten Naturvorgänge auf den Menschen rückwirken, diesen beeinflussen und der so veränderte Mensch nun in anderer Weise steuernd auf das Naturgeschehen einwirkt usw. In Anbetracht des vorhin geschilderten Reaktionsschemas wird nun deutlich, daß die Wechselwirkung natürlicher und künstlicher Faktoren den Allgemeinfall solcher Beziehungen darstellt, und daß das mehr stationäre, gleichzeitige Zusammenwirken derselben (gleichbleibender Reaktionsverlauf eines gerichteten Geschehens) auf kurze Zeitabschnitte beschränkt bleiben wird.

Daß es auch bei Wechselwirkungen, im großen gesehen, zu gerichteten Geschehen kommen kann, wurde am Beispiel der „Kettenreaktion“ der Traunniederung gezeigt und als Selbstverstärkung im vorhergehenden Abschnitt erwähnt (H. HÄUSLER 1958, A. THIENEMANN 1955).

Die gegenwärtigen Vorgänge lassen sich hinsichtlich ihrer wirk-samen Anteile an natürlichen und künstlichen Komponenten in sechs Gruppen gliedern, welchen verschiedene Phasen der Wechselwirkun-gen zugeordnet werden können:

1. NATURVORGÄNGE OHNE EINFLUSSNAHME DES MENSCHEN

Diese hemmen oder fördern das Leben und die Entwicklung des Menschen. Die Veränderungen solcher Vorgänge beeinflussen den Menschen, wie dies an der Menschheitsgeschichte nachgewiesen worden ist (K. v. BÜLOW, H. HASSINGER) und heute z. B. an biologischen Vorgängen infolge der Klimaschwankung (C. v. REGEL 1957) mit ihren Folgeerscheinungen sowie in den Krustenbewegungen und den mag-matischen Erscheinungen, welche auf den Menschen einwirken, be-obachtet werden kann.

2. KÜNSTLICHE, NATURNAHE EINFLUSSNAHME DES MENSCHEN

Diese wirkt sich meist nur sehr langsam oder überhaupt nicht störend auf den Menschen aus. Die langfristigen, für den Menschen relativ günstigen (oder nur in sehr geringem Maße ungünstigen) Rück-wirkungen wirtschaftlicher, sozialer und menschlicher Art erfolgen durch Eingriffe, welche den natürlichen Verhältnissen angepaßt wurden, wie z. B. Anlage und Betrieb des standortgemäßen natur-nahen Wirtschaftswaldes, wie beim naturnahen Wasserbau und den naturverbundenen Wasserbilanzen, wobei alle Maßnahmen zur Ver-meidung jeglichen Raubbaues getroffen werden. Hierzu gehören auch die zahlreichen Versuche zur verantwortungsbewußten Gestaltung unserer Kulturlandschaft, die auf P. SCHULTZE-NAUMBURG, A. SEIFERT, W. ENGELHARDT und andere zurückzuführen sind. Kurzfristige Ein-griffe, wie z. B. die künstliche vorzeitige Ablösung absturzbereiter Felsmassen über Verkehrsanlagen, das sogenannte Absichern von Felswänden, verkürzen den natürlichen Ablauf der Verwitterung zu-gunsten der Sicherheit ohne dadurch die geologische Dynamik beson-

ders ungünstig zu beeinflussen. Derartige kurzfristige, naturnahe und vor allem schonende Eingriffe werden keinerlei schädigende Rückwirkungen auf den Menschen erwarten lassen.

3. KURZFRISTIG WIRKENDE, NATURFREMDE EINGRIFFE DES MENSCHEN IN DEN NATURHAUSHALT

Hiervon sind störende Rückwirkungen auf den Menschen verhältnismäßig kurzfristig zu erwarten. Solche Eingriffe werden von den Naturvorgängen rasch kompensiert und unschädlich gemacht. Hierzu gehören z. B. viele Auswirkungen von Kriegsgeschehen.

4. LANGFRISTIG WIRKENDE, NATURFREMDE EINGRIFFE DES MENSCHEN

Bei derartigen Eingriffen müssen wir auch mit langfristigen Rückwirkungen auf den menschlichen Lebensbereich rechnen. Wir müssen hierbei nachstehende Möglichkeiten berücksichtigen:

a) Die einmal künstlich bewirkte Änderung bleibt weitgehend im gleichen Umfang erhalten, wie dies z. B. bei künstlichen Reliefveränderungen der Erde der Fall ist.

b) Die künstlich bewirkten Änderungen werden nach und nach abgebaut und der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt, wie dies z. B. bei der Rückverwandlung des mitteleuropäischen Kulturlandes in den Wald erfolgt, sobald die menschlichen Einflüsse ausgeschaltet werden.

c) Die anfänglich erzielten Änderungen verstärken sich von selbst. Solche Beispiele können wir nach Grundwasserregulierungen beobachten, wo der Tiefenschurf der Gewässer künstlich verstärkt oder in Gang gesetzt wurde (H. HÄUSLER 1956 bis 1958, H. STREMMER 1955, A. THIENEMANN 1955). Wir können dies nach forstlichen Fehlmaßnahmen feststellen, bei denen es zur Degradation des Bodens gekommen ist, in deren Verlauf die völlige Bodenzerstörung folgt (W. VOGT 1950, H. ERHART 1956). Die Rückwirkungen solcher vielfach kurzfristig verursachter Eingriffe auf den Menschen sind meistens nachteiliger Art (W. VOGT 1950, R. DEMOLL 1954).

5. STÄNDIG WIEDERHOLTE EINFLUSSNAHME AUF DIE NATUR

Diese Einflüsse zeitigen meist recht unmittelbare Rückwirkungen auf den Menschen. Die pulsierenden Wechselwirkungen von Mensch und Umwelt verlaufen im Bereich des täglichen Wirtschafts- und

Kulturlebens in außerordentlich intensiver Weise sobald der ausgleichende Einfluß des natürlichen Geschehens nicht mehr möglich ist, oder von vornherein verhindert wird. Die Beanspruchung des Menschen durch die von ihm veränderte Umwelt ist bedeutend. Durch die Gewöhnung des Menschen an derartige Beanspruchungen aber nun selbst verändert, wirkt er sehr stark auf die Umwelt zurück. Solche Vorgänge können fieberartigen Charakter annehmen und sind, da heute vielfach noch zu wenig erkannt, der Anlaß zu schweren Schädigungen des Menschen und seiner Umwelt.

6. VERSUCHSWEISE VÖLLIGES AUSSCHALTEN DER NATURBEDINGTEN FAKTOREN UND INSBESONDERE ABBAU DER BIOLOGISCHEN KRÄFTE

Solche Maßnahmen zeitigen in Unkenntnis des Reaktionsgefüges noch weit schädlichere Wirkungen als im obigen Fall, besonders im engsten Bereich des menschlichen Wesens selbst. Kulturelle, soziale, körperliche, seelische und geistige Experimente führen in dieser Weise auf besonders wirksame Art zu einer Zerstörung des menschlichen Wesens und einer weitgehenden Störung der Umwelt. Im Falle des Gelingens solcher Versuche müßte mit dem Ende des menschlichen Wirkens gerechnet werden und es wäre zu erwarten, daß mit dem Ende seiner Einflußnahme auf das Naturgeschehen sich die eingeleitete Kettenreaktion im Sinne der Trägheit fortsetzt oder, wenn die schädigende Einflußnahme nicht stark genug war, diese abgebaut wird und sich die ursprünglichen natürlichen Verhältnisse wiederum einstellen.

D Geologische Dokumentation, Indikation und Diagnose des Reaktionsgefüges

Für den oberösterreichischen Raum hat erstmals H. WERNECK 1932 (Neubearbeitung 1950) in einer umfassenden Arbeit den Versuch gemacht, die naturgesetzlichen Grundlagen des Pflanzen- und Waldbaus zu schaffen. Durch Auwaldstudien verschiedener oberösterreichischer Flußgebiete, insbesondere jener an der unteren Traun, wurde H. HÄUSLER (1952) veranlaßt, das gegenwärtige Geschehen der Landschaft bzw. dessen geologischen Werdegang zu erklären und auf die Wechselwirkungen natürlicher und künstlicher geologisch wirksamer Komponenten zurückzuführen.

Um Gegenwartsvorgänge zu untersuchen, können wir uns verschiedenster Methoden bedienen, und es steht uns hierfür eine ganze Reihe spezieller Forschungsgebiete zur Verfügung, die mit dem geologischen Problembereich jeweils in Verbindung zu bringen sind. So ist es mit Hilfe der Meteorologie möglich, über alle jene Erscheinungen der exogenen Dynamik Analysen und Prognosen zu erstellen, an denen der Witterungsverlauf maßgeblichen Anteil hat. Umgekehrt können geologische Beobachtungen zu Rückschlüssen auf Klimavorgänge führen, was wiederum eine wertvolle Hilfe für den Meteorologen sein kann. Der Biologe wird geologische Daten als ökologische Elemente mit dem organischen Geschehen seines Untersuchungsbereiches in Verbindung bringen können. Dadurch werden sowohl für den Biologen als auch für den Geologen wertvolle Gesichtspunkte zu gewinnen sein. Auf ähnliche Weise lassen sich auch mit allen anderen Fachgebieten, welche in irgendeiner Weise mit dem geologischen Problembereich zu verknüpfen sind, wertvolle Wechselbeziehungen erwarten. Für den Geologen stellen alle die auf solche Weise gewonnenen Angaben wertvolle Elemente seiner „vierdimensionalen Weltstruktur“ dar und sind Bausteine des raum-zeitbezogenen geologischen Geschehens. Die Vorgänge der Gegenwart, welche durch die naturgesetzlichen Wirkungen und die historisch-geologischen Gesetzmäßigkeiten und Gegebenheiten bedingt sind, werden dadurch sowohl vergangenheits- als auch zukunftsbezogen zu betrachten sein.

Für den Geologen ist jedes Gegenwartsgeschehen auch ein Element der Erdgeschichte, welches in funktioneller Weise mit der Summe des bisherigen geologischen Geschehens und seiner Teilabschnitte verknüpft ist (H. HÄUSLER 1958). G. PFEIFFER (1958) hat von der geographischen Seite her ähnliche Gedanken erörtert und zum Ausdruck gebracht, daß dauernd Gegenwärtiges Vergangenheit wird und sich vorangegangene Strukturen in das nachfolgende Wirkungsgefüge und dessen Gestaltwerden vererben. Durch die Aktualgeologie ist die Erforschung der Gegenwartsercheinungen zu einem der wichtigsten Hilfsmittel der historischen Geologie geworden und stellt als Grundlage der geologischen Prognose ein ebenso wichtiges Hilfsmittel der angewandten Geologie dar. Es ist immer wieder nötig, sich diese Zusammenhänge vor Augen zu führen, da sie unserer täglichen Erfahrung nicht unmittelbar zugänglich sind. Es mag oftmals unverständlich sein, vor allem, wenn es sich um Vorgänge handelt, die den Menschen selber betreffen, daß eine soeben erfolgte Beobachtung mit dem bis-

herigen geologischen Geschehen (dessen Zeitumfang viele Jahrmillionen betragen kann) verknüpft werden und damit von geologischer Bedeutung sein könnte. Alle jene Erscheinungen der Gegenwart, die wir mit der Erdgeschichte in Beziehung bringen, mögen, unabhängig von ihrer Bedeutung oder Beanspruchung für andere Fachgebiete, einer geologischen Betrachtung und Bearbeitung unterzogen werden, wobei sie unter der arbeitstechnischen Sammelbezeichnung als „geologisches Geschehen“ behandelt werden. Hieraus folgt, daß die Zusammenarbeit mit den einschlägigen Fachgebieten notwendig ist, um eine rationelle Arbeitsweise zu gewährleisten (siehe auch HÄUSLER 1957). Es ist hierbei keinerlei mißliebige Konkurrenzierung der verschiedenen Fachgebiete zu erwarten, sondern ihre gegenseitig fördernde Zusammenarbeit möglich.

An dem heutigen, für geologische Überlegungen interessanten Geschehen müssen wir zunächst die wirksamen natürlichen und künstlichen Komponenten sowie ihre Faktoren und Funktionsbeziehungen ermitteln, ehe wir Aussagen hinsichtlich der geologischen Vergangenheit oder hinsichtlich des geologischen Reaktionsgefüges gegenwärtiger sowie über die künftig zu erwartenden geologischen Vorgänge machen. Wir werden zunächst versuchen müssen, durch Dokumentation und Indikation die wirksamen Komponenten des gegenwärtigen Geschehens und seines Reaktionsgefüges zu erfassen. Danach werden wir die verschiedenen Arten der funktionellen Verknüpfung dieser Komponenten durch geeignete Diagnosen zu ermitteln versuchen und die Tendenz ihrer Dynamik feststellen.

Zur geologischen Dokumentation des gegenwärtigen Reaktionsgefüges stehen uns verschiedene Methoden zur Verfügung, die von H. HÄUSLER (1956) zum Teil im Naturkundlichen Jahrbuch erwähnt worden sind. Wir müssen hierbei direkte und indirekte Beobachtungen geologischer Vorgänge der Gegenwart unterscheiden. Die direkten Beobachtungen beruhen auf Mitteilungen der betreffenden Beobachter, seien es unmittelbare Schilderungen oder Aufzeichnungen bestimmter Ereignisse durch gegenwärtig lebende oder durch Aufzeichnungen und Abbildungen verstorbener Beobachter über Ereignisse der jüngsten Vergangenheit. Auf diesem Wege erhalten wir den lebendigsten Eindruck vom geologischen Geschehen der Gegenwart. Derartige Beobachtungen werden hierbei sowohl Äußerungen des endogenen geologischen Geschehens (Erdbeben, Vulkanismus, tektonische Bewegungen) als auch jene des exogenen Geschehens erfassen (Reliefver-

änderungen, Änderungen der Boden-, Wasser- und Klimaverhältnisse, Beobachtungen über die gegenwärtige Gesteinsbildung sowie über die Vorgänge pflanzlichen und tierischen Lebens und solche über den Menschen selber mit seinen anthropologischen und kulturellen Erfahrungen). Viele Beobachtungen von seiten der nichtgeologischen Fachgebiete stellen hierbei außerordentlich wertvolles Material dar, welches nicht übersehen werden darf, so daß die Zusammenarbeit mit den Nachbarfächern auch in dieser Hinsicht zu pflegen ist, zum Beispiel Katastrophenforschungen (F. LOTZE 1954, F. MONTANDON 1924, 1955), Bodenanalysen, Erosionsbeobachtungen, Wassermessungen, Grundwasserbeobachtungen, Wetterbeobachtungen, pflanzen- und tiersociologische Studien, Wald- und Siedlungsgeschichte, Messungen der Geschiebebewegungen, geodätische Messungen der Geländeformung, geophysikalische Beobachtungen, Jahresringmessungen, kulturwissenschaftlich-anthropologische Untersuchungen und anderes mehr.

Überaus günstig hat sich die Auswertung von Archivalien erwiesen, welche besonders in Deutschland mit gutem Erfolg für die Erosionsforschung verwendet worden ist (A. BECKER 1945, W. VOGT 1958, G. RICHTER 1952 u. a. m.). Sehr brauchbar ist hierbei besonders die Auswertung von Bilddokumenten, topographischen Karten und Katastermappen sowie die speziellen, vom Menschen gesetzten Dokumente bzw. Denkmale über das Naturgeschehen der betreffenden Kulturlandschaft in Form von Hochwassermarken, Gedenktafeln besonderer lokaler Naturereignisse, oder auch allgemein kulturhistorische Dokumente, welche auf das Naturgeschehen Bezug haben. Hierbei sind insbesondere auch Dokumente der Technik aus der Gegenwart und der jüngsten Vergangenheit zu erwähnen. Die indirekten Beobachtungen erfassen alle jene Vorgänge, welche in Form von natürlich gebildeten Dokumenten, von solchen, die durch das Naturgeschehen konserviert und solchen, die künstlich fixiert worden sind. Derartige, in dem hier geschilderten Zusammenhang als geologisch zu bezeichnende Dokumente können in spezifischen Reliefformen bzw. im geomorphologischen Geschehen gefunden werden sowie in den lithogenetischen Merkmalen der Gesteine, in den Bodenmerkmalen, in den Lagerungsbedingungen von Fossilien und deren Zusammensetzung, in Lebensspuren, Kulturspuren, Kulturinhalten. Mit Hilfe solcher Dokumente müssen wir versuchen, das geologische Geschehen der Gegenwart zu erfassen und auf seine natürlichen und künstlich bedingten Komponenten zurückzuführen.

Im Zuge der Traunstudie im Großraum von Linz hat HÄUSLER (1952) auf diese Weise den Versuch gemacht, die geologischen Komponenten zur Beurteilung eines technischen Projektes zu ermitteln. Im Zuge von Untersuchungen über oberösterreichische Auwaldtypen wurde für die forstwirtschaftlichen Belange der Versuch gemacht, die naturgesetzlichen Vorgänge der gegenwärtigen Flußlandschaft aus dem geologischen Funktionszusammenhang mit Hilfe der geologischen Dokumente zu ermitteln (H. HÄUSLER 1952). In Deutschland wird derzeit viel Mühe aufgewendet, um in ähnlicher Art dem Problem der Bodenerosion zu Leibe zu rücken (J. H. SCHULTZE 1952, O. SCHMITT 1952). Auch im Zuge von Beweissicherungsverfahren haben sich derartige Methoden bewährt (M. TRÉNEL 1942, H. HÄUSLER 1953). Außer solchen für die Praxis wertvollen und notwendigen Studien sollten derartige Untersuchungen auch für die Grundlagenforschung systematisch betrieben werden, da hier der Geologie noch Arbeitsgebiete offenstehen, deren Bearbeitung besonders der Aktualgeologie zugutekommen würden.

Die uns zur Verfügung stehenden geologischen Dokumente besitzen je nach ihrer Art einen qualitativ und quantitativ verschiedenartigen Aussagegehalt. Es hängt hierbei weitgehend von der jeweils gewählten Arbeitsweise und von der Art der Problemstellung ab, bis zu welchem Grade wir den Aussagegehalt ausschöpfen oder unsere Aussagemöglichkeit vergrößern können. Es bedarf hierzu besonders der Kenntnis geologischer Indikatoren des gegenwärtigen Reaktionsgefüges, um die an den geologischen Dokumenten erkennbaren Merkmale weitestgehend ausdeutbar zu machen. Bei den Auwalduntersuchungen von Linz und den Walduntersuchungen von Redl-Zipf (H. HÄUSLER 1954, 1956) haben sich die pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Merkmale als empfindliche Indikatoren bestimmter Umweltveränderungen erwiesen, womit die wirksamen geologischen Tendenzen der betreffenden Landschaften erfaßt werden konnten. Die Organismen sind hierbei besonders empfindliche Indikatoren von Umweltveränderungen und nach sorgfältiger Prüfung als Zeiger bestimmter geologischer Faktoren und deren Änderungen zu verwenden (siehe auch bei W. KÜHNELT, H. HUPNAGL, H. FRANZ, J. BRAUN-BLANQUET).

Von großer Bedeutung sind die Aussagewerte von Fossilien und Lebensspuren, welche die spezifischen Indikatoren bestimmter geologischer Vorgänge darstellen können. Aber auch bodenkundlich-

lithogenetische Merkmale können sehr brauchbare Indikatoren abgeben, sobald die Funktionsbeziehungen der wirkenden Faktoren erfaßt und ihre Veränderungen durch spezifische Merkmale möglichst hoher Empfindlichkeit charakterisiert werden können. So kann zum Beispiel der Boden unter Umständen als Exponent des Wasserhaushaltes aufgefaßt werden und bestimmte Merkmale (wie Farbverteilung, Verteilung der pH-Werte, Verteilung der Kalziumkarbonatkonzentrationen) als spezifischer Indikatoren der örtlichen Wasserhaushalte dienen (W. LAATSCH 1954, H. HÄUSLER 1954, 1956). Auch die sonstigen, in der Geologie verwendeten lithogenetischen Merkmale können fallweise als wertvolle und spezifische Indikatoren des gegenwärtigen geologischen Geschehens dienen, wie dies den Arbeiten von K. ANDRÉE 1923, K. LEUCHS 1942, 1939, K. GRIPP 1954, 1958, E. SEIBOLD 1958, H. HÄUSLER 1944, 1956 bis 1958, zu entnehmen ist. Eine systematische Bearbeitung des lithogenetischen Stoffgebietes im Sinne von K. ANDRÉE und K. LEUCHS steht heute im wesentlichen noch aus und läßt eine Bereicherung der geologisch brauchbaren Indikatoren erwarten. Weitere geologische Indikatoren sind, je nach den örtlichen Gegebenheiten und der Problemstellung, unter den geomorphologischen und klimatologischen Merkmalen des betreffenden Gebietes zu suchen.

Erstreckte sich die geologische Dokumentation älterer Untersuchungen auf die natürlichen Erscheinungen und deren Veränderungen durch den Einfluß des Menschen, so wird es bei den künftigen Untersuchungen gegebenenfalls notwendig werden, den Menschen selbst (und dessen Veränderungsmöglichkeiten) in bezug auf sein geologisches Wirkungsvermögen in den Kreis der Betrachtung einzubeziehen. Sein körperlich und geistig-seelisches Verhalten, seine Kultur, haben, wie erwähnt, wesentlichen Anteil am Umweltgeschehen, so daß wir auch hierfür nach geeigneten spezifischen Indikatoren suchen müssen. Die empfindlichsten Indikatoren dürfen wir hierzu wohl aus dem Bereich der Kulturwissenschaften und insbesondere der Kunstwissenschaften erwarten (H. RICKERT in G. KNOPP 1950, H. SEDLMAYR 1958, H. BULLE 1922, I. L. VAUDOYER 1957).

Die Bedeutung solcher Indikatoren besteht vor allem darin, daß sie es uns ermöglichen, aus den geologischen Dokumenten weitaus mehr zu entnehmen, als auf Grund des unmittelbaren persönlichen Eindrucks möglich ist. Voraussetzung hierzu ist allerdings eine genaue Untersuchung und Kenntnis der wirkenden Faktoren sowie des Fak-

torenspieles, um den maßgeblichen Indikator des betreffenden geologischen Geschehens festzustellen.

Sobald es uns in einem konkreten Fall gelungen ist, die geologischen Dokumente zu beschaffen und die spezifischen geologischen Indikatoren festzustellen, können wir versuchen, die geologische Diagnose des Reaktionsgefüges, welches einem bestimmten geologischen Vorgang zugrunde liegt, zu erstellen. Hierbei sind die natürlichen und künstlich bedingten Komponenten und die Art ihres Zusammenwirkens in dem betreffenden geologischen Geschehen nachzuweisen, so daß sich daraus ihr raum-zeitliches Reaktionsgefüge bestimmen läßt. Auf diese Weise lassen sich jene Grundlagen ermitteln, welche uns gestatten, aus dem Erscheinungsbild der Gegenwart auf die künftig zu erwartenden Veränderungen desselben zu schließen und die Vorgeschichte hierzu zu rekonstruieren.

E Kennzeichnung der geologischen Größenordnung des menschlichen Leistungsumfanges

1. DIE GRÖSSE DES GEGENWÄRTIGEN LEISTUNGSUMFANGES DES MENSCHEN IM VERGLEICH MIT NATÜRLICHEN GEOLOGISCHEN VORGÄNGEN

In den vorhergehenden Abschnitten wurde der Versuch gemacht, den Umfang des geologischen Wirkungsbereiches zu skizzieren, den der Mensch bereits beeinflußt hat. Trotzdem darüber schon ein umfangreiches Schrifttum aus den verschiedensten Fachgebieten in direktem oder indirektem Zusammenhang vorhanden ist und die Belange der Praxis immer mehr von der ansteigenden Intensität der Wechselwirkung von Mensch und Umwelt abhängig werden, fehlt es doch weitgehend an dem Bewußtsein, daß der gestaltende, projektierende Mensch auch als geologischer und damit verantwortlicher Faktor wirksam ist. An Hand von Beispielen geologischer Vorgänge der letzten 100 Jahre ist deutlich zu erkennen, daß die Umwelt durch die menschliche Tätigkeit sehr stark verändert wurde und diese Tätigkeit nicht mehr als Ausdruck bloß geringfügiger Kräfte schwächer Einzelwesen zu bewerten ist. Es ist vielmehr zu erkennen, daß diese Tätigkeit geologische Bedeutung erlangt hat und daß ihre Auswirkungen bereits dem Umfang geologischer Vorgänge der Erdgeschichte vergleichbar, von sozusagen geologischer Größenordnung sind.

Mit besonderer Deutlichkeit konnte dies an den genannten Beispielen der unteren Traun festgestellt werden, wonach der natürliche Eintiefungsfortschritt der Traun in der Eiszeit mit etwa 0,3 bis 0,5 Millimeter pro Jahr anzuschätzen ist, dem eine durch den Menschen bedingte Geschwindigkeitszunahme auf 60 Millimeter pro Jahr gegenüberzustellen ist (H. HÄUSLER 1956). Dieses Beispiel habe ich zum Anlaß genommen, um im besonderen Maße auf die geologische Seite der durch den Menschen geschaffenen Gegenwartsprobleme hinzuweisen und um eine systematische Bearbeitung dieses bereits historisch begründeten Teilgebietes der Geologie anzuregen, somit bereits Vergessenes in Erinnerung zu bringen. Für die Praxis der angewandten Geologie mögen diese Beispiele zur Illustrierung der natürlichen und künstlich möglichen Wirkungskräfte dienen, um die hierfür notwendigen Konsequenzen zu bewirken.

In den folgenden Zeilen mögen nun zu diesem Zweck einige weitere quantitative Vergleiche von natürlichen geologischen Vorgängen und ihren künstlich bedingten Entsprechungen angeführt werden. In manchen Beispielen ist es möglich, auf direkte Vergleiche einzugehen, in anderen Fällen sind nur relative Vergleiche auf Grund von modellartigen Annahmen möglich, die aber selber nicht realisierbar sind. Die Beispiele werden hierbei zweckmäßig zu Gruppen gleicher Erscheinungsweisen zusammengefaßt, wobei in diesem Rahmen auf eine umfassende systematische Darstellung ebenfalls verzichtet werden muß, die einem eigenen Werk der Anthropogeologie vorbehalten bleibt.

a) Der vom Menschen beherrschte Energieumfang (auf 1952 bezogen).

Bei den Betrachtungen zum Energieumfang des Menschen seien nur die klassischen Energiequellen (Muskelkraft, Kohle, Erdöl, Erdgas und Wasserkraft) berücksichtigt, ohne die Energie der Kernreaktionen und der Sprengstoffe zu erwähnen. Zur leichteren Orientierung über die gebräuchlichen Abkürzungen sei nachstehende Übersicht eingeschaltet:

- 1 Wh = 1 Wattstunde
- 1 kWh = 1 Kilowattstunde = 10^3 Wh
- 1 MWh = 1 Megawattstunde = 10^6 Wh
- 1 GWh = 1 Gigawattstunde = 10^9 Wh
- 1 TWh = 1 Terawattstunde = 10^{12} Wh

Nach F. BAADE (1958) betrug der Weltenergieverbrauch bzw. der Verbrauch an primären Energieträgern für das Jahr 1952 bereits 29.593 TWh, wovon 10.200 TWh als Nutzenergie verbraucht worden sind.

a) Vergleich des künstlich erzeugten Energiepotentials von 1952 mit dem Energieumsatz natürlicher Erdbeben

Der natürliche Energieaufwand bei dem zerstörenden Erdbeben von Messina (1908) betrug 4,4 TWh, und der des kalifornischen Bebens von 1906 einen solchen von 44 TWh, das sind 0,04 Prozent bzw. 0,43 Prozent des Weltenergieverbrauches von 1952. A. SIEBERG gibt 1923 eine Liste von Erdbeben an, welche in der Größenordnung der Arbeitsleistung des Bebens von Linera (Sizilien, 1914) bis zum Beben von Isik-Kul (Turkistan, 1911) reicht, und Beträge von 0,001 TWh bis 1240 TWh aufweist, das sind maximal 4,2 Prozent des Weltenergieverbrauches von 1952 (siehe Abb. 8).

Großsprengungen, wie jene des Weltkrieges vom Wytschaete-Bogen (BÜLOW-KRANZ-SONNE 1938) von 0,002 TWh wirken sich etwa in der Größenordnung des obengenannten Bebens von Linera aus dem Jahre 1914 aus. Atombomben vom Typ der Hiroshima-Bombe erzeugen Arbeitsleistungen von 0,1 TWh, was etwa dem Erdbeben von Marsica in Mittelitalien (1914) nach A. SIEBERG (1923) entspricht (H. BOND 1946).

