

6. Der Mensch als geologischer Faktor.

Von Herrn ERNST FISCHER (†) in Halle a. S.

Bei den heißen Vogesenkämpfen der Augusttage fiel im Gefecht bei Fréconrupt ($1\frac{1}{2}$ Std. von Schirmeck) am 21. August 1914 der Verfasser dieses Aufsatzes Dr. rer. nat. ERNST FISCHER, als Vizewachtmeister der Reserve beim Stabe des Reserve-Feldartillerie-Regiments Nr. 26 den Heldentod fürs Vaterland.

Von den hinterlassenen Arbeiten war es die vorliegende, die dem Verstorbenen ganz besonders ans Herz gewachsen war. Auf der Jahresversammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Freiburg i. B. im August 1913 beabsichtigte er über das Thema dieses Aufsatzes zu sprechen, doch mußte der angekündigte Vortrag wegen Zeitmangel verschoben werden. Daraufhin entschloß sich der Verfasser die Gedanken weiter zu der jetzt vorliegenden Form auszuarbeiten, was in der Zeit von Sommer 1913 bis Sommer 1914 geschah. Sehr wohl ist es möglich, daß der Verfasser noch das eine oder andere vor der Drucklegung revidiert hätte, was dem Herausgeber nicht möglich war, wollte er nicht das vom Verfasser entworfene Bild stören.

Herr Privatdozent Dr. R. LANG (Tübingen) hatte die Liebenswürdigkeit, das Manuskript des verstorbenen Freundes mit durchzulesen.

Halle a. S., Januar 1915.

V. HOHENSTEIN.

Als Aufgabe der Wissenschaft im weitesten Sinne können wir die Erkenntnis des Menschen und seiner Umwelt bezeichnen. Man könnte vielleicht auch sagen, des Menschen überhaupt, sofern wir ja die Umwelt an sich nicht zu erkennen vermögen, übrigens, auch abgesehen vom rein erkenntnistheoretischen Standpunkte, die Dinge im allgemeinen sich um so klarer und vollkommener in unserem Intellekte zeigen, je einfacher und je deutlicher eben ihre Beziehungen zum Menschen sind. Als die Aufgabe der Gesamtwissenschaften bezeichnendes Motto könnte also über dem Tempel der Wissenschaft dasselbe alte Wort

stehen, wie über dem Tempel des delphischen Gottes, des apollinischen Sehergottes *γῶθε σαυτὸν*. Nehmen wir die Einteilung der Wissenschaften in Geistes- und Naturwissenschaften an, so gilt diese Teilung doch keineswegs in dem Sinne, daß die Geisteswissenschaften es mit dem Menschen, die Naturwissenschaften mit der nichtmenschlichen Natur zu tun hätten, vielmehr ist der Mensch auch Objekt der Naturwissenschaften und besonders insofern, als er einmal durch seine Organisation, sodann auch als Leidender oder als Wirkender mit der Umwelt aufs engste verknüpft ist. Wie nun unsere gesamten Wissenschaften ihre Entstehung und ihre Pflege nicht sowohl einer planmäßig geordneten Folge verdanken, sondern größtenteils durch die fördernden und hemmenden Einflüsse der Praxis in ihrer Entwicklung bedingt oder doch beeinflusst worden sind — man vergleiche nur zum Beispiel die Anatomie des Menschen und der Tiere —, so gilt dies auch von der Erforschung des Menschen als eines Faktors im Ablauf der von ihm beeinflussten Naturvorgänge. Bei dieser Gelegenheit mag vorwegnehmend schon gleich darauf hingewiesen werden, wie viel weiter fortgebildet die Wissenschaft ist, die sich mit der gerade entgegengesetzten Frage befaßt, mit dem Einfluß der Umwelt auf die Entwicklung der menschlichen Dinge, die Anthropographie, zum Teil auch die Urgeschichte, die Soziologie, die Nationalökonomie und die Psychologie. Aufgabe der Naturwissenschaften ist also u. a. auch zweifellos die Erforschung des Einflusses, den der Mensch innerhalb der Vorgänge ihrer Forschungsgebiete ausübt und in der Tat ist dieser Einfluß auch bisher schon da und dort wissenschaftlich beobachtet und erforscht worden. Es wäre innerhalb der Botanik und der Zoologie vor allem auf diejenigen Forschungen hinzuweisen, die sich mit dem Einfluß des Menschen auf domestizierte Tiere und Pflanzen befassen, sodann auf diejenigen, die sich mit der vom Menschen absichtlich oder unabsichtlich verursachten Änderung der Tier- und Pflanzenverteilung beschäftigen, also mit dem Menschen als tier- bzw. pflanzengeographischen Faktor.

Viel zu wenig scheint mir dagegen die Rolle des Menschen im Bilde der von der Geologie erforschten Vorgänge behandelt worden zu sein. Auch diese Wissenschaft wird sich der Fragestellung nicht entziehen dürfen: Welche Rolle spielt der Mensch im Ablauf der geologischen Vorgänge?

Wenn wir die geologische Literatur überblicken, so scheint es, als ob diese Frage in ihrer Allgemeinheit entweder nie gestellt oder längst beantwortet wäre. Unsere Lehrbücher, die ich, soweit sie mir zur Verfügung standen, danach

durchgesehen habe, gehen mit Ausnahme derjenigen von LYELL¹⁾ (ausführliches Referat über seine prinzipielle allgemeine Stellung), CHAMBERLIN and SALISBURY²⁾ (ausführliche Wiedergabe der Gedankengänge) und DANA³⁾ (kurze Angabe des wenig Vorhandenen), auf die Frage nicht weiter ein, z. T. erwähnen sie dieselbe überhaupt nicht, z. T. gehen sie daran als an etwas Selbstverständlichem vorüber. Es scheint, daß die einst von LYELL geäußerte Ansicht, daß der Mensch als geologischer Faktor nicht in Betracht komme, auch heute noch die herrschende ist.

Indessen hat die Wichtigkeit der Frage eine Bearbeitung wenigstens einiger Teilgebiete schon bisher nützlich erscheinen lassen. Ich erinnere hier an die an STEINMANN'S Grundlagen der Paläontologie anknüpfende Diskussion des Aussterbens der größeren diluvialen Säugetiere in Europa und der Rolle, die der Mensch eventuell bei diesem Vorgange gespielt hat. Ferner ist hier die durch die Rückwirkungen auf das Leben für die Praxis so außerordentlich wichtige Frage nach der Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch den Menschen anzuführen, die DEECKE behandelt hat. Auch sonst sind einige hierhergehörige Fragen hin und wieder abermals aus ganz anderen Gesichtspunkten heraus diskutiert worden; so z. B. die mögliche Änderung des Klimas durch Zunahme der menschlichen Kultur oder auch die voraussichtliche Dauer unserer Kohlen- und Erzvorräte und dergl. Im ganzen spielt jedoch der Mensch in der Geologie bisher nach seinen Resten höchstens die Rolle eines Leitfossils. Allenfalls kam ihm vielleicht bisweilen noch eine andere Rolle zu — die einer Fehlerquelle. Aber gerade dies weist eben auf die Frage selber hin. Denn was ist denn eine Fehlerquelle anders, als eben ein nicht oder zu wenig berücksichtigter Faktor.

Endlich darf hier eine gleichfalls in enger Beziehung zu den praktischen Vorgängen erwachsene Darstellung des menschlichen Einflusses auf einem Teilgebiete der Geologie nicht vergessen werden, allerdings auch desjenigen, auf dem sich der menschliche Einfluß ganz besonders deutlich und vielleicht am stärksten zeigt, auf dem Gebiete der Bodenkunde. Ich meine RAMANN'S so außerordentlich inhaltsreiches und anregendes Lehrbuch der Bodenkunde, wo in dem die Beeinflussung des Bodens durch den Menschen behandelnden Kapitel dessen Wirk-

¹⁾ LYELL, CH.: Principles of Geology, vol. I. und II, 11. ed. New York 1872. Vol. I, S. 143 ff., vol. II, S. 369, 400, 402, 451 ff., 553.

²⁾ CHAMBERLIN, TH. C. and SALISBURY, R. D.: Geology I. New York 1904. Vol. I, S. 618 ff.

³⁾ DANA, J.: Manual of Geology, 4. ed., 1895, S. 142, 158.

samkeit voll und klar in ihrer Wichtigkeit und Größe erkannt und dargestellt ist.

Es ist sehr auffallend, wie schon oben angedeutet wurde, wieviel früher und wieviel eingehender die gerade entgegengesetzte Fragestellung des Einflusses der Natur bezw. der nicht-menschlichen Umwelt auf den Menschen behandelt worden ist. Am eingehendsten geschah dies wohl von geographischer Seite. Es mag diese Erscheinung verschiedene Gründe haben. Schon bei der Betrachtung einer Landschaft ergibt sich ganz von selber hier eine gewisse Gegensätzlichkeit. Der Geologe entkleidet die Landschaft gewissermaßen ihrer jüngsten Decke; menschliche Ansiedlungen und Wirkungen, Tier- und Pflanzenwelt, selbst die jüngeren Ablagerungen des Alluviums sind ihm meist weniger interessant als der feste Kern des landschaftlichen Bildes, wie es in Berg- und Talformen, im Wechsel härterer und weicherer Schichten zum Ausdruck kommt. Nicht so der Geograph, zumal der der älteren Schule, der noch nicht die geologischen Allüren des Morphologen angenommen hatte. Ihm waren in der Landschaft die Verteilung der Menschengesiedlungen nicht weniger interessant als die Verteilung der pflanzlichen und tierischen Lebewelt sowie der Gesteine, die eben weniger als Ursachen der gewordenen denn als Glieder der vorhandenen Landschaft angesehen wurden. Da also kein Teil bei der Betrachtung vorherrschte, so konnte die Wechselwirkung der einzelnen untereinander ruhiger beobachtet und abgemessen werden.

Wichtiger noch als der eben angeführte Grund, tiefergreifend als er, war vielleicht ein anderer. Das Gefühl der vielfachen Abhängigkeit des Menschen von der Umgebung mußte dem Menschen selber wohl eher und deutlicher zum Bewußtsein kommen als seine relative Unabhängigkeit von ihr. Und in der Tat ist der Unterschied beider Faktoren ein so unendlicher, daß wohl der eine ursprünglich lange vernachlässigt, der andere als allein wirksam betrachtet werden konnte.

Noch ein anderes Motiv, das bisher der Behandlung der hier besprochenen Frage entgegenwirkte, ist hier anzuführen. Es ist die Betrachtung der Geologie als einer historischen Wissenschaft. Und von einer etwas engen Auffassung des Historischen aus vernachlässigte man also das Geschehende im Gegensatz zum Geschehenen und betrachtete es höchst sparsam nur insoweit, als man eben vermutete, daß es zum Verständnis des Geschehenen nützlich wäre. So wurde das Studium der Gletscher erst besonders wichtig, als ihre große Bedeutung in der historischen Vergangenheit erkannt wurde, die Wüsten

erst eingehend beobachtet, als man sie in Beziehung zu den fossilen Sedimenten zu bringen anfang. Kurz, es ließe sich dieser leicht begreifliche Vorgang auch an manchen anderen Beispielen erweisen. Die viel gerühmte Methode des Aktualismus, die schon LYELL inaugurierte, führte nicht von vornherein zu einer genauesten Erforschung der heutigen Vorgänge, und so mag es um so weniger Wunder nehmen, wenn ein Wesen, von dem man lange Zeit mit Sicherheit zu wissen glaubte, daß es erst post-diluvial überhaupt aufgetreten sei, in seiner Wirksamkeit und seiner geologischen Bedeutung völlig übersehen und vernachlässigt wurde.

Daran schließt sich nun noch ein Grund, der den Menschen als geologischen Faktor bis jetzt vernachlässigen ließ: der LYELLS, welcher die Ansicht äußerte, er wäre im Verhältnis zu den anderen wirksamen zu gering, um überhaupt berücksichtigt zu werden. CHAMBERLIN und SALISBURY meinen dazu entschuldigend, daß in der Tat ja zu seiner Zeit die geologische Wirksamkeit des Menschen eine ganz minimale gewesen wäre gegenüber der heutzutage.

Indes hier schließt sich nun eine Frage von höchst bedeutender Tragweite an, nämlich die, ob die relative Größe der geologischen Wirksamkeit auch der Maßstab sein darf für die Wichtigkeit seiner Betrachtung in der Wissenschaft. Auf den ersten Blick mag dies ja wohl zweifellos und selbstverständlich erscheinen, und in der Tat wird dieser Maßstab wohl immer eine bedeutende Rolle spielen müssen. Daneben wird aber auch eine andere Betrachtungsweise nicht völlig unsinnig erscheinen, daß nämlich auch hier nicht allein nach der Quantität geurteilt werden darf, sondern auch nach der Qualität, d. h. daß ein an und für sich nicht so sehr wirksamer Faktor eben seiner Eigenart wegen doch ein ebenso gutes Recht auf Betrachtung und Wertung besitzt als ein allgemein wirksamer, aber dafür auch um so banalerer. Kann doch gerade er unter Umständen besonders charakteristische Formen erzielen, die dann eventuell auch auf das Zusammenwirken der Kräfte Licht werfen. Dies kann seinen Grund darin haben, daß wir diesen einzelnen Faktor als Typus und Repräsentanten einer Anzahl im einzelnen wirkender Faktoren betrachten, oder darin, daß er als heutzutage vereinzelter Nachkömmling und Rest alter einst bedeutenderer zu gelten hätte, oder darin, daß man in ihm einen Anfang eines neuen Typus von Vorgängen sehen könnte. Endlich konnte das Monotypische als solches einen Wert bedeuten.

Eine derartige Wertungsweise ist in der Tat nicht neu. Der Regenwurm spielte lange Zeit und spielt zum Teil heute

noch diese Rolle des einzigen und scheinbar einzigartigen Vertreters der tierischen Faktoren bei der Bodenbildung. Und doch wird man, ohne seinen berechtigten Ruhm schmälern zu wollen, sagen können, daß es außer ihm doch auch noch eine ganze Menge anderer ebenso wichtiger oder noch wichtigerer Tiere gibt. Gäbe es bei fortschreitendem Rückgang der Gletscher nur noch einen letzten oder bei allmählichem Erlöschen vulkanischer Tätigkeiten nur noch einen letzten tätigen Vulkan, so müßte eben dieser letzte Gletscher bzw. Vulkan als einziger die Beispiele von Faktoren liefern, die einst im Verlaufe der Erdgeschichte eine so bedeutende Rolle gespielt hatten.

Aber wie schwierig ist es überhaupt, bei geologischen Faktoren die Größenordnung festzustellen. Zweifellos sind — um nur blindlings einige herauszugreifen — vulkanische Eruptionen, Massenintrusionen, Wirkung der Brandungswellen, der Wind-, der Wasser-, der Eiserosion geologische Vorgänge von so sehr verschiedener Größenordnung, daß man sie eigentlich gar nicht vergleichen kann. Diese Schwierigkeit steigert sich noch entschieden, wenn wir bedenken, wie verschieden an Masse — zeitlich und räumlich — diese verschiedenen Faktoren wohl in den verschiedenen Perioden zur Wirksamkeit gelangt sein mögen, so daß es hier wohl zweifellos das beste sein dürfte, eine Abgrenzung der geologischen Faktoren nach Größenordnungen ganz zu vermeiden, mithin auch die Grenze nach unten nicht als eine so scharfe oder überhaupt definierbare anzusehen.

