

Das Kommunikationsproblem der Gefahren menschlichen Eindringens in Endlager für radioaktive Abfälle

Michael Büker

26. Mai 2011

Ausarbeitung zum Proseminar 66.661 „Ethische Probleme der Langfristlagerung hochradioaktiver Abfälle“ an der Universität Hamburg im Sommersemester 2009, betreut durch Prof. Dr. Ulrich Gähde und Prof. Dr. Martin Kalinowski



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Technische Grundlagen	3
2.1	Kernreaktoren und radioaktive Abfälle	3
2.2	Endlagerung	4
3	Das Kommunikationsproblem	6
3.1	Problemstellung	6
3.2	Grundsätzliche Überlegungen	6
3.2.1	Technische und inhaltliche Kriterien	7
3.2.2	Ethische Normen	8
3.3	Bedeutende Veröffentlichungen	9
3.3.1	Alvin Weinberg	9
3.3.2	Human Interference Task Force	11
3.3.3	Thomas Sebeok	12
3.3.4	Roland Posner	14
3.3.4.1	Umfrage in der <i>Zeitschrift für Semiotik</i>	14
3.3.4.2	Beiträge zu Posners Umfrage	15
3.3.4.3	„Warnungen an die ferne Zukunft“	17
4	Weltweite Lösungsansätze	19
4.1	USA	19
4.2	Schweiz	20
4.3	Deutschland	20
4.3.1	Bundesministerium für Umwelt	20
4.3.2	Bundesamt für Strahlenschutz	21
4.3.3	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit	22
4.3.4	Reaktor-Sicherheitskommission und Strahlenschutzkommission	22
4.3.5	Arbeitskreis „Szenarienentwicklung“ der GRS	23
5	Fazit	25
A	Literatur	A

1 Einleitung

Schon kurz nachdem die Kernspaltung 1938 von Otto Hahn beobachtet und 1939 von Lise Meitner erklärt worden war, wussten Physiker weltweit, dass sie zwei wichtige Anwendungen haben könnte: die Energiegewinnung und den Bau von extrem gewaltigen Bomben. Beide Anwendungen erfuhren wenig später eine rasante Entwicklung und weltweite Verbreitung, hauptsächlich von den fünfziger Jahren bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts.

Nicht nur die enorme Zerstörungskraft von Kernwaffen, sondern auch das Potenzial für katastrophale Unfälle, das Kernreaktoren innewohnt, erfordern große Verantwortlichkeit und Wachsamkeit bei Wissenschaftlern, Staatsschefs und Privatunternehmen, um Kriege und Unglücke mit verheerenden Auswirkungen zu verhindern. In der Geschichte gibt es zahlreiche Beispiele für verantwortliches, aber auch verantwortungsloses Handeln im Umgang mit Kerntechnik.

Nachdem bis Mitte der sechziger Jahre fünf Staaten[†] Atombomben entwickelt hatten, einigten sich diese Staaten 1968 auf den *Atomwaffensperrvertrag* und erlegten sich darin die Verantwortung auf, für die Waffenentwicklung relevante Informationen und Technologie nicht weiterzugeben. Nicht-Kernwaffenstaaten, die dem Vertrag beitraten, verpflichteten sich, keine Kernwaffen zu entwickeln. Trotz des Vertrags gelangten bis heute vier weitere Staaten[‡] in den Besitz von Kernwaffen; diese sind andererseits auch die einzigen Staaten, die nicht zu den Vertragsparteien gehören. Weiterhin gelang es durch politische Anstrengungen, vier weitere Staaten zum Beitritt und damit zur Aufgabe ihrer Kernwaffen zu bewegen^{††}. In späteren Verträgen erklärten sich außerdem alle Staaten der Südhalbkugel, ganz Afrika, Mittelamerika und weite Teile Zentralasiens zu *kernwaffenfreien Zonen* und verpflichteten sich, keine Stationierung von Kernwaffen auf ihrem Staatsgebiet zuzulassen. Auch in der Antarktis, im Orbit um die Erde, auf dem Mond und auf anderen Himmelskörpern verbieten geltende Verträge die Stationierung von Kernwaffen.

Die von den Kernwaffenstaaten besonders in den fünfziger und sechziger Jahren zahlreich durchgeführten Atomwaffentests veränderten nachweislich die Atmosphäre der Erde. In den Explosionen freigesetzte radioaktive Stoffe breiteten sich weltweit aus und waren an jedem Ort der Erde in deutlich höheren Konzentrationen messbar als in der Zeit vor den Kernwaffentests. Aus Sorge um gesundheitliche Konsequenzen für die Weltbevölkerung einigten sich 1963 die Kernwaffenstaaten auf den *Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser*. Der Mitte der neunziger Jahre ausgehandelte *Kernwaffenteststopp-Vertrag*, der bedingungslos alle nuklearen Explosionen weltweit verbietet, konnte bisher nicht in Kraft treten, da die Unterstützung einiger Kernwaffenstaaten fehlt, unter anderem der USA und China.

Im Jahr 1957 kam es zu zwei schweren Unfällen in kerntechnischen Anlagen, die

[†]die USA, die Sowjetunion, das Vereinigte Königreich, Frankreich und China

[‡]Indien, Israel (mutmaßlich), Pakistan und Nordkorea

^{††}Südafrika, das sie selbst entwickelt hatte, und Weißrussland, Kasachstan und die Ukraine, die mit dem Zerfall der Sowjetunion in den Besitz von sowjetischen Kernwaffen auf ihrem Staatsgebiet gelangten

sich aufgrund mangelnder Verantwortlichkeit von politischen Entscheidungsträgern, Physikern und den ausführenden Ingenieuren ereignen konnten.

Der Reaktor im englischen Windscale wurde für die Produktion von Kernwaffenmaterial genutzt. Im Oktober 1957 kam es zu einem Brand im Reaktorkern, nachdem auf politischen Druck hin Teile des Reaktors entgegen seiner technischen Auslegung modifiziert worden waren, um zunächst mehr und später andersartiges Waffenmaterial zu produzieren. Der Brand und die resultierende Kontamination der Umgebung haben Untersuchungen zufolge über 200 Fälle von Krebs in der Bevölkerung verursacht.¹

In der sowjetischen Wiederaufbereitungsanlage Majak fiel im September 1957 eine Kühlanlage für unterirdisch zwischengelagerte radioaktive Abfälle aus, deren Betrieb nur unzureichend überwacht werden konnte. Sie wurde nicht repariert, und es kam infolge der Überhitzung der Abfälle zu einer chemischen Explosion, die ein Gebiet von vielen Hundert Quadratkilometern schwer kontaminierte. Manche Studien gehen von einigen Tausend Todesopfern aufgrund der Kontamination aus.²

Während die beiden vorgenannten Unfälle wegen Geheimhaltung durch die jeweiligen Regierungen erst deutlich später aufgedeckt wurden, waren die Reaktorunfälle von Three Mile Island in den USA 1979 und Tschernobyl in der Sowjetunion 1986 von massiver öffentlicher Aufmerksamkeit begleitet und trugen maßgeblich dazu bei, dass sich eine öffentliche Skepsis und Protestbewegung gegen die Kernenergie entwickelte. Während sich die Auswirkungen des Unfalls in den USA auf den Reaktor selbst beschränkten, gehen Untersuchungen davon aus, dass das Unglück in der Sowjetunion neben den 50–100 unmittelbaren Todesfällen einige Tausend bis mehrere Zehntausend Krebserkrankungen unter den Aufräumarbeitern und der Bevölkerung verursachte.³

Manche europäische Staaten[†] trafen nach diesen Unfällen die politische Entscheidung, auf den Einsatz von Kernenergie in Zukunft zu verzichten. In jüngeren Jahren wurden diese Entscheidungen aber zunehmend kritisiert, und es gibt politische Bestrebungen, sie zurückzunehmen.

Ein Problem, vor dem alle Staaten stehen, die Kerntechnik einsetzen oder eingesetzt haben – ob zu friedlichen oder militärischen Zwecken – ist die Entsorgung der stark radioaktiven und zum Teil hochgiftigen Abfälle aus dem Betrieb von Reaktoren. Obwohl weltweit bereits große Mengen davon angefallen sind, ist bis heute keine Lösungsstrategie umgesetzt worden; obwohl in fast allen betroffenen Staaten das Bewusstsein herrscht, dass die heutigen Generationen moralisch verpflichtet sind, eine Lösung zu finden.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem bis heute wenig beachteten Teilaspekt der Problematik des Atommülls, nämlich der Frage, wie künftige Generationen möglichst effektiv über die Gefahren radioaktiver Abfälle informiert werden können, insbesondere in Anbetracht der enorm großen Zeiträume, über die solche Abfälle gefährlich sind.

¹Garland, J.A. und Wakeford, R. Atmospheric emissions from the Windscale accident of October 1957. *Atmospheric Environment*, 41 2007, Nr. 18, ISSN 1352–2310.

²Schlager, Neil *When Technology Fails*. Detroit: Gale Research, 1994, ISBN 0–8103–8908–8.

³Cardis, E. et al. Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer*, 119 2006, Nr. 6, ISSN 0020–7136.

[†]Italien, Deutschland, Belgien, nach dem Unfall in Fukushima 2011 voraussichtlich auch die Schweiz

Im folgenden Kapitel werden die technischen Grundlagen des Entstehens und der heute geplanten Endlagerung von radioaktiven Abfällen umrissen. In Kapitel 3 wird das Kommunikationsproblem, die Entstehung der *Atomsemiotik* und die bedeutendsten Veröffentlichungen auf diesem Gebiet diskutiert. Ein Abriss bisheriger Unternehmungen verschiedener Länder, Lösungen umzusetzen, wird schließlich in Kapitel 4 gegeben.

2 Technische Grundlagen

2.1 Kernreaktoren und radioaktive Abfälle

Nachdem gegen Ende der fünfziger Jahre die ersten Kernreaktoren zur zivilen Stromproduktion in Betrieb gingen, stieg der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Stromversorgung bis Ende der achtziger Jahre fast kontinuierlich auf etwa 20 % an.

Er stagniert seitdem, und trotz vieler politischer Diskussion über einen massiven Ausbau oder das Abschaffen der Kernenergie gibt es keine Anzeichen für eine nennenswerte Steigerung oder Senkung dieses Anteils in den zehner Jahren des 21. Jahrhunderts. Es ist also in jedem Fall davon auszugehen, dass weiter radioaktive Abfälle produziert werden.

Über 400 der weltweit etwa 440 Kernreaktoren für die Stromproduktion sind Leichtwasserreaktoren oder *CANDU*[†]-Schwerwasserreaktoren.⁴ Diese beiden Reaktortypen arbeiten mit je etwa 100 Tonnen Brennstoff im Reaktorkern. Im normalen Betrieb wird pro Jahr etwa ein Drittel des Materials im Kern eines Reaktors ausgetauscht.

Die dabei anfallenden abgebrannten Brennelemente machen den wichtigsten Anteil dessen aus, was als radioaktiver Abfall gilt. Zwar macht dieser *hochradioaktive Abfall* nur einen kleinen Teil der Menge allen Abfalls aus – es entstehen ständig auch *Betriebsabfälle*, etwa ausgetauschte Kühlmittel, Luftfilter, Schutzkleidung, ausgetauschte Bauteile etc. – jedoch haben die hochradioaktiven Abfälle den mit Abstand größten Anteil an der Radioaktivität allen Abfalls.

