

## Was heißt und zu welchem Ende studiert man Erdgeschichte?

### *What is Earth history and why do we study it?*

PETER BANKWITZ

Erdgeschichte „studiert“ jeder, der sich mit Gesteinen, Mineralen, Wässern und geowissenschaftlichen Feldern befaßt, unabhängig davon, in welchem Maß ihm dabei der historische Aspekt bewußt ist (v. BÜLOW 1968: „Es ist für die Ausübung der angewandten Geologie ziemlich belanglos, ob sie sich der letztthin historischen Zielsetzung bewußt bleibt oder nicht“). Das Besondere der Erdgeschichte ist, daß sie anhand der Erinnerungsspuren vergangener Zeiten deren Geschichte, bis zur Geschichte des Menschen, rekonstruieren kann. Sie bedeutet damit ein Stück der Universalgeschichte SCHILLERS, nämlich den Anfang. Die als Thema für dieses Feuilleton<sup>1</sup> benutzte Frage wendet sich demnach an alle Geologen. Der barock klingende Titel dieser Bemerkungen verlangt eine Erläuterung wohl eher, als - wie ich hoffe - die Bemerkungen selbst.

Am 26. und 27. Mai 1789, also vor ca. 200 Jahren, hielt Friedrich SCHILLER an der Universität Jena seine - wie es damals hieß - „akademische Festrede“, heute würde man Antrittsvorlesung sagen, mit dem Titel:

#### Was heißt und zu welchem Ende studiert man Universalgeschichte?

Was von dieser Vorlesung gedruckt vorliegt ist also die Kombination von zwei Vorlesungen. Das SCHILLERSche Deutsch in Form einer doppelten Frage dürfte so heute wohl nicht mehr stehenbleiben. Aber selbst Satzkonstruktionen sind nur aus der jeweiligen Zeit zu verstehen. Die von SCHILLER formulierte Überschrift ist wiederholt in analogen, auch geologischen Abwandlungen benutzt worden.

Der Anspruch, den SCHILLER an die Geschichte hatte, ist sehr ähnlich dem, den Historiker und Geologen an die (Erd)Geschichte haben:

- Geschichte als der entscheidende Geschehnisraum
- Geschichte als ein durch Ursache- und Wirkungsprinzipien regulierter Prozeß. Ob und wie darin der Nachweis einer höheren Vorsehung zu sehen sei, war für Schiller ein offenes Problem; diese Frage wird auch in der Erdgeschichte nur über eine Vernunftshaltung behandelt
- SCHILLER hat die Geschichte als Fortschritt in die Gegenwart hinein interpretiert mit Annahme einer Besserung der Moral, was in der Geologie irrtümlicherweise manchmal im Sinn einer Höherentwicklung in der organischen Welt gesehen wird.

Wichtig ist, daß SCHILLER als Voraussetzung zur Erfüllung eines Beitrages zum Geschichtskonzept „einen hellen Geist und ein empfindendes Herz“

fordert (SCHILLER Nationalausgabe, Weimar 1943, Band 18, Seite 376). Man darf hoffen, daß Leser dieser Zeilen mit Interesse für ein Erdgeschichtskonzept über beides verfügen.

Geschichte als evolutionären Vorgang sah SCHILLER wie später auch andere Autoren also wie eben formuliert

- als Ursache-Wirkung gesteuerten Prozeß, bei dem ein vernünftiges Handeln helfen soll, über die Evolution zu einer besseren Welt zu gelangen, aber die Unvernunft der Interessenkonflikte im Kleinen wie im Großen den Menschen oft in ein moralisches Zwielicht bringt.

Etwas gewaltsam könnte man hier die gegenwärtige Situation - bezüglich der Interessenkonflikte bei der Umweltbehandlung - ins Spiel bringen, aber es kann nicht Absicht dieses Beitrages sein, scheinbar Ähnliches in einen Vergleich zu zwingen. Die Anknüpfung geht hier von der Frage aus, was berechtigt uns eigentlich von heute auf morgen zu schließen. Da war SCHILLER etwas großzügiger als es ein Geowissenschaftler heute sein dürfte. Im Unterschied zu ihm kennen wir ja die Warnung von NIELS BOHR: „Vorhersage ist schwierig, ganz besonders über die Zukunft“. Es ist im folgenden ganz einfach vom Nutz und Frommen der Geologie die Rede, so wie bei SCHILLER über den der Geschichte. Die feuilletonistische Form scheint erlaubt bei allen open minded-Lesern, die nicht nur wissen, wie man Toleranz schreibt, sondern auch was diese bedeutet. Die Anleihe bei SCHILLER wird nicht fortgesetzt. Seine Frage aber gilt immer und immer wieder für jede wissenschaftliche Disziplin. Die Antwort fällt laufend anders aus.

