

SCHRIFTEN
DER JUSTUS LIEBIG-UNIVERSITÄT
GIESSEN

6

RICHARD WEYL

Der Mensch im Spiel der geologischen Kräfte

Antrittsrede
anlässlich der feierlichen Rektoratsübernahme
am 27. Oktober 1967

SVG

Im Kommissionsverlag Wilhelm Schmitz, Gießen

Die schöne Tradition, die dem Rektor Gelegenheit gibt, sich bei Antritt des Amtes mit Fragen seines Faches an eine breitere Öffentlichkeit zu wenden, legt ihm zugleich die Verpflichtung auf, ein Thema zu behandeln, welches Interesse und Verständnis erhoffen darf. Dies ist in der Zeit zunehmender Spezialisierung wahrlich keine leichte Forderung! Ihr nachzukommen, schien mir dort möglich, wo Erscheinungen, denen der Geologe von berufswegen nachgeht, in das menschliche Leben eingreifen.

So bot sich das Thema des heutigen Vortrages an, in dem weniger Ergebnisse geologischer Forschung als die mannigfachen Verflechtungen von geologischen Vorgängen mit dem Leben des Menschen zur Sprache kommen. Es wird sich also darum handeln, Erscheinungen, die Ihnen vielfach aus eigenem Erleben oder etwa aus Tagesmeldungen bekannt sind, mit den Augen des Geologen zu sichten und zu ordnen. Hierbei ist es unvermeidlich, in die Arbeitsbereiche benachbarter Wissenschaften überzugreifen und ihre Ergebnisse zu verwerten, denn der Mensch steht als Teil der Natur nicht nur in Wechselwirkung zur festen Erde, dem Forschungsobjekt des Geologen, sondern in noch viel engerer Beziehung zur Biosphäre, zur Hydrosphäre und zur Durchdringungszone belebter und unbelebter Natur, dem Boden als Träger des irdischen Lebens.

Ich spreche bewußt von Wechselwirkungen, denn der Mensch ist nicht nur Einflüssen geologischen Geschehens passiv unterworfen, er versucht vielmehr mittels der von ihm entwickelten Technik, sich ihnen auf mannigfache Weise zu entziehen. Vor allem aber greift er mit wachsender Bevölkerungsdichte und Technisierung in immer stärkerem Maße in die geologischen Vorgänge auf der Erdoberfläche ein. Damit ist er selbst zu einem geologischen Faktor erster Ordnung geworden, dessen Bedeutung für die Gestaltung der Erde und damit für die Zukunft des Menschengeschlechtes noch viel zu wenig beachtet wird.

Wir unterscheiden zwischen geologischen Vorgängen, die von Kräften des Erdinnern gesteuert werden, und solchen, die sich an der Erdoberfläche abspielen und deren Motoren die Schwerkraft und die von der Sonne einstrahlte Energie sind. Unter den erstgenannten endogenen Vorgängen gibt es zwei, die in den von ihnen betroffenen Gebieten so entscheidend in die menschliche Existenz eingreifen können, daß sie bereits in frühen naturbezogenen Mythen ihren Niederschlag fanden: Vulkantätigkeit und Erdbeben.

Vulkanausbrüche haben schwere Opfer an Menschenleben gefordert. So der Ausbruch des Vesuvs im Jahre 79 n. Chr., den PLINIUS der Jüngere in einem berühmten Brief beschrieb, oder die Explosion des Krakataus im Jahre 1883, die über 36 000 Tote forderte. Andererseits bedeutet die Förderung vulkanischer Aschen, die durch den Wind weit verfrachtet werden können, eine natürliche Düngung der Böden. Es ist daher kein Zufall, daß etwa in Mittelamerika die Hänge der Vulkane zu den dichtest besiedelten und intensivst genutzten Gebieten zählen. Damit wird die Frage akut, wieweit sich die Einwohner von Vulkangebieten vor vulkanischen Ereignissen schützen können. Eine Abwehr der Auswurfmassen ist auch mit heutigen technischen Mitteln nur sehr begrenzt durch Eindämmen oder Ableiten langsam fließender Lavaströme möglich. Doch werden die aktivsten Vulkane vieler Länder durch Registrierung der Erdbeben in ihrem Untergrund, laufende Temperaturmessung ihrer Fumarolen und eventuell auch Beobachtungen an Änderungen ihrer Höhe überwacht, um die Bevölkerung vor herannahenden Ausbrüchen zu warnen und notfalls auch zu evakuieren.

Ungleich gefährlicher als Vulkanausbrüche sind *Erdbeben*. Haben erstere nach einer Schätzung SAPPERS in den vier Jahrhunderten von 1500 bis 1900 etwa 190 000 Menschenleben gefordert, fielen allein dem großen japanischen Erdbeben von 1923 250 000 Menschen zum Opfer, und von den 138 000 Einwohnern Messinas überlebte nur ein Drittel das Beben von 1908. Fast alljährlich berichten unsere Zeitungen von schweren Sachschäden und Menschenverlusten, die Erdbeben in dicht besiedelten Gebieten fordern. Fast immer sind Sekundärererscheinungen wie Erdrutsche, Flutwellen oder Feuersbrünste hieran in stärkerem Maße beteiligt als die unmittelbaren Erdbewegungen.

Da die Lage der Erdbebengebiete bekannt ist und da sie sich auf relativ schmale Zonen konzentrieren, wäre an sich eine dichtere Besiedlung oder gar die Anlage von Großstädten wie Tokio, San Francisco, Messina oder Caracas in Bebengebieten vermeidbar. Doch stößt ein solches Ausweichen offensichtlich auf unüberwindliche Hemmungen auf Grund der Besiedlungsdichte mancher Länder und menschlichen Beharrungsvermögens. Nur in seltenen Fällen ist man nach Erdbeben umgesiedelt, so in Costa Rica, wo die Stadt Cartago als Hauptstadt aufgegeben und diese nach San José verlegt wurde. Trotz Erdbebenwarndienstes, Anpassung der Bauweise an Erderschütterungen und zunehmender Stabilität der Gebäude ist ein Schutz nur sehr bedingt zu erreichen und die empfindliche Reaktion der Bewohner von Erdbebengebieten auf erste Anzeichen eines Bebens zu verständlich.