Abgebrannte Brennelemente bestehen hauptsächlich aus dem Ausgangsmaterial Uran (zu über 95 %) und den Elementen, die während des Betriebs im Reaktor entstehen: diversen metallischen und gasförmigen Zerfallsprodukten wie Jod, Strontium und Xenon, und insbesondere (zu etwa 1 %) Plutonium. Das Plutonium macht dabei wegen seiner sehr langlebigen Radioaktivität und großen chemischen Giftigkeit den problematischsten Anteil dieses Abfalls aus.

Die abgebrannten Brennelemente können einem Prozess namens *Wiederaufbereitung* unterzogen werden. Dabei wird das Plutonium in einem chemischen Verfahren von den anderen Bestandteilen getrennt und extrahiert. Für das extrahierte Plutonium gibt es zwei hauptsächliche Verwendungen: den Bau von Atombomben und die Herstellung neuer Brennelemente.

[†] *Canada Deuterium Uranium reactor* – hauptsächlich in Kanada und Indien eingesetzt

⁴European Nuclear Society Nuclear power plants, world-wide, reactor types. Januar 2011 (URL: <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/npp-reactor-types.htm>).

Theoretisch kann es auf diesem Wege vermieden werden, Plutonium als Abfall entsorgen zu müssen. In einem sogenannten *geschlossenen Brennstoffkreislauf* könnte das Plutonium stets wiederverwendet werden, wodurch weniger problematische Abfälle zu entsorgen wären, und das Uran als Ausgangsmaterial deutlich effizienter genutzt werden könnte.

Praktisch gibt es jedoch zahlreiche Probleme mit den Komponenten eines solchen Brennstoffkreislaufes, weshalb er nirgendwo auf der Welt umgesetzt ist. Die üblichen Leichtwasser- und *CANDU*-Reaktoren können das Plutonium nur zu einem Anteil von etwa 2,5 % bzw. 7–8 %⁵ als Brennstoff im Reaktorkern nutzen. Sogenannte *schnelle Reaktoren*, die einen solchen Kreislauf mit großer Effizienz nutzen können, sind zwar erforscht, aber werden praktisch nicht mehr genutzt. Ihr Potenzial zur Gewinnung von Kernwaffenmaterial und der erforderliche Einsatz von flüssigen Metallen wie Quecksilber oder Natrium als Kühlmittel machen sie störanfällig, gefährlicher als andere Reaktortypen, politisch umstritten und unwirtschaftlich. Würde man aber mit dem heutigen weltweiten Inventar an Kernreaktoren rein zivile Wiederaufbereitung betreiben, wäre die Menge an hochradioaktivem Abfall hinterher größer⁶, wenn auch der Abfall ärmer an Plutonium wäre.

In den derzeit betriebenen Kernreaktoren sind einige zehntausend Tonnen Brennstoff aktiv, jedes Jahr fallen daraus etwa zehntausend Tonnen abgebrannter Brennelemente als neuer Abfall an. Außerdem sind etwa 2 000 Tonnen hochangereichertes Uran weltweit in Kernwaffen und U-Boot-Reaktoren verbaut oder bei deren Abrüstung als Abfall angefallen. Weltweit teilen sich außerdem 500 Tonnen Plutonium etwa zur Hälfte in militärische Bestände und Abfälle und zivile Vorräte (aus der Wiederaufbereitung) auf.⁷ Alles in allem beläuft sich die Menge an hochradioaktiven Abfällen weltweit auf mehrere hunderttausend Tonnen. Nichts davon ist heute in Endlagern eingelagert.

2.2 Endlagerung

Zwei verschiedene Grundprinzipien wurden in der Geschichte für den Umgang mit radioaktiven Abfällen erwogen.

Nach dem Prinzip *dilute and disperse* („verdünnen und verteilen“) wurden radioaktive Abfälle in Metallbehältern ins Meer geworfen. Dem Verdünnungseffekt steht aber entgegen, dass sich Stoffe in Lebewesen anreichern können und so durch die Nahrungskette hohe Konzentrationen von radioaktiven Stoffen Schaden an Lebewesen anrichten können. Die Praxis der Meerverklappung wurde Anfang der achtziger Jahre international verboten, jedoch leiten die europäischen Wiederaufbereitungsanlagen im französischen La Hague und im englischen Sellafield (früher Windscale, 1981 umbenannt) weiter flüssige Abfälle in die Nordsee.

⁵Rauf, Tariq und Charnetski, Joanne Swords into Ploughshares: Electricity from Surplus Weapons Plutonium Burn-Up in Canadian ‘CANDU’ Reactors. August 1994 (URL: <http://cns.msis.edu/pubs/ionp/swords.htm>).

⁶Draft Global Nuclear Energy Partnership Programmatic Environmental Impact Statement. United States Department of Energy, Oktober 2008 (DOE/EIS-0396). – Technischer Bericht.

⁷International Panel on Fissile Material Global Fissile Material Report 2010. www.fissilematerials.org, 2010.

Das andere Konzept wird mit *capture and contain* („einfangen und einkapseln“) bezeichnet. Dabei wird der Müll in möglichst abgedichtete und widerstandsfähige Einheiten verpackt (*konditioniert*) und an einen Ort verbracht, an dem voraussichtlich auf sehr lange Zeit keine Lebewesen in (auch indirekten) Kontakt mit ihrem Inhalt kommen können. Dieses Vorgehen wird als *Isolation von der Biosphäre* bezeichnet.

Gegenwärtig ist die einzige aktiv verfolgte Endlagerungsstrategie weltweit die Einlagerung von konditionierten Abfällen in *tiefen geologischen Formationen*. Dabei werden die Abfälle mehrere Hundert Meter unter der Erde, etwa in Bergwerken, eingelagert und der Lagerort wieder verschlossen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich nur mit dieser *nicht rückholbaren Endlagerung*, da sich die Überlegungen zum Kommunikationsproblem fast ausschließlich darauf beziehen, und die alternative *rückholbare Endlagerung* derzeit nicht aktiv entwickelt wird. Für einen ausführlichen Vergleich und eine ethische Bewertung der Alternativen siehe die Masterarbeit von Sonja Buschka⁸.

Das gängige Kriterium für die Sicherheit der Lagerung ist, dass die eingelagerten Stoffe nicht austreten sollen, bevor ihre Radioaktivität so weit abgeklungen ist, dass das Endlager insgesamt keine höhere Radioaktivität als ein natürliches Uranerz-Vorkommen aufweist.[†] Der erforderliche Zeitraum wird je nach Art des Abfalls auf einige Tausend Jahre (vollständig wiederaufbereiteter Abfall) bis wenige Zehntausend Jahre (unbehandelte abgebrannte Brennelemente) geschätzt.

Damit die Behälter nicht in dieser Zeit beschädigt werden, etwa indem Flüssigkeiten sie korrodieren oder sie durch Verschiebungen von Erdschichten großem Druck ausgesetzt und dadurch beschädigt werden, werden als *Wirtsgesteine* geologische Formationen von möglichst hoher Stabilität über lange Zeit in Betracht gezogen, die vom Grundwasser isoliert sind. Als solche gelten in den heutigen Überlegungen vor allem Salzstöcke[‡] sowie Ton- und Granitschichten.

Die Form eines solchen Endlagers entspricht etwa der eines Bergwerks. Einer oder wenige Schächte von einigen Metern Durchmesser reichen von der Erdoberfläche bis in eine Tiefe von mehreren Hundert Metern. Auf einer oder mehreren Tiefen gehen horizontale Schächte von diesen ab und verzweigen sich. In großen Räumen, oder von den Schächten abgehend direkt in das Gestein, werden die Atommüllbehälter eingelagert. Eine maximale Kapazität ist abhängig von den geplanten Ausmaßen des Endlagers vorbestimmt. Wenn diese Menge an Atommüll eingelagert ist, soll das Endlager verschlossen werden, indem alle Schächte verfüllt werden.

Es ist dabei technisch unmöglich, das Verfüllmaterial beim Verschließen des Endlagers so dicht zu packen, dass es die gleiche Dichte wie das umgebende Gestein hat. Es ist deshalb langfristig mit einem Einsacken des Verfüllmaterials und dem Entstehen von Hohlräumen im Bereich der ehemaligen Schächte zu rechnen. Eine weitere Konsequenz ist, dass die Schächte an der Erdoberfläche einsacken und Vertiefungen an der Oberfläche (*Pingen*) entstehen.

⁸Buschka, Sonja Ethische Normen für eine zukünftigen Generationen gegenüber moralisch vertretbare (End-)Lagerung hochradioaktiver Abfälle. Masterarbeit Universität Hamburg, 2009.

[†]Dabei wird nicht berücksichtigt, dass durch die andere Stoffzusammensetzung ein Endlager auch nach dieser Zeit noch deutlich schädlicher für Lebewesen wäre als Uranerz, etwa wegen des giftigen Plutoniums.

[‡]Beachte aber: Das Endlager-Versuchsbergwerk Asse II in Niedersachsen erfährt – trotz gegenteiliger Vorhersagen – seit einigen Jahren einen täglichen Zufluss von fast 12 Kubikmetern Salzlauge.

3 Das Kommunikationsproblem

3.1 Problemstellung

Die Frage nach der Kommunikation der Standorte von Endlagern und ihrer Gefahren wurde zu Beginn der achtziger Jahre erstmals aufgeworfen. Anlass für die Beschäftigung von Physikern, Ingenieuren, Sprachwissenschaftlern und Anthropologen weltweit mit diesem Problem war die Einsicht, dass naive Lösungsansätze für die Kennzeichnung von Endlagern und dem Warnen vor den Gefahren radioaktiver Abfälle angesichts der enormen Zeiträume, über die die Abfälle gefährlich sind, versagen:

Hinweisschilder können schon nach wenigen Jahren verfallen oder entfernt worden sein. Längerfristig wird sich die Sprache der Menschen unweigerlich wandeln, so dass eine statische Nachricht mit der Zeit unverständlich werden wird. Vergleiche dazu den erfolglosen Langzeit-Kommunikationsversuch der in Hieroglyphen gefassten Warnungen an den vermeintlich gefährlichen Grabstätten der ägyptischen Pharaonen; sowie die Existenz von bis heute nicht entzifferte Schriftstücke wie dem Diskos von Phaistos.

Regierungsorganisationen können aufgrund von Nachlässigkeit, mangelnder Verantwortlichkeit, Korruption oder politischem Druck Informationen geheim halten oder in Vergessenheit geraten lassen. Vergleiche dazu die Übernahme der Schachtanlage Asse durch das Bundesamt für Strahlenschutz aus der Verantwortlichkeit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und die folgende öffentliche Kritik am rechtswidrigen Umgang mit den eingelagerten radioaktiven Abfällen und der mangelhaften Buchführung.

Archive, Bibliotheken, Museen und andere unabhängige Institutionen zur Bewahrung von Wissen können gezwungen sein, aus wirtschaftlichen Gründen ihre Aktivitäten einzustellen; zerstört werden oder außerstande sein, den Verfall von Informationsträgern zu kompensieren. Vergleiche die Zerstörung der Bibliothek von Alexandria in der Antike und des Kölner Stadtarchivs vor wenigen Jahren und den resultierenden Verlust von Informationsträgern; sowie und den fortschreitenden Verfall von Papier und magneto-optischen Datenträgern.

Lösungsansätze orientieren sich häufig an den wenigen Präzedenzfällen für Nachrichten, die über Jahrtausende Bestand hatten und auch heute noch (mehr oder weniger gründlich) verstanden werden. Dies sind vor allem architektonische Monumente wie in Ägypten oder Mesoamerika (siehe die Ergebnisse der *Human Interference Task Force* in Kapitel 3.3.2 auf Seite 11) und extrem langlebige Institutionen auf der Grundlage von ideologischen Nachrichten wie Religionsgemeinschaften (siehe das Konzept von Thomas Sebeok in Kapitel 3.3.3 auf Seite 12).