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Vortrages, gehalten zum 60. Geburtstag von Prof. M. SCHWAB in Halle.

## Erdgeschichte als Wissenschaft

Eine Besonderheit der Erdgeschichts-Wissenschaft ergibt sich durch die Querverbindungen zu anderen Naturwissenschaften und die Beziehungen zwischen der organischen und der anorganischen Welt. Hinsichtlich solcher Beziehungen weiß man noch zu wenig. Allein schon deswegen behält die Geologie eine Existenzberechtigung. Etwa für das Jahr 3 000 hat OLIVER das Ende der geologischen Wissenschaften vorausgesagt, weil man dann alles über alles wissen würde, meint OLIVER.

Hin und wieder wird die momentane Krise der (Erkundungs-)Geologie mit einer Existenzkrise der Geologie gleichgesetzt und - wie man auch meinen könnte - damit verwechselt (hier ist nicht zu diskutieren, inwieweit Geologie grundsätzlich immer „Erkundungsgeologie“ ist). Hinnehmen muß man wahrscheinlich, daß in punkto Fortschrittsgläubigkeit hinsichtlich der Naturwissenschaften bei der jungen Generation eine gewisse Umorientierung bis Ermüdung eingetreten ist. Vielleicht hat aber auch nur die Verantwortung tragende Generation an echter Leistungsfähigkeit eingeübt und zerreißt sich in einer Art höherer, administrativer Strukturitis, sodaß ein mangelnder Enthusiasmus bei der studentischen und Jungakademiker-Generation mitverschuldet sein könnte; der Expertennachweis im eigentlichen Fachgebiet blieb auf der Strecke. Es ist der menschlichen Trägheit immanent, Fehler rascher und wesentlich schärfer bei den anderen zu suchen und zu finden. Kommt hinzu, daß man HUTCHINSON (1983) folgen darf, für den die Wissenschaft nur die enorme Ausdehnung eines Prozesses darstellt, mit dem Kleinstkinder lernen, Eindrücke zu verknüpfen, um die sie umgebende Welt mit vorhersagbaren Eigenschaften auszustatten. Danach wäre ein Wissenschaftler jemand, der sich noch im Wachstumszustand befindet. Er muß zur Existenzsicherung und damit zur Sicherung des Fortbestandes seines Vergnügens aber jemanden finden, der ihm dieses Vergnügen bezahlt. Ein akademischer Lehrer sollte in der Lage sein, dieses Entdeckergefühl zu vermitteln und darf das Gespür dafür nicht verlieren. Mit diesem Gleichnis zum Kleinstkind sollte auf atavistische Wurzeln des Forschens hingewiesen und daran erinnert werden, daß die spieltriebnahe Wissenschaft oft ein finanzielles Ungleichgewicht in den entsprechenden Haushalten hervorruft. Das zu wissen, muß selbstdisziplinieren.

Man muß die Öffentlichkeit motivieren, mitunter langfristig zu finanzieren und dafür ist ebenfalls Engagement vonnöten. Die Geologie steht inmitten des Beziehungsgeflechts Wirtschaft - Politik - Wissenschaft und muß akzeptieren, daß gesellschaftliche Notwendigkeiten oder Zwänge dabei Schwerpunkte setzen, die mit den durchaus guten Absichten der Geologie nicht immer übereinstimmen

müssen. So werden etwa trotz günstiger Vorratslage voraussichtlich z. B. in Mitteleuropa an Stellen mit hohem Nutzungsgrad durch die Gesellschaft eine Reihe von Naturschätzen, wie z. B. Uran-, Eisen-, Kupfererze oder Fluoritvorkommen nicht mehr genutzt. Die Öffentlichkeit pflegt eine andere Art von Umgang mit geologischen Rohstoffen als die Geologen. Nachdem das Autonomie- bis Autarkie-Streben bei der Selbstversorgung mit Rohstoffen in den meisten Ländern der östlichen Welt nicht länger staatliche Norm ist, müssen sich dort die Geologen in ihrer Umwelt und bezüglich der Aufgaben sowie der Ausbildung von jungen Geologen neu positionieren.

