

WÜRZBURGER UNIVERSITÄTSREDEN

Heft 30

Druck: Andreas Staudenraus Universitäts-Druckerei Würzburg

GEORG KNETSCH

ÜBER DAS VERHÄLTNIS
DES MENSCHEN ZUR ERDE UND EIN
25000 JAHRE ALTES GRUNDWASSER

REDE ZUM STIFTUNGSFEST
DER
JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
ZU WÜRZBURG
AM 10. MAI 1961

Hochansehnliche Festversammlung!

Das Thema dieser Stunde soll ein weites Feld überbrücken und einige Stockwerke zwischen Beobachtung, Deutung und Anschauung, zwischen Erdgeschichte, Materie und Menschheitswegen. Ich glaube aber, daß die Komponenten dieser Betrachtung einander nicht so fern sind, wie es zunächst scheinen mag.

Die folgenden Darlegungen spielen um ein „Vermögen“ in des Wortes doppelter Bedeutung und seine Grenzen; sie gliedern sich in drei Kapitel:

1. Betrachtungen über ein vergangenes und vergehendes Stück der Wanderung und die derzeitige Funktion des Menschen in der erdgeschichtlich definierbaren Natur,
2. einen knappen Forschungsbericht über die Geologie eines Grundwassers in einer Region, die zum Wasser ein besonderes Verhältnis hat und
3. wenige allgemeine Folgerungen aus den beiden ersten Abschnitten.

Ich will also versuchen, das bei Gelegenheit unseres Stiftungsfestes übliche Fach-Thema in einen breiteren Rahmen zu stellen. Hintergrund der Komposition mag das Verhältnis der Universitas Litterarum zu einem ihrer Fachgebiete sein, darüber hinaus aber ein Blick von dieser Fachwissenschaft auf ein die Menschheit betreffendes, ja sie lange Zeit determinierendes Erdgeschehen.

Dabei geht es um mehr als die platte, manchmal parasitäre Abhängigkeit des Menschen von seinem materiellen Substrat, der steinernen Kugel, die ihm „durch das Weltall trägt und ihn ernährt“.

Ihr Verständnis mag dadurch etwas erschwert sein, daß ich mich mit Worten allein begnügen muß, bevorzugen doch Naturwissenschaftler gemeinhin Vorträge mit Symbolen oder Chiffren, von der chemischen oder mathematischen Formel über Kurve, Zeichnung und Profil bis zum Lichtbild, also vom Sinnbild bis — in einer immer stärker dem Auge vertrauenden Zeit — zur Vorspiegelung eines Zustandes, dem optischen „Für-wahr-sagen“, wenn man will.

In einer Zeit, in der — charakteristisch für die moderne Scheidung des Menschen vom herkömmlichen Gestern und von der Erde schlechthin — der Mensch es unternimmt, auch materiell in außerirdische Bereiche vorzustoßen und sich damit auf einen Weg begibt, der ihn in ein neues Verhältnis zu unserem Planeten und vielleicht sogar zu

anderen Denk- und Anschauungssystemen führen mag, in einer solchen Zeit erscheint es angebracht, einmal zu verharren und vom Standpunkt einer Erdwissenschaft aus unseren bisherigen Weg zu überblicken, Rücksicht zu üben in des Wortes ursprünglichster Bedeutung, wie Vorschau oder Vorsicht.

Ausgangsbasis sei die Erdgeschichte selbst und ihre menschliche Interpretation. Diese rechnet mit einer historischen Entwicklung der geologischen Erde und sieht Zustände als Ergebnisse von Vorgängen, den Stein als Fülle tatsächlicher oder möglicher Vergangenheiten, oder wenn Sie wollen Schicksale. Saxa loquuntur.

Dieser Planet Erde ist nach unserem heutigen Wissen etwa 4,5 Milliarden Jahre alt, er scheint also mindestens in seiner jetzigen Form endlich. In diesen ahnbaren $4,5 \text{ mal } 10^9$ Jahren ver- und entwickeln sich die uns greifbaren, begreifbaren geologischen Vorgänge in einem System ohne inneres Gleichgewicht, wesentlich in Gang gehalten durch gravitative und thermische Abläufe. Ein Wirrsal komplexer Kausalitäten, das keine Ratio ganz wird entwirren können.

Die Bildung der steinernen Erdhaut und die Entstehung von Ozeanen gemäßiger Temperatur — sie sind vielleicht das Charakteristikum dieser Erde gegenüber anderen Planeten — erlaubten die Entstehung oder Entwicklung des Lebens irdischer Art. Die Organismen wuchsen aus dem gleichen Stoff, wie unsere Meere und Berge, sind gekommen, Gott weiß woher, sind gegangen, und vielfach blieb keine Spur von ihnen außer einem unbestimmbaren Restchen Kohle oder einem Ab-Druck im steinernen Geschichtsbuch der Erde.

1,5 Milliarden Jahre zählen die uns heute bekannten ältesten Kohlespuren. Seitdem sind Lebensgemeinschaften über die Erde gegangen und haben ihre Hülle belebt und manchmal modifiziert.

Vor wenigen hunderttausend Jahren kam der Mensch. Durch ihn wurde die Erde sich ihrer selbst bewußt, als irgendwann der Schritt aus der von der Umgebung bestimmten Vorgeschichte zu dem erfolgte, das wir Geschichte nennen.