Im Unterschied zu Erdbeben verlaufen sonstige *Bewegungen der Erdkruste* im allgemeinen so langsam, daß sie vom Menschen nicht wahrgenommen

werden und auch kaum Einfluß auf sein Leben haben. Es gibt aber Ausnahmen wie die nacheiszeitliche Hebung Skandinaviens, die durch Abschmelzen des Inlandeises ausgelöst wurde. Sie erreicht insbesondere in den Gebieten um die östliche Ostsee und um den Bottnischen Meerbusen Beträge bis zu 300 Metern und Geschwindigkeiten bis über einen Meter im Jahrhundert. Das hiermit verbundene Zurückweichen des Meeres mußte schon frühzeitig auffallen, und im Jahre 1743 hatte CELSIUS eine Fülle von Material zu dieser Frage dem schwedischen Reichstag vorgelegt: Auf einem Felsen in Südermanland verzeichnet eine Inschrift aus dem 13. Jahrhundert die Höhe des Meeresspiegels, zu CELSIUS' Zeiten lag sie bereits 7 Ellen über dem Meer. Seestädte am Bottnischen Meerbusen mußten verlegt werden, weil sie keinen Zugang zum Meere mehr hatten. Einstige Fischgründe wurden zu Festland, und vor Gericht sind Streitigkeiten geführt worden, wem der Anwachs des Landes gehöre. Der schwedische Reichstag nahm die Feststellungen CELSIUS' zur Kenntnis und mißbilligte sie, da sie die Würde des Reiches kränkten.

Sehr viel schwerwiegendere Folgen für die Anwohner haben naturgemäß Senkungsvorgänge in Nähe der Küste, die zu Überflutungen und Verlusten an Land und Menschenleben führen können. Das uns nächstliegende Gebiet, das hiervon betroffen wird, ist die Nordseeküste; doch überschneiden sich hier Krustenbewegungen, allgemeine Schwankungen des Meeresspiegels und Setzungsvorgänge in den nacheiszeitlichen jungen Ablagerungen, so daß eine Analyse sehr schwierig und die Ursachenfrage für Senkung und Landverlust auch heute noch nicht ganz geklärt ist. Sicher ist jedenfalls, daß die Basis der eiszeitlichen Schuttmassen des norddeutschen Tieflandes im Mittel um 100 m unter dem heutigen Meeresspiegel liegt und daß insbesondere in den nordwestlichen Niederlanden während der Eiszeit, d. h. während der letzten 1,5 Mill. Jahre, die Kruste sich um 600 m gesenkt hat. Das sind immerhin Beträge bis zu 4 cm im Jahrhundert. Aus Pegelmessungen ergibt sich sogar ein Senkungsbetrag von 10 cm im Jahrhundert. Es ist daher kein Zufall, daß über ein Drittel der Niederlande heute unter dem Meeresspiegel liegt und daß hier den Landverlusten seit 1200 von rund 9000 km² nur ein Gewinn von 6000 km² gegenübersteht. Mit anderen Worten: Selbst einer so hochentwickelten Technik des Wasserbaus und der Landgewinnung wie der niederländischen setzt ein säkulares Absinken der Kruste eine sehr deutliche Grenze.

Verschiebungen der Küstenlinie gehören zu den wichtigsten erdgeschichtlichen Ereignissen. Ursache hierfür sind entweder Sinken oder Steigen der Erdkruste in bestimmten Gebieten oder Schwankungen der ozeanischen Wassermassen. Der Mensch ist Zeuge einer weltweiten Überflutung größten Ausmaßes geworden, die sich am Ende der letzten Eiszeit abspielte. Wäh-

rend der Vereisung war so viel Wasser in den polaren Eiskappen und Inlandeismassen festgelegt, daß der Meeresspiegel um etwa 80 Meter tiefer gelegen hat als heute. Die Küstenlinie war damit weit in das heutige Schelfmeer vorgeschoben. Spät- und nacheiszeitliche Artefakte und Torfproben, die vom Grunde der Nord- und Ostsee geborgen wurden, weisen darauf hin, daß hier ein vom Menschen besiedeltes Waldland lag. Erst um das Jahr 5500 v. Chr. drang das Meer durch den Großen Belt in das Becken der Ostsee ein. Der Anstieg des Meeresspiegels erfolgte insbesondere vom 8. bis 5. Jahrtausend vor der Zeitwende sehr rasch. Man rechnet mit Beträgen von mehr als einem Meter im Jahrhundert. Der Mensch mußte vor dem andringenden Meer in höher gelegene Gebiete ausweichen, und die Annahme, daß sich dies weltweite Geschehen in den Überflutungssagen zahlreicher Völker widerspiegelt, erscheint keineswegs unbegründet.

Im Küstenbereich der Nordsee sehen wir den Menschen seit der Einwanderung der Friesen und Holländer am Ausgang des ersten Jahrtausends aktiv in das geologische Geschehen eingreifen und es in entscheidendem Maße beeinflussen. Die planmäßige Besiedlung der Marschen, die zu dieser Zeit begann, war von einer Reihe von Kulturmaßnahmen begleitet, die tiefgreifende Folgeerscheinungen nach sich zogen: Durch den Deichbau fanden die Gezeiten ein künstliches Hindernis, welches die Ebbe erniedrigte, das Hochwasser aber weiter erhöhte. Zahl und Stärke der Sturmfluten mußten damit zunehmen. Gleichzeitig wurden die eingedeichten Gebiete durch menschlichen Eingriff erniedrigt, da man die Moordecke entfernte und den unter ihr liegenden Klei unter Kultur nahm. Auch vor den Deichen wurde abgetorft, um aus der Torfasche Salz zu gewinnen. Künstliche Entwässerung führte zu einem Austrocknen und damit einer Setzung der jungen Meeres- und Süßwasserablagerungen, d. h. zu einer Senkung des Bodens. Hiermit war aber den großen Sturmflutkatastrophen des Mittelalters der Weg bereitet, durch die sich das Meer große Landstriche wieder eroberte.

Die verlustreichen Sturmfluten an der niederländischen Küste im Winter 1960/61 und die Sturmflut in der Deutschen Bucht vom 17. Februar 1962 haben daran erinnert, daß wir vor einer Wiederholung solcher Katastrophen nicht sicher sind. Und noch etwas hat sich bei dieser Gelegenheit gezeigt:

Während die Bewohner der schleswig-holsteinischen Westküste in Kenntnis dessen, was eine Sturmflut an Gefahren mit sich bringt, verhältnismäßig wenig Opfer zu beklagen hatten, wurden die Bewohner der Hamburger Elbniederungen trotz Alarmes nachts im Schlaf von der Flut überrascht, so daß fast 300 Menschen ums Leben kamen. Nur wenige waren sich be-

wußt, daß die Kräfte der Natur auch bis in die Großstadt hinein wirksam werden können, in der man sich vor ihnen sicher fühlte.