Das Forschungsobjekt der Geologie ist und bleibt die Erde. Auch das eine Lehre der letzten 100 Jahre: das Objekt bleibt, aber die Inhalte der Forschung ändern sich. Und „Untergangsstimmungen“ wurzeln vielleicht darin, daß es an ganz verschiedenen Stellen wegen einer gewissen Neigung zum traditionellen Denken in der Geologie schwerfällt, sich auf neue Schwerpunkte einzustellen. Der Kern der Geologie sollte überdauern; aber innerhalb der Geologie werden sich die Schwerpunkte eventuell permanent verschieben.

Bei einer Diskussion über die Geowissenschaften in der Zukunft ist es am einfachsten, ganz pragmatisch von einer Bewertung der zurückliegenden Zeit auszugehen. Das jetzt zuendegehende Jahrhundert, ist bezüglich des geologischen Fortschritts eigentlich relativ gut einzuschätzen. Für dieses Jahrhundert kann man ganz gut sagen, „zu welchem Ende“ man Erdgeschichte betreiben mußte. Der Erfolg während dieses Jahrhunderts läßt sich mit einigen Beispielen recht drastisch verdeutlichen.

Die **Deckentheorie**, d.h. die Vorstellung großer Horizontalverschiebungen, entstand vor 100 Jahren und entwickelt sich fundiert weiter. Inzwischen wird allgemein anerkannt, daß ein horizontaler, stapelnder Transport von Gesteinsplatten eine Hauptform der tektonischen Deformation der Erdkruste ist.

Die Suche nach Erdöl führte zur Schaffung einer leistungsfähigen **Tiefbohrtechnik**. Diese Technik hat Erdöl-Erdgas-Lagerstätten und -vorräte erschlossen, die man vor 100 Jahren weder kannte noch brauchte (OLIVER 1991). Das Erdöl hat das 20. Jahrhundert fast so geprägt wie die Elektrizität das 19. Jhd. und die Geologie war dabei eine wesentliche Voraussetzung, war zumindest immer mit im Spiel. Die wesentlich mit geologischen Mitteln erschlossenen Kohlenwasserstoffe haben über den sich daraus ergebenden Fahrzeugbau vielen Menschen zu vor 100 Jahren unvorhersagbarer Mobilität verholfen. Angeblich ist in der menschlichen Geschichte die höhere Mobilität eine wesentliche Voraussetzung für bessere Überlebenschancen. Wenn man das heute auch nicht mehr so einfach sehen kann, ist doch die

Mobilität des Einzelnen nicht mehr aus dem Leben wegzudenken, auch nach Erschöpfung der Erdöl-Erdgas-Lagerstätten in einigen Jahrzehnten. Die Gefährdung des Mobilitäts-Prinzips wegen der absehbaren Verknappung der fossilen gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffe, der bei weitem preiswertesten Energierohstoffe, wird einen erheblichen Druck auf den technischen Fortschritt bewirken, um die Mobilität zu erhalten.

Man kannte vor 100 Jahren auch die **Radioaktivität** noch nicht. Sie wurde erst 1896 von BECQUEREL entdeckt; die Theorien dazu wurden 1902/03 durch RUTHERFORD und SODDY begründet, welche an die Hypothesen der CURIES anknüpften. Deshalb konnte KELVIN glauben, es gäbe in der Physik nichts mehr zu entdecken. Die Probleme bei der Erkundung, Gewinnung, Nutzung bis Entsorgung der zu diesem Themenkreis gehörenden Rohstoffe und Abbauprodukte sind brisant und sensibel. Nach JACOBS (1989) ist von den Rohstoffen inzwischen *„kaum ein Stoff so zum Reizwort geworden wie Uran. Man denkt gleichzeitig an Atombombe und an Atomkraftwerke“*. Die Diskussion zum Problem Kernenergie wird sehr stark von Emotionen beeinflusst.

Vor allem das Beben von San Francisco von 1906 hat die Beziehungen zwischen Seismologie und Bruchtektonik offenbart. Seit dieser Zeit entwickelt sich die **Seismologie** permanent. Diese Disziplin hat über die seismische Tomographie viel zum Verständnis der Erde als Ganzes beigetragen. Bezüglich der Bebenvorhersage ist der große Durchbruch noch nicht erfolgt.

