

Strahlentelex

mit ElektromogReport

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288

www.strahlentelex.de

Nr. 530-531 / 23.Jahrgang, 5. Februar 2009

Atomwirtschaft:

Ein neuer Bergbauboom bedroht 924 Millionen Menschen. Mit Uran aus Afrika will die Atomindustrie ihre Reaktoren bedienen und in Europa das Klima retten. Berichte von Günter Wippel, Martin Kurz und Inge Lindemann u.a. aus Niger und Tansania. Seite 7

Verbraucherinformation:

Alle in Deutschland im Handel befindlichen Rohphosphat- und Phosphatdüngemittel enthalten Uran als Spurenstoff. Das teilte die Bundesregierung zu Beginn des Jahres 2009 mit. Seite 10

Verbraucherinformation:

Das Bundesamt für Strahlenschutz bestimmte bei circa 580 Wasserversorgungsanlagen die Gehalte an natürlicher Radioaktivität im Trinkwasser. Die Veröffentlichung der konkreten Meßergebnisse läßt weiter auf sich warten. Seite 11

Atomrecht:

Mit der zehnten Änderung des Atomgesetzes wird das Verursacherprinzip auf den Kopf gestellt. Der Bund will nun die Kosten für Betrieb und Schließung des Atommülllagers Asse in Niedersachsen dem Steuerzahler aufbürden. Seite 11

Energiepolitik

Kernfusionsenergie: Der gefährliche Weg zu einem fragwürdigen Ziel

Von Gert Blumenthal*

Über die Perspektiven der Kernfusionsenergie heute zu streiten, ist ziemlich unergiebig, denn es gibt zahlreiche ernstzunehmende Meinungen pro und contra, die man aber zu diesem frühen Zeitpunkt kaum zu wichten vermag. Die Thematik ist über alle Maßen

komplex und erfordert damit neben der Kenntnis der Systemzusammenhänge auch die Fähigkeit, die vielfachen Verflechtungen zwischen den Disziplinen der Wissenschaft sowie die zwischen Wissenschaft, Technik, Politik und Gesellschaft annähernd richtig einschätzen zu können. Diese Diskussion sollte darum besser der Zukunftsforschung überlassen bleiben, von der der Autor dieser Zeilen aber nichts versteht und der er auch einigermaßen skeptisch gegenübersteht, weil er die Zukunft als weitgehend offen auffaßt [1]. Aus diesen Gründen fühlt er sich außerstande, sich zu den Aussichten von Kernfusionskraftwerken zu positionieren. Aber selbst bei weitgehender thematischer Enthaltsamkeit hält es der Autor doch für erforderlich, einige Argumente derer zu untersuchen, die Kernfusionskraftwerke als realisier- und wünschbar darstellen, sowie Lücken aufzufüllen, die sie in ihren Darlegungen bewußt oder unbewußt immer wieder offen lassen.

Erwartung gestützt, daß die Epoche der fossilen Energierohstoffe in diesem Jahrhundert zu Ende gehen wird. Trotzdem gibt es bis zum heutigen Tag heftige, zum Teil grundsätzliche Widersprüche gegen diese Feststellung, vor allem von Energiekonzernen wie auch von den meisten der OPEC-Staaten. Die komplizierten Interessenlagen hinsichtlich der Zukunft des Öls sowie die vielfältigen Methoden der Manipulierung entsprechender Berichte und Prognosen wurden von Campbell et al. dargestellt [2]. Zuweilen wird die Tatsache des „peak oil“, des Zeitraums der globalen maximalen Ölfördermenge pro Jahr [3, 4], von bestimmten Interessengruppen noch immer als Hypothese herabgesetzt. Es nimmt nicht wunder, daß derartig kontroverse Aussagen die Öffentlichkeit verwirren, was die notwendigen Maßnahmen zur Anpassung schon in der Gegenwart sowie für die Zeit nach dem Ende der Ölförderung mehr oder weni-

Durch eine Vielzahl von Publikationen wird die geologisch-physikalisch basierte

Strahlentelex, Th. Dersee, Waldstr. 49, 15566 Schöneiche b.Bln.
Postvertriebsstück, DPAG, „Entgelt bezahlt“ A 10161 E

Allgemeine Fragen der Energieversorgung

ger verzögert.

Häufig wird dargelegt, daß der Nutzungszeitraum für fossile Kohlenstoff-stämmige Rohstoffe primär dadurch beschränkt sei, daß die Ressourcen auslaufen. Durch eine derartige Argumentation wird aber eine zeitlich näherliegende und noch strengere Grenze unterbewertet, nämlich die, daß die CO₂-Senken (aufwachsende Biomasse, Ozeane) zunehmend gesättigt sind, was die atmosphärische CO₂-Konzentration und damit die Klimaerwärmung weiter ansteigen läßt. Insofern müssen die anthropogenen CO₂-Emissionen drastisch vermindert werden, und zwar ab sofort, anstatt darauf zu warten, bis Kernfusionskraftwerke weltweit diesbezüglich wirksam werden – womit, wenn überhaupt, kaum mehr in diesem Jahrhundert zu rechnen ist.

Die Frist, in der der zunehmende Mangel an fossilen Energierohstoffen sich einschneidend auf die Weltwirtschaft auswirken wird, ist nicht bestimmt durch den „Zeitpunkt“ der Ressourcenschöpfung (ein solcher ist praktisch nicht festzulegen!), sondern durch den „peak oil“. Ab Beginn des peak oil wird sich eine Schere öffnen zwischen dem weiter steigenden Energie-Weltjahresverbrauch und der abnehmenden Öl-Weltjahresförderung.

In diesem Zusammenhang wird zuweilen das Schlagwort „Wasserstoffwirtschaft“ eingeführt und diese als Alternative zu der Energieversorgung auf Basis Öl, Gas und Kohle gepriesen. Derartige Darlegungen sind irreführend. Es ist nämlich nicht richtig, den Sekundärenergieträger Wasserstoff (H) als Alternative zu den Primärenergieträgern Öl, Gas und Kohle anzusehen. Entscheidend ist, und das ist das Charakteristikum eines Sekundärenergieträgers, aus welchen Primärenergieträgern der Wasserstoff gewonnen

wird. Zukunftsfähig ist nur der ökoenergetisch, also bevorzugt mittels Solar- oder Windenergie, nicht aber der mit Hilfe der Fossil- oder Atomenergie erzeugte Wasserstoff. Trotz des scheinbar konsistenten Bildes von der „H₂-Revolution“ [5] bleibt es fragwürdig, den künftigen Energieverbrauch auf der Grundlage nur des einen Energieträgers Wasserstoff zu prognostizieren. Die suggerierte Einbahnstraße der Wasserstoffwirtschaft läßt den direkten Elektronentransport mittels Fernleitungen (einschließlich der Hochspannungsgleichstromübertragung, HGÜ) außer Betracht – was angesichts der schon länger laufenden Diskussion dieser eventuellen Lösungsmöglichkeit befremdet (vorläufige Zusammenfassung [6]) und geeignet ist, dem Leser eine komplexreduzierte Sicht aufzudrängen.