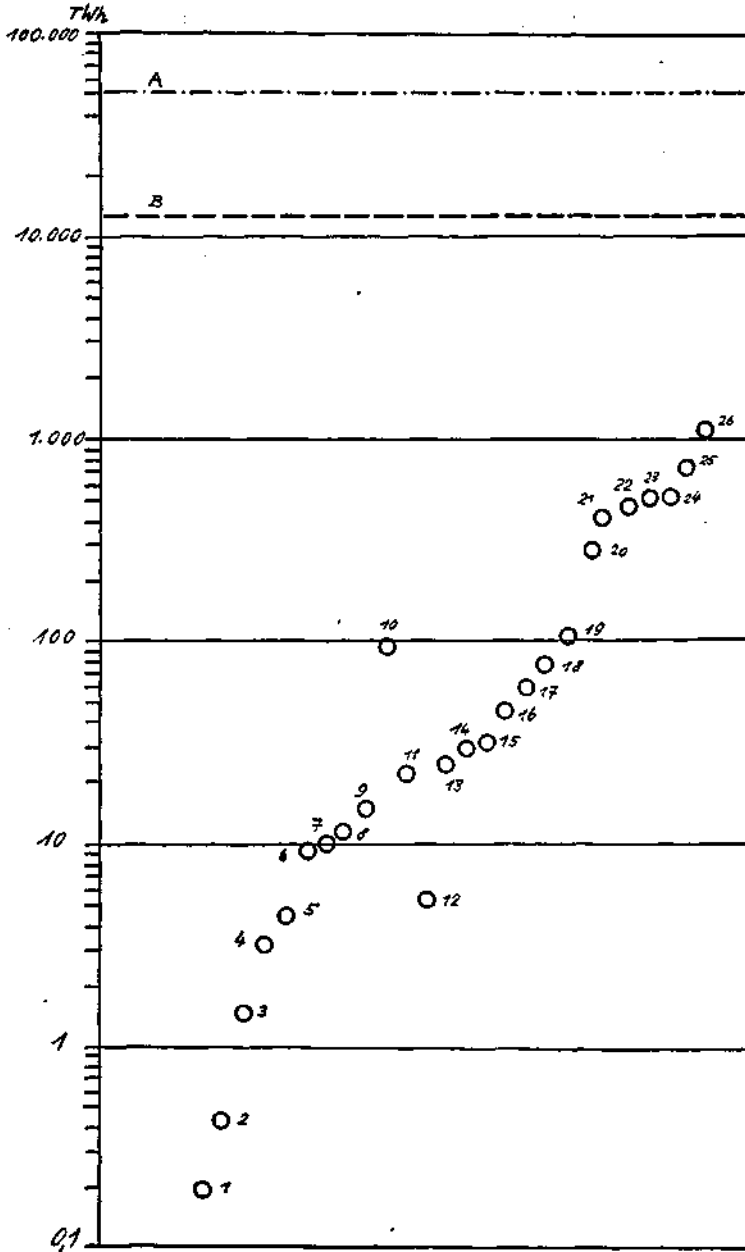
b) Vergleiche des künstlichen Energiepotentials mit der Gezeiten- und Flußenergie der Erde

Die Gesamtheit der Energieleistungen aller Ströme der Erde wird mit 5,6 TW, und jene der durch die Gezeitenunterschiede der Weltmeere bedingten Energie auf 39,2 TW geschätzt (E. JUSLI, zitiert in F. BAADE 1958). In bezug auf die Ströme entspricht diesen Angaben ein jährlicher Energieanfall in der Größenordnung von 28.000 TWh, was der Energieproduktion von 1952 entspricht. Bei der Gezeitenenergie ergibt sich hierbei ein Betrag von 156.800 TWh, was in der Größenordnung jener jährlichen Produktion gleichkommt, welche für das Jahr 2000 anzunehmen ist (F. BAADE 1958).

c) Gedankenmodell

Zur weiteren Illustrierung möge nachstehendes Gedankenmodell dienen, welches nur eine Fiktion darstellt. Mittels der Nutzenergie von

Abbildung 8



1952 in der Höhe von 10.200 TWh wäre es möglich, die Eisflächen der Erde in einem Umfang von $16 \cdot 10^6$ Quadratkilometern um etwa 6,9 Meter pro Jahr abzuschmelzen, was einem Ansteigen der Weltmeere von 280 Millimetern pro Jahr entsprechen würde. Demgegenüber beträgt der heute geschätzte Anstieg der Weltmeere seit 1890 etwa 1,1 Millimeter pro Jahr (M. PFANNENSTIEL 1951).

β) Der künstliche Transportumfang

Nach G. DEISSMANN (1956) stand der Weltbevölkerung folgender Umfang an Transportmitteln zur Verfügung:

Lastkraftwagen (Stand 1956) 21,695.000 Stück

Bahn-Güterverkehr (1954) 2.207 Milliarden Tonnen-Kilometer

Schiffe (1955) 735 Millionen Tonnen

Mit Hilfe der Lastkraftwagen können unter Annahme der Ladungsgröße von drei Tonnen pro Wagen und einem stündlichen Fahrweg von 40 Kilometern pro Jahr rund 11.315 Milliarden Tonnen-Kilometer geleistet werden. Bahn und Lastkraftwagen zusammen ergeben somit 13.522 Milliarden Tonnen-Kilometer. Nimmt man das Schüttgewicht von Erde und Fels mit etwa 1,5 Tonnen pro Kubikmeter an, so könnte allein mit dem Transportvolumen der Lastkraftwagen jährlich eine Erdmasse bewegt bzw. umgelagert werden, deren Volumen etwa 200 Kubik-Kilometer groß wäre. Mit dieser Erdmasse könnten die gesamten Festlandflächen in dem Betrag von 1,5 Millimetern pro Jahr aufgeschüttet bzw. umgelagert werden. Dies wäre der 25fache Betrag, der für die natürliche Denudation der Erdoberfläche in der Größe 0,06 Millimeter pro Jahr angenommen wird (R. BRINKMANN 1956). Der natürliche Materialtransport sämtlicher Gewässer der Erde beträgt nach W. KNOCHÉ (1939) etwa 12,5 Kubik-Kilometer, also rund sechs Prozent des jährlich möglichen Lkw-Umschlages. Mit dem Schiffsgüterverkehr für 1955 könnte z. B. eine zehn Meter hohe Steil-

Abb. 8: Vergleich der Energiebeiträge verschiedener Erdbeben und des Weltenergieverbrauches (A) für 1952 bzw. der Nutzenergie 1952 (B) (in beiden Fällen ohne Kernenergie) nach Unterlagen von A. Sieberg, F. Baade. Die Skala ist mit einer logarithmischen Teilung versehen und zeigt die Terawattstunden an. 1 bis 26 entsprechen den Energiebeträgen nachstehender Erdbeben:

1. Ischia (1883), 2. Hekla (1912), 3. Sakurashima (1914), 4. Adra (1910), 5. Costa Rica (1910), 6. Mollendo (1913), 7. Inverness (1901), 8. Sarez (1911), 9. Messina (1910), 10. Messina (1910), 11. Benavente (1909), 12. Benavente (1909), 13. Hereford (1896), 14. Riviera (1887), 15. Avezzano (1915), 16. Kalifornien (1906), 17. Mino-Owari (1891), 18. Mino-Owari (1891), 19. Nevada (1915), 20. Assam (1897), 21. Charleston (1888), 22. San Salvador (1915), 23. Lissabon (1775), 24. Nase (1911), 25. New Madrid (1811), 26. Issik-Kul (1911)

küste von 44.000 Kilometern Länge (dem Erdumfang entsprechend) jährlich um einen Meter zurückgenommen werden. Nach den Annahmen von K. v. Bülow (1957) entsprechen im Vergleich dazu die der Erosion besonders ausgesetzten Küstenstrecken 2,2 Prozent der Gesamtlänge der Meeresküste, deren Zerfall je nach der Örtlichkeit in der jährlichen Größenordnung von 0,1 bis 1,0 Meter fortschreitet.

Die mit Bahn und Lastkraftwagen jährlich transportierbare Stoffmenge käme bereits einer Geschiebefracht gleich, welche, auf die Gesamtlänge aller Ströme der Erde von 80.018 Kilometern bezogen, etwa ein bis drei Prozent des jährlichen Festlandabtrages ausmacht. Ein weiteres Vergleichsmodell des jährlichen Transportvolumens von Lastkraftwagen- und Bahngüterverkehr ergibt sich aus der mittleren jährlichen Geschiebefracht des Rheins. Diese beträgt nur den 0,00002sten Anteil des künstlichen Transportvolumens.

γ) Der künstliche Erosionsumfang

Zur Illustrierung des derzeitigen künstlichen Erosionsumfanges mögen wiederum Vergleichsmodelle angenommen werden. Der sowohl auf händischem Wege als auch mittels Sprengungen jährlich mögliche Abtrag des Festlandes kann mit 606 Kubikkilometern angenommen werden. Die Gesamtförderung vulkanischer Produkte auf der Erde in der Zeit von 1500 bis 1940 wurde von SAPPER (nach A. RITTMANN 1936) mit 392 Kubikkilometer angegeben. Dieser Vergleich sei nebenbei eingeschaltet und die vorhergehende Überlegung weiter ausgeführt. Mit der oben angegebenen künstlichen Erosionsmenge wäre ein jährlicher Abtrag der Festlandsfläche um 4,5 Millimeter anzunehmen, dem der bereits erwähnte natürliche Abtrag von 0,06 Millimetern pro Jahr gegenüberzustellen ist.

Der jährliche Abbau der Erdkruste durch die Rohstoffentnahmen der Industrie und Landwirtschaft innerhalb der letzten Jahre (bezogen auf 1956) sowie das jährliche Volumen des durch die landwirtschaftliche Tätigkeit bewegten bzw. umgebrochenen Bodens ergeben insgesamt ein künstlich bewegtes Bodenvolumen, welches, auf die gesamte feste Erdoberfläche bezogen, einer jährlich bewegten Schichte von 7,7 Millimetern entspräche. Auf die landwirtschaftlich genutzte Festlandsfläche allein bezogen, würde diese Schichte 280 Millimeter betragen. Mit der genannten natürlichen Denudation von 0,06 Millimetern pro Jahr als Vergleichswert verhält sich das Volumen der

natürlich bewegten Gesteine zum Volumen der künstlich bewegten Massen wie 1:128.

Die aus Schwebstoff und Geröllfrachten von Rhein, Wolga und Mississippi (nach R. BRINKMANN 1956 und F. KLUTE 1933) ermittelten jährlichen Denudationsbeträge in der Höhe von 0,005 Millimetern und 0,004 Millimetern bzw. 0,052 Millimetern sind verschwindend klein gegenüber dem Gesteinsvolumen der Erdkruste, welches der Mensch heute bereits bewegen könnte.

Ein weiteres Gedankenmodell ergibt sich auf Grund des Sprengstoffverbrauches in Österreich. Auf Grund des Sprengstoffverbrauches der letzten 44 Jahre wäre auf ein Felsvolumen von rund 600 Millionen Kubikmetern zu schließen, welches auf diese Weise gelöst worden ist. Auf die Fläche des Bundesgebietes bezogen, entspricht dem ein Abtrag von sieben Millimetern, das sind 0,16 Millimeter pro Jahr, also mehr als das Zweieinhalbfache des natürlichen durchschnittlichen jährlichen Abtrages der Erde.

Die künstliche Erosionsleistung ist das Ergebnis der bereits weit fortgeschrittenen Entwicklung technischer Großgeräte und bis zu einem gewissen Grad ein Ergebnis des Bevölkerungszuwachses. E. FELS 1954 erwähnt z. B. einen Riesenbagger (1935), der im deutschen Braunkohlenbergbau verwendet wurde und 3000 Kubikmeter in der Stunde fördern kann. In jüngster Zeit ist der größte Löffelbagger der Welt mit einem Fassungsraum von etwa 50 Kubikmetern erzeugt worden.

Für Großbritannien hat R. L. SHERLOCK 1922 (zitiert nach E. FELS 1954) festgestellt, daß innerhalb von 2000 Jahren die künstlich bedingte effektive Gesamtausräumung rund 30 Kubikkilometer erreicht hat, wobei die größte Leistung innerhalb der letzten 200 Jahre anzunehmen ist. Diese Ausräumung entspricht, auf die Fläche des Gebietes bezogen, einer künstlich abgebauten Schicht von 13,31 Zentimetern das sind bei einem angenommenen Abbauprozeß von 2000 Jahren 0,06 Millimeter pro Jahr (auf die oben genannten 200 Jahre bezogen, also 0,6 Millimeter pro Jahr). Aus der natürlichen Schlammführung der Flüsse ermittelte A. GEIKIE (nach E. FELS 1954) für den gleichen Zeitraum von 2000 Jahren einen Betrag von 6,91 Zentimetern, das sind 0,03 Millimeter pro Jahr.

Die Umgestaltung des Festlandes der Erde durch Erdbewegungen schätzt E. FELS (1954) allein infolge von Verkehrsbauten auf mindestens 160 Kubikkilometer. Vergleichsweise sei hier nochmals die

Förderziffer der Vulkane in der Zeit von 1500 bis 1940 angeführt (SAPPER nach A. RITTMANN 1936), in der 64 Kubikkilometer Lava und 328 Kubikkilometer Lockermassen gefördert worden sind. Auch der Vergleich mit dem jährlichen Gesamtabtrag durch die Flüsse in der Höhe von 12,4 Kubikkilometern (W. KNOCHÉ 1939) möge nochmals die derzeitige Größenordnung der menschlichen Eingriffe beleuchten.

Durch wirtschaftliche Maßnahmen bedingt (vor allem durch forstwirtschaftliche Fehler bzw. Raubbau), ereignen sich manchmal Fälle großer, plötzlicher Massenbewegungen in Form von Muren und Bergstürzen. Der im Zuge der Schiefergewinnung künstlich ausgelöste Bergsturz von Elm in der Schweiz umfaßte 10,5 Millionen Kubikmeter (A. HEIM 1932). Der Bergsturz von Langen am Arlberg (1892) umfaßte dagegen nur 500.000 Kubikmeter, und der Sandling-Bergsturz lieferte sechs bis neun Millionen Kubikmeter Murbrei. K. BISTRITSCHAN (1939) beschrieb den Schuttkegel des Eibenberger Tobels bei Sandling, der durch Kahlschlag verursacht worden ist, und schätzte dessen Volumen auf 300.000 Kubikmeter. BAZING (1872) erwähnt Murverwüstungen aus Tirol, welche durch mangelnde Forstpflge verursacht worden sind. Die Größe von Muren bewegen in unseren alpinen Gebieten etwa zwischen 20.000 und 300.000 Kubikmeter (nach J. STINY aus A. WINKLER-V. HERMADEN 1945), so daß durch den Menschen fallweise recht ansehnliche Massenbewegungen bedingt sein können. Ähnliches ist auch einer Notiz von J. SCHMIDT (1955) zu entnehmen, wonach am 27. und 28. März 1928 durch ein Unwetter bei Hollabrunn (NÖ.) 110.000 Kubikmeter Ackerland in Bewegung gesetzt worden sind, was durch die Kultivierung dieses Gebietes ermöglicht wurde.

Aber auch durch die vom Menschen verursachte Winderosion werden große Materialmengen verfrachtet. A. SEIFERT (1942) erwähnt einen Sandsturm aus den Vereinigten Staaten von Amerika vom 11. Mai 1934, durch den 300 Millionen Tonnen Ackerboden ins Meer geweht worden sind. R. DEMOLL (1954) erwähnt Staubstürme, welche durch das Umbrechen des Präriebodens bedingt sind, und jährlich 800 Millionen Tonnen Staub (Humus) mehr als 2000 Kilometer weit verfrachten.

R. BRINKMANN (1956) gibt die Denudation der Festlands oberfläche, wie bereits mehrfach erwähnt, mit insgesamt 0,06 Millimeter pro Jahr an. Je nach dem Flußgebiet schwanken die Denudationsbeträge (welche zum größten Teil ebenfalls bereits künstlich beeinflusst sind, worüber aber keinerlei zahlenmäßige Nachweise vorliegen, und welche aus

Geröllfracht, Schwebfracht und Lösungsfracht ermittelt wurden) von 0,012 Millimetern pro Jahr (Elbe) bis 1,21 Millimeter pro Jahr (Arve) (E. KAYSER 1909, W. KNOCHE 1939, A. WINKLER - v. HERMADEN 1945, L. W. COLLET 1916). J. SCHULTZE (1952) hat für Thüringen den natürlichen Abtrag mit 0,019 Millimetern pro Jahr ermittelt, dem eine durch den Menschen verursachte Erosion von 0,4 bis 32,0 Millimetern gegenübersteht, welche somit das 20- bis 1900fache des Denudationsbetrages noch verhältnismäßig natürlicher Flußgebiete ausmacht (Elbe, Themse, Seine). Infolge der modernen Wirtschaftsweise verlieren die Vereinigten Staaten von Amerika jährlich rund 6000 Quadratkilometer an Kulturbodenfläche, welche ins Meer gespült wird und auf diesem Wege sowohl Talsperren als auch Hafengebäude verschlammen (A. DEMOLL 1954). Im nördlichen Teil von Südrhodesien gehen nach dem gleichen Autor jährlich 10 bis 14 Zentimeter Humus verloren, und im nördlichen Nyassaland wird der Boden in etwa 70 Jahren bereits restlos abgeschwemmt sein. W. KNOCHE (1939) erläutert an Hand von zwei Flußgebieten den Rodungseffekt, auf den ein sehr großer Teil der durch den Menschen bedingten Erosion zurückzuführen ist. Ein Urwaldstrom in Brasilien führt demnach eine Schwebstoffmenge von 18 Gramm pro Kubikmeter. Der Muriahé, ein Fluß, der ein altes Siedlungsgebiet entwässert, führt dagegen eine Schwebstoffmenge von 59 Gramm pro Kubikmeter. Nach R. DEMOLL (1954) führt der Hwang-ho infolge der radikalen Entwaldung der Lößgebiete seines Einzugsbereiches jährlich rund einen Kubikkilometer Löß ins Meer. Er führt demnach etwa 100 bis 150mal mehr Schlamm als der Amazonas (Urwaldstrom). Die künstlich bedingte Erosion ist vor allem in den Flußgebieten der Erde eine der gewaltigsten geologischen Leistungen des Menschen, sie ist vor allem durch den Verkehrswegebau, durch Landwirtschaft und Industrie sowie durch die Regulierungen der Gewässer im Verein mit der Beeinflussung der Niederschlagsabfuhr auf den Festländern verursacht worden. Nach A. BECKER (1943) hat ein zweistündiger Wolkenbruch mit Hagelschlag im niederösterreichischen Lößgebiet 1941 infolge der bäuerlichen Bewirtschaftungsweise etwa ein bis vier Meter tiefe Rinnen ausgeräumt und einen Flächenabtrag bis zu dreieinhalb Metern bewirkt. In den Lößgebieten Chinas sind, durch den Verkehr bedingt, mehr als 100 Meter tiefe Verkehrs-schluchten entstanden. E. FELS (1954).

In den Flußbereichen selber wurde die Erosion besonders stark durch den Menschen beeinflusst. Hierbei wirken sich die direkten Ein-

griffe auf den Flußlauf infolge der Regulierungen aus und jene, welche über die Kulturtätigkeit die Niederschlagsabfuhr beeinflussen, sowie jene, die durch den veränderten Bodenzustand geschaffen werden. In den mitteleuropäischen Flüssen betrug die ehemalige Eintiefung nach R. DEMOLL (1954) etwa 0,2 Millimeter im Jahr. Nach den Regulierungsmaßnahmen erreichte diese Eintiefung einen Betrag bis zu mehreren Dezimetern pro Jahr. Am Rhein werden seit etwa 120 bis 150 Jahren Wasserstandsbeobachtungen gemacht. Im Zuge der künstlichen Veränderungen treten gerade in den letzten 30 Jahren die extremsten Hoch- und Niederwasserstände als Folgeerscheinung auf (K. RODE 1951). Die Leine führte nach R. DEMOLL (1954) im Februar 1946 bei Hannover ein Hochwasser von 1900 Kubikmetern pro Sekunde ab, das doppelt so groß war als aus der Vorzeit bekannt ist. Die Eintiefung des Rheins hat in diesem Zusammenhang der künstlich bedingten Erosionserscheinungen erwähnenswerte Beträge als Folge der sogenannten TOULLA'schen (ab 1817) und späteren Korrekturen erreicht:

Ruhrort	2 Meter (seit 1900)
Basel	3 Meter
Isteiner Schwelle	6,7 Meter
Zwischen Kehl und Mainz	2 Meter
Oberes Rheingebiet	4 bis 15 Meter
Oberhalb Breisach	bis zu 7 Meter

(A. THIENEMANN 1955, R. DEMOLL 1954).

Die Eintiefungsgeschwindigkeit beträgt am Niederrhein bei Ruhrort bereits vier Zentimeter im Jahr. Zwischen Duisburg und Arnheim beträgt dieser Wert fünf Zentimeter im Jahr, das ist das Vielfache des natürlich zu erwartenden Eintiefungsbetrages (A. THIENEMANN 1955). In diesem Zusammenhang ist auch das Grundwasser um bedeutende Beträge künstlich abgesenkt worden (siehe bei A. THIENEMANN 1955 und R. DEMOLL 1954).

Am Rhein sind aber auch noch andere Einflüsse des Menschen festzustellen, und zwar werden diesem Strom außer den durch die künstlichen, indirekt geschaffenen Erosionsprodukte betragen rund Lösungsfracht durch die Industrie (1951) rund fünf Millionen Tonnen voll konzentrierter Industriestoffe jährlich zugeführt. Diese sozusagen künstlichen, indirekt geschaffenen Erosionsprodukte betragen rund fünf Prozent seiner derzeitigen jährlichen Lösungsfracht (R. BRINKMANN 1956, E. HORNSMANN 1957). In diesem Zusammenhang möge auf die Rossel verwiesen werden, die aus Lothringen jährlich etwa zwei

bis zweieinhalb Millionen Kubikmeter Kohlen- und Bergeschlamm pro Jahr in die Saar führt. Es handelt sich auch hierbei wiederum um indirekte, künstliche Erosionsprodukte in der Form von Industrieschlamm (H. WAGNER zitiert von E. HORNSMANN 1957). Durch die Entwaldung, die Entwässerung und die falsche Behandlung der Hangflächen bedingt, brachte die Tiroler Ache nach R. DEMOLL (1954) bei einem starken Hochwasser innerhalb von zwei Tagen rund drei Millionen Kubikmeter Schlamm in den Chiemsee. Eindrucksvoll ist auch der Hinweis von E. HEHENWARTER (o. J.), daß die Weser heute bereits mehr Giftstoffe in sich abführt als auf ihr in den Frachtschiffen an Gütern transportiert wird. Die durch die Regulierung des Neckar verursachte Flußerosion erreichte bei Ladenburg vier Meter, gegenüber ganz geringfügigen Eintiefungsbeträgen in der Vorzeit (H. E. STREMMER 1955). Die Wertach hat sich bis zu zehn Meter eingetieft. Die Eintiefung des Lech nach der Regulierung erreichte fünf Meter und hat eine ebensolche Grundwassersenkung zur Folge (R. DEMOLL 1954). Nach V. MAURIN (1956) hat sich die Mur in Graz, durch die Regulierung bedingt, um zwei bis drei Meter eingetieft.

Um einen natürlichen Vergleich heranzuziehen, möge auf Grund der Untersuchungen von G. KNETSCH (1938) ein Beispiel angeführt werden. Demnach hat im Oranje-Gebiet seit dem Eozän eine Erosion stattgefunden, über deren Umfang G. KNETSCH eine Schätzung angestellt hat. Auf Grund seiner Angaben läßt sich feststellen, daß ein jährlicher Abtrag in der Höhe von 100 Kubikmetern auf je einen Kilometer Erosionsstrecke entfallen. Dies entspräche (bei einer angenommenen Strombreite von etwa 500 Metern) einem natürlichen Eintiefungsbetrag von 0,2 Millimeter im Jahr.

Diese Beispiele mögen hier genügen, um den Einfluß des technisch-wirtschaftlich denkenden und handelnden Menschen zu zeigen, der besonders in den letzten 150 Jahren gegenüber den Naturvorgängen bezüglich des tatsächlich erzielten Erosionsumfanges und dessen Folgerungen ganz bedeutende geologische Leistungen im Umfang geologischer Katastrophen erzielt hat.

δ) Der künstlich bedingte Akkumulations- umfang

Das Gegenstück zu den menschlich bedingten Zerstörungs- beziehungsweise Abbauvorgängen ist nach Durchlaufen der Transportvorgänge durch die Sedimentablagerungen, durch die Akkumulation

gegeben. Dies können wir zum Beispiel an den Deltabildungen beziehungsweise an den durch den Menschen daran verursachten Änderungen im Laufe der jüngsten Vergangenheit verfolgen. Nach E. FELS (1954) hat sich das Arno-Delta in der Zeit von 993 bis 1406 jährlich um 5,67 Meter vorgeschoben. In der Folgezeit von 1406 bis 1841 erreichte diese Wachstumsgeschwindigkeit des Deltas bereits 8,65 Meter pro Jahr. Das Mississippi-Delta hat sich von 1829 bis 1929 um 60 Meter pro Jahr ins Meer vorgeschoben, heute sind dies bereits 100 Meter. E. BLANCK (1935) erwähnt den Deltazuwachs des Rheins in den Bodensee und gibt für die Jahre von 1863 bis 1883 eine jährliche Ablagerung von 47.100 Kubikmetern an. In den Jahren von 1911 bis 1921 haben die jährlichen Zuwächse dieses Deltas bereits 2.790.000 Kubikmeter erreicht. Durch eine künstlich bedingte Bodenerosion entstand eine Verschlammung der Chesapeake-Bai (nach GOTTSCHALK, zitiert in E. FELS 1954), aus der seit 1836 bisher 85.000.000 Kubikmeter ausgebaggert werden mußten. Nach G. TASKIN (1954) schieben sich die Mündungsdeltas von Wolga und Ural seit 1905 in den Kaspischen See vor (teils durch Akkumulation bedingt, teils aber nur scheinbar, durch die Wasserspiegelsenkung der letzten 15 Jahre im Betrag von 1,2 Meter infolge Ausbau der Bewässerungsanlagen), so daß seither etwa 40.000 Quadratkilometer verlandet sind (dieses Gebiet ist ebensogroß wie die Schweiz). Im Bereich der britischen Inseln wurden durch die Eindeichung in den Jahren 1875 bis 1910 nach SHERLOCK (zitiert bei E. FELS 1954) 167,3 Quadratkilometer gewonnen. In Holland wurden 2200 Quadratkilometer Land auf diese Weise gewonnen.

Die menschlichen Einflüsse auf die Sedimentation wirken sich selbst auf den Böden der Weltmeere im Bereich der Hauptdampferwege aus, worauf ebenfalls E. FELS (1954) hingewiesen und festgestellt hat, daß die künstlichen Abfallstoffe im Raume der nordatlantischen Seewege mindestens 25 bis 50 Prozent der natürlichen Sedimentation ausmachen.

e) Das Volumen an künstlichen Bauten und Baustoffen

Wenn auch wesentlich bescheidener als die geologischen Auswirkungen und Möglichkeiten menschlicher Tätigkeit, welche in den vorhergehenden Abschnitten geschildert wurden, so ist es doch lohnend, das Volumen der künstlich geschaffenen Baustoffe und das Bauvolumen mit dem Umfang natürlicher Gesteinsbildung zu vergleichen.

Für den Bereich von England und Wales gibt SHERLOCK (E. FELS 1954), für die noch stehenden Ziegelbauten ein Materialvolumen von 0,4 Kubikkilometer an. Dies ist eine Zahl, welche durch die im Laufe der Geschichte zerstörten und eingeebneten Materialien um ein beträchtliches vermehrt werden müßte. Die österreichischen Staumauern z. B. besitzen ein Volumen von 3,3 Millionen Kubikmetern. Die deutschen Talsperren hatten bereits um 1910 ein Bauvolumen von 2,4 Millionen Kubikmetern, das aus Naturstein besteht (P. ZIEGLER 1911).

Das Betonvolumen der Welt ist für das laufende Produktionsjahr 1955 mit 850 Millionen Kubikmetern, das sind 0,85 Kubikkilometer, anzunehmen. Demgegenüber beträgt die jährliche Produktion an vulkanischen Produkten 0,92 Kubikkilometer (nach SAPPER aus A. RITTMANN 1936). Es ist aber zu bedenken, daß die jährliche Produktion an Kunstbaustoffen wesentlich höher liegt, da außer dem Beton noch viele andere Erzeugnisse zu berücksichtigen wären (Stahl, Ziegel, Glas und andere mehr), so daß sie den natürlichen vulkanischen Förderungen gleichkommt oder diese sogar übertreffen kann.

Mangels brauchbarer Unterlagen war es zunächst nicht möglich, das verbaute Volumen in den Kreis der Betrachtungen einzubeziehen. Könnten wir diese Volumina berücksichtigen, so würden die Vergleiche immer mehr zugunsten der künstlich erzeugten Stoffe und Gebilde ausfallen im Vergleich zur Bildung natürlicher Gesteine und Gesteinsverbände.