Die **Forschungstechnik** ist die Grundlage für den jetzigen Stand der Wissenschaften. Deshalb kann die spöttisch-ironische Behauptung, daß der Hammer das Werkzeug des Geologen aus dem vorigen Jahrhundert sei, nicht ganz abgelehnt werden. Für den „altmodischen“ Geologenhammer spricht allerdings, daß der Umgang mit ihm - im Gegensatz zu Massenspektrometer, Parallelrechner, schiffsgezogenem Magnetometer, Neutronenstrahl-Diffraktometer - von allen Interessenten voll beherrscht wird, was bezüglich des genannten High-Tech-Instrumentariums nicht einmal von den jeweiligen Betreibern behauptet wird. Dem Hammer wohnt die wohlthuende „philosophische“ Erfahrung inne, daß nur über ihn übergreifende Zusammenhänge im Gestein sichtbar werden und damit der Rahmen, in dem die High-Tech-Daten bis hin zur Gitterregelung nach erkennbaren Gesetzen eingeordnet sind.

**Plattentektonik** muß schon als Begriff überzeugen bzw. genügen. EDUARD SUESS charakterisierte die Erde von seiner Kenntnis der Kontinente aus; das heutige „Weltbild“ schließt den ozeanischen Raum ein. Inzwischen werden selbst andere Planeten bezüglich einer Plattentektonik bewertet.

**Planetologie:** das Bezaubernde in ihrer heutigen Form war für mich aus eigenem Erleben unter anderem, daß erstmalig vor ca. 20 Jahren Gesteinsproben von einem anderen Himmelskörper, zunächst dem Mond, verfügbar waren, der für die Menschheit ca. zwei Millionen Jahre lang als unerreichbar gelten mußte und vor 100 Jahren am ehesten noch als Motiv für unterhaltende Melodien der sogenannten Leichten Muse genutzt wurde.

**Geochemie:** vor 100 Jahren ging es um Procente, jetzt geht es um Milliardstel Teile und darunter. Vor 100 Jahren stand die Erfassung der Elementverteilung im Vordergrund, heute sind es die Stofftransporte von Elementen (einschließlich der Isotope). Geochemische Kenntnisse sind heute sehr wichtig und fast von gesellschaftserhaltender Bedeutung.

Ideen hat es im Jahrhundert genug gegeben. Einige bedeutende sollten durch Beschluß blockiert werden, wie z.B. die Kontinentalverschiebungstheorie von WEGENER oder die Vorstellung über die Bedeutung der Hebung in der Erdgeschichte nach STILLE, wogegen eine deutsche Fachgesellschaft im Jahre 1923 in Greifswald einen Beschluß gefaßt hatte, den v. BUBNOFF als Beispiel eines Irrweges zu zitieren pflegte. Oder die versuchte Verteufelung der Deckenlehre in der ehemaligen Sowjetunion, ebenfalls über einen „Beschluß“.

## Forschung in der Zukunft

Was wird man im nächsten Jahrhundert untersuchen? Vorrangig die **kontinentale Kruste** (OLIVER 1991) und diese in der 3. Dimension. Dabei muß die Geologie sensu stricto hinnehmen, daß immer weniger durch die direkte, persönliche Untersuchung zu erschließen sein wird. Dementsprechend werden sich wahrscheinlich auch die Ausbildungspläne ändern. Man wird möglicherweise im nächsten Jahrhundert die Erdkruste im Maßstab 1 : 50 000 tiefengeophysikalisch-geologisch-geochemisch kartieren. Wir werden dann besser verstehen, wie sich die Kruste zusammengefügt hat. Wir wissen dieses heute ja nur von der Oberkruste. Es gehört keine prophetische Gabe dazu vorauszusagen, daß das bereits heute in Lehrbüchern etwas unzeitgemäß erscheinende Modell von Moho-Diskontinuität und oberstem Mantel stark überarbeitet sein wird. Die Geologie braucht wie jede Wissenschaft neue Theorien. Die Einheit einer Wissenschaft liegt ja nicht in ihrer Methode, sondern im Inhalt ihrer zentralen Theorien. Nach POPPER (1994) werden solche Theorien einer Wissenschaft verwendet, welche nicht durch ein empirisches Gegenbeispiel als irrig anzusehen sind. Neue Methoden muß man übernehmen und den Disziplin-spezifischen Anteil einbringen.