So problemlos wie zuweilen dargestellt, ist auch der flächendeckende Einsatz mobiler Brennstoffzellen nicht. Erhebliche Schwierigkeiten sind zu erwarten bei der langfristig erforderlichen Massenverfügbarkeit von Platin wie auch bei der Herstellung kostengünstiger Membranen hoher Standzeiten (wie sie zum Beispiel für die Direct Methanol Fuel Cell, DMFC, unabdingbar sind). Dem entspricht, daß für das Elektroauto neben der Brennstoffzelle zunehmend Hochleistungsbatterien in der Diskussion sind [7].

Manche Atomenergiebefürworter lassen die kaum überschätzbaren Möglichkeiten der Energieeffizienzerhöhung in Industrie, Verkehr und im Haushalt [8] außerhalb ihrer Betrachtung. Demgegenüber scheint sich immer deutlicher zu erweisen, daß die allseitige (energetische und stoffliche) Effizienzerhöhung die kostengünstigste Strategie ist, um CO₂-Emissionen zu mindern. Welch riesiges Potential allein in der Nutzung der allgemeinen Abwärme steckt (zum

Beispiel mittels Kraft-Wärme-Kopplung oder thermoelektrischer Generatoren, TEG), wird daran deutlich, daß in den USA gegenwärtig 65 Prozent der eingesetzten Primärenergie als Abwärme verloren gehen [9], was in Europa nicht viel anders sein dürfte.

Die unbedingt notwendige Einschränkung des individuellen Konsums in den Industrieländern mag auf den ersten Blick schwer vorstellbar sein, aber eine allgemeine Erhöhung der Energieeffizienz ist nach allen Erfahrungen des letzten Jahrhunderts zu erwarten, in dem in Deutschland eine Entkopplung des Wachstums von Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch eintrat. Zudem läßt sich auch der individuelle Umgang mit Energie und anderen sich verknappenden Gütern durchaus mit staatlichen Fördermaßnahmen im erforderlichen Sinne beeinflussen (aktuelle Beispiele: Photovoltaik-Boom durch das EEG, Wassersparen durch Wasseruhren, energiesparende Haushaltsgeräte und Beleuchtungsmittel u. a. m.).

In manchen Texten ist zu lesen, daß der große Energiebedarf der Zukunft nur durch den Einsatz hochwirksamer Verfahren mit konzentrierter steuerbarer Energieerzeugung gedeckt werden könne. Diese Meinung richtet sich gegen das Konzept der Dezentralität kleiner Wandlereinheiten (Windturbinen, Photovoltaikanlagen, Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen, Wärmepumpen u. a.) und vertritt damit die überholte Auffassung von der Unentbehrlichkeit der hochzentralisierten Energieversorgung. „... Mehr Energieangebot und immer größere Kraftwerke waren der Stolz ganzer Technikergenerationen. Der Gedanke, daß weniger mehr und profitabel sein kann, beginnt sich erst langsam durchzusetzen ...“ [10].

Aktuelle Erwägungen zu dem konträren Verhältnis Kernfu-

sionstechnologie – Ökozeitalter lassen sich bei Spänkuch [11] nachlesen.

Gesellschaftliche Auswirkungen von Kernfusionskraftwerken

Die Kernfusionstechnologie hat das Potential, den gesellschaftlichen Fortschritt zu bremsen: „Wenn es ein Aufwärts gibt in der Emanzipation der Menschheit, dann ist die Macht der Monopole zu beseitigen, vorrangig solcher, die Existentielles monopolisieren – Energie, Rohstoffe, Boden und Trinkwasser. Das würde Wege voll öffnen, die bei systemischer Vernetzung zu weitgehender Dezentralisierung und Regionalisierung führen. Kernfission und, noch ausgeprägter, Kernfusion sind aber der Gipfel der wirtschaftlichen und damit politischen Konzentration und Machtausübung“ [12]. Es läßt sich auch prägnanter formulieren: Kernfusionskraftwerke – das sind Energie- und Machtzentralen äußerster Komplexität.

Auf Grund der mit Atomkraftwerken gesammelten Erfahrungen ist zu bezweifeln, daß die Kernfusionstechnologie geeignet ist, die Nord-Süd-Disparitäten zu mildern. Sie ist, falls sie überhaupt jemals realisiert werden sollte, eine Technologie für die industrialisierten Länder. Sie werden diese Art der Energieversorgung nur dort installieren, wo Profit garantiert ist – und damit ihre globale Macht weiter festigen. Man darf nicht vergessen: Jeder Fusionsreaktor ist abhängig von der Verfügbarkeit von Technologien zur Produktion von hochreinem Lithium, hochreinem Deuterium sowie von Sonderwerkstoffen, die für die Blankets, die Divertoren, das Supraleitungssystem u. a. erforderlich sind – alles Spitzen-high-tech, die in den Händen der industriell höchstentwickelten Länder liegt.

Zuweilen wird erwartet, daß das Konsumniveau der

Schwellen- und Entwicklungsländer sich dem heutigen der Industrieländer angleichen würde und der daraus resultierende hohe Energieverbrauch eben nur mit Hilfe der Kernfusion befriedigt werden könne. Es ist aus Bilanzgründen jedoch unmöglich, das Konsumniveau der Entwicklungsländer auf das gegenwärtige der Industrieländer zu heben, denn die Aufnahmefähigkeit der Umwelt für Schadstoffe nimmt rapide ab (Sättigung der Senken, wie sie gegenwärtig in der öffentlichen Diskussion fast ausschließlich auf CO₂ fokussiert wird), und die Ressourcen, zunächst Öl, Gas, Uran, Kohle und Wasser, danach bestimmte mineralische Rohstoffe, wie Phosphate und Platinmetallerze, nähern sich der Erschöpfung. Eine derartige Angleichung würde fünf Planeten Erde erfordern.