Diese Initialzündungen des Geistes lassen sich, geologisch begriffen, fast gleichzeitig in einem schmalen Streifen der alten Welt datieren, und zwar anscheinend dort, wo schärfste irdische Oberflächenspannung zwischen Trockenheit und Wasserüberfluß herrschte.

Die sich im jährlich überschwemmten Tal zwischen tödlichen Wüsten entwickelnde Landwirtschaft verlangte astronomische Prognose und geometrische Grenzziehung, schließlich Verwaltung und Schrift.

Frühe geschichtliche Daten überschneiden sich mit geologischen Zeiten. Sie unterscheiden sich von der geologischen Zeitrechnung nur durch den verschiedenen Maßstab. Die Geologie lebt auch heute. Was

unsere kurzlebigen Augen als Landschaft sehen, ist ein Momentbild aus dem über Menschenmaß langsamen Wogen und Zerfließen der Gebirge, aus dem Wellenschlag des flachen Landes, aus vorstoßendem und weichendem Meer, aus dem Wandel der Vegetation und der Entwicklung der Tierwelt.

Menschen und Kulturen fluteten im kleinmaßstäblichen Modell der Leitfossil-Wellen erdgeschichtlicher Epochen über die Erde, zunächst unter dem Druck und im Gefälle äußerer Anlässe, Klimaschwankungen, irdischer Katastrophen, übermächtiger Populationen. Wir sind seit Urzeiten auf der Fahrt durch Raum und Zeit, früher getrieben von höherer Gewalt, später immer häufiger mit Willen, Mut und Übermut.

Sintflutsagen und Atlantis geschichten sind Zeugen der dämonischen Gewalt übermächtiger Naturereignisse eines frühen Abschnittes des Menschheitsweges, als plötzliche Katastrophen überliefert, in Wirklichkeit wohl meist über Generationen hin wirkend.

Die Sintflut- und Atlantis geschichten ragen unmittelbar hinein in das kurze Kapitel exakter Forschung, um das diese Betrachtungen spielen. Sie erklären sich wohl so:

In den Kalt-Zeiten unseres geologischen Gestern sogen die Eiskalotten der Pole und hohen Gebirge ganze Schelfmeer leer. Der Mensch dieser Zeiten folgte dem zeitweilig über 150 m sinkenden und mancherorts 100 km weit zurückweichenden Meer. Und als das Eis zu schmelzen begann in neuer Erwärmung des Klimas, wurden in ein paar Dutzend Menschenaltern die im jungen Flachlande Wohnenden wieder aus der gewohnt-gewordenen Heimat vertrieben, von Sturmfluten des vordringenden Meeres und — wie es scheint — in ungeheuerlichen Regenperioden. Das geschah an allen Küsten der Erde.

Daß sich diese Angst in Erzählungen niederschlug, die, wo immer Menschen lebten, von Generation zu Generation weiterberichtet wurden, ist begreiflich. Für diese Vorgänge aber haben wir jetzt vielleicht Zeugen. Ich meine damit nicht die mißverstandenen Schlamm-schichten des Zweistrom-Landes.

Gewiß kannte man die vom Meere aus dem ertrunkenen Vorstrand in Strandwällen zusammengefügten Massen von Steinwerkzeugen früher Kulturen — ich habe vor Jahren einmal darüber berichtet — aber nun erhebt sich der Verdacht, daß z. B. die großen Dünenstreifen unserer afrikanischen Wüsten sich damals aus der trockenfallenden Schelfregion in Bewegung setzten und zuletzt seit 50 000 bis 60 000 Jahren die Wüsten in breiten Kolonnen erobernd datierbar ins Land hineinwandern (mehrmal, zur Zeit der großen Regen machten

sie halt), und nun — hier an dieser Stelle wird zum ersten Male darüber berichtet — glauben wir auch Zeugen zu haben für die katastrophalen Regengüsse einer Zeit, die etwa dem Ausklang des Würmglazials entspricht, Zeugen von den leergelaufenen Grundwasserspeichern, deren Inhalt dem weichenden Meere gefolgt war und die dann in sintflutartigen Niederschlägen wieder aufgefüllt wurden, von der Luft, die in den Wasserspeichern durch die neu eindringenden Wasser gefangen, ihren Sauerstoffgehalt verlor und die heute sprudelnd ihre Restbestände fast reinen Stickstoffs austreten läßt.

Ich komme auf solche geologischen Neuigkeiten zurück, sobald ich dieses Vorspiel einer Ortung des Menschenweges in der Nebelkammer seiner Vergangenheit zu Ende skizziert und eine Brücke der angedeuteten geologischen Ereignisse zu aktuellster Politik geschlagen habe. Und dazu gehört der Schritt des Menschen vom passiven Lebewesen zum bewußten Faktor der exogenen geologischen Dynamik, wie wir die geologischen Vorgänge an der Grenzfläche der festen Erde nennen.

Den Schritt in die Geschichte bezeichnet der menschliche Widerstand gegen die anonyme Gewalt der Natur. Wir nennen ihn „Technik“.

Und hier zeigt sich etwas in der geistigen Evolution, das wir auch in der anorganischen Natur kennen und Relaxation nennen. Indem der Mensch sich wehrt, versucht er sich außerhalb der Natur zu stellen, er schießt über das Ziel hinaus, oder er erreicht es mit Verzögerung, die geistige Anpassung ist langsamer als der Intellekt.