**Kenntnislücken**, d.h. Forschungsbedarf, bestehen bei Problemen der Dynamik der Erde (ist die Gravitationszahl  $G$  eine Konstante?), der frühen Erdgeschichte, der Planetologie, der Evolution. Desweiteren werden bedeutende Fortschritte in der Umwelt- und Ingenieurgeologie kommen. Mit an vorderster Stelle dürfte die Forschung zum Komplex Wasser stehen. Das Oberflächenwasser ist einigermaßen kurzfristig zu managen. Das Untergrundwasser wird rascher extrahiert als ersetzt. Während es gute Modelle über die Wasserbewegung in porösen Medien gibt, ist die Kenntnis über die Wasserbewegung in geklüftetem Gestein weniger gut. Weil die Bevölkerungszahlen global gesehen weiter steigen werden, wird mehr Wasser von mindestens der heutigen Qualität benötigt.

Man wird über die **Prozesse in der Erde**, über die Fluida etc. besser Bescheid wissen, über die mineralisierten Wässer und wird die Erde als Müllcontainer umfangreicher aber vorsichtiger nutzen als gegenwärtig. Damit wird sich der Mensch mehr als ein Teil der Natur sehen. Die Geowissenschaften sind dazu da, die Erde besser zu verstehen.

Zu erwartende Hauptprobleme hängen natürlich mit der Bevölkerungszunahme zusammen und werden manche Umweltprobleme von heute trivial erscheinen lassen. Zum Überleben müssen die strahlenden oder übelriechenden Umweltfiasko minimiert werden. Um dieses zu packen, ist tieferes Wissen um geologisch-geochemisch-geophysikalische Vorgänge erforderlich. Die Gewinnung von **Mineral- und Energieressourcen** wird um das Vielfache steigen (E. U. v. WEIZSÄCKER geht von einer Verdoppelung alle 50 Jahre aus), wenn das Lebensniveau der Menschen in den bisher weniger entwickelten Gebieten, also der großen Mehrheit der Menschen, auf das Lebensniveau der in weiter entwickelten Gebieten Lebenden angehoben wird. Daraus sollte folgen, daß sich die Geowissenschaften in einem schnelleren Maße entwickeln als etwa die Zunahme der Weltbevölkerung. Gegenwärtig hat man eher den Eindruck, als ob sich die Wissenschaft von der internationalen Ökonomie entfernt. Es scheint vernünftig vorauszusagen, daß sich diese Entwicklung in absehbarer Zeit wieder auf ein zweckmäßiges Maß einpendeln wird. Mit einer Verknappung nichtbrennbarer Rohstoffe ist nicht zu rechnen, wohl aber mit dem Ansteigen des Kapitalaufwandes für ihre Bereitstellung.

Das **tiefe Bohren** steht vor großen Problemen, wird aber wohl Favorit bleiben. Wenn man wie bisher etwa alle 50 Jahre die Bohrtiefe verdoppelt, dann könnten in 100 Jahren Tiefen um 60 km erreicht werden. Man sollte dabei bedenken, daß bisher noch keine Milliardenbeträge zur Erforschung des Erdinneren bereitstanden, wie für die Raumfahrt. Vielleicht wird sogar die Öffentlichkeit einmal darauf Einfluß

nehmen, daß „nach unten“, statt „nach oben“ geforscht wird. Bisher sind die wenigen sehr tiefen Bohrungen an Orten positioniert gewesen, deren Auswahl letztlich auf der Grundlage des konventionellen geologischen Wissens getroffen worden ist. Vielleicht muß man zukünftig riskieren, sich von dieser Sicht des Oberkrustengeologen, die man ganz selbstverständlich haben muß, etwas zu lösen. Größere Entdeckungen - bezogen auf das geologische Ergebnis - sind vielleicht gerade bei reinen „Risiko“-Bohrungen zu erwarten. Gremienvertreter, die eine solche geänderte Strategie-Haltung beziehen müßten, sollten allerdings neben großer Beschlagenheit in der Geologie über gute physikalische Kenntnisse zum Verhalten von Gesteinen bei mittleren Drucken und Temperaturen verfügen und über genauso viel Verantwortungsgefühl bezüglich der Haushaltsfragen.