Im Kampf gegen das Meer steht der Mensch mitten im exogenen geologischen Geschehen und greift erfolgreich hierin ein. Allein an der Nordseeküste hat er durch Eindeichung über 15 000 Quadratkilometer Land dem Meer abgerungen. Diese zunächst so augenfälligen Leistungen fallen aber kaum ins Gewicht im Vergleich zu sonstigen Leistungen und Fehlleistungen, die auf Konto der *menschlichen Eingriffe* in das geologische Geschehen der Erdoberfläche zu verbuchen sind. Dies Geschehen zielt durch Wirkung von Schwerkraft, Wind, Wasser und Eis auf gewaltige Materialumlagerung: Abtragung auf dem Festland und insbesondere in den Gebirgen, Ablagerung im Meer und den festländischen Niederungen. An dem Massentransport nimmt der Mensch in zunehmendem Maße teil, und zwar zunächst einmal ganz unmittelbar durch Bergbau, Anlage von Steinbrüchen und Sandgruben, durch Verkehrsbauten und Siedlungen, durch Kulturmaßnahmen wie Terrassierung, Flußregulierung oder Küstenbefestigung.

Schätzungen über die auf diese Weise vom Menschen abgetragenen, umgelagerten und umgeformten Massen sind schwierig, haben aber am Beispiel Englands ergeben, daß sie den Anteil des wichtigsten Transportmediums, des Wassers, bereits übertreffen. Hierbei geht der Mensch selektiv vor. Tone, Sande und Kieslager werden auf dem Umweg über Baustoffe in städtischen Bezirken angehäuft. Dies führt zu der jedem Archäologen bekannten Erscheinung, daß Kulturreste vergangener Epochen oft mehrere Meter tief unter dem gegenwärtigen Siedlungsniveau liegen. Vom Menschen erzeugte Ablagerungen eigener Art sind die sich immer weiter ausbreitenden Müllkippen in der Umgebung unserer Städte. Allein in der Bundesrepublik sind dies 50 Mill. Tonnen jährlich, etwa die zehnfache Menge der Sedimente, die der Rhein in seinem Mündungsgebiet ablagert, und größenordnungsmäßig etwa der Menge an Schlick entsprechend, die der Nil vor Errichtung der Staudämme alljährlich in Ägypten absetzte. Umgekehrt werden die während der Erdgeschichte in Jahrmillionen angeereicherten Kohlen und Kohlenwasserstoffe durch Verbrennung der Atmosphäre wieder zugeführt, und die in Erzlagerstätten konzentrierten Metalle gehen großenteils nach ihrer Verwendung verloren und verschwinden im Kreislauf der Stoffe.

Gleichzeitig wird in dicht besiedelten Kulturgebieten wie Mitteleuropa immer mehr Land bebaut und damit der forstlichen oder landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Allein in der Bundesrepublik sind es täglich 70 ha oder jährlich 250 Quadratkilometer. Wenn die überbaute Fläche bei uns z. Zt. rund 10% beträgt, so ist bei nur gleichbleibender Entwicklung mit einer Verdoppelung in 100 Jahren zu rechnen. Diese Gebiete sind dem

natürlichen Geschehen weitgehend entzogen und dem Einfluß des Menschen unterworfen, der hiermit aber auch die Verantwortung für ihre Gestaltung als Lebensraum für seine eigene und kommende Generationen trägt. Landschaftsökologie, Raumforschung und Landesplanung stehen hier vor Aufgaben, deren Bedeutung leider noch viel zu wenig in das Bewußtsein der Allgemeinheit eingegangen ist.

Weit stärker als die unmittelbare *Einwirkung des Menschen* auf die Erdoberfläche ist seine mittelbare, indem er der abtragenden Wirkung von Wasser und Wind erhöhte Angriffsmöglichkeiten schafft. Lange Zeit ist diese Einwirkung nur gelegentlich beachtet worden, bis sie in vielen Gebieten zu einer Gefährdung der menschlichen Existenz anwuchs. Ich meine die Vernichtung der natürlichen Vegetationsdecke und die hierdurch ausgelöste Bodenerosion auf der einen Seite, die Zerstörung des natürlichen Wasserhaushaltes auf der anderen. Beide Vorgänge sind in der Sicht des Geologen nichts anderes als die Aufhebung eines Gleichgewichtes, das sich im Laufe von etwa 400 Mill. Jahren auf der Erde herausgebildet hat und das gegenwärtig durch die Tätigkeit des Menschen ins Wanken geraten ist.

Im Devon begann die Eroberung des Festlandes durch die Pflanzenwelt, zuerst durch Sporenpflanzen, dann seit dem Perm durch die Gymnospermen und seit der Kreide durch die heute vorherrschenden Angiospermen. Dies führte zu einer dichten Bedeckung der Erdoberfläche mit Wurzelfilz, Gräsern, Buschwerk und Wald, die hemmend auf Abtragung und Sedimentation wirkte. Klimabedingte Änderungen, etwa Trockenzeiten im Perm und in der Trias, können wir aus den Sedimenten dieser Formationen ablesen. Auch die pleistozäne Eiszeit führte zu Veränderungen in der Vegetation — die eisfreien Gebiete Deutschlands waren von Tundra bedeckt — doch stellte sich nach Wiedererwärmung ein neues Gleichgewicht zwischen Temperatur, Niederschlagsmenge und Pflanzendecke ein. In dieses Gleichgewicht griff der Mensch ein. Riesige Waldgebiete wurden abgeholzt, mit Gras bestandene Steppen unter den Pflug genommen, die schützende Decke der natürlichen Vegetation aufgebrochen. Wind, Regen und fließendes Wasser konnten nunmehr ungehindert eingreifen, die Folge war eine Verstärkung des Abtrages. Hiervon wurden in erster Linie die Böden betroffen, welche die Voraussetzung für pflanzliche Besiedlung und damit auch für Bewirtschaftung und Nutzung darstellen. Die *Bodenerosion* ist damit eines der brennendsten Probleme für Gegenwart und Zukunft geworden. Im Mittelmeerraum begann der Vorgang bereits im Altertum. KURON hat hierüber an dieser Stelle vor acht Jahren eindrucksvoll berichtet. Die Gebirge des Balkans wurden vor allem während des Mittelalters durch übermäßige Beweidung und für die Flotten Venedigs abgeholzt und

der Abspülung preisgegeben, so daß heute nackte Kalkberge die Landschaft beherrschen. Selbst in dem gemäßigten Klima Mitteleuropas hatte die mittelalterliche Rodung verstärkte Abspülung insbesondere der fruchtbaren Lößdecke zur Folge, die in den Auelehmen unserer Flußniederungen wieder abgelagert wurde. Daß die Abspülung heute noch weitergeht, zeigt uns bei jedem Hochwasser die gelbe Farbe von Wieseck und Lahn.