§) Der Umfang der künstlichen hydrologischen Veränderungen

Ein besonderes Merkmal der anthropogen bedingten geologischen Vorgänge ist das Absinken des Grundwasserspiegels, worauf in den vorhergehenden Abschnitten bereits hingewiesen worden ist. An diesem Vorgang ist eine Reihe verschiedener Geschehen beteiligt, wie die künstlich verursachte Tiefenerosion der Flüsse und der damit bedingten Senkung der Vorflut, Wasserentnahmen für Industrie und Landwirtschaft, künstlich verursachte Austrocknung durch die Vegetation, künstliche Änderungen der Abflußbedingungen und durch die künstlichen Änderungen des lokalen Klimas sowie durch die Anlagen von Drainagen. Ohne in diesem Rahmen auf eine Analyse aller beteiligten Vorgänge eingehen zu können, mögen einige Beispiele von Grundwassersenkungen angeführt werden: In der Lechebene ist der

Grundwasserspiegel nach der Regulierung um fünf Meter gesunken. In der Rheinebene bei Basel ist das Grundwasser infolge der Regulierungen um zehn Meter gesunken, jenes bei Kembs sogar um zwanzig Meter. In der Zeit von 1903 bis 1948 ist der Grundwasserspiegel im Niederrheingebiet um folgende Beträge abgesunken (nach A. THIENEMANN 1955):

Köln	31 Zentimeter
Düsseldorf	99 Zentimeter
Ruhrort	185 Zentimeter
Orsoy	126 Zentimeter
Wesel	154 Zentimeter
Rees	115 Zentimeter
Emden	55 Zentimeter

In der Freisinger Ebene ist der Grundwasserspiegel in der Zeit von 1933 bis 1954 um neun Meter gesunken. In Sachsen-Anhalt wurde das Grundwasser durch die Entnahme von Industrierwasser um 78,5 Meter abgesenkt. Durch die Drainagewirkung des Nordseekanals ist der umgebende Grundwasserspiegel um neun bis zwanzig Meter gesunken. In Baltimore wurden seit 1916 starke Senkungen des Grundwasserspiegels von 45 Metern beobachtet. Im Santa-Clara-Tal (Sacramento) sinkt der Grundwasserspiegel seit 1890 mit einer Geschwindigkeit bis zu zwei Meter im Jahr. Diese Werte mögen genügen, um die katastrophalen Auswirkungen künstlicher Maßnahmen auf den Grundwasserhaushalt zu beleuchten, demgegenüber die säkularen Grundwasserspiegel-Änderungen geringfügige Beträge in der Größenordnung von Millimetern bis höchstens Dezimetern ausmachen (unbeachtet die normalen jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Grundwasserspiegels).

Eine andere Art hydrologischer Veränderungen beruht auf der Bewirtschaftung des Wassers infolge Stauhaltung und Entwässerung. In Österreich beträgt das für die Energieerzeugung bewirtschaftete Stau- bzw. Seevolumen bereits 686 Millionen Kubikmeter. In Zukunft ist der weitere Ausbau im Umfang von 1625 Millionen Kubikmetern geplant, so daß beim Vollausbau 2,3 Kubikkilometer an bewirtschafteten Wassermassen zu erwarten sind (ohne die Wassermengen, die in Laufkraftwerken abgearbeitet werden). Die wichtigsten erbauten und bewirtschafteten Stauseen der Erde umfassen nach SCHROEDER (E. FELS 1954) 635 Kubikkilometer. Demgegenüber sei vergleichsweise der Bodensee angeführt, dessen Volumen 48,4 Kubikkilometer beträgt.

Zur weiteren Illustrierung möge, wenn auch nicht direkt vergleichbar, nochmals die vulkanische Produktion innerhalb von 414 Jahren angeführt werden, deren Umfang 392 Kubikkilometer beträgt. Nur etwa die Hälfte des gegenwärtig zur Verfügung stehenden Stauraumes hätten demnach mit flüssigem Magma gefüllt werden können.

Durch künstliche Bewässerung wurden nach SCHROEDER und SAPPER (nach E. FELS 1954) auf der Erde 1,117.000 Quadratkilometer verändert. Diese Fläche entspricht etwa einem Viertel von Europa.

η) Umfang der künstlichen biologischen Veränderungen

Außerordentlich groß sind die künstlich verursachten Veränderungen am Pflanzen- und Tierbestand der Erde, und nicht zuletzt auch jene gewaltigen Veränderungen, die am Menschen selbst hervorgerufen worden sind. Innerhalb der, geologisch gemessen, kurzen Geschichte der Menschheit wurde die Vegetation der Erde in einem so großen Umfang verändert, daß dieser Vorgang nur mit der Dynamik geologischer Katastrophen zu vergleichen ist. Die gesamte feste Erdoberfläche beträgt nach W. LENZ (1951) 149,000.000 Quadratkilometer. Davon wurden 24 Prozent in landwirtschaftliche Nutzflächen verwandelt und von den vorhandenen Waldflächen zehn Prozent forstlich beeinflußt, so daß bereits 34 Prozent der Erde von einer umgewandelten und bewirtschafteten, also beeinflussten Vegetation eingenommen wird. Somit sind etwa 65 Prozent der ursprünglichen Erdvegetation in verhältnismäßig kurzer Zeit künstlich verändert worden. Diese Leistung wurde, wenn wir Teile der prähistorischen Zeit mit einbeziehen, in etwa 3000 Jahren erzielt.

Die natürlichen Vegetationsveränderungen der letzten Nacheiszeit Europas haben im Durchschnitt ähnliche Zeitspannen erreicht, auf die nachstehend etwas eingegangen werden möge. Die Vegetationsentwicklung auf kalkreichen Schottermassen am Ofenpaß (Unterengadin) in 1800 bis 2000 Meter Höhe umfaßt, von den Pioniergesellschaften angefangen bis zum Klimax, verschiedene Standorte der Gegenwart bis zu solchen, die etwa 2000 Jahre alt sind (n. BRAUN-BLANQUET 1951). Die Waldgeschichte Mitteleuropas zeigt nach FIRBAS (1939, zitiert in BRAUN-BLANQUET 1951) und auf Grund eines durchschnittlichen Diagrammes der Pollenverteilung aus Oberschwaben nach F. BERTSCH (1935) nachstehende Zeitabschnitte für die Entwicklung der Waldgesellschaften (Optima):

- a Waldlose Zeit bis Birken-Zeit ca. 3000 Jahre
- b Birken-Zeit bis Kiefern-Zeit ca. 7000 Jahre
- c Kiefern-Zeit bis Hasel-Zeit ca. 3000 Jahre
- d Hasel-Zeit bis Eichen-Mischwald-Zeit ca. 3000 Jahre
- e Eichen-Mischwald-Zeit bis Buchen-Zeit ca. 3000 Jahre
- f Zeit des menschlichen Einflusses, Wirtschaftswald ca. 3000 Jahre

Aus allen diesen Angaben ergibt sich ein ganz roher Durchschnittswert von 3000 Jahren für den Wechsel der Vegetationsoptima in der eiszeitlichen Vegetationsabfolge. Nach dem durchschnittlichen Pollendiagramm vom Federseeried von H. GROSS (zitiert in A. WAGNER 1940) liegen die Optima der Vegetationsabfolge im Durchschnitt rund 3000 Jahre auseinander.

Die natürliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Vegetation möge am Beispiel der Fichte vergleichsweise beleuchtet werden. Die Fichte hat eine Verbreitungsgeschwindigkeit von 80 Kilometern in 1000 Jahren. Die Verbreitung des Baumes würde von den Ostkarpathen bis zu den Westalpen mehr als 1900 Jahre benötigt haben (n. K. RUDOLPH 1931 aus A. WAGNER 1940). Dieses Beispiel wurde angeführt, um zu zeigen, wie langsam die natürlichen Veränderungen der Vegetation im Vergleich mit den künstlich bedingten Umbildungen verlaufen können. Das Tempo der Vegetationsentwicklung wird wesentlich durch Klimaänderungen und Klimaschwankungen im Verlauf des geologischen Geschehens bedingt und von der biologischen Ausbreitungsgeschwindigkeit beeinflusst. Die Geschwindigkeiten der Klimaänderungen mit ihren Rückwirkungen auf die Vegetation sind außerordentlich verschieden. Dies hängt davon ab, ob es sich mehr um geologische Ruhezeiten mit Veränderungsfortschritten innerhalb von Jahrtausenden handelt oder um Zeiten starker geologischer Veränderungen, wie sie in den genannten Beispielen der europäischen Eiszeit stattgefunden haben, wobei es zu sehr raschen Klimawechseln gekommen ist.

Der heutige Zustand des überaus reich gegliederten Erdreliefs und der dadurch bedingten Klimaverhältnisse ist außergewöhnlich und für die früheren Erdzeiten nicht anzunehmen. Nach H. STILLE leben wir in einer „katastrophischen“ Zeit, und zwar in deren Ausklang (K. v. BÜLOW 1952/53). Im Vergleich zu den durch das natürliche Geschehen bedingten Vegetationsveränderungen der Erde, die in der Dauer von etwa 3000 Jahren (bei besonders intensiven geologischen Geschehen) bis zu den Jahrtausenden dauernden Ver-

änderungen kontinentalen Ausmaßes in geologisch ruhigen Zeiten, bewegen sich die Geschwindigkeiten der durch den Menschen besonders wirksamen direkt und indirekt verursachten Vegetationsänderungen bereits in der Größenordnung von Jahrhunderten.

Der große Umfang und die hohen Geschwindigkeiten der künstlich bedingten Veränderungen von Boden und Vegetation seien an Hand nachstehender Beispiele veranschaulicht.

In den Vereinigten Staaten von Amerika betrug die ursprüngliche Waldfläche 3,4 Millionen Quadratkilometer und 1930 infolge Rodung nur mehr rund zwei Millionen Quadratkilometer (E. FELS 1954). Nach KNOCHE (1939) wurden seit 10.000 Jahren etwa die Hälfte bis zwei Drittel des zu dieser Zeit vorhandenen Waldbestandes der Erde zerstört.

Aus Südbaden berichtet A. THIENEMANN (1955), daß bereits 100 Quadratkilometer dieses Landes Steppenmerkmale aufweisen. Östlich des Neusiedler Sees wurde eine Zunahme der Versteppung (Flugsandbildung, Staubstürme) im Umfang von 100 Quadratkilometern festgestellt (Zeitschrift „Schutz dem Walde“, Graz 1958). Nach O. KRAUS (1950) sind selbst die besten bayerischen Böden heute zu mehr als 50 Prozent nicht mehr in Ordnung (Humusschwund, Störung des Bodenlebens und Verlust der Krümelstruktur). R. DEMOLL (1956) erwähnt aus dem Rheingebiet eine durch Grundwassersenkung verursachte staatlich bereits anerkannte Wüstenfläche von 30 Quadratkilometern. Im Elsaß wurden bereits 800 Quadratkilometer Land geschädigt. Nach dem geplanten Ausbau des Rheinkanales werden etwa 300 Quadratkilometer Boden schwer betroffen werden. Aus der Schweiz erwähnt A. SIEBERT (1955) jährliche Verluste an Kulturland im Umfang von zehn Quadratkilometern infolge Städtebau, Industrie- und Kraftwerkbau. Über den Bereich der Deutschen Bundesrepublik hat W. PFLUG (1956) nachgewiesen, daß täglich etwa 40 Hektar an Kulturboden infolge Bebauung bzw. Umwandlung in technisches Neuland verlorengeht. H. SCHÄFER (1955) stellte fest, daß in dem gleichen Gebiet in den letzten 15 Jahren 3800 Quadratkilometer, das sind täglich 70 Hektar Land, verlorengegangen sind und damit der landwirtschaftlich-forstlichen Nutzung entzogen worden sind (Siedlung, Industrie, Verkehrswegebau, militärische Anlagen). Nach R. DEMOLL (1956) wurden in der Sahara durch Fehlwirtschaft seit dem Jahre 1540 etwa eine Million Quadratkilometer ehemaligen Kulturlandes in Wüste verwandelt. Im Nordosten von Kenya drängt die Wüste nach dem gleichen

Autor den Urwald jährlich um zehn Kilometer zurück. Die ehemals dicht bewaldete Insel St. Helena wurde infolge der Ziegenhaltung, also durch den Weidebetrieb verursacht, bis auf den Fels zerstört (R. DEMOLL [1956]).

In Anbetracht der erwähnten Verwüstungen dürfen aber der künstlich bedingte Landgewinn und die Landverbesserung nicht vergessen werden, die im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurden. Auch diese Maßnahmen übertreffen zum Teil bereits die Ausmaße der durch die natürlichen geologischen Vorgänge bedingten Veränderungen.

Von großen Ausmaßen sind (im Vergleich zu den natürlichen Geschehen während der Erdgeschichte) die künstlich bedingten direkten und indirekten Veränderungen auch innerhalb der tierischen Organismen. Nach R. DEMOLL (1954) wurden z. B. vor 1900 jährlich 630 Wale getötet. Nach 1932 stieg diese Zahl bereits auf 43.000 an. 1803 wurden auf den Pribylow-Inseln (Beringmeer) 8000 Felle von erlegten Bärenrobben verbrannt, um die Pelzpreise zu halten. Großen Zerstörungen und Vernichtungen, die an höheren und niederen Tieren in kurzer Zeit erzielt worden sind, stehen großartige Neuschöpfungen gegenüber.

Nicht zuletzt sei in bezug auf den Menschen selbst an die Auswirkungen der beiden letzten Weltkriege erinnert, welche im Gesamtverlauf von zehn Jahren 109,3 Millionen Tote gefordert haben.

9) Notizen über den künstlich bedingten Stoffwechsel der Erde

Da zu diesem Thema derzeit ebenfalls noch sehr wenig konkrete Unterlagen vorhanden sind, möge auch hier versucht werden, an Hand weniger Beispiele die Größenordnung des künstlich bedingten Stoffumsatzes im Vergleich mit entsprechenden Naturvorgängen anzuführen. Es wäre sehr fesselnd und für die Praxis recht wertvoll, wenn wir in Zukunft uns bemühen würden, Bilanzen über den künstlichen Stoffwechsel anzustellen. In erster Linie ist hierbei an den Wasserverbrauch, an die Art der Wasserbewirtschaftung zu denken, ferner an den land- und forstwirtschaftlichen Stoffumsatz und an den Stoffwechsel der Industrie. Der Erde werden auf künstlichem Wege ständig eine Auswahl bestimmter Stoffe entzogen. Verarbeitet, verändert gelangen diese Stoffe zum großen Teil wieder in den Boden zurück oder werden durch die Gewässer in das Meer abgeführt. Ein Teil der

Stoffe gelangt in die Atmosphäre und von dort wiederum in den Kreislaufprozeß des kontinentalen Stoffwechsels, daher mittelbar oder unmittelbar jedenfalls in die Meere. In einem anderen Prozeß werden der Atmosphäre bestimmte Stoffe entzogen und dem Stoffwechsel des Festlandes und des Meeres zugeführt. Im Prinzip handelt es sich wohl um ähnliche Kreisläufe, wie wir sie auch beim natürlichen geologischen Geschehen antreffen können. Ihre Intensität und der Größenumfang ihrer Vorgänge übertreffen aber bereits vielfach die natürlichen Erscheinungen. Darüber hinaus werden neue Stoffe erzeugt, die in der Natur nicht vorhanden sind und nun in steigendem Maße dem Stoffwechsel einverleibt werden. Es wird somit ein neuer Stoffkreislauf geschaffen, der mit dem bestehenden in Wechselwirkung tritt.

Der derzeitige Wasserverbrauch (vorwiegend Grundwasser) für Industrie und Landwirtschaft ist z. B. mit einem Mindestumfang von jährlich 720 Kubikkilometern anzunehmen. Diese Menge macht vermutlich bereits zehn Prozent der dem Grundwasser zuströmenden Wassermenge aus. Für das deutsche Bundesgebiet wird ein Wasserverbrauch von 6,6 Kubikkilometern angegeben (A. THIENEMANN 1955). Von dieser Menge werden in dem relativ kleinen Ruhrgebiet allein 1,1 Kubikkilometer, das sind 16,6 Prozent, verbraucht. Von den verbrauchten Wassern werden aber rund 70 Prozent als Schmutzwasser dem Wasserkreislauf zurückgegeben (E. HEHENWARTER). A. THIENEMANN (1956) stellt in einer sehr übersichtlichen Wasserbilanz für Deutschland fest, daß der jährlich dem Grundwasser zuströmende, als gutes Brauch- und Trinkwasser zu verwendende Vorrat heute bereits zu 90 Prozent erschöpft wird. Dies ist um so bedenklicher, da die Anforderungen der Verbraucher von Tag zu Tag ansteigen. Die Kopfquote steigt seit 1911 von 120 Litern pro Tag schon auf 250 Liter pro Tag an, wobei Spitzenwerte von 2000 Litern pro Tag erreicht werden. Die künftig zu erwartenden Anforderungen an die Wasservorräte müssen somit von den restlichen noch vorhandenen zehn Prozent des natürlichen Grundwasserzustromes gedeckt werden. Da dies auf die Dauer aber kaum möglich sein wird, sollten vorausschauend umfangreiche Maßnahmen geplant werden. Dieses Beispiel mag zunächst genügen, um die Wirkung der künstlichen Eingriffe in die natürliche Bilanz des Wasserkreislaufes anzudeuten.

Im nachstehenden möge zum Vergleich der Umfang natürlicher Veränderungen der Wasserbilanz angeführt werden. Nach C. v. REGEL

(1957) kann für das Gebiet von New Jersey für die Zeit von 1915 bis 1935 eine Abnahme der Niederschläge um zwei Millimeter angenommen werden. Dieser Betrag würde sich in der vergleichsweise herangezogenen Wasserbilanz von THIENEMANN (siehe oben) hinsichtlich des Grundwassers durch eine jährliche Abnahme von 0,15 Millimetern fühlbar machen (das sind 0,3 Prozent). Die bisherigen, künstlich bedingten Abnahmen des Grundwassers sind vergleichsweise bis zu einem Prozent anzunehmen. So zeigt auch dieser Vergleich eine Überlegenheit der künstlich bedingten Veränderungen gegenüber den natürlichen Vorgängen.

Ein anderes Beispiel möge den Stoffumsatz organischer Substanzen beleuchten. E. FELS (1956) gibt an, daß der Holzertrag der Erde jährlich auf 1,5 Kubikkilometer geschätzt wird. Die Braunkohleproduktion beträgt nach W. E. PETRASCHECK (1954) jährlich etwa 0,24 Kubikkilometer. Die Steinkohlegewinnung umfaßt jährlich 1,1 Kubikkilometer (G. DEISSMANN 1956). Die Erdölproduktion hat bisher ein jährliches Volumen von 1,0 Kubikkilometer erreicht. Die angeführten Produktionen an organischen Substanzen ergeben bereits ein jährliches Volumen von 3,84 Kubikkilometern. Diese außerordentlich wandelbaren Produkte werden im Zuge ihrer Verarbeitung und deren Folgeerscheinungen verändert und in den verschiedensten Verbindungen in die Atmosphäre, in das Wasser und in den Boden abgeführt. Sie haben somit wesentlichen Anteil an dem künstlich bedingten Stoffwechsel der Erde.

Als Vergleichsbeispiel möge der Größenordnung nach der verhältnismäßig natürliche Sedimenttransport im Wasser erwähnt werden, dem ein jährlicher mechanischer und chemischer Stoffwechsel von 15 Kubikkilometern entspricht (n. W. KNOCHE 1939).

An Hand dieser außerordentlich mangelhaften Unterlagen wurde der Versuch gemacht, einige Wirkungen zu skizzieren, die der Mensch im geologischen Geschehen erzielt hat. Die vorhandenen Unterlagen und Beobachtungen sind aber dennoch als ausreichend zu betrachten, um die Größenordnung der künstlichen Wirkungen zu kennzeichnen. Wir müssen auf Grund der vorhandenen Unterlagen bereits feststellen, daß die Größenordnung des menschlich bedingten Geschehens mit den natürlichen geologischen Vorgängen vergleichbar ist und diese in vielen Fällen an Ausmaß und Intensität übertrifft. Somit ist festzustellen, daß das Wirken des Menschen als wesentlicher geologischer Faktor anzuerkennen ist.

2. DIE ZU ERWARTENDEN ÄNDERUNGEN DES MENSCHLICHEN LEISTUNGSUMFANGES

E. FELS (1954) kennzeichnet sehr treffend die gegenwärtige Grundanschauung, nach der wir sowohl gewohnheits- als auch gefühlsmäßig geneigt sind, unsere erdgestaltende Kraft im Vergleich mit den Naturgewalten als belanglos hinzustellen. Dies ist eine Selbstunterschätzung, die heute längst überholt ist und dies immer mehr sein wird. K. v. BÜLOW (1954) gibt hierzu einen sehr eindrucksvollen und prinzipiellen Einblick in die Wesenszüge des gegenwärtigen Geschehens. Er verweist auf die Entwicklung von Land- und Forstwirtschaft, von Moor- und Wasserwirtschaft, welche die natürlichen Sedimentations- und Erosionsbedingungen verändert haben. „Das Ausmaß und die Geschwindigkeit der allgemeinen Abtragung, und zwar auf der ganzen Erdoberfläche, nehmen zu...“ und „...Es scheint, als erführe die Formung und Umformung von Bodenprofilen gegenwärtig eine merkbare Beschleunigung, und zwar eine zunehmende Beschleunigung.“ Für die neuere Zeit darf aber auch ein „...beschleunigter Küstenzerfall gefolgert werden“. „Die letzte Ursache der beginnenden geologischen Umwälzung liegt in der beträchtlichen Zunahme der Bevölkerungsdichte mit allen ihren Folgeerscheinungen“ (K. v. BÜLOW 1954). Diese Überlegungen sind also bereits zukunftsbezogen und versuchen die gegenwärtigen Beobachtungen in konsequenter Weise zu deuten. K. v. BÜLOW (1954) stellt fest, „... daß der Ablauf aller alluvialen, d. h. aller gegenwärtigen außenbürtigen Vorgänge in Zukunft ein anderer sein wird als er in der Vergangenheit war. Der Mensch wird die durch ihn selbst bewirkte erdgeschichtliche Neuordnung nicht aufhalten können“. Der gleiche Autor stellt abschließend fest, daß sowohl die Denudation als auch die Sedimentation in Beschleunigung, ja vermutlich in zunehmender Beschleunigung begriffen sind. Ebenso anthropogen beschleunigt wurden zum Teil auch Trans- und Regressionen: Er bemerkt: „...Der Wasserkreislauf und die atmosphärischen Zirkulationen werden zunehmend lebhafter werden; das bedeutet, daß sich letzthin das Klima nicht nur lokal, sondern auch im großen Umfang, regional ändern wird.“ Diese Feststellung erfaßt die ursächlichen Zusammenhänge, die vermutlich auch für die Ergebnisse der Arbeit von C. v. REGEL (1957) über „Die Klimaänderungen der Gegenwart“ grundlegend sein dürften. Die Verknüpfung der Ergebnisse beider Autoren ist naheliegend. C. v. REGEL

weist nämlich nach, daß die Ursache der gegenwärtigen Klimaänderung in Änderungen der Stärke der Luftzirkulation liegt und folgert: „...Bei Schwankungen der Luftzirkulation werden auch Schwankungen des Klimas hervorgerufen, und diese wiederum rufen Verschiebungen in den Landschaftszonen und Änderungen ihrer Elemente hervor.“ (C. v. REGEL 1957).

In dem Maße, als der Mensch heute bereits als wesentlicher geologischer Faktor am geologischen Geschehen der Gegenwart beteiligt ist, ist es notwendig geworden, eine geologisch fundierte Vorausschau zu geben. Aus dem anthropo-geologischen Geschehen der Gegenwart müssen wir versuchen, die Folgerungen für die Zukunft abzuleiten. K. v. BÜLOW (1954) berührt auch diesen Gesichtspunkt, er sei nachstehend angeführt: „... Diese Revolution bedeutet einen Wandel, wenn nicht des eigentlichen, so doch des geologischen Klimas. Das will besagen: Die Folgeerscheinungen der an Zahl zunehmenden menschlichen Besiedlung des Erdballes schaffen neue Voraussetzungen für den Ablauf des außenbürtigen Geschehens, die einer Extremisierung, teils Aridisierung, teils auch Arktisierung des Klimas entsprechen. Besonders in Grenz- und Übergangsklimaten wird sich diese von der Exodynamik her gesehene Radikalisierung des Klimas geltend machen. Daß sie jetzt schon im Bereich des für Deutschland kennzeichnenden „mittleren“ Klimas deutlich wird, spricht für die Intensität und das Ausmaß des revolutionären Geschehens.“

Obwohl die Geologie seit mehr als 150 Jahren mit diesem Sachverhalt prinzipiell vertraut ist, und die geologische Bedeutung des Menschen längst gewürdigt worden ist, wächst erst jetzt in Anbetracht der bereits verursachten Gefahren und der Größe ihrer bisherigen Auswirkungen das Interesse am Studium solcher Erscheinungen. Zunächst verlaufen die Untersuchungen allerdings noch im Sinne einer Tatbestandsaufnahme, wie in der ausgezeichneten Zusammenstellung von E. FELS (1954). Durch K. v. BÜLOW wurde der nächste Schritt eingeleitet, der zur vorausschauend orientierten Bearbeitung der Gegenwarterscheinungen führt. Durch diesen Schritt werden viele Gebiete der angewandten Geologie, in denen zeitliche Prognosen gestellt werden müssen, bessere Grundlagen erwarten dürfen. Es wird in diesem Stadium der geologischen Arbeitsweise notwendig, die geologischen Folgeerscheinungen gegenwärtigen und vergangenen Geschehens der Erdgeschichte in konsequenter und systematischer Weise als Grundlage der Prognosen abzuleiten. Voraussetzung hierzu ist

aber, über die Tatbestandsaufnahme menschlicher Wirkungen hinausgehend, die genetischen bzw. funktionellen Grundlagen des gegenwärtigen Geschehens zu erfassen. Erst dann lassen sich die oben erwähnten Konsequenzen und Prognosen ableiten.

Aus den Beziehungen des Menschen zur Umwelt lassen sich im geologischen Sinne die Grundfunktionen des gegenwärtigen Geschehens ableiten. Das geologische Geschehen der Gegenwart wird durch die Wechselwirkungen von Mensch und Umwelt bestimmt. Sind hierbei Veränderungen auf der einen oder auf der anderen Seite zu erwarten, so ist mit Veränderungen der gegenwärtigen geologischen Situation zu rechnen. Während die natürlich bedingten Veränderungen der Umwelt innerhalb von Jahrzehnten und selbst innerhalb von Jahrhunderten verhältnismäßig gering sind, können sich heute in den gleichen Zeitspannen außerordentlich starke Veränderungen abspielen, welche künstlich bedingt werden. Die sozusagen geologisch wirkende Energie des Menschen ist in direktem Maße von den Veränderungen des Umfanges der Weltbevölkerung und von der körperlich-geistig-seelischen Leistungsfähigkeit jedes Menschen abhängig. Nahrungsmangel, Boden- und Grundwassererschöpfungen, Energieschwund und Rohstoffabbau, militärisch-politische Störungen und seelisch-geistige Katastrophen können hierbei negative Symptome der indirekten Wirkungen darstellen. Letztgenannte sind heute leider vorherrschend. R. DEMOLL (1954) nimmt hierzu ebenfalls Stellung: *„Gewaltig sind die Vernichtungstaten, die der Mensch in den letzten 50 Jahren vollbrachte. Nur noch weitere 50 Jahre mit gleich imponierenden negativen Leistungen, und die Menschheit wäre am Ende. Das Tempo ist beängstigend.“*

Bestimmend für das weitere geologische Geschehen ist die explosionsartige Zunahme der Weltbevölkerung, die durch nachstehendes Diagramm (Abb. 9) verdeutlicht werden soll. In 41 Jahren, das heißt, im Jahre 2000, ist demnach mit der doppelten Anzahl der Weltbevölkerung gegenüber 1952 zu rechnen. In dieser kurzen Zeitspanne ist also mit einer Zunahme von 2,5 auf fünf Milliarden Menschen zu rechnen. Damit ist auch eine außerordentliche Belastung der lebensnotwendigen Rohstoff-, Energie- und Nahrungsquellen zu gewärtigen. Diese Anforderungen könnten unter Umständen weiterhin ansteigen, wenn es gelänge, die politisch-militärische Belastung aufzuheben und eine Kriegsgefahr auszuschalten. In Amerika wurden zum Beispiel 64,5 Prozent der Staatsausgaben von 1955/57 als Netto-

Millionen
Menschen

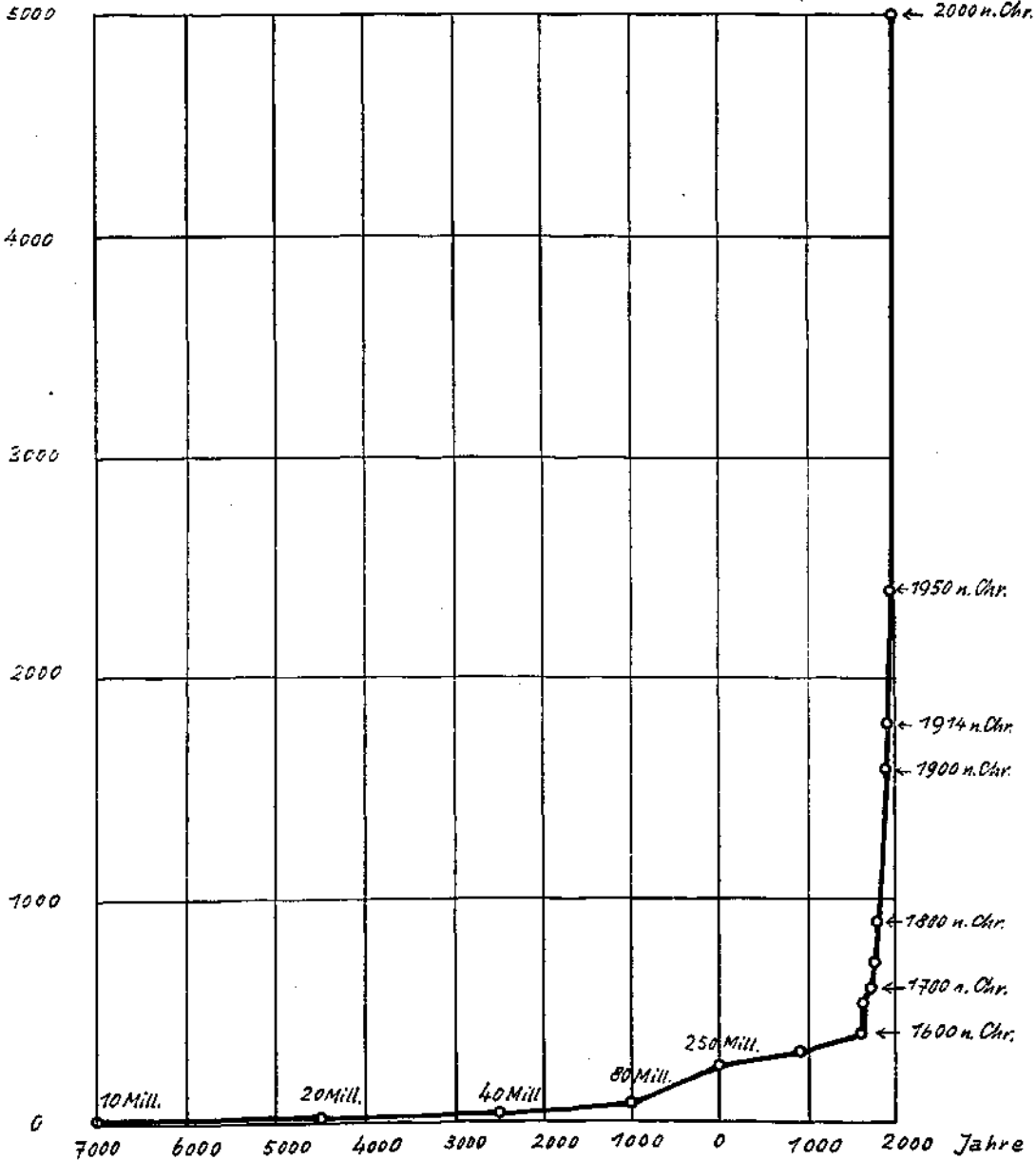


Abb. 9: Diagramm über die Zunahme der Weltbevölkerung (nach Baade, Burgdörfer, Demoll, Fischer)

ausgaben für nationale Sicherheit und internationale Zusammenarbeit gebucht. In dieser Zahl stecken große Energiereserven, die zum Teil sozusagen eingefroren sind, die also nicht unmittelbar gegen die Natur eingesetzt werden können. Käme es zu militärischen Katastrophen, so wären auch, geologisch gesehen, bedeutsame Veränderungen zu erwarten. Ähnlich große Veränderungen wären auch zu erwarten, wenn die genannten eingefrorenen Energiereserven auf friedliche Weise, aber gegen die Natur und gegen besseres Wissen, angewendet würden.