Schon mit dem im bisherigen Gesagten also ergibt sich, daß, wenn man den Menschen als geologischen Faktor anspricht, man ihm damit noch nicht dieselbe quantitative Wirksamkeit beilegen wird wie einem beliebigen anderen Faktor.

Zugleich gebe ich natürlich zu, daß die geologischen Wirkungen des Menschen bis heute noch nicht, ja vielleicht niemals die eines anderen geologischen Faktors an Größe erreichen werden. Trotzdem scheint mir seine Wirksamkeit so bedeutend, daß sie einerseits wohl als geologisch wichtig bezeichnet werden darf. Andererseits erscheint sie als so eigenartig, daß sie notwendig eine gewisse Sonderstellung innerhalb der wirksamen Faktoren erfordert. Auch habe ich entschieden den Eindruck, daß der Mensch als geologischer Faktor bis jetzt in unberechtigtem Maße vernachlässigt worden sei. Im folgenden wird also einmal die geologische Wirksamkeit des Menschen in ihren verschiedenen Ausprägungen verfolgt werden, sodann auch der Versuch gemacht werden, ihr Charakteristisches und Einzigartiges durch Vergleich mit anderen geologischen Faktoren herauszustellen und zu bezeichnen.

Wenn man von geologischer Wirksamkeit des Menschen redet, so denkt man wohl zunächst an die direktest in die Erdkruste eingreifende Tätigkeit des Menschen, die durch ihn vollzogene Massenbewegung fester Gesteine von einer Stelle zur anderen und ihre mechanische oder chemische Veränderung. Es ist etwas durchaus Wohl-bekanntes, an das ich hier nur zu erinnern habe — die Weltproduktion an Erzen, Kohlen und Salzen. Es kann hier meine Aufgabe nicht sein, diese Produktion im einzelnen zu verfolgen, ihre qualitative Seite, ihre Lokalisation und ihren Verbleib im einzelnen zu verfolgen und darzustellen, wiewohl das sicher auch eine interessante Aufgabe wäre. Ich muß mich begnügen, hier einzelne Zahlen zu bringen, die als allgemeiner Größenmaßstab mit einigen sonstigen Zahlenangaben über die Quantität natürlicher Transportvorgänge verglichen werden mögen. Sodann aber möchte ich mit vollstem Nachdruck auf die ungeheuerliche Steigerung eben dieser menschlichen Faktoren entstammenden Bewegungen hinweisen, eine Steigerung, welche die Weltproduktion der technisch wichtigsten Metalle Eisen, Blei, Zink, Kupfer, Zinn, sich im Laufe des letzten Jahrhunderts im großen ganzen regelmäßig in Perioden von 20 Jahren verdoppeln ließ, bei einigen Metallen, z. B. beim Kupfer, sogar noch rascher.

Weltproduktion der wichtigsten Metalle 1907¹⁾.
Metrische Tonnen zu 1000 kg.

	Metall	Gehalt	Fördergut
Eisen	59 100 000	40%	147 750 000
Blei	990 000	20%	4 950 000
Zink	740 000	9%	8 220 000
Kupfer	720 000	1,75%	52 000 000
Zinn	100 000	0,5%	20 000 000
Nickel	14 000	1,5%	930 000
Quecksilber . .	3 700	1,25%	296 000
Mangan	20 000	15—25%	1 000 000
Platin	6	6—8 g pro cbm	ca. 1 100 000 cbm
Gold (1910) . .	701	10—20 g } pro Tonne	ca. 50 000 000
Silber (1909) . .	6 500	0,5—2 kg } Fördergut	ca. 5 250 000

Nicht angeführt, aber immerhin von Bedeutung wären die Werte für Aluminium, Antimon, Wismut, Arsen usw.

¹⁾ Die Zahlenangaben sind mit einigen Änderungen dem Handbuch BEYSCHLAG-KRUSCH-VOGT: Lagerstättenlehre I (1910) S. 198—199, sowie II (1912) S. 138 (Gold) und S. 142 (Silber) entnommen.

Weltproduktion einiger Nichtmetalle 1900.

Kohlen ¹⁾	767 636 204 metr. Tonnen
Petroleum	18 553 950 " "
Steinsalz	12 572 076 " "

Verteilung auf verschiedene Länder,
zum Beispiel: Deutschland.

	1900	1910
Erze	14 578 877 metr. T.	27 127 226 metr. T.
Salze	3 979 176 " "	8 838 210 " "
Steinkohlen	108 539 444 " "	151 073 116 " "
Braunkohlen	44 498 019 " "	67 560 779 " "
	171 595 516 metr. T.	254 599 331 metr. T.

Es zeigt sich mithin eine Steigerung um etwa 50% in 10 Jahren.

Von besonderem Interesse ist eine Statistik der Roheisenproduktion²⁾ der Welt von 1800—1911, welche die gewaltige Beschleunigung der Produktion erkennen läßt. Diese beträgt zusammen etwa 1540 Millionen metr. T. Roheisen. Unter Zugrundelegung von 40% Gehalt würden sich ca. 3850 Mill. metr. Tonnen Eisenerz, d. h. über 1 cbkm Fördergut ergeben. Davon wurde über die Hälfte in den letzten 25 Jahren gefördert.

Roheisenproduktion der Welt von 1800—1911.

1911	63,25 Millionen metrische Tonnen
1901—1910	528 " "
1891—1900	317 " "
1881—1890	223 " "
1871—1880	148 " "
1861—1870	99 " "
1851—1860	65 " "
1800—1850	97 " "
1800—1911	1540 Millionen metrische Tonnen

Alles in allem darf man heute die gesamte Jahresförderung der Welt an Erzen und Nichtmetallen samt dem dabei bewegten Gestein auf ca. 1 cbkm veranschlagen.

¹⁾ Während bei den Erzen der Abbau bereits mitgerechnet ist, daher auch die z. T. mit andern Angaben gesteigerten Werte, ist hier ein Zuschlag von etwa 10% noch erforderlich, um das wirklich bewegte Gestein in Rechnung zu bringen.

²⁾ BEYSCHLAG-KRUSCH-VOGT: Lagerstättenlehre II (1913), S. 572.

Zweck des hier Angeführten war nicht die genaue statistische Angabe. Wichtiger war es, zwei Punkte mit voller Deutlichkeit herauszustellen:

1. Die Größenordnung des jährlichen Umsatzes zu ermitteln; diese beläuft sich für die bisher behandelten Erze und Gesteine auf ca. 1 Kubikkilometer jährlich, läßt sich also etwa mit der Wirksamkeit der Flüsse vergleichen.
2. Die außerordentlich beschleunigte Zunahme dieser Vorgänge festzustellen, die im allgemeinen eine recht gleichartige auf den verschiedenen Gebieten und eine im ganzen sicherlich recht gleichmäßige ist.

Wenn wir nun freilich auch diese Zunahme, die speziell im Verlaufe des letzten Jahrhunderts eine so sehr beschleunigte geworden ist, nicht für alle Zeiten in demselben Maße annehmen dürfen, so scheint doch auf der andern Seite soviel sicher zu stehen, daß die Tendenz, seinen Einfluß auf die Natur zu erweitern, eine in der Geschichte des Menschen durchaus regelmäßig zu verfolgende ist. Auch nach verschiedenen Ruhepausen und selbst Rückschritten ist diese Tendenz doch immer wieder deutlich hervorgetreten und dürfte wohl aufs engste mit der ganzen Lebenstätigkeit des Menschen verknüpft sein. Die periodische Steigerung wird schon durch die Zunahme der menschlichen Bevölkerung der Erde notwendig.

Neben den direkten Eingriffen des Menschen zur Gewinnung von Erzen, Kohlen und Salzen tritt diejenige vielleicht nur ein wenig zurück, welche der Gewinnung aller Arten von Baumaterialien im weitesten Sinne des Wortes dient. Die Gewinnung von Bausteinen, Kies, Sand, Ton, Kalk, Gips, ist gleichfalls ein nicht unbeträchtlicher Bruchteil menschlicher Einwirkung auf die Natur. Indem nun diese Materialien freilich weiter verbreitet und im allgemeinen leichter zu gewinnen sind als jene anderen, ist ihre Gewinnung ungleich mehr verzettelt und schwerer zu beobachten. Es äußert sich dies u. a. auch darin, daß im Gegensatz zu den bisherigen angeführten Gesteins- und Mineralmassen die Produktionsstatistik der Baumaterialien auch nicht im entferntesten mit jener zu vergleichen ist. Nur mit Mühe ist es mir gelungen, eine geringe Anzahl von Angaben, beschränkt auf einzelne Gegenstände und einzelne Länder zu gewinnen. Man muß nur bedenken, welche eine kleine Rolle diese angeführten Dinge in der Gesamtmasse des hier in Betracht kommenden spielen, um diese Angaben richtig zu bewerten. Man stelle sich ferner die Gebäude unserer Städte und Dörfer

zerstört und eingeebnet vor, sie würden breite Hügelmassen bilden, je nach der Dichte der Bebauung, der Höhe der Gebäude und der Art der Baumaterialien verschieden hoch über dem jetzigen Untergrund sich erhebend. Ähnliches ist in der Tat in manchen Gegenden mit großen und kleinen Orten geschehen und die alten Stätten ragen in der Tat als nicht unbeträchtliche Hügel über die Oberfläche empor, entstanden durch menschliche Tätigkeit. Es sei an den Hügel von Hissarlik erinnert, an die alten Städte der Euphratgegenden, aber dasselbe gilt eigentlich auch von einem großen Teil unserer Städte, die wir heute noch bewohnen. Der Boden der römischen Siedelungen, die ja vielfach die Grundlage der größeren Städte in Südeuropa, aber auch in Deutschland bilden, liegt heute wechselnd, aber doch stets ziemlich tiefer als das heutige Niveau, und diese Erscheinung beruht nicht etwa darauf, daß jene sich etwa absichtlich tief angesiedelt oder gar eingegraben hätten, sondern einzig und allein auf der Ausfüllung, welche der Boden seit jener Zeit und größtenteils eben durch die Zerstörung menschlicher Ansiedelungen an derselben Stelle erfahren hat. Diese Beobachtung läßt sich regelmäßig machen und trifft nicht nur auf römische, sondern naturgemäß ebenso auf ältere und jüngere Siedlungsperioden zu. Wenn bei der heutigen Stadtbauung der Schutt im allgemeinen nicht an Ort und Stelle liegen bleibt, sondern weggeführt, vielfach bei Auffüllungsarbeiten (Planierungsarbeiten der Städte usw.) verwendet wird, so wird damit doch nicht der Vorgang ein anderer, sondern nur seine Evidenz geringer. Im allgemeinen wird man allerdings zugeben können, daß diese Prozesse zu einer Zeit eine größere Rolle spielten, als Städte häufiger, sei es durch Eroberung, sei es durch zufälliges Feuer oder Erdbeben zerstört wurden, daß also heute, wo dies aus verschiedenen Gründen im ganzen viel seltener eintritt, eine gewisse Einschränkung dieser Prozesse eingetreten sei. Diese wird aber doch vielleicht ausgeglichen durch die infolge der friedlicheren Entwicklung schnellere Vermehrung sowohl der Bewohner, und mithin ihrer Gebäude, als auch ihres Wohlstandes, der ihre baulichen Unternehmungen größer und luxuriöser zu gestalten pflegt. Übrigens unterliegen alle menschlichen Gebäude einem gewissen Vernichtungsprozeß, der ihre stetige Instandhaltung und Verbesserung und damit fortgesetzte Zufuhr von Baumaterialien notwendig macht. Ein weiteres Motiv ist die Erneuerung noch nicht baufällig gewordener Gebäude, weil sie unmodern oder nicht rentabel genug geworden sind. Endlich wird der vielfach zu beobachtende Rückgang von früher mit Holz bauenden Ländern zum Steinbau eine starke Vermehrung

des geologisch Erhaltungsfähigen, mithin hier besonders in Betracht Kommenden mit sich bringen. Wenn also diese Prozesse auch wahrscheinlich nicht mit derselben Geschwindigkeit sich zu steigern scheinen, wie dies bei der Bewegung von Kohlen, Erzen und Salzen der Fall ist, so dürfte doch auch die Bewegung festen Gesteins als Baumittel in den vergangenen Jahrhunderten mit der allgemeinen Kulturhöhe der betreffenden Länder zugenommen haben.

Über die Größenordnung dieser Prozesse läßt sich nun freilich nicht mit solcher Sicherheit etwas aussagen wie bei der Erzeugung, indessen dürfte sie hinter dieser um einiges, sicherlich nicht wesentlich zurückstehen. Ihrer Verbreitung nach ist sie gleichmäßiger über die Erde verteilt, wenn schon einzelne Vorkommen, wie z. B. Rüdersdorf bei Berlin, lokal sehr starke Bewegungen hervorrufen können. Indem wir nun zu diesem Material noch dasjenige hinzufügen, was für den Bau und die Pflasterung unserer Straßen notwendig ist, so vermehren wir die bisher angeführten Mengen um ein beträchtliches und leiten zugleich über zu dem folgenden Abschnitt, zu den gewaltigen Erdbewegungen, welche der Mensch zum Zwecke des Verkehrs vorgenommen hat und noch dauernd in steigendem Maße vornimmt. Ich meine den Bau von Straßen, Eisenbahnen und Kanälen mit dem ganzen großen zugehörigen Bedarf an Dämmen, Einschnitten, Tunnels, Schleusen usw. Auch dies sind Werke menschlicher Kultur, deren geologische Bedeutung je nach Umständen besonders nach der orographischen Konfiguration ganz verschieden ist. Auch ihre Statistik zu geben, ist mir unmöglich. Wenn wir aber bedenken, seit wie geringer Zeit es überhaupt Eisenbahnen gibt, und wie ungeheuer weit eigentlich durch die ganze Welt hin sie schon heute verbreitet sind, wie sehr ihre Verbreitung noch heute von Jahr zu Jahr sich steigert, und wie gewaltige Erdbewegungen sie oft erfordern, die aber stets leichter unternommen und erledigt werden, so können wir uns der Einsicht nicht verschließen, daß auch dieses Motiv menschlicher Interessen eine sehr wesentliche Vermehrung des menschlichen Wirkens innerhalb des geologischen Bereiches bedeutet. Bedenken wir nur allein die Zahl der die europäischen Alpen durchbohrenden Tunnels, so ist schon die Erdbewegung der Haupttunnels eine nicht unbeträchtliche Leistung; sie wird aber wesentlich interessanter durch die Art und Weise ihrer Anordnung als Durchbohrung eines Gebirges, ein Vorkommen, wie es ähnlich in der nichtmenschlichen Natur wohl überhaupt nicht existiert. Aber diese Tunnels sind ja in ihren Dimensionen nur ein Bruchteil gegenüber den Erdbewegungen, die fast bei

jeder offenen Strecke nötig sind, und die also fast der gesamten Länge aller bestehenden Eisenbahnlinien entlang zu verfolgen sind, deren Ausmaß im einzelnen wohl wechselt, aber doch kaum je bei dauernd befahrenen Bahnen gleich Null wird, da diese wohl stets eine Schotterlage unter ihren Schwellen erfordern. Damit ist aber zugleich eine stete Quelle fortdauernder Erdbewegungen in den Erhaltungsarbeiten gegeben.