Erst spät in diesem Prozeß nämlich kam die Einsicht, daß wir uns auch in der Analyse natürlicher Gegebenheiten nicht außerhalb dieses mütterlichen Komplexes stellen können. Auch der Mensch ist dem Gesetz untertan, selbst dann, wenn wir die Natur im Rahmen des Möglichen, der Facultas, d. h. des Natürlichen umgestalten. Nicht einmal in unserem objektivsten Bemühen können wir uns von ihr abstrahieren. Daß wir trotzdem der Mittelpunkt unserer Welt bleiben, steht auf einem anderen Blatt.

Aber zurück zu unserem Thema.

Man kann die Ereignisfolge der Erdgeschichte, das Nacheinander in der Zeit als einsinnige Evolution, als Kreislaufsystem oder als Spiralgänge deuten. Wir konnten aber zunächst die geologische Vergangenheit nur unter der Annahme begreifen, daß sich zu jeder Zeit der Erdgeschichte Gesteine gebildet haben, die sich auch heute bilden. Wir nennen diese retrospektive Anwendung rezenter Erfahrung das „aktualistische Prinzip“ und betrachteten zunächst anorganisches Geschehen unter diesem Aspekt. An das Anorganische schließt sich

organische Entwicklung an. In ihrem Bereich gelten jedoch auch anaktualistische Grundsätze. Das heißt, daß spätestens mit dem Organismus ein neues, progressives, individuell geprägtes Prinzip erscheint, die sanfte Gewalt der Biosphäre. Sie verändert mindestens örtlich und streckenweise den Stoffhaushalt der Erde in der Zeit.

So gibt es alte und moderne Ursachen oder Einflüsse auf geologisches Geschehen. Unter sie, unter diese Evolution fällt der vielfältige und bewegliche Standort des Menschen auf der Erde. Er kann auf mehreren Ebenen beleuchtet werden.

Den geistigen Bereich deute ich nur an:

Das Gesteinsmaterial dieser Würzburger Residenz ist Keupersandstein vom Faulenberg bei Würzburg. Er entstand als ein komplexes Produkt suprakrustaler Stoffumlagerung vor etwa 160 Mio Jahren. Der Mensch nahm dieses Material aus „dem Geschichte“ und verlieh ihm einen neuen Sinn, ohne ihm den alten ganz rauben zu können.

Derartige Betrachtungen unserer Behausungen, Werkzeuge und Schmuckstücke, ganz allgemein das Studium der Charaktergesteine unserer Städte und Zeiten, sind desto anregender, je mehr man die Materie als Dokument ansieht.

Ein Gebäude kann also Keupersandstein sein, Geologie, Balthasar Neumann, Peter Wagner, Substrat für Tiepolo, Fassung für Mozart oder ein Universitätsfest; Geschichte, Ästhetik, Sentiment, Kontemplation, ja Erinnerung an gemeinsame Wurzeln. Saxa loquuntur, in vielen Sprachen.

Die Technik als Evolutions-Spitze des Menschen scheint von vitalerer Bedeutung; der Weg des Menschen in der Geologie ist nämlich heute zur Funktion geworden.

Daß die Biosphäre den anorganischen Vorgang der Geologie modifizieren kann, wurde bereits angedeutet. Zum ersten Male tat das die Vegetation, als sie das Festland eroberte, vor 300 Mio Jahren. Spätere Kapitel dieses Bereiches überspringe ich.

Heute hat der Mensch eine aktive geologische Bedeutung gewonnen, die ihm bei der Kürze seiner Existenz eigentlich nicht zukommt.

Die Ablösung von der Umgebung und vom Jahresrhythmus begann mit Kleidung, Feuer, Vorratswirtschaft, sie griff später ins Erbteil fossiler, d. h. geologischer Vorräte, führte über Dampfmaschine, Verbrennungsmotor und soziale Revolutionen zur Kern-Energie. Wir leben von den hochdifferenzierten Ergebnissen einer mindestens 600 Mio Jahre andauernden komplizierten Entwicklung ohne Rücksicht auf die Begrenztheit dieser Vorräte, ohne Rücksicht, weil die Bevölkerung der Erde nur mit dem Fortschreiten der Technik weiteranwachsen kann.

Der durch den Menschen bewirkte Stoffumsatz dieses Planeten aber hat geologischen Umfang angenommen:

Der Weltenergieverbrauch von 1952 mit 30 000 mal 10^{12} kwh entspricht etwa der Hälfte des Energieaufwandes des kalifornischen Erdbebens von 1906 und der jährlichen Gesamtenergie aller irdischen Flüsse; Atombomben liegen in der gleichen Größenordnung.

Das irdische, d. h. menschliche Transportvolumen alles rollenden Materials kann im Jahre etwa 200 cbkm bewegen, d. h. 15 mal so viel, wie alle Flüsse der Erde in der gleichen Zeit umschichten. Mit Bergbau und Landwirtschaft bringen wir es auf 128 mal so viel, wie die Natur pro Jahr umlagert. Der Bergbau fördert etwa 3 mal so viel, wie die irdischen Vulkane, und von dem organischen Stoffumsatz ins Unerreichbare, von den 4 cbkm, die alljährlich verbrannt werden, will ich gar nicht reden.

Wie diese Kurve weitergehen wird, läßt der Anstieg der Bevölkerungskurve ahnen, die in den 100 Jahren zwischen 1840 und 1940 von 1 000 auf 2 200 Millionen Menschen anstieg. Gründe dieses Anstiegs liegen in einem unserem Thema verwandten Bereich.