3.2 Grundsätzliche Überlegungen

Das Kommunikationsproblem kann nur gelöst werden, indem eine geeignete Nachricht zukünftige Menschen erreicht und von ihnen im richtigen Sinne verstanden wird.

An eine solche Nachricht müssen aber nicht nur technische und inhaltliche, sondern auch ethische Anforderungen gestellt werden.

3.2.1 Technische und inhaltliche Kriterien

Die folgenden Kriterien müssen in jedem Fall erfüllt sein, damit eine Nachricht erfolgreich ist. Andererseits kann eine Nachricht auch versagen, obwohl sie alle Kriterien erfüllt; potenzielle Fehlerquellen sind vielfältig und zum Teil unvorhersehbar.

1. *Die Nachricht muss physisch beständig sein und von zukünftigen Empfängern als Nachricht wahrgenommen werden.* Weder ein mit der Zeit verrostetes Schild noch eine erodierte Gravur oder zerfallenes Papier können noch Nachrichten übermitteln. Außerdem wäre eine aufwendige Anordnung von Gebäuden oder Monumenten selbst mit Inschriften als Nachricht unwirksam, wenn sie lediglich als zufällige Häufung von Bauwerken mit beliebigen Verzierungen verstanden würde.
2. *Die Nachricht muss auch nach langer Zeit noch verstanden werden können.[†] Wird sie zu diesem Zweck erneuert, darf sich ihr Inhalt dabei nicht verändern.* Intuitive Piktogramme sind geeignet, eine Nachricht sprachunabhängig zu formulieren. Sie sind jedoch für die Kommunikation komplexer Sachverhalte ungenügend, sodass auf Sprache nicht verzichtet werden kann. Da Sprache einem steten Wandel unterworfen ist, muss die Nachricht von Zeit zu Zeit übersetzt werden. Unvermeidliche Übersetzungsfehler oder -ungenauigkeiten können die Nachricht dabei abwerten und schließlich unbrauchbar machen.
3. *Die Nachricht muss genügend Informationen enthalten, um das gewünschte Verhalten auf Seiten der Empfänger zu motivieren.*

So wäre allein die Nachricht „Hier ist radioaktiver Abfall vergraben“ möglicherweise nicht ausreichend, um die erwünschte Handlungsweise zu motivieren, nämlich das Meiden der Lagerstätte. Wird außerdem „Radioaktiver Abfall ist stark gesundheitsschädlich, das Eindringen in das Endlager ist lebensgefährlich“ kommuniziert, steigen die Chancen dafür, dass die Empfänger die gewünschte Schlussfolgerung aus der entschlüsselten Nachricht ziehen.

4. *Die Nachricht muss für die Empfänger Autorität haben, d.h. ihr Inhalt muss als wahrheitsgemäß, und ihre Intention möglichst als wahrhaftig angesehen werden.*

Einer Warnung wird mit großer Wahrscheinlichkeit kein Glauben geschenkt, wenn dem Sender ungenügendes Wissen oder unehrliche Absichten unterstellt werden. Um dies zu vermeiden, sollte die Nachricht den Gegenstand – in diesem Fall das Endlager – nach aktuellem Kenntnisstand vollständig beschreiben und die Handlungsempfehlungen ehrlich begründen.

[†]Eine gründliche semiotische Beschreibung des Problems würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Für eine ausführliche Behandlung siehe die vorgestellten Veröffentlichungen von Thomas Sebeok.

3.2.2 Ethische Normen

Für die Weitergabe von Wissen über gefährliche Abfälle und andere komplexe Zivilisationserscheinungen wie großtechnische Systeme leitet Stefan Berndes in seiner Dissertation von 2001⁹ ethische Normen für das was er *intertemporale Kooperationsprojekte* nennt her. Sie lauten u. a.:[†]

Warnen Wissen muß in Form von Warnungen, Bedienungshinweisen und technischen wie organisatorischen Informationen weitergegeben werden, wenn heute eingeschätzt werden kann, daß es voraussehbar notwendig sein wird, um zukünftige Generationen im Umgang mit den technischen und kulturellen Hinterlassenschaften unserer Zeit zu unterweisen.¹⁰

Erklären Es ist geboten, das intertemporale Kooperationsprojekt zu erklären, d. h. die Gründe und Umstände zu nennen, sowie die Entscheidungsprozesse unter Nennung von Personen und beteiligten Organisationen darzustellen, die zu bestimmten intertemporalen Kooperationsprojekten geführt haben.¹¹

Minimierung des Erschließungsaufwands Weiterzugebende Information ist so aufzubereiten, daß das Wissen mit minimalem Aufwand erschlossen werden kann.¹²

Sowohl aus den technischen wie auch den ethischen Kriterien ergibt sich, dass eine rein imperative Nachricht als Lösung für das Kommunikationsproblem ungenügend ist: Zum einen genügt sie nicht der Norm des Erklärens, zum anderen ist sie *per se* weniger glaubwürdig als eine umfassend erklärende Nachricht, die ihre Handlungsempfehlungen nicht auf einer postulierten Autorität, sondern auf Fakten, Erkenntnissen und Schlussfolgerungen begründet.

Zum anderen können erklärende Nachrichten – im Gegensatz zu rein autoritären – auch dann für zukünftige Menschen nützlich sein, wenn sie die in der Nachricht gegebenen Handlungsempfehlungen nicht befolgen:

Angenommen, eine zukünftige Gesellschaft ist technologisch deutlich weiter entwickelt als die heutige und hat eine Verwendung für radioaktive Abfälle, die heute unbekannt ist. Während die Nachricht „Hier soll nicht gegraben werden!“ bestenfalls ein Indiz für unterirdisch gelagerte, gefährliche Abfälle ist, kann eine ausführliche Nachricht, die Informationen über die Beschaffenheit und die Lagerung des Abfalls enthält, beispielsweise beim Bergen und Weiterverwenden oder Unschädlichmachen der Abfälle helfen.

⁹Berndes, Stefan; Kornwachs, Prof. Dr. Klaus (Hrsg.) Wissen für die Zukunft: Ethische Normen der Auswahl und Weitergabe naturwissenschaftlichen und technischen Wissens. Band 7, Technikphilosophie. Münster: LIT Verlag, 2001 (zugl. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, 2001), ISBN 3-8258-5400-0.

[†]Eine Wiedergabe der Herleitung und Rechtfertigung der Normen geht weit über den Rahmen dieser Arbeit hinaus. Es sei auf die Arbeit von Berndes verwiesen, die dies sehr ausführlich leistet.

¹⁰A. a. O. S. 116.

¹¹Ebenda.

¹²A. a. O. S. 232.

3.3 Bedeutende Veröffentlichungen

Das Kommunikationsproblem um radioaktive Abfälle wurde erstmals zu Beginn der achtziger Jahre aufgeworfen und in den folgenden Jahren von Physikern, Ingenieuren, Sprachwissenschaftlern und Anthropologen diskutiert. Von manchen Autoren wurde der Begriff *Atomsemiotik*[†] als Name für dieses Wissenschaftsfeld benutzt.

Die Bezeichnung konnte sich aber langfristig genausowenig behaupten wie die inhaltliche Beschäftigung mit dem Kommunikationsproblem selbst. Seit Mitte der achtziger Jahre sind auf Seiten der Wissenschaft praktisch keine neuen Lösungsvorschläge oder Erkenntnisse zutage getreten. Neben der Handvoll Primärquellen ergehen sich die spärlichen Publikationen zum Thema oft nur in Kommentaren und Bewertungen des Gesagten. Auf Seiten von Politik und Behörden wurden zwar auch in den neunziger und zweitausender Jahren Arbeiten durchgeführt; diese lassen jedoch zum großen Teil Gründlichkeit und Konsequenz vermissen. Für die Diskussion einiger Beispiele siehe Kapitel 4 auf Seite 19.

Im Folgenden werden die wichtigsten wissenschaftlichen Primärquellen in chronologischer Reihenfolge vorgestellt.

3.3.1 Alvin Weinberg

Eine der frühesten Veröffentlichungen im Zusammenhang mit der Atomsemiotik entstand fast zehn Jahre, bevor sie erstmals als Wissenschaftsfeld benannt wurde. Der Artikel „Gesellschaftliche Institutionen und Kernenergie“ von Alvin Weinberg¹³ aus dem Jahr 1972 behandelt die Aussichten und möglichen Probleme eines massiven Ausbaus der Kernenergie bis zum Jahr 2000 sowie dessen langfristige gesamtgesellschaftliche Konsequenzen.

Auf der technischen Seite ist festzustellen, dass sich die zentralen Vorhersagen des Artikels nicht bewahrheitet haben. Weder ist heute mit einer großen Anzahl von Flüssigmetall-Brutreaktoren ein Plutonium- oder Thorium-Brennstoffzyklus realisiert, noch waren laut Weinberg „recht plausible Schätzungen“ zutreffend, dass im Jahr 2000 die Kernenergie 1 000 Gigawatt elektrischer Leistung allein in den USA liefern würde – tatsächlich sind es heute weltweit 375 GW_e.¹⁴ Spätestens mit dem Reaktorunfall im japanischen Fukushima 2011 ist außerdem die Darstellung widerlegt, Siedewasserreaktoren verfügten selbst im Falle eines Erdbebens über ausreichende Sicherheitssysteme.¹⁵

Weinberg diskutiert unter anderem die Entsorgung radioaktiver Abfälle, und eröffnet zwei hauptsächliche Alternativen: Die Endlagerung in tiefen geologischen Salzformationen und das überirdische Aufbewahren und ständige Neukonditionieren der Abfälle. Angesichts der Schädlichkeit dieser Abfälle für Lebewesen sagt er:

[†]Die Semiotik ist die Wissenschaft der Formulierung von Nachrichten, ihrer Übertragung über verschiedene Kanäle wie Sprache, Schrift o.ä. und dem Verständnis dieser Nachrichten.

¹³Weinberg, Alvin M. Social Institutions and Nuclear Energy. Science, 177 1972 (eigene Übersetzungen).

¹⁴European Nuclear Society.

¹⁵Weinberg 1972 S. 30; Fig. 1.

Wir müssen Menschen vom Eindringen abhalten – und das kann nur von Menschen selbst sichergestellt werden. So kommen wir zurück dazu, dass es sehr erwünscht, wenn nicht in diesem Falle sogar absolut notwendig ist, die Abfälle auf ewig unter eine Art Überwachung zu stellen.¹⁶

Mit dieser Einschätzung begründet Weinberg gleichsam die Atomsemiotik. Er geht jedoch nicht weiter auf das „wie“ ein, sondern sagt stattdessen:

Der große Vorteil der Salzmethode [...] ist, dass unsere Verpflichtung zur Überwachung minimal ist. Alles was wir tun müssen ist, Menschen vom Eindringen abzuhalten, anstatt eine Priesterschaft zu unterhalten, die auf ewig die Abfälle neu konditioniert oder die [Endlager-]Höhlen bewacht.

[...]