Neben den Eisenbahnen ist aber auch der Straßenbau in dem letzten Jahrhundert keineswegs zurückgegangen. Eigentlich fortdauernd werden neue Straßen angelegt und alte verbessert, und auch diese Erdbewegungen sind infolge der immerwährenden Instandsetzung eine Quelle dauernder geologischer Arbeit und Gesteinsbewegung durch den Menschen.

Neben Eisenbahnen und Straßen wären nun noch die Kanäle als wichtige Typen großer Gesteinsbewegungen anzuführen. Ihren Einfluß auf die Hydrosphäre werde ich im folgenden Abschnitt eingehender besprechen. Hier handelt es sich wesentlich nur um Erdbewegungen, die bei ihrer Erbauung und in viel geringerem Maße auch bei ihrer Instandhaltung nötig sind. Diese sind nun freilich sehr verschieden. Jeder Kanal wird soviel wie irgend möglich derart an bereits bestehende Wasseradern geknüpft, daß möglichst geringe Erdbewegungen bei seiner Erbauung nötig werden. Daher ergibt auch die große, nur aus den Dimensionen der fertigen Kanäle gewonnene Inhaltsangabe durchaus noch nicht zugleich die Zahl der bei der Erbauung bewegten Erdmassen, und das Verhältnis zwischen dieser und der angedeuteten Inhaltsangabe dürfte bei den verschiedenen Kanälen ziemlich verschieden sein. Indes, wo ein natürlich schiffbarer Wasserweg schon vorhanden ist, da baut man auch keinen Kanal, und so dürfte auch da, wo ein Kanal vorhandenen Wasseradern folgt und sie benützt, eine gewisse Erdbewegung trotzdem nötig sein, und ebenso ist wohl kein Kanal auf seiner ganzen Strecke durch derartige Adern vorgebildet. Ich gebe im folgenden die Inhaltsangaben einer Anzahl wichtiger Kanäle Europas an, und wenn wir im Durchschnitt je ein Drittel bis ein Halb derselben als wirklich durch Menschenkraft bewegte Masse annehmen, so ist das in der Tat noch eine sehr ansehnliche und geologisch neben anderem in Betracht kommende Menge. Dabei muß allerdings auch das in Betracht gezogen werden, daß diese Angaben andererseits eine Anzahl von Anstalten verschweigen, die das Volumen der bewegten Menge sehr zu vermehren imstande ist, die Anlage von Ausweichstellen und die oft recht beträchtlichen Schleusenbauten sowie die Anlage von Binnenhäfen. Von einigen der im folgenden angeführten Kanäle aber

wissen wir ziemlich genau, daß das Maß der Erdbewegung tatsächlich mit der ihres Volumens übereinstimmt, und bei diesen Kanälen ist der Eindruck in der Tat der einer geologischen Bedeutung.

1. Canal du midi (279 km lang, 2 m tief), 11,2 Millionen Kubikmeter Inhalt.

2. Rhein-Rhone-Kanal (132 km lang, 14,5 m breit, 2 m tief) 3,8 Millionen Kubikmeter Inhalt.

3. Oder-Spree-Kanal (100 km lang, 27 m breit, 2,5 m tief) 5,5 Millionen Kubikmeter Inhalt.

4. Kaiser Wilhelm-Kanal (98,6 km lang)¹⁾.

Bei der Erstanlage (65 m breit, 9 m tief, 22 m breite Sohle) betrugen die Erdbewegungen 83 Millionen Kubikmeter, während bei dem erweiterten Kanal (108 m breit, 11 m tief, 44 m breite Sohle) 100 Millionen Kubikmeter Erdmassen zu bewegen waren, so daß die gesamten Erdbewegungen sich auf 183 Millionen Kubikmeter belaufen.

Noch eine Anzahl größerer Erdbewegungen durch menschliche Arbeit darf hier nicht übergangen werden. Es sind das diejenigen, welche abgesehen von der regelmäßigen Bebauung sozusagen als einmalige Ausgaben in der Landwirtschaft nicht allzu selten vorkommen, in ihrer landschaftlichen Bedeutung außerordentlich hervortreten, in der Menge des tatsächlich Bewegten in jedem Einzelfall nicht allzu bedeutend sind, im ganzen aber infolge ihrer weltweiten, allgemeinen Verbreitung sicherlich gleichfalls Berücksichtigung verdienen. Es sind dies die Vorgänge, welche z. B. beim Weinbau zu der in Deutschland allgemein verbreiteten Terrassierung ganzer Berghänge führen, welche in manchen Gegenden zu oft sehr komplizierten Bewässerungsanlagen führen. Auch die Eindeichung weiter Gebiete könnte hier angeführt werden und ebenso die Trockenlegung mancher Moore, die aber beide nachher erst in anderem Zusammenhang angeführt werden sollen; ebenso Wildbachverbauungen, Flußkorrekturen, Uferschutzanlagen, die gleichfalls später noch zu erwähnen sein werden, hier aber insofern doch auch angeführt werden müssen, als schon ihre erste Anlage als solche ganz abgesehen von ihrer im folgenden zu betrachtenden Wirkung zum Teil nicht unbedeutende Erd- und Gesteinsbewegungen erfordert.

Alles dieses und noch sehr viel analoges Kleineres eingeschlossen, so wäre damit der eine Teilmenschlicher Wirksamkeit

¹⁾ Geographischer Anzeiger 1913, S. 90.

angedeutet, derjenige, der den direkten tätigen Eingriff menschlicher Arbeit in den geologischen Bestand oder besser in den Gesteinsbestand der Erdkruste umfaßt.

Im weiteren wird nun zu verfolgen sein, wie der Mensch fördernd oder hemmend, aber stets wirksam in den Ablauf einiger Naturvorgänge und in den Bestand der Erdrinde an nichtmineralischen Bestandteilen einzugreifen begonnen hat.

Vielleicht darf hier zunächst einmal kurz auf eine Bedeutung angespielt werden, die vielleicht nicht allzu groß ist, doch der Vollständigkeit wegen angeführt werden muß: der Mensch als der auslösende Faktor natürlicher Vorgänge. Diese sind in ihren ganzen Richtungen und Dimensionen von ihm sehr unabhängig und folgen ihren eigenen Gesetzen. Trotzdem ist der Mensch ihr Veranlasser, sofern sie ohne ihn vielleicht niemals oder doch niemals gerade dann und gerade so sich abgespielt hätten, als es nun geschah. Ihre Folgen sind meist nicht beabsichtigt, oft der Absicht gerade entgegengesetzt, häufig dem Menschen schädlich, ja verderblich; dennoch — ihr Eintreten ist durch den Menschen hervorgerufen — wir werden sie mit zu seinen Wirkungen zu rechnen haben. Tektonische Spannungen sind in Bergwerken und Tunnels mehrfach durch den menschlichen Eingriff zur Auslösung gekommen. Bewegungen der Decke oder der Sohle sowie der Wände sind vielfach beobachtet worden. Bewegungen größerer Gesteinsmassen verdanken nicht selten ihre Auslösung dem Menschen. Dann wäre hier vielleicht der Ableitung heißer oder kalter Quellen bei dieser Gelegenheit zu gedenken, ferner des Nachsackens oft ganz gewaltiger Erdmassen über alten Bergwerken, die dabei wohl auch einigermaßen zertrümmert werden müßten. Ferner ist hier zu erwähnen die durch menschliche Eingriffe in Tätigkeit gesetzte Abrutschung oft sehr bedeutender Massen von Gehängeschutt oder durchweichbarem Gestein bis zu den gewaltigen Bewegungen eines großen Bergsturzes, der wie der berühmte von Elm durch einen ungeschickt angelegten Steinbruch verschuldet worden ist.

Dahingestellt mag bleiben, ob eine Erhöhung der Hochwassergefahr im ganzen menschlicher Wirkung zugeschrieben werden muß, z. B. durch Erbauung stauender und dann eventuell nachgebender Brücken, erleichterten Ablauf und Zustrom des Wassers und dadurch verstärkte Erosion oder auch Schuttablagerung, oder ob sie nur eine scheinbare und eben eigentlich nur auf die menschlichen Einrichtungen bezogene ist.

In allen den hier angeführten Fällen ist ein starkes Mißverhältnis zwischen der tatsächlich erfolgten Leistung und der

in Betracht kommenden menschlichen Arbeit einleuchtend. Die Rolle des Menschen ist eine geringfügige und zufällige dabei, dennoch wiederum, sofern eben nur durch sie diese Vorgänge erfolgen konnten, eine notwendige. Die Hauptarbeit wird durch andere Kräfte oder geologische Faktoren, wie Schwerkraft, Erosions- und Transportkraft des Wassers, geleistet. Aber indem diese bisher durch entgegenstehende Kräfte gehemmt wurden und diese Hemmung vom Menschen beseitigt wurde, wurden ihre Wirkungen auch solche des Menschen.

Und so sehen wir auch im ganzen Bereich menschlicher Wirkungen, wie häufig nicht sowohl die eigens angewandte Kraft der Leistung entspricht, als vielmehr nur eine Verschiebung der Grenzen sich entgegengewirkender Kräfte ist, die damit mehr oder weniger in den Dienst des Menschen treten.

Im bisherigen war fast ausschließlich von jenen Wirkungen menschlicher Tätigkeit die Rede, die sich auf die feste Unterlage unserer Existenz, die Gesteinshülle unseres Erdballs bezogen. So wenig nun die Erde nur aus der Lithosphäre besteht, ebensowenig beschränkt sich die Tätigkeit des Menschen nur auf dieselbe. Aber ehe wir uns nun zu den anderen Gebieten menschlicher Wirksamkeit wenden, mag es angezeigt sein, nochmals das bisher Erwähnte zu überblicken und gewissermaßen zusammenfassend seine Bedeutung für die Geologie der Erdrinde zu erwägen. Und da stellen wir denn ohne weiteres fest, daß in der fast unendlichen Reihe der teils andauernd, teils wechselnd oder in periodischer Wiederkehr auf die Lithosphäre verändernd einwirkenden Faktoren der Mensch nur eine recht geringe und oberflächliche Rolle spielt, oberflächlich, sofern der Mensch nur ganz geringfügige Tiefen der Erdkruste, intensiv meist nur die obersten paar Dutzend Meter, zu verändern vermag; seine tiefsten Bohrlöcher und Bergwerke sind im Verhältnis zu der gesamten Dicke der Lithosphäre lächerlich geringfügig, und es besteht wenig Aussicht, daß es ihm in kürzerer Zeit gelingen könnte, seine Wirksamkeit erheblich weiter der Tiefe zu auszudehnen.

Wir wenden uns einem zweiten Gebiete zu, den Einflüssen des Menschen auf die Wassermassen unseres Erdballs. Als lebendes Wesen ist der Mensch durch seine ganze Existenz vom Wasser abhängig und darauf angewiesen. Die Kultur hat sein Wasserbedürfnis nur gesteigert. Wasser bedeckt nicht nur in den Ozeanen einen gewaltigen Anteil der Erdoberfläche, sondern es durchdringt auch in den verschiedensten Formen einen großen Teil der festen Erdoberfläche als Bergfeuchte, Grundwasser oder als das Netzwerk unter- oder oberirdischer geschlossener Wasser-

adern; es ist der Bestandteil vieler Mineralien, der Vermittler und die Vorbedingung weiter Gebiete der physikalischen, das hervorstechendste Agens und der Übertragungsfaktor der chemischen Verwitterungsprozesse und eines der allerwichtigsten Transportmittel; endlich die Grundlage und Voraussetzung alles organischen Lebens und aller seiner geologischen Wirksamkeit. In allerengsten Beziehungen steht auch der Mensch beeinflussend zum Wasser. Die größte vorhandene Wassermasse freilich, die Ozeane, sind seinen Einflüssen noch ziemlich fern; ihre Bewegungen vollziehen sich unabhängig von ihm, allein nach den physikalischen Gesetzen. Ihre Wirkungen hat er bis jetzt nur im allergeringsten Maße zu modifizieren gewagt. Der Übergewalt dieser Wassermassen, die jeden am Strande ergreift schon bei ruhigem Wasser, die gewaltig im Steigen der Flut, im Brausen der Brandung und im Sturm sich gigantisch enthüllt, hat er dennoch in einigen Punkten Grenzen gesetzt. Durch Menschenarbeit ist ein großer Teil von Holland Festland geblieben — eine Fläche von 268 Quadratmeilen — und durch Uferbauten und Strandbefestigungsarbeiten ist eine Reihe weiterer Küsten und Inseln geschützt und wird mit dauernden Bemühungen gegen das Andringen des Meeres verteidigt. Die Insel Helgoland ist ein deutliches Denkmal dieser Land dem Meer abtrotzenden Wirkung des Menschen, jeder Wellenbrecher, jeder Hafendamm ein neues Zeugnis dieser geologisch wichtigen Tätigkeit des Menschen. Auch unterliegend drückt er dennoch den Sedimenten des Meeres bisweilen seinen Stempel auf. Schon LYELL hat in seinem grundlegenden Werke die Bedeutung und Eigenart der den meerischen Ablagerungen durch untergegangene Schiffe zugeführten Stoffmengen gekennzeichnet. Nach seinen Angaben sind in den Jahren 1793 bis 1829 jährlich allein etwa 500 englische Schiffe mit je mindestens 120 t untergegangen, also jedes Jahr 60000 t allein von englischen Schiffen! In den drei Jahren 1829—31 gingen zusammen 1953 Schiffe mit je 150 t verloren, zusammen 300000 t, also jährlich 100000 t. Wenn dies den damaligen jährlichen Untergang englischer Schiffe ausmacht, so dürfte wohl diese Ziffer für die ganze seefahrende Menschheit allermindestens verfünffacht werden, und fernerhin dürfte mit der seitdem rapide gestiegenen Tonnenzahl der Schifffahrt des überseeischen Verkehrs, Handels und der Seefischerei inzwischen eine sehr wesentliche Steigerung eingetreten sein. Freilich ist die relative Zahl der Schiffsunfälle wohl mit verbesserter Technik vermindert worden; doch dürfte dies gegenüber dem gesteigerten Verkehr wohl um so weniger in Frage kommen, als sich gleichzeitig auch das Displacement der Schiffe in beträchtlicher Weise