In manchen atomenergiefreundlichen Publikationen fällt auf, wie konsequent deren Verfasser Erwägungen über politische, gesellschaftliche und soziale Verflechtungen einer installierten Fusionsstechnologie umgehen. Diese Haltung läuft allerdings Gefahr, die Komplexität des Themas nicht in dem zu fordernden Maße deutlich werden zu lassen. Man kann heute schon nicht mehr über Energieversorgung schreiben, ohne auch die nichttechnischen Implikationen zu bedenken. Enthält man sich dessen, wird es kaum möglich, die Aussichten der Kernfusionstechnologie wissenschaftlich abzuschätzen.

Zusammenstellungen von Grundproblemen auf dem eventuellen Weg zu einem Fusionskraftwerk geben Bradshaw [13] und Heinloth [14].

Der Realisierungszeitraum

Manche atomkraftfreundliche Naturwissenschaftler erliegen bezüglich des Realisierungszeitraums eines Fusionskraftwerkes ihren eigenen optimistischen Wunschvorstellungen.

Soweit diese allein bei der Person verbleiben, sollte man sie dabei nicht stören. Wenn sie jedoch ihre entsprechenden Ansichten in Form eines seriös wirkenden Artikels veröffentlichen, können dadurch hinsichtlich der möglichen Bedeutung der Kernfusion für die Energieversorgung beim Leser grundlose Hoffnungen genährt werden.

Die „Kernfusionskonstante“ [15] zeigte im Verlaufe der vergangenen sechzig Jahre die Tendenz zum Wachstum. Der Fertigstellungstermin eines Kernfusionskraftwerkes hat sich bisher als ein „moving target“ erwiesen (anfänglich 10 bis 20, heute 40 bis 50 Jahre), ist aber vielleicht sogar nur eine langlebige, teure Illusion.

Selbst gegenüber der Atomenergietechnik wohlwollende Autoren heben die Unsicherheit des Realisierungszeitraums hervor: „Eine kritische Frage betrifft den Zeithorizont für die Entwicklung eines Fusionskraftwerkes. In der Vergangenheit gab es wiederholt diesbezügliche Prognosen, die sich als grobe Fehleinschätzungen herausstellten“ [16]. Oder: „Fusionsreaktoren: Ohne Demonstrationsanlage (ITER) ist noch keine seriöse Prognose über Einsatzstrategien möglich“ [17].

Bei nahezu allen Entwicklungen moderner Großtechnik ist zu beobachten, daß der Einfluß der zunehmenden Komplexität auf die Realisierung und den Betrieb unterschätzt wurde und weiterhin unterschätzt wird. Das mußte kürzlich erst selbst für eine scheinbar so übersichtliche Aufgabe wie die Endlagersuche am Fall Asse II durch den zuständigen Minister festgestellt werden. In wesentlich höherem Maße gilt das für die Fusionstechnologie. Die Komplexität atomenergietechnischer Anlagen hat vom Leichtwasserreaktor über den Typ „Schneller Brüter“ bis zum prognostizierten Modell

Fusionsreaktor durchweg zugenommen.

So oder ähnlich sehen das selbst Befürworter der Fusionsstechnologie: „Die weltweiten Forschungen zur gesteuerten Kernfusion sind eines der komplexesten und schwierigsten wissenschaftlichen und technischen Unternehmen, das die Menschheit für ausschließlich friedliche Zwecke in Angriff genommen hat. Der Ausgang ist noch ungewiß“ [18].

An anderer Stelle wird die Wechselwirkung zwischen Komplexität und Wirtschaftlichkeit hervorgehoben: „Dieser extreme Grad an Komplexität schlägt sich in extremen Kosten für den ITER nieder. Warum sollte das nicht auch für Fusionskraftwerke, wenn es sie denn geben sollte, zutreffen? Das hundertjährige Forschungsprogramm zeigt an, daß es sich um die komplexeste Technologie handelt, die je in Angriff genommen wurde“ [19].

Neuerdings erst wurden Kostenerhöhungen am ITER gemeldet [20]: Wurden 2001 die Kosten für die Anlage auf 5,5 Mrd. Euro geschätzt, erzwingen nun technisch begründete Umplanungen, daß dieser Betrag bis auf das Doppelte klettern könnte. Ob die beteiligten 27 EU-Staaten bereit und in der Lage sind, die erforderliche Beitragserhöhung zu leisten, und das auch noch unter den Zwängen der Weltwirtschaftskrise, bleibt abzuwarten. Es ist anzunehmen, daß durch die Planänderungen auch Planungszeiträume gedehnt werden, so daß der Zieltermin Ende 2016 für die erste Plasmazündung im ITER [21] in Frage steht.

„Wegen der Komplexität der wissenschaftlichen und technischen Problemstellung ist davon auszugehen, daß Kernfusion in den Zeiträumen bis ca. 2050 keinen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten wird“ [22]. Und selbstverständlich ist

doch, daß für die Zeit danach ein einzelner Reaktor (und mehr könnte 2050 nicht zur Verfügung stehen) nicht nennenswert zur erforderlichen CO₂-Emissionsminderung beizutragen vermag.

Der Zeitablauf bis zur Inbetriebnahme eines Fusionskraftwerks wird folgendermaßen geschätzt: Inbetriebnahme ITER 2016. Laufzeit bis 2037. Parallel dazu Entwicklungsarbeiten für den Demonstrationsreaktor DEMO. Betrieb des DEMO bis 2055, im Erfolgsfall dann Beginn des Baus eines kommerziellen Fusionskraftwerks mit einem geschätzten Zeitaufwand von zwanzig Jahren. Optimistische Prognose also: Inbetriebnahme des ersten kommerziellen Fusionskraftwerks im Jahre 2075 [23].

Damit ist aber das Fusionskraftwerk vermutlich erst lange nach „peak oil“ zu erwarten und sowohl für die Deckung der von einigen befürchteten Energielücke als auch für die Minderung der CO₂-Emissionen uninteressant. Außerdem reichen die an einem einzelnen Kraftwerk gewonnenen Erfahrungen nicht aus als Beweis, daß Kernfusionskraftwerke flächendeckend die Energieversorgung der Menschheit übernehmen könnten.

Eigenschaften von Kernfusionskraftwerken

Die Vision vom Kernfusionskraftwerk ist für manche ein Argument zur Legitimierung der Fissionskraftwerke als „Übergang“, als „Brücke“. Jeder Brückenbauer am Ufer eines sehr weiten Gewässers vergewissert sich vor Beginn des Baus erst einmal, ob ein anderes Ufer überhaupt in der Nähe ist, wenn ja, ob es erreichbar ist, welche baurelevanten Verhältnisse er dort antreffen wird und was der „ganze Spaß“ dann kosten könnte. Erst wenn all diese Fragen zweifelsfrei positiv beantwortet sind, beginnt man die Arbeiten. Im Falle der

Atomkraftwerke jedoch und deren Proliferation als Übergang zur Kernfusion wird der Gesellschaft eine „Brücke“ ins Nirgendwo angepriesen.