Hinsichtlich der dem Menschen in Zukunft zur Verfügung stehenden Energiequellen ist außer an die konventionellen Energieträger auch an die unabsehbaren Energiequellen zu denken, die bei Verwendung der Kernenergie zu erwarten sind (F. BAADE 1958). Diese Energiequellen werden zusammen mit dem Anstieg der Weltbevölkerung besonders wirksam, weil damit eine erhöhte Nutzungsintensität gegeben ist.

Bei Überlegungen über die Wirkungs- bzw. Energiebilanz der Weltbevölkerung ist nicht nur die Kopffzahl allein zu berücksichtigen, sondern auch der Zustand, die Verfassung des Menschen. Hier sind vor allem die geistig-seelischen Energien und deren Vermehrung (Hygiene, Erziehung, Forschung, Kunst und Kultur im allgemeinen) im Verein mit der Beeinflussung des körperlichen Zustandes mit der wachsenden Bevölkerungszunahme in Verbindung zu bringen. Dieses sozusagen umfassende Energiepotential des Menschen (welches in jüngster Zeit bereits explosionsartig angewachsen ist) wurde Ursache, daß der Mensch heute bereits im geologischen Geschehen der Gegenwart sehr stark wirksam geworden ist. Vor allem die Entfaltung der seelischen Energien und die zielbewußte Entfaltung schöpferischer Kräfte werden sich als wesentliche Faktoren des künftig zu erwartenden geologischen Geschehens auswirken. E. NEUMANN (1957), E. HARDING (1948) unter anderen setzen sich mit den psychischen Energiequellen und deren Förderung auseinander. F. ALVERDES (1954) und andere Autoren tragen zu neuen Gesichtspunkten über die leiblich-seelischen Wechselwirkungen bei, zu denen F. GIESE bereits 1927 wertvolle Beiträge geliefert hat. Derartige Wechselwirkungen können, sobald sie bewußt gepflegt werden, bedeutende Energiequellen darstellen. In diesem Zusammenhang muß auch die Kunst erwähnt werden, welcher große Bedeutung im Hinblick auf die genannten Energiequellen zukommt und die einen wesentlichen Faktor darstellt, um die Ergiebigkeit dieser Quellen zu steigern und dadurch die Bezie-

hungen von Mensch und Umwelt wesentlich zu beeinflussen. Vom Menschen ausgehend, vom Kunstwerk bis zur künstlich gestalteten Umwelt, werden wir diese Beziehungen verfolgen können. Das Schaffen des Künstlers wird zu einem Stück Umwelt, welche auf die Betrachter dieser Formen zurückwirkt (H. BULLE 1922, P. SCHULTZ-NAUMBURG 1942, J. L. VAUDOYER 1957, A. ROD 1957, H. SEDLMAYR 1958).

In dem bisher geschilderten Zusammenhang ist ein, leider anonymes Leitartikel „Verlorene Zeit“ aus der Zeitschrift „Wort und Wahrheit“ (5. Jahrgang, 2. Band, Heft 7, Wien 1950) interessant, der besagt: *„Die Ursachen der sturz- oder rotationsartigen Überbeschleunigung kann nicht in den Dingen liegen. Es hat lange Epochen gegeben, da der Mensch die von ihm selbst geschaffene Welt, die Kultur, einschließlich der gesellschaftlichen Ordnung, in einem weit höheren Grade beherrschte als heute . . . Der Mensch selber war es, der im Gefolge einer innerseelischen Revolution durch eine Tat der geistigen Freiheit die Stabilitätsgewichte beseitigt hat, so daß nun die Entwicklung abschnurrt wie eine Uhrfeder nach Entfernung der Hemmung . . .“*

Die Kräfte des Menschen sind Veränderungen unterworfen, deren Ablauf wir zum Teil auf kurze Zeitabschnitte voraussehen können. Damit sind wir in der Lage, das Wirken des Menschen als einen der wesentlichsten Faktoren im geologischen Geschehen der Gegenwart zu erfassen, was uns bis zu einem gewissen Grad die Abschätzung der künftig zu erwartenden Veränderungen ermöglicht.

3. DER GEOLOGISCHE WIRKUNGSGRAD MENSCHLICHER LEISTUNGEN

In den vorhergehenden Abschnitten wurde der Versuch gemacht, das „Energiepotential des Menschen“ und dessen Steigerungsmöglichkeiten zu skizzieren. Die Auswirkungen der künstlichen Eingriffe in die natürlichen Vorgänge müssen aber auf die Dauer dem aufgewendeten Energieumfang durchaus nicht entsprechen. Wir müssen hierbei jeweils mit einer Abnahme, einem Gleichbleiben oder mit einer Verstärkung der ursprünglich eingeleiteten und dem Energieeinsatz entsprechenden Veränderungen rechnen. Im Falle der Wirkungsabnahme, die zu einem Erlöschen des Einflusses führt, werden im Naturgeschehen nur geringe Spuren davon erhalten bleiben. Anders wird dies bei den bleibenden oder den sich verstärkenden Einflußnahmen sein, wodurch es zu wesentlichen Änderungen des Naturgeschehens kommen kann. Wir müssen hierbei wiederum direkte und indirekte

Veränderungen unterscheiden, je nachdem, ob eine Veränderung unmittelbar erzielt wird (wie z. B. eine Massenverlagerung durch Abtrag und Aufschüttung) oder ob ein Eingriff mit den natürlichen Geschehen in Reaktion tritt und Folgeerscheinungen zeitigt (diese wiederum können von abnehmender, gleichbleibender oder ansteigender Intensität sein).

Im Verlaufe der letzten 100 Jahre haben sich die, durch die Reaktionen mit dem Naturgeschehen sich steigernden Veränderungen im biologischen Geschehen nach menschlichen Eingriffen besonders stark ausgewirkt. Solche Vorgänge wurden z. B. durch große Rodungen und durch den Flußbau hervorgerufen, die wiederum zu großen regionalen Änderungen der Erosions- und Sedimentationsbedingungen sowie zu Veränderungen der Fluß- und Grundwasserspiegellagen geführt haben. Hierzu ist auch die Verstärkung der Extreme von Hoch- und Niederwasserständen sowie lokale Klimaänderungen anzuführen. W. KNOCHE (1939) hat in der Folgewirkung solcher Veränderungen sogar die Möglichkeit anthropogen bedingter Erdbeben nachzuweisen versucht. Solche Abläufe können die spezielle Form von Kettenreaktionen erreichen (A. THIENEMANN 1954, H. HÄUSLER 1958), bei denen sich der Mensch nur durch einen Initialvorgang eingeschaltet hat. In dieser Form verliefen z. B. die bereits erwähnten Veränderungen auf St. Helena, bei denen Ziegenhaltung und Weidebetrieb zur Ursache geworden sind, daß die einst nachweislich dicht bewaldete Insel heute keinen Baumwuchs mehr besitzt und sich sogar in eine weitgehend humusfreie nackte Felseninsel verwandelt hat (R. DEMOLL 1954). Ist der Bodenabtrag noch nicht in so krassem Ausmaße in Erscheinung getreten, so können durch energische Maßnahmen die einfachen Kettenreaktionen unterbrochen oder rückgängig gemacht werden. F. BELTRAM (1957) berichtet aus Jugoslawien, daß nach der „Liquidation“ des Ziegenbockes bereits üppiger Niederwald auf Großkahlflächen vordringt.

Das explosionsartig anwachsende Energiepotential des Menschen, mit dessen Hilfe Initialprozesse verursacht werden können, welche Kettenreaktionen zur Folge haben, läßt noch weit größere geologische Auswirkungen menschlicher Leistungen erwarten, als wir dies bisher bereits feststellen konnten. Diese Auswirkungen umfassen im geologischen Sinne die Veränderungen im Bereich der Geomorphologie, der Lithogenese, der Geochemie und des Stoffwechsels der Erde sowie des Spannungszustandes und der Spannungsverteilung der Erdkruste.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von den speziellen Untersuchungen an der unteren Traun, wo die Veränderungen des Naturgeschehens im Gefolge relativ geringer technischer Eingriffe mit besonderer Deutlichkeit zu beobachten sind, wurde der Versuch gemacht, das allgemeine Reaktionsgefüge der Gegenwart, die Wechselwirkung des Menschen mit dem natürlichen Geschehen zu beleuchten. Die im lokalen Bereich von Linz beobachteten Erscheinungen sind wohl nur ein Beispiel unter vielen anderen in der Literatur bereits erwähnten Fällen. Auf Grund der eindrucksvollen Beobachtungen aber wurde dieses Gebiet zum Ausgangspunkt geologischer Überlegungen über das gegenwärtige Geschehen. An die Arbeiten von K. v. Bülow anknüpfend, wurde in den bisherigen Abschnitten der Versuch gemacht, das Wirken des Menschen als geologischen Faktor von besonderer Bedeutung aufzuzeigen. In Anbetracht der starken gegenwärtig herrschenden Dynamik des menschlichen Wirkens im geologischen Geschehen und der zu erwartenden unerhört raschen Steigerung in den nächsten Jahrzehnten wurde in der skizzenhaften Arbeit der Versuch gemacht, eine konsequente und systematische Bearbeitung dieses in den Lehrbüchern der Geologie noch kaum beachteten Teilgebietes der allgemeinen Geologie anzuregen.

Darüber hinaus soll diese Studie besonders für die Aufgaben der angewandten Geologie dazu anregen, den Tatbestand der Gegenwart auf die Funktionsbeziehungen seiner geologischen Faktoren, auf deren Reaktionsgefüge hin zu untersuchen, um den nächsten Schritt des künftig zu erwartenden Verlaufes des geologischen Geschehens abschätzen zu können. Die Grundlagen dafür werden in Form von besonderen geologischen Karten zu erarbeiten sein. Diese Karten müßten das gegenwärtige geologische Geschehen zur Darstellung bringen. Eine andere Art der Karten müßte die Veränderungstendenzen des geologischen Geschehens zum Ausdruck bringen. Anfänge zu derartigen Untersuchungen stellen unter anderem z. B. die Arbeiten von J. SCHULTZ (1956) und O. SCHMITT (1952) für den Bereich der Boden-erosion dar. Hier stehen der allgemeinen Geologie noch umfangreiche und wenig bearbeitete Gebiete offen, die in gleichem Maße auch für die Paläogeographie und die Lithologie von Bedeutung sind.

Die Untersuchung des geologischen Geschehens der Gegenwart unter dem Einfluß des menschlichen Wirkens wird auch für manche

Gebiete der angewandten Geologie bedeutsam sein und zur Voraussetzung der technisch-wirtschaftlichen und militärisch-kulturellen Gestaltung unseres Lebensraumes dienen. In Anbetracht der explosionsartig anwachsenden Intensität des menschlichen Wirkens auf das geologische Geschehen muß das Interesse an diesem Arbeitsgebiet der Geologie neuerdings geweckt werden. Es muß somit angeregt werden, nicht nur die Vergangenheit des Erdgeschehens zu untersuchen, sondern nach Klärung des Gegenwartsgeschehens auch die künftig zu erwartenden Veränderungen des geologischen Geschehens zu behandeln. Erst dann erhalten viele der nur mit zeitlichen Prognosen lösbaren Gegenwartsprobleme ihre ausreichende Fundierung.

Die örtliche Untersuchung im Großraum von Linz wurde zum Anlaß und dann zum Ausgangspunkt einer Studie genommen, um auf die Notwendigkeit der geologischen Behandlung des Gegenwartsgeschehens hinzuweisen. Diese ist sowohl für die Aktualgeologie als auch für die angewandte Geologie notwendig. Auf diese Weise soll die Gestaltung der Erde durch den Menschen (ein wesentliches geologisches Problem) nach bestem Wissen gelenkt werden. Daß man sich seitens der Geologie diesen Aufgaben bis heute nur in sehr geringem Maße zugewendet hat, davon zeugen die bereits katastrophalen Entwicklungen im geologischen Geschehen aller Kontinente. Diese Erscheinungen können in sehr kurzer Zeit noch bedeutend katastrophalere Formen annehmen, wenn es nicht gelingen sollte, das geologische Problem, nämlich die notwendige Gestaltung der Erde, zu erkennen und dementsprechend geologisch fundierte Maßnahmen zu veranlassen.

VI. Begründung und Aufgaben einer Anthropogeologie

Im vorhergehenden Kapitel V wurde das geologische Reaktionsgefüge beleuchtet und die zunehmende Einflußnahme des Menschen auf das gegenwärtige und künftige Geschehen erörtert. In Anbetracht der Stärke dieser Einflußnahme ist diese in dem umfassenden geologischen Schrifttum nur wenig gewürdigt worden. Dieser Mangel an systematischen aktualgeologischen Forschungen führt dazu, daß viele geologische Probleme der Gegenwart übersehen worden sind. Die Geologie ist damit heute bereits im Begriff, eines ihrer wichtigsten Arbeitsgebiete zu verlieren, noch ehe dieses als ein solches erkannt

worden ist. In der Geologie ist dies höchstens als Mangel zu verspüren, der im Laufe der Zeit ohne weiters behoben werden kann und keinen Grund zur Beunruhigung darstellt. Für die Existenz des Menschen aber drohen infolge der mangelnden Kenntnisnahme des gegenwärtigen geologischen Geschehens bereits große Gefahren, die, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt wachsend, immer stärker werden. Es könnte zu einem verhängnisvollen Irrtum führen, wenn wir die geologischen Vorgänge der Gegenwart in ihren Auswirkungen auf unser künftiges Dasein verkennen oder unterschätzen wollten. So grundlegend wichtig in diesem Zusammenhange die Leistungen aller Fachgebiete sind, die sich um die Erkenntnis unserer Umwelt und unseres Daseins bemühen, so fehlt ihnen doch eine wesentliche Ergänzung, nämlich jene über das säkulare Geschehen hinausreichende Erfassung von Leben und Lebensraum im Raumzeitgefüge des erdgeschichtlichen Ablaufes. Diese Ergänzung ist notwendig, um die geologischen Auswirkungen des Menschen überblicken zu können. Denn wir erhalten dadurch jene Grundlagen, die wir für die künftige verantwortliche Gestaltung der Erde benötigen und die zur Beurteilung unserer Eingriffe dienen werden.

In Anbetracht der durch die ständig wachsende geologische Bedeutung des Menschen (sowie mangels ausreichender geologischer Grundlagen) entstandenen, gegenwärtig bereits ungünstigen Situation unseres Lebensraumes, ist es dringend notwendig geworden, daraus die Folgerungen für unser weiteres Verhalten zu ziehen. Sie bestehen darin, daß wir versuchen müssen, das gegenwärtige Geschehen als ein geologisches Element der Erdgeschichte zu sehen, das mit dem vergangenen und mit dem zukünftigen Geschehen zu verknüpfen ist. Die geologische Betrachtung des gegenwärtigen Geschehens ist die Grundlage, um das „geologische Bewußtsein“ in uns zu erziehen. Dieses wird für die kommende Entfaltung menschlicher Kräfte und für die dadurch erforderliche Lenkung des Erdgeschehens notwendig sein. Die Notwendigkeit dieser Konsequenzen, die sich aus der gegenwärtigen geologischen Situation ergibt, bedingt eine eigene Arbeitsrichtung der Geologie, welche sich dem Menschen als geologischem Faktor des gegenwärtigen Geschehens besonders widmet. Diese Arbeitsrichtung wurde nun im Hinblick auf die Geschichte der geologischen Forschung als Anthropogeologie bezeichnet. Sie wird sich mit den natürlichen und mit den künstlichen geologischen Wurzeln gegenwärtigen Geschehens und deren Veränderungen zu befassen haben.

1. DIE FUNKTIONELLEN GRUNDLAGEN DES MENSCHLICHEN LEISTUNGSVERMÖGENS

Die Grundlagen des geologischen Geschehens, welche mit dem menschlichen Leistungsvermögen in funktioneller Weise verknüpft sind und dadurch im Wirken des Menschen unmittelbar zum Ausdruck kommen, lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen. Diese sind die natürlichen Grundlagen der außermenschlichen Umwelt, die Grundlagen und Einflüsse der durch den Menschen bedingten Umwelt und schließlich jene, welche im einzelnen Menschen und seiner jeweiligen Struktur enthalten sind. Die beiden ersten Gruppen stehen mit der letztgenannten in Wechselwirkung. Diese steht mit den körperlichen und geistig-seelischen Bereichen des Menschen in Beziehung. In diesem Zusammenhang möge F. OFFENBERG (1958) erwähnt werden, der darauf hinweist, daß eine gesunde Landschaft ein Beweis für ein harmonisches Menschentum ist und eine Schicksalsgemeinschaft darstellt, die sowohl biologisch als auch seelisch bedingt ist. Förderungen oder Störungen im Zusammenhang dieser Bereiche wirken sich hemmend oder fördernd auf das Leistungsvermögen des Menschen aus. Die Isolierung eines Bereiches oder seine relative Unterdrückung oder auch Begünstigung muß sich störend auswirken und das Leistungsvermögen hemmend beeinflussen. So anziehend es auch wäre, an Hand der Kulturgeschichte, der Kunstwissenschaft sowie an Hand der medizinischen und psychologischen Literatur diesen Zusammenhängen nachzugehen, verbietet dies doch der Rahmen der vorliegenden Arbeit.

Die Grundlagen des menschlichen Leistungsvermögens sind, wie bereits festgestellt, von der Art des Zusammenwirkens seines körperlichen und geistig-seelischen Wesens und deren Beziehungen zur Umwelt abhängig. *„In der Reaktion auf die Umweltfaktoren bildet die natürliche Auslese aus den genetischen Elementen, die letzten Endes von der Mutation geliefert wurden, einen besonders gut anpassungsfähigen Genotypus aus. Die biologische Evolution hat die genetische Konstitution hervorgebracht, welche Kultur und Freiheit der Wahl ermöglicht hat. Aber seither ist die menschliche Evolution teilweise eine neue, noch nicht dagewesene Art der Evolution geworden, die Evolution der Kultur und der Freiheit. Dies bedeutet selbstverständlich nicht, daß die biologische Evolution des Menschen zum Stillstand gekommen ist, wie manche Schriftsteller annehmen. Die beiden Arten von Evolution, die biologische und die kulturelle, sind in einem neuen,*

einzigartigen Prozeß, der menschlichen Evolution, miteinander vereinigt.“ (Th. DOBZHANSKY 1958). Die biologische Erbmasse des Menschen kann nur sehr langsam verändert werden, kulturelle Güter dagegen können außerordentlich leicht und rasch übertragen werden. „*Die Evolution der Kultur verläuft weitaus schneller, wirksamer als die biologische Evolution.*“ Der Mensch ersinnt bereits neue Umwelten und hat „*nicht nur die biologischen, sondern auch die geologischen Verhältnisse auf der Erde stark beeinflusst*“ (Th. DOBZHANSKY 1958).

Diese zum Teil notwendigen Wiederholungen vorangegangener Abschnitte mögen nochmals die menschlich bedingten Grundlagen des Leistungsvermögens in Erinnerung bringen. Die Einflußnahme der Kultur, der Pflege und Erziehung auf das Zusammenspiel der körperlichen und geistig-seelischen Kräfte des Menschen bedingen jenen Teil der Leistungsgrundlagen, welche einer bewußten Entfaltung und Lenkung unterliegen. Infolge der raschen und zum Teil also bewußt gelenkten Steigerung und Entfaltung der kulturell bedingten menschlichen Kraftreserven (infolge der Mobilisierung seiner körperlichen und geistig-seelischen Energien) nimmt die geologische Bedeutung des Menschen ständig zu. Wir müssen die funktionell wirksamen Grundlagen des menschlichen Leistungsvermögens sorgfältig pflegen, um Fehlentwicklungen zu vermeiden. Dieses Leistungsvermögen muß dann seinem jeweiligen Energiepotential entsprechend sorgfältig gesteuert werden.

2. DER ANTEIL DES LEBENDIGEN AM BISHERIGEN GEOLOGISCHEN GESCHEHEN

Der Anteil des Lebendigen am bisherigen geologischen Geschehen umfaßt bei Tieren und Pflanzen deren ständige, chemisch-physikalischen Einflüsse auf die exogenen Vorgänge und deren direkten Anteile am Aufbau des sedimentären und organogenen Gesteinsvolumen der Erde durch Bildung fossilisationsfähiger Gewebe oder im Zuge des Stoffwechsels. Der Einfluß des Menschen erstreckt sich in einer relativ sehr intensiven Weise auf die gesamten exogenen Vorgänge und auf den Stoffwechsel der Erde. Durch die Land- und Forstwirtschaft allein wird eine Bodenfläche von 51 Millionen Quadratkilometern (nach E. FELS) auf etwa einen halben Meter Tiefe beeinflusst und damit ein Bodenvolumen von etwa 25.500 Kubikkilometern im lithologisch-bodenkundlichen Sinne neu geschaffen oder umgeprägt. Die effektive

künstliche Stoffneubildung tritt im Jahr mit etwa einem Kubikkilometer im Vergleich zum Bildungstempo organogener Gesteine massenmäßig vermutlich hervor.

Unvergleichlich größer als bei den natürlich bedingten biologischen Stoffbildungen ist die Vielfalt der neuen geschaffenen Stoffarten sowie der neuen Tier- und Pflanzenstämme. Durch die eigentümliche, explosionsartige Entwicklung des Menschen, durch seine Vermehrung, seine kulturellen und zivilisatorischen Leistungen wurde der Anteil des Lebendigen am geologischen Geschehen wesentlich vergrößert. Ein abschließendes Beispiel möge die Größenordnung der künstlichen Vorgänge beleuchten. Die jährliche Stoffneubildung von etwa einem Kubikkilometer entspricht, auf den kontinentalen Ablagerungsbereich bezogen, einem jährlichen Betrag von 0,01 Millimeter. Diese Ablagerungen „biogenen Ursprungs“ würden im Verlauf von einer Million Jahren bereits zehn Meter mächtig geworden sein. Auf die geologischen Formationen, deren Umfang generell mit 100 bis 200 Millionen Jahren anzunehmen ist, wären also 1000 bis 2000 Meter mächtige Ablagerungen über das ganze Festland hin zu denken. Auf die tatsächlichen Sedimentationsräume bezogen würde die Mächtigkeit noch bedeutend höher ausfallen. Die Mächtigkeiten natürlicher, biogen bedingter Ablagerungen, oder organogener Gesteine solcher Zeitspannen bleiben hinter dem denkbaren Umfang künstlich erzeugter Stoffe relativ zurück.

3. DER ANTEIL DES LEBENDIGEN AM KÜNFTIGEN GEOLOGISCHEN GESCHEHEN UND DIE NOTWENDIGKEIT EINER BEGRÜNDUNG DER ANTHROPOGEOLOGIE

Auf Grund des heutigen, vom Menschen beeinflussten, geologischen Geschehens ist es für die weitere Gestaltung unseres Lebensraumes unumgänglich notwendig geworden, die Frage nach den künftig zu erwartenden geologischen Vorgängen zu stellen und alle Grundlagen zu erfassen, die nötig sind, um die Frage für begrenzte Zeitabschnitte mit möglichst großer Wahrscheinlichkeit zu beantworten. Diese Art der geologischen Fragestellung erfordert aber eine eingehendere geologische Bearbeitung des gegenwärtigen Geschehens als dies derzeit betrieben wird. Diese Bearbeitung muß auf der unmittelbaren Beobachtung des Natur- und des Kulturgeschehens aufbauen und eine Analyse der wirksamen Verknüpfungen geologischer Fak-

toren ermöglichen. Dadurch kann das funktionelle Gefüge im geologischen Geschehen der Gegenwart ermittelt werden.

Die Ergebnisse solcher Bearbeitungen dienen letzten Endes der Lösung von Problemen, welche sich aus der Umgestaltung unserer Umwelt ergeben. Sie ergeben aber auch gleichzeitig wertvolle Bausteine für die Aktualgeologie. Die praktische Bedeutung solcher Erwägungen muß hier an erster Stelle genannt werden, da aus den rein wissenschaftlich orientierten Arbeitsbereichen der Geologie die notwendigen Impulse bisher ausgeblieben sind, obwohl gerade diese für die Aktualgeologie und deren Verknüpfung mit der Erdgeschichte auch in wissenschaftlicher Hinsicht notwendig sind. Derzeit sind nur aus der Verantwortung des Menschen gegenüber den künftigen Umweltveränderungen die nötigen Impulse zu erwarten, welche für diese Untersuchungen gebraucht werden. Aber auch hierzu ist vorerst der Nachweis zu erbringen, daß der Mensch als geologischer Faktor in verantwortlicher Weise wirksam ist und somit einer Kontrolle und Steuerung unterworfen werden muß, sollen weitere Katastrophen vermieden werden. Die Förderung diesbezüglich geologischer Untersuchungen sind auf Grund der bisherigen Erfahrungen erst unter dem Zwang (durch die Ungunst) der Ereignisse zu erwarten.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß also derzeit nur auf Grund der Nachweise über den gegenwärtigen geologischen Wirkungsbereich des Menschen und aus dem zwingenden Einblick in die künftig zu erwartenden Veränderungen der Umwelt die notwendigen Impulse für die speziellen geologischen Arbeiten zu erwarten sind.

Das geologische Geschehen der Gegenwart ist im menschlichen Einflußbereich eine Funktion der Wechselwirkungen natürlicher Vorgänge und künstlicher Prozesse. H. HÄUSLER (1958) hat versucht, dies durch die anthropogeologische Grundgleichung auszudrücken. Diese lautet

$$a = b \rightleftharpoons c$$

wobei „a“ das gegenwärtige geologische Geschehen symbolisiert, „b“ den geologischen Faktor „Mensch“ darstellt und „c“ die „Umwelt“ bedeutet. Die Halbpfeile stellen das Symbol der Wechselbeziehungen dar. Die Bedeutung des Faktors „Mensch“ für das geologische Geschehen liegt vor allem in der raschen Veränderlichkeit seiner Wirkungen begründet. Die Veränderungen dieses Faktors beruhen, wie bereits erwähnt, auf dem derzeit wachsenden Leistungsanstieg des

Menschen in körperlicher und geistig-seelischer Hinsicht (z. B. die Vermehrung, die Zunahme körperlicher Leistungsfähigkeit, die Expansion des geistigen Wirkungsbereiches, die zu erwartende Verstärkung der seelischen Impulsquellen und die dadurch zu erwartende Steigerung der schöpferischen Tätigkeit).

Das Anwachsen der Energiequellen kann gefördert, aber es kann auch eingeschränkt werden, je nachdem wie es gelingt, die Faktoren „Mensch“ und „Umwelt“ in ihrem Zusammenwirken zu steuern. Die Energiequellen des Menschen und deren direkte Einwirkungen auf das Umweltgeschehen oder deren indirekte Auswirkungen über die Initialvorgänge wurden bereits erwähnt. Hier möge nur nochmals auf die Notwendigkeit der geologischen Prognose hingewiesen werden, um den Unfug der blinden, zu wenig überlegten Gestaltung in der Praxis zu begegnen. Dadurch wird eine Steuerung unserer Einflüsse auf das Naturgeschehen bewirkt, was in Anbetracht der zu erwartenden generellen Einflußsteigerung des Menschen notwendig ist. Dies ist aber auch für die Geologie selbst wiederum von Bedeutung, da sie, wie bereits erwähnt, im Begriffe steht, eines ihrer wichtigsten künftigen Arbeitsgebiete zu verlieren. Dies wäre ein Verlust, der auch durch andere Fächer nicht wettgemacht wird, da hierzu die spezifisch geologischen Arbeitsmethoden und Erfahrungen notwendig sind, so daß der Geologie ein wesentlicher Teil der Verantwortung am künftigen Geschehen zuerkannt werden muß.