In ungleich stärkerem Maße vollzieht sich diese vom Menschen eingeleitete Umlagerung in den Lößgebieten des Hwang-Ho. Sie waren vor ihrer Besiedlung durch eine Gras- und Walddecke vor der Erosion weitgehend geschützt. Nachdem der Mensch diese schützende Decke beseitigt hatte, konnte das Wasser rasch in tiefen Schluchten einschneiden, und der gelbe Fluß führt alljährlich rund eine Milliarde Tonnen wertvollen Lößes als Schlamm in sein Mündungsgebiet und in das gelbe Meer. Die Namen sprechen für sich!

Riesige Ausmaße nahm die Bodenerosion in den Vereinigten Staaten an, wo nach offiziellen Berichten über 1 Million Quadratkilometer, die vierfache Fläche der Bundesrepublik, von Bodenerosion zerstört, weit größere Flächen von ihr gefährdet sind. Hier vollzog sich dieser Prozeß in einer bisher unbekanntem Schnelligkeit, so daß er zur Katastrophe innerhalb zweier Generationen wurde. Im Jahre 1889 begann die Landnahme des Staates Oklahoma durch weiße Siedler; bisher war er Reservat der Indianer gewesen. Schon 1900 war die Bevölkerung auf 400 000 Menschen angewachsen und das zuvor nur extensiv genutzte Land unter den Pflug genommen. Zunächst brachte es reiche Ernten und ungeahnte Gewinne. Doch schon nach einigen Jahren begann die Zerstörung der Böden, vor allem durch die Westwinde, die sich zu Staubstürmen entwickelten, den gefürchteten „black blizzards of dust“. Als drohende dunkle Wolken wehten sie bis in das atlantische Küstengebiet. Es war der Boden, der ungeschützt dem Angriff der Winde preisgegeben war. Die Söhne, spätestens die Enkel der Siedler, die das Land umgebrochen hatten, mußten es wieder verlassen, als „Godam'd Okies“ zogen sie verarmt durch die Staaten.

Was hier bereits Geschichte geworden ist, hat sich in jüngster Zeit in der Sowjetunion wiederholt. BREBURDA hat hierüber in den Arbeiten unseres Institutes für kontinentale Agrar- und Wirtschaftsforschung eindrucksvoll berichtet. Nach Angaben russischer Fachleute sind allein im europäischen Rußland 500 000 Quadratkilometer der Wassererosion anheimgefallen, eine Fläche, die etwa derjenigen Frankreichs entspricht. Nach einer Schätzung des Bodenkundlichen Institutes der Akademie der Wissenschaften der UdSSR nimmt der Anteil der durch Bodenerosion geschädigten Fläche jährlich um 1% zu, die Erträge sinken in diesen Gebieten um 70 bis 80%. Beim Vordringen der technisierten Landwirtschaft in die Steppengebiete

Sibiriens, die seit 1954 in ungeahnter Schnelligkeit vorangetrieben wurde, waren Winderosion, Austrocknung und letzten Endes Verwüstung im strengsten Sinne des Wortes die Folge. Gleiches wird etwa aus der Türkei oder dem Iran berichtet.

In den dichtbesiedelten Tropen sind es neben technisierter Landwirtschaft, die allerdings mit ihren Monokulturen weniger erosionsanfällige Niederungen und Flachlandsgebiete bevorzugt, die bäuerliche Brandrodung und Wanderwirtschaft, die weite Gebiete nach kurzer Nutzung der Erosion preisgeben. Hemmungsloser Raubbau an Nutzhölzern führt zu dem gleichen Ergebnis. Regengüsse von einer Heftigkeit, wie wir sie in Mitteleuropa nicht kennen, schwemmen die Böden ab, reißen in wenigen Stunden tiefe Schluchten auf und führen im Unterlauf der Flüsse zu Überschwemmungskatastrophen und Überschotterung wertvollen Kulturlandes. Fast immer steht hinter solchen Katastrophen die Vernichtung des Waldes im Einzugsbereich der Gewässer. Auch hier ist der Mensch zwar nicht unmittelbar tätig, doch hat er den Kräften der Natur Angriffsmöglichkeiten verschafft, die es vor seinem Eingriff in die Landschaft nicht oder nur vereinzelt gegeben hat.

Die Vernichtung der natürlichen Vegetationsdecke durch den Menschen hat noch eine weitere, kaum weniger gefährliche Folge als die der Boden-erosion: Die *Zerstörung des natürlichen Wasserhaushaltes*. In unserem gemäßigten Klima mit einigermaßen gleichmäßig über das Jahr verteilten Niederschlägen können wir uns kaum eine Vorstellung von dieser Auswirkung machen, obgleich sie auch bei uns nicht übersehen werden darf: Kahlschläge im südlichen Schwarzwald, die nach Kriegsende auf Weisung der Besatzungsmacht vorgenommen werden mußten, brachten 700 Quellen zum Versiegen. In Teilen des Harzvorlandes sank der Grundwasserspiegel nach den Kahlschlägen im Harz um 2 Meter. Viel stärker ist die Wirkung in Gebieten mit periodischen Niederschlägen, die vom Wald festgehalten und langsam wieder abgegeben werden. Ist er vernichtet, so rinnt das Wasser in kurzer Frist ab, führt allzuleicht zu verheerenden Überflutungen, und bald danach liegen die Flußbetten trocken. In Nicaragua zeigte mir ein alter Farmer solche Trockenbetten, die in seiner Jugend das ganze Jahr hindurch Wasser geführt hatten. Die Abholzung in den Kaffeegebieten Brasiliens hatte Austrocknung von Quellen und Flüssen zur Folge, und die Wasserversorgung der Millionenstädte Lateinamerikas ist zu einem der ernstesten Probleme geworden, nachdem die natürlichen Einzugsbereiche entwaldet waren. Welches Schicksal aber auch bäuerlicher Bevölkerung droht, wenn durch Vernichtung des Waldes Böden und Wasserhaushalt zerstört sind, hat der Haitianer JACQUES ROUMAIN ergreifend in dem Roman seines Heimatlandes „Herr über den Tau“ geschildert. Hier wird

zur grausamen Wirklichkeit, was LEONARDO DA VINCI in einer seiner Visionen vom Untergang der Erde schrieb:

„Die fruchtbare Erde wird keine schwellenden Triebe mehr hervorbringen; die Felder werden nicht mehr im Schmucke des wogenden Getreides stehn; alle Tiere werden sterben, da sie kein frisches Gras mehr abzuweiden finden, auch den räuberischen Löwen und Wölfen und den anderen Raubtieren wird die Nahrung fehlen; und auch den Menschen wird es, nach allen Anstrengungen, geschehen, daß sie das Leben lassen müssen, und so wird die menschliche Fortpflanzung aufhören. Auf diese Weise wird die fruchtbare und fruchtereiche Erde verlassen sein und wüst und trocken daliegen.“

Ohne Wasser ist Leben nicht möglich. Der Bedarf des Menschen an Gebrauchs- und Trinkwasser steigt ständig, nicht nur mit zunehmender Bevölkerungszahl, sondern auch mit zunehmender Höhe seiner Zivilisation und der Notwendigkeit, immer mehr in Trockengebiete als Siedlungsland vorzudringen. In den Industrie- und Großstadtgebieten der Erde reicht das verfügbare Grundwasser bei weitem nicht mehr aus, um diesen Bedarf zu decken. Künstliche Anreicherung durch Versickerung bringt nur begrenzte Ergänzung. Oberflächenwasser, sei es aus Seen, Flüssen oder Staubecken muß in immer stärkerem Maße herangezogen werden. Gleichzeitig werden aber die Gewässer durch Abwasser aus Siedlungen und Industrie in zunehmendem Maße verschmutzt, wie wir in Deutschland innerhalb weniger Jahrzehnte beobachten konnten. Die Reinigung unserer Gewässer wird damit zu einer Grundfrage für die menschliche Existenz gerade in den höchstentwickelten und dichtest besiedelten Gebieten der Erde.

Ein anderes Problem ist die Wasserversorgung der Trockengebiete. Auf Grund der Bestimmung radioaktiver Isotope weiß man, daß die in den Oasen zutage tretenden oder durch Brunnen erschlossenen Wässer zum Teil fossil sind, d. h. aus der geologischen Vorzeit stammen. So konnte nachgewiesen werden, daß die Wasservorräte im Untergrund der Ost-Sahara vor 25 000—35 000 Jahren in einer Zeit verstärkter Niederschläge, einem sogenannten Pluvial, gefallen sind. Seit dem mittleren Reich Ägyptens werden sie aufgezehrt, ein Bodenschatz, der eines Tages verbraucht sein wird. Auch hier stehen wir vor der Tatsache, daß der Mensch der Natur mehr abfordert, als sie aus ihren natürlichen Quellen zu geben vermag.

Kein Kontinent ist von den Einwirkungen des Menschen auf Boden und Wasser, die beiden Grundlagen unseres Lebens, verschont geblieben. Die Auswirkungen sind verschieden stark, am bedrohlichsten in Gebieten wechselnder Regen- und Trockenzeiten und solchen mit dichtester Besiedlung. Die Probleme, die sich hieraus ergeben, müssen zu ernster Sorge Anlaß

geben, wenn man sich die bisherige und voraussichtliche *Entwicklung der Bevölkerung* vor Augen führt: 1,6 Milliarden im Jahre 1900 stehen gegenwärtig etwa 3,5 Milliarden gegenüber, und bis zum Jahre 2000 ist mit einer weiteren Verdoppelung der Erdbevölkerung zu rechnen. Das bedeutet, daß statt 11 Einwohnern auf den Quadratkilometer um 1900 zu Beginn des nächsten Jahrtausends 46 Bewohner zu zählen sein werden. Das bedeutet aber zugleich, daß auch die letzten Landreserven aufgebraucht sein werden, daß damit die Schutzwirkung der natürlichen Vegetation weitgehend ausgeschaltet sein wird, daß die Versorgung mit Trink- und Gebrauchswasser aus den natürlichen Süßwasservorräten nicht mehr möglich sein wird. Während heute nach optimistischen Schätzungen nur 35—40% der Menschheit ausreichend ernährt sind, 50% knapp oder falsch und 10—15 Prozent hungern oder in hohem Maße unterernährt sind, muß sich das Verhältnis zwangsläufig zum Schlechten verschieben, wenn die Bodenverwüstung in bisherigem Ausmaße weitergeht und es nicht gelingt, ihr energisch Einhalt zu gebieten.

Mit Recht wird aus medizinischer und biologischer Sicht mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß Überbevölkerung und Bevölkerungsexplosion die entscheidenden Menschheitsprobleme sind. Aus der Sicht des Erdwissenschaftlers muß aber ebenso eindringlich gesagt werden, daß der Mensch mit zunehmender Siedlungsdichte und der Zerstörung des Gleichgewichtes im Haushalt der Natur sich selbst seiner physischen Lebensgrundlagen beraubt. Der Ruf, der etwa von jener vieldiskutierten Tagung der Ciba-Foundation in London 1962 ausging, darf nicht überhört werden: „Wir müssen der Welt bewußt machen — sagte damals JULIAN HUXLEY —, daß die Zukunft der Menschheit gefährdet ist. Wenn die gegenwärtigen Tendenzen ungesteuert bleiben, wird der Mensch schließlich zum Krebsgeschwür unseres Planeten anstatt zum Führer und Lenker seiner weiteren Evolution.“ Wir stehen damit vor der Frage, ob und wieweit eine solche Lenkung möglich ist. Ich möchte sie in drei Teilfragen untergliedern, die ich als die wissenschaftliche, die technische und die politisch-soziale bezeichne.

Die *wissenschaftliche Frage* zielt darauf, ob die vom Menschen im Haushalt der Natur verursachten Schäden in ihren Verflechtungen erkannt werden können und ob aus einer solchen Diagnose die nötigen Anweisungen für Vermeidung oder Heilung gegeben werden können. Sie ist grundsätzlich wohl zu bejahen. In der Erkenntnis der Schäden hat sich, insbesondere in den Ländern einer längeren Tradition europäischer Kultur, aus der Naturschutzbewegung heraus der Gedanke einer systematischen Landschaftspflege und Landschaftsgestaltung entwickelt. Ihre Durchführung stellt allerdings sehr hohe Anforderungen an die Wissenschaft. Vor allem muß sie auf eine enge Berührung und Zusammenarbeit aller Erdwissen-

schaften, der physikalischen, biologischen, sozialen und auch der historischen Wissenschaften gegründet sein. Welche Maßnahmen zur Reinerhaltung unserer Seen und Flüsse notwendig sind, hat die in Deutschland durch AUGUST THIENEMANN zu führender Stellung entwickelte Limnologie zeigen können. Die Erscheinung der Bodenerosion und ihre Abwehrmöglichkeiten wurden beispielhaft unter Leitung von KURON am hiesigen Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung erforscht, die deutsche Forstwirtschaft ist besonders durch ihre Leistungen im 19. Jahrhundert zum Vorbild für viele zivilisierte Länder geworden, und wie man Bedürfnisse des Verkehrs mit Pflege der Landschaft in Einklang bringen kann, hat uns ALWIN SEIFERT beim Bau der Autobahnen gelehrt. Viele Einzelfragen, vor allem in den für die menschliche Zukunft so entscheidenden Tropen und Subtropen, bedürfen noch der gründlichen Untersuchung in gemeinsamer Arbeit, doch scheint mir die entscheidende Erkenntnis auch hier bereits gewonnen zu sein, daß wir die Natur als Einheit zu betrachten und zu achten haben, aus der man nicht willkürlich Teile herausbrechen kann, ohne das Ganze zu schädigen.