Außerdem ist der neueste Statusreport über die Atomindustrie der Welt [24] geeignet, selbst bei Atomkraftbefürwortern Zweifel an der globalen Realisierbarkeit ihrer Ideen über eine atomare „Brücke“ aufkommen zu lassen. Das Gewicht dieses Reports charakterisiert Amory B. Lovins, Koautor von „Faktor vier“, mit den Worten: „This authoritative analysis of the nuclear industry's sobering realities is a salutary antidote to irrational exuberance“ (Prolog in [24]).

Fusionsreaktoren können als Rohstofflieferanten (Brüter) für Fissionskraftwerke dienen: „Rein rechnerisch könnte ein Fusionsreaktor Spaltreaktoren vergleichbarer Leistung mit Brennstoff versorgen“ [25]. Anhänger der Fusionstechnologie hören derartige Aussagen verständlicherweise nicht gern, und darum erreichen diese kaum die Öffentlichkeit, denn bei einem solchen Einsatzziel könnte der Fusionsreaktor leicht als Hauptinstrument für die Atomwaffenproduktion erkannt werden.

Zu bedenken ist ferner, daß der Fusionsreaktor einen immensen Wasserbedarf aufweist (und das bei global sinkenden Brauchwasserressourcen!) und daß sein Wirkungsgrad durch den des angeflanschten „Dampfkraftwerks“ begrenzt ist.

Militaristische und geopolitische Interessen waren die Initiatoren der sogenannten „zivilen Nutzung“ der Atomenergie und melden nun wieder ihre Ansprüche an, auch auf die militärischen Potentiale dieser Technologie. In einem Strategiepapier einer EU-Kommission wird festgestellt, Trägheitsfusion (Fusion mit Laserbeschuß) „is linked to defense programmes rather than to energy research pro-

grammes“ [26]. Oder: „Die Laserfusion ist ein Paradebeispiel für die Janusköpfigkeit, mit der sich physikalische Forschung darbieten kann. Die Brennstoffkugeln sind zugleich Energiepillen für den Fusionsreaktor und ‚Minibomben‘ für den Laborversuch“ [27]. Selbst unter Atomenergiegegnern findet sich die Auffassung, daß die Bombe sowie das diesbezügliche technische Wissen nicht in die „falschen Hände“ gelangen dürfe. Doch für die Atombombe gibt es keine „richtigen Hände“.

Die Steuerbarkeit des Kernfusionsreaktors

Es hat sich eingebürgert, die im Reaktor ablaufende Kernfusionsreaktion als „gesteuert“ oder „kontrolliert“ zu unterscheiden von der in der Kernfusionsbombe („Wasserstoffbombe“) ungesteuert (explosionsartig) verlaufenden Reaktion. Das darf aber nicht so mißverstanden werden, daß die Leistung eines Kernfusionskraftwerks dem unmittelbaren Bedarf entsprechend „steuerbar“ sei. Die gesteuerte Kernfusion ist in diesem Sinne nicht steuerbar. Kernfusionskraftwerke sind auf Grund ihrer energetischen Größe ausgesprochen träge. Sie fungieren als Grundlastkraftwerke, die stets mit gleicher Belastung gefahren werden.

„Eine Form der künstlichen Kernfusion ist die unkontrollierte Kernfusion in der Wasserstoffbombe. Angestrebt wird die kontrollierte (gesteuerte) Kernfusion in Fusionsreaktoren...“ [28].

Der Terminus „gesteuert“ in Verbindung mit der zur Nutzenergieerzeugung betriebenen Kernfusion sollte gestrichen werden, da er zu Verwechslungen führen kann.

Risiken des Fusionsreaktors

Ein Kernfusionsreaktor birgt nicht die Gefahrenquellen, die

von einem Fissionsreaktor bekannt sind, aber eben andere deuten sich an, die ebenfalls sicher beherrscht werden müssen. Davon werden schon heute die folgenden Probleme diskutiert.

Die Tiefkühlung: Ein unterbrechungsfreier Betrieb der Tiefkühlung für die supraleitenden Spulen ist zu garantieren. Eine plötzliche Überschreitung der Sprungtemperatur würde nahezu schlagartig eine Energie freisetzen, die etwa der Explosion von 6 Tonnen TNT entspräche [29].

Tritium-Emissionen: Als eines der ernstesten Risiken der Kernfusionstechnologie ist die noch weitgehend unterschätzte strahlenbiologische Wirkung von Tritiumemissionen anzusehen, deren zuverlässige Rückhaltung unter den Bedingungen der Großtechnik schwierig sein dürfte.

Eigenschaften von Tritium

Tritium wird auf natürliche Weise in den obersten Atmosphärenschichten durch Einwirkung schneller Neutronen auf Stickstoffatome gebildet.

Tritium ist radioaktiv und zerfällt unter β -Strahlung mit einer Halbwertszeit von 12,26 Jahren (Abklingdauer \approx 122 Jahre) in Helium-3 (^3He), ein nichtradioaktives Heliumisotop. Ein Teil dieses Tritiums gelangt mit dem Regen in die oberflächennahe Atmosphäre, in der sich eine Gleichgewichtskonzentration eingestellt hat.

Technisch entsteht zusätzliches Tritium in Atomkraftwerken, ist dort im Abbrand an das Zirconium der Brennstoffhüllen gebunden, im Abwasser enthalten (überwiegend als tritiiertes Wasser HTO) und wird an die Atmosphäre abgegeben [30]. Verständlich, daß in der Umgebung von Atomkraftwerken erhöhte Tritiumkonzentrationen gemessen werden. In Kanada zum Beispiel wurden bis

zu einem Radius von 40 Kilometer um ein Atomkraftwerk stabil erhöhte Tritiumgehalte gemessen [31].

Tritium liegt in der Natur überwiegend in Form von tritiiertem Wasser (HTO) vor, daneben in Biomolekülen (durch Substitution von H-Atomen) und, in Spurenmengen, als gasförmiges HT und T₂. Tritiierte Biomoleküle entstehen auch in der Photosynthese aus CO₂ und HTO.