Besonders verderblich ist, daß der Erde ständig eine scharfe Auswahl bestimmter, an sich meist seltener Stoffe entzogen wird, der künstliche Stoffwechsel also selektiv ist.

Der Mensch als geologischer Faktor reicht weit in die Lithogenese, Geochemie und den Stoffwechsel der Erde schlechthin, er rührt heute bereits durch große Massenverlagerungen an das Spannungsgefälle in der Erdkruste, wird bestimmend in der Geomorphologie, sein Wirken erreicht örtlich katastrophales Ausmaß.

Der veränderte natürliche Um-Raum aber strahlt zurück auf den Initiator. Exogene Evolutionsfaktoren haben sich in Ansatz und Reaktion verschoben, der Mensch ist in Wechselwirkung mit der Erde getreten, ihre Auswirkungen berühren die Anthropologie, die Völkerkunde, die Geschichte, Kunst und Kultur, Soziologie und Erziehung ebenso wie Psychologie und Medizin schlechthin.

Die Russen nennen unsere geologische Gegenwart das „Antropogen“ oder (räumlich im Verband der Erdschalen) die „Noosphäre“, d. h. den irdischen Bereich, der maßgeblich vom menschlichen Verstand beeinflußt werden kann.

Der Mensch setzt also Entwicklungen in Gang, hemmungslos und der Lust, vielleicht dem Druck des „Möglichen“ verfallen, Entwicklungen, die, der geologischen, äußerst komplexen Kausalität gehorchend, weit außerhalb menschlicher Kontrolle, ja außerhalb des Bewußtseins laufen. Wir glauben die Natur zu beherrschen und bemühen uns sie zu beherrschen, ehe wir uns selbst in die Gewalt

bekamen. Wo liegen hier die Grenzen? In der Natur oder in der Vernunft? Eine solche Grenze möchte ich hier andeuten.

Der Planet Erde, so definierten wir vorhin, ist gekennzeichnet durch das gehäufte Auftreten von flüssigem Wasser, das allein schon unsere Existenz garantiert. Über den Umgang mit dem Wasser ist genug geschrieben worden, es genügt zu bemerken, daß wir etwa 720 cbkm Wasser pro Jahr umsetzen, d. h. mehr als 10% der gesamten, dem kontinentalen Grundwasser zufließenden Menge.

Nun galt bisher in der praktischen Geologie eine Faustregel, nach der sich Sand-, Kies- und Wasserlagerstätten im menschlich greifbaren Zeitraum regenerieren. Das gilt in gewissem Umfang für weite Bereiche unseres Klimagebietes. Kritisch wird die Angelegenheit in wasserarmen Regionen, in denen wir uns heute bemühen, durch Eröffnung vorhandener Wasserlagerstätten neue Siedlungsbezirke zu erschließen, nämlich an den Rändern der großen Wüsten. Hier ist — ich erwähne nur die großen hydrologischen Arbeiten der Franzosen in der Nordwestlichen Sahara — die Frage des Wasserersatzes in den geleerten natürlichen Speichern natürlich vital.

Hier liegen aber erdgeschichtliche Grenzen menschlicher Planung, Fälle einer kompromißlosen geologischen Determination, die wir überwunden glaubten.

In diesem Bereich trifft sich nun eine solche irdische Grenze mit Zeugen unserer dramatischsten vorgeschichtlichen Überlieferungen. Reserven der oder einer „Sintflut“ stellen uns vor die Frage, ob im weiteren oder ursprünglichen Sinn politischer Prestigebedarf wichtiger ist, als eine vernünftige Bescheidung, vor die Frage, ob irgendwo jahrtausendealte bäuerliche Tradition einem spektakulären Feuerwerk modernster technischer Möglichkeiten geopfert werden soll, das nur kurze Zeit aushalten wird, während die traditionelle Wirtschaft noch viele Jahrhunderte existieren kann.

Dieser Abschnitt unserer Stunde soll als skizzenhafter Forschungsbericht geboten werden und mag überschrieben sein: „Ein Grundwasser der östlichen Sahara in seiner geologischen Position“ oder ähnlich. Es kommt hier auf einen genauen Titel nicht an.

Vor ziemlich genau einem Jahr trat eine Forschungsgruppe zusammen, die nach jahrelanger gründlicher Vorbereitung die Wässer der westägyptischen Oasendepressionen untersuchen wollte. *)

Der Problembereich liegt seit Jahrzehnten in der Luft, er schien lösbar, als die absolute Altersbestimmung nicht zu alter geologischer und archäologischer Objekte durch ihren Anteil an instabilen Isotopen in den USA zur praktischen Anwendbarkeit entwickelt wurde.

*) Mit Hilfe d. Bundesanst. f. Bodenf. (Prof. Bentz) u. d. Reg. d. V.A. Republik.

Die ersten tastenden Untersuchungen an Wässern unternahmen Brinkmann, Vogel und Münnich vor ein paar Jahren am Niederrhein. Unser Team umfaßte Ägypter und Deutsche und deckte alle für solche Komplexe nötigen Fachbereiche.

Es nahm u. a. teil: Dr. Shata vom Cairoer Wüsteninstitut als einer der Geologen, Dr. Degens aus Würzburg als Geochemiker, Dr. Münnich vom II. Physikalischen Institut der Universität Heidelberg als C¹⁴-Fachmann, Frau Knetsch als Sekretärin.