Doch selbst unsere Salzmine könnte ein kleines Maß an Überwachung erfordern, und sei es nur um zukünftige Menschen davon abzuhalten, in die Lagerstätten Löcher zu bohren.¹⁷

Weinberg relativiert jedoch diese „minimale Verpflichtung“ gleich darauf. Seiner Meinung nach könnte nur eine drastische Rückentwicklung der Menschheit ein Anlass sein, die Kernenergie nicht weiter zu nutzen – und in diesem Fall wäre die Menschheit ohnehin kaum noch in der Lage, durch Bohrungen oder andere Aktivitäten ein Endlager zu kompromittieren:

Und sollte die Zivilisation *falter* (ins Wanken geraten/zögern/nicht genügend entschlossen sein – Anm. d. Übs.), was unter anderem bedeuten würde, dass wir die Kernenergie gänzlich aufgeben, so können wir fast (wenn auch nicht völlig) sicher sein, dass unseren rückfälligen Nachkommen in der fernen Zukunft nichts zustoßen wird.¹⁸

Diese arrogante Einschätzung ist heute durch die sehr wohl reflektierten und ernsthaften Anstrengungen einiger hoch entwickelter Staaten, die Nutzung der Kernenergie einzustellen, widerlegt. Die Notwendigkeit, das Wissen über die Standorte und die Gefahren radioaktiver Abfälle zu bewahren und weiterzugeben, besteht offensichtlich dennoch fort.

Weinbergs zentrale Aussage ist schließlich, dass die Nutzung der Kerntechnik eine Selbstverpflichtung der Menschheit auf ewig darstellt:

Eugene Wigner hat eine Analogie zwischen dieser Verpflichtung zu einer stabilen Sozialordnung, die der Kernenergie innewohnen mag, und der Verpflichtung zu einer Jahr für Jahr stabilen Sozialordnung gezogen, die der Mensch einging, als er vom Jagen und Sammeln zur Landwirtschaft überging. [...] [Die] Verpflichtung, die die Landwirtschaft erzwang, war in gewissem Sinne ewiglich, das Land musste auf ewig jedes Jahr bestellt und bewässert werden; [die Menschheit] konnte sich durch Jagen

¹⁶Weinberg 1972 S. 33.

¹⁷A. a. O. S. 33; S. 34.

¹⁸A. a. O. S. 33.

und Sammeln nicht [mehr] aufrechterhalten. In demselben Sinne [...] ist das Wissen und die Sorge, die in das korrekte Bauen und Betreiben von Kernkraftwerken [...] eingeht etwas, zu dem wir auf ewig verpflichtet sind, solange wir keine andere andere praktiable unerschöpfliche Energiequelle finden.¹⁹

Es ist wichtig anzumerken, dass die Einschätzung, die hier beschriebene Verpflichtung könne mit der Erschließung einer neuen Energiequelle enden, nur gültig wäre, wenn das Problem des radioaktiven Abfalls in von Menschen absehbaren Zeiträumen abschließend gelöst werden könnte. Heutzutage deutet jedoch wenig darauf hin, dass dies der Fall ist.

3.3.2 Human Interference Task Force

Das *US Department of Energy*, das für die Energieerzeugung und das Kernwaffenprogramm zuständige Ministerium der US-Regierung, gründete 1976 das *National Waste Terminal Storage Program* („Nationales Abfallendlagerprogramm“), um Lösungen für die Frage der Endlagerung radioaktiver Abfälle zu entwickeln.

Als Teil dieses Programms wurde 1980 vom Energieministerium und dem privaten Bau- und Planungskonzern Bechtel Corporation die *Human Interference Task Force* („Arbeitsgruppe für menschliche Eingriffe/Störungen/Einmischung“) gegründet. Sie verfasste bis 1982 ihren Abschlussbericht, „Die Verringerung der Wahrscheinlichkeit von zukünftigen menschlichen Aktivitäten, die geologische Endlager für hochradioaktive Abfälle beeinträchtigen könnten,“²⁰ der 1984 vom *Department of Energy* offiziell veröffentlicht wurde.

Der Arbeitsgruppe gehörten sechs Ingenieure, Natur- und Gesellschaftswissenschaftler an. Vorsitzender war ein Manager des „Büros für die Isolation radioaktiver Abfälle“ des gemeinnützigen Battelle-Forschungsinstituts. Von den übrigen fünf Mitwirkenden gehörten drei der Bechtel Corporation an und zwei waren leitende Angestellte von Konzernen aus dem Bereich der Kerntechnik. Als Berater waren sieben Wissenschaftler, hauptsächlich von Universitäten und gemeinnützigen Forschungsinstituten beteiligt.²¹

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe wird im Abstract des 1984 veröffentlichten offiziellen Berichts der Arbeitsgruppe an das *Department of Energy* so beschrieben:

„Die Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen ist ein Weg, den Abfall von den Menschen zu isolieren, bis die Radioaktivität auf ein ungefährliches Niveau abgeklungen ist. Es ist allerdings ein anderes Problem, die Menschen vom Abfall zu isolieren, da uns die Gestalt der zukünftigen Gesellschaft unbekannt ist.“²²

Die Arbeitsgruppe konstatiert, dass eine „wesentliche Verringerung der Wahrscheinlichkeit für menschliche Eingriffe erreicht werden kann, möglicherweise über mehrere

¹⁹A. a. O. S. 34.

²⁰Human Interference Task Force Reducing the Likelihood of Future Human Activities That Could Affect Geologic High-level Waste Repositories. Columbus (OH), USA, 1984 (BMI/ONWI-537). – Technischer Bericht (eigene Übersetzungen).

²¹A. a. O. Appendix B S. 121.

²²A. a. O. S. iii, iv.

Tausend Jahre, wenn angemessene Schritte unternommen werden, die Existenz des Endlagers zu kommunizieren.“²³

Der Bericht stellt die Voraussetzungen dafür in einem großen Logikdiagramm dar,²⁴ dessen Ausgangspunkt das Ziel ist, „zukünftige menschliche Gesellschaften vor menschlichen Eingriffen in Endlager für radioaktive Abfälle zu schützen“. Neben Überlegungen zur physischen Auslegung des Endlagers und der geeigneten Standortauswahl werden vier zentrale Anforderungen an eine kommunikative Lösung hergeleitet:

a) Eine wirksame Kommunikation erfordert das Verständnis der Nachricht. b) Die Kommunikation muss die erwünschte Reaktion auslösen. c) Die Kommunikation muss über lange Zeiträume Bestand haben. d) Das Kommunikationssystem muss leicht zu entdecken sein.

Es wird eine mehrstufige Nachricht von zunehmender Komplexität vorgeschlagen, die auf jeder Ebene mehrfach redundant ausgelegt ist. Die erste Ebene soll nur den Hinweis „ACHTUNG! Hier ist gesundheitsschädlicher Abfall vergraben!“ enthalten und sowohl in Worten als auch mit einem Symbol[†] kommuniziert werden. Die höheren Ebenen sollen detailliertere Informationen über die Tiefe, die Ausmaße und die Zusammensetzung des Endlagers und der Abfälle enthalten. Wichtige Teile der Nachricht, wie die Gesundheitsgefährlichkeit der Abfälle, sollen auch durch piktographische – und damit sprachunabhängige – Darstellungen kommuniziert werden. Der Bericht enthält einen Entwurf für eine solche „Bildergeschichte“, die Bohrungen in ein Endlager, eine resultierende Kontamination von Nahrung durch Grundwasser und die Erkrankung und den Tod von Menschen zeigt.²⁵

Neben der Verbreitung der Nachricht in Archiven, Bibliotheken und offiziellen Aufzeichnungen der Regierung und anderer Organisationen soll sie vor allem am Endlagerstandort selbst kommuniziert werden. Dazu schlägt die Arbeitsgruppe eine möglichst auffällige, massive und dauerhaft ausgelegte auffällige, monumentale Einrichtung in den Ausmaßen des unterirdischen Lagers vor. Kreisförmig angeordnete äußere Monumente sollen die niedrigeren Ebenen der Nachricht enthalten, während ein zentrales Monument, möglicherweise mit einer unterirdischen Kammer, ausführliche Informationen über das Endlager und die Abfälle zeigt.

Diese Vorschläge der Arbeitsgruppe sind bis heute der einzige Beitrag zur Atomsemiotik, der Eingang in die konkreten Planungen von Aufsichtsbehörden und Regierungen gefunden hat (s. Kapitel 4.1 auf Seite 19).

3.3.3 Thomas Sebeok

Der ungarisch-amerikanische Semiotikprofessor Thomas A. Sebeok von der Indiana University Bloomington wurde im Frühjahr 1981 als Berater für die *Human Interfer-*

²³Human Interference Task Force S. iii, iv.

²⁴A. a. O. Fig. 2-1 S. 13.

[†]Das vorgeschlagene Symbol besteht aus einem gleichschenkligen Dreieck mit einer Spitze nach oben, in dem ein Pfeil nach unten abgebildet ist, in dessen Zentrum wiederum das Biohazard-Zeichen steht.

²⁵A. a. O. Fig. A.1 S. 117.

ence Task Force engagiert.²⁶

Sebeok verfasste (wie andere Berater auch) einen eigenen Bericht an die Arbeitsgruppe, der ebenfalls 1982 fertiggestellt und 1984 vom *US Department of Energy* veröffentlicht wurde. Sein Bericht enthält mehrere Empfehlungen, die keinen Eingang in den Hauptbericht der Arbeitsgruppe fanden. Insbesondere ist sein Bericht bedeutend, weil er in einer dieser Empfehlungen erstmalig das „Nachrichten-Weitergabesystem“ beschreibt, dessen ausführendes Organ er „zur dramatischen Hervorhebung“ als „**Atompriesterschaft**“ („*atomic priesthood*“) bezeichnet.²⁷

Sebeok beruft sich in dieser Empfehlung auf den ‚Erfolg‘ der Legende von der Büchse der Pandora dahingehend, dass sie über sehr lange Zeit die Warnung vor einer gefährlichen Handlung (nämlich dem Öffnen besagten Behälters) transportiert hat.

Sein Konzept sieht vor, dass eigens konstruierte folkloristische Erzählungen lanciert werden, um die Gefährlichkeit von Endlagern langfristig kulturell zu verankern.[†] Diese Mythen und Legenden sollen unabhängig von wissenschaftlichen Tatsachen durch „angehäuften Aberglauben“ Menschen dazu anhalten, die gefährlichen Gebiete zu meiden. Diese „falsche Fährte“ soll in periodischen „Ritualen“ gefestigt werden.

Als Verantwortliche für die Etablierung und Aufrechterhaltung der Mythen stellt sich Sebeok eine möglichst autarke Organisation – die „Atompriesterschaft“ – vor, die aus Wissenschaftlern bestehen und ihren Fortbestand durch eigene Auswahl ihrer Mitglieder sichern soll. Ihr allein solle die „Wahrheit“ über die Endlager für radioaktive Abfälle und der Auftrag anvertraut sein, die Anweisungen der heutigen Generation aufrechtzuerhalten:

Der Nachteil [...] ist selbstverständlich, dass es keine Sicherheit geben kann, dass zukünftige Generationen die Vorschriften der Vergangenheit befolgen werden. Die „Atompriesterschaft“ würde die zusätzliche Verantwortung tragen, dafür zu sorgen, dass unser Geheiß [...] wenn schon nicht aus gesetzlichen, dann aus moralischen Gründen befolgt wird, vielleicht mit der verschleierte Drohung, dass es eine Einladung an irgendeine Art übernatürlicher Vergeltung wäre, das Mandat zu ignorieren.²⁸

Beachte: Ziel der „übernatürlichen Vergeltung“ wäre nicht die eventuell ungehorsame Menschheit, sondern „Atompriesterschaft“ selbst! Sebeoks Konzept sieht also vor, dass sogar die Organisation, die die Menschheit betrügen soll, betrogen wird, um sicherzustellen, dass der Wille der heutigen Generation geschieht.