Die Zusammenhänge im geologischen Geschehen der Gegenwart lassen sich durch die symbolischen Formen von Gleichungen in klarerer und eindringlicherer Weise darstellen als dies mit Worten möglich wäre. Aus diesem Grunde mögen einige dieser Beziehungen eingeschaltet werden. Aus der Grundgleichung $a = b \rightleftharpoons c$ ergibt sich durch ihre Auflösung nach der zeitlichen Abfolge (von $t = 0$ bis $t = n$) die Form einer Wirkungskette (das Pfeilzeichen bedeutet: . . . wirkt auf . . .), wobei

$$a \begin{array}{l} | \\ t=n \\ | \\ t=0 \end{array} = b_{t0} \rightarrow c_{t1} \rightarrow b_{t2} \rightarrow c_{t3} \rightarrow b_{t4} \dots b_{tn} \rightarrow b_{tn+1} \text{ wird.}$$

Betrachten wir den einzelnen Menschen als Subjekt (S), dessen Leistung von der Wechselwirkung seiner Impulsquellen (Q_i) und seiner Erkenntnisquellen (Q_e) nach dem Funktionsmodell $S = Q_i \rightleftharpoons Q_e$

bestimmt wird, so ergibt sich aus seiner Wechselwirkung mit dem Objekt (O), das durch seine Leistungen veränderte Objekt (O), das wiederum in symbolischer Form ausgedrückt, nachstehende Gleichung ergibt

$$\bar{O} = S \underline{=} O.$$

Die Summe aller, durch individuelle Leistungen hervorgerufenen Veränderungen ist mit dem gesamten Umfang des geologischen Geschehens im menschlichen Wirkungsbereich gleichzusetzen, und kann durch

$$a = \Sigma \bar{O}$$

ausgedrückt werden. Auf Grund der geologischen Modellvorstellungen (H. HÄUSLER 1958) über den Zusammenhang des erdgeschichtlichen Verlaufes mit den jeweiligen Zeitquerschnitten, welche

$$y = \int y' dt$$

lautet und worin „y“ das Symbol für den Verlauf der Erdgeschichte darstellt, die wir als Integral von y', dem jeweiligen geologischen Zustand vorstellen können, der in einem sehr kleinen Zeitabschnitt zu denken ist. Es folgt daraus für den durch t₀ und t_n begrenzten gegenwärtigen Zeitabschnitt

$$y \left| \begin{array}{l} t_n \\ t_0 \end{array} \right. = a \left| \begin{array}{l} t_n \\ t_0 \end{array} \right. \quad , \text{ wobei}$$

$$a \left| \begin{array}{l} t_n \\ t_0 \end{array} \right. = b \left| \begin{array}{l} t_n \\ t_0 \end{array} \right. \underline{=} c \left| \begin{array}{l} t_n \\ t_0 \end{array} \right. \quad \text{wird.}$$

Im Bereich des kleinen Zeitabschnittes (dt) wäre die Verflechtung von b und c durch a' = b' + c' gegeben und für eine kleine Zeitdifferenz Δt als a = b $\underline{=} c$ zu symbolisieren.

Auf Grund der bisher umrissenen Zusammenhänge im gegenwärtigen geologischen Geschehen muß angenommen werden, daß der Einfluß des Lebendigen am künftigen geologischen Geschehen weiterhin zunehmen wird. Daraus ergeben sich Probleme besonderer Art, die durch den Arbeitsbereich der Anthropogeologie zu lösen sind.

Die Aufgaben der Anthropogeologie mögen in nachstehender Gliederung angeführt werden, ohne daß der Rahmen dieser Arbeit überschritten wird:

a) Nachweis des gegenwärtigen geologischen Geschehens, um die Wirkungsweise der natürlichen und künstlichen Komponenten kennenzulernen. Hierzu sind spezielle Kartierungen und Messungen der geologischen Dynamik nötig sowie die Einrichtung geologischer Dauerbeobachtungen und Ausbau des geologischen Beobachtungsnetzes.

b) Nachweis der Veränderungstendenzen der gegenwärtigen geologischen Dynamik sowie deren natürlichen und künstlichen Komponenten und deren Wechselwirkungen.

c) Studium der Funktionsgefüge und der Reaktionsabläufe natürlicher und künstlicher Vorgänge im Gegenwartsgeschehen, wie zum Beispiel Wechselwirkungen, Kettenreaktionen, Initialvorgänge.

d) Regionale Zustandsbeschreibung und Kartierung des gegenwärtigen geologischen Geschehens bestimmter geographischer Räume.

e) Regionale Kartierung der Veränderungstendenzen der geologischen Dynamik.

f) Bearbeitung der Archivalien, der historischen Dokumente (Aufzeichnungen, Bilder, Karten) in Ergänzung zu den Beobachtungen der Umweltsmerkmale und zum Nachweis der Beziehungen des gegenwärtigen geologischen Geschehens zu den Ereignissen vergangener Zeitabschnitte.

g) Beobachtung des Menschen, vor allem seiner Energiequellen und Feststellungen über deren Lenkungsmöglichkeiten.

h) Ermittlungen und örtliche Nachweise der Gefahren und ihrer Ursachen, welche sich auf das Umweltgeschehen und aus dem Einflußbereich des Menschen selbst ergeben.

i) Studium von theoretischen Varianten natürlicher und künstlicher Vorgänge auf Grund der nachweisbaren Funktionszusammenhänge geologisch wirksamer Faktoren. Durch dieses Variantenstudium läßt sich der Einblick in das geologische Geschehen vertiefen und ein Vorrat von Erkenntnissen schaffen, die wiederum der geologischen Prognose dienen.

k) In Bearbeitung der unter a bis i angeführten Gesichtspunkte sind alle jene Beobachtungen festzustellen, die für die Bilanzen des geologischen Geschehens notwendig sind. Aus diesen Bilanzen erhalten wir einerseits die Grundlagen für die aktualgeologischen Probleme, andererseits die Grundlagen für die geologischen Prognosen.

l) Ausbau der Methoden der Anthropogeologie. Diese lassen sich auf den bisherigen Arbeitsmethoden der Geologie unter besonders sorgfältiger Heranziehung von Hilfsmitteln der in Betracht kommen-

den Grenzgebiete bei der Behandlung der jeweiligen Probleme aufbauen. Sie werden besonders durch die systematische Beobachtung und Beschreibung des vom Menschen erlebten geologischen Geschehens und durch die Experimentalgeologie ergänzt.

Mit Hilfe dieser, zunächst nur skizzenhaft entworfenen Arbeitsbereiche der Anthropogeologie wird es möglich sein, die derzeitigen Mängel bei der Bearbeitung des gegenwärtigen geologischen Geschehens zu beseitigen und die Grundlagen für geologische Prognosen zu schaffen.

4. DIE BEARBEITUNG DER GRUNDLAGEN VON BILANZEN, PROGNOSEN UND BEURTEILUNGEN GEOLOGISCHER VORGÄNGE IM MENSCHLICHEN WIRKUNGSBEREICH ALS AUFGABEN DER ANTHROPOGEOLOGIE

Um geologische Erkenntnisse in der Praxis nutzbringend anwenden zu können, müssen beide Interessenkreise, nämlich die Geologie und die Praxis, aufeinander abgestimmt werden. Die Praxis verlangt von der Geologie konkrete Angaben und Aussagen von möglichst hohem Wahrscheinlichkeitsgrade. Um diese Forderungen erfüllen zu können, die im einzelnen oft weit über das übliche Maß der Ansprüche (z. B. solcher der geologischen Landesaufnahme) hinausgehen, müssen Prognosen erstellt werden. Dies ist deshalb notwendig, da uns nur kleine Ausschnitte aus den komplizierten geologischen, sich raumzeitlich erstreckenden Strukturen direkt zugänglich sind, welche für die wissenschaftliche und für die praktische geologische Arbeit nicht ausreichen würden. Hierzu ist es notwendig, einen entsprechend großen Ausschnitt der geologischen Struktur, der jeweiligen Aufgabe entsprechend, kennenzulernen. Dies ist aber nur dann möglich, wenn es uns gelingt, die einzelnen geologischen Beobachtungen gedanklich so zu verknüpfen, daß wir uns eine klare Vorstellung von den genannten geologischen Strukturen machen können. Wir müssen somit Aussagen über geologische Gegenstände machen, die der unmittelbaren Anschauung verborgen sind. Wir müssen somit geologische Prognosen erstellen, die vom Bekannten ausgehend, bestimmte Aussagen über das Unbekannte ermöglichen und dabei einen möglichst hohen Grad der Wahrscheinlichkeit besitzen.

Hierbei können wir zwei verschiedene Arten von Prognosen unterscheiden. Die eine Art der geologischen Prognosen erstreckt sich auf die räumlichen Unbekannten, die andere Art auf die Unbekannten

der zeitlich zu erwartenden Abfolge des geologischen Geschehens. Vielfach werden beide Arten von Prognosen zu verknüpfen sein, um die gewünschten Angaben für die Praxis machen zu können. Die erste Art der Prognosen wird bei Lagerstättenuntersuchungen angewendet und ist für die Baugeologie notwendig (z. B. für Stollenprojekte, Talsperrengründungen und anderes mehr). Es handelt sich hierbei um Prognosen über den geologischen Aufbau und vor allem hinsichtlich der geometrischen und gesteinsmäßig bedingten Strukturen des jeweiligen Projektbereiches (siehe auch H. HÄUSLER 1948, 1952, 1953). Die andere Art der Prognose konnte ich bei der Beurteilung von Felsstürzen und Rutschungen, bei Großsprengungen, bei Untersuchungen des Reaktionsverlaufes von Bauwerk und Baugrund zur Beurteilung der Sohlfuge, für spezielle Fragen des Tunnelbaues, für Beweissicherungsvorhaben und anderes mehr anwenden (H. HÄUSLER 1953).

Bei der zeitbezogenen geologischen Prognose müssen wir wiederum zwei Formen unterscheiden. Die eine ist eine echte Prognose über das künftige zu erwartende Geschehen. Die andere Art stellt eine Aussage über stattgefundene Abläufe in der Vergangenheit dar, deren Zusammenhang nicht mehr sichtbar ist, sie ist als Rekonstruktion zu bezeichnen. Während die Prognosen einer unmittelbaren Überprüfung unterzogen werden können, ist dies bei Rekonstruktionen nicht möglich, die nur einer indirekten Kontrolle zu unterziehen sind. Sie haben sich bei der Bearbeitung von wasserbaulichen und forstwirtschaftlichen Problemen sowie bei der Beweissicherung mit Erfolg verwenden lassen (H. HÄUSLER 1942, 1943).

Die gemeinsame Anwendung von räumlich und zeitlich gerichteten Prognosen unter Einschluß der Rekonstruktionen konnte am Beispiel der unteren Traun durchgeführt werden (H. HÄUSLER 1953). In besonders vorbildlicher Weise hat auf ähnliche Art M. SCHWICKERATH (1954) den Bereich des Meßtischblattes Stolberg durch seine Arbeit „Die Landschaft und ihre Wandlung“ erforscht. Er hat nach einer eingehenden Analyse über die bisherigen Veränderungen, vor allem jene von kultur- und vegetationskundlicher Art, die Dynamik dieser Landschaft erfaßt. Er hat daraus grundsätzliche Schlußfolgerungen und Prognosen abgeleitet, auf die wir später noch zurückkommen werden.

E. AICHINGER (1949) hat in seinen Grundzügen der forstlichen Vegetationskunde für den forstlichen Arbeitsbereich die Grundlagen der räumlichen und vor allem auch die der zeitlichen Prognose ge-

schaffen. Seine Arbeit, die Bemühungen von H. HUFNAGL und anderen sind aber nicht nur für die jeweilige Praxis von Bedeutung, sondern auch für die Erforschung des gegenwärtigen geologischen Geschehens außerordentlich wertvoll. Sie behandeln die Vegetation in Beziehung zu den ökologischen Faktoren und ihren Veränderungstendenzen. Sie behandeln auf diese Weise auch wichtige Dokumente des geologischen Geschehens und Indikatoren der jeweils zu erwartenden Veränderungen. R. KNAPP (1949) hat in seiner angewandten Pflanzensoziologie auf deren Bedeutung für die Landesplanung hingewiesen und das Problem der Prognosenstellung angeschnitten. Besonders lehrreich war mir in diesem Zusammenhange meine Mitarbeit an forstwirtschaftlichen Aufgaben unter Leitung von H. HUFNAGL (1952). Hierbei lernte ich die Bedeutung der Prognose für die Beurteilung säkularer Vorgänge im Waldbau kennen. Bei dieser Gelegenheit konnte ich zeigen, daß die Geologie hierbei eine wertvolle Hilfe darstellt, da sie die grundlegenden geologischen Vorgänge erfaßt und deren weiteren Verlauf vorausbestimmt. Diese Erkenntnisse, nämlich die Notwendigkeit der Prognosenerstellung und die Beschaffung der geologischen Grundlagen hierzu, haben grundsätzliche Bedeutung für die Gestaltung der Umwelt, welche letzten Endes eine Lenkung des geologischen Geschehens darstellt.

Anlässlich der Untersuchungen von Kraftwerkprojekten an der unteren Traun war es nötig, das geologische Geschehen auf seine natürlichen und künstlich bedingten Komponenten und deren Zusammenwirken zu untersuchen (H. HÄUSLER 1954). Somit konnten an einem lokalen Beispiel grundsätzliche methodische Überlegungen angestellt werden. Dies führte zur Überzeugung, daß die Beurteilung großer Projekte auf den in solcher Weise gewonnenen Unterlagen aufgebaut werden sollten. Hierzu sind zunächst die naturgesetzlichen Grundlagen des Projekttraumes zu ermitteln und das künstlich bedingte Geschehen festzustellen. Dies ist mittels entsprechender Diagnosen und Indikatoren auszuführen, worauf eine Bilanz über das geologische Geschehen des betreffenden Bereiches erstellt werden kann. Auf Grund der Bilanz läßt sich dann die Prognose über die künftig zu erwartenden Veränderungen aufbauen. Erst nachdem die Prognose über das zu erwartende Geschehen der Umwelt geschaffen worden ist, kann das Projekt im Hinblick auf seine zu erwartenden Reaktionen auf die Gegebenheiten des Projekttraumes untersucht und darnach beurteilt werden. Die Erstellung einer Prognose ist somit

Grundlage der Projektsbeurteilung. Heute wird bei derartigen Prognosen vielfach der gegenwärtig zu beobachtende Zustand als eine konstant bleibende Gegebenheit angenommen. Dies ist verständlich, da es meist schwierig ist, irgendwelche Beobachtungen von Veränderungen auszuführen (Abb. 10). Selbst die Feststellung einer bestimmten Änderung des Planungsraumes ist noch nicht ausreichend, um daraus eine Gleichförmigkeit weiterer Veränderungen im vorhinein anzunehmen. Die Art der zu erwartenden Veränderungen darf hierbei nur schrittweise auf Grund bekannter funktioneller Verknüpfungen der wirksamen Faktoren, auf Grund des Reaktionsgefüges natürlicher und künstlich bedingter Prozesse ermittelt werden.

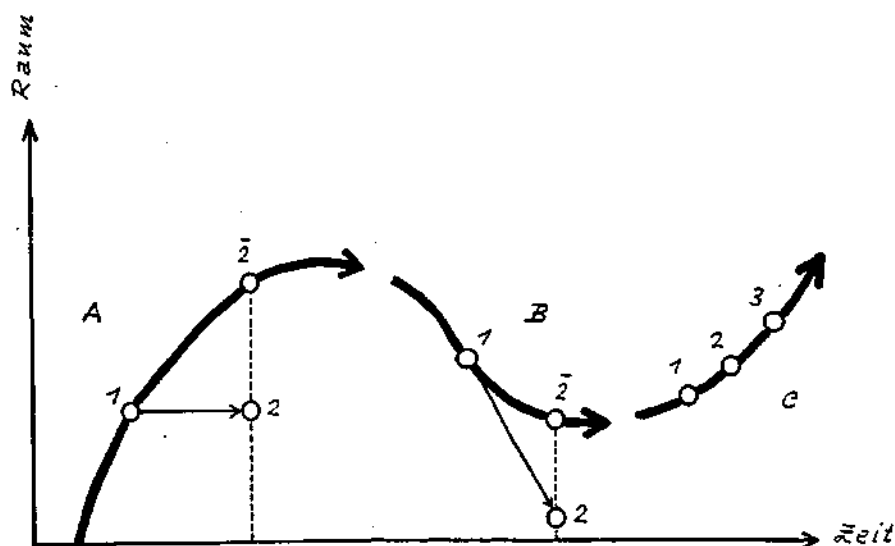


Abb. 10: Schematisches Diagramm zur Erläuterung der geologischen Zeitprognose. Aus einem beliebigen geologischen Geschehen wurden drei Abschnitte A, B und C in bezug auf die Raum- und Zeitkoordinaten herausgegriffen und als Kurvenabschnitte dargestellt. Im Abschnitt A wurde für das geologische Geschehen im Punkt 1 fälschlicherweise angenommen, daß dieses unveränderlich sei und als Punkt 2 erwartet werden müßte. Das geologische Geschehen nimmt aber den Verlauf von Punkt 1 nach Punkt 2, so daß der Punkt 2 eine Fehlprognose darstellt. Im Abschnitt B ist ebenfalls eine Fehlprognose dargestellt, die verhältnismäßig häufig gemacht wird. Sie entsteht aus der Annahme, daß die Veränderungstendenz des geologischen Geschehens im Punkt 1 gleichbleibend nach Punkt 2 führen müsse, während die tatsächliche Veränderung zum Punkt 2 führt. Im Abschnitt C ist die richtige Erstellung der Prognose angedeutet, die darin besteht, daß sie in kleinen Zeitabschnitten ausgeführt wird und auf der Kenntnis der geologischen Funktionsbedingungen beruht

Die Beurteilung der gegenwärtigen und der zu erwartenden geologischen Situation setzt somit eine sorgfältige geologische Prognose voraus, die selbst wiederum auf einer Bilanz des natürlichen und künstlich bedingten Geschehens beruht. Hierzu sind alle jene Untersuchungen notwendig, welche die natürlichen Veränderungstendenzen in dem betreffenden Raum erfassen und die menschliche Einflußnahme feststellen. Durch die Verkettung der natürlichen und der künstlichen Ereignisse zu einem Reaktionsgefüge, werden die Untersuchungen dieser Ereignisse zu wesentlichen Aufgaben der Anthropogeologie. Die Anthropogeologie bewirkt hierbei ähnlich wie die Ökologie (welche (A. THIENEMANN 1955 als „Brückenwissenschaft“ bezeichnet hat) eine Zusammenschau der Ergebnisse und Erkenntnisse vieler Fachbereiche, um die Probleme eines konkreten Falles zu lösen.

Durch die Anthropogeologie wird es möglich, Ergebnisse der Ökologie im großen Feld der Erdgeschichte zu verankern und zu versuchen, aus der Tiefe des geologischen Zeitraumes heraus die Gegenwart zu verstehen und die Zukunft zu deuten, das heißt, die Prognose zu begründen. Dadurch ist der engere Zusammenhang der Anthropogeologie mit der Ökologie gegeben, auf diese Weise wird auch die Bedeutung des Menschen als Gestalter der Umwelt berücksichtigt, und zwar nicht nur im Bereich der Ökologie, sondern auch in dem der Geologie, was für die angewandten Wissenschaften von besonderer Bedeutung ist. Es ist somit kein Zufall, wenn sich grundsätzliche Feststellungen vorliegender Studie in ähnlicher Weise in der Arbeit von A. THIENEMANN (1956) über „Leben und Umwelt“ wiederfindet (siehe HÄUSLER 1954).

Durch die geologische Schauweise wird es uns möglich, das Geschehen der Gegenwart in besonders deutlicher, plastischer Weise darzustellen. Es erscheint uns dadurch nur als Sonderfall aus der vergangenen und kommenden Verflechtung der Erd- und Lebensgeschichte. K. v. BÜLOW (1955) meint: die *„Wechselbeziehungen zwischen Anorganischem und Organischem, zwischen Erde, das heißt, Umwelt und Leben, erscheinen als der Motor der Entwicklung. Sie bestimmen das historische Weltbild der Geologie. Es sind offensichtlich die grundsätzlich gleichen Gesetzmäßigkeiten, wie sie auf höchster Ebene die geschichtlichen Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner — natürlichen und kulturellen — Umwelt reagieren“*. Daraus ergibt sich der sachlich notwendige Zusammenschluß von biologischen bzw. ökologischen Arbeitsweisen sowie den Geisteswissenschaften mit

der Geologie und ihren engeren Hilfsfächern. Aufgabe der Anthropogeologie ist es hierbei, mit Hilfe dieser Fachgebiete und Arbeitsweisen das spezielle Rüstzeug zu schaffen, welches für die Kenntnisnahme des gegenwärtigen geologischen Geschehens notwendig ist, um damit die Grundlagen der künftigen Gestaltung unseres Lebensraumes zu schaffen. Ihre Ergebnisse führen zur Prognose und zur Beurteilung über unsere Eingriffe in den Lebensraum. K. v. Bülow hat in dem oben angeführten Zitat auch die Menschheitsgeschichte in den Kreis der Überlegungen einbezogen.

Hier möge ein weiterer Schritt angeschlossen werden, der zum Kernbereich, zu den philosophischen Grundlagen des menschlichen Wirkens führt. K. JASPERS (1953) beschäftigt sich von philosophischer Seite aus mit dem Thema der Prognosen in bezug auf den Menschen und möge anschließend zitiert werden. Er unterscheidet bei seinen Betrachtungen eine „betrachtende“ und eine „erweckende“ Prognose. Von der „betrachtenden Prognose“ in der Geschichte der Erde und des Lebens, im anthropogeologischen Geschehen wurzelnd, meint er . . . *„Das vorausschauende betrachtende Wissen vom Lauf der Dinge bleibt ein Wissen von Möglichkeiten . . .“*. Diese Betrachtung möchte wissen, was ohne Einsatz des denkenden Menschen wird. Es kommt aber dahingegen vor allem darauf an, *„. . . was ich eigentlich will . . .“*, worauf es also dem Menschen in der Zukunft ankommt. *„Die aus der Geschichte möglichen Prognosen bedeuten nur einen Horizont innerhalb dessen ich handle.“* Aber die Prognose ist *„nie nur als Wissen, sondern als dieses Wissen schon sogleich Faktor des wirklichen Geschehens. Es gibt kein Sehen von Wirklichkeiten, in dem nicht zugleich Wollen ist, oder daß doch Wollen erwecken oder lähmen kann“*. *„Prognostisches Denken wirft zurück auf die Gegenwart, ohne den Raum des Planens im Möglichen zu verlassen.“* *„. . . Was aus der Welt wird, entscheidet dann paradoxerweise jeder einzelne dadurch, wie er in der Kontinuität seines Tuns über sich entscheidet.“* K. JASPERS setzt der „betrachtenden Prognose“ somit die „erweckende Prognose“ gegenüber, die das ausspricht, was möglich ist, weil der Wille sich durch diese Möglichkeiten bestimmen läßt. Sie dringt somit über die Betrachtung zum Entschluß. *„So scheint die Grundfrage der Zeit, ob der unabhängige Mensch in seinem selbstergriffenen Schicksal noch möglich sei. Es wurde zur Frage überhaupt, ob der Mensch frei sein kann; eine Frage, die als wirklich verstandene Frage sich selbst aufhebt; denn wahrhaft verstehend stellt die Frage nur, wer frei sein*

kann.“ *„Was geschehen wird, sagt keine zwingende Antwort, sondern das wird der Mensch, der lebt, durch sein Sein sagen. Die erweckende Prognose des Möglichen kann nur die Aufgabe haben, den Menschen an sich selbst zu erinnern.“*

Diese Zitate aus einer philosophischen Arbeit mögen in einer geologischen Studie befremdend erscheinen, aber sie berühren Ergebnisse, die in ähnlicher Weise auf geologischer Ebene gewonnen worden sind und stellen daher wertvolle Ergänzungen dar. So hat die Untersuchung des Menschen als wirkender geologischer Faktor die dringende Notwendigkeit erkennen lassen, daß sich der Mensch heute seiner selbst und seiner geologischen Funktion bewußt werden muß. Dieser Anruf des menschlichen Bewußtseins mag durch J. UEXKÜLL (1955) unterstrichen werden: *„Die Erkenntnis allein, daß die gesamte Natur nichts anderes ist als eine einzige allgewaltige Partitur des Lebens, genügt noch nicht. Es muß das tief beruhigende Gefühl aus ihr erwachsen, daß wir selbst mit unserer Person mit in die große Partitur verwoben sind und versuchen müssen, uns mit ihr in Einklang zu setzen.“* Die Untersuchung der Wechselwirkungen von Mensch und Umwelt hat ergeben, daß am gegenwärtigen Geschehen und im Geschehen der, zumindest nahen Zukunft der zielbewußt handelnde Mensch ein bedeutender Faktor ist. Daher ist auch von anthropogeologischer Seite aus die passive, nur „betrachtende“ Prognose völlig unzureichend. Eine brauchbare Prognose muß aussprechen, *„was möglich ist, weil der Wille durch diese Möglichkeit sich bestimmen läßt“* (siehe oben). Die Prognose muß somit den bewußt erlebenden und denkenden Menschen, diesen beeinflussend, als aktiven Faktor ins Kalkül ziehen. Damit trägt diese Art von Prognose, sie mag der „erweckenden“ Prognose von K. JASPERS entsprechen, wesentlich zur verantwortlichen Gestaltung unserer Zukunft bei und stellt eine der Hauptaufgaben der Anthropogeologie dar.

5. DIE BEDEUTUNG DER ANTHROPOGEOLOGIE FÜR DIE AKTUALGEOLOGIE

1953 hat K. v. BüLOW auf die anaktualistischen Wesenszüge der Gegenwart hingewiesen. Er hat auf den exzeptionellen Charakter der Erdgeschichte der Gegenwart eindringlich aufmerksam gemacht. Es ist hierbei bemerkenswert, daß sich diese Erkenntnisse sehr spät einstellen, nachdem der Aktualismus bereits mehr als 100 Jahre alt ist, und seither immer wieder Anlaß zu aktualgeologischen Studien ge-

worden ist. Überspitzungen des Aktualismus haben Einseitigkeiten des Historismus auf den Plan gerufen, nach dem Muster des oft unerfreulichen „Entweder-Oder“ an Stelle des „Sowohl-Als-auch“. H. HÄUSLER (1958) hat an Hand eines mathematischen Gedankenmodelles die Verknüpfungsbedingungen der geologischen Gegenwarterscheinungen mit jenen der erdgeschichtlichen Vergangenheit angedeutet. Daraus folgt ebenfalls, daß die unumschränkte, kritiklose Anwendung aktualgeologischer Beobachtungen für die Lösung erdgeschichtlicher Fragen völlig unzulässig ist. Es müssen vielmehr in jedem einzelnen Falle erst die Verknüpfungsbedingungen von Gegenwart und Vergangenheit untersucht werden.

Daß dieser Sachverhalt manchmal übersehen wurde, mag durch die Anschauungen des heranwachsenden Menschen über die Ursprünglichkeit der ihn umgebenden Natur als unveränderliches, einmal geschaffenes System verursacht worden sein; eine Anschauung, die dann oftmals auch noch das Urteil des erwachsenen Menschen wesentlich beeinflußt, so als ob es in ihm fixiert worden sei. Menschen, die in der Stadt aufgewachsen sind, können solchen Irrtümern besonders leicht unterliegen, da ihnen jedes Stück der belebten Landschaft außerhalb der Steinwüste ihrer Siedlung als Gegensatz dazu, eben als ursprüngliche Natur erscheinen mag.

Im allgemeinen ist es uns gar nicht bewußt, wie weitgehend der natürliche Zustand bereits künstlich verändert worden ist. Gerade dieses Bewußtsein ist aber nötig, wenn wir das natürliche Geschehen der Gegenwart erkennen wollen und das Wirken der natürlichen und künstlich bedingten Faktoren erfassen müssen. Erst durch das sorgfältige und kritische Studium dieser Faktoren, ihrer funktionellen Verknüpfungen und der diesen entsprechenden geologischen Dokumente sind wir in der Lage, die Erscheinungen der Vergangenheit zu deuten und mit dem Geschehen der Gegenwart in Beziehung zu bringen. Diese Arbeitsweise darf aber nicht allein auf zufälligen Erfahrungen und Anschauungen beruhen, sondern sie bedarf vor allem einer systematisch geschaffenen Grundlage.

Eine Voraussetzung für diese Grundlage ist das Studium des gegenwärtigen geologischen Geschehens und seiner Dokumente, welches durch geologische Experimente in der Natur und im Laboratorium sowie durch Gedankenmodelle zu ergänzen ist. Auf diese Weise schaffen wir einen umfassenden Vorrat an bekannten geo-

logischen Vorgängen und den ihnen entsprechenden Dokumenten. Sobald ein solcher Vorrat angelegt ist, müssen noch jeweils besondere Methoden zur Differentialdiagnose geschaffen werden, welche uns die Unterscheidung ähnlich erscheinender geologischer Tatsachen ermöglichen soll.

