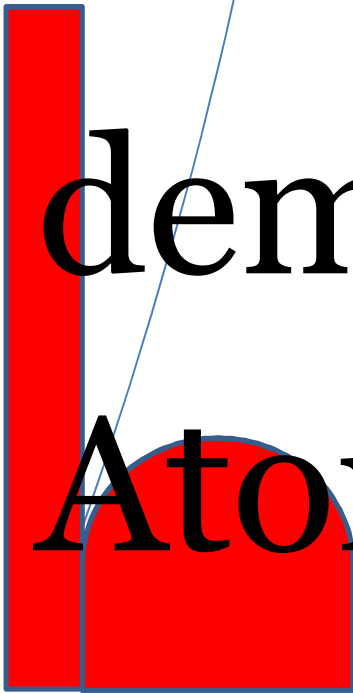


Wohin mit dem Atommüll?



ins All?

*in den Unter-
grund?*

*mit Kostenformel
für die Entsorgung
des Atommülls*

Inhalt:

Logik: Was geht und was geht nicht?
Gefahrenlast – Gefahrgrenzlast S.3

Untergrundspiele S.4

Welche Orte kommen überhaupt in Frage? S.4

Sind es Endlagerstätten für die gesamte Zeit der gefährlichen Strahlung oder nur zeitlich begrenzte Lagerstätten für sehr lange Zeiträume? S.5

Geologische Veränderungen S.6

Reichen die Lagerkapazitäten aus? S.8

Gefährden Menschen selbst die Lagerstätten für Atommüll und wie können wir das verhindern? S.9

Mit welchen Kosten muss man rechnen? S.10

Fazit für Endlagerstätten auf der Erde S.10

Abschussspiele ins All S.11

Kann man mit einer Rakete Atommüll ins All schießen? S.11

Wohin soll der Atommüll fliegen und wie lange soll er fliegen? S.12

Wie kann man die Kosten berechnen? S.12

Kostenformel KTEO für Transport des Atommülls ins Endlager im Orbit S.14

Wo ist der Unterschied zwischen Kosten für Altlasten und für Kosten von aktuellem Atommüll? S.15

Atommüllentsorgung „just in Time“? S.15

Neuberechnung der Kosten für Atomstrom S.15

20.000 Flüge mit hochradioaktivem Müll S.16

Fazit für die Entsorgung des Atommülls ins All S.17

Juristische Fragen, Völkerrecht, Gefahrenlast S.18

Frankreich, Belgien S.19

Historisches zur Entstehung des Atommülls Das problematische Erbe S.20

Wir brauchen Atomphysiker S.21

Dank an KWK Karl Wilhelm Koch, Marcos Buser, Jörg Puchstein und Richard Ulrich S.21

In dieser Schrift gibt es 5 Hauptabschnitte, die in beliebiger Reihenfolge gelesen werden können:

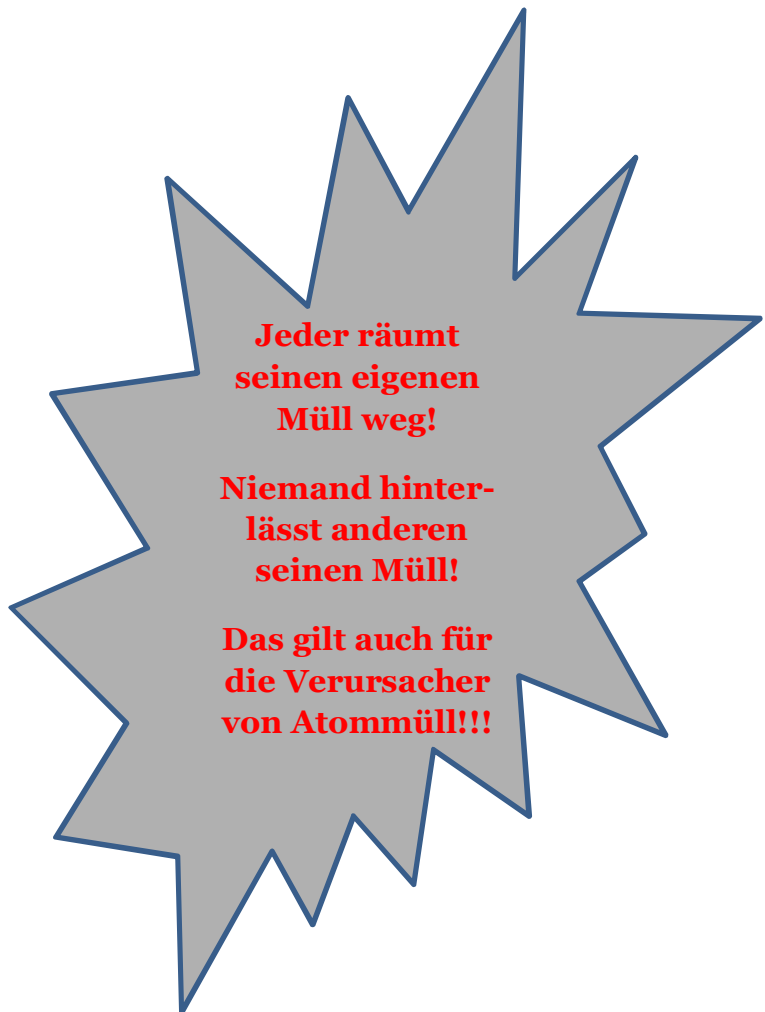
Logik:
Grundsätzliches zum Atommüll und seiner endgültigen Beseitigung.