Wir haben in kürzester Frist mit Hilfe von durch die ägyptische Regierung nach vorbildlicher Vorbereitung gestellten russischen Flugzeugen große Mengen Wassers in 60-Liter-Polyaethylenflaschen aus den verschiedensten Oasen auf oft abenteuerliche Weise zusammengeholt, rasche geologische Aufnahmen gemacht (frühere Untersuchungen und eine intensive Vorbereitung ersparten uns langes Suchen nach den Schlüsselpunkten), vorläufige Analysen an Ort und Stelle durchgeführt und endlich in Würzburg, in Heidelberg, Leverkusen*) und in Pasadena (USA)*) mit Hilfe der genannten Wissenschaftler und des neu hinzutretenden Dr. Prashnowski vom Geologischen Institut dieser Universität die endgültigen Untersuchungen vorgenommen.

Diese Arbeiten umfaßten eine absolute Altersbestimmung des Wassers mit Hilfe von Kohlenstoffisotopen und Tritium, einen Steckbrief der Wasserwanderung mit Hilfe von Sauerstoffisotopenverhältnissen, dazu eine ganze Reihe von Rand- und Nebenuntersuchungen, von denen man nicht wußte, was sie bringen würden. Bei solchen Untersuchungen wird oft und viel „gespielt“. Einzelheiten will ich Ihnen und mir ersparen, sie werden demnächst veröffentlicht werden.

Die regionale Situation des Gebietes, der westlich des Nils gelegenen östlichen Sahara oder „Westlichen Wüste“ Ägyptens zeigt eine schwach-verbogene Serie von Platten sedimentärer Formationen, die in ihrer Anordnung etwa jener Schichtentreppe entsprechen, die wir durchmessen, wenn wir vom Spessart aus nach Osten wandern und vom Grundgebirge des kristallinen Vorspessarts über Zechstein und Buntsandstein hinwegschreitend in den Schichtstufen des Muschelkalk bei Hammelburg und Gambach, in der Keupersandsteinstufe des Steigerwaldes bei Haßfurt, in dem fränkischen Albtrauf östlich Bamberg jeweils höherliegende und jüngere Platten betreten.

Dieser West-Ost-ansteigenden Stufenfolge entspricht in Ägypten eine Süd-Nord-Anordnung, d. h. wir müssen dort von Süden nach Norden wandernd die jeweils höhere und jüngere Platte ersteigen. Die Entfernungen sind größer, auch entsprechen die Gesteinsplatten in ihrem Alter nicht ganz dem fränkischen Beispiel.

*) California Inst. of Technology.

Farbenfabriken Bayer-Leverkusen, Dr. Böhmländer.

So wie in Franken aber der liegende ältere Buntsandstein von Kal-ken und Mergeln gedeckt wird, so lagern auch in der westlichen Wüste auf dem Nubischen Sandsteinkomplex jüngere Kalk- und Mergel-serien.

In diese stärker als in Franken nivellierte Landschaft sind abfluß-lose Senken eingetieft, deren Entstehung seit langer Zeit Geographen und Geologen reizte. In breitem Bande von Süden nach Norden gestaffelt sind das die Oasen Kharga, Dakhla, Bahariya und Siwa neben einigen kleineren, ähnlichen „negativen Inseln“. Sie sind ver-schieden groß, aber im Ganzen doch jeweils mehrere Zehner von Kilometern lang und meist schmaler, teils E-W, teils N-S-orientiert, einige 100 Meter unter die Wüstenfläche eingetieft und wahrschein-lich dadurch entstanden, daß ein an Ort und Stelle zersetztes Mate-rial vom Winde exportiert wurde. Sie gleichen somit etwa den Löchern im Hausverputz, die sich um durchlässige Stellen von Was-serleitungen bilden können. Sie gleichen diesen Phänomenen umso mehr, als die den aeolischen Export erst erlaubende Desintegration und Dekomposition des Anstehenden gerade da erfolgte, wo seit Urzeiten mitten in der Wüste Quellen aufbrechen, deren Wasser bei der dort herrschenden Temperatur und der extrem hohen Verdun-stung dieses Bereiches eine außerordentlich starke chemische Ver-witterung bewirkt. Diese Wässer erlauben zudem seit sehr langer Zeit eine landwirtschaftliche Kultur.

Solcher Nutzung zuliebe sollten nun diese artesischen Wasserreser-ven im Rahmen des allgemeinen wirtschaftlichen und politischen Auftriebes Ägyptens breit erschlossen werden, um einen nicht unbe-deutenden Teil des ägyptischen Bevölkerungsüberschusses hier fixie-ren zu können.

Im Gespräch mit den sehr aufgeschlossenen ägyptischen Kollegen ergab sich nun die (dann jahrelang ventilierte) Frage, ob diese Grund-wässer fossile Wässer seien, d. h. Lagerstätten nach Art der Erdöl-Lagerstätten, oder ob sie von irgendwoher, vielleicht vom Nil aus subkutan, oder unterirdisch von weit aus dem Süden eine lebendige Zufuhr erhielten.

Praktisch war also die Frage die, ob es möglich sei, die Wasser-förderung zu steigern, ohne das Kapital zu stark anzugreifen oder gar kurzfristig zu erschöpfen. Diese Frage ist schon in der Kolonial-zeit Ägyptens von englischen Geologen diskutiert worden. Die Mög-lichkeit einer klaren Antwort aber ergab sich erst mit dem Fort-schritt der Wissenschaft und mit der Möglichkeit einer exakten abso-luten Altersbestimmung von archäologischen und geologischen Objek-ten durch instabile Isotopen. Und diese Möglichkeit wurde zur Grundlage unserer Untersuchungen.