Die **Computer** werden alle Formen der Datenkommunikation „revolutionieren“. Ob der, nicht zuletzt Internet-mitbedingt, schon mehrfach angekündigte Tod des Buches eintritt, wage ich zu bezweifeln. Der ästhetische und vergnügliche Aspekt beim Lesen dürfte eine totale Computerisierung wohl verhindern. Die Kommunikationsgarantie der Datenbearbeitung wird allerdings bewirken, daß sich die geologische Literatur anders (? disziplinierter) entwickeln wird als bisher. Über die Literaturflut (zusätzlich belastet durch die Preisschraube) wird seit Jahrzehnten geklagt, aber ganz ernsthaft wird dagegen nicht allzu viel getan. Die modernen Mittel der Datenübertragung und -nutzung führen gegenwärtig zu den drastischsten Änderungen in den Lesegewohnheiten seit GUTENBERGS Zeiten. Auch das Überleben von Zeitschriften wird von den immer stärker in das tägliche Leben eines Wissenschaftlers drängenden Datenfluten stark beeinflusst.

Die Forschung wird sich Kurzzeitphänomenen in Gesteinen zuwenden und der Bewertung geologischer Prozesse nach der Höhe des Energieumsatzes. Die **Verbindung zur Physik** wird sicher enger. Es wird neue Techniken geben, mit denen man noch besser hinter das Wesen der Materie und deren Strukturierung in Mineralen, Gesteinen und geologischen Körpern schauen kann.

Manche Forschungsmethoden werden sich ändern: man wird von der heute noch dominierenden Methode der Prüfung von Sachverhalten nach Art der Physik abgehen und stattdessen **Systeme** untersuchen. Das hat bei großen Programmen, wie z.B. „Global Change“, „Geosphäre-Biosphäre“, „Environmental Change“, ja bereits eingesetzt, denen allerdings die Eigenschaft gemeinsam ist, deutlich zunehmend mehr zu „Bio“ als zu „Geo“ zu tendieren.

Überraschungen könnte es geben seitens der **Atomphysik**, etwa bezüglich der druckabhängigen Halbwertszeiten radioaktiver Elemente. Der Effekt ist

sehr klein und bisher scheinen alle Vorschläge zur Erweiterung des Standardmodells unbewiesene Spekulation zu sein; vielleicht fehlt aber auch nur das entscheidende Experiment. Nach OLIVER (1991) ist ferner noch nicht endgültig geklärt, ob Atome nicht doch ein Gedächtnis haben.

## Zum unvermeidlichen Einfluß des Menschen

Es ist inzwischen allen bewußt, daß der Mensch jetzt zahlreich genug ist, um die Erde zu verändern, und daß nichts im globalen System gegen den Menschen immun ist. Speziell der Energieverbrauch und die Bevölkerungsdichte lassen das 20. Jahrhundert als eine besondere Zeitspanne erscheinen. Auch dadurch ruft der Mensch den Forschungsbedarf hervor.

Von allen Innovationen hat nur die Industrialisierung etwa seit 1850 die Bevölkerungszahl in einer Art und Weise ansteigen lassen, daß man derzeit mit mehr als 10 Milliarden Menschen im Jahre 2020 rechnet. Parallel dazu verlief die Entwicklung der Landwirtschaft, die große Teile der Erdoberfläche aus ihrem natürlichen Zustand in landwirtschaftliche Nutzfläche transformiert hat. Jeder weiß, daß die Erosion zugenommen hat und die Sedimentfracht in den Flüssen.

Auch der **Materialverbrauch** des Menschen (WOLMAN 1990) ist ungeheuer angestiegen. In 70 Lebensjahren verbraucht ein Mensch das einmillionenfache seines Gewichts in Wasser, das 10.000fache an fossilen Brennstoffen, das 3.000fache an Metall, Holz, Papier. Die durch den Menschen verursachte Blei-Emission ist 300mal größer als die aus irdischen Ursachen.

Die Menschen produzieren wesentlich mehr Staub als die Vulkaneruptionen ( $500 \times 10^6$ t/a der Mensch - Vulkane  $4 \times 10^6$ t/a), d.h. das 120-fache. In die Ozeane wird technogen bedingt mehrere 100mal mehr Erdöl gegeben, als diesen aus natürlichen Quellen zufließt. Der Mensch bewegt in der Landwirtschaft, dem Bergbau im weitesten Sinne und im Bauwesen 10mal mehr Sedimentmassen als alle Flüsse der Erde transportieren.

Die Menschen werden immer bestrebt sein, ihre Lebensbedingungen zu verbessern. Sie werden immer Energie sowie feste, flüssige und gasförmige Ressourcen benötigen. Die notwendige Suche und Gewinnung oder der Nachweis neuer Energiearten müssen in immer besserer Verträglichkeit zu den jeweiligen Umwelterfordernissen stehen.