Ein Großteil der sozialwissenschaftlichen Kritik an der Atomsemiotik im Ganzen richtet tatsächlich sich gegen diesen Vorschlag Sebeoks, alle zukünftigen Generatio-

²⁶Sebeok, Thomas A. Pandora's Box: How and Why to Communicate 10000 Years into the Future (Alfred Korzybski Memorial Lecture). *General Semantics Bulletin: Yearbook of the Institute of General Semantics* 1982, Nr. 49 S. 23.

²⁷Sebeok, Thomas A. *Communication Measures to Bridge Ten Millennia*. Columbus (OH), USA, 1984 (BMI/ONWI-532). – Technischer Bericht S. 24.

[†]Er gibt zu, dass historisch keine vergleichbare „künstliche“ Legendenbildung bekannt ist, die Erfolg gehabt hätte, zieht aber aus dieser Tatsache keine weiteren Schlüsse.

²⁸A. a. O. S. 27.

nen gezielt zu täuschen und dem Kommunikationsproblem nicht mit Aufrichtigkeit, sondern durch Mythenbildung, Irreführung und dem Schüren von Furcht zu begegnen.

Weiterhin wird die Atomsemiotik mit²⁹ einiger³⁰ Regelmäßigkeit³¹ seit Mitte der achtziger Jahre außerdem in populärwissenschaftlichen Medien aufgegriffen. Dabei ist Sebeoks Vorschlag der „Atompriesterschaft“ der am häufigsten vorgestellte Forschungsbeitrag, zweifellos wegen der Kuriosität und Radikalität seines Ansatzes zur Lösung des intergenerationellen Kommunikationsproblems.

3.3.4 Roland Posner

3.3.4.1 Umfrage in der Zeitschrift für Semiotik Inspiriert von der Arbeit der *Human Interference Task Force*, zu der seinerzeit nur ein vorläufiger Bericht von 1981 vorlag³², richtete der Berliner Semiotikprofessor Roland Posner für die von ihm mit herausgegebene *Zeitschrift für Semiotik* in den Jahren 1982 und 1983 eine Frage an seine Fachkollegen:

Wie ist es möglich, unsere Nachkommen innerhalb der nächsten 10 000 Jahre über die Lagerungsorte und die besonderen Gefahren von Atommüll zu informieren? Angesichts der Tatsache, daß alle Industriestaaten heute große Mengen von strahlendem Material erzeugen und dieses Material seine Gefährlichkeit für Menschen und andere Lebewesen über Jahrtausende hinweg behalten wird, erscheint die Lösung dieses Kommunikationsproblems als eine der dringendsten Aufgaben unserer Zeit. Diese Aufgabe ist zugleich ein Modellfall für ein Thema, das innerhalb der Grenzen von keiner der traditionellen Wissenschaften [...] behandelt werden kann [...] Sie werden daher gebeten, zu folgenden Punkten Stellung zu nehmen:

1. Welchen besonderen Beschränkungen muß eine Information unterworfen werden, die über 10 000 Jahre hinweg erfolgreich von Menschen an Menschen weitergegeben werden soll?
2. Welche Medien, Kanäle und Codes sind am verlässlichsten, und wie gut sind sie gegen Verzerrung und Verlust von Information gesichert?
3. Welche Nebeneffekte haben mögliche Vorschläge für die Kommunikation über 10 000 Jahre hinweg? Ziehen sie vorhersehbare Veränderungen in unserer Lebensweise und Gesellschaftsstruktur nach sich, etwa indem sie neue Institutionen, Rituale, Mythen, kognitive Strukturen erforderlich machen?
4. Welche Erfahrungen hat die Menschheit bisher mit der Kommunikation spezifischer Mitteilungen über die Generationen hinweg, und welche Prognosen ermöglichen sie für die Lösung des vorliegenden Problems? [...]³³

²⁹Sens, Eberhard Von Zeiten und Halbwertszeiten. Zur Semiotik des Radioaktiven Mülls. Merkur: Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken 39 1985, Nr. 434.

³⁰Wendel, Thomas H. EWIGES FEUER: Wie Forscher künftige Generationen vor Atommüll warnen wollen und dabei an die Grenzen des Menschenmöglichen stoßen. SPIEGEL Spezial 1995, Nr. 7.

³¹Gieselmann, Claas Von Atompriestern und Strahlenkatzen – Die kuriose Welt der Atomsemiotik. November 2010 (URL: <http://weltderwunder.de.msn.com/technik-und-weltraum-gallery.aspx?cp-documentid=155332674>).

³²Posner, Roland (Hrsg.) Warnungen an die ferne Zukunft: Atommüll als Kommunikationsproblem. München: Raben-Verlag, 1990, Raben-Streifzüge, ISBN 3-922696-65-1 Kap. 3: Posner, Roland Mitteilungen an die ferne Zukunft. Hintergrund, Anlaß, Problemstellung und Resultate einer Umfrage S. 39, 66.

³³A. a. O. S. 43.

Posner sammelte die Antworten von Wissenschaftlern aus aller Welt und übersetzte sie zusammen mit der Berliner Semiotikerin Susanne Hauser ins Deutsche.

Er veröffentlichte die insgesamt zehn verschiedenen Beiträge schließlich 1984 in der *Zeitschrift für Semiotik*.³⁴ Von diesen zehn Beiträgen beschreiben acht verschiedene Lösungsansätze in mehr oder weniger großem Detail. Zwei von ihnen üben aber grundlegende Kritik an der Problemstellung und argumentieren gegen eine inhaltliche Beschäftigung mit dem Kommunikationsproblem.

3.3.4.2 Beiträge zu Posners Umfrage Einer der Beiträge kommt von Thomas Sebeok selbst; er ist eine erweiterte Fassung seines Berichts an die *Human Interference Task Force*. Diesen hatte er wiederum schon 1981 für die *Alfred-Korzybski-Gedächtnisvorlesung* des US-amerikanischen *Instituts für Allgemeine Semantik* angepasst und ergänzt.³⁵

Ein weiterer Beitrag ist einer, der in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Atomsemiotik neben Sebeoks „Atompriesterschaft“ die meiste Aufmerksamkeit bekommt: der gemeinsame Beitrag der französischen bzw. italienischen Wissenschaftler Françoise Bastide und Paolo Fabbri³⁶. Sie schlagen vor, Radioaktivität für Menschen unmittelbar erfahrbar zu machen, indem Tiere, mit denen sich Menschen gern umgeben, genetisch so modifiziert werden, dass sie durch Radioaktivität ihre Erscheinung ändern – mithin sollen in der Gegenwart von Strahlung leuchtende „Strahlenkatzen“ gezüchtet und als Haustiere für Menschen etabliert werden. Der Beitrag geht noch deutlich weiter und beschreibt ein ähnlich radikales Konzept für eine gesellschaftliche Einrichtung wie Sebeoks „Atompriesterschaft“, jedoch sind die „Strahlenkatzen“ der meistbeachtete Vorschlag dieses Beitrags.

Während manche Beiträge, unter anderem von dem bekannten polnischen Science Fiction-Autor Stanisław Lem, geradezu phantastische Lösungsvorschläge machen – etwa die Kodierung der Nachricht über Endlager in der Erbinformation von Lebewesen³⁷ oder ihre Speicherung auf einem Satelliten³⁸ – orientieren sich andere eher an den Ansätzen der *Human Interference Task Force*. So schlägt der ungarische Semiotiker Vilmos Voigt etwa vor, die überirdische Kennzeichnung des Endlagers regelmäßig durch neue Übersetzungen der Warnungen an den Außengrenzen des Geländes zu ergänzen, sodass um den Standort „eine räumliche Umkehrung der Sprachgeschichte inszeniert“ würde.³⁹

Zwei der zehn Beiträge kritisieren hingegen die Voraussetzungen der Atomsemiotik grundsätzlich und lehnen eine Befassung mit technischen Lösungen ab.

Auf den Beitrag „Wes Geistes Kind ist die Atomsemiotik?“⁴⁰ des US-amerikanischen

³⁴Posner, Roland und Debus, Stephan Und in alle Ewigkeit ... Kommunikation über 10 000 Jahre. *Zeitschrift für Semiotik* 1984, Nr. 3.

³⁵Sebeok *General Semantics Bulletin: Yearbook of the Institute of General Semantics* 1982.

³⁶Posner 1990 Kap. 8: Bastide, Françoise und Fabbri, Paolo Lebende Detektoren und komplementäre Zeichen: Strahlenkatze, brechendes Auge und Atomsirene S. 85.

³⁷A. a. O. Kap. 6: Lem, Stanisław Mathematische Kodierung auf lebendem Trägermaterial S. 79.

³⁸A. a. O. Kap. 4: Sonntag, Philipp Künstlicher Mond am Himmel und Datenbank im Keller S. 69.

³⁹A. a. O. Kap. 9: Voigt, Vilmos Konzentrisch angeordnete Warntafeln in zunehmend neueren Sprachformen S. 123.

⁴⁰A. a. O. Kap. 12: Blonsky, Marshall Wes Geistes Kind ist die Atomsemiotik? S. 169.

Semiotikers Marshall Blonsky berufen sich viele kritische Betrachtungen. Er sieht in den Prämissen der Arbeit Sebeoks und der *Human Interference Task Force* ein fatalistisches Bild der Zukunft, das zu akzeptieren eine Resignation vor den ökologischen und militärischen Bedrohungen der Gesellschaft bedeutet. Sebeoks Vorschlag der „Atompriesterschaft“, aber auch schon die gestaffelten und unterschiedlich vollständigen Nachrichten, die das Konzept der *Human Interference Task Force* vorsieht, versteht er als Ausdruck einer zutiefst elitistischen Sehnsucht nach der radikalen Spaltung der Gesellschaft in intellektuelle Oberklasse und eine entmündigte, unterwürfige Plebs.

Im Schlusswort seines Beitrags wirft Blonsky ein erstaunliches Schlaglicht auf Thomas Sebeok und seinen Bericht. Er erzählt davon, wie Sebeok im November 1981 die *Alfred-Korzybski-Gedächtnisvorlesung* im New Yorker *Yale Club*[†] hielt. Obwohl der Hauptgegenstand des Vortrags die Arbeit der *Human Interference Task Force* war, waren nach Blonskys Einschätzung „die unmittelbaren ökologischen und die militärischen Gefahren für unsere heutige Welt“ das, „was alle Beteiligten wirklich bewegt.“ Sebeoks Position dazu scheint in seinen Augen „manchmal eine resignative“ zu sein. Er gibt den in seinen Augen entscheidenden Teil von Sebeoks Vortrag wie folgt wieder:

Es zeigt sich auch [in Sebeoks Vortrag], daß sein Beitrag für die Arbeitsgruppe eine offiziöse objektivistische und respektvolle Fassung dessen ist, was er im Yale Club mit großen Emotionen vorgetragen hat. Nach allerlei Mitteilungen über die gesundheitlichen Folgen radioaktiver Strahlung gerieten ihm die abschließenden Worte fast zum Epitaph: »Wenn eine dumme Frage zum Problem des Atommülls gefragt wird, dann wird darauf eine dumme Antwort gegeben werden. Die Antwort, auf die wir heute gekommen sind, kann kein Beitrag zur Lösung des Problems von Grund auf sein, da unsere Frage eine oberflächliche Frage war. Die Sache mit der Halbwertszeit von 10 000 Jahren verliert ihre Bedeutung und wird lächerlich, wenn wir uns jetzt die Frage vor Augen halten, was in 100 Jahren sein wird, und was sein wird, wenn unsere Nachkommen sich in 100 Jahren die Frage vor Augen halten, was dann in 100 Jahren sein wird, und so weiter Schritt für Schritt . . . Denn viel unmittelbarer bewegt uns ja die Frage, wie wir die ersten 100 Jahre überstehen. Mir ist die Aufgabe gestellt worden, 10 000 Jahre zu untersuchen. Mein Fazit ist: Ich habe es getan und bin nun viel pessimistischer als vorher.«⁴¹

Der andere fundamentalkritische Beitrag zu Posners Umfrage stammt von Susanne Hauser selbst.⁴² Sie führt an, dass es zu einer ernsthaften Beschäftigung mit den Fragestellungen der Atomsemiotik notwendig ist, inakzeptable Prämissen anzuerkennen und insbesondere den Grund für die Entstehung der radioaktiven Abfälle, nämlich die Nutzung der Kernenergie, auszublenden. Auf die Nutzung der Kernenergie zu verzichten werde als wichtige Teillösung des Abfallproblems ignoriert. Sie argumentiert weiter, dass es den Mitgliedern der *Human Interference Task Force* bewusst sein muss, dass

[†]Der *Yale Club of New York City* ist ein privater Club, dessen Mitgliedschaft fast ausschließlich den Absolventen weniger Universitäten in den USA vorbehalten ist.