Tritium im Organismus

In den menschlichen Organismus gelangt Tritium durch Ingestion (Nahrungsmittelaufnahme), Inhalation und Hautpermeation hauptsächlich als HTO, aber auch in Form tritierter Biomoleküle. Ein bis zwei Stunden nach der Inkorporierung hat sich Tritium über alle Körperflüssigkeiten gleichmäßig verteilt.

Die biologische Halbwertszeit T_b des Tritiums (das ist die Dauer, nach der von einer einmalig inkorporierten Tritiummenge die Hälfte wieder ausgeschieden ist) beträgt beim Menschen 10 Tage (man findet auch die Angabe 19 Tage [32]), bei großen Säugern 1 Monat bis 1 Jahr. Als Parameter für die Bestahlungsdauer des Organismus wird die „effektive Halbwertszeit“ T_{eff} verwendet. Bezeichnet T_{ph} die physikalische Halbwertszeit des Tritiums, so gilt:

$$T_{\text{eff}} = \frac{T_b \cdot T_{\text{ph}}}{T_b + T_{\text{ph}}}$$

Grenzfall 1 : $T_{\text{ph}} \gg T_b$

dann gilt : $T_{\text{eff}1} \approx T_b$

Grenzfall 2 : $T_{\text{ph}} \ll T_b$

dann gilt : $T_{\text{eff}2} \approx T_{\text{ph}}$

Für die Expositionsdauer des Organismus gilt demnach: Bei Nukliden großer physikalischer Halbwertszeit ist die effektive Halbwertszeit ungefähr gleich der biologischen Halbwertszeit; bei kleiner

physikalischer Halbwertszeit ist diese bestimmend. Für Tritium gilt: $T_{\text{eff}} = 18,9$ Tage (mit $T_b = 19$ Tage).

Beim Umgang mit dem Begriff „Halbwertszeit“ ist jedoch folgendes zu bedenken: Üblicherweise wird die strahlenbiologische Bedeutung eines Radionuklids durch dessen Halbwertszeit gekennzeichnet, was zuweilen zu dem Schluß führte, daß Nuklide mit kleinen Halbwertszeiten relativ ungefährlich seien (wenn nicht gerade bei ihrem Zerfall Nuklide mit längeren Halbwertszeiten entstehen). Aber: Die Halbwertszeit ist von bestimmender Bedeutung nur bei einer einmaligen, stoßartigen Exposition. Danach klingt die Aktivität des Nuklids ab, bis nach zehn Halbwertszeiten 99 Prozent davon zerfallen sind. Erfolgt dagegen die Exposition rhythmisch in kurzen Abständen (wie bei Bergleuten in Uranminen oder Beschäftigten in Atomenergieanlagen) oder gar kontinuierlich (wie in Häusern mit Radonzustrom aus dem Boden), ist die Halbwertszeit des belastenden Nuklids nicht mehr so entscheidend, denn es baut sich dann ein bestimmtes Gleichgewichtsniveau der Strahlenaktivität im Organismus auf, die bei längerer Exposition mit hoher Wahrscheinlichkeit Gesundheitsschäden bewirkt.

An größere Biomoleküle (zum Beispiel DNA) gebundenes Tritium ist langfristiger im Körper fixiert als das in HTO. Bei Langzeit-Expositionen kann sich organisch gebundenes Tritium im Körper anreichern [33].

Die Sonderstellung des Tritiums

Tritium nimmt unter den Radionukliden eine Sonderstellung ein. Die komplexe Verflechtung seiner physikalischen, kernphysikalischen und chemischen Eigenschaften bewirkt, daß Tritium in einer unikalischen Weise auf Biomoleküle einwirkt. Es gibt kein

zweites Radionuklid, das in derart vielfältiger Weise mit Wasserstoffverbindungen reagiert. Tritium kann biologische Systeme in mindestens dreifacher Weise angreifen:

Der Isotopieeffekt: Gebundene H-Atome in Kontakt mit Tritium unterliegen einem schnellen Isotopenaustausch [34] (Tritiierung). Das betrifft H-Atome von Wassermolekülen (die dabei in HTO übergehen), aber auch von größeren Biomolekülen (z. B. DNA oder Proteine). Dadurch wird die Reaktionskinetik des tritierten (schwereren) Moleküls verändert („Isotopieeffekt“), was in biochemischen Reaktionszyklen zu Störungen führen kann.

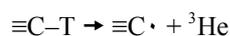
Isotopieeffekte sind bei Tritium am stärksten ausgeprägt, denn es gibt kein anderes chemisches Element, bei dem der Quotient aus den Massenzahlen des schwersten und des leichtesten Isotops so groß ist wie bei dem Element Wasserstoff: $m_T/m_H = 3$.

Die Tritium/Helium-Umwandlung: Ein für Tritium spezifischer Strukturdefekt tritt ein, wenn ein gebundenes Tritiumatom infolge einer Kernumwandlung übergeht in ^3He (nichtradioaktiv). Dieses als chemisch inaktives Edelgasatom verläßt das System unter Mitnahme eines Bindungselektrons der ursprünglichen (–O–T)– bzw. (–C–T)–Bindung, so daß eine radikalische Spezies hinterbleibt (ein Molekül mit einem einsamen Elektron):

Beispiel 1:



Beispiel 2:



Die weiteren Umsetzungen dieser sehr reaktionsfähigen Spezies können zu anderen Radikalen, zu Makroradikalen, zu Wasserstoffperoxid und anderen Oxidationsprodukten sowie zur Bildung von Doppelbindungen führen.

Die Strahlenwirkung: Die β -Strahlung des Tritiums kann an Atomen Anregungen von Elektronen bis zu Ionisierungen und darüber hinaus Radiolysen (Bindungsbrüche, z. B. DNA-Strangbrüche) bewirken. Hierbei entstehen unter anderem hochreaktive Radikale, zum Beispiel $\text{H}\cdot$ -, Hydroxid- und Hyperoxidanion-Radikale, $\text{HO}\cdot$ und $\text{O}_2\cdot^-$, sowie weitere Reaktanden (z. B. Wasserstoffperoxid), die zerstörerisch auf Biomoleküle (Purinbasen, Ribose, Enzyme) und Membranen sowie auch genotoxisch wirken [35].

Sowohl die β -Strahlung als auch die Radikalbildung infolge des Austritts von ^3He -Atomen haben carcinogenes Potential. Behandlung von Mäusen mit Tritium löste bei diesen Krebs aus [36].

Zu berücksichtigen ist weiterhin, daß atmosphärischer Sauerstoff unter Wirkung der β -Strahlung des Tritiums zu Ozon O_3 reagiert.