## Die „Wahrheit“ der Erdgeschichte

Historiker sagen, daß Geschichte immer die Propaganda der Sieger ist (R. W. EMERSON: „Geschichte ist immer der überlieferte Bericht von

*der Macht der Minderheiten*“). Das kann man für die Erdgeschichte mit Fug und Recht sagen. Das, was in der Erde erhalten bleibt, vertritt den abschließenden dominierenden Prozeß, den „Sieger“, deshalb müssen wir oft enttäuscht sein über das Fehlen kritischer Daten. Deshalb führt (auch) die Erde ein sehr lückenreiches und damit unpräzises Tagebuch und dadurch gerät das „Gespräch mit der Erde“ oft ins Sprunghafte. Nur Selektiertes wird in das Geschichtsbuch übernommen. Aus diesem Grunde weiß man noch zu wenig darüber, wann oder wie schnell sich Vorgänge ereignet haben. Deshalb wird man weiterhin in der Erdgeschichtsforschung an gegenwartsnahe Prozesse herangehen müssen, um diese kritischen Fragen besser aufzuhellen. Ein ganz weites Feld ist die organische Welt. Es schien vor Jahrzehnten, als hätte der Mensch die Evolution unterbrochen, vielleicht sogar abgebrochen. Heute muß man das anders sehen, ohne daß Horror-Vorstellungen einen besonnenen Umgang mit den Spezifika der Evolution überdecken sollten.

Die nächsten 100 Jahre werden benutzt, um die **Verantwortung des Menschen** für die Erde in den Geowissenschaften transparent zu machen. Die Erde wird weiter das menschliche Leben tragen; man wird weiter die natürlichen Ressourcen nutzen. Das steigende Interesse der Öffentlichkeit zwingt zunehmend, geowissenschaftliche Prognosen sehr besonnen und nicht eifernd zu formulieren, z.B. den Treibhauseffekt, der mit stärkerer Erwärmung in den höheren Breiten, wärmeren Wintern und zunehmender Trockenheit auf den Kontinenten verbunden sein soll.

Aber weder Meeresspiegelanstieg, noch globale Erwärmung müssen notwendigerweise auf die Wirkung des Menschen zurückgehen. Als Folge der Erwärmung könnte sich der Niederschlag eher als Schnee und Eis in den Polargebieten steigern, als sich im Schmelzen der Eiskappen zeigen. Über den Ozeanen könnte die Luftfeuchte in der Atmosphäre zunehmen. Es hätte Zunahme der Wolken zur Folge und damit einen Abkühleffekt. Schon wenn wenige Prozent Wolkenbedeckung dazukommen, würde der Treibhauseffekt ausgeglichen. Trägt sich die derzeit dominierende Theorie überhaupt? Aber: noch zuviele Konjunktive!

Die gegenwärtigen Temperaturen - sieht man von den Tendenzen ab - sind nicht viel anders als irgendwann in den letzten 2 Millionen Jahren. Eine Frage ist, ob nicht durch die verbesserte Meßtechnik (welcher Parameter?) Temperaturen heute wesentlich genauer erfaßt werden. Schon jetzt sollte bei diesen Betrachtungen beachtet werden, daß auch in den nächsten 20 Jahren als Hauptquellen der Energie wohl weiter die Kohle und die Kernenergie bleiben dürften. Diskussionen über die Temperaturbedingungen in geologischen Zeiträumen waren oft kontrovers: der Autor erinnert sich der vor 40 Jahren umgehenden, etwas spöttischen Kritik an den

Ergebnissen der aufwendigen Bestimmung von Paläotemperaturen durch EPSTEIN, der nachgewiesen hatte, daß - selbstverständlich - bereits im frühen Paläozoikum organisches Leben in den Weltmeeren unter ca. 10-20°-Bedingungen gedieh.