gesteigert hat und der Untergang eines einzigen Riesenschiffes wie des Titanic dem Meeresgrunde ganz gewaltige Massen zuführen kann. Aber nicht nur im Tode führen die Schiffe den Sedimenten im ganzen nicht allzugroße, lokal wohl gelegentlich recht hervorstechende und eigenartige Beiträge zu. Vielleicht ist die Summe alles dessen, was ein Schiff zeit seines Lebens an Abfall, Schlacke und eventuell Ballast führt und über Bord wirft, ein sehr Vielfaches von seinem eigenen Volumen. Bekannt ist diese Seite der Sedimentation als wohl beachtenswerte Fehlerquelle bei der Untersuchung der am Strande herumliegenden Gerölle an manchen Küsten. Ihrem Verhältnis zu den übrigen Sedimentärgemengteilen nach wären diese Massen, die auf den großen Schiffahrtswegen wohl mit der Zeit eine gewisse Bedeutung erlangen müssen, ebenso wie die Überreste der gesunkenen Schiffe selbst zu der Klasse der organisch transportierten allothigenen Gemengteile zu rechnen und die auf ungeheure Erstreckungen sich hinziehenden Kabel, die mit ihrer teilweise sehr raschen Bedeckung mit pflanzlichen und tierischen Lebewesen wohl zweifellos vielfach fossil bleiben werden, stellen ein erdgeschichtliches Novum dar, mit dem kaum etwas anderes verglichen werden kann. Daß gesunkene Schiffe nicht nur durch ihre Masse die Sedimentwege vermehren, sondern gelegentlich auch noch in ganz anderer Weise weitergehende Einflüsse auszuüben vermögen, beweist ein sehr interessanter Fall, den C. LYELL erzählt: Zwischen 1780 und 1790 strandete ein Schiff von Purbeck, mit 300 t Steinen beladen, auf einer Sandbank am Hafeneingang von Poole Harbour und scheiterte. Schiff und Ladung blieben an der Stelle liegen. Seit der Zeit hat sich die Sandbank am Hafeneingang so sehr in westlicher Richtung gegen Peveril Point in Purbeck ausgedehnt, daß die Schiffahrtsrinne jenem Punkte um eine Meile näher gekommen ist. Die Ursache dieser Veränderung liegt in dem Absatz von Sand aus den Gezeitenströmungen an jenem Hindernis. Zweifellos ist neben einer sehr weiten Verbreitungsmöglichkeit — sowohl aktiv, sofern Schiffe in allen Zonen der Erde scheitern können, wie passiv, sofern treibende Wracks weithin verschleppt werden können, ehe sie endlich untergehen — auch eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Verteilung derartiger Überreste zu erwarten; aktiv, sofern eben doch stets gewisse Hauptschiffahrtswegen die Hauptmasse der Fahrzeuge führen, wie passiv, sofern gewisse besonders gefährliche Klippen, Sandbänke usw. oder Wetterwinkel die Zahl der untergegangenen Schiffe vermehren, und endlich, sofern auch treibende Wracks, Strömungsgesetzen folgend, sich, vielleicht an einzelnen besonders geeigneten Stellen untergehend, relativ an-

reichern mögen. Daß diese Überreste erhaltungsfähig seien, dies hat C. LYELL mit großer Sicherheit angegeben. In der Tat dürfte dies jedoch nach den verschiedenen Umständen in sehr verschiedenem Maße der Fall sein. Ablagerungsgeschwindigkeit, umgebendes Sedimentmaterial, Material des Schiffes dürften große Unterschiede bedingen, ohne daß doch selbst im Falle eines völligen Verschwindens der Form an der Zufuhr an Substanz durch jeden derartigen Fall etwas geändert würde.

Doch dürfte damit nun genug über diesen zwar recht interessanten, aber doch verschwindend geringfügigen Anteil menschlicher Arbeit an der Sedimentation des Meeres geredet sein. Unendlich viel wichtiger für ihn selbst wie für seine geologische Wirksamkeit ist zweifellos seine Einwirkung auf die Gewässer des Festlandes. Gerade zur gegenwärtigen Zeit ist er in einem nie dagewesenen Maße dabei, diese tiefgreifend und sehr willkürlich zu beeinflussen. In den dichter besiedelten Gebieten ist schon lange kein fließendes Gewässer von Bedeutung mehr, das nicht irgendwie in seinem natürlichen Ablauf gestört und in den Dienst des Menschen gestellt wäre. Auch in die weniger besiedelten Gebiete dringt dieser Einfluß mehr und mehr ein. Die Wasserkräfte der Gebirge werden immer mehr gebändigt und ausgenützt; was wild von Fels zu Felsen stürzend den Transport zertrümmerter Gesteinsmassen vollzog, das wird heute still und schlau, durch dunkle Röhren geleitet, in einem Elektrizitätswerk seiner Kraft beraubt. Die Erosions- und die Transportkraft unserer Flüsse wird im großen und ganzen durch alle derartigen Kraftgewinnungen stark vermindert. Denselben Erfolg hat die im großen Maßstab durchgeführte Entnahme des Quellwassers, zum Teil noch ehe es eigentlich zutage tritt, und seine Wegführung in den Wasserleitungen zu Trink- und Nutzwasser. Auf der anderen Seite wird freilich die erosive und transportierende Kraft der Gewässer vielfach wiederum verstärkt, z. B. durch Flußkorrekturen, Eindämmungen und dgl., ferner durch die Zufuhr großer Mengen teils chemisch gelöster, teils suspendierter Stoffmengen in Abwässern. Der ganze Komplex von Wirkung und Gegenwirkung ist hier sehr kompliziert, so daß es nicht ganz einfach zu sagen ist, ob im ganzen eine wirkliche Verminderung der Arbeit des Wassers stattfindet oder nicht vielleicht sogar eine Vermehrung. Dies besonders deshalb, weil ja die erosive wie die transportierende Wirkung zu nicht geringem Teile weniger durch die kontinuierlich fließende Wassermenge als durch das momentane Anschwellen geschieht. Und dies wird teilweise durch die menschlichen Einwirkungen eher befördert als gehemmt. Sicher ist jedoch, daß der ganze Modus

aller dieser Wirkungen des Wassers stark geändert und beeinflusst wird, so daß ein derartiges Gewässer in seinen ganzen Verhältnissen durchaus vom natürlichen Typus abweichen kann. Sicher ist ferner, daß die sonstigen Funktionen der Flüsse in Beziehung zum Grundwasserstand und dgl. stark geändert und damit weitgreifende, zum Teil völlig unbeabsichtigte Folgen hervorgerufen werden können.

Wie sehr der Mensch die Gewässer zum Teil schon heute beherrscht, geht auch aus der Tatsache hervor, daß die Hebung oder Senkung des Spiegels von Seen, ihre völlige Austrocknung, ebenso aber auch vielfach ihre Bildung, das Werk seiner Willkür bzw. seiner Gewinnberechnung geworden ist. Ebenso bildet er gewaltige Wasserflächen neu hinter riesigen Staudämmen, und kein Jahr vergeht, ohne daß neue, gewaltige Werke dieser Art in allen Weltteilen entstehen. Ich erinnere an den Staudamm von Assuan, an die große Zahl der Talsperren in fast allen europäischen Ländern, an die teils geplanten, teils ausgeführten Staudämme in den trockenen Gebieten.

Alle diese Veränderungen der oberflächlich stehenden und fließenden Gewässer eines Landes stehen in engstem Zusammenhang mit solchen des Grundwassers. Wie dieses mit ihnen in dauernden Wechselbeziehungen steht, so muß es namentlich auch durch jede Änderung der Abflußverhältnisse beeinflusst werden. Sofern nun aber der Grundwasserspiegel für eine große Anzahl von wichtigen geologischen Vorgängen der Verwitterung, Oxydation und Zementation, der Diagenese festländischer Ablagerungen sowie der ganzen Bodenbildung von maßgebendem Einfluß ist, so ist der auf diese Weise durch Änderung der oberflächlichen Abflußverhältnisse geschaffene Wechsel in den Grundwasserständen vielleicht von noch größerer geologischer Bedeutung als der im allgemeinen viel mehr in die Augen fallende Umschwung in den oberflächlichen Erosions- und Transportverhältnissen. Indes wird nun der Grundwasserstand eines von Menschen dichter besiedelten Gebietes nicht nur mittelbar, sondern auch unmittelbar stark verändert durch die direkte Wasserentnahme aus den zugleich relativ reinen und vielfach unerschöpflich scheinenden Wasservorräten des Grundwassers. Mit der gewaltigen Steigerung des Wasserbedürfnisses, welches einerseits durch die direkte Zunahme der Bewohnerzahl eines Gebietes wie auch durch die steigende Kultur bedingt ist, andererseits aber auch beim Übergang eines ackerbautreibenden Landes zu der höheren Stufe eines Industriegebietes zu erfolgen pflegt, werden je nach den natürlichen Wasservorräten eines Landes die Quellen allmählich früher oder später nicht mehr ausreichen und damit das Zu-

rückgreifen auf die Grundwasservorräte bedingt werden. Weitere große Wassermengen des Grundwassers werden an sehr vielen Stellen gelegentlich bergmännischer Arbeiten, teils vorübergehend, vielfach auch dauernd, dem Grundwasser entnommen und dessen Spiegel damit lokal dauernd gesenkt, eine Senkung, die in der Regel nicht nur auf die nächste Umgebung der Entnahmestelle sich zu beschränken, sich vielmehr mitsamt ihren Folgen auf die weitere Umgebung zu verbreiten pflegt, wie dies die so zahlreichen rechtlichen Auseinandersetzungen gelegentlich derartiger Anlagen deutlich genug beweisen. Eine dauernde plan- und rücksichtslose Ausnutzung der Grundwasservorräte eines Gebietes kann endlich auch weiterhin die tiefgreifendsten Folgen dadurch nach sich ziehen, daß infolge der unsinnigen Ausnutzung des Vorhandenen die Grundwasservorräte aufgebraucht und zugleich ihre regelmäßige und normale Wiedererneuerung in Frage gestellt werden kann, so daß, da derartige Prozesse, einmal eingeleitet, häufig eine immer weitergehende Verschärfung und einen immer weiteren Extremen zustrebenden Verlauf zu haben pflegen, eine völlige Vertrocknung des betreffenden Landes die Folge sein kann. Dies speziell dann, wenn die Absenkung des Grundwassers etwa vorhandene Vegetationsdecken wie Wälder u. dgl. zum Absterben bringen kann.

So ist denn der von DEECKE in den Preußischen Jahrbüchern erhobene Warnruf sicher ein wohlbegründeter, das von ihm angeführte Beispiel einer unklugen Wasserpolitik Italiens ein deutliches und lehrreiches Beispiel, wie sehr menschliche Einflüsse blind waltend die geologischen Zustände und speziell die hydrographischen Verhältnisse eines Landes zu ändern vermögen, so sehr, daß sogar die dichte Besiedelung des Landes und damit eine vielleicht noch weitergehende menschliche Beeinflussung der Verhältnisse zur Unmöglichkeit werden kann. Daß diese unerwünschten Folgen menschlicher Einflüsse nicht notwendig sind, sobald diese Eingriffe in der Weise geregelt werden, daß sie sich innerhalb der Grenzen des normalen Wasserhaushaltes halten müssen, erscheint klar. Wo diese Grenze gezogen werden muß, das wird in jedem einzelnen Lande je nach der Menge, Art und zeitlichen Verteilung der Niederschläge, nach der Konfiguration und Zusammensetzung des Untergrundes und der daraussich ergebenden Art und Verteilung der Flüssigkeitsmenge in und über der Erde im einzelnen zu bestimmen sein.

Indes für die uns hier interessierende Frage sind dieses mehr praktische Forderungen von geringerem Belang. Sicher ist, daß im vergangenen Jahrhundert auf weiten Gebieten der bewohnten Erdrinde eine starke Steigerung des Wasserbedarfs

und damit der Wasserentnahme für menschliche Zwecke aller Art stattgefunden hat; ebenso aber auch, daß durch diese direkte Wasserentnahme wie durch die gleichzeitig vielfach durchgeführte Regulierung von Flüssen der Grundwasserspiegel ausgedehnter Gebiete deutlich gesenkt worden ist, und daß damit kaum übersehbare geologische Vorgänge ausgelöst, Veränderungen ins Werk gesetzt worden sind. Da diese sämtlichen Vorgänge noch dauernd in Zunahme begriffen sind, so sind im weiteren sehr tiefgreifende Einwirkungen auf die geologischen Verhältnisse und Zustände großer Teile der Festländer zu erwarten.

Noch eine Einwirkung des Menschen auf die Hydrosphäre darf hier nicht übersehen werden. Ich meine die weitgehenden Austrocknungen von Sümpfen und Mooren, wie sie z. B. in Deutschland schon seit Beginn unserer Zeitrechnung immer wieder stattgefunden haben, und die in unseren modernen Moorkultivierungen vielleicht schon in kürzester Zeit einen sehr wesentlichen Schritt weiter tun werden. Um wie beträchtliche Gebiete es sich dabei handelt, das ergibt sich aus der Angabe, daß in Deutschland allein 16500 Quadratkilometer Moore in kurzer Zeit in wohldrainiertes Ackerland umgewandelt werden sollen. Ähnliche Unternehmungen werden in etwa demselben Maßstabe auch in den anderen Ländern begonnen. Daß mit der Vernichtung dieser großen Wasserspeicher nicht nur ein einmaliges Ereignis sich abspielt, das schon als solches sicherlich nicht bedeutungslos wäre, sondern daß sich daran noch eine ganze Reihe weiterer und zum Teil wohl noch nicht einmal völlig absehbarer geologischer Vorgänge anschließen müssen, die alle in letzter Linie eben auf die Wirkung des Menschen zurückzuführen sind, ist wohl klar genug.

Von der Senkung des Grundwasserspiegels durch Flußkorrekturen wurde schon geredet. Denselben Erfolg hat in vielleicht noch höherem Maße oft die Anlage von Kanälen, die gewaltige, durch die natürlichen Verhältnisse nicht bedingte Abzugsstraßen für das Grundwasser darstellen.

Alles in allem stellt die Beeinflussung des Wassers und speziell des Grundwassers durch Menschenhand wahrscheinlich gegenwärtig den intensivsten Eingriff des Menschen in den Ablauf der natürlichen Vorgänge dar, ein Eingreifen, dessen Wirkungen vielfach auch heute noch nicht genügend bekannt und gewürdigt sind, das aber selbst bis zu einer Selbstschädigung des Menschen führen kann. Aus diesem Grund erhellt seine praktische Bedeutung, seine wissenschaftliche Wichtigkeit aus der großen Vielseitigkeit der Beziehungen, welche eben durch dieses Eingreifen berührt werden. Schon

oben wurde der Einfluß auf Erosion und Transportkraft fließender Gewässer über und unter der Erde erwähnt. Nicht minder wurde die große Bedeutung des Grundwasserstandes für die gesamten Verwitterungsvorgänge, für die Lage der Oxydations- und Zementationszone, kurz, der ganzen chemischen Verwitterungsvorgänge genannt. Schließlich wird hier auch noch die nachher weiter auszuführende Beeinflussung des organischen Elements und die Rückwirkung auf die Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse zu erörtern sein. Endlich wird vielleicht hier am besten auf die etwaige Beeinflussung der klimatischen Verhältnisse hingewiesen werden. Im allgemeinen ist ja das Klima eines Landes durch seine geographische Breite und durch die Lage zu den vorherrschenden Windrichtungen, zu Gebirge und Meer bedingt. Wesentlich weniger bedeutend ist der Einfluß, den die sonstigen Verhältnisse, z. B. Vegetationsbedeckung u. dgl. auszuüben vermögen. Diese Einflüsse können vielfach höchstens sekundär geringfügige Modifikationen hervorrufen. Im allgemeinen werden nun große offenliegende oder doch stets in Beziehungen zur Atmosphäre stehende Wassermengen wie auch die durch sie vielfach bedingten dichteren Vegetationsdecken eine Modifikation nach der Richtung eines Ausgleiches der Extreme bis zu einem gewissen Grade veranlassen können. Die Verminderung größerer Wasserflächen, die Absenkung des Grundwasserspiegels, der rasche Abfluß des atmosphärisch niedergefallenen Wassers wie auch der hierdurch teils bedingte, teils eben dies bedingende Mangel einer dichteren Pflanzendecke, werden im allgemeinen im entgegengesetzten Sinne wirken müssen; das Klima wird nach der kontinentalen, extremreicheren Seite hin modifiziert werden, und in dieser Richtung wäre also der menschliche Einfluß wirksam zu denken. Ob diese Änderung aber eine tiefgreifende Bedeutung zu erlangen vermag, das erscheint mir zunächst noch einigermaßen fraglich.