Untergrundspiele:
Was muss beachtet werden, wenn der Atommüll auf der Erdoberfläche oder im Berg vergraben wird?

Abschussspiele ins All:
Was muss beachtet werden, wenn der Atommüll ins All geschossen wird?

Juristische Fragen, Völkerrecht:
Können 2 Generationen ihren Müll 33.331 Generationen einfach hinterlassen? Ist es völkerrechtlich möglich, dass Länder ohne Atomkraftwerke durch den Atommüll der anderen belastet werden?

Historisches:
Wie ist es zur Atommüllproduktion gekommen?



**Jeder räumt
seinen eigenen
Müll weg!**

**Niemand hinter-
lässt anderen
seinen Müll!**

**Das gilt auch für
die Verursacher
von Atommüll!!!**

Logik: Was geht und was geht nicht?

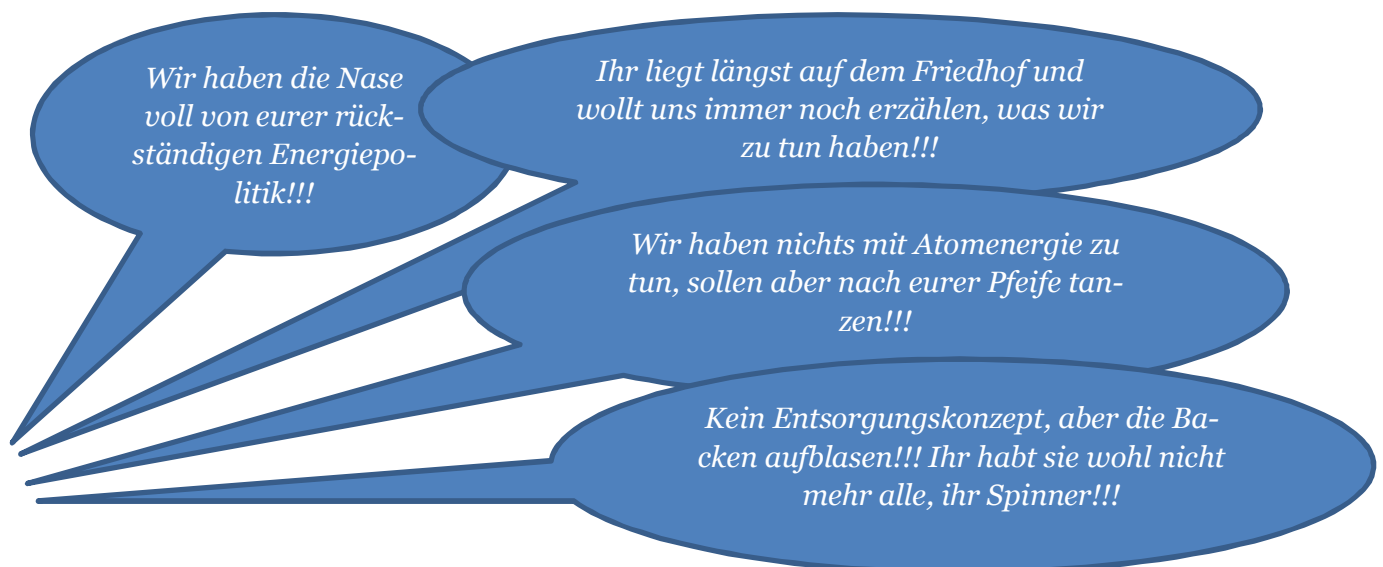
Unsere Generation steht vor der Aufgabe, Endlagerstätten für atomaren Müll zu finden. Dies Problem wurde uns von der Politikergeneration, die den Betrieb der Atomkraftwerke beschlossen hat, hinterlassen. Gleichzeitig hat sie alle künftigen Generationen verantwortlicher Politiker weltweit auf eine Aufgabe festgelegt: die Entsorgung und Beobachtung des Atommülls für 1 Million Jahre. 33.330 Generationen nach uns sind damit beschäftigt.