Auch die zweite Frage, die ich als die *technische* bezeichnete, kann man im Grundsatz wohl bejahen. Manche Schutzmaßnahmen wie Terrassenbau und künstliche Bewässerung sind uralte, andere wurden insbesondere unter dem Eindruck der verheerenden Bodenerosion und Austrocknung entwickelt. Genannt seien: Streifenbau, Konturpflügen, Mulchverfahren, Anbau von Deckfrüchten, Windschutz durch Hecken und Waldstreifen, Wasserableitung und vor allem Konservierung des Waldes. Einige Beispiele mögen dies erläutern:

Die westindische Insel Barbados gehört mit rund 550 Einwohnern auf den Quadratkilometer zu den dichtest besiedelten Gebieten der Erde. Zugleich hat sie mit 3% die höchste jährliche Zuwachsrates der Bevölkerung. Auf dieser Insel war ein Gebiet von rund 50 Quadratkilometern durch Bodenerosion in einen scheinbar hoffnungslosen Zustand geraten. Den Bemühungen zunächst der englischen Kolonialverwaltung, dann der autonomen Regierung ist es gelungen, dies Gebiet weitgehend zu planieren, die starken Rutschungen zum Stillstand zu bringen und das Land unter Kultur zu nehmen.

In Israel konnte in der Zeit von 1948 bis 1962 das kultivierte Land von 0,1 Mill. ha um das achtfache auf 0,8 Mill. ha vergrößert werden. In der gleichen Zeit wurden 60 Millionen Bäume gepflanzt und 54 000 ha Waldland geschaffen.

Im tropischen Regenwald Afrikas hat sich erwiesen, daß eine kombinierte land- und forstwirtschaftliche Nutzung nicht nur die Böden schont, sondern auch eine Wirtschaftsform darstellt, welche durch Erschließung neuer

Erwerbsquellen die soziale Entwicklung der Bevölkerung fördern kann, ohne diese aus ihrer gewohnten Umwelt herauszureißen.

Im größten Maßstabe schließlich haben die Bemühungen des „Soil and Water Conservation Service“ in den Vereinigten Staaten gezeigt, daß schon innerhalb von Jahrzehnten entscheidende Erfolge erzielt werden können.

Die genannten Beispiele führen uns zur dritten und, wie mir scheint, heute wichtigsten Frage, der *politisch-sozialen*. Immer ist es der Mensch, sei es als Individuum, sei es in der Gemeinschaft der Sippe, des Dorfes oder im Verbands der Staaten, der die Erkenntnisse der Wissenschaft und die Möglichkeiten der Technik in die Tat umzusetzen hat. Hierzu bedarf es verantwortungsvoller Lenkung durch Gesetzgebung und Exekutive, des Einsatzes erheblicher Mittel, langfristiger, durch politische Einflüsse nicht unterbrochener Planungen und vor allem der Einsicht eigentlich der ganzen Bevölkerung. Die Erfolge des „Soil and Water Conservation Service“ waren nur dadurch möglich, daß das gesamte amerikanische Volk darüber aufgeklärt wurde, was Boden- und Wassererhaltung für seine Existenz bedeuten, und daß die Farmer sich freiwillig den Anweisungen der landwirtschaftlichen Berater unterwarfen. Die Leistungen Israels im Wiederaufbau einer der Wüste anheimgefallenen Landschaft dürften einmalig in der Geschichte sein, und mit Recht waren die jungen Landwirtschaftsingenieure, die auf Barbados die rekultivierten Flächen einer Geologenexkursion vorführten, stolz auf die Erfolge ihrer Tätigkeit. Leider steht aber diesen hoffnungsvollen Ansätzen zu einer aufbauenden Tätigkeit menschlicher Gemeinschaften auch viel Versagen gegenüber.

Auch hierfür einige Beispiele, die mir symptomatisch zu sein scheinen: Seitdem die interamerikanische Straße die von dichtem Wald bestandene Cordillera de Talamanca in Costa Rica überquert, wird hier entlang der Straße zur Gewinnung von Bauholz und Holzkohle ohne jede Forstwirtschaft gerodet, obgleich ein Gesetz ausdrücklich die Abholzung beiderseits der Straße verbietet. Als ich den verstorbenen Ehrendoktor unserer Naturwissenschaftlichen Fakultät, Ing. FEDERICO GUTIÉRREZ, hierauf ansprach, sagte er resigniert, dies sei bekannt, doch seien hieran führende Kreise beteiligt. Es bedürfe einer generationenlangen Erziehung der Bevölkerung, bevor sie die Bedeutung des Waldes erkenne und achte.

Durch Zentralamerika zog vor wenigen Jahrzehnten ein geschlossener Gürtel von Kiefernwäldern von Mexico über Guatemala bis an die atlantische Küste von Honduras und Nicaragua. Er ist weitgehend dem Raubbau zum Opfer gefallen. 1942 lieferte Honduras erstmalig 127 000 Quadratfuß Kiefernholz, 1950 waren es 42 Millionen. Das Land aber trocknet aus oder fällt der Bodenerosion anheim. Der einmalige Gewinn aus dieser

Zerstörung fließt in einige wenige Taschen. Geradezu unfassbar erscheint die Tatsache, daß kürzlich inmitten des tropischen Regenwaldes von Brasilien ein Stahlwerk errichtet wurde, das auf der Basis von Holzkohle arbeitet. Um seinen Bedarf zu decken, wurden 700 000 Quadratkilometer Waldland erworben, die abgeholzt werden und damit der Zerstörung anheimfallen. Das ist ein Gebiet von fast der dreifachen Größe der Bundesrepublik Deutschland.