Eine weitere Möglichkeit der Klimaänderungen durch menschliche Einflüsse mag hier gleichfalls erwähnt werden. Man könnte nämlich daran denken, daß die intensive Verbrennung der großen, aus alten Zeiten aufgesparten Vorräte an Brennmaterialien, Stein- und Braunkohlen, Petroleum mit der Zeit eine gewisse Änderung des Kohlensäuregehalts der Luft und damit einiger klimatisch wichtiger Faktoren bedingen könnte. Doch dürfte die auf diese Weise der Atmosphäre zugeführte Kohlensäuremenge doch wohl nicht ausreichend sein, um eine irgendwie spürbare Änderung in der Zusammensetzung der Gesamtatmosphäre veranlassen zu können, während allerdings lokal die Verunreinigung der Luft durch die verbrannten Kohlenmassen und gleichzeitig freigemachte

schweflige Säure usw. aus den nichtkohligen Verunreinigungen des Brennmaterials sich sehr deutlich und unangenehm spürbar machen können und allerdings gewisse schädigende Einflüsse auf Tier- und Pflanzenwelt wie sogar auf den Verlauf einiger Verwitterungsprozesse auszuüben vermögen. Ich erinnere in dieser Beziehung besonders an die durch Untersuchung der geschädigten Bausteine des Kölner Doms bekannt gewordene stärkere Zerstörung mancher Gesteine durch den höheren Säuregehalt der Luft bzw. des Regenwassers.

Eine prinzipielle Änderung der klimatischen Verhältnisse eines Gebietes durch menschliche Arbeit ist also wohl kaum denkbar, dagegen erscheint es als nicht unmöglich, daß auch schon die verhältnismäßig geringfügigen Modifikationen, die er zweifellos hervorzurufen vermag, und die sich wohl auch in manchen Gebieten rein historisch werden nachweisen lassen, einen wenn schon geringen, doch spürbaren Einfluß auf die verschiedenen geologischen Vorgänge der Verwitterung und der Bodenbildung auszuüben vermögen.

Ehe wir uns nun nach diesem Exkurse von der Beeinflussung der Hydrosphäre wegwenden, mag es wohl angebracht sein, noch einmal kurz zusammenfassend zu betonen, wie sehr viel größer trotz aller Geringfügigkeit doch der menschliche Einfluß auf die Vorgänge der Hydrosphäre als auf diejenigen der Lithosphäre ist.

Schon in dem bisher Ausgeführten war mehrfach die Rede auch auf die Pflanzenwelt gekommen. Die Erdbewegungen, die der Mensch verursacht, noch weit mehr Wasserbewegungen sind von größtem Einfluß auf die Pflanzenwelt. Schon im bisherigen war davon die Rede, wie der Mensch den Landpflanzen Standorte zu schaffen und diese zu schützen vermag, wie er andererseits durch Gewährung oder Entziehung des Wassers die tiefgreifendsten Einflüsse auf die Verteilung der Pflanzenwelt ausübt. Außer diesen indirekten Einwirkungen sind auch die direkten in keiner Weise zu vernachlässigen. Überlegen wir uns, wie sehr sich der Anblick eines kultivierten Landes von dem eines unkultivierten unterscheidet, und wie sehr eben dieser Unterschied durch die tiefgreifende Verschiedenheit des Vegetationsbildes bedingt ist, so ergibt sich uns schon ganz ohne weiteres der starke Einfluß des Menschen. Unsere gesamten dichter bewohnten Kulturgebiete haben eine völlig dem Menschen unterworfenen Pflanzenwelt. Fast unabhängig pflanzt und sät er, siedelt an und rottet aus und gestaltet alles nach seinem Willen. Dieser Einfluß ist ein um so tiefer greifender, als er ein sehr alter ist, und es ist in der Tat auch schon längst deutlich erkannt und aus-

gesprochen worden, wie groß und bestimmend zum Teil die Einwirkungen des Menschen auf die Pflanzenwelt sind. Diese äußern sich einmal in seinem Einfluß auf die Verbreitung der Arten. Ohne menschliches Eingreifen ist diese wesentlich beschränkt durch Hindernisse, welche die Pflanzen für sich allein nicht zu überschreiten vermögen. Diese Hindernisse sind z. B. Meere und Meeresarme, große Flüsse, Gebirge, Wüsten und Steppen; schließlich trennt jede größere, durch Pflanzen nicht besiedelbare Fläche diese mehr oder weniger bestimmt von anderen Gebieten, die ihr vielleicht ebensogut zugesagt hätten wie ihre ursprüngliche Heimat. Damit sind der Expansion überlegener Arten oft Hemmnisse gesetzt, andererseits ist oft das Bestehen bzw. die große Verbreitung weniger spezialisierter begünstigt. Indem nun der Mensch selbst derartige Hemmnisse überschreitet, gibt er manchen Pflanzen Gelegenheit, dieselben mit ihm zu überschreiten, selbst ohne daß er es wollte oder bemerkte. Andere Pflanzen, aus denen er Nutzen zieht, nimmt er absichtlich mit, pflanzt sie an, fördert sie durch Vernichtung ihrer Konkurrenten und selbst indem er ihnen durch Bewässerung u. dgl. ursprünglich gar nicht vorhandene günstige Bedingungen neu schafft oder die vorhandenen ausdehnt und verbessert. Als Begleiter dieser Pflanzen werden nun weiterhin andere mitwandern, die zwar von ihm weder mitzubringen beabsichtigt noch auch ihm nützlich sind. Zum Teil sind sie ihm sogar direkt schädlich und unangenehm. Solange aber ihr Schaden ein gewisses Maß nicht übersteigt, wird ihrer Verbreitung nicht viel im Wege stehen. Durch alle diese Vorgänge, die seit den allerältesten Zeiten vor sich gingen, schneller in Zeiten lebhafter Völkerbewegungen, Wanderungen und Kriegszüge (Züge Alexanders, der Römer, Völkerwanderungen, islamitische Völkerbewegungen, Kreuzzüge, Entdeckung Amerikas u. dgl.), langsamer, aber doch nicht ganz ruhend, in den Zeiten größerer Ruhe, wo der Handel und Verkehr oft gleichfalls bedeutende Erfolge in dieser Richtung erzielt, und wo die Ausarbeitung des vorher schnell Begonnenen langsamer und gründlicher zu erfolgen pflegt. Durch alle diese Bewegungen also werden eine große Zahl von Pflanzenarten aus ihren ursprünglichen Sitzen über ihre Grenzen verbreitet, zum Teil fremden Umgebungen angepaßt oder als überlegene Konkurrenten neuen Gegenden zugeführt, wo infolgedessen oft recht bedeutende Änderungen des pflanzlichen Bestandes sich ergeben. Und diese Einflüsse und Einwirkungen ruhen auch heute im Zeitalter eines intensiven Verkehrs und Warenaustausches zwischen den einzelnen Ländern, Zonen und Erdteilen nicht, sondern werden noch dauernd teils durch absichtliche Arbeit des Menschen,

Gewinnung neuer Nutzpflanzen, Anpflanzung neuer Arten in Kolonie und Mutterländern, teils durch seine unabsichtliche Übertragung in neue Gebiete aufs kräftigste unterstützt, so daß man, schon rein die bloße Zahl der Artenbestände betrachtend, den menschlichen Einfluß einen ganz gewaltigen nennen muß. Er erscheint noch größer, wenn wir bedenken, wie große Erdräume, wie gewaltige und für die Pflanzen ohne ihn niemals ohne gründliche Änderung aller Verhältnisse zu überwindende Schranken er seine Schützlinge oder Begleiter fast spielend und oft selbst unbewußt hat überwinden lassen. Um nur ein Bild der Größe dieser Vorgänge zu geben, die den Pflanzengeographen nicht unbekannt, aber von Geologen kaum beachtet zu werden pflegt, obwohl sie doch auch diese sehr wohl zu interessieren würdig wäre, gebe ich im folgenden eine Anzahl besonders prägnanter Beispiele. Sie alle aufzuzählen oder nachzuweisen, erscheint wohl unmöglich. Und schon die Aufzählung der wissenschaftlich bekannt gewordenen wäre der Inhalt eines dicken Buches. Eine derartige Zusammenstellung aus der neuen Literatur hat F. Höck in seiner Schrift: „Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas“, Beihefte zum Botanischen Zentralblatt IX, 1900 bis XXVI, 1910 gegeben. Allgemeinere Angaben finden sich in allen Pflanzengeographien. Im Auckland-Distrikt in Neu-Seeland, wo die natürliche Flora vielleicht nur 500 Arten zählt, sind 387 Arten naturalisiert (Gothaer geographisches Jahrbuch XI, Seite 141), davon 280 europäische, 14 nordamerikanische, 10 australische, 14 kapländische, 9 chilenische und 53 sonstige tropische und subtropische Arten. Ein ähnliches, vielleicht noch bekannteres Beispiel liefert die Insel St. Helena. Zur Zeit ihrer Entdeckung mit dichten Wäldern bedeckt, welche eine durchaus eigenartige Pflanzenwelt beherbergten, ist heute $\frac{5}{6}$ der Insel unfruchtbar; der größere Teil der vorhandenen Vegetation besteht aus Kräutern, Büschen und Bäumen europäischer, amerikanischer, afrikanischer und australischer Arten, welche im Verein mit der vernichtenden Tätigkeit der vom Menschen eingeführten Ziegen die ursprüngliche Vegetation verdrängten und weit über 100 eingeborene Arten vernichteten. In vielen anderen Teilen der Erde, im Kapland, an vielen Punkten Nord- und Südamerikas ist dasselbe Verhältnis zu beobachten: fast völlige Änderung des Pflanzenbestandes durch die Einführung fremder Arten. Aber wir brauchen gar nicht so weit zu gehen, um sehr weitgehende Einflüsse menschlicher Kultur auf die Pflanzenwelt zu beobachten. Ähnliches ist in Europa zu beobachten. ASCHERSON gibt in seiner Flora der Provinz Brandenburg 1864 die Zahl der Gefäßpflanzen zu nicht ganz 1300 an;

GRÄBNER zählt in dem Abschnitt „Die Pflanzen“ in der Landeskunde der Provinz Brandenburg 1907 rund 150 eingebürgerte und Wanderpflanzen. Ein ähnliches Ergebnis, nämlich 10 bis 20 % neuer Ansiedler ergibt GRADMANNS Pflanzenwelt der Schwäbischen Alb aus einem anderen Teil unseres Vaterlandes. Zu fast $\frac{1}{5}$ gibt LYELL den Bruchteil der in England nur durch menschlichen Einfluß vorkommenden Arten an, und so werden wir dieses Verhältnis, das mit den deutschen Angaben so gut übereinstimmt, wohl unbedenklich auf den größten Teil von Mitteleuropa übertragen können. Bemerken wir ferner, daß auch im südlichen Teile Europas dieser Eingriff des Menschen ein kaum geringerer sein kann, daß noch in den letzten zwei Jahrtausenden eine Anzahl höchst wichtiger Gewächse, wie z. B. Agrumen, Mais und Reis in Italien eingebürgert worden sind, daß dieselben Prozesse, aber noch weniger genau bekannt, dort in sehr viel ältere Perioden zurückgreifen, und welche gewaltige Veränderung des Pflanzenbildes die Einführung des Weinstockes, des Weizens und des Ölbaums bedingt haben muß, so mag man wohl geneigt sein, auch dort ein mindestens gleiches Maß von Veränderungen im Laufe einer ungleich längeren Kultur zu vermuten. Dasselbe gilt aber von jedem Gebiete, das menschlicher Kultur unterliegt, in freilich nicht immer ganz gleichem Maße, aber doch prinzipiell stets; gerade die Überlegenheit mancher der vom Menschen eingeführten Gewächse über die einheimischen ist mehrfach in geradezu unheimlichem Maße beobachtet worden und macht diese Vorgänge oft besonders wirksam und nachhaltig. Zugleich lassen derartige Vorgänge raschster und selbständigster Verbreitung der einmal oft unfreiwillig eingeführten Arten die Vermutung wohl begründet erscheinen, daß sich auch in früheren Zeiten Ähnliches abgespielt, uns aber nicht mehr bekannt geworden sei, d. h., daß also ein weiterer Prozentsatz der indigenen Pflanzenwelt tatsächlich doch auch menschlicher Verbreitung zuzurechnen wäre. Als Beispiele derartiger unbeabsichtigter Einführung sich sehr rasch verbreitender Pflanzen möge angeführt werden die gemeine Nessel, ferner *Plantago major*, welche in Amerika die Roten „Engländer's Spur“ nannten, wiederum die bei uns eine Zeitlang so überhandnehmende *Elodea canadensis*, welche geradezu eine Gefahr für die Schifffahrt geworden war, und vor der uns eigentlich nur der glückliche Zufall rettete, daß nur ♀ Individuen nach Europa gekommen waren. Andere gleichfalls sich rasch und weit verbreitende Kräuter wären *Erigeron canadensis*, *Datura Stramonium*, *Mimulus luteus* u. a.; *Salsola Kali*, in Nordamerika ärgstes Unkraut, setzt sich teilweise in den ausschließlichen Besitz des

Bodens. Bemerkenswert, weil genauer bekannt, ist die Verbreitung von *Chenopodium ambrosioides* auf St. Helena, das BURCHELL 1845 an einer Stelle anpflanzte, und das sich dann in 4 Jahren über die ganze Insel ausbreitete und seitdem eine der gemeinsten Pflanzen der Insel geblieben ist.

Bei einer ganzen Anzahl von Pflanzen sind wir ferner zwar sicher, daß sie in ihren meisten Verbreitungsgebieten durch den Menschen eingeführt sind, können aber ihre ursprüngliche Heimat nicht mit Sicherheit angeben, ja zuweilen ist selbst die wilde Art nicht mehr zu ermitteln. Ersteres gilt z. B. von der Banane, das andere von einer ganzen Anzahl unserer Kulturgewächse. Wieder weitere Pflanzen haben ihre Hauptverbreitung heute ferne von ihrem Ursprungslande. Auch dies sind vorwiegend unsere spezifischen Kulturgewächse, z. B. der Weizen, Weinstock, Kaffeebaum, Kartoffel, Agrumen, Tabak, Baumwolle.

Weiter wäre nun hier zu bemerken, daß die Tätigkeit des Menschen sich ja durchaus nicht auf die bloße Einführung neuer Pflanzenarten beschränkt, vielmehr ist er auch bei sehr vielen von ihnen absichtlich und unabsichtlich dauernd für ihre Erhaltung und Verbreitung tätig, und zum Teil ist diese Arbeit wohl überhaupt für ihre Existenz oder doch für ihre Ausdehnung absolut notwendig. So treten also zu den bloßen Veränderungen im Artbestand einer Gegend durch Einführung der neuen Arten noch viel tiefgreifender jene Wirkungen hinzu, vermittels deren er die ihm genehmen Arten zu einer ganz unverhältnismäßigen Individuenzahl heranzieht. Er schafft zu diesem Zwecke eigene Pflanzenformationen des Getreidefeldes, des Kartoffel- oder Rübenackers, des Weinbergs usw., die nur oder doch ganz überwiegend aus den ihm genehmen oder sich ihm anschließenden Arten bestehen, und die als solche nur durch seine dauernde Bemühung erhalten bleiben können. In ganz ähnlicher Weise aber modifiziert er auch manche der natürlichen Formationen nach seinem Vorteil oder Willen, z. B. die Wälder und Auen. Diese werden sowohl in ihrer Verbreitung wie auch in ihrem Pflanzenbestand mehr oder weniger tiefgehend durch ihn beeinflusst und sind in der Tat in den intensiver kultivierten Gebieten schon heute aufs tiefgehendste verändert und nur noch selten in völliger ungestörter Urwüchsigkeit vorhanden.