In den südlichen und mittleren Oasen zirkuliert das in Frage stehende Wasser in dem bereits einmal erwähnten Komplex des Nubischen Sandsteins in mehreren Stockwerken, die untereinander kommunizieren. Es bewegt sich überwiegend auf Klüften und steht weithin unter einem artesischen Druck, dessen Ursprung nicht eindeutig geklärt und in unserem Zusammenhang uninteressant ist, so wichtig er an sich sein mag. Das Wasser trat früher spontan aus natürlichen Lecks an der Oberfläche aus, es fließt heute unter nachlassendem Druck aus zahlreichen Bohrlöchern, die in diesem Sandstein stehen.

Dieser wasserführende Sandstein beherrscht wenig südlich der Oase Kharga, also etwa von der Höhe von Aswan aus nach Süden breit die Landschaft; seine Platte wird jedoch nach Süden löcherig, d. h. ihre Basis, das Grundgebirge tritt häufig unverhüllt an die Wüstenoberfläche, der Sandstein wurde abgeräumt. Zwischen dem Grundgebirge und dem hangenden Sandsteinstockwerk liegt weithin eine natürliche, durch eine Periode starker chemischer Verwitterung entstandene Kaolindichtung.

Auch in Dakhla und Bahariya tritt das Wasser aus Nubischem Sandstein, während es sich in der nördlichen Siwa-Oase aus jüngeren, miozänen Komplexen ableitet. Ob es in diese als Auftriebswasser aus dem tieferen Nubischen Stockwerk eindrang, wissen wir noch nicht, es scheint aber so zu sein. Diese Überlegung ist wichtig für spätere Schlüsse. Die Wasseraustritte liegen generell etwa in Meereshöhe.

Östlich des breiten Oasenbandes fließt der Nil. Er ist, wie wir seit den geologischen Vorarbeiten für den Aswan-Hochdamm wissen, auf eine Strecke von über 1000 km, also zwischen der Kalabschaschlucht im Süden und seiner Mündung um rund 200 m übertieft, d. h. seine Sohle lag irgendwann in seiner jungen Vergangenheit einmal oder mehrfach 200 m tiefer als heute, der Erosionsbasis der damaligen Zeit entsprechend, also dem Mittelmeer. Seitdem hat sich das tiefe Bett wieder verfüllt.

In jener Zeit aber, in der das gesunkene Mittelmeer den großen Fluß zum Einschneiden zwang, mußte ein beachtlicher Teil der unter der Wüstenplatte lagernden Grundwässer zum Meere oder zum tief eingerissenen Nil abfließen. Die zum großen Teil leergewordenen und luftgefüllten Grundwasserspeicher konnten sich erst wieder füllen, als das Meer zu seinem alten Stand zurückkehrte („Flandr. Transgr.“). Das Leerlaufen dürfte mindestens 10 000 Jahre gedauert haben.

Wie geschah das und wann? Die Zusammenhänge der eustatischen Meeresspiegelschwankungen mit den großen Eiszeiten wurden bereits angedeutet.

Wir kennen heute mindestens 4 große Kaltzeiten unserer jüngsten geologischen Vorzeit und wissen, daß in ihnen riesige Eismassen auf

den Kontinenten und um die Pole gebunden waren. Diese „Wässer in fester Phase“ wurden dem Weltmeer entzogen. Der Meeresspiegel sank weltweit um über 150 m. Damals fielen breite Vorstrandstrecken trocken, und der Nil mußte sich, wie alle großen Flüsse der Erde tief einschneiden. Wann sich der Fluß zum ersten Male einfraß, wissen wir nicht, es geschah wohl progressiv in mehreren Phasen. Jeder jüngere Vorgang verwischte die Spuren der älteren Ereignisse, wie wir das auch aus den europäischen glazialen Zeugen kennen. Der letzte Tiefstand der Würm-Kaltzeit liegt etwa 50 000 Jahre zurück.

Ich deutete an, daß damals die Grundwasserspeicher weitgehend leergelaufen und mit Luft gefüllt gewesen sein müssen. Dafür spricht das mit den Wässern austretende und teilweise ihren Auftrieb liefernde Gas, große Mengen sehr reinen Stickstoffes; es gibt heute keine andere Möglichkeit, sein Vorhandensein in dem fast sterilen Grundwasserspeicher zu erklären, als die, den Stickstoff aus großen Mengen von Luft abzuleiten, die jene leergelaufenen Wasserbahnen erfüllte und durch heftige Regengüsse und deren Infiltrat abgefangen und abgeschlossen wurde und die im Laufe der seither vergangenen 25 000 Jahre ihren Sauerstoffgehalt verlor. Für starke Oxydationsvorgänge im natürlichen Speicher sprechen u. a. die Mengen von Eisenschlamm, die sich an den Austrittsstellen des Wassers absetzen.

Es sei am Rande vermerkt, daß artesische Wässer der australischen Wüste ähnliche Mengen bisher unerklärten Stickstoffes führen.