⁴¹Posner 1990 Kap. 12: Blonsky, Marshall Was Geistes Kind ist die Atomsemiotik? S. 184.

⁴²A. a. O. Kap. 13: Hauser, Susanne Problematisch sind nicht nur die Antworten, sondern bereits die Voraussetzungen S. 187.

die bekannten Unwägbarkeiten eine Kommunikation über 10 000 Jahre faktisch unmöglich machen. Dass trotzdem „im Rahmen eines sich als wissenschaftlich verstehenden Diskurses“ ein so „irrationaler Vorschlag“ wie Sebeoks „Atompriesterschaft“ gemacht wird, sieht sie als sträfliche Verfehlung des Kerns der Debatte:

Um zusammenzufassen, die eigentliche Diskussion, die sich an der gestellten Frage und der erwähnten Antwort entzünden sollte, ist die, ob wir uns eine Technik vorsetzen lassen wollen, die solche Fragen – und eine solche Antwort – provoziert.⁴³

3.3.4.3 „Warnungen an die ferne Zukunft“ Roland Posner veröffentlichte schließlich 1990 das Buch „*Warnungen an die ferne Zukunft: Atommüll als Kommunikationsproblem*“ als Teil der „Streifzüge“-Reihe des Münchner Raben Verlags. Deren Anspruch war es – es erschienen fünf Bände Anfang der neunziger Jahre; der Verlag stellte 2002 die Geschäfte ein – „Fachgrenzen zu missachten“ und „Primärliteratur entstehen“⁴⁴ zu lassen. Posners Beitrag zu der Reihe ist wahrscheinlich bis heute das einzige Buch, das sich ausdrücklich und ausschließlich mit der Atomsemiotik befasst.

Er veröffentlicht darin die zehn ursprünglichen Beiträge, die er sechs Jahre zuvor in der *Zeitschrift für Semiotik* veröffentlicht hatte, erneut in unveränderter Form. Zusätzlich enthält das Buch fünf neue Kapitel, darunter eine Einleitung und ein erläuterndes Kapitel⁴⁵ von Posner, in denen er die Bedeutung und Hintergründe der Fragestellung beleuchtet.

Weiterhin enthält es einen Beitrag des Schweizer Kernphysikers Emil Kowalski, der es als grundsätzlich möglich erachtet, einen Langzeitsicherheitsnachweis für Endlager zu erbringen⁴⁶.

Im vorletzten Kapitel liefert Susanne Hauser einen Überblick über die Reaktionen auf die Debatte um das Kommunikationsproblem in der Öffentlichkeit, die zahlreiche Beiträge in Literatur und Medien hervorbrachte⁴⁷. In ihrem Beitrag beschreibt und kritisiert sie das Ausmaß der Verschmutzungen, die aus der militärischen und zivilen Nutzung der Kernenergie hervorgehen und gibt eine vernichtende Bewertung der Kommunikation ab, die von politisch Verantwortlichen gegenüber der Öffentlichkeit zu den Problemen von radioaktivem Abfällen und kerntechnischen Katastrophen betrieben wird. Sie bezeichnet abschließen die Kerntechnik mit den Worten des SPD-Bundestagsabgeordneten Freimut Duve als „Kriegserklärung an die Zukunft“.

Das letzte Kapitel stammt wiederum von Roland Posner⁴⁸ und beschreibt sein Konzept eines „Zukunftsrats“, der als dritte legislative Kammer die Interessen zukünftiger Generationen vertreten soll. So sollen im demokratischen Gesetzgebungsverfahren intergenerationelle Probleme Relevanz gewinnen, die derzeit keine Beachtung finden.

⁴³ A. a. O. S. 193.

⁴⁴ A. a. O. Klappentext.

⁴⁵ A. a. O. Kap. 3: Posner, Roland Mitteilungen an die ferne Zukunft. Hintergrund, Anlaß, Problemstellung und Resultate einer Umfrage.

⁴⁶ A. a. O. Kap. 2: Kowalski, Emil Die Zeitdimension der Endlagerung radioaktiver Abfälle.

⁴⁷ A. a. O. Kap. 14: Hauser, Susanne Bisherige Erfahrungen mit der Kommunikation über radioaktiven Abfall.

⁴⁸ A. a. O. Kap. 15: Posner, Roland Das Drei-Kammer-System: Ein Weg zur demokratischen Organisation von kollektivem Wissen und Gewissen über Jahrtausende.

Posner liefert einen ausführlichen Gesetzesentwurf, der einen Zukunftsrat in die Strukturen der Bundesrepublik Deutschland integriert und dessen Rechte und Pflichten beschreibt. Er führt an, dass sich dieses Konzept grundlegend von den anderen Lösungsvorschlägen abhebt, indem es nicht nur das Problem des Atommülls, sondern alle intergenerationellen Probleme in einem gesamtgesellschaftlichen Kontext und auf demokratischem Wege zu lösen versucht.

Posner kommt in seinen abschließenden Überlegungen zu einer ähnlichen Einschätzung der gesellschaftlichen Selbstverpflichtung, die mit der Nutzung der Kerntechnik einhergeht, wie Alvin Weinberg 1972:

Was die Atomtechnik der Menschheit tatsächlich brachte, war kein physikalisches Perpetuum mobile, das man jederzeit in Betrieb nehmen und wieder abschalten konnte, sondern ein gesellschaftliches Perpetuum mobile, das zu betreiben die Menschheit für alle Zeiten gezwungen sein wird, nachdem die ersten Kernkraftwerke zu arbeiten begonnen haben. Nicht »Friß oder stirb!«, wie noch in der Agrarwirtschaft, lautet die Devise, sondern »Verwalte oder laß deine Kindeskinde sterben!«⁴⁹

⁴⁹Posner 1990 Kap. 15: Posner, Roland Das Drei-Kammer-System: Ein Weg zur demokratischen Organisation von kollektivem Wissen und Gewissen über Jahrtausende S. 296, 297.

4 Weltweite Lösungsansätze

In diesem Kapitel wird der Umgang mit dem Kommunikationsproblem in drei ausgewählten Staaten, nämlich den USA, der Schweiz und Deutschland diskutiert.

Ein Überblick über den Stand in weiteren Staaten findet sich in der „Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern“, die 2010 für das schweizerische Bundesamt für Energie veröffentlicht wurde.⁵⁰

4.1 USA

Die weltweit einzige konkrete Unternehmung zur Einrichtung von Kommunikationsmaßnahmen gegen menschliches Eindringen in Endlager für radioaktive Abfälle ist das *Passive Institutional Controls*-Programm der *Waste Isolation Pilot Plant* („Pilotanlage für Abfall-Einschluss“, WIPP) im US-Bundesstaat New Mexico, in der zum Teil aus der Kernwaffenproduktion stammende hochradioaktive Abfälle eingelagert werden.

Die Einrichtung solcher „passiven institutionellen Kontrollen“ (PICs) ist seit Mitte der neunziger Jahre durch Regelungen der *Environmental Protection Agency* („Umweltschutzbehörde“) der US-Regierung für den Betrieb von Endlagern vorgeschrieben.⁵¹ Sie werden am WIPP schon seit Anfang der neunziger Jahre vom *Department of Energy* entwickelt.

Das PICs-Programm folgt in weiten Teilen den Empfehlungen der *Human Interference Task Force*. Es besteht aus drei Maßnahmen: Dem Verbreiten von Aufzeichnungen, dem Sicherstellen der Bekanntheit des Lagers und „permanenten Markierungen“ am Lagerstandort selbst. Die ersten beiden Maßnahmen beinhalten das Anfertigen und Verbreiten von Aufzeichnungen in Archiven und Bibliotheken sowie das Verbreiten von Informationen über die WIPP in Enzyklopädien, Landkarten, Lehrbüchern und anderen Informationssammlungen.

Die dritte Maßnahme ist das Errichten von großen Monumenten am Endlagerstandort, an denen Informationen über den Abfall und Details zu seiner Zusammensetzung und Einlagerung in möglichst redundanter Form und auf mehreren Informationsebenen angebracht sind. Dazu sollen ein massiver Erdwall von den Ausmaßen des unterirdischen Lagers aufgeschüttet sowie mehrere äußere Markierungen und ein zentrales Monument aus möglichst beständigem Material darauf errichtet werden. An ihnen sollen die Nachrichten in mehreren Sprachen und Piktogrammen angebracht sein. Das zentrale Monument soll außerdem über einen unterirdischen Raum verfügen, in dem eine große Menge detaillierterer Informationen zugänglich ist.

Es ist jedoch unzweifelhaft der Fall, dass das Projekt in den vergangenen Jahren kaum Fortschritte gemacht hat und insgesamt nur sehr schleppend vorankommt. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass ihm von den zuständigen Behörden nur eine geringe Priorität eingeräumt wird. So sind die im Internet veröffentlichten Informationen zum

⁵⁰Buser, Marcos Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern. Schweiz, Mai 2010 – Technischer Bericht (URL: www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/19773.pdf) Kap. 5: Zum Stand der Markierungsprojekte in Kernenergie nutzenden Ländern: ein Überblick S. 59.

⁵¹Passive Institutional Controls Implementation Plan. United States Department of Energy, Waste Isolation Pilot Plant, Carlsbad Field Office, August 2004 (DOE/WIPP 04-2301). – Technischer Bericht S. 3.

PICs-Programm seit spätestens 2007 nicht mehr aktualisiert worden⁵². Weiterhin zeigt der 2004 veröffentlichte Ausführungsplan für das Projekt, dass es zu diesem Zeitpunkt schon 4–5 Jahre hinter dem ursprünglichen Zeitplan zurückgefallen war.⁵³ In demselben Dokument werden außerdem drei weitere Planungsdokumente angekündigt, die Details zur Umsetzung des Projektes enthalten sollen.⁵⁴ Bis heute ist nur eines dieser drei Dokumente veröffentlicht.⁵⁵ Es ist daher zu bezweifeln, dass die ausführlichen Zeitpläne in dem Dokument, die den Abschluss der Entwicklung der Kommunikationsmaßnahmen und ihren Baubeginn bis 2033 vorsehen, eingehalten werden.