Diese Einwirkungen, wie sie der Mensch durch seine Arbeit direkt und indirekt ausübt, wie sie z. B. im Ackerbau und in der Forstwirtschaft besonders in der Bodenbearbeitung, im Urbarmachen der Wälder, Trocknen der Moore, in den Einflüssen des Weideviehes, im regelmäßigen Schneiden und Mähen der

Wiesen und Felder, in der Düngung usw. zum Ausdruck kommen, sind sehr vielfältig und beschränken sich durchaus nicht auf jene nächsten Ziele, derentwegen sie vom Menschen unternommen und ausgeführt werden. Die Zunahme einer Pflanzenart, die seine Einwirkung zufällig begünstigt, geht mit der Abnahme irgendeiner anderen Hand in Hand und die Vernichtung dieser wieder mit der einer folgenden, kurz, diese ganzen Vorgänge sind so eng und so kompliziert unter einander verknüpft, daß sie sich in sehr vielen Fällen gar nicht übersehen lassen, d. h. die Einwirkung des Menschen geht oft sehr weit über das ursprünglich Beabsichtigte hinaus, und er wirkt hier wie eine die Pflanzenwelt wesentlich bestimmende Naturkraft, die eben einiges begünstigt, anderes vernichtet. So ist nun auch die zerstörende Wirkung des Menschen innerhalb der Pflanzenwelt eine ganz außerordentlich große, und schon LYELL hat die schwierige Frage aufgestellt, ob man denn überhaupt sagen kann: Der Mensch fördere das organische Leben der von ihm bewohnten und unterworfenen Gebiete, oder ob er nicht auch in vielen Fällen direkt schädlich wirke? Diese Frage mag hier zunächst unerörtert bleiben, und es mögen nur einige Beispiele der das Pflanzenleben vernichtenden Einflüsse des Menschen angeführt werden. Auf die Verarmung der Vegetation von St. Helena wurde schon hingewiesen; in ähnlicher Weise ist z. B. der Kerguelenkohl durch Einführung der Kaninchen vernichtet worden. Dann wäre hier an die ungeheuer wirksame Gewalt der Grasbrände in vielen Gegenden hinzuweisen, durch welche weite Bestände ganz exceptionellen Bedingungen unterworfen und zweifellos sehr viele Arten stark geschädigt, wenn nicht ganz vernichtet oder vertrieben werden. Nun ist ja wohl sicher die Möglichkeit von Steppenbränden auch schon ohne oder vor dem Bestehen des Menschen vorhanden gewesen, sicher ist aber doch ohne weiteres erkennbar, daß die Möglichkeit derartiger Ereignisse eine ganz ungeheuerliche Steigerung mit dem dauernden Besitz des Feuers durch den Menschen erfahren hat, und ebenso ist sicher, daß der Mensch sich sehr vielfach auch direkt absichtlich derartiger Brände bedient, z. B. zur Jagd.

Es schließt sich hier die Besprechung der Waldvernichtung durch den Menschen an. Diese hat in sehr vielen Gebieten zu verschiedenen Zeiten und aus verschiedenen Gründen stattgefunden; zum Teil wurde und wird der Wald niedergeschlagen, um Platz für die Kultursteppe zu schaffen (Urbarmachung von Wäldern, Abbrennen der Wälder in Ceylon, Hinterindien, Brasilien, Afrika), zum Teil wurde er namentlich früher sehr vielfach niedergeschlagen, um das Holz zu gewinnen. Bekannt ist

die starke Entwaldung fast aller Mittelmeerländer. In Italien sind es die Römer gewesen, die diese Entwaldung herbeiführten, in Istrien und Dalmatien die Venetianer, die das Eichenholz zum Bau ihrer Flotten und zu Pfählen für ihre Lagunenstadt brauchten. In Spanien wurden 1855—1868 5,5 Millionen Hektar Wald niedergelegt, in Frankreich ging der Waldbestand innerhalb 120 Jahren von 30 % auf 8 % zurück. Schottland, die Orkney- und Shetland-Inseln, früher ganz bewaldet, sind jetzt mit Torf bekleidet. Große Waldverwüstungen gehen noch gegenwärtig in Rußland vor sich. Mit der Verbesserung der Transportmittel ist der Maßstab der Entwaldung schnell gestiegen. Am stärksten soll sie nach E. VON RICHTHOFEN heute in manchen Teilen von Nordamerika herrschen.

Die Folgen derartiger Abholzungen sind nun je nach den sonstigen Verhältnissen sehr verschieden. Sie sind wesentlich verstärkt da, wo eine spätere Aufforstung, wie das vielfach der Fall ist, gar nicht mehr oder nur sehr schwer möglich ist.

Nun wäre noch als weiteres Beispiel von Änderungen großen Stils die seit Jahrhunderten begonnene und gerade gegenwärtig wieder in erhöhtem Maße geförderte Kultivierung von Sümpfen und Mooren anzuführen. Schon bei dem Abschnitt über den Einfluß des Menschen auf das Wasser wurde dieser Teil seiner Tätigkeit genannt. Nun bedarf er auch hier der Erwähnung, sofern damit eine ganz eigenartige Gruppe von Pflanzenvorkommen — einst von weitester Verbreitung — mehr und mehr ihrer Vernichtung entgegengeführt wird. Wichtig auch deshalb, weil gerade in diesen Sümpfen und Mooren ein ganz eigenartiger und sehr wichtiger geologischer Prozeß in größtem Maßstabe vor sich ging, der mit ihrer Vernichtung auch eine sehr wesentliche Einbuße erfahren muß, die Bildung der Sapropelite und der Torfe. Die Möglichkeit der Bildung und Konservierung derartiger Sedimente fällt also mit der Zerstörung ihrer Bildungsgelegenheiten weg und wird damit voraussichtlich für die Zeit der menschlichen Herrschaft auf der Erdoberfläche dauernd verhindert sein.

Damit sind wir nun schon auf die geologischen Folgen der Einwirkung des Menschen auf die Pflanzenwelt eingegangen. Diese sind in der Tat höchst mannigfaltig und von sehr verschiedener Bedeutung. Zunächst wird von vornherein zu bemerken sein, daß jede Beeinflussung der Pflanzenwelt mehr oder weniger deutlich auch auf ihr Substrat, auf den Boden, einwirken muß. Dies mag sich in manchen einzelnen Fällen nicht ganz leicht nachweisen lassen, tatsächlich ist es doch nicht zu bestreiten und in vielen Fällen leicht zu beweisen. So kehrt

nach Vernichtung der vom Menschen angesiedelten Vegetation durchaus nicht sogleich die alte wieder an ihre frühere Stätte zurück, ein Beweis der Veränderung des Bodens. Ferner wird ja eben durch die menschliche Kultur der Boden in einen Zustand versetzt, daß er zwar die Kulturpflanzen am besten trägt, für andere aber schwerer zugänglich wird. Die Schwierigkeit, alte Kulturflächen mit Wald zu bestocken, ist bekannt. Jede Pflanze modifiziert eben ihre Unterlage in einer ganz bestimmten charakteristischen Weise häufig so, daß sie für sie selbst geeigneter, für andere ungünstiger wird, und mit der Zusammensetzung der Pflanzendecke ändert sich mithin auch ihre Einwirkung auf den Untergrund in sehr bestimmter Weise. In allen den die Regel bildenden Fällen, in denen größere und kleinere Teile der Pflanzen von ihrem Standort entfernt werden, wird ferner zugleich dem natürlichen Zustande gegenüber der Boden einmal der in der Pflanze angesammelten Mineralvorräte und zweitens der von ihr gebildeten organischen Verbindungen beraubt, die beide zum Teil sehr wesentlich an der Zusammensetzung, Bildung und Erhaltung der Böden beteiligt sein können. Indem ferner die Pflanzen für den Wasserhaushalt des Bodens eine nicht unbedeutende Rolle spielen, die aber je nach den Eigenschaften der Art oft recht verschieden ist, so ändern sich mit einem Wechsel der Pflanzenwelt auch diese Einflüsse auf den Boden nicht unbeträchtlich. Die Entfernung der Pflanzendecke kann ferner in sehr vielen Fällen auch die Entfernung der Humusdecke, ja der ganzen Bodendecke nach sich ziehen, so daß derartige Vorgänge oft kaum wiederherstellbare Folgen haben.

Von allergrößter Wichtigkeit aber ist der Einfluß der Pflanzendecke auf die Abflußverhältnisse der Gewässer. Gerade die in dieser Richtung bewirkten Änderungen sind von größtem Ausmaß. Sie können zu einer Austrocknung des Bodens und zu einer leichten Abspülung bzw. Abwehung der ganzen oberflächlichen Bodendecke, weiterhin zu einer Abspülung fast des ganzen gelockerten Materials über den festen Gebirgskernen führen, und indem so die ungeheuren, lange angesammelten Schuttmassen locker geworden sind, werden sie mit einemmal den Flüssen dargeboten, welche diesen häufig nicht gewachsen sind. So ergießt sich diese Steinflut über die Talsohlen und über das Vorland, auch hier oft weithin die Vegetation vernichtend und die Oberfläche verändernd. Beispiele derartiger Vorgänge bieten die Täler der venetianischen und französischen Alpen. Ferner wird mit dem Fehlen der Wälder auch ihre regelnde Wirksamkeit bei jedem Regen entfallen. Der Abfluß der Wassermassen geschieht sehr schnell, nachher trocknet alles wieder völlig aus,

Quellen versiegen. Zugleich wird mit dem Verschwinden der stark verdunstenden Wälder die Wolkenbildung zurückgehen, und so Insolation und Ausstrahlung vermehrt, Regelmäßigkeit der Niederschläge vermindert werden. In Kalkgebirgen wird mit der Zeit das Wasser fast ganz von der Oberfläche verschwinden, mit ihm ein Teil des Bodens verloren gehen und ein großer Teil der Vegetation verschwinden; Ausprägung der Karstphänomene. Nun ist ja zuzugeben, daß alle diese Vorgänge nicht notwendig unter jedem Klima gleichmäßig sich abspielen müssen; je nach den sonstigen klimatischen Verhältnissen ist auch diese Einwirkung sehr verschiedenartig, und England hat infolgedessen die frühere Entwaldung nicht so schwer zu büßen gehabt wie z. B. Spanien. Man wird ferner zugeben können, daß z. B. die Entwaldung des Mittelmeergebietes und das darauf folgende Ausbleiben einer Wiederbewaldung nicht rein menschliche Wirkungen waren, sondern daß jene Wälder, die, aus der feuchteren Diluvialzeit stammend nur durch den Schutz, den sie sich selber gewährten, in der aufgespeicherten Feuchtigkeit sich erhalten hatten, längst nicht mehr den herrschenden klimatischen Verhältnissen entsprachen, ihre Vernichtung also eher als ein vom Menschen ausgelöster Naturvorgang zu betrachten wäre. Allein auch so noch behält der menschliche Eingriff als ein auslösendes Prinzip Geltung, und übrigens hätten sich eben jene Wälder ohne diesen Eingriff wohl noch unbegrenzt länger vielleicht bis zu einer Klimaänderung gehalten. Alles in allem, der menschliche Einfluß kann durch derlei Betrachtungen bestenfalls geringer gemacht, aber niemals völlig als nicht vorhanden hingestellt werden.

Nun ist ja derartige Waldvernichtung ein zwar anscheinend relativ häufiger, doch aber nicht überall gleichmäßig eintretender Fall. Kaum ein Wald aber wird der etwas gemäßigteren Form menschlicher Ausnutzung — der Waldkultur — auf die Dauer völlig entgehen können; und wenn hierbei auch der Bestand erhalten wird, so ändern sich doch zugleich die Verhältnisse in der Weise und Richtung, daß man jede Art von Waldnutzung ihren Folgen nach eben als einen gemäßigten Fall der Waldvernichtung, d. h. eben als eine grundsätzliche Minderung des für den Waldbestand spezifischen geologischen Einflusses ansehen kann. Im kultivierten Walde treten alle die geologischen Folgen, die man als charakteristisch für den Wald ansehen muß, in verringerter Form auf. Die Austrocknung des Bodens, die leichte Abspülung, das leichtere Eingreifen des Windes, die Humusverminderung, all dies sind eben der Waldvernichtung gegenüber die gemäßigten Folgen der Waldkultur, wie sie Drai-

nage, Durchholzung, Ansiedelung von Nadelhölzern auf Laubwaldflächen u. dgl. hervorzurufen pflegen.

Vielfach wird nun nicht bloß im Walde, sondern auch in anderen Anpflanzungsgebieten durch menschlichen Einfluß die Stellung der einzelnen Pflanzen lockerer, als dies bei ihrem normalen Vorkommen der Fall wäre; auch dies wird bei der viel unmittelbaren Berührung der bewegten Luft mit dem Boden seine besondere Einwirkung nicht versäumen, und zugleich wird hier dem Winde häufig Gelegenheit zum Transport der obersten trockenen Erdschichten gegeben sein, wie es in der geschlossenen Formation des Waldes, der Wiese und dgl. niemals eintritt. Derartige Bedingungen werden aber durch den Menschen, lokal und zeitlich wechselnd, doch in reichlichstem Maße geschaffen. Ich erinnere bloß an das Umbrechen der Äcker; wie groß dabei bisweilen die Windwirkung sein kann, das hat man im Winter auf dünnen Schneedecken oft zu beobachten Gelegenheit.

In immer weitergehendem Maße pflegen wir ferner — um der Pflanzen willen — düngend den Boden zu verändern, und zwar führen wir ihm dabei sowohl Stalldünger und Kompost, die ja von den natürlichen Bedingungen noch relativ wenig abweichen, daneben aber auch reichlich Mineralbestandteile, Mergel, Kalk, Gips, Düngersalze, Phosphate, Kalisalze usw. zu, durch welche ebensowohl das Wachstum der Pflanzen als auch alle anderen im Boden vorgehenden chemischen Prozesse mehr oder weniger beeinflußt und geändert werden können.

Zusammenfassend mag also gesagt sein, daß, wenn schon die Einwirkungen des Menschen auf die geologischen Vorgänge und Zustände, die durch die Pflanzenwelt vermittelt werden, in ihrer Gesamtheit vielleicht nicht an diejenigen heranreichen, welche die Beeinflussung des Wassers nach sich zieht, sie doch immerhin eine gewisse nicht unbeträchtliche Bedeutung besitzen, und zwar um so mehr, je intensiver eben die Änderungen der pflanzlichen Verhältnisse durch den Menschen sind. Zugleich mag hier auch die Bemerkung Platz finden, daß diese Beeinflussung auf die verschiedenen Pflanzengruppen eine sehr verschieden große ist. Manche von ihnen werden durch menschliche Einflüsse nur indirekt und auch da nur höchst selten beeinflußt, und dies sind vorzüglich die systematisch und der Körpergröße nach tiefstehenden, andere — meist die höchst organisierten — werden in durchaus bestimmender nicht nur Verbreitung und Häufigkeit, sondern in bisweilen selbst die spezifischen Lebensvorgänge modifizierender Weise beeinflußt, und diese Einflüsse können zu einer derartigen Umgestaltung aller Lebensbedingungen

führen, daß sie zuletzt die Pflanzen unrettbar mit dem Menschen verknüpft sein und nur durch ihn allein ihre ganze Existenz besitzen lassen.