Ist diese Annahme richtig, dann spricht sie dafür, daß der Einzug des versickernden Wassers kräftig war und auf breiter Front erfolgte, daß das neue Wasser nicht seitlich hereindrängte, sondern steil einzog, daß die Füllung stattfand, nachdem das Reservoir leergelaufen war, d. h., daß der Regen fiel, nachdem der gesunkene Meeresspiegel und das Nil-Cañon die Grundwasserreserven angezapft hatten und nachdem dieser Auslaß begonnen hatte, sich zu schließen, d. h. während des Meeresspiegelanstiegs oder nach ihm. Das heißt aber nach dem Abtauen beträchtlicher Mengen des Eises oder mit anderen Worten am Ende oder nach der eigentlichen Kaltzeit. Das würde bedeuten, daß mindestens dieses Pluvial zeitlich der Kaltzeit nicht entspricht, sondern ihr, sie vielleicht überlappend, folgt oder ihr Ausklingen begleitet. Diese Feststellung scheint mir wichtig. Auch die ertrunkenen küstennahen Flüsse der Marmarica schneiden anscheinend nicht auf das Minimum des eustatischen Meeresspiegels ein.

Für diese Datierung spricht auch das ausgedehnte aber anscheinend nicht von der tiefen Erosionsbasis des Nilcañons bestimmte Erosionsnetz der westlichen Wüste, das sich an etwa die Erosionsbasis des heutigen (verfüllten) Nils anzuschließen scheint. Für eine

extreme Trockenheit der Zeit tiefster eustatischer Meeres-Absenkung spricht, daß sich bisher noch kein ägyptischer Tributärfluß gefunden hat, der dem übertieften Nil-Bett oder seiner Sohle entspricht.

Das Pluvial hat anscheinend im Anfang außerordentlich feuchte Regenzeiten gehabt, die aber von Trockenzeiten unterbrochen gewesen sein müssen, da sich — dem Charakter der Drainagesysteme und ihrer Geschiebe nach zu urteilen — perennierende Flüsse nicht bilden konnten.

Das Pluvial kann aber langsam ausklingend eine längere Zeit gedauert haben, denn es findet sich für eine relativ lange Zeit die Möglichkeit weitreichender Wanderungen von Tier und Mensch durch die ganze Sahara. Vorher liegt eine extreme Trockenheit und nach ihm gleichfalls.

Wir haben Gründe anzunehmen, daß ein Pluvial der ausklingenden älteren Riß-Kaltzeit noch heftiger war.

Ich kann und will hier auf die hydrologischen Aspekte des bisher Dargestellten nicht näher eingehen, auch nicht auf die noch ungelöste Frage der starken Erwärmung dieses Wassers und auf die Ursache des Überdruckes, der sich nicht allein aus dem Gasauftrieb erklären läßt.

Ein paar Bemerkungen möchte ich aber über die Zeitbestimmung machen. Sie betraf zunächst das Wasser und in ihm wesentlich das Verhältnis zwischen C^{12} und C^{14} , ferner als Kontrolle eines eventuellen frischen Zuflusses Tritium-Messungen, daneben Sauerstoff-Isotopen-Relationen, auf die ich weiter unten noch kurz zurückkomme und endlich eine Reihe von randlichen Phänomenen.

In den südlichen Oasensenken liegt ein schwemmlößähnliches, wahrscheinlich lakustrines Sediment mit Süßwasser-Schneckenschalen. Es ergab sich der Verdacht, daß dieses See-Sediment mit dem Einzug der Grundwässer zusammenhängen könne, und deshalb bezogen wir es und seine Schneckenschalen auf gut Glück in unsere Aufsammlungen und Untersuchungen ein.

Die Untersuchungen an etwa 20 Wasserproben ergaben ein Alter zwischen 25 000 und 30 000 Jahren, die Schneckenschalen und das Sediment waren genau so alt.

Nun zeigte es sich, daß die Wässer der Oase Siwa (dem nördlichen Bereich) etwa 5 000 Jahre älter waren, als diejenigen der südlichen (Kharga usw.). Das kann sich entweder so erklären, daß die Regenperiode im Laufe von etwa 5 000 Jahren von Norden nach Süden vorschritt, oder daß — und das ist um vieles wahrscheinlicher — das Wasser unterirdisch von Süden nach Norden wanderte und für die Wanderung 5 000 Jahre brauchte. So etwas hatten wir bereits früher einmal vermutet und möchten es jetzt für sicher halten.

Untersuchungen der Relation von O^{16} und O^{18} usw. zeigten, daß einmal das eingezogene Wasser eine gewisse Entfernung oberirdisch zurückgelegt hatte, ehe es versickerte und zweitens, daß es eine Durchschnittstemperatur von etwa $16-17^{\circ} C$ gehabt haben muß. Damit ergeben sich Anhaltspunkte für die Regenzeit-Temperaturen jener Epoche. Es muß also relativ kühl (im Vergleich zu den heutigen Temperaturen jener Gegend) gewesen sein, es müssen lang andauernde, überschwemmende Regen gefallen sein in einer Zeit, die den Anstieg des Meeres noch erlebte oder im Generationengedächtnis hatte. Dazu kommt, daß sich in dem Bimsstein-Übermaß der Strandwälle jener Zeit besonders aktiver Vulkanismus andeutet (das trifft übrigens auch für die entsprechenden Strandwälle des gesamten Atlantik zu), so daß man in der nun vorliegenden Kombination von außergewöhnlich feuchten Jahren in einem Trockenland, von kontinuierlich vordringendem Meer und von außergewöhnlicher Aktivität des Mittelmeervulkanismus vielleicht die Ursachen für jene Sagenreihen suchen darf, die uns von Sintflutzeiten und Atlantiskatastrophen berichten.