Diese Mechanismen legen zumindest zwei Folgerungen nahe:

- Die biologische Wirkung von Tritium beschränkt sich nicht auf strahlenbiologische Effekte und ist demzufolge wahrscheinlich (nicht nur für den Menschen) schädlicher als bisher eingeschätzt. Schon vor diesen Betrachtungen des Autors konstatierten Strahlenbiologen, daß in den bisherigen offiziellen Modellen die durch Tritium bedingten Risiken unterschätzt werden [37, 38].
- Die bisherigen Schlußfolgerungen aus der Personendosimetrie des Tritiums sind zu hinterfragen [39].

Gemäß dem Prinzip der ökologischen Vorsorge dürfen diese mit der Kernfusionstechnologie verbundenen Risiken des Tritiums in diesbezüglichen Texten keinesfalls unterschlagen werden. Schon ein knapper Hinweis auf die mit Fusionsreaktoren verbun-

dene Existenz und potentielle Gefährlichkeit von Tritium (wie etwa bei Lingertat [40]) könnte die Aufmerksamkeit des Lesers darauf lenken, daß hier wahrscheinlich ein Problem für Organismen zu erwarten ist.

Schlußbetrachtung

Die Fragen der zukünftigen Energieversorgung sind auf Grund der zahlreichen Einflüsse und unterschiedlichen Interessen schwer durchschaubar geworden. Daraus folgt aber eine besondere Verantwortung der Wissenschaftler, die Zusammenhänge durchschaubar zu machen – also aufzuklären. Bei allen Schwierigkeiten dieses Vorhabens sollten bei derartigen prognostischen Betrachtungen doch einige „Leitplanken“ beachtet werden:

- Sachlich *umfassende Information* über die vermeintlichen Vor- und Nachteile des fraglichen Energiesystems und *differenzierende Gewichtung* der anzunehmenden Entwicklung der einzelnen Komponenten.
- Sorgfältige *Beachtung der vielfältigen Verflechtungen*, wie sie für ein komplexes System, als das ein globales Energieversorgungssystem anzusehen ist, wesenseigen und bestimmend sind.
- *Sachlich richtige Darstellung* der aktuellen und absehbaren Eigenschaften konkurrierender Energieversorgungssysteme.

Ein interessantes wissenschaftspsychologisches Phänomen, „... eine erstaunliche kognitive Dissonanz ...“ [41], ist in der Haltung mancher Naturwissenschaftler zur Kernfusion zu beobachten: Sie räumen zwar ein, daß es bis zur Realisierung des Kernfusionsreaktors noch viele schwierige Probleme zu lösen gilt, sind aber optimistisch, daß das, auch in der erforderlichen Frist, infolge der zu erwartenden Fortschritte in Wis-

senschaft und Technik gelingen wird. Diese Zuversicht ist bemerkenswert, hat doch bis zum heutigen Tag noch nicht ein einziger Fusionsreaktor im Dauerbetrieb Strom geliefert. Im Gegensatz dazu rechnen diese Wissenschaftler kaum mit grundlegenden Fortschritten der Forschung für die Ökoenergien, obwohl auf diesem Gebiet schon seit Jahren beträchtliche und schnell wachsende Kapazitäten am Netz und die Zielstellungen für Weiterentwicklungen ziemlich klar umrissen sind, unbeschadet der auch hier zu erwartenden unvorhersehbaren prinzipiell neuen Lösungen. Hinzu kommt, daß im Vergleich mit einem Kernfusionskraftwerk alle Ökoenergie wandlersysteme relativ einfach und durchsichtig aufgebaut sind, einer zum großen Teil schon traditionell beherrschten Technik gehorchen und zuverlässig, auf jeden Fall katastrophenfrei, funktionieren.

Die anscheinend fast unüberwindliche Macht der „stillschweigenden Infrastruktur“ (David Bohm) läßt viele Naturwissenschaftler an dem überkommenen System der zentralisierten Energieversorgung festhalten. All ihre „neuen“ Ideen haben dieses überkommene System zur unerschütterlichen Denkgrundlage. Ein ganz anders strukturiertes, etwa dezentralisiertes, System liegt außerhalb ihrer Denkgewohnheiten. Dabei hat doch die Welt aus der Entwicklung der Informationstechnologie bis hin zum „World Wide Web“ längst gelernt, welche prinzipiellen Vorzüge und Potentiale die Dezentralisierung zu realisieren gestattet. Mit der Dezentralisierung wird die Energieversorgung demokratisch (weil nicht monopolisiert) und damit zugleich die Ökotechnik gefördert, die weltweit, auch in Entwicklungsländern, einsetzbar und militärisch nicht zu mißbrauchen ist.

In Atomenergie-Verteidigung

gen werden meist Probleme, Schwierigkeiten und Unwägbarkeiten auf dem Weg zur eventuellen Realisierung von Fusionskraftwerken wie auch bei deren Betrieb kaum benannt oder herabgespielt. Andererseits bleibt die schon heute sich abzeichnende Vielfalt möglicher Wege zur künftigen nachhaltigen Energieversorgung auf der Basis der Ökoenergien unberücksichtigt.

Der durchgängige Optimismus hinsichtlich der Kernfusionstechnologie ist auffallend. Er entstammt der Technikgläubigkeit der fünfziger Jahre des letzten Jahrhunderts und ähnelt den entsprechenden Auffassungen von John D. Bernal (vor 1958), der es seinerzeit jedoch noch nicht besser wissen konnte. Bei all seiner Begeisterung für die Atomenergie behielt er jedoch auch in diesem Kontext seine wissenschaftliche Kritikfähigkeit [42].

Die meisten Atomenergieanhänger sind einem starken inneren Konflikt ausgesetzt: Sie befürworten Atomkraftwerke – sprechen sich jedoch gegen Atomwaffen aus. »Der Bau von Atomwaffen war stets der Motor für die primäre Entwicklung jeglicher Atomtechnik. Belege hierfür sind Indien, Pakistan, Israel sowie die Ängste vor den potentiellen Atommächten Nordkorea und Iran. Die diesbezüglichen Entwicklungen in diesen Ländern bezeugen die Wirkungslosigkeit internationaler Kontrolle. Es hat sich erwiesen: Die zivile Nutzung der Atomenergie schafft stets eine Infrastruktur, die die Produktion von Atomwaffen und deren Verbreitung in hohem Maße begünstigt. Die sogenannte „friedliche Nutzung“ ist eine Illusion und selbst bei Atomenergiebefürwortern ehrlichen Herzens nicht mehr als ein hartnäckiger Wunschtraum. Die Unterscheidung zwischen ziviler und militärischer Nutzung der Atomenergie ist nicht länger haltbar: „... "zi-

vile Atomkraft“ ist ein Mythos. Die Nutzung von Atomenergie zur Energieproduktion war immer und überall ein Trojanisches Pferd für die nukleare Rüstungsindustrie.“ [43]. Man darf zudem nicht übersehen, daß auch die heimtückische DU-Munition (DU = depleted uranium) größtenteils aus der „zivilen“ Atomenergietechnik stammt.« [44]

In den letzten sechzig Jahren wurde weltweit (zu einem großen Teil in „zivilen“ Atomkraftwerken) waffenfähiges Nuklearmaterial produziert [45], dessen gegenwärtige Menge auf 3700 Tonnen geschätzt wird. Darunter befinden sich etwa 2000 Tonnen Plutonium, dessen Menge mit einer Rate von circa 70 Tonnen Plutonium pro Jahr weiter anwächst.