4.2 Schweiz

In der Schweiz ist die „dauerhafte Markierung“ von Endlagern für radioaktive Abfälle gesetzlich vorgeschrieben. Dabei hat der Eigentümer des Endlagers dafür zu sorgen, dass die Markierung „dauerhaft“ ist.⁵⁶

Die zur Gestaltung solcher „Marker“ angestellten Überlegungen durch die für die Endlagerung verantwortliche Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAGRA) sind allerdings bisher unveröffentlicht.⁵⁷ In einer für die NAGRA erstellten Präsentation aus dem Oktober 2009 zum „Status des Programms zur Handhabung radioaktiver Abfälle in der Schweiz“ von Emil Kowalski⁵⁸ – demselben, der 1990 auch einen Beitrag zu Posners Buch beisteuerte – findet das Kommunikationsproblem keine Erwähnung.

4.3 Deutschland

Im Laufe der letzten zehn Jahre haben verschiedene Behörden, Arbeitskreise und Institutionen Überlegungen angestellt, die das Problem des unbeabsichtigten menschlichen Eindringens in Endlager betreffen. Dabei wird zwar stellenweise im Ansatz die Konsequenz gezogen, dass es letztlich ein Kommunikationsproblem zu lösen gibt; dieses Problem anzugehen scheuen jedoch allen Autoren.

4.3.1 Bundesministerium für Umwelt

Bis Anfang der zweitausender Jahre spielten menschliche Einwirkungen auf Endlager für radioaktive Abfälle in Deutschland keine Rolle bei deren Konzeption.⁵⁹ In den

⁵²WIPP – Passive Institutional controls (PICs). (URL: http://www.wipp.energy.gov/PICsProg/PICs_general.htm) Unterseite “Media and PICs Related Articles”.

⁵³Passive Institutional Controls Implementation Plan S. 8.

⁵⁴A. a. O. S. 3.

⁵⁵WIPP – Passive Institutional controls (PICs). (URL: http://www.wipp.energy.gov/PICsProg/PICs_general.htm) Unterseite “Program Plans”.

⁵⁶Buser S. 60.

⁵⁷A. a. O. S. 60, 69.

⁵⁸Kowalski, Emil Status of the Radioactive Waste Management Programme in Switzerland. Oktober 2009 (URL: http://www.snus.sk/nusim2010/nusim2010/F-Decommissioning%20of%20Nuclear%20Installations%20and%20Radwaste/NUSIM2010_E_Kowalski.pdf).

⁵⁹Sicherheitstechnische Einzelfragen zur Endlagerung. Bundesumweltministerium, Abteilung Reaktorsicherheit, November 2001 – Technischer Bericht (URL: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/>

frühen Überlegungen wurde außerdem die Unterscheidung zwischen unbeabsichtigtem und beabsichtigtem Eindringen in ein Endlager betont, um die Verantwortung für letztere abzulehnen:

Unterschieden wird [...] zwischen beabsichtigten und unbeabsichtigten menschlichen Eingriffen. Beabsichtigte Eingriffe liegen in der Verantwortung des Eingreifenden, können nicht verhindert werden und sind daher hinsichtlich der radiologischen Konsequenzen nicht zu bewerten.⁶⁰

4.3.2 Bundesamt für Strahlenschutz

In dem Abschlussbericht zur Untersuchung menschlicher Einwirkungen auf Endlager des Bundesamtes für Strahlenschutz von 2004 wird zwar eingeräumt, dass beabsichtigtes Eindringen auf informierter oder uninformatierter Basis stattfinden könnte, doch die Konsequenzen dieser Erkenntnis werden nicht untersucht:

Etwas abweichend ist das Szenario einzuordnen, wenn die Eindringenden festgestellt haben, dass eine Anomalie vorliegt, jedoch nicht wissen, was es sein könnte (*“naive intrusion”* [...]). Ein weiterer Fall, bei dem die Auswirkung des beabsichtigten Eindringens von Interesse ist, stellt die Rückholbarkeit von Abfällen oder abgebrannten Brennelementen dar. Dieses Szenario ist jedoch [...] getrennt zu untersuchen und fällt in den Bereich des beabsichtigten Eindringens. Daher wird dieses Szenario in diesem Vorhaben nicht weiter betrachtet.⁶¹

Beide hier genannten Szenarien haben wichtige Konsequenzen: Es müssten Anstrengungen unternommen werden, das „naive Eindringen“ zu verhindern, da in diesem Falle der Eindringende keine Verantwortung für die Gefahren tragen kann, von denen er nichts weiß. Außerdem können für den Fall, dass ein Interesse an der Rückholung der Abfälle entsteht, Kommunikationsmaßnahmen eine enorme Erleichterung für das Vorhaben sein, wenn die Zusammensetzung und die Anordnung der Abfälle kommuniziert wird. Das Bereitstellen dieser Information muss im Interesse der heute Verantwortlichen liegen: Die Gefahren im uninformatierten Umgang mit dem Endlager werden minimiert, und es wird potentiell erleichtert, die Abfälle einer zukünftigen, besseren Entsorgungsmethode zuzuführen. All diese Überlegungen finden jedoch keinen Eingang in den Bericht.

Stattdessen wird in den Handlungsempfehlungen des Berichts *en passant* eine negative Bewertung des international vorherrschenden Lösungskonzeptes für das Kommunikationsproblem fallengelassen, bevor es als irrelevant für heutige Überlegungen bewertet wird:

Obwohl argumentiert werden kann, dass Monumente an der Oberfläche künftige Generationen eher anziehen als abweisen dürften, ist es kaum vorstellbar, dass ein

application/pdf/atomkraft_sicherheitst_einzelfragen.pdf) S. 5.

⁶⁰Ebenda.

⁶¹Skrzyppek, Dr. Jürgen, Wilhelm, Dr. Stefan und Niemeyer, Dr. Matthias Untersuchung der menschlichen Einwirkungen auf ein Endlager für radioaktive Abfälle und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Führung des Nachweises der Langzeitsicherheit. Baden, 2004 (Colenco Bericht 3184/11). – Technischer Bericht S. 17.

Endlagerstandort nicht nach Verschluss markiert wird. Allerdings liegt dieser Zeitpunkt weit in der Zukunft. Es ist deshalb nicht nötig und wäre sogar kontraproduktiv, die Markierungsmaßnahmen schon jetzt definitiv festzulegen, obwohl die Grundsätze im Planfeststellungsverfahren festgehalten werden sollen.⁶²

Es wird hinzugefügt, dass die Beschäftigung mit dem Kommunikationsproblem einzig für die öffentliche Wahrnehmung des Projekts der Endlagerung eine Relevanz hat. Derzeit seien aber keine eigenen, neuen Anstrengungen vonnöten:

Für die Öffentlichkeit ist es jedoch wichtig, dass Konzepte für die Kennzeichnung bekannt gegeben werden. Die Studien, die in den USA durchgeführt werden, stellen z. Zt. eine ausreichende Basis dar.⁶³

4.3.3 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit

Der Abschlussbericht der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“, der 2007 veröffentlicht wurde, bekräftigt die Einschätzung des Bundesministeriums für Umwelt bezüglich des menschlichen Eindringens:

Szenarien, die das beabsichtigte Eindringen des Menschen in das Barrierensystem beschreiben, bleiben außer Betracht. Diese Eingriffe werden in die Verantwortung der jeweils handelnden Gesellschaft gestellt.⁶⁴

Außerdem etabliert der Bericht eine willkürliche Untergrenze für den Zeitpunkt, ab dem das Wissen um das Endlager verloren gehen könnte:

Zur Behandlung der Szenarien, die das unbeabsichtigte menschliche Eindringen beschreiben, ist davon auszugehen, dass das Wissen über das Endlager mindestens 500 Jahre erhalten bleibt. Als Zeitpunkt für ein Eingriffsszenarium braucht daher kein früherer Zeitpunkt gewählt werden.⁶⁵

Wie allerdings dafür gesorgt werden kann, dass allein in diesen ersten 500 Jahren nach dem Verschluss des Endlagers das Wissen darüber erhalten bleibt, wird nicht diskutiert.

4.3.4 Reaktor-Sicherheitskommission und Strahlenschutzkommission

Im Jahr 2008 veröffentlichten die Reaktor-Sicherheitskommission und die Strahlenschutzkommission des Bundesumweltministeriums eine gemeinsame Stellungnahme zum vorgenannten Bericht der GRS. Darin heißt es:

⁶²Skrzyppek, Wilhelm und Niemeyer S. 53.

⁶³Ebenda.

⁶⁴Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen – Entwurf der GRS. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, Januar 2007 – Technischer Bericht (URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/anlage_2_2007jan_entwurf_grs.pdf) S. 39.

⁶⁵A. a. O. S. 40.

[Die Reaktor-Sicherheitskommission und die Strahlenschutzkommission] sind außerdem der Meinung, dass die Betrachtung eines unbeabsichtigten menschlichen Eindringens auf den Zeitraum jenseits 500 Jahre nach Verschluss des Endlagers beschränkt werden sollte. Es sind deshalb Maßnahmen zu ergreifen, die das Wissen über die Existenz des Endlagers und seines Gefährdungspotenzials sowie seine Berücksichtigung bei Aktivitäten am Standort mindestens bis dahin sicherstellen.⁶⁶

Welche Maßnahmen dafür sorgen können, für den von der GRS postulierten Zeitraum von 500 Jahren das Wissen um das Endlager zu erhalten, wird in der Stellungnahme allerdings nicht diskutiert.

Auch für die Zeit nach diesen 500 Jahren wird der Wissenserhalt als besonders wichtig erachtet, seine Verwirklichung aber erneut ausgeklammert und gleichzeitig die Effektivität der Kennzeichnung des Endlagers in Zweifel gezogen:

RSK und SSK betonen, dass nur ein „möglichst langer Erhalt der Kenntnis über das Endlager“ als eindeutig sicherheitsgerichtete Maßnahme gegen ein unbeabsichtigtes menschliches Eindringen angesehen werden kann. Bei allen übrigen heute diskutierten Maßnahmen ist zwischen Vor- und Nachteilen abzuwägen und zu bewerten, ob die damit verknüpften Ziele tatsächlich erreichbar sind. [...] Auch bei der Kennzeichnung des Endlagers ist ein Zielkonflikt möglich, da die Kennzeichnung zukünftig nicht als Warnung interpretiert werden könnte, sondern zur weiteren Erkundung erst verleiten kann.⁶⁷

4.3.5 Arbeitskreis „Szenarientwicklung“ der GRS

Auch der 1997 gegründete Arbeitskreis „Szenarientwicklung“ der GRS⁶⁸ veröffentlichte 2008 eine Stellungnahme zur Problematik des menschlichen Eindringens. Darin findet sich die erste Definition von unbeabsichtigtem und bewusstem Eindringen, die nicht nur die Kenntnis vom Endlager, sondern auch seinen Gefahren voraussetzt:

Es wird zwischen unbeabsichtigtem und bewusstem Eindringen unterschieden. Als unbeabsichtigt gilt ein menschliches Eindringen, wenn die Kenntnis über das Endlager und das Wissen um das Gefahrenpotenzial der eingelagerten Abfälle verloren gegangen sind. Beim bewussten Eindringen besitzt die Gesellschaft Kenntnis über das Endlager und sein Gefahrenpotenzial.⁶⁹

⁶⁶Gemeinsame Stellungnahme der RSK und der SSK zum GRS-Bericht „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“. Reaktorsicherheitskommission und Strahlenschutzkommission des Bundesministerium für Umwelt, Juli 2008 – Technischer Bericht (URL: <http://www.rskonline.de/downloads/rsksskstellungnahmeendg.pdf>) S. 22–23.