In den meisten Ländern Lateinamerikas spielen die sogenannten Recursos Naturales, die natürlichen Reichtümer des Landes, eine große Rolle in der Sprache aller Politiker, und auf den Karten gibt es zahlreiche Naturschutzgebiete. Besucht man sie, so trifft man meist auf unbehinderte Brandrodung mit allen ihren Folgen für Wasserhaushalt und Bodenerosion. Erst der katastrophale Trinkwassermangel insbesondere der Hauptstädte, in denen sich das politische Leben konzentriert, läßt in jüngster Zeit mehr Sorgfalt in der Pflege des Bodenschatzes Wasser erkennen.

Schließlich sei nicht vergessen, daß auch wir uns trotz aller amtlichen und privaten Bemühungen um Naturschutz und Landschaftspflege immer noch an der Natur unserer Heimat vergehen. Ich brauche nur auf die unkontrollierten Müllablagerungen in der Umgebung Gießens zu verweisen, die gewiß nicht für die Disziplin der Bewohner sprechen; oder es sei daran erinnert, daß unsere Bäche und Flüsse zu Abwasserleitern degradiert sind, daß unsere Luft gebietsweise durch Kraftfahrzeuge und Industriegase bis an die Grenze der Gesundheitsschädigung verunreinigt wird und daß Maßnahmen des Wasserbaues an unseren Strömen zu gefährlicher Absenkung des Grundwasserspiegels und Austrocknung des Landes geführt haben.

An Hand einiger Beispiele aus dem endogenen und exogenen geologischen Geschehen habe ich versucht aufzuzeigen, daß der Mensch trotz aller Erfolge in der Beherrschung der Natur doch ihren Kräften unterworfen ist. Wo er diese Tatsache nicht berücksichtigt, sei es aus Unkenntnis, sei es aus Gleichgültigkeit oder Gewinnsucht, kann sich das Wirken der Natur zur Bedrohung seiner Existenz auswirken. Naturkatastrophen wie Vulkanausbrüche, Erdbeben und Überschwemmungen sind meist räumlich und in ihren Auswirkungen begrenzt, so schwerwiegend sie für die unmittelbar Betroffenen sein mögen. Viel gefährlicher sind die, ich möchte sagen, schleichenden Einwirkungen und Schädigungen, die der Mensch seiner eigenen Existenzgrundlage, der Erdoberfläche mit ihrem Boden, ihrem natürlichen Pflanzenkleid, ihrem begrenzten Vorrat an Oberflächen- und Grundwasser zufügt. Von ihnen berichtet keine Tagespresse in Schlagzeilen. Diese Schädigungen stellen eine wirkliche Bedrohung unserer physischen Existenz dar, die sich in unserem gemäßigten Klima nicht so augenfällig darbietet, die in

den Tropen und Subtropen und in den semiariden Gebieten der kühlgemäßigten Zonen aber schon heute zu ernstesten Problemen geführt hat. Hier zu retten, was noch zu retten ist, durch geeignete Kulturmaßnahmen Schäden zu beseitigen, vor allem vorbeugend zu wirken, ist eine Aufgabe von erdweiter Bedeutung. Es ist eine vielfache Aufgabe, zunächst des Erkennens mit den Methoden der Wissenschaft, des Bekämpfens mit den Möglichkeiten der Landschaftspflege und Landschaftstechnik und vor allem eine Erziehungsaufgabe zum Wissen um die Verflechtungen im natürlichen Geschehen auf unserer Erde, zur Achtung vor der Natur, für die wir mit zunehmender Beherrschung auch die Verantwortung tragen. So sehe ich auch gerade in den Arbeiten unserer Justus Liebig-Universität in den Tropen und Subtropen einen Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe, der wir uns trotz aller Sorgen und Schwierigkeiten daheim nicht entziehen dürfen.

Nachwort und Schriftenhinweise

Bei der Ausarbeitung des Vortrages mußte ich feststellen, daß der hier angeschnittene Problembereich in der geologischen Fachliteratur erstaunlich wenig in Erscheinung tritt. Dies mag daran liegen, daß der Geologe sich im allgemeinen nur für Dinge interessiert, die Jahrmillionen zurückliegen. Wo er in der Praxis, sei es bei der Erschließung von Lagerstätten oder Grundwasser, im Bauwesen, im Küstenschutz oder in der Planungsarbeit sehr entscheidend mit den Beziehungen seines Faches zum Menschen zu tun hat, finden seine Arbeitsergebnisse in unveröffentlichten Gutachten oder Spezialstudien ihren Niederschlag.

Es ist das Verdienst vor allem von K. VON BÜLOW und H. HÄUSLER, eindringlich auf die Probleme und auf die Aufgaben hingewiesen zu haben, die sich hier dem Geologen stellen. Eine Äußerung von BÜLows, die alarmierend wirken sollte, ist aber an so verborgener Stelle erschienen, daß sie im Wortlaut wiedergegeben sei:

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

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

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

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

(in: HÄUSLER, 1959, S. 163—164)

Die Liste der mir in die Hand gekommenen neueren Arbeiten von Geologen zu unserem Thema ist aus den genannten Gründen kurz, sie kann durch das ausführliche Schriftenverzeichnis von HÄUSLER (1959) ergänzt werden. Er hat auch zu der historischen Entwicklung der Anschauungen seit Begründung der Geologie Stellung genommen.

- v. BÜLOW, K.: An-aktualistische Wesenszüge der Gegenwart. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 105, 183—202, Stuttgart 1953.
- v. BÜLOW, K.: Der Ort des Menschen in der Erdgeschichte. — Universität, 15, 989—998, Stuttgart 1960.
- DITTMER, E.: Der Mensch als geologischer Faktor an der Nordseeküste. — Eiszeitalter und Gegenwart, 4/5, 240—245, Öhringen 1954.
- FISCHER, E.: Der Mensch als geologischer Faktor. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 67, 106—148, Stuttgart 1916.
- GISSLER, A.: Trockengebiete der Erde und die Methoden ihrer systematischen hydrologischen Erschließung. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 113, 30—36, 1961.
- HÄUSLER, H.: Das Wirken des Menschen im geologischen Geschehen. — Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz, 163—315, Linz 1959.
- KETTNER, R.: Der Mensch als geologischer Faktor. — In „Allgemeine Geologie“, Bd. IV, S. 294—327, Deutsche Ausgabe, Berlin 1960.
- KNETSCH, G.: Über das Verhältnis des Menschen zur Erde und ein 25 000 Jahre altes Grundwasser. — Würzburger Universitätsreden, 30, 1961.
- KNETSCH, G., CHATA, A., DEGENS, E. T., MÜNNICH, K. O., VOGEL, J. C. und SHAZI, M. M.: Untersuchungen an Grundwässern der Ost-Sahara. — Geol. Rundsch., 52, 587—610, Stuttgart 1962.
- LOTZE, F.: Notizen zur Aktuo-Geologie. — N. Jb. Geol. Paläont. MfH (laufend).
- MCBIRNEY, A. R.: Predicting volcanic eruptions. — Discovery, 27, 21—25, 1966.
- REINECK, H. E.: Die Orkanflut vom 16. Februar 1962. — Natur und Museum, 92, 151—172, Frankfurt 1962.
- SAPPER, K.: Vulkankunde. — Stuttgart 1927.
- SHERLOCK, R.: Man as a geological agent „An account of his action on inanimate nature“, London 1922.