H. HÄUSLER hat 1944 in seiner Habilitationsschrift derartige Überlegungen zunächst für die Bereiche der Lithogenese vorbereitet und damit den Ansatz zur Bearbeitung eines großen Bereiches der genannten geologischen Dokumente geschaffen. Der Geologie stehen bei der Durchforschung des gegenwärtigen Geschehens noch große Gebiete der Grundlagenforschung offen. Die heftigen Angriffe, denen der Aktualismus ausgesetzt worden ist, waren im Prinzip völlig unberechtigt, da ohne Kenntnis unserer Umwelt eine Kenntnis der vergangenen Welten nicht möglich wäre (von tiefen-psychologisch zu deutenden Erscheinungen darf hierbei für das konkrete geologische Geschehen abgesehen werden). Berechtigt waren diese Angriffe auf den Aktualismus als Kritik an seiner Methode. Die Methode muß selbstverständlich immer weiter verbessert werden, um die Erdgeschichte sicher deuten zu können und um der künftigen Gestaltung unseres Lebensraumes durch die Erkenntnisse der Aktualgeologie gewachsen zu sein. Die Aufgaben, die sich daraus für die Geologie ergeben, können durch den speziellen Arbeitsbereich der Anthropogeologie ausgeführt werden.

6. DIE BEZIEHUNG DER ANTHROPOGEOLOGIE ZU DEN ANGRENZENDEN FACHGEBIETEN

Die Geologie, mit deren Hilfe wir den Werdegang der Erde und des Lebens erforschen, baut im allgemeinen auf den Ergebnissen der reinen und angewandten Naturwissenschaften auf. Die Anthropogeologie im speziellen bedarf darüber hinaus noch der Mitarbeit geisteswissenschaftlicher Fächer. Die geologischen Erscheinungen stehen in so vielfältiger Weise mit dem Menschen in Beziehung, daß wir bei ihrer Untersuchung der Erfahrungen des Geisteswissenschaftlers bedürfen. K. KRÜGER (1948) versucht, solche Grenzprobleme von Mensch und Umwelt von geographischer Seite zu lösen. Er führt diesbezüglich eine Reihe von Grenzwissenschaften an, wie Geomedizin, Geopsychologie, Geoökonomie, Regionaltechnik, Geobotanik, Geozoologie und eine, der Anthropologie entsprechende Typenverbreitungslehre. Diesen Gebieten entsprechen wiederum verschiedene Teil-

gebiete der Geographie, wie Biogeographie, Pflanzen- und Tiergeographie, Anthropogeographie, Kulturgeographie, geographische Völkerpsychologie, Ethnogeographie, Technogeographie u.a.m. Es ist eine Fülle von Grenzgebieten, die aus dem Studium unseres Lebensraumes entstanden sind und letzten Endes zu einer allgemeinen Ökologie führen (A. THIENEMANN 1956).

Die allgemeine Ökologie umschließt alle Naturwissenschaften, da ihr das ganzheitliche Denken zu eigen ist. *„Der Mensch ist Glied des Naturganzen. Dabei gelten die allgemeinen ökologischen Gesetzmäßigkeiten auch für ihn; man verstößt im menschlichen Gemeinschaftsleben gegen ökologische Grundwahrheiten nie ungestraft.“* (A. THIENEMANN 1956). *„Die berüchtigte Trennung in Natur- und Geisteswissenschaften hat nur unseren Blick dafür getrübt, daß eben auch unsere geistigen Tätigkeiten als Äußerungen einer höheren Einheit den Bindungen und Gesetzmäßigkeiten der organischen Welt nicht einfach entwachsen sind, und dann erst den höchsten Grad erreichen, wenn sie in Kenntnis und Verständnis solcher Regeln sich ihnen bewußt einfügen“* (E. HENNIG, zitiert in A. THIENEMANN 1956).

Diese Erkenntnisse der verschiedenen Fachrichtungen beziehen sich im wesentlichen auf den gegenwärtigen Zeitquerschnitt des geologischen Geschehens (H. HÄUSLER 1958). Sie lassen sich aber noch vertiefen, wenn wir sie in geologischer Hinsicht zu betrachten versuchen, und somit die gegenwärtigen Erscheinungen mit denen anderer Zeitquerschnitte des geologischen Geschehens verknüpfen. Hierzu sind aber zwei ergänzende Arbeitsgänge nötig, nämlich die Untersuchung der geologischen Einflüsse auf den Menschen und der Nachweis des menschlichen Wirkens auf Grund der geologischen Dokumente. Damit ist aber auch eine Abgrenzung der Anthropogeologie gegenüber anderen Fachgebieten gegeben, mit denen sie in Berührung kommt. Diese Abgrenzung besteht darin, daß die Geologie beziehungsweise die Anthropogeologie mit Hilfe der in Betracht kommenden Arbeitsgebiete das einschlägige Beobachtungsmaterial erwirbt, um es in geologischer Hinsicht verwertend mit dem Geschehen der Erdgeschichte zu verknüpfen. Damit wird eine geologische raum- und zeitbezogene Zusammenschau der Gegenwartsbeobachtungen möglich. Auf diese Weise lassen sich die Diagnosen verbessern, und es wird der Übergang von der statischen zur dynamischen Betrachtungsweise vollzogen. Darin liegt aber auch die Bedeutung für die Erstellung der Prognosen. Die Abgrenzung der Anthropogeologie

gegenüber anderen Arbeitsgebieten besteht somit darin, daß sie die Wirkung des Menschen ausschließlich in geologischer Hinsicht betrachtet und vor allem solche Auswirkungen seines Wesens würdigt, die sich in Form von geologischen Dokumenten äußern. Die Anthropogeologie hat bei allen diesen Bemühungen den Vorteil, daß alle Wissenschaften menschbezogen sind und damit eine Zusammenschau ermöglichen.

Die Reaktion von Mensch und Umwelt sei durch folgendes Kreislaufschema nochmals dargestellt: Unbewußte Vorgänge ➤ bewußtes Erleben ➤ Gestaltung der Umwelt durch: Kult, Kunst, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Krieg, dies führt ➤ zu geologischen Reaktionen und äußert sich in Form geologischer Dokumente ➤ die geologischen Vorgänge wirken wiederum auf die ökologischen Bedingungen ein und dies führt ➤ zu Veränderungen des menschlichen Lebens, was sich wiederum in seelischen Veränderungen äußert und auf die unbewußten Vorgänge, auf die Welt des Unbewußten einwirkt. Es stehen somit nicht nur Seele und Körper des Menschen miteinander in Beziehung, sondern auch Seele und Umwelt. Die Beziehung der Anthropogeologie zu den verschiedenen Wissensgebieten ist daher zweckmäßigerweise in drei Bereiche zu gliedern: in den naturwissenschaftlichen Bereich, in den geisteswissenschaftlichen Bereich und hier, soweit dies zum Verständnis des menschlichen Verhaltens nötig ist, in den Bereich der Fachphilosophie. Der Einfluß des geologischen Geschehens auf den Menschen wird durch das Studium des Menschen selbst und seines Verhaltens festzustellen sein. Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen führt aber zu verschiedenen Produkten, die in geologischer Hinsicht zu untersuchen sind. Diese Produkte, die Ergebnisse des menschlichen Wirkens sind, zweckmäßigerweise ebenfalls in drei Gruppen zu erfassen, zu deren Bearbeitung wir die entsprechenden Fachgebiete heranziehen müssen, um die für die geologische Untersuchung notwendigen Unterlagen zu schaffen:

a) Gegenständliche (organische und anorganische) Produkte durch die künstliche Gestaltung der außermenschlichen Umwelt.

b) Produkte, die sich unmittelbar aus der Gestaltung der menschlichen Umwelt ergeben.

c) Der Mensch als Gestalter seiner selbst, schafft seelisch-geistige Ergebnisse, welche durch das Bewußtwerden der eigenkörperlichen Grundfunktionen und seiner persönlichen Energiequellen sowie seiner Erlebnisvorgänge entstehen.

Diese drei Gruppen sind im Grunde nur drei besondere Perspektiven unseres Wirkens und stehen somit untereinander in engster Beziehung. Die Produkte des menschlichen Wirkens und die Fachgebiete für ihre wissenschaftliche Bearbeitung müssen wir uns zwischen den zwei einander entsprechenden Polen angeordnet denken, die der Mensch als Gestalter seines seelisch-geistigen Wesens einerseits, und als Gestalter der Erde andererseits geschaffen hat, nämlich seine heutige Seele und seine heutige Erde.

Die große Anzahl von Fachgebieten, auf welche die Anthropogeologie zurückgreifen muß, haben aber nicht nur gebende Funktionen, sondern sie empfangen durch die geologische Zusammenschau der Ereignisse in Raum und Zeit auch wertvollen Gewinn. Sie lassen sich in ähnlicher Weise wie vorhin gliedern:

Die der Gruppe a) entsprechenden Fachgebiete, wie Aktualgeologie, Lithologie, Bodenkunde, Ökologie, Botanik, Zoologie, Hydrologie, Klimatologie, Geographie und die angewandten Wissenschaften. Diese Fachgebiete gewinnen vor allem durch die Berücksichtigung des Zeitfaktors der geologischen Betrachtungsweise und durch den Ausbau der dynamischen Betrachtungsweise an Stelle der mehr statischen Auffassung des gegenwärtigen Geschehens. Dadurch wird eine bessere Differenzierungsmöglichkeit der Untersuchungsobjekte erzielt, und werden die Grundlagen der Prognose geschaffen.

Die der Gruppe b) entsprechenden Fachgebiete, wie Prähistorik, Archäologie, Geschichte, Anthropologie, Medizin, Völkerkunde, Kunst und Kulturgeschichte, lassen durch die anthropogeologische Zusammenschau ebenfalls wertvolle Anregungen erwarten.

Auch für die der Gruppe c) entsprechenden Fachgebiete, wie Psychologie, Philosophie und Pädagogik, sind Anregungen zu erwarten.

Für die angewandten Wissenschaften, welche sich auf alle genannten Bereiche verteilen, ergeben sich aus der geologischen Zusammenschau ebenfalls wertvolle Erkenntnisse über die geologische Funktion des menschlichen Wirkens. Daraus leitet sich dann die Verantwortung gegenüber der künftigen Gestaltung des Lebensraumes ab. Mit der Frage der Verantwortlichkeit hat sich unter anderen besonders G. KUNDEL (1957/58) auseinandergesetzt. Auf die einzelnen Fachgebiete und ihre wechselseitige Verknüpfung mit der Anthropogeologie näher einzugehen, ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich, doch sollen einige Gebiete noch im besonderen angeführt werden (Geographie, Pflanzensoziologie, Bodenkunde, Ingenieurgeologie).

H. HÄUSLER (1958) hat von geologischer Seite aus eine Charakterisierung der geologischen und geographischen Arbeitsbereiche versucht. Überschneidungen und „Brückenarbeiten“ sind gerade bei diesen beiden Erdwissenschaften besonders notwendig, doch sollten hierbei wesentliche Unterschiede beider Fächer nicht übersehen werden. Die Geologie hat praktisch keine andere Begrenzung als den Beginn der festen Erdkruste und die Gegenwart. Die Geographie hat praktisch die gleichen Grenzen, beide Fächer untersuchen das gleiche Objekt. Sie erfassen dieses in verschiedener Art und Weise, worin denn auch der Unterschied ihrer Arbeitsrichtungen begründet ist. Begrüßenswerterweise werden sich Geographen auch geologischem Studium zuwenden, wie umgekehrt sich Geologen mit geographischen Fragen beschäftigen werden. Der Unterschied beider Gebiete ist somit ein methodischer und ihre Abgrenzung ist demnach nicht an den Zeitabschnitt der jüngsten Erdgeschichte gebunden.

Dennoch beschäftigt sich die Geographie vornehmlich mit dem Gegenwartsgeschehen und dem Gegenwartszustand der Erde (F. KLUGE 1933). Dieser ist aber auch für die Geologie die Ausgangsbasis ihrer Erkenntnisse und stellt außerdem einen wesentlichen Abschnitt der Erdgeschichte dar. In der Quartärforschung bearbeiten Geologen und Geographen in ähnlicher Weise die ihnen gemeinsamen Arbeitsgebiete (A. PENCK 1949). Die Paläogeographie hingegen ist praktisch fast ausschließlich dem Geologen vorbehalten geblieben. H. BOBEK entwirft 1957 seine Gedanken über das logische System der Geographie. Er definiert in dieser Arbeit das Objekt der Geographie und die Art seiner Wesenserfassung. Diese Wesenserfassung, die sich auf das geographische Objekt bezieht, gilt aber auch für jedes andere konkrete Objekt. Im übrigen handelt es sich hierbei um die Beschreibung der Natur in bezug auf das gedankliche Koordinatensystem, dessen sich sowohl die Geographie als auch die Geologie bedienen müssen.

Der methodische Unterschied der beiden Arbeitsgebiete besteht dann darin, daß durch die Geographie vornehmlich der jüngste Zeitabschnitt der Erdgeschichte erforscht wird und die Geologie diesen Abschnitt erforscht, um ihn mit der gesamten Erdgeschichte in Beziehung zu setzen. Das Objekt der Geographie kann somit auch Objekt der Geologie sein und umgekehrt, lediglich ihre Grundfunktionen in bezug auf die Beschreibung der vierdimensionalen Weltstruktur, die Raum-Zeit-Welt, sind verschieden, denn „... Ein Raum ist sozusagen ein dreidimensionaler Querschnitt durch die vierdimensionale Raum-

Zeit-Welt, und zwar quer zur Zeitrichtung, also so, daß er alle Weltlinien schneidet“ (R. CARNAP 1954, siehe auch HÄUSLER 1958). Diese Querschnitte zu beschreiben, ist das Hauptanliegen der Geographie, den Verlauf der Weltlinien aus den aufeinanderfolgenden Querschnitten zu bestimmen, ist demnach Hauptanliegen der Geologie.

Eine Zeitgrenze allein ist somit kein Kriterium der Geologie oder der Geographie, da eben beide Gebiete auch zeitlich gleiche Objekte zu bearbeiten haben. Es wäre zunächst denkbar, eine willkürliche Zeitgrenze anzunehmen, z. B. 10.000 vor Christus und festzulegen, daß alle älteren Objekte und Vorgänge zum Arbeitsfeld der Geologie gehören würden, und alle jüngeren von der Geographie zu bearbeiten wären. Damit könnte eine saubere Trennung der Arbeitsgebiete erfolgen und es wäre keine Vernachlässigung irgendwelcher Sachgebiete zu befürchten. Dieses Verfahren erledigt sich aber von selbst, da die beiden Fachgebiete ihre Wurzeln auf beiden Seiten der angenommenen Zeitgrenze haben. Die Unterschiede der beiden Fachrichtungen sind eben methodischer Art, und es müssen ihre beiden Verfahren daher am gleichen Objekt angewendet werden.

Daß es heute oft noch weitgehend an dieser Konsequenz mangelt und daß zum Beispiel stillschweigend eine Zeitgrenze auch als Fachgrenze geduldet wird (das Quartär als Schnitt- oder Berührungspunkt von Geographie und Geologie), ist als Ursache mancher Katastrophen der Gegenwart anzusehen. Die Geologie überläßt dadurch Probleme der Gegenwart in konventioneller Weise der Geographie, und diese wiederum überläßt es ausschließlich dem Geologen, die Vergangenheit der Erdgeschichte zu erforschen. Das geologische Geschehen der Gegenwart wird dadurch weder vom Geographen (aus fachlichen Gründen mangels geologischer Orientierung) noch vom Geologen (zuständigkeitshalber) in dem Maße untersucht, das notwendig wäre, um den laufenden Katastrophen Einhalt zu gebieten und die kommenden zu vermeiden. Die mangelhafte Festlegung der Arbeitsrichtungen von Geographie und Geologie hinsichtlich des gleichen Objektes ist als eine der psychologischen Ursachen der gegenwärtigen anthropogeologischen Katastrophen zu erkennen.

Der Geologe, im Schnittpunkt vieler exakter, beschreibender und angewandter Wissenschaften stehend, ist dazu berufen, die Geschichte der Erde und des Lebens zu schildern und an der Gestaltung der künftigen Entwicklung mitzuwirken. Werden die gegenwärtigen Erscheinungen aber nicht als geologische Phänomene betrachtet, und

als Objekte geologischer Forschung aufgefaßt, so können sich mangels geologischer Einsicht weitere katastrophale Folgen einstellen, da der Geologe gar nicht daran denken wird, daß er auf Grund seiner Erfahrungen dazu berufen und verpflichtet ist, das künftige geologische Geschehen zu steuern. Die Schuld an bisherigen bereits katastrophalen, künstlich bedingten Vorgängen auf der Erde ist somit zum Teil den Versäumnissen der Geologie in den letzten 100 Jahren anzulasten.

In Anbetracht der Gefährlichkeit künstlich bedingten geologischen Geschehens, müßte das diffuse Verhältnis derzeitiger geologischer und geographischer Forschung in bezug auf die Gegenwart beendet werden. Die Gegenwart, im Wirkungsfeld der Erdgeschichte gelegen, ist Ausdruck des vergangenen und des zukünftigen Geschehens und damit Grundlage zur Prognose, Grundlage zur verantwortungsbewußten weiteren Gestaltung des Lebensraumes. Die Geologie verfügt im Gegensatz zu den übrigen Erdwissenschaften über eine besonders umfangreiche zeitliche Tiefenschau. Daraus ergeben sich auch ihre Aufgaben und ihre Bedeutung für das Leben des Menschen. Sie ist dadurch verpflichtet, die künftige Gestaltung der Erde in verantwortlicher Weise zu übernehmen. Der Geographie ist es, selbst durch die umfassende Arbeit von E. FELS (1954) „Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde“, nicht gelungen, über die Feststellungen und Beobachtungen hinaus die nötigen Folgerungen zu ziehen und die Führung des künftigen geologischen Geschehens zu übernehmen.

Unsere Gegenwart ist ein Schnittpunkt der Milliarden von Jahren umfassenden Bahn der Erdgeschichte auf ihrem Wege in die Zukunft. In diesem Zusammenhang erkennt der Geologe das gegenwärtige Geschehen und ist dadurch in erster Linie verpflichtet, das weitere geologische Wirken mitzubestimmen, welches bereits in der Macht der Menschen liegt. Für die Geographie, die diesen Schnittpunkt ebenfalls erforscht, sind hingegen die umfassenden Zeitzusammenhänge etwas ferner liegend, und sie ist damit, ähnlich den anderen Wissenschaften, welche sich um unsere Umwelt bemühen, verpflichtet, die Struktur dieses Schnittpunktes aufzuklären. Die Geschichte der Geologie, das geologische Geschehen der Gegenwart im Kraftfeld des Menschen und die derzeitige Arbeitsweise von Geographie und Geologie betrachtend, kommen wir abschließend zu dem Ergebnis, daß uns die Steuerung und Kontrolle des geologischen Geschehens infolge der mangelhaften Aufgaben- und Problemstellung verlorengegangen ist. Es ist nun an

der Geologie gelegen, die Konsequenzen daraus zu ziehen und ihre alten Ziele (siehe Leopold von Buch) zu verwirklichen. Sie muß hierzu die Grundlagen schaffen und den Mut aufbringen, die geologische Gestaltung des Lebensraumes verantwortlich zu führen. Dies ist wohl die letzte und größte Aufgabe der Geologie, die ihr von keinem anderen Fachgebiet abgenommen werden kann. Aufgabe der Anthropogeologie ist es hierbei, die Fülle der hierzu nötigen Studien und Beobachtungen zu erarbeiten.

Bezüglich anderer Fachgebiete mögen bodenkundliche und pflanzensoziologische Arbeitsweisen erwähnt werden, die sich im allgemeinen der geologisch-bodenkundlichen Methoden bedienen (siehe u. a. auch E. WENDELBERGER-ZELINKA 1952, G. WENDELBERGER 1956, J. BRAUN-BLANQUET 1951, H. HÄUSLER 1956), und welche von der Anthropogeologie wesentliche Ergänzungen zu erwarten haben. Besonders die Fragen der Bodenentwicklung und der Sukzessionen werden auf Grund anthropogeologischer Befunde meist sicherer zu beantworten sein, als dies auf rein bodenkundlichem oder rein botanischem Wege möglich wäre. So ist z. B. die Bildung neuer Flußauen in den Jahrzehnten nach den erfolgten Flußregulierungsarbeiten vielfach nicht unmittelbare Leistung der Vegetation (die als Sedimentfalle wirkend, ihren Anteil an der Niveauerhöhung des Geländes hat), wie man auf Grund rein botanischer Betrachtung glauben sollte, sondern zunächst ein Erfolg der Tiefenerosion der Gewässer als unmittelbare Folge des Eingriffes. Dieser ermöglicht dann die Veränderung der Vegetation, welche indirekt an der Aufhöhung des Geländes beteiligt ist. Wenn diese Eintiefung des Flusses nicht bekannt wäre, würden sowohl das Sukzessionsgeschehen als auch die Akkumulationsleistung der Vegetation falsch eingeschätzt werden.

Eine Differenzierung der Auwaldböden an der unteren Traun zum Beispiel wäre ohne Kenntnis der anthropogeologischen Situation kaum möglich gewesen (H. HÄUSLER 1957). Für die boden- und vegetationskundlichen Arbeiten stellen die anthropogeologischen Befunde wertvolle Grundlagen zum Verständnis der ökologischen Bedingungen und ihres Wandels dar. Die Anthropogeologie versucht hierzu die künstlich beeinflusste geologische Dynamik und ihre natürlichen Komponenten für die boden- und vegetationskundlichen Untersuchungsgebiete zu erfassen. Damit liefert sie Grundlagen, welche mit rein botanischen oder rein bodenkundlichen Methoden nicht oder nur sehr umständlich zu erfassen sind.

Die Ingenieurgeologie gewinnt durch die Geologie und speziell durch die Anthropogeologie ebenfalls wichtige Einblicke in das geologische Geschehen, welche ihr zur Grundlage der Planungen, der Prognosen und Beurteilungen sowie der Durchführung werden. Die Ingenieurgeologie muß in diesem Zusammenhang zum Kerngebiet der Anthropogeologie gehörend betrachtet werden, da sie die speziellen Reaktionen natürlicher und künstlicher Faktoren behandelt und der angewandten Seite der Anthropogeologie zuzurechnen ist.

VII. Zusammenfassung

1. DIE HISTORISCHEN GRUNDLAGEN

„So wie der Mensch durch Anbau, durch Abholzung, durch Kanäle und Straßen das Antlitz der Erde verwandelt und eine Art einzig und allein von ihm ausgehender Geographie schafft, so erzeugt auch der Architekt neue Voraussetzungen für das historische Leben, für das soziale Leben, für das geistige Leben. Es schafft nicht vorauszusehende Umwelten. Es befriedigt Bedürfnisse, erweckt neue. Es erfindet eine Welt.

Der Begriff der Umwelt darf also nicht kritiklos hingenommen werden. Man muß ihn zerlegen, muß erkennen, daß er eine veränderliche Größe darstellt, eine Bewegung.“ (H. FOCILLON 1954.) Diese Erkenntnisse des Kunsthistorikers seien diesem Abschnitt vorangestellt, da sie an die Gedanken von L. v. BUCH erinnern, daß die Geologie dazu angetan sei, das „... angefangene Werk der Natur zu vollenden.“ Die Umwelt, unsere vierdimensionale Raum-Zeit-Welt, ist heute bereits zu einem geistigen Produkt geworden. Der Ursprung dieses Werdens liegt im Wandel des seelisch-geistigen Wesens des Menschen begründet. SPENSER formuliert in seiner Hymne in Honour of Beautie 1596 (nach K. CLARK 1956) „*For soule is forme, and doth the bodie make*“ (Denn erstes ist die Seele, und bildet den Leib zu ihresgleichen), was auch in Friedrich Schillers Gedanken zum Ausdruck kommt, daß es der Geist ist, der sich den Körper formt. Nach L. F. CLAUSS (1928) ist der Leib das Ausdrucksfeld der Seele. Nach B. MENSENDIECK (1912) kann auch der Leib „*durchgeistigt werden, nicht nur das Gesicht*“ und „*die Macht der Persönlichkeit liegt im Ausdruck des Gesamthabitus,*

nicht im Gesicht allein". Auch nach E. HOFERICHTER (1947) folgt: *„Der Leib ist die Erscheinung der Seele . . .“*. P. SCHULTZE-NAUMBURG (1922) geht hierbei einen Schritt weiter und kommt, von seinen Kulturarbeiten ausgehend, dazu, die seelisch-leiblichen Beziehungen des einzelnen Menschen auszuweiten und die seelisch-geistigen Grundlagen mit der Umgestaltung der Erdoberfläche in Beziehung zu setzen. *„Auch in seinen Bauwerken und in der Umgestaltung der natürlichen Landschaft zu seinen besonderen Zwecken besitzt der Mensch die Mittel, einen Teil seiner selbst sozusagen in die Außenwelt zu projizieren . . . wir können in ihnen lesen, wie in dem Ausdruck eines menschlichen Gesichts. Er verrät uns in unbestechlicher Weise Art und Wesen des Urhebers“* (P. SCHULTZE-NAUMBURG 1942).

Die Seele projiziert sich zunächst im Leib des Menschen und darüber hinaus in seinen Kunstwerken sowie in der von ihm geschaffenen geologischen (Raum-Zeit bezogenen) Umwelt. Seele und Umwelt treten sodann miteinander in Reaktion. Für die Geologie bedeutet die Beachtung solcher Zusammenhänge nur die konsequente Folge ihrer bisherigen Betrachtungsweisen. Mit der Erkenntnis des geologischen Geschehens der Gegenwart und dessen Beschreibung beginnend, folgt die Frage nach deren Auswirkungen auf den Menschen selbst. Anschließend wird dann die Frage nach dem Anteil des Menschen am geologischen Geschehen laut. Heute müssen wir uns, in Anbetracht der zunehmenden geologischen Wirkung des Menschen, um die tieferen Zusammenhänge dieses Geschehens bemühen. Wurden seinerzeit nur die Wirkungen der chemischen und physikalischen sowie der pflanzlichen und tierischen Faktoren im geologischen Geschehen der Gegenwart untersucht, so müssen wir heute auch die spezifisch menschlichen Faktoren in den Kreis der Betrachtungen miteinbeziehen.

2. DIE GEGENWÄRTIGE GEOLOGISCHE SITUATION ALS AUSDRUCK ANTHROPOGEOLOGISCHER VORGÄNGE

Die geologische Situation der Gegenwart weist katastrophenartige Züge auf, und dies vor allem in jenen Bereichen, wo der Mensch wesentlich zur Wirkung gekommen ist. *„Seit etwa 100 Jahren beginnt bei uns jene Wandlung, die alles zu entstellen droht“* (P. SCHULTZE-NAUMBURG 1942). In der Kunst äußert sich dies in der *„Lust am Häßlichen“* und an ihrer Unmenschlichkeit (J. L. VAUDOYER 1957). Der Mensch als Maß aller Dinge wurde zerstört und damit auch seine geo-

logische Umwelt verwüstet. Den geologischen Katastrophen müssen wir somit die Zerstörungen im Bereich des menschlichen Wesens gegenüberstellen, beide lassen eine gemeinsame geistig-seelische Wurzel erkennen. Die Erkenntnis dieser Verwüstungen muß somit zum Angelpunkt werden, um die gegenwärtigen Störungen zu mildern und die künftigen, zu erwartenden Katastrophen zu verhindern.

Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen müssen wir uns ins Bewußtsein rufen, wir müssen uns gezwungen sehen, das Geschehen der Erde bewußt und verantwortlich durch unser Verhalten zu steuern. Damit erhält die Geologie Aufgaben, die von der älteren, mehr passiven Haltung geologischer Beschreibung zur geologisch orientierten Handlung führt. Dadurch ist heute der geistige Anschluß an Leopold von Buch gefunden und ein Abschluß der bisherigen historischen Entwicklung geologischen Forschens erreicht. Es liegt in der Polarität von Mensch und Umwelt begründet, daß diese Erkenntnisse der geologischen Seite ihre Entsprechungen bei den Geisteswissenschaften finden.

„Das industrielle System hat, zum erstenmal auf Erden, auf alle geologischen Energiereserven zurückgegriffen, auf die Kohle, auf das Erdöl und auf das Uran; von diesen Rückgriffen lebt es. Ebenso dringend bedarf es der seelischen und geistigen Energien, die in den Jahrtausenden der Weltgeschichte aufgelagert worden sind. Aus ihnen wird es in Zukunft leben . . . Der Unterschied zwischen den beiden Geologien liegt auf der Hand. Man kann geschichtliche Schichten der Menschlichkeit nicht wie Ölquellen anbohren und nicht wie Flöze verheizen. Man kann sie nicht mit technischen Mitteln heben und zweckhaft einsetzen. Aber mit ihrer Wandlungsfähigkeit nicht zu rechnen, hieße die eine Seite der geschichtlichen Wirklichkeit vernachlässigen (A. FREYER 1958). H. SEDLMAYR (1958) erfaßt als Kunsthistoriker in klarer Schau die Zusammenhänge des gegenwärtigen Geschehens: „Da aber die Kunst selbst nur Symptom für einen gestörten Gesamtzustand des Menschen ist, wäre zu prüfen, ob nicht in anderen Gebieten des menschlichen Schaffens, vielleicht früher und deutlicher als in der Kunst, der Erkrankungsprozeß rückläufig geworden ist. Und dafür gibt es tatsächlich Anzeichen, und zwar im Verhältnis des Menschen zur Erde.