⁶⁷A. a. O. S. 23–24.

⁶⁸Szenarientwicklung – GRS. (URL: <http://www.grs.de/de/node/215>).

⁶⁹Arbeitskreis „Szenarientwicklung“ Position des Arbeitskreises „Szenarientwicklung“: Behandlung des menschlichen Eindringens in ein Endlager für radioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen. atw – International Journal for Nuclear Power, 53 August/September 2008, Nr. 8/9 (URL: http://www.kernenergie.de/kernenergie/documentpool/Aug-Sept/atw2008_09_ak_szenarientwicklung.pdf), ISSN 1431–5254 S. 540.

Ähnlich wie zuvor vom Bundesumweltministerium[†] wird hier eingeräumt, dass ein absichtliches Eindringen in das Endlager denkbar ist, ohne dass die Handelnden sich der Gefahren dieses Vorgehens bewusst sind. Für die Zeit nach dem Verschluss des Endlagers – und nach Ablauf der bereits diskutierten 500 Jahre – wird folgerichtig ein „möglichst langfristiger Wissenerhalt“ gefordert. Seine Umsetzung bleibt allerdings erneut offen.

Es bleibt festzustellen, dass es in Deutschland von offizieller Seite noch keine ernsthaften Überlegungen, geschweige denn Lösungsansätze, zum Kommunikationsproblem gibt. Vorschläge wie Posners Zukunftsrat oder Kennzeichnungskonzepte wie von der *Human Interference Task Force* vorgeschlagen werden zwar in der Wissenschaft hin und wieder aufgegriffen, sind jedoch noch in keinster Weise bei den politisch verantwortlich Handelnden angekommen.

[†]Siehe Kapitel 4.3.1 auf Seite 20

5 Fazit

Die Quellenlage zum Kommunikationsproblem zu sichten und zu durchschauen ist nicht trivial. Mangels erläuternder Sekundärliteratur ist Roland Posners Buch *Atommüll als Kommunikationsproblem*, das zugleich als Sekundär- und Primärquelle gelten muss, zwangsläufig der alleinige Dreh- und Angelpunkt einer grundlegenden Recherche. Zum Verständnis der Beiträge in diesem Buch ist die mühselige Lektüre der originalen Berichte der *Human Interference Task Force* unerlässlich. Sie sind – genau wie die meisten Berichte anderer Regierungen, Behörden, Arbeitsgruppen und Instituten – reich an technischen Details, aber arm an Erläuterungen ihres Kontextes und Reflektionen über ihre wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung.

Selbst Internet-Recherchen gestalten sich schwierig, da es an einer eindeutigen, allgemein akzeptierten Bezeichnung für das Problem fehlt. Während fast nur in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen von der „Atomsemiotik“ die Rede ist, verbergen sich tatsächlich substantielle Beiträge hinter verschiedenen Begriffen. Dennoch ist das Internet eine enorme Erleichterung bei der Erschließung des Themas, da insbesondere offizielle Regierungsdokumente dort oft frei zugänglich, vollständig archiviert und gut dokumentiert zu finden sind.

Die zentrale Leistung dieser Arbeit soll es sein, einen Überblick über die ‚Runde‘ zu geben, die das Thema in den achtziger Jahren durch Teile der wissenschaftlichen Gemeinschaft gemacht hat, und die eher kümmerlichen, kleinen Kreise zu umreißen, die es heute in den Endlager-Planungen von Regierungen zieht.

Außerdem soll dargestellt werden, wie verstrickt die inhaltlichen Lösungsversuche für das Kommunikationsproblem zum Teil waren, und welche fundamentale Kritik an der Kernkraft und der Kernkraft nutzenden Gesellschaft schon aus der Beschäftigung mit der Fragestellung der „Atomsemiotik“ erwachsen ist.

Nach meiner Beschäftigung mit dem Thema kann ich nur die Meinung von Sabine Hauser teilen. Viel eher als ein technisches Problem ist die „Atomsemiotik“ ein großer Zaunpfahl, der der Gesellschaft winkt und mahnt, so schnell wie möglich auf die Nutzung der Kernenergie zu verzichten, die schon nach kaum mehr als 50 Jahren dermaßen verheerende Schäden an Umwelt und Menschen verursacht hat.

Dennoch ist es nicht von der Hand zu weisen, dass radioaktive Abfälle in riesigen Mengen existieren und es in der Verantwortung der heutigen Generationen liegt, einen Umgang mit ihnen zu finden. Auch dabei scheint die Absurdität der Beiträge zur „Atomsemiotik“ aufzuzeigen, was nicht geschehen soll: Das Vergraben und Vergessen radioaktiver Abfälle ist unverantwortlich. Welche Alternative die am wenigsten schlechte ist, ist eine unkämpfte Frage. Hier ist Posners Forderung nach einem demokratischen Entscheidungsprozess mit Nachhaltigkeit als oberster Devise richtig.

Doch selbst wenn es gelingt, diesen Wunsch zu verwirklichen, bleibt der Menschheit die „Atomsemiotik“ möglicherweise nicht mehr erspart. Die Kernreaktor-Ruinen von Tschernobyl und Fukushima I, deren geschmolzener Kernbrennstoff unter Schutt und Schutzhüllen noch für sehr lange Zeit so stark strahlen wird, dass an Aufräumarbeiten nicht zu denken ist, werden vielleicht mangels Alternativen eines Tages von kreisförmig angeordneten Monumenten umgeben sein, auf denen piktographische Darstellungen des Strahlentodes zu sehen sind.

A Literatur

Arbeitskreis „Szenarientwicklung“: Position des Arbeitskreises „Szenarientwicklung“: Behandlung des menschlichen Eindringens in ein Endlager für radioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen. atw – International Journal for Nuclear Power, 53 August/September 2008, Nr. 8/9, 538–540 (URL: http://www.kernenergie.de/kernenergie/documentpool/Aug-Sept/atw2008_09_ak_szenarientwicklung.pdf), ISSN 1431–5254

Szenarientwicklung – GRS. (URL: <http://www.grs.de/de/node/215>)

Berndes, Stefan; Kornwachs, Prof. Dr. Klaus (Hrsg.): Wissen für die Zukunft: Ethische Normen der Auswahl und Weitergabe naturwissenschaftlichen und technischen Wissens. Band 7, Technikphilosophie. Münster: LIT Verlag, 2001 (zugl. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, 2001), ISBN 3–8258–5400–0

Sicherheitstechnische Einzelfragen zur Endlagerung. Bundesumweltministerium, Abteilung Reaktorsicherheit, November 2001 – Technischer Bericht (URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/atomkraft_sicherheitst_einzelfragen.pdf)

Buschka, Sonja: Ethische Normen für eine zukünftigen Generationen gegenüber moralisch vertretbare (End-)Lagerung hochradioaktiver Abfälle. Masterarbeit Universität Hamburg, 2009

Buser, Marcos: Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern. Schweiz, Mai 2010 – Technischer Bericht (URL: www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/19773.pdf)

Cardis, E. et al.: Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. Int J Cancer, 119 2006, Nr. 6, 1224–35, ISSN 0020–7136

Draft Global Nuclear Energy Partnership Programmatic Environmental Impact Statement. United States Department of Energy, Oktober 2008 (DOE/EIS-0396). – Technischer Bericht

European Nuclear Society: Nuclear power plants, world-wide, reactor types. Januar 2011 (URL: <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/npp-reactor-types.htm>)

Garland, J.A. und Wakeford, R.: Atmospheric emissions from the Windscale accident of October 1957. Atmospheric Environment, 41 2007, Nr. 18, 3904–3920, ISSN 1352–2310

Gieselmann, Claas: Von Atompriestern und Strahlenkatzen – Die kuriose Welt der Atomsemiotik. November 2010 (URL: <http://weltderwunder.de.msn.com/technik-und-weltraum-gallery.aspx?cp-documentid=155332674>)

Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen – Entwurf der GRS. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, Januar 2007 – Technischer Bericht (URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/anlage_2_2007jan_entwurf_grs.pdf)

Gemeinsame Stellungnahme der RSK und der SSK zum GRS-Bericht „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“. Reaktorsicherheitskommission und Strahlenschutzkommission des Bundesministerium für Umwelt, Juli 2008 – Technischer Bericht (URL: <http://www.rskonline.de/downloads/rsksskstellungnahmeendg.pdf>)

Human Interference Task Force: Reducing the Likelihood of Future Human Activities That Could Affect Geologic High-level Waste Repositories. Columbus (OH), USA, 1984 (BMI/ONWI-537). – Technischer Bericht

International Panel on Fissile Material: Global Fissile Material Report 2010. www.fissilematerials.org, 2010

Kowalski, Emil: Status of the Radioactive Waste Management Programme in Switzerland. Oktober 2009 (URL: http://www.snus.sk/nusim2010/nusim2010/F-Decommissioning%20of%20Nuclear%20Installations%20and%20Radwaste/NUSIM2010_E_Kowalski.pdf)

Posner, Roland (Hrsg.): Warnungen an die ferne Zukunft: Atommüll als Kommunikationsproblem. München: Raben-Verlag, 1990, Raben-Streifzüge, ISBN 3-922696-65-1

Posner, Roland und Debus, Stephan: Und in alle Ewigkeit ... Kommunikation über 10 000 Jahre. Zeitschrift für Semiotik 1984, Nr. 3

Rauf, Tariq und Charnetski, Joanne: Swords into Ploughshares: Electricity from Surplus Weapons Plutonium Burn-Up in Canadian ‘CANDU’ Reactors. August 1994 (URL: <http://cns.miis.edu/pubs/ionp/swords.htm>)

Schlager, Neil: When Technology Fails. Detroit: Gale Research, 1994, ISBN 0-8103-8908-8

Sebeok, Thomas A.: Pandora’s Box: How and Why to Communicate 10000 Years into the Future (Alfred Korzybski Memorial Lecture). General Semantics Bulletin: Yearbook of the Institute of General Semantics 1982, Nr. 49

Sebeok, Thomas A.: Communication Measures to Bridge Ten Millennia. Columbus (OH), USA, 1984 (BMI/ONWI-532). – Technischer Bericht

Sens, Eberhard: Von Zeiten und Halbwertszeiten. Zur Semiotik des Radioaktiven Mülls. Merkur: Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken 39 1985, Nr. 434

Skrzyppek, Dr. Jürgen, Wilhelm, Dr. Stefan und Niemeyer, Dr. Matthias:
Untersuchung der menschlichen Einwirkungen auf ein Endlager für radioaktive
Abfälle und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Führung des Nachwei-
ses der Langzeitsicherheit. Baden, 2004 (Colenco Bericht 3184/11). – Technischer
Bericht

Weinberg, Alvin M.: Social Institutions and Nuclear Energy. Science, 177 1972,
27–34

Wendel, Thomas H.: EWIGES FEUER: Wie Forscher künftige Generationen vor
Atommüll warnen wollen und dabei an die Grenzen des Menschenmöglichen sto-
ßen. SPIEGEL Spezial 1995, Nr. 7

WIPP – Passive Institutional controls (PICs). (URL: [http://www.wipp.energy.gov/
PICsProg/PICs_general.htm](http://www.wipp.energy.gov/PICsProg/PICs_general.htm))

Passive Institutional Controls Implementation Plan. United States Department
of Energy, Waste Isolation Pilot Plant, Carlsbad Field Office, August
2004 (DOE/WIPP 04-2301). – Technischer Bericht