Wie innig verflochten militärische und zivile Nutzung der Atomenergie in ihrer gesamten Geschichte waren, hat E. Sieker dargestellt [46].

Wie nach all diesen deprimierenden Erfahrungen die Atomenergietechnik als „Brücke“ zur Kernfusion verharmlöst [47] und die Logik der Verflechtung von militärischer und ziviler Nutzung der Atomenergie in Frage gestellt werden kann [48], läßt sich kaum mehr begreifen.

Wer tatsächlich eine wirksame Abrüstung will, muß die Abschaffung aller Atomwaffen sowie aller Anlagen, die zur Herstellung von Atomwaffen dienen können, fordern.

1. Anders verhält es sich mit Disputen über Fissionskraftwerke (Atomkraftwerke), weil mit dieser Technik seit sechzig Jahren Erfahrungen im praktischen Betrieb gesammelt werden konnten. Die Namen Windscale, Sellafield, Harrisburg, Tschernobyl, Kalkar, Superphenix, Krümmel u. v. a. sind heute selbst vielen Nichtwissenschaftlern wohlvertraut.

2. Colin J. Campbell, Frauke Liesenborghs, Jörg Schindler und Werner Zittel, „Ölwechsel! – Das Ende des Erdölzeitalters und die

Weichenstellung für die Zukunft“, Deutscher Taschenbuch Verlag München 2003, S. 178-185

3. Colin J. Campbell, I. c., S. 73 ff und 184/185

4. Gert Blumenthal, Rezension zu Colin J. Campbell et al., I. c., Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 68 (2004), 145-151

5. Jeremy Rifkin, „Die H₂-Revolution“, Campus Verlag Frankfurt/New York 2002, 304 Seiten

6. Ulf Bossel, „Wasserstoff- oder Elektronenwirtschaft?“, Solarzeitalter 1/2006, 65-68

7. August Raggam und Klaus Faißner, „Zukunft ohne Öl – Lösungen für Verkehr, Wärme und Strom“, Leopold Stocker Verlag, Graz – Stuttgart 2008, 135 Seiten

8. Ernst Ulrich von Weizsäcker, Amory B. Lovins und L. Hunter Lovins, „Faktor vier“, Droemersch Verlagsanstalt Th. Knauer Nachf., München 1997, 352 Seiten

9. Sabine Schlecht, „Thermoelektrische Energiewandlung: Energierecycling für Kraftfahrzeuge und Körperwärme“, Vortrag in der Reihe „Erneuerbare Energien – Wissenschaft, Vermittlung, Verantwortung“, Freie Universität Berlin, Institut für Chemie und Biochemie, 29.10.2008, <http://idw-online.de/pages/de/news?print=1&id=280410>

10. Peter Hennicke, „Der Bau von Einsparkraftwerken mit Least-Cost Planning“, Spektrum der Wissenschaft, Dossier 5: Klima und Energie, 1996, S. 115

11. Dietrich Spänkuch, „Bemerkungen zu Lothar Kolditz „Energiebedarf und das Ende der Ölzeit““, <http://www2.rz.hu-berlin.de/leibniz-sozietat>, Nov. 2008

12. Gert Blumenthal, „Die Energieversorgung der Zukunft – nachhaltig oder nuklear?“, Solarzeitalter 1/2008, S. 37

13. Alexander Bradshaw, Anhörung Kernfusion im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages am 28.3.2001, 55 S., http://www.ipp.mpg.de/ippcms/de/presse/pi/images/bt_28_03_01.pdf

14. Klaus Heinloth, „Die Energiefrage – Bedarf und Potentiale, Nutzung, Risiken und Kosten“, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, Braunschweig/Wiesbaden, 2003, S. 285/298

15. Alexander Bradshaw in feiner Selbstironie: Jeweils prognostizierter Zeitraum bis zur Realisierung eines Kernfusionskraftwerkes. Alexander Bradshaw, „Kern-

fusion – ITER“, Vortrag Berlin Magnushaus 17.02.2004
 16. Johann Lingertat, „Gesteuerte Kernfusion“, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, 82 (2005), 109
 17. Karl F. Alexander, „Perspektiven der Kernenergie für eine nachhaltige Versorgung der Menschheit mit Energie“, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, 82 (2005), 82
 18. Johann Lingertat, l. c., S. 110
 19. Klaus Traube und Hermann Scheer, „Kernspaltung, Kernfusion, Sonnenenergie – Stadien eines Lernprozesses“, Solarzeitalter 2/98, S. 34
 20. Matthias Brake, „ITER auf der Kippe“, Telepolis, 16.09.2008, <http://www.heise.de/tp/blogs/2/115986>
 21. „The ITER Project“, http://www.iter.org/a/index_nav_1.htm
 22. Enquete Kommission des Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“, „Mehr Zukunft für die Erde“, Economica Verlag Heidelberg 1995; zitiert in: Bernd Diekmann und Klaus Heinloth, „Energie – Physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung“, B. G. Teubner Stuttgart 1997, S. 302/303
 23. Johann Lingertat, l. c., S. 109/110
 24. Mycle Schneider and Antony Froggatt, „The World Nuclear In-

dustry Status Report 2007“, The Greens – European Free Alliance in the European Parliament, Brüssel, London, Paris, Januar 2008, http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/206/206749.the_world_nuclear_industry_status_report@en.pdf
 25. Bernd Diekmann, l. c., S. 299
 26. zitiert in: Klaus Traube, l. c., S. 37
 27. Hans-Stephan Bosch und Alexander Bradshaw, „Kernfusion als Energiequelle der Zukunft“, Physikalische Blätter 57 (2001) Nr. 11, S. 56
 28. PC-Bibliothek 3.0, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG 1993-2001
 29. Bernd Diekmann, l. c., S. 299
 30. Karl Heinz Büchel, Hans-Heinrich Moretto und Peter Woditsch, „Industrielle Anorganische Chemie“, Wiley-VCH Weinheim u. a., 1999, S. 650 und 652
 31. Ian Fairlie, „A possible mechanism for the KiKK findings of increased childhood cancers near NPPs in Germany“, Gesellschaft für Strahlenschutz e.V., Symposium Umweltmedizin: Evidenz – Kontroverse – Konsequenz, 28. September 2008, Charité Berlin, Tagungsprogramm, S. 28-33, www.strahlentelex.de/kinderkreb_s_um_atomkraftwerke.htm
 32. Günter Fellenberg, „Chemie der Umweltbelastung“, B. G. Teubner Stuttgart 1997, S. 241