Die Erde, von der er lebt, zwingt den Menschen, einzusehen, daß gewisse Formen seines Denkens und Handelns zerstörerisch sind und zur ‚Verwüstung‘ im buchstäblichen Sinn führen. Das anorganische

mechanische Denken wird durch die Erde selbst wiederlegt, und so sieht man in der Kultur der Erde Bewegungen auftreten, die die natürlichen Verhältnisse mühsam wieder herstellen und damit in gewissem Sinn die Basis der höheren Kultur; denn ‚Kultur‘ war und ist zunächst Kultur der Erde, ihrer Gewächse und Geschöpfe . . .“

3. DIE ANWENDUNG ANTHROPOGEOLOGISCHER ERKENNTNISSE FÜR KÜNFTIGE PROJEKTE

In Sonderfällen des Ingenieurbaues ist es heute selbstverständlich, daß baugeologische Untersuchungen veranlaßt werden. Hierzu haben vor allem J. STINY (siehe A. KIESLINGER 1958) und K. TERZACHI wesentliche Grundlagen geschaffen. Darüber hinaus ist es aber heute auch Aufgabe der Geologie geworden, jedes menschliche Verhalten und jedes Projekt auf seine geologischen Auswirkungen hin zu prüfen. Die Anwendung anthropogeologischer Erkenntnisse erfolgt hierbei nach zwei verschiedenen Seiten. Auf dem einen Weg stellen wir die geologischen Grundlagen des raum-zeitlichen Weltbereiches unserer Planung fest und erfassen damit deren naturgesetzliche Grundlagen. Der andere Weg führt zur Prognose und zur Beurteilung des Projektes.

Damit erhält die Geologie jene Grundlagen, die nötig sind, um das geologische Geschehen verantwortlich steuern zu können. O. FRANZIUS (1927) schneidet ähnliche Gedanken an, denn „*so wie kein wahrer Künstler ohne ein Erschauen der Dinge, die noch nicht sind, wirken kann, so kann auch der wirkliche Verkehrsingenieur nicht ohne ein gewisses Künstlertum Großes leisten. Besitzt er nicht die Eigenschaften des logischen Denkens, der Phantasie und der Kritik, so wird er gute Teilleistungen vollbringen, zur Meisterschaft in seinem Fache aber nicht emporsteigen, ebenso wie nur das Vorhandensein einer unbestechlichen Wahrheitsliebe ihn davor bewahren könne, durch die Verhältnisse, die in ihrer Bedingtheit und gegenseitigen Verstrickung nicht geändert werden können, berichtigt zu werden.*“

Solche Gedanken sind sehr alt und sie wurden immer wieder vergessen, drangen aber auch immer wieder durch die Stimmen der Mahner hervor. So meinte Konrad Escher von der LINTH, der Erbauer des Kanales zwischen Zürich und Walensee, 1810 (zitiert in W. EINSELE 1957): „*Entweder müssen die Ströme frei ihrer Natur überlassen werden, oder wenn man an ihren Ufern zu künsteln anfängt, so muß dieses mit vollständiger Übersicht der ganzen Verhältnisse und mit der aus-*

gebretetsten Fachkenntnis geschehen.“ Prognose und Beurteilung menschlichen Wirkens im geologischen Geschehen muß die Voraussetzung künftigen Gestaltens sein und ist Aufgabe der Anthropogeologie. Wir müssen versuchen, die heutigen Arbeitsweisen durch neue Methoden zu ergänzen und die schwerfällige langsame Abfolge der Wortsprache durch die Sprache der Mathematik zu erweitern. Gedankenmodelle und Variationsprobleme müssen dazu beitragen, den Beobachtungsschatz besser zu verwerten als dies heute im allgemeinen möglich ist.

4. DIE ANTHROPOGEOLOGISCHEN GRUNDLAGEN MENSCHLICHER UND JURIDISCHER VERANTWORTUNG FÜR DIE WEITERE GESTALTUNG DES LEBENSRAUMES

Die katastrophalen Ausmaße der geologischen Auswirkungen menschlichen Schaffens haben den Anschein erweckt, als würden wir uns in der eigenen Falle fangen. G. KUNKEL (1957/58) hat sich in seiner Arbeit *„Über die Verantwortung des Menschen gegenüber seiner natürlichen Umwelt“* mit den Problemen dieser Veränderungen befaßt. B. M. BARUCH (in W. VOGT 1950) geht auf eine der Grundursachen dieser Erscheinung ein: *„Wenn wir fragen, warum wir uns in einem solchen Irrgarten von Schwierigkeiten verwickeln ließen, so finden wir den Hauptgrund darin, daß der Mensch in seiner ganzen Geschichte selten versucht hat, sich selbst als einen Teil seiner Umwelt aufzufassen“*. Von den Volkswirtschaftlern meint er, sie hätten *„immer die Neigung gehabt, die Gefahren der Stellung zu ignorieren, die der Mensch in einer Welt einnimmt, die er mit erschaffen hat“*.

Eine andere Ursache folgt daraus, daß der Mensch das geologische Geschehen der Gegenwart im allgemeinen kaum als solches erkennt, da es verhältnismäßig unauffällig abläuft. Er wird sich dieser Vorgänge deshalb nicht bewußt, und er erlebt sie daher nicht als Ausdruck der Erdgeschichte. Um so weniger wird er sich bewußt, daß er heute bereits selber zu einem bedeutenden geologischen Faktor geworden ist. Diese Unkenntnis hat sich als sehr gefährlich erwiesen, ähnlich wie beim Sprengstoff in der Hand von Kindern. Das Selbstbewußtsein, als bedeutender geologischer Faktor zu wirken, mußte erst durch schwere Opfer und Gefahren erkaufte werden. In dem Maße, als dieses Selbstbewußtsein wächst, muß sich der Mensch seiner Verantwortung gegenüber den künftigen geologischen Ereignissen, die er verursacht,

bewußt werden. Durch die Anthropogeologie sollen alle jene Unterlagen gesammelt werden, die notwendig sind, um das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen noch deutlicher und zwingender aufzuzeigen, als dies derzeit möglich ist. Auf diese Weise werden Erkenntnisse geschaffen und vermittelt, welche uns die rechtzeitige, verantwortliche Steuerung des geologischen Geschehens ermöglichen, ehe wir unsere Umwelt gänzlich zerstört haben.

Auch Gefahren geologischer Natur muß wie jeder anderen begegnet werden, und es dürfen hierbei keine Fahrlässigkeiten unterlaufen. Anthropogeologisch bedingte Gefahren müssen hierbei besonders deutlich als solche gekennzeichnet werden. Der Anthropogeologie erwächst daraus die Aufgabe, das Verantwortungsbewußtsein für die weitere Gestaltung der geologischen Umwelt zu stärken. Aus dieser allgemeinen Verantwortung für das künftige, geologische Geschehen, können sich jederzeit auch konkrete juristische Verantwortungen ergeben. Das zunehmende Tempo in der Entwicklung des Menschen erfordert somit ein besonders starkes geologisches Verantwortungsbewußtsein und die genaue Kenntnis der Gefahrenquellen.

5. DIE BEDEUTUNG DER ANTHROPOGEOLOGIE FÜR DIE ALLGEMEINE GEOLOGIE UND DEREN GRENZGEBIETE

Diese Bedeutung der Anthropogeologie liegt darin begründet, daß sie zunächst zu einer Verbesserung der Beobachtungen und der Diagnosen führt. Darüber hinaus wird die Verknüpfung der gegenwärtigen Ereignisse mit dem Erdgeschehen besonders sorgfältig untersucht, um weitere Fehlerquellen auszuschalten. Die Brückenstellung der Anthropogeologie wird den benachbarten Naturwissenschaften zugute kommen, wobei die Beobachtungen und Ergebnisse in das vierdimensionale Raum-Zeit-Geschehen der Erdgeschichte eingebaut und damit eine besondere Tiefenschau ermöglicht wird. Die Geisteswissenschaften werden neue Aspekte gewinnen. Für die angewandten Wissenschaften werden sich durch die Anthropogeologie die Grundlagen für ihre Prognosen und Verantwortung ergeben. Nicht zu unterschätzen dürften letzten Endes die seelisch-geistigen Impulse sein, die sich aus dem Selbstbewußtsein geologischer Verantwortlichkeit und dem Erleben des erdgeschichtlichen Ablaufes ergeben.

VIII. Quellen-Nachweis

- Adrianow S., 1956: Die Waldstreifen ohne Sträucher als Unterholz. Aus der sowjetischen Landwirtschaft, Jg. 6, Folge 15, S. 5—6, Berlin.
- Aichinger E., 1949: Grundzüge der forstlichen Vegetationskunde, Wien.
- Aichinger E., 1951: Versteppung und Verkarstung in Österreich. Natur und Land, 37, S. 202—205, Wien.
- Akimev W., 1957: Počvy i bolezni (Böden und Krankheit). Počvovedenie (Bodenkunde) (7), S. 91—98. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Alverdes F., 1954: Theorie der psycho-physischen Äquivalenz, Studium Generale, Berlin.
- Amerika-Dienst 1955: 14. September 1955, zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Amerika-Dienst 1956: Wirtschaft und Arbeit. 11. Jänner 1956, zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Amerika-Dienst 1956: 4. April 1956, zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Andrée K., 1923: Die wichtigsten Faktoren der marinen Sedimentbildung jetzt und einst. Geologisches Archiv, Bd. II, H. 6, Königsberg.
- Andrée K., 1923: Die wichtigsten Faktoren der marinen Sedimentbildung jetzt und einst mit besonderer Beurteilung des Klimas. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 75, Stuttgart.
- Andrée K., 1938: Rezente und fossile Sedimente. Erdgeschichte mit oder ohne Aktualitätslehre. Geologische Rundschau, 29, Stuttgart.
- Andrae W., 1939: Was verbindet die Altertumforschung im Osten mit der im Westen? Forschungen und Fortschritte, 15. Jg., Nr. 31, Berlin.
- Anonym 1950: „Verlorene Zeit“ oder rotierende Existenz. Wort und Wahrheit, 8. Jg., Wien.
- Anonym 1951 a: Warum sinkt der Grundwasserspiegel? (Nach einem Vortrag von Prof. Dr. H. Rode, T. H. Aachen.) Revier und Werk, Zeitschrift für die Betriebe der Rheinischen Braunkohlenbergbaue, H. 7, Köln.
- Anonym 1951 b: Besprechungen auf Initiationen der Ministerien . . . Mitteilungen über Landespflege, Nr. 3, Bad Godesberg.
- Anonym 1955: Wald und Industrie-Rauchschäden. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Dresden, Bd. 4, 1954/55, H. 3, 76 S. Diagramm-Zeichnungen, Photos, Tabellen, Literatur, Dresden.
- Anonym 1955: Mitteilungen über Landespflege, Nr. 23, Bad Godesberg.
- Anonym, 1955: Einfluß des Waldes auf den Wasserstand. Allgemeine Forstzeitschrift, Jg. 10, Nr. 5, S. 57—58. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Anonym 1956: Raubbau in den Wäldern der Sowjetzone. Folgen der schlechten staatlichen Forstwirtschaft — Die Lage in der Düngemittelindustrie — Errichtung eines „Sozialausschusses“ — Sitzung des Forschungsbeirats für Fragen der Wiedervereinigung. Bulletin des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung, Nr. 199, S. 1900, Bonn.
- Anonym 1956: Schutz dem Wald vor 300 bis 400 Jahren. Schutz dem Wald, H. 6.

- Anonym 1956: Mitteilungen über Landespflege, Nr. 25, Bad Godesberg.
- Anonym 1957: Das Abwassersystem des geplanten Atomzentrums von Karlsruhe genehmigt. Österreichische Abwasser-Rundschau, F. 4, Wien.
- Anonym 1957: Am heißesten Tag. Österreichische Abwasser-Rundschau, F. 4, Wien.
- Anonym 1957: Neue Wege beim Wiedereinbürgern von Stein- und Gamswild. Der Deutsche Jäger, Jg. 75, Nr. 18, S. 373—374, 2 Photos, München.
- Anonym 1957: Windbremsen für den Marschboden? Erster Versuch auf Infeld. Verbesserung des „Klein-Klimas“ bringt mehr Ertrag. NWZ, Nr. 290, ein Photo, Oldenburg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Anonym 1958: Wildeinbürgerungen in der UdSSR. Wild und Hund, Jg. 60, Nr. 22, S. 603, Hamburg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Anonym 1958: Mitteilungen über Landespflege, Nr. 31, Bad Godesberg.
- Anonym 1958: Der größte Löffelbagger der Welt. Steinbruch und Sandgrube, Jg. 51, Nr. 12, Berlin.
- Anonym 1958: Kampf gegen Flugerde. Großprojekt gegen die Versteppung des Neusiedler Seewinkels. Schutz dem Walde, Folge 50, Graz.
- Baade F., 1956: Welternährungswirtschaft, Hamburg.
- Baade F., 1958: Weltenergiewirtschaft, Hamburg.
- Backlund H., 1941: Zum Aktualitätsprinzip. Geologische Rundschau, 32.
- Baden W., 1954: Die Kenntnis der rezenten und fossilen Pflanzengesellschaften, eine unentbehrliche Hilfe bei Urbarmachung und Nutzung unserer Moorkvorkommen. Angewandte Pflanzensoziologie, herausgegeben von R. Tüxen, Bd. 8, S. 102—106, Stolzenau.
- Balke S., 1958: Recht in Technik in der Wasserwirtschaft. Die österreichische Wasserwirtschaft, Wien.
- Bauch Werner, 1957: Schutzpflanzungen am Stritzel-Hof. VDG-Mitteilungen, Nr. 11/12, S. 22—23, 3 Photos, Frankfurt/Main. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Bazing, 1872: Waldvernachlässigung und Waldverwüstung in Tirol. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, München.
- Becker A., 1945: Wetter und Wüstung. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, 88, Wien.
- Becker H., 1958: Zur Flora der Weingebiete der Umgebung von Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz, Linz.
- Beltram Vladislav, 1957: Zweifache Entlastung der Wälder Jugoslawiens. Schutz dem Walde, Folge 31, S. 6, Graz.
- Bendel L., 1944: Ingenieurgeologie I, Wien.
- Beringer C., 1954: Geschichte der Geologie und des geologischen Weltbildes, Stuttgart.
- Beringer-Murowski, 1957: Geologisches Wörterbuch, Stuttgart.
- Bernatzky A., 1954: Grünflächen im modernen Städtebau. Umschau, H. 23, S. 718 bis 720, Literatur, 6 Karten, 3 Abbildungen.
- Bernfuss H., 1890: Die Donauregulierung und ihre Konsequenzen für die Auwaldwirtschaft. Mitteilung des niederösterreichischen Forstvereines, S. 41—44, Wien.
- Beurlen K., 1935: Sinn und Ziel geologischer Forschung, Kiel.

- Birket-Smith, K., 1958: *Ferne Völker*, Zürich.
- Bistritschan K., 1939: *Der Eibenberger Tobel bei Mandling im Ennstal*. Geologie und Bauwesen, Wien.
- Bistritschan K., 1945: *Beiträge zu Fragen aus dem Grenzgebiet von Geologie, Wasserwirtschaft und Flußbau*. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. Abhandlungen, Abt. B, Bd. 89, Stuttgart.
- Bistritschan K., 1948: *Geologische Beobachtungen bei der Wertener Naturkatastrophe 1947*. Verh. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Bistritschan K. und Fiebinger K., 1950/51: *Die Tiefenerosion der Salzach im weiteren Bereiche der Stadt Salzburg*. Geologie und Bauwesen, Wien.
- Blanck E., 1929: *Handbuch der Bodenlehre*. Berlin.
- Bobek H., 1957: *Gedanken über das logische System der Geographie*. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien, 99, Heft II/III, S. 122, Wien.
- Bond H., 1946: *Fire and the air war*, Boston.
- Brauer Jürgen, 1957: *Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur und ihre Bedeutung für die Forstwirtschaft*. (Antrittsvorlesung an der Universität Freiburg/Breisgau am 20. Juli 1957). Forst- und Holzwirtschaft, Jg. 12, Nr. 23, S. 400—403; Jg. 12, Nr. 24, S. 424—425, Hannover.
- Braun, 1908: *Bodenbewegung*. Geographische Gesellschaft von Greifswald.
- Braun-Blanquet J., 1951: *Pflanzensoziologie*, Wien.
- Brock F., 1956: *Bau und Leistung unserer Sinnesorgane*, I., Bern.
- Brinkmann R., 1956: *Abriß der Geologie*, Stuttgart.
- Brüll Heinz, 1958: *Die Bedeutung landschaftsbiologischer Forschung für den Naturschutz*. Natur und Landschaft, Jg. 33, H. 1, S. 5—7, 2 Photos, Literatur, Mainz.
- Buchwald E., 1947: *Physik um Klages*. Festschrift zum 75. Geburtstag des Philosophen, Linz.
- Büdel J., 1937: *Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung in ehemals nicht vereisten Teilen Mitteleuropas*. Peterm. Geogr. Mitt. Ergänzung, Bd. 50, Gotha.
- Büdel J., 1951: *Die Klimazonen des Eiszeitalters*. Eiszeitalter und Gegenwart, 1, Öhringen/Württemberg.
- Bülow K., 1933: *Wie unsere Heimat wohnlich wurde*, Stuttgart.
- Bülow K., 1934: *Zur Geologie der Ortsteine*, Geologische Rundschau, 25, Stuttgart.
- Bülow K., 1939: *Bodenart und Bodentyp in geologischer Betrachtung*. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 91, Stuttgart.
- Bülow K., 1948: *Methodik der Postglazialgeologie*. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 100, Stuttgart.
- Bülow K., 1952: *Abriß der Geologie von Mecklenburg*, Berlin.
- Bülow K., 1952/53: *Vom historischen Weltbilde der Geologie*. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock, 2. Jg., H. 4, Rostock.
- Bülow K., 1954: *An-aktualistische Wesenszüge der Gegenwart*. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 105, 1953, Hannover.
- Bülow K., 1955 a: *Wesen, Weg und Ziel der Geologie*. Brockhaus-Taschenbuch der Geologie, Leipzig.
- Bülow K., 1955 b: *Die Verflechtung von Erd- und Lebensgeschichte*. Brockhaus-Taschenbuch der Geologie, Leipzig.

- Bülow K., 1955 c: Bodenhorizonte in Aufsicht. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg NF I, Rostock.
- Bülow K., 1956: Die Gegenwart — eine erdgeschichtliche Zeitwende. Universitas, 11. Jg., H. 3, Stuttgart.
- Bülow K., 1957 a: Ingenieurbiologischer Gesichtspunkt im Küstenschutz. Die Umschau in Wissenschaft und Technik, H. 20, S. 621, Frankfurt/Main.
- Bülow K., 1957 b: Küstenzerfall und Küstenrückgang. Wissenschaft und Fortschritt 1957/7, Berlin W 8.
- Bülow K., 1958: Der Einsatz biologischer Hilfen im Küstenschutz. Wasserwirtschaft — Wassertechnik, 8. Jg., H. 2, S. 299, Berlin C 2.
- Bülow-Kranz-Sonne, 1938: Wehrgeologie, Leipzig.
- Bulle H., 1922: Der schöne Mensch im Altertum, München.
- Caram Marguerite und Petter J. J., 1958: Les Fossiles de Demain. Le Courier, Jg. 11, No. 1, S. 6—8, 5 Photos, 3 Abbildungen, Paris. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Caram Marguerite, 1957: Introduction d'Espèces Exotiques ou les intrus dans la Maison. Commentaires pour le Film-Fixe No. 3, UICN, 11, S., 25 Abbildungen, Brüssel. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Carnap R., 1954: Symbolische Logik, Wien.
- Caspari F., 1958: Der Naturschutzgedanke als geistige Voraussetzung für den Ernährungskreislauf. Studium Generale, 11. Jg., H. 9, Berlin.
- Clar E., 1957: Die alten Bergbaue am Hüttenberger Erzberg. Carinthia I. Mitteilungen des Geschichtsvereines für Kärnten, 147. Jg., Klagenfurt.
- Clark K., 1956: The nude — a study of ideal Art, London.
- Clauss L. F., 1928: Fremde Schönheit (Eine Betrachtung seelischer Stilgesetze), Heidelberg.
- Cloos H., 1936: Zur Gegenwartsbedeutung der Geologie. Geologische Rundschau, 27, Stuttgart.
- Conrad V.: Die zeitlichen Folgen der Erdbeben und Beben auslösende Ursachen. Gutenberg B., Handbuch der Geophysik, Berlin.
- Costa Werner, 1957: Windschutz — Teil der Landschaftspflege. ... aber auch nötig für die Landwirtschaft — Moorwirtschaftsstelle berät. Landwirtschaftliches Wochenblatt, 2 Photos, München. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Cotta B. v., 1858: Deutschlands Boden, sein geologischer Bau und dessen Einwirkung auf das Leben des Menschen, 2. Auflage, mit Holzschnitten und 3 Tafeln, 2 Teile, Leipzig.
- Cotta B., 1878: Die Geologie der Gegenwart, Leipzig.
- Deissmann G., 1956: Internationale Wirtschaftszahlen, Berlin.
- Delitsch Otto, 1866: Kartographische Darstellung der Bevölkerungsdichtigkeit Westdeutschlands, o. O.
- Demoll R., 1954: Bändigt den Menschen, München.
- Dittmer E., 1954/55: Der Mensch als geologischer Faktor an der Nordseeküste. Eiszeitalter und Gegenwart, Öhringen/Württemberg.
- Dobzhansky Th., 1958: Die Entwicklung zum Menschen, Hamburg-Berlin.
- Donat J., 1955: Flußkraftwerke und Landeskultur. Österreichische Wasserwirtschaft, 7, Wien.

- Ducrocq A., 1957: Atomwissenschaft und Urgeschichte, Hamburg.
- Ebers E., 1939: Aufgaben der Geologie von heute in Naturschutz und Landschaftspflege. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 91, Berlin.
- Ebers E., 1944: Landschaftsschutz und Landschaftsgestaltung. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 96, S. 134, Berlin.
- Eddington A., 1949: Philosophie der Naturwissenschaften, Wien.
- Eggenberger H., 1947: Unsere Kraftwerke, Zürich.
- Eichholtz F., 1958: Landwirtschaft und Volksgesundheit. Stud. Gen., 11. Jg., 9 H., Berlin.
- Eidmann, 1956: Gefahren der Verflüchtung. Referat, gehalten in der 10. Sitzung des Kommunalen Forstausschusses NRW am 23. Mai 1956 in Aachen. Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft der kommunalen Spitzenverbände NRW, S. 2—6, Köln-Marienburg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Einsele W.: Flußbiologie, Kraftwerke und Fischerei. Schriften des österreichischen Fischereiverbandes, H. 1.
- Engelhardt Wolfgang, 1956: „Rehabilitation des Regions biologiquement devastees par L'Homme.“ Sixième Réunion Technique Edimbourg, 20.—28. Juni. UIPN/A. G. 5/R. T. 6/III/R. G., 4 S., Brüssel. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Engelhardt Wolfgang, 1958: Grundlagenforschung für Naturschutz und Landschaftspflege. Natur und Landschaft, Jg. 33, H. 1, S. 1—2, Mainz. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Entwurf UNESCO-Programms, 1957: Vorläufiger Entwurf des UNESCO-Programms für die Jahre 1959 und 1960. (Stark gekürzte Wiedergabe des Dokuments 10 C/5 vom 1. November 1957). Vervielfältigung, S 17. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Erhart H., 1956: La genèse des sols en tout que phénomène géologique, Paris.
- Faust H., 1956: Die Beurteilung von Witterungs- und Klimaschwankungen. Universitas, 11. Jg., H. 5, Stuttgart.
- Fels E., 1954: Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde, Stuttgart.
- Fischer A., 1951: Neue Weltstatistik, Wien.
- Fischer E., 1915: Der Mensch als geologischer Faktor. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 67, S. 106—148, Stuttgart.
- Fischmeister V., 1955 a: Der Rahmenplan Traun. Österreichische Wasserwirtschaft, Jg. 7, H. 11, 233—240, Wien.
- Flohn H., 1951: Solare Vorgänge im Wettergeschehen. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Band 3, Wien.
- Flemming R., 1957: General Features of the Oceans. Geol. Soc. American, Memoir 67, Vol. 1.
- Focillon H., 1954: Das Leben der Formen, Bern.
- Francois T., 1953: Grazing and forest economy. FAO Forestry and Forest Products Studies, No. 4. FAO, 2. Druck, S. 5 und 161, zahlreiche Photos, Rom. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.

- Franz H., 1952: Kleintiergemeinschaften der Auwaldböden Oberösterreichs und benachbarter Flußgebiete. Manuskript der oberösterreichischen Landwirtschaftskammer in Linz.
- Franz H., 1949: Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit, Wien.
- Franz H., 1955: Zur Kenntnis der „Steppenböden“ im pannonischen Klimagebiet Österreichs. Die Bodenkultur, 8. Bd., H. 2, Wien.
- Franz H., 1956: Bodenfruchtbarkeit, Wien.
- Franz H., 1957 a: Die gesamtökologische Betrachtung der Probleme der Bodenentwicklung. Studium Generale, 10. Jg., H. 2, Berlin.
- Franz H., 1957 b: Die moderne Bodenwirtschaft im Licht der Bodenbiologie. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns.
- Franzius O., 1927: Der Verkehrswasserbau, Berlin.
- Freyberg B., 1936: Kleine Beobachtungen am Süßwasser. Natur und Volk, 66, Frankfurt/Main.
- Freyer H., 1955: Theorie des gegenwärtigen Zeitalters, Stuttgart.
- Friedel Helmuth, 1936: Vegetationsentwicklung und Geodynamik. S. 216—217, Wien 1936. Verh. 3. Int. Quartärkonferenz, Wien 1936.
- Friederichs, 1937: Ökologie als Wissenschaft. „Bios“, Bd. 7, Leipzig.
- Fritsch K., 1866: Über pflanzenphänologische Beobachtungen. Blätter des Vereins für niederösterreichische Landeskunde, I/II.
- Frobenius L., 1953: Paideuma, Düsseldorf.
- Frobenius L., 1954: Kulturgeschichte Afrikas, Zürich.
- Fröbe-Kapteyn O., 1957: Der Mensch und das Schöpferische. Eranos Jahrbuch, Bd. 25, 1956, Zürich.
- Fromme G., 1957: Der Waldrückgang im Oberinntal (Tirol). Untersuchungen über das Ausmaß, die Ursachen und Folgeerscheinungen des Waldrückganges in einem Gebirgslande sowie über die Aussichten der Wiederaufforstung. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, H. 54, S. 5—222, Div. Kt., Tabellen, 3 Diagramme, Literatur, Wien.
- Fink J., 1949: Zur Altersfrage der österreichischen Böden. Die Bodenkultur, 3. Jg., H. 3, Wien.
- Fink J., 1949: Der Entwicklungsgedanke in der Bodenkunde. Die Bodenkultur, 3. Jg., H. 2, Wien.
- Geiger R., 1950: Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig.
- Gehlen A., 1957: Die Seele im technischen Zeitalter. Sozialpsychologische Probleme in der modernen Gesellschaft, Hamburg.
- Gellert F., 1958: Bericht über die Allunions-Konferenz im Studium der Quartärperiode in Moskau vom 16. bis 24. Mai 1957. Geologie, Jg. 7, H. 2, Berlin.
- Giese F., 1927: Körperseele, München.
- Grabherr W., 1936: Die Verkahlung durch Waldbrände am Karwendelsüdhang und ihre Bedeutung als Vorstufe der Verkarstung. Verh. der Geologischen Bundesanstalt, Wien.
- Grahmann R., 1952: Das Eiszeitalter und der Übergang zur Gegenwart. Remagen 1952.
- Grengg H., 1954: Die Talsperren Österreichs, Heft 1, Wien.
- Grengg H., 1956: Die Frage der Verantwortung im Talsperrenbau. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, 101, H. 15/16, Wien.

- Gripp K., 1944: Entstehung und zukünftige Entwicklung der Deutschen Bucht. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte und des Marineobservatoriums Hamburg.
- Gripp K., 1958: Rezente und fossile Flachmeer-Absätze petrologisch betrachtet und gedeutet. Geologische Rundschau, 47, Stuttgart.
- Grohs B., 1950: Die Bodenerzörung in Deutschland und ihre Kartierung als Grundlage für eine systematische Bekämpfung. Zeitschrift für Raumforschung (zitiert in den Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, 1950, Wien).
- Grosse K., 1949/50: Auswirkungen der Bodenerosion auf die Wasserwirtschaft. Die Wasserwirtschaft, Stuttgart.
- Grosse B., 1951: Die Bodenerosion in Westdeutschland. Vorläufiger Bericht über die Ergebnisse der Bodenerosionskartierung. Mitteilungen des Instituts für Raumforschung, Bad Godesberg.
- Grimshel E., 1923: Lehrbuch der Physik, Berlin.
- Güntscl E., 1958: Wasserwirtschaft und Kulturtechnik. Österreichische Wasserwirtschaft, Wien.
- Gutenberg B.: Handbuch der Geophysik, Berlin.
- Hahn E., 1956: Die Anwendung der seismischen Magnitude und der Seismizität auf neuzeitliche Erschütterungsmessungstechnik bei Verkehr und Industrie, Berlin.
- Hanke E. und Kaiser H., 1958: Untersuchungen über den Einfluß eines künstlichen Windschutzstreifens auf den Ertrag von Zuckerrüben im Jahre 1954. Sonderdruck aus: „Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau“, Bd. 102, H. 1, S. 81 bis 100, 2 Photos, 3 Abbildungen, 5 Tabellen, Literatur, Berlin und Hamburg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Harding E., 1948: Das Geheimnis der Seele, Ursprung und Ziele der psychischen Energie, Zürich.
- Hassinger H., 1931: Geographische Grundlagen der Geschichte, Freiburg/Breisgau.
- Hassinger H., 1943: Das Wesen und Werden der Kulturlandschaft der Slowakei. Zeitschrift für Erdkunde, 11. Jg., H. 7.
- Hassinger H., 1943: Die erdkundlichen Grundlagen des Kulturlebens in der Slowakei. Institut für Heimatforschung Käsmark, Preßburg.
- Hauf Eugen, 1952: Die Umgestaltung des Innstromgebietes durch den Menschen, München. Zitiert in Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft 37, Wien.
- Hausser A., 1958: Philosophie der Kunstgeschichte, München.
- Haushofer A., 1935: Zur Problematik der Raumbegriffe, Berlin.
- Haushofer A., 1941: Wehrgeopolitik, Berlin.
- Häusler H., 1944: Die geologischen Grundlagen der Sedimentbildung — ein Entwurf zur geologischen Beurteilung der Sedimente. Manuskript (Habilitationsschrift zur Erlangung des Grades Dr. rer. nat. habil. an der Universität Wien 1944).
- Häusler H., 1948: Anschlußuntersuchung des Tonlagers Utzenaich der Firma Auinger und Bramberger, Ziegelwerke Utzenaich, Manuskript, Antiesenhofen, Oberösterreich.
- Häusler H., 1949 — 1951: Boden- und vegetationskundliche Untersuchungen an der unteren Traun, Manuskript, Linz-Pucking.