Vor 25—30 000 Jahren wurden also jene Wasservorräte angelegt, von denen mindestens seit dem Mittleren Reich systematisch gezehrt wird, Wasservorräte, die, wenn wir diese Ergebnisse auf die westliche Sahara übertragen dürfen (und gegen eine solche Übertragung spricht nichts) heute den Franzosen die Basis für eine breite Bewässerung aus dem dortigen Grundwasserkapital geben. Übrigens sind die Franzosen im Augenblick dabei, den hier beschriebenen gleichartige Untersuchungen dort auszuführen.

Damit möchte ich diese Kapitel abschließen. Es wird in weniger verständlicher Form in Kürze veröffentlicht werden *).

Diese Skizze sollte einmal zeigen, wie sehr die fortschreitende Spezialisierung unserer Wissenschaft die Gemeinschaftsarbeit verschiedener Sparten, also eine gewisse Universitas fördert, des anderen die Fülle noch auf uns wartender Forschungsaufgaben umreißen, die an sich zweckfrei angesetzt doch sehr zweckmäßig sein können, und endlich an einem örtlichen, besonders dramatisch erscheinenden Beispiel, (das aber eine ganze Anzahl von unmittelbaren Parallelen in den artesischen Bereichen unserer Trockengebiete in Afrika, Australien und Asien besitzt) die innige Verknüpfung wirtschaftlicher und politischer Probleme mit erdgeschichtlichen Gegebenheiten demonstrieren.

Man kann also auch hier Geschichte nicht dadurch ungeschehen machen, daß man sie ignoriert oder nicht kennt. Gelegentlich verlangt sie Erforschung, Kenntnis, Rücksicht oder mit einem anderen

*) Bull. Des. Inst. Cairo u. Geol. Rdsch. Stgt. 1961.

Wort: Respekt. Beispiele dieser Art sind uns von Lagerstätten normaler Definition zur Genüge geläufig, von Wasservorkommen dieser wichtigen Art und Position bisher nicht.

- Hier liegt also eine der Grenzen unseres Strebens, einer alten irdischen Voraussetzung zu entgehen, sehr nahe. Hier stehen wir vor der Entscheidung, ob das „Die Welt untertan machen“ zur Vergewaltigung führen soll oder nicht.

Für mein Fach bedeutet das einen Schritt über Beobachtung und Diagnose hinaus von der Prognose zur Stellungnahme, ja zur Therapie, das heißt im weiten Sinne zur verantwortungsbewußten Beeinflussung der uns erreichbaren geologischen Natur. Der Weg vom Traditionalen zum Rationalen hört nicht dort auf, wo er unbequem wird.

Wir werden hier wie überall den status quo hinter uns lassen müssen. Bleibt uns auch in der Technik nur der Weg nach vorn offen, um mehr Menschen auf der kleiner werdenden Erde unterzubringen, so darf sie, die Technik, das Mögliche, der Bedarf, doch nicht die Diktatur der Politik ablösen.

Lassen wir dem Intellekt den Lauf, ohne ihn der Vernunft unterzuordnen, dann treiben wir „ganz natürlich“ den Weg, auf dem die Natur sich durch unseren Intellekt an uns rächen wird.

Wir Naturforscher sehen vielfach die Folgen unserer Arbeit voraus. Stehen wir hier nicht vor einer Verantwortung des Spezialisten? Taucht hier neben der Ratio ein neues Ethos auf? Muß es nicht für die ganze „technische“ Welt auftauchen?

Es geht doch wohl um eine Initiative zur gemessenen und maßvollen Ausgestaltung des Möglichen und nicht um das lüsterne Nachgeben vor dem autonomen Drang der technischen Möglichkeiten.

Dieses Kapitel ist schwer und zukunftssträchtig. Kann denn der Spezialist, der nationengebundene Politiker beurteilen, was zu tun und was zu lassen ist?

Die angedeutete, vom Intellekt gesteuerte oder losgelassene Entwicklung läßt ebenso wie die vorhin gekennzeichnete Flucht vor dem Gestern, der Tradition, der Verantwortung, der Erde schlechthin, den Menschen zum Antaeus werden, der den Boden unter den Füßen verliert.

Lösen wir uns schon von den Fesseln des Substrats (wer weiß, ob die Fesseln der manipulierten Umwelt leichter sein werden?), so sollten wir uns auch von der Versuchung lösen, die in der scheinbaren Determination unseres Verstandes liegt, vom Treibenlassen im Strom autonom werdender technischer Möglichkeiten.

Ich begann mit der Andeutung, daß die so oft zitierte Einheit der Wissenschaften heute darin besteht, daß die Vertreter der Spezialwissenschaften einander nicht aus den Augen verlieren, sondern sich gelegentlich nicht nur darüber klar werden, wie sie sich gegenseitig helfen können, sondern auch wo ihre Wissenschaft im Raume der Universität und wo in der gleitenden Menschlichkeit sie stehen.

Es ergeben sich wohl viele neue Aufgaben in der erweiterten Facultas.

Die Gesamtschau und das Urteil aber sollte nicht beim Homo faber liegen, sondern beim Homo sapiens. Es mag im Geiste gefunden werden, es zeigt den Weg vom Wissen zum Gewissen, von der Antwort, die uns die Natur auf unsere Fragen gibt zur Verantwortung.

Und mit dieser Ovation und Bitte zugleich an die Geisteswissenschaften, an den immateriellen Bereich unserer Universität möchte ich schließen.