Die bisher geschilderten Eingriffe des Menschen in den Bestand und Verlauf der natürlichen Dinge können nun auch die Tierwelt nicht unbeeinflusst lassen. Die Erdbewegungen durch den Menschen, die Modifikationen, denen er die Gewässer unterwirft, und die Umänderungen der Pflanzenwelt, die er veranlaßt, müssen auch auf das wirksamste ihren Einfluß auf die Tierwelt übertragen. Durch die ersteren werden den Tieren alte Wohnplätze und Wege geraubt und ihnen dafür zum Teil neue andersartige geboten; durch die letzteren wird vielfach ihre Nahrungsmöglichkeit verkleinert oder vergrößert, und durch beides wird ihr wechselseitiges Verhältnis, das Gleichgewicht, das im allgemeinen eine bestehende Tierwelt eines Gebietes darstellt, geändert und zu einem Wechsel in der artlichen wie in der zahlenmäßigen Zusammensetzung Anlaß gegeben.

So ist z. B. durch die industrielle Ausnutzung unserer Gewässer, durch ihre Regulierung und durch die Einleitung von Abwässern in sie ihre tierische Bewohnerschaft aufs tiefgreifendste verändert worden. Teils sind früher reichlichst besiedelte Gewässer heute vielfach völlig verarmt, andere mit ganz anderen Bewohnern besetzt; auf der anderen Seite hat der Mensch durch absichtliche oder unabsichtliche Einführung neuer Arten oder vielfach auch durch Vernichtung von Feinden den Bestand der Bewohner bereichert; er hat ferner eine ganze Anzahl neuer Lebensgelegenheiten geschaffen und erhält sie dauernd, welche die Vernichtung an anderen Stellen vielleicht gänzlich kompensieren mögen. Durch den tiefgreifenden Einfluß ferner, den er auf die Ausbreitung und Einschränkung mancher Pflanzenarten und ganzer Formationen ausübt, vermehrt oder vermindert er gleichzeitig das Areal und die Lebensmöglichkeiten einer ganzen Anzahl auf diese Pflanzen mehr oder weniger angewiesener Tierarten und ändert zugleich in manchen Fällen die Instinkte und Lebensgewohnheiten einer ganzen Anzahl von solchen, die, beweglich genug, den geänderten Bedingungen zu folgen, nun sich den von ihm geschaffenen anpassen. Er selbst mit seiner Lebensführung und seinen Hilfsmitteln gewährt einer großen Zahl von direkten oder weniger direkten Schmarotzern, die ihm gar nichts nutzen, vielmehr meist schaden, Unterschlupf und Nahrung, und verbreitet sie über die ganze Welt, obwohl deren Wanderungsfähigkeit zum Teil an sich eine recht geringe ist. Indem sie von hier aus teilweise selbständig sich den

neuen Verhältnissen anpassen, üben sie vielfach große Einflüsse auf die ursprüngliche Tier- und Pflanzenwelt aus; und auch hier können wir häufig, wie schon bei den Pflanzen, die Beobachtung machen, daß sich die neuen Einwanderer in einer geradezu erstaunlichen Weise unter den neuen Verhältnissen wohlfühlen, vermehren und ausbreiten können und sich oft im Kampfe ums Dasein den einheimischen Arten überlegen, zum Teil völlig verderblich erweisen. In anderen Fällen bleiben diese Ansiedler an die Arbeit und Umgebung des Menschen gebunden und stehen in dauernder Abhängigkeit zu ihm. Wir können unter seinen Begleitern zwei Gruppen unterscheiden, die er beide fast gleichmäßig über weiteste Gebiete des Festlandes verbreitet, fast ohne daß irgend welche klimatischen oder sonstigen Grenzen ihn hinderten. Es sind einmal solche, die ihm schädlich sind oder unbeabsichtigt von ihm mitgeführt und verbreitet werden, ferner solche, die er im eigentlichen Sinne in seinen Haushalt aufgenommen hat, die er hegt und pflegt und mit denen er umgeht, die Haustiere. Indem er diese dauernd mehr oder weniger ihren ursprünglichen natürlichen Lebensbedingungen entzieht und in neue von ihm geschaffene versetzt, verändert er sowohl ihre körperlichen wie ihre geistigen Fähigkeiten und Leistungen in verschiedenen, aber stets nur in den ihm genehmen Richtungen, und indem er zugleich ihre Fortpflanzung hindert, bzw. fördert und überwacht, züchtet er neue in der Natur nicht vorhandene und zum Teil selbst nicht existenzfähige Rassen mit besonderen, ihm aus irgend einem Grunde (direkter Nutzen bis zur bloßen Seltsamkeit) wünschenswerten Eigenschaften. Gerade die Einwirkung des Menschen auf die Tiere ist eine uralte, und eine ganze Anzahl von ihnen weist sehr tiefgehende Unterschiede auf gegenüber den wilden Urformen, bei anderen sind diese entweder überhaupt nicht mehr vorhanden oder nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. Dieser Förderung einer beschränkten Anzahl auserlesener Begleiter gegenüber steht eine sehr bedeutungsvolle Zurückdrängung, ja selbst Vernichtung einer ganzen Reihe anderer Tiere, die teils als Raubtiere oder Schädlinge ihm oder seinen Schutzgenossen gefährlich oder schädlich sind und aus diesem Grunde möglichst unschädlich gemacht werden müssen, teils als nützliche Beute weitgehend geschädigt und bis zur praktischen Vernichtung gebracht werden können, wie dies z. B. für manche Vogelarten heute noch zutrifft, teils der Konkurrenz der den Menschen begleitenden Tiere unterliegen. Wir beobachten in allen vom Menschen dichter besiedelten Gebieten ein sehr deutliches Zurückgehen der größeren Tiere,

und ein solches hat auch wohl zweifellos schon von dem Augenblick an stattgefunden, wo der Mensch, aus der Reihe der ihn umgebenden Tiere herauswachsend, sich erst einigen von ihnen und allmählich allen deutlich überlegen zeigte; sie ist also uralt und beruht auf der Verwendung überlegener Geisteskräfte, speziell auf der Erfindung des Werkzeugs. Wie früh sich diese Überlegenheit freilich bis zur Verdrängung, ja bis zur völligen Ausrottung von Tierarten steigern konnte, ist noch schwebend. Leicht begreiflich erscheint es allerdings, daß sie sich am leichtesten in der Vernichtung ohnehin selten gewordener, dem Aussterben hinneigender Arten äußerte, mithin auch hier nur eine Auslösung eines bereits vorhandenen oder eingeleiteten Naturvorganges bedeutete. In der Tat ist diese Frage in den letzten Jahren mehrfach Gegenstand wechselnder Erörterungen gewesen, die freilich auch gerade in diesem eingehender behandelten Einzelfall die komplexe Natur vieler derartiger Fragen und die verwickelten Verknüpfungen verschiedenartiger Faktoren deutlich genug zeigen. Es kann mir nun gerade hier durchaus nicht daran liegen, blindwütend den Einfluß menschlichen Wirkens ins Unerweisliche zu übertreiben, ebensowenig kann ich mich dabei auf STEINMANNs wesentlich doch aus grundsätzlich verschiedenen Gedankengängen entsprungene Meinung festlegen, daß ein Aussterben von Tierstämmen nur durch die menschliche Einwirkung möglich sei.

Wie dem in jener fossilen Vergangenheit auch gewesen sei, soviel ist sicher, daß der Einfluß des Menschen auf die Ausbreitung der höheren Tiere und zwar namentlich der größeren Vertreter ein sehr großer schon seit langem war und noch dauernd ist. Die Zahl der von ihm direkt ausgerotteten Tierarten ist vielleicht nicht sehr groß, aber zugleich mit jeder der bekannt gewordenen ist sehr wahrscheinlich ein unbekannt gebliebener Parasit vernichtet worden. Dagegen ist gerade die Zurückdrängung sehr vieler Tiere aus weiten Arealen, die sie einst bewohnten, sehr beachtenswert, und selbst diejenigen von den größeren Tieren, die heute noch auf dem Lande leben, tun dies meist nur noch infolge des Schutzes. Sie sind also, obwohl sie noch in scheinbarer Freiheit leben, im Grunde doch in ein nur wenig weiteres Abhängigkeitsverhältnis zu ihm geraten, und ihre Vernichtung wäre, sobald sie erforderlich oder wünschenswert erschiene, wohl nur eine Frage sehr geringer Zeiträume. Ja, trotz dieser Hegung macht sich infolge der unnatürlichen Verhältnisse, zum Teil der Inzucht, zum Teil der häufigeren Störung durch den Menschen nicht selten eine gewisse Degeneration geltend; die freie Entwicklung ist unter-

brochen und gehemmt; ein mächtigerer Faktor macht sich auch in entfernteren Beziehungen immer wieder fühlbar. Weniger stark ist der Einfluß des Menschen, sobald wir sein Verhältnis zu den kleineren Tieren betrachten. Diese hat er die längste Zeit völlig vernachlässigt, ihre Bekämpfung ist infolge der größeren Zahl und rascheren Reproduktionsfähigkeit, wie infolge ihrer leichteren Fähigkeit sich zu verbergen und ihrer oft ziemlich starken Anpassung an die vom Menschen geschaffenen Verhältnisse und zum Teil auch infolge der Vernichtung ihrer natürlichen Feinde eine ungleich schwierigere Sache. Dies ist bis jetzt freilich auch nur in Ausnahmefällen nötig geworden; bei steigender Zunahme der Zahl beider Teile und der Intensität menschlicher Einflüsse wird sich der Kampf mit ihnen wohl mit der Zeit bedeutend verschärfen. Aber indem wir die Summe der vom Menschen gewonnenen und beherrschten Hilfsmittel und Kenntnisse bedenken, dürfen wir wohl darauf vertrauen, daß er mit ihnen — auch den schwierigst zu bekämpfenden Gegnern gegenüber — die wirksamen Mittel finden wird, sobald sich dazu das Bedürfnis deutlich spürbar macht. Vorläufig freilich wird dieser Kampf noch vielfach mit wechselnden Erfolgen geführt. Dasselbe gilt auch von jenem Kampf mit den kleinsten unserer Gegner, den Mikroben, Bazillen und Bakterien. Auch ihnen gegenüber war der Mensch lange Zeit fast völlig hilf- und hoffnungslos. Die bewundernswerten Fortschritte der medizinischen Forschung und Praxis auf diesem Gebiete lassen aber die Hoffnung nicht ganz vergeblich erscheinen, daß es der Menschheit mehr und mehr gelinge, sich auch dieser gefährlichen Gegner zu erwehren. Es kann hier nicht die Absicht sein, das Bild einer von jedem tierischen Feinde befreiten Menschheit phantasiervoll auszumalen; auch besteht wohl kein Zweifel, daß der Mensch sich stets neue Ziele schaffen wird, die wir heute vielleicht noch nicht einmal zu ahnen imstande sind; aber es scheint doch, als ob die oben ausgesprochenen Aussichten über die stets weiterwachsende Überlegenheit des Menschen über die Tierwelt nicht völlig phantastisch und unbegründet sind. Noch LYELL konnte bezüglich des menschlichen Einflusses hervorheben, daß weiteste Bereiche des tierischen Lebens — die Bewohner des Meeres — von seiner Existenz und Wirksamkeit noch nicht im mindesten berührt, noch völlig ohne Beziehung zu seinem Wesen geblieben seien. Es mag dies für weite Reiche der Tiefsee überhaupt noch zutreffen; für viele weitere Bezirke tierischen und pflanzlichen Lebens im Meere trifft es auch heute noch zu, aber doch schon nicht mehr so völlig uneingeschränkt. Auch auf die Bewohner des Meeres beginnt

sich zunächst noch schwach, doch wohl allmählich sich steigend der Einfluß des Menschen geltend zu machen. Die Walfische sind von ihm stark vermindert. Schon macht sich der Einfluß der Seefischerei auch in manchen Gebieten auf die Fische bemerkbar. Die Lebensgewohnheiten anderer werden mit Flußbauten zerstört; die Einleitung mancher Abwässer vermag schon Verschiebungen herbeizuführen. Einzelne gesuchte Produkte werden mehr und mehr dem Meer entnommen; Korallen, Perlen, Schwämme sind auch in einigen Tiefen nicht mehr sicher; eine große Anzahl von Muscheln wird dauernd gewonnen. Aber schon übt der Mensch auch andersartige Einflüsse auf die Bewohnerschaft des Meeres aus. Seine Schiffe haben eine ganze Anzahl von Tierarten über weite Entfernungen verbreitet und zu neuen günstigen Plätzen gebracht. Einzelne seiner Kanäle beginnen bereits einen völlig unbeabsichtigten, aber um so interessanteren Austausch sehr verschiedener Meeresfaunen anzubahnen. Alle diese direkten und bisweilen leicht nachweisbaren Veränderungen ziehen durch die engen Wechselbeziehungen, in denen alles organische Leben unter einander steht, und die sich vielfach selbst auf die unorganischen Naturvorgänge ausdehnen und übertragen, eine ganze Reihe anderer nach sich, die wir meist absolut nicht beabsichtigten oder auch nur von ferne ahnen können, die in ihrem weiteren Verlaufe uns bisweilen unangenehm oder schädlich werden können. Indem wir dann meist diesen Folgen unseres eigenen Handelns direkt entgegenarbeiten, geben wir wieder Veranlassung zu einer Menge anderer weitergreifender Veränderungen, und am Ende ist kein Verhältnis, keine Beziehung organischer und unorganischer Natur mehr vom Menschen völlig unbeeinflusst.

Fassen wir nun noch einmal die Einflüsse des Menschen auf die Tierwelt zusammen, so erweisen sie sich als ganz außerordentlich vielgestaltig und stark, ja wir können vielleicht vermuten, daß von allen landbewohnenden Tieren vielleicht keines sich völlig den von ihm ausgehenden Einflüssen hat entziehen können, daß auch von den meerbewohnenden Tieren schon heute ein sehr großer Teil mehr oder weniger von ihm beeinflusst sind, und daß auch hier sein Einfluß ein deutlich zunehmender ist.

Nicht ganz ohne weiteres klar erscheint die Rückwirkung dieser Beeinflussung des Tierlebens auf die geologischen Vorgänge. In der Tat ist diese auch in vielen Fällen nur sehr schwer nachzuweisen und in manchen wohl auch in der Tat ziemlich geringfügig. Indes wurde schon oben darauf hingewiesen, wie sehr das ganze organische Leben unter-

einander und in seinen Beziehungen zum anorganischen in engen und viel verschlungenen Verknüpfungen steht, und so werden wir auch hier manchen tatsächlich ausgeübten Einfluß infolge dieser Umwege nur schwer erkennen und beurteilen können.