- Häusler H., 1951: Bodenkundliches Gutachten über das Gebiet der Forstverwaltung Sieberer, Redl-Zipf, Oberösterreich, sowie über Kalkungsversuche 1949, Manuskript, Pucking bei Linz.
- Häusler H., 1952: Geologischer Vorbericht über das Gebiet des projektierten Leiterbachstollens, Manuskript, Kesselfall-Kaprun.
- Häusler H., 1952, 1953: Geologische Bearbeitung der Drossensperre West. Diverse Manuskripte, Kaprun und Pucking bei Linz.
- Häusler H., 1953: Die Bedeutung boden- und vegetationskundlicher Untersuchungen für den Bauingenieur. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, 98, Wien.
- Häusler H., 1953: Bericht zur Felssicherung der Lärchwand, Manuskript, Pucking bei Linz.
- Häusler H., 1953: Bericht zur Felssicherung der Falkenbachwand. Manuskript, Pucking bei Linz.
- Häusler H., 1953: Die geologische Situierung der Drossensperre D 8 — Westhang. Manuskript, Pucking bei Linz.
- Häusler H., 1954: Generelles Gutachten über den Waldbestand der Traunauen für den Rahmenplan II der Oberösterreichischen Kraftwerke AG., Manuskript, Linz.
- Häusler H., 1955: Auwald und Grundwasser. Österreichische Wasserwirtschaft, 7. Jg., H. 11, Wien.
- Häusler H., 1955 — 1958: Baugeologische Gutachten zur Sprengung des Schwall-eck bei Grein. Manuskript, Linz.
- Häusler H., 1956: Ein Stück jüngster Talgeschichte aus der Umgebung von Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1956, Linz.
- Häusler H., 1956: Geologischer Streckenplan 1:1440 der Bundesbahnlinie Bischofshofen—Selzthal km 0,9 — 12,5 (Fritzbach). Manuskript, Linz.
- Häusler H. u. E., 1957: Die Auwaldböden der Umgebung von Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1957, Linz.
- Häusler H., 1957: Geologische Erfahrung rund um den Kraftwerksbau. Vortrag, Wiener Geologische Gesellschaft 1957, Wien.
- Häusler H., 1957: Baugeologische Unterlagen, für die Gewölbesperre Eiberg. Manuskript, Linz.
- Häusler H., 1958: Aktuelle Geologie im Großraum von Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1958, Linz.
- Häusler H., 1958: Auwaldgutachten untere Traun. Manuskript, Linz.
- Häusler H., 1959: Geologisches Gutachten über Rutschungen an der Ybbs bei Zell-Arzberg. Manuskript, Linz.
- Hamann H. und Kloiber Ä., 1950: Gutachten über die zu erwartenden biologischen und hydrobiologischen Verhältnisse durch das Seewerk Weißensee. Manuskript, Linz.
- Hamann H. und Kloiber Ä., 1950: Gutachten über die Fischernährungsverhältnisse in den vier Enns-Stauseen und über die wasserhygienischen Verhältnisse. Manuskript, Linz.
- Hamann H. und Kloiber Ä., 1954: Gutachten über die fischereibiologischen Verhältnisse des Traunsees und der zu erwartende Einfluß des Seewerkes Gmunden auf die Fischerei. Manuskript, Linz.

- Hamann H., 1954: Beiträge zur Biologie und Ermittlungen zu den Fischereiverhältnissen des Traunsees, 1952 bis 1953. Manuskript, Linz.
- Hehenwarter E., o. J.: Gewässerkunde und Wasserkraftplanung. Österreichs Fischerei, o. O.
- Hehenwarter E., 1955: Grundwasser und Taluntergrund der Welser Heide. Österreichische Wasserwirtschaft, Jg. 7, Wien.
- Hehenwarter E., 1957: Abwasser und Wasserkraftwirtschaft. Österreichische Abwasser-Rundschau, F. 4, Wien.
- Heim A., 1932: Bergsturz und Menschenleben, Zürich.
- Hempel L., 1951: Über Kartierungsmethoden von Bodenerosion durch Wasser. Neues Archiv für Niedersachsen, H. 20, Bremen-Horn (Referiert im Zentralblatt für Geologie 1956).
- Hess W., 1956: Dokumente zum Verständnis der modernen Malerei, Hamburg.
- Hocke G. R., 1957: Die Welt als Labyrinth. Manier und Manie in der europäischen Kunst, Hamburg.
- Hoff K. E. A., v. 1822, 1824, 1834: Geschichte der durch Überlieferungen nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. I. Teil Gotha 1822, II. Teil Gotha 1824, III. Teil Gotha 1834.
- Hoferichter E., 1947: Ein Erforscher und Känder des Lebens, Klages-Festschrift, Linz.
- Hofstätter P., 1957: Psychologie, Frankfurt/Main.
- Hornsmann E., 1955: Der Wald. Eine Grundlage unseres Daseins, Bern.
- Hornsmann E., 1956: Wasser. Ein Problem jeder Zeit, Bern.
- Hornsmann E., 1957: Hätten wir das Wasser nicht. Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz EV. Nr. 1, Frankfurt/Main.
- Hufnagl H., 1948: Der geologische Untergrund als Komponente des forstlichen Standortes. Jahrbuch des oberösterreichischen Musealvereines, 93, Linz.
- Hummel H., 1925: Geschichte der Geologie, Berlin-Leipzig.
- Jakob Irene, 1956: Zeichnungen und Gemälde der Geisteskranken, Budapest.
- James Harry C., 1955: Our deserts are not expendable. Nature Magazine, Vol. 48, No. 9, S. 482—484, 496, 5 Photos, Washington. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Jaspers K., 1953: Die geistige Situation der Zeit, Berlin.
- Jordan P., 1957: Das Bild der modernen Physik, Frankfurt/Main.
- Jung K., 1938: Kleine Erdbebenkunde, Berlin.
- Kayser E., 1909: Lehrbuch der Allgemeinen Geologie, Stuttgart.
- Keller G., 1944: Die Berücksichtigung landwirtschaftlicher Kultivierungstätigkeit bei der geologischen Kartierung. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 96, Berlin.
- Kiepenheuer K., 1957: Die Sonne, Berlin.
- Kieslinger A., 1957: Josef Stiny. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien, Bd. 50, Wien.
- Klaatsch H., 1922: Der Werdegang der Menschheit und die Entstehung der Kultur, Berlin.
- Klages L., 1942: Grundlegung der Wissenschaft vom Ausdruck, Leipzig.
- Klages L., 1947: Erforscher und Känder des Lebens. Festschrift zum 75. Geburtstag des Philosophen, Linz.

- Klages L., 1956: Mensch und Erde, Stuttgart.
- Klimowsky E. W., 1956: Geschlecht und Geschichte, Teufen.
- Kloiber A., 1951: Neue Quellen zur Bevölkerungsgeschichte und Besiedlungsgeographie Oberösterreichs. Jahrbuch Bundesland Oberösterreich, Linz.
- Kloiber A., 1951: Neue Quellen zur Stadt- und Besiedlungsgeschichte (von Linz). Jahrbuch der Stadt Linz 1950.
- Kloiber A., 1952: Unser heimisches Süßwasser als Lebensraum. Österreichs Fischerei, Wien.
- Klute F., 1933: Handbuch der geographischen Wissenschaft, Potsdam.
- Knapp R., 1949: Angewandte Pflanzensoziologie, Stuttgart.
- Knetsch G., 1938: Aus dem Sedimentstammbaum eines Trockengebietes. Geologische Rundschau, Bd. 29, H. 3/5, Stuttgart.
- Knetsch G., 1938: Über junge Meeresspiegelschwankungen und ihre Zeugen an der afrikanischen Westküste. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 90, Berlin.
- Knoche W., 1939: Über die Möglichkeit anthropogener Auslösungen von Seismen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, 82, Wien.
- Knuth Werner, 1956: Der Preis der technischen Zivilisation. Gefahren eines geschichtlichen Prozesses für den einzelnen und für die Gemeinschaft. Bulletin des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung, Nr. 147, Bonn. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Kober L., 1942: Tektonische Geologie, Wien.
- Koch W., 1957: Vom Urwald zum Forst, Stuttgart.
- König R., 1958: Soziologie, Frankfurt/Main.
- Kohlrausch F., 1927: Lehrbuch der praktischen Physik, Leipzig.
- Kominek R., 1958: Staustufen und Abwasser. Der Aufbau, 5, Wien.
- Krol O., 1954: Das Einzugsgebiet der Welser Heide als Wasserwirtschaftsraum. Schriftenreihe der oberösterreichischen Landesbaudirektion, Nr. 13, Wels.
- Kranz-Bülow-Sonne, 1938: Wehrgeologie, Leipzig.
- Kraus O.: Beobachtungen über Bodenerosion in Bayern. Aus der Heimat, Naturwissenschaftliche Monatszeitschrift, 56 Jg., H. 11, Öhringen.
- Kreutz W., 1958: Das Klima mit seinen Besonderheiten und das Problem der künstlichen Klimabeeinflussung. Studium Generale, 11. Jg., H. 10, Berlin.
- Krieg H., 1956: Wir brauchen Naturschutzparke, Kosmos, 52. Jg., H. 5, Stuttgart.
- Kropp G., 1950: Erkenntnistheorie, I. Allgemeine Grundlegung, Berlin.
- Krüger K., 1948: Ein neues Stellungsschema der Geographie. Forschungen und Fortschritt, 24. Jg., H. 5/6, Berlin (Ost).
- Krüger K., 1955: Ingenieure bauen die Welt, Berlin.
- Krusch P., 1918: Gerichts- und Verwaltungsgeologie, Stuttgart.
- Kubiena W., 1948: Entwicklungslehre des Bodens, Wien.
- Kühnelt W., 1943/44: Die Leitformenmerkmale in der Ökologie der Landschaft. Biologia Generalis, Bd. 17, Verlag Heim, Wien.
- Kühnelt W., 1950: Bodenbiologie, Wien.
- Kunkel G., 1957/58: Über die Verantwortung des Menschen gegenüber seiner natürlichen Umwelt. Forschungen und Fortschritte, Berlin (Ost).

- Kuron A., 1949: Bodenerosion und Wasserhaushalt unserer Ackerböden. Wasser und Boden (Zentralblatt für Geologie 1956).
- Laatsch W., 1954: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden, Dresden und Leipzig.
- Lendl E., 1950: Demontage der Kulturlandschaft. Wort und Wahrheit, 5. Jg., Wien.
- Leuchs K., 1939: Tektonik und Lithogenese. Geologische Rundschau, Bd. 30, H. 3/4, Stuttgart.
- Leuchs K., 1942: Wert und Bedeutung lithogenetischer Untersuchung in den Alpen. Zentralblatt für Mineralogie usw., Jg. 1942, Abt. B, Nr. 2/3.
- Lorenz J. R.: Bericht über die Bedingungen der Aufforstung und Kultivierung des kroatischen Karstgebirges.
- Lotze F., 1954: Notizen zur Aktuo-Geologie. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, 11, Stuttgart.
- Maack R., 1956: Über Waldverwüstungen und Bodenerosionen im Staate Parana. Gesellschaft für Erdkunde, Berlin.
- Mägdefrau K., 1942: Paläobiologie der Pflanzen, Jena.
- Maiwald K., 1958: Die Ernährung der Naturpflanzen. Studium Generale, 11. Jg., Berlin.
- Malraux A., 1958: Psychologie der Kunst. Die künstlerische Gestaltung, Hamburg.
- Mantel K., 1956: Bedeutung und Aufgaben der Forstgeschichte. Forst- und holzwirtschaftliche Mitteilungen des Waldverbandes Tirol.
- Mariétan I., 1954: La protection des arbres. Schweizer Naturschutz, Jg. 20, Nr. 2, S. 55—56, Basel. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Maull O., 1951: Allgemeine Geographie als Propädeutik oder geographische Grunddisziplin. Festschrift Erich Obst zum 65. Geburtstag, Remagen.
- Maurin V., 1956: Der Untergrund der Murbrücken in der Grazer Innenstadt. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Bd. 86, Graz.
- Mayer Christian, 1958: Genügt der Naturschutz? Eine kritische Untersuchung. Natur und Landschaft, Jg. 33, H. 2, S 22—27, Mainz. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Mayer R., 1934: Rhythmen der Gebirge und des Lebens. Medizinische Klinik, Bd. 27, Wien-Berlin.
- Medvezky G., 1924: Einige Worte über die Erd- und Felsrutschungen. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins, 1924, Wien.
- Mensendieck B., 1912: Körperkultur der Frau, München.
- Montandon R., 1924: La géographie de Calamites. Matériaux pour l'étude des calamiteés, Genève.
- Montandon R., 1954: Les grandes catastrophes causées par les forces de la nature dans l'année 1953. Revue pour l'étude de calamitéé, Jg. XIV, 32, Genf.
- Mortensen H., 1954/55: Die Quasi-natürliche Oberflächenformung. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Greifswald.
- Morton F., 1924: Vergehen und Werden. Zur Lebensgeschichte des europäischen Waldes, Nürnberg.

- Mosler-Boehm Lothar, 1958: Die freilebende Tierwelt im heutigen Ostpreußen. Wild und Hund, Jg. 60, Nr. 22, S. 592—593, Hamburg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Murowski-Beringer, 1957: Geologisches Wörterbuch, Stuttgart.
- Müller O., 1953: Sind Elementarkatastrophen unabwendbar? Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, Bd. 98, Wien.
- Münker Wilhelm, 1957: Verfichtung von Wiesen im Hochsauerland. Ausschuß zur Rettung des Laubwaldes im Deutschen Heimatbund, S. 1—3, Hilchenbach. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Neumann E., 1956: Die große Mutter, Zürich 1956.
- Neumann E., 1957: Der schöpferische Mensch und die „Große Erfahrung“. Eranos Jahrbuch, Bd. 25, 1956, Zürich.
- Oppenberg Ferdinand, 1958: Um was es geht. Unser Wald, H. 1, S. 3—4, Frankfurt/Main. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Ornig J., 1927: Österreichische Energiewirtschaft, Wien.
- Österr. Elektrizitätswirtschaft AG., o. J.: Wasserkraft. Der Ausbau der österreichischen Wasserkraft.
- Österr. Statist. Zentralamt, 1956: Kennst Du Österreich? Wien.
- Partl R., 1958: Alpine Speicherwerke in Österreich. Der Aufbau, 5, Wien.
- Passarge S., 1922: Landschaft und Kulturentwicklung, Hamburg.
- Penck A., 1888: Über Denudation der Erdoberfläche. Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Wien.
- Penck A., 1949: 60 Jahre Eiszeitforschung. Die Erde, 1949/1, Berlin.
- Penta F., 1954: Der Entwicklungszustand des Aufsuchens heißer Grundwässer, Hannover.
- Peschel O., 1868: Die Rückwirkung der Ländergestaltung auf die menschliche Gesittung. Das Ausland.
- Peter Karl, 1955: Ölpest — Vogelpest, Knechtsand — Mordsand. Tierfreund Nr. 3, S. 3. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Petter J. J. und Caram Marguerite, 1958: Les Fossiles de Demain. Le Courier, Jg. 11, No. 1, S. 6—8, 5 Photos, 3 Abbildungen, Paris. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Pfannenstiel M., 1951: Quartäre Spiegelschwankungen des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich XCVI (1951), Zürich.
- Pfeiffer G., 1958: Zur Funktion des Landschaftsbegriffes in der deutschen Landschaftsgeographie. Studium Generale, Berlin.
- Pflug Wolfram, 1956: Tagebaue müssen rekultiviert und begrünt werden. Sonderdruck aus: „Die grüne Farbe“, Nr. 12, S. 2. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Pittioni R., 1949: Die urgeschichtlichen Grundlagen der europäischen Kultur, Wien.
- Rademacher B., 1958: Aufgabe und Verantwortung des Pflanzenschutzes. Studium Generale, Jg. 11, Berlin.
- Read H., 1956: Art and Society, London.
- Regel C. v., 1957: Die Klimaänderung der Gegenwart, Bern.

- Reinhardt H. G., 1954: Steinbruchsprengungen zur Erforschung des tieferen Untergrundes, Berlin.
- Revue pour l'étude des Calamités 1954, 1955: Tom XIV Nr. 32, 1954 Tom XV Nr. 33, 1955, Genève.
- Richter G., 1952: Klimaschwankungen und Wüstungsvorgänge im Mittelalter. Petermanns Geographische Mitteilung, Bd. 96, Gotha.
- Richter H., 1952: Der Ausbau der Wasserkräfte in seinen Auswirkungen auf die Wildbachverbauung. Österreichische Wasserwirtschaft, Bd. 4, Wien.
- Rind C.: Gründung und Dichtschluß des rechten Flügels der Dobra-Sperre. Österreichische Wasserwirtschaft, 9, H. 12, Wien.
- Rittmann A., 1936: Vulkane und ihre Tätigkeit, Stuttgart.
- Rod A., 1957: Hygiene bietet keinen Ersatz für Gemütswerte. Erfahrungen an umgesiedelten Slum-Bewohnern. Deutscher Forschungsdienst, Jg. 4, Nr. 36, S. 3, Bad Godesberg. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Rosenkranz F., 1954: Über die Veränderung phänologischer Daten in den letzten 25 Jahren. Wetter und Leben, 6. Bd., Wien.
- Rosner M., 1954: Winderosion, Wien.
- Rundfeldt H., 1958: Der züchterische Einfluß des Menschen auf Pflanze und Tier. Studium Generale, 11. Jg., Berlin.
- Ruppert K., 1955: Der Wandel der sozialgeographischen Struktur im Bereiche der Landwirtschaft. Die Erde, Berlin.
- Sager G., 1958: Die Nutzung der Gezeitenenergie. Zeitschrift für angewandte Geologie, H. 2/3, 1958, Berlin.
- Sapper K., 1940/41: Über Verkahlung und Rutschung an oberbayerischen Bergen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Bd. 33, München.
- Sedlmayr H., 1958: Verlust der Mitte, Frankfurt/Main.
- Sedlmayr H., 1958: Kunst und Wahrheit. Zur Theorie und Methode der Kunstgeschichte, Hamburg.
- Seibold E., 1958: Jahreslagen in Sedimenten der mittleren Adria. Geologische Rundschau, Bd. 47, Stuttgart.
- Seifert A., 1942: Im Zeitalter des Lebendigen, München.
- Sieberg A., 1923: Erdbebenkunde, Jena.
- Siebert Anneliese, 1955: Landschaftspflege und Meliorationen. Umschaudienst, Jg. 5, H. 1, 4, S. 74, 5 Karten, Hannover. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Sonne-Bülow-Kranz, 1938: Wehrgeologie, Leipzig.
- Speidel G., 1957: Wirtschaftliche Folgen bei Fichtenanbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes (dargestellt an einem Beispiel des Rheinlandes). Anzeiger für Schädlingskunde, Jg. 30, H. 11, Berlin, November 1957, S. 188 bis 193, 1 Karte, 4 Diagramme, 1 Tabelle, Literatur, Berlin. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Spreitzer H., 1957: Zur Geographie des Kilikischen Ala Dağ im Taurus. Festschrift zur 100-Jahr-Feier der Geographischen Gesellschaft in Wien 1856 bis 1956, Wien.
- Schäfer Hermann L., 1955: Jeden Tag stirbt ein Bauernhof. Zur „Zerschneidung“ und Zergliederung der lippischen Landwirtschaft. Lippische Rund-

- schau, Nr. 245, Detmold. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Scheele M., 1954: Die Lochkartenverfahren in Forschung und Dokumentation mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Stuttgart.
- Scheele M., 1955: Das Literaturproblem und Lochkartenverfahren. Studium Generale, Jg. 8, Berlin.
- Sherlock R. L., 1922: Man as a geological agent, London.
- Schindewolf O. H., 1956: Tektonische Triebkräfte der Lebensentwicklung? Geologische Rundschau, 45, 1, Stuttgart.
- Schlick M., 1952: Natur und Kultur, Zürich-Wien.
- Schmidt H., 1944: Ökologie und Erdgeschichte. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 96, Berlin.
- Schmidt W., 1955: Im Kampf um den Boden. Universum-Natur und Technik, 10. Jg., H. 10, Wien.
- Schmitt O., 1952: Grundlagen und Verbreitung der Bodenzerstörung im Rhein-Main-Gebiet mit einer Untersuchung über Bodenzerstörung durch Starkregen im Vorspessart, Frankfurt/Main.
- Schönhals E., 1951: Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet. Eiszeitalter und Gegenwart, 1, Öhringen/Württemberg.
- Schott W., 1938: Über die Sedimentationsgeschwindigkeit rezenter Tiefseesedimente. Geologische Rundschau, Bd. 29, Stuttgart.
- Schroeder Günther, 1956: Ein Forstmann erlebt die UdSSR. Sonderbeilage zu: „Forst und Jagd“, Jg. 8, H. 1, S. 1—9, Berlin. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Schroeder K., 1958: Der Rio Grande del Norte unter dem Einfluß der modernen Wasserwirtschaft. Die Erde (Gesellschaft für Erdkunde Berlin), E.-Festschrift, Berlin.
- Schultze J. H., 1952: Die Bodenerosion in Thüringen, Gotha.
- Schultze-Naumburg P., 1922: Die Gestaltung der Landschaft durch den Menschen, München.
- Schultze-Naumburg P., 1942: Kunst und Rasse, München-Berlin.
- Schwarz A., 1932: Der tierische Einfluß auf die Meeressedimente. Senckenbergiana, Bd. 14, Frankfurt/Main.
- Schweigart H. A., 1958: Zum Problem der Welternährung. Studium Generale, 11. Jg., H. 9, Berlin.
- Schwickerath M., 1954: Die Landschaft und ihre Verwandlung, Aachen.
- Stebutt A., 1930: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde, Berlin.
- Stelzer F., 1959: Die geologische Vorzeit und ihr Klima. Wetter und Leben, Jg. 10, H. 5—7, 1958, Wien.
- Stini J., 1955: Die baueologischen Verhältnisse der Österreichischen Talsperren, Wien.
- Stiny J., 1912: Fortschritte des Tiefenschurfes in der Gegenwart. Geologische Rundschau, 9. Bd., Leipzig.
- Stremme H., 1955: Bodenentstehung und Mineralbildung im Neckarschwemmlern der Rheinebene. Abhandlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Heft 11, Wiesbaden.
- Strzygowski J., 1928: Forschung und Erziehung, Augsburg.

- Strzygowski W., 1957: Die künftige Gestaltung Österreichs. Festschrift zur Hundertjahrfeier der Geographischen Gesellschaft in Wien 1957, S. 180, Wien.
- Stübner K., 1955: Luftbild und Bodenerosion, Berlin.
- Stur D., 1871: Geologie der Steiermark, Graz.
- Tarouca A. S., 1957: Philosophie im Mittelpunkt, Graz.
- Taskin George A., 1954: The falling level of the Caspian Sea in relation to Soviet economy. Geographical Review, Vol. 44, No. 4, S. 508—527, 3 Karten, 1 Diagramm, 4 Tabellen, New York. Zitiert in Mitteilungen über Landespflege, Bad Godesberg.
- Tauber F., 1941: Die Bedeutung rezenter, mariner und limnischer Geröllwanderung für das Auftreten von exotischen Geröllen mit Beispielen aus den tertiären Sedimenten des Wiener Beckens. Jahrbuch der Reichsstelle für Bodenforschung 1940, Berlin.
- Thienemann A., 1955: Die Binnengewässer in Natur und Kultur, Berlin.
- Thienemann A. F., 1956: Leben und Umwelt, Hamburg.
- Thompson Th.: A short history of oceanography with emphasis on the role played by chemistry. Journal of Chemical Education Vol. 35.
- Trénel M., 1949: Zur gutachtlichen Beurteilung des Einflusses der Grundwasserabsenkung auf den Ertrag im Löß. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. 45, Berlin.
- Trusheim F., 1931: Spülsäume am Meeresstrand. Natur und Museum, Bd. 61/3, Frankfurt/Main.
- Tüxen R., 1957: Die Bedeutung des Naturschutzes für die Naturforschung. Mitteilung der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, NF., H. 6, Stolzenau/Weser.
- Uexküll J., 1956: Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. Bedeutungslehre, Hamburg.
- Unger F., 1864: Botanische Streifzüge auf dem Gebiet der Culturgeschichte. VI. Der Waldstand Dalmatiens von einst und jetzt. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, L. Bd., Wien.
- Valentin H., 1952: Die Küsten der Erde, Gotha.
- Vas O., 1930: Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs, Wien.
- Vaudoyer J. L., 1957: Der weibliche Akt in der europäischen Malerei, München.
- Vogler P., 1957: Medizin und Städtebau, München-Berlin-Wien.
- Vogt W., 1950: Die Erde rächt sich, Nürnberg.
- Vogt J., 1958: Zur Bodenerosion in Lippe. Erdkunde 1958, Berlin.
- Vogt J., 1958: Zur historischen Bodenerosion in Mitteldeutschland. Perterm. Mitt., 3.
- Wachs H., 1933: In den Wanderdünen der Leba-Nehrung. Dohrniana, Bd. 12, Pommersche Naturfreundgesellschaft Stettin.
- Wachs F., 1959: Die Großwasserbauten der Sowjetunion, eine Gesamtübersicht. Vortrag im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, Linz.
- Wagner A., 1940: Klimaänderungen und Klimaschwankungen, Braunschweig.
- Wagner H., 1955: Technik und Naturschutz. Österreichische Wasserwirtschaft, Jg. 7, Wien.

- Walter J., 1893/1894: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, Jena.
- Wasmund E., 1937: Wehrgeologie, Berlin.
- Weber H., 1958: Das Wasser in der Volks- und Landwirtschaft. Studium Generale, 11. Jg., 10. H., Berlin.
- Weichelt F., 1956: Sprengtechnik, Leipzig.
- Weinoldt E., Bahr M., 1952: Die Versandung der Eider. Ursachen und Gegenmaßnahmen. Die Wasserwirtschaft 42/8, in Eiszeitalter und Gegenwart 1954, Öhringen/Württemberg.
- Wendelberger G., 1956: Vegetationsstudien auf dem Dachsteinplateau. Beiträge zur alpinen Karstforschung, H. 5, Wien.
- Wendelberger E. u. G., 1956: Die Auwälder der Donau bei Wallsee. Vegetatio acta Geobotanica, Vol. VII, Fas. 1, Den Haag.
- Wendelberger-Zelinka, 1952: Die Auwaldtypen von Oberösterreich. Österreichische Vierteljahrschrift für Forstwesen, 93. Bd., Heft 2, Wien.
- Werneck H., 1950: Die naturgesetzlichen Grundlagen des Pflanzen- und Waldbaues in Oberösterreich, Wels.
- Wernli O., 1950: Die neue Entwicklung des Landschaftsbegriffes, Geographica Helvetica.
- Wetter G., 1958: Philosophie und Naturwissenschaft in der Sowjetunion, Hamburg.
- Wieser H., 1953: Klimarhythmen und Schwankungen in ihrer Auswirkung auf die Wasserführung. Abhandlungen des meteorologischen und hydrologischen Dienstes der DDR, Nr. 21, Bd. 3.
- Wilckens O., 1938: Die Bedeutung des geologischen Substrates für die Bodenbildung. Geologische Rundschau, Bd. 29, Stuttgart.
- Winkler v. Hermaden A., 1945: Geologisches Kräftespiel und Bodenwirtschaft in den deutschen Alpen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., Bd. 89, Abt. B, 1945, S. 45—100, Stuttgart.
- Wudy H. und Zahn F., 1958: Zum Neubau der Wachaustraße. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, 1. Jg., Heft 12, Wien.
- Zieger Erich, 1955: Die heutige Bedeutung der Industrie-Rauchschäden für den Wald. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Dresden, Bd. 4, 1954/55, H. 3, S. 55—76, Disk. (mit 1 Diagramm), Literatur, Dresden.
- Ziegler P., 1911: Der Talsperrenbau, Berlin.
- Zittel K., 1899: Geschichte der Geologie und Paläontologie, München-Leipzig 1899.
- Zillich Rudolf, 1955: Wald und Weide im Hochgebirge. Österreichische Vierteljahrschrift für Forstwesen, Bd. 96, H. 1, S. 31—37, Wien.
- Zorell F., 1955: Der Einfluß des Walchenseekraftwerkes auf den Temperaturhaushalt des Kochelsees. Die Erde, 7, Berlin.