## Zur Güte geologischer Forschung

Im Angelsächsischen wird seit einigen Jahren der Begriff „Exzellenz“ als zum Überleben benötigtes Kriterium der Geowissenschaften diskutiert. Der Begriff ist inzwischen hier angekommen. Wer sein Leben lang in der Geologie tätig war, weiß, wie schwierig es ist, Exzellentes zu initiieren. Was steht dem offenbar weltweit im Wege: übertriebener Papierkrieg, langwierige Genehmigungsverfahren für die Mittelbereitstellung, zu enge Behandlung pekuniärer Fragen, generelle Mittelknappheit bzw. zunehmender Mittelbedarf für andere als für wissenschaftliche Problemlösungen, die mitunter Differenzen zwischen Großprojekten und Anliegen kleineren Umfangs zur Folge haben kann, fehlender „langer Atem“ bei der Risikoforschung, Animositäten. Heikel ist unter anderem das Problem der Gefahr einer Ausschließung von Querdenkern mit unpopulären Ideen von Fördermitteln. Auch sind Auswirkungen durch Meinungsänderungen in der Öffentlichkeit möglich. Größere Projekte erlauben eher eine Risikoforschung und diese bringt am ehesten Exzellentes hervor. Man denke an Raumforschung, das Ozeanprogramm der letzten Jahrzehnte, die seismische Tomographie. Die Erfolgreichen dieser Programme sind keineswegs die exzellenteren Wissenschaftler (mögen sie selbst auch einem solchen Irrtum bis Hochmut erlegen sein). Sie haben vielmehr durch die Bündelung der Mittel Zugang zu Material und Daten, die andere Wissenschaftler nicht hatten oder nicht produzieren konnten. Es versteht sich von selbst, daß für ein Individuum der sensible Begriff der Exzellenz nicht sehr einfach festzulegen ist. Das Leben zeigt da ganz schnell, was Sache ist. Man muß zum Erreichen exemplarisch guter Resultate eine Balance herstellen zwischen großen Fragen und den nicht größer werdenden finanziellen Möglichkeiten. Diese ist vielleicht über die nicht allzu formal erfolgende Bewertung der Produktivität des Einzelnen zu halten oder zu erreichen. Wie wenig so etwas mit dem Rang zu tun hat, kann man vielleicht ganz gut an der Person von SCHILLER sehen, der ja an der Jenaer Universität nach heutiger Nomenklatur eine C2-Professur innehatte und man fragen darf: was blieb eigentlich von seinen C4-Kollegen?

*Anschrift des Autors:*

Prof. Dr. Peter Bankwitz  
Gutenbergstr. 62  
14467 Potsdam

C. F. v. WEIZSÄCKER hat gefragt:

### Warum stützt der Staat die Wissenschaft?

- um das Leben seiner Bürger zu verbessern - ich meine, ja
- um dem Nationalstolz Futter zu geben - sicher
- um den nationalen Reichtum zu vermehren - das erwartet der Bürger
- vielleicht nur in letzter Linie, um über die Wissenschaft den Geist und damit die
- internationale Kultur zu bereichern.

Um Mittel für die (Geo)Wissenschaft zu mobilisieren, werden Nützlichkeitskonzeptionen erwartet, mit denen Entscheidungen durch die Öffentlichkeit, durch den Staat oder die Industrie vorbereitet werden. Diese stellen immer ein Risiko dar, weil die Tendenz naheliegt, durch vereinfachende oder verwirrende oder zu viel versprechende Erklärungen (in einer Art Antrags-Kosmetik) sich auf die Dauer ein Selbsttor zu schießen. Diese Seite der Forschungsplanung hat nach DRAKE (1990) etwas mit dem Verhalten eines Forschungsreisenden beim Überqueren eines von Krokodilen beherrschten Flusses zu tun. Vor einer Überquerung sollte man bedenken, ob es klug ist, die Krokodile vor der Überquerung des Flusses zu reizen. Man sollte sich im Umgang mit Krokodilen etwas qualifizieren.

Gelänge es der geologischen Gemeinschaft, auch nur die Hälfte des Gesagten zu berücksichtigen, sollte einem um die Zukunft der Disziplin weniger bange sein, als manche Indikationen der Gegenwart befürchten lassen.

### Literatur:

v. BUBNOFF 1943, 1949; v. BÜLOW 1959, 1968; DRAKE 1990; EIGEN 1988; GLOBIG 1996; HOHL 1968; HUTCHINSON 1983; JACOBS 1989; KAEMMEL & REICHSTEIN 1990; MALTONI & SELIKOFF 1990; OLIVER 1991; POPPER 1994; SANDVOSS 1989; SCHILLER 1789, 1791; SIMON 1948; WEGMANN 1958; C. F. v. WEIZSÄCKER 1989, 1991; E. U. v. WEIZSÄCKER 1994; WERNER 1991; WOLMAN 1990 .

Für Diskussionen danke ich TH. KAEMMEL, H. KÄMPF, R. SELTMANN, CH. SCHEFFZÜK und M. STÖRR.