Nachdem im bisherigen eine große Anzahl von Einwirkungen des Menschen auf die belebte und unbelebte Natur in etwas schematischer Ordnung zusammengestellt und in ihrer Bedeutung für die geologischen Zustände oder Vorgänge kurz betrachtet wurden, soll nun hier versucht werden, auf Grund des Angeführten noch einiges Allgemeinere über den Menschen als geologischen Faktor auszusagen.

Zunächst beschränkt sich die Wirksamkeit des Menschen im wesentlichen auf die Erdoberfläche. Es ist ihm bis jetzt nur in sehr geringem Maße gelungen, tiefer in die Oberfläche einzudringen, weder persönlich noch durch seine Wirkungen. Die tiefsten Bergwerke stehen bei 1600 m, die tiefsten Bohrlöcher bei 2200 m. Man wird vermuten können, daß sich gelegentlich ausnahmsweise seine indirekten Wirkungen vielleicht noch etwas tiefer erstrecken. Das ist aber bei dem gesamten Erddurchmesser noch durchaus oberflächlich, und es besteht auch sehr wenig Aussicht, daß sich dieser Zustand in absehbarer Zeit anders als nur sehr langsam ändert.

Oberflächlich aber hat der Mensch sich in viel weitergehendem Maße als die große Mehrzahl der Tier- und Pflanzenarten, ja vielleicht überhaupt am weitesten mit seinen Begleitern zu verbreiten vermocht. Der weitaus größte Teil der festen Erdoberfläche ist ihm zugänglich und zu allermeist sogar zur dauernden Besiedelung zugänglich geworden. Auch die große Mehrzahl der bis jetzt noch nicht besiedelbaren Gebiete hat er wenigstens vorübergehend zu besuchen vermocht. Die Wirkungen seiner Lebensbetätigung greifen weit über die Grenzen tatsächlicher Besiedelung hinaus und beginnen sich wohl heute schon nicht mehr auf die Landoberfläche zu beschränken, sondern auf die Meeresböden überzugreifen. Der Mensch mit seinen Produkten und Begleitern ist zum Leitfossil der gegenwärtigen Periode geworden. Im Gegensatz zu der überwiegenden Menge der Tiere und Pflanzen vermag er auch da nicht nur zu persistieren, sondern sogar vollkommen zu blühen, wo er die für ihn notwendige Nahrung direkt nicht mehr finden könnte. Durch Konservierung und Transport der Nährstoffe an die Verbrauchsorte ist er von direkten Einflüssen dieser Art unabhängig geworden. Dadurch

ist die Möglichkeit seiner Ansiedelung sehr erweitert und zugleich eine sehr große Zusammendrängung von Menschen auf kleinem Raume möglich geworden; seine Wirkungen sind also nicht mehr lokal und direkt abhängig von der Nahrungsproduktion.

Schon die Beschränkung der menschlichen Wirkung auf die Oberfläche läßt seinen Einfluß als einen vorwiegend abtragenden erkennen. Es ist dies eine gemeinsame Eigentümlichkeit aller oberflächlich wirkenden Faktoren und beruht in ihrer letzten Ursache auf der überwiegenden Beeinflussung der Schwerkraft. Aber wie mit ihm noch einige andere oberflächliche Faktoren, beschränkt sich die geologische Tätigkeit des Menschen nicht absolut auf die Abtragung; gelegentliche zentrifugale Bewegungen sind bei ihm deutlich zu beobachten. Eine spezielle Definition seiner Wirkungsweise ist schwierig, da sie so außerordentlich vielseitig und kompliziert ist. Den zentripetalen Bewegungen entspricht ein oftmaliges Ablagern der transportierten Mengen, ein Vorgang, der bei manchen anderen Faktoren seine Vergleichspunkte zeigt. Das Wesen der menschlichen Wirksamkeit scheint zum großen Teil in einer chemischen Auslese bestimmter Stoffe und deren Anreicherung auf der Oberfläche zu bestehen; häufig werden derartige Stoffe durch Reduktion rein dargestellt. Eine gewisse Rolle bei dieser Tätigkeit scheint auch die Oxydation der in der Erdkruste aufgesparten Kohlenstoffvorräte und das Verhindern weiterer derartiger Ansammlungen zu spielen. Die Ablagerungen sind im großen und ganzen durch besonders steile Böschungswinkel charakterisiert. Der Einfluß auf das Wasser scheint sich in einem Ersatz der natürlichen Wasserwege durch die künstlichen und einer Ausnutzung der Kräfte des Wassers für die menschlichen Zwecke zu äußern. Der Einfluß auf Tiere und Pflanzen besteht in einer Einschränkung der Arten im allgemeinen, einer Ausgleichung der ursprünglich vorhandenen Unterschiede, speziell einer ausgedehntesten Verbreitung der eng an den Menschen angeschlossenen, mehr oder weniger bestimmt von ihm abhängigen Arten. Welcher Art die geologischen Resultate dieser Wirkung z. B. auf die Böden sein werden, ist vorläufig nur sehr schwer zu beurteilen, zum Teil ist es nicht unmöglich, daß sein Eingreifen in die natürlichen Wasserverhältnisse nicht oder nur vorübergehend die beabsichtigten Folgen hat und auf die Dauer zu entgegengesetzten Folgen führt, speziell in einigen der beobachteten Fälle zu einer Austrocknung des Landes, die der weiteren Ansiedelung des Menschen selbst hinderlich werden kann. Es ist mir von einer Seite dieser Vorgang als typisch

entgegengehalten worden als das Beispiel, daß die menschliche Wirkung, je intensiver sie sei, mit desto größerer Stärke und Bestimmtheit sich selbst das Grab grabe, und in der Tat ist der Wechsel der hauptsächlichen Wirkungsgebiete des Menschen in verschiedenen Perioden ein gewisser Hinweis auf derartige Vorgänge, die freilich nicht immer rein äußerliche Ursachen haben müssen, sondern wohl auch in inneren Vorgängen, Degeneration höchstentwickelter und kultivierter Völker und Kulturformen und ihrem Ersatz bzw. ihrer Verdrängung durch einfachere, primitivere und weniger wirksame begründet sein können. Indes ist bis jetzt wenigstens, soweit sich aus den erhaltenen Überlieferungen erkennen läßt, zwar häufig der Träger der großen Wirkungen gewechselt worden; aber ein neuer ist noch stets an seine Stelle getreten, und die geologische Wirksamkeit des Menschen ist seit den ältesten Tagen bis heute in einer zwar nicht ungebrochenen, aber doch in einer im ganzen ansteigenden Kurve verlaufen, deren Fortschreiten selbst gelegentliche Störungen und selbst Rückschritte (z. B. Völkerwanderungen) nicht hat innehalten können. Bei eingehender Betrachtung scheint diese Steigerung menschlicher Wirkung sich sogar in sehr gewaltigem Maßstabe abgespielt zu haben und viel eher einer geometrischen als einer arithmetischen Progression zu gleichen, indem nicht nur die Zahl der Menschen sich ziemlich ständig vermehrt, sondern auch ihre Wirksamkeit durch neue Hilfsmittel vermehrt wird, und indem auch die Zahl dieser Hilfsmittel noch ständig durch neue Erfindungen vermehrt wird und eigentlich kaum je eine Verminderung erfährt. Zunächst also verläuft die Steigerung menschlicher Wirkungen in einer aufstrebenden Kurve. Sie wird freilich wohl auch einmal ihr Ende finden, wie jeder Bewohner der Erde und diese selbst.

Zurück zu den Wirkungen des Menschen! Sie sind besonders auch dadurch charakterisiert, daß der Mensch, viel zuschwach, große Wirkungen durch sich allein zu tun, die umgebenden Naturkräfte in seine Dienste zu ziehen verstanden hat. Und gerade dieses Können scheint seine Leistungsfähigkeit so unendlich gesteigert zu haben und das Charakteristische an seiner Wirkungsweise zu sein. Anläufe zu ähnlichen Prozessen können wir wohl gelegentlich auch sonst in der Natur beobachten, indessen so vollständig ausgeprägt, so allgemein und so wirksam wie beim Menschen nirgends. Und es erscheint in der Tat gerade dies das einzigartig Typische an ihm zu sein. Dieses läge also weniger in dem erreichten Ziel als in dem benutzten Weg.

Betrachten wir nun noch einmal, in welcher Weise sich der Einfluß des Menschen auf die verschiedene Umwelt äußert. Schon vorhin, bei der Aufzählung der Beispiele waren wir einer gewissen Reihe gefolgt, die von der Wirkung auf das Gestein zu derjenigen auf das Wasser und von da zu der auf die Pflanze und dann auf die Tiere überging. Betrachten wir diese Reihe genauer, so sehen wir, sie entspricht der geologischen Wichtigkeit und Bedeutung der Vorgänge in diesen Reichen: Lithosphäre, Hygrosphäre, Biosphäre mit Phyto- und Zoosphäre. Zugleich aber entspricht diese Reihe einer entgegengesetzten Klimax der Wirksamkeit des Menschen. Am stärksten, am absolutesten ist diese der Zoosphäre gegenüber, weniger stark doch immer noch sehr übermächtig der Phytosphäre, weniger der Hygrosphäre, noch weniger der Lithosphäre gegenüber. Am Ende könnte vielleicht noch die Atmosphäre angeführt werden, von der wir aber hier vielleicht besser Abstand nehmen. Innerhalb jeder der betreffenden Stufen läßt sich wiederum sehr deutlich erkennen, daß jeweils das höher Spezialisierte dem Einfluß des Menschen mehr und länger schon unterliegt als das Unspezialisierte. Dies gilt von Tieren und Pflanzen wie vom Wasser und vielleicht sogar auch von den Gesteinen. Die angeführte Klimax ist also keine zufällige. Sie entspricht ziemlich vollkommen einem allgemeinem Schema der Kulturstufen des Menschen, nach der Höhe und Zeitfolge ihres Erscheinens geordnet. Auf die rein tierische Sammeltätigkeit folgen Jagd, Viehzucht, Landwirtschaft, Handel, Industrie. Ich weiß sehr genau, daß diese Stufen bloß ein ungefähres Schema darstellen; aber in der Tat, sie passen zu dem hier dargestellten Schema sehr auffällig genau, und weiterhin entspricht dieses Schema sehr wohl den Ähnlichkeiten und Beziehungen zwischen diesen verschiedenen Reichen, die man vielleicht ein wenig ungenau mit dem Ausdruck Verwandtschaft bezeichnen darf. Und von diesem Gesichtspunkte aus scheint mir nun dieses Schema innerhalb seiner Grenzen als Schema doch recht eigenartig und bemerkenswert zu sein. Es entspricht zugleich der erdgeschichtlichen Folge von Atmosphäre — Lithosphäre — Hygrosphäre — Phytosphäre und Zoosphäre. Der Einfluß des Menschen erstreckt sich vom Nächststehenden auf das Fernere, und das Höherspezialisierte unterliegt ihm leichter als das weniger Differenzierte.

Läßt sich dieses hier aufgestellte Schema, diese Regel, auch in anderen ähnlichen Fällen anwenden oder nicht? Und worauf beruht es?

Noch eine Betrachtungsweise erscheint als nicht unwichtig. Wir können die in jedem Augenblick auf der Erdoberfläche bestehenden Zustände als das Gleichgewicht aller wirkenden Faktoren auffassen, ein Gleichgewicht, das jedoch ständig gestört wird. Die geologischen Vorgänge und Veränderungen sind die Folgen dieser Störungen. Jedenfalls sind sowohl die bestehenden Gleichgewichte wie die vorgehenden Veränderungen nicht durch eine einzige, sondern durch zahlreiche und sehr verschiedenartig wirkende, sich kreuzende, entgegenarbeitende, aufhebende und andererseits verstärkende Faktoren bedingt. Indem diese nun so mannigfaltig verknüpft sind und zum Teil große Kräfte nur durch schwache gehemmt sind, kann schon eine kleine Modifikation an irgendeiner Stelle ganz ungewöhnlich starke und weittragende Folgen an sehr vielen Punkten haben. Vorhandene Spannungen bedürfen oft nur des einen kleinen Anstoßes, um große Wirkungen zu veranlassen. Kleine Ursachen können so sehr weitgreifende Folgen haben. Darauf beruht auch der große Einfluß, den der Mensch erlangt hat. Hier ist ein neuer, selbständig wirkender Faktor ins Leben getreten und hat, rasch sich entwickelnd, eine Wirkung erlangt, die zu seinen direkten Leistungen in keinem rechten Verhältnis stand, die vielfach von ihm selbst weder beabsichtigt noch auch nur geahnt worden waren.

Der Mensch ist der jüngste der geologischen Faktoren. Zu wiederholten Malen in der Geschichte der Erde sind neue, vorher nicht dagewesene Faktoren aufgetreten und haben von da ab an den Vorgängen teilgenommen. Ich erwähne da die allerältesten derartigen Neuerscheinungen, die vielleicht etwas unhypothetisch erscheinen mögen: — das erste Auftreten einer festen Kruste —, das erste des flüssigen Wassers —, das erste der Pflanzen und der Tiere. Sie alle haben wohl ein neues Moment jeweils in den Gang der irdischen Vorgänge gebracht. Alle sind heute noch wirksam. Aber alle werden vielleicht auch einmal enden. Sind ältere vor ihnen aufgeblüht und erloschen, wie wir solches wohl von den Pflanzen, Tieren und vom Menschen anzunehmen geneigt sind? Haben sie sich jeweils auch in ähnlicher Weise wie der Mensch mit den vorhergehenden Stufen verknüpft gezeigt? Eine Reihe von Fragen schließt sich hier an, deren Beantwortung sehr schwierig ist.

Aber es scheint für die Wissenschaft wohl eben von besonderem Interesse, das Neue, das Werdende zu betrachten, und in diesem Sinne mag auch das Wirken des Menschen ein würdiger Gegenstand der Geologie sein.

Das oben angeführte γνῶθι σαυτόν hat sich in vielen Fällen nicht nur für die Erkenntnis, sondern auch für das Wirken als guter Rat empfohlen. Auch für die Seite der geologischen Wirksamkeit des Menschen wird er dies vielleicht tun können. Schon bisher ist — selten zwar — aber doch schon das Wirken des Menschen zu seinem eigenen Schaden ausgeschlagen. Je stärker seine Wirkung ganz im allgemeinen ist, desto größer ist die Gefahr derartiger Fälle. Schon heute zeigt sich in Wasserfragen sehr häufig das Bedürfnis eines weitsichtigeren Handelns. Dieser Fall wird für die Zukunft wohl noch öfter sich wiederholen. Gerade dann wird die genauere Verfolgung des Wirkens des Menschen im allgemeinen und in seinen einzelnen Tätigkeiten und die Verfolgung seiner Beziehungen zu den anderen Faktoren nötig und nützlich werden können. In letzter Linie aber wird es für die Erkenntnis des Menschen selbst nicht unwichtig sein, wie er sein Verhältnis zur Umwelt betrachtet. Er zeichnet sich vor den anderen Organismen durch vermehrte Geistestätigkeit und wohl auch Fähigkeit aus. Wir sprechen ihm wohl mit Recht eine überlegene Selbsterkenntnis zu. Auch diese wird durch eine derartige Betrachtungsweise nur gefördert werden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Ernst

Artikel/Article: [6. Der Mensch als geologischer Faktor. 106-148](#)