33. Inge Schmitz-Feuerhake, „Bewertung neuer Dosisfaktoren“, Berichte des Otto Hug Strahleninstituts, Nr. 21-22 (2000), S. 67
 34. Dieter Naumann, „Allgemeine und angewandte Radiochemie“, Akademie-Verlag Berlin 1962, S. 124/125
 35. Rainer Braun, Günter Fred Fuhrmann, Wolfgang Legrum und Christian Steffen, „Spezielle Toxikologie für Chemiker“, B. G. Teubner Stuttgart 1999, S. 171 ff.
 36. Ian Fairlie, l. c., Vortrag
 37. Ian Fairlie, l. c., S. 32-33
 38. Documents of the Health Protection Agency, Radiation, Chemical and Environmental Hazards, „Review of Risks from Tritium“, Report of the independent Advisory Group on Ionising Radiation (AGIR), London, November 2007, 104 pages, http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1197382221858
 39. Inge Schmitz-Feuerhake, l. c., S. 66-72
 40. Johann Lingertat, l. c., S. 108
 41. Peter Hennicke, l. c., S. 115
 42. John D. Bernal, „Welt ohne Krieg“, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1960, S. 86
 43. Norman Solomon, Telepolis-Interview "Zivile Atomkraft ist ein Mythos", 12.10.2006, <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/23/23746/1.html>

44. Gert Blumenthal, Zitat [12], S. 40
 45. Florian Rötzer, „Weltweit wachsen die Bestände von waffenfähigem Nuklearmaterial weiter an“, 12.10.2004, Telepolis Artikel-URL: <http://www.telepolis.de/deutsch/inhalt/co/18547/1.html>
 46. Ekkehard Sieker, „Atome für den Krieg“, junge Welt. Teil I, 26.04.2007, S. 10; Teil II, 27.04.2007, S. 10, <http://www.jungewelt.de/2006/04-26/032.php>; <http://www.jungewelt.de/2006/04-27/018.php>
 47. Lothar Kolditz, „Energiebedarf und das Ende der Ölzeit“, Berlin 2008, <http://www.2.rz.hu-berlin.de/leibniz-sozietat/debatte/02%20Oelzeitalter/Energiebedarf%20und%20das%20Ende%20der%20D6lzeit.pdf>
 48. Günter Flach, Heinz Kautzleben und Klaus Steinitz, „Sichere Versorgung der Menschheit mit Energie und Rohstoffen. Zwischenbericht Teil II zur Tätigkeit des ad-hoc-Arbeitskreises Energieversorgung der Leibniz-Sozietät“, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, 82 (2005), S. 173

* Für Hinweise und Diskussionen dankt der Autor den Herren Dr. sc. nat. Peter Müller, Prof. Dr. Jürgen Schneider und Dr. sc. nat. Dietrich Spänkuch. gertblumenthal@arcor.de ●

Atomwirtschaft

Energiepolitik in der Sackgasse

Uran aus Afrika zum Schutz des Klimas in Europa

Von Inge Lindemann

Um Ressourcen wurden in der Vergangenheit und werden in der Gegenwart Kriege geführt. Zuweilen kommt die gewalttätige Beschaffungsstrategie im anderen Gewand daher, als erwartet. Aber der „Kampf um Rohstoffe“ gehört zum Alltag und bestimmt die Energiepreise auch hierzulande.

Der afrikanische Kontinent, reich an begehrten Bodenschätzen, soll diese den Märkten der Welt zur Verfügung stellen. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften

und Rohstoffe (BGR) in Hannover unterstützt Regierungen auch in Afrika mit Personal und Know-how aus Deutschland.¹ Gemeinsam mit der tansanischen Regierung bemüht sich Deutschland Investoren für den Abbau von Industriemineralien und Energierohstoffen zu gewinnen. In Na-

¹ Eine Aufgabe der BGR ist „die Durchführung und Auswertung von Untersuchungen auf dem Gebiet der Bodenforschung im Ausland“ (Vgl. BGR Tätigkeitsbericht 1958-2008)

mibia stehen Mitarbeiter der BGR beim Aufbau einer Strahlenschutz- und Atomgesetzgebung beratend zur Seite.

Ein neuer Bergbauboom bedroht 924 Millionen Menschen in Afrika. Mit Uran aus Niger, Tansania, Namibia und Malawi will die Atomindustrie ihre Reaktoren bedienen und in Europa „das Klima retten“. Explorationsfirmen aus aller Welt fallen in bisher von Bergbau und Industrie unberührten Regionen auf dem afrikanischen Kontinent ein und nehmen die teils dünne Besiedlung als Garant, nur der Natur, aber nicht den Menschen zu schaden.

Es gibt Staaten wie Südafrika und Kongo, die bereits heute mit gravierender Umweltkontamination und Altlasten in Folge von Gold-, Uran- und Phosphatabbau konfrontiert sind.

In der namibischen Wüste wird seit 30 Jahren im weltweit größten Tagebau Uran abgebaut und zu Yellow cake verarbeitet. Von dort geht der Rohstoff in alle Welt, um zu Brennelementen, Bomben und Munition verarbeitet zu werden. Zurück bleiben gigantische Mengen strahlenden Abraums und giftiger Schlämme, verseuchtes Grundwasser und kranke Bergarbeiter und ihre Familien.

Und was bleibt, wenn der Betreiber Rössing / Rio Tinto mit Firmensitz in London die Uranmine aufgibt? Dann sollen die Straßen ins Gebiet gesperrt, die Wüstenregion großflächig eingezäunt und als „sacrifice area“ markiert werden. Ein undankbares Los für die älteste und trockenste Wüstenregion der Erde mit ihrer einzigartigen Flora und Fauna. Um die Nachfrage auf dem