Sehr viel reichhaltiger ist das Schrifttum aus der Feder von Geographen, Bodenkundlern und Biologen, die sich mit dem Verhältnis des Menschen zur Natur und damit auch zur Erde befassen. Hier kann nur eine Auswahl aus den Arbeiten genannt werden, denen ich Anregungen und Material verdanke:

- ANONYMUS: Soil erosion by wind and measures for its control on agricultural lands. — Rome 1960.
- ANONYMUS: Landschaftspflege und Landschaftsaufbau in Israel. — *Natur und Landschaft*, 38, 1—7, 1963.
- ANONYMUS: Internationale Hydrologische Dekade. Deutsches Forschungsprogramm. Deutsche Forschungsgemeinschaft. Bad Godesberg. Ohne Jahresangabe.
- BAUER, L. und WEINITSCHKE, H.: *Landschaftspflege und Naturschutz*. — Jena 1967.
- BENNETT, H. H.: *Elements of Soil Conservation*. — New York & London 1947.
- BREBURDA, J.: Bodenerosionsschäden in der Sowjet-Union. — *Natur und Landschaft*, 40, 81—87, 1965.
- BREBURDA, J.: Bedeutung der Bodenerosion für die Auswirkung der landwirtschaftlichen Nutzung von Böden im osteuropäischen und zentralasiatischen Raum der Sowjetunion. — *Gießener Abh. zur Agrar- u. Wirtschaftsforsch. d. europ. Ostens*, 34, Wiesbaden 1966.
- FELS, E.: *Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde*. — Stuttgart 1954.
- GRACANIN, Z.: Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroatien. — *Gießener Abh. z. Agrar- u. Wirtschaftsforsch. d. europ. Ostens*, 21, Gießen 1962.
- HAHN, K. u. a.: Bodenerhaltung und Wasserbewirtschaftung in den USA. — *Ber. über Studienreisen im Rahmen der Auslandshilfe der USA*, H. 101, Frankfurt a. M. 1956.
- HELBIG, K.: *Waldverwüstung in Zentralamerika*. — *Kosmos*, 55, 189—195, Stuttgart 1959.
- HESMER, H.: *Der kombinierte land- und forstwirtschaftliche Anbau. I. Tropisches Afrika*. — *Wiss. Schriftenreihe des Bundesministeriums f. wirtschaftliche Zusammenarbeit*, Stuttgart 1966.
- HUXLEY, J.: Die Zukunft des Menschen. Aspekte der Evolution. — In „Das umstrittene Experiment: Der Mensch“, München und Basel 1966.
- JUNG, L.: Beobachtungen und Untersuchungen über Bodenerosion in Thrazien und West-Anatolien. — *Z. f. Kulturtechnik*, 3, 337—355, 1962.
- KELLER, R.: *Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes*. — Berlin 1961.
- KNAPP, R. (Herausgeber): *Weide-Wirtschaft in Trockengebieten*. — *Gießener Beitrag zur Entwicklungsforschung, Reihe I, 1*, Stuttgart 1965.
- KURON, H.: Bodengeschichte. Antrittsrede anlässlich der Rektoratsübergabe am 2. Dezember 1959. — *Nachr. Gießener Hochschulgesellschaft*, 29, 40—55, Gießen 1960.
- LAUER, W.: *Vegetation, Landnutzung und Agrarpotential in El Salvador*. — *Schriften Geogr. Inst. d. Univers. Kiel*, 16, H. 1, Kiel 1956.

- LOUIS, H.: Geomorphologische Wirkungen des Menschen. — In „Allgemeine Geomorphologie“, S. 272—279, Berlin 1960. (Umfangreiches Schriftenverzeichnis.)
- MÄGDEFRAU, K.: Die Vegetation der Erde einst und jetzt. — „Stahl und Eisen“, 84, 1648—1655, Düsseldorf 1964.
- MATTERN, H.: Gras darf nicht mehr wachsen. 12 Kapitel über den Verbrauch der Landschaft. — Bauwelt Fundamente, 13, 1964.
- MENSCHING, H.: Die Entstehung der Auelehmdecken in NW-Deutschland. — Proc. 3th intern. Congr. of Sedimentology, 193—210, Groningen — Wageningen 1951.
- MENSCHING, H.: Bodenerosion und Auelehmdeckerbildung in Deutschland. — Deutsche Gewässerkundliche Mitt. 1957.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Die Bodenerosion durch Wasser in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern. — In „Wasser und Boden in der Landschaftspflege“, S. 17—48, Ratingen.
- NACHTSHEIM, H.: Übervölkerung, Zentralproblem der Welt. — Bild der Wissenschaft, 4, 1, 1967.
- SCHWABE, G. H.: Ökologische Perspektiven der Entwicklungshilfe. — Der überorganische Faktor in der Biosphäre. — Natur und Landschaft, 35, 177—181, 1960.
- SCHWENKEL, H.: Die moderne Landschaftspflege, ihre Leitgedanken, ihre wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung. — Studium Generale, 3, 232—246, Berlin — Göttingen — Heidelberg 1950.
- SEIFERT, A.: Ein Leben für die Landschaft. — Düsseldorf — Köln 1962.
- THIENEMANN, A.: Vom Gebrauch und Mißbrauch der Gewässer in einem Kulturlande. — Archiv für Hydrobiologie, 45, 557—583, 1951.
- TICHY, F.: Die vom Menschen gestaltete Erde. — Die Erde, 91, 241—257, Berlin 1960.
- TROLL, G.: Waldverwüstung und Wasserhaushalt. — Decheniana, 103, 7—17, Bonn 1948.
- WEITZENBERG, H.: Wasser- und Bodenerhaltung in Afrika. — Schriftenreihe zum Handbuch der Entwicklungshilfe, H. 6, Baden-Baden und Bonn 1962.