In der gegenwärtigen Politikergeneration gibt es immer noch eine große Gruppe, die weiter mit nuklearer Technik arbeiten will. Allerdings bröckelt diese Gruppe. Wer will sich schon von seinen Vorfahren vorschreiben lassen, was zu tun und zu lassen ist?

Wahrscheinlich ist, dass die künftigen Generationen immer weniger bereit sein werden, den Ewigkeitsauftrag des Politik-Establishments der 50er und 60er Jahre des 20. Jahrhunderts zu erfüllen. Wahrscheinlich ist auch, dass sie schon bald anfangen, diese Belastung juristisch zu bewerten: national, international und nach Völkerrecht.

Völkerrecht? Ganz richtig, denn von Unfällen mit dieser Technik sind auch Länder betroffen, die keine Atomkraftwerke betreiben und wo kein Atommüll anfällt. Ob es völkerrechtlich in Ordnung ist, dass andere Länder hier eine Gefahrenlast für alle Länder herstellen, müsste geklärt werden. Wie unsicher alles ist, zeigt der kriminelle Handel mit strahlendem Material.

Jeder Feuerwehrmann weiß, was eine Brandlast in einem Gebäude oder auf einem Grundstück ist. Bei Atomwaffen, Atomkraftwerken und Atommüll gilt eine Gefahrenlast für einzelne Länder und den gesamten Erdball. Denn die Atomunfälle in Tschernobyl und Fukushima haben gezeigt, wie schnell und wie weit sich die Strahlung ausbreitet. Man muss eine Grenze für die Menge vorhandenen strahlenden Materials bezogen auf die jeweilige Geländefläche, wo es liegt, definieren. Das ist dann die Gefahrenrenzlast.



Die Frage, was geht und was nicht geht, muss also geklärt werden. Zuallererst muss geklärt werden, wie wir den Atommüll loswerden und was das kostet. Mit Ewigkeitskosten wie bei Steinkohle und Braunkohle wollen wir nichts mehr zu tun haben. Es reicht.

Die Atomkraftbefürworter sollten sich nicht zu sicher fühlen. Bereits in wenigen Jahren könnte ihr Verhalten Gegenstand kritischer juristischer Untersuchungen werden.

Untergrundspiele

Welche Orte kommen überhaupt in Frage?

Eine ganz wesentliche Frage bei einer Endlagerung des Atommülls auf der Erde ist die Frage, welche Orte überhaupt in Frage kommen könnten. Nur Finnland hat begonnen, diese Frage national zu lösen. Jeder Atommüllproduzent sollte seine nuklearen Abfälle selbst auf dem Gelände seines eigenen Staates irgendwo unterbringen. Die bisherigen Resultate dieser Suche sind in den meisten anderen Staaten niederschmetternd. Der Müll wird in „Zwischenlagern“ mit Wellblechdächern untergebracht. Wenn der Platz nicht mehr reicht, wird „verdichtet“. Der gesamte Aktionismus kommt einem hanebüchen vor; der fiktive Orte Schilda erscheint einem da wie ein geordnetes Gemeindewesen gegenüber dem dilettantischen Vorgehen vieler Politiker, die an „sichere“ Endlager glauben und das auch noch in großartigen Sonntagsreden verbreiten. Sogar Verdienstorden aller Größenordnungen werden diesen Leuten verliehen.

Zuallererst muss die Frage gestellt werden: Wie lange muss der atomare Müll sicher gelagert werden? Da bekommt man Antworten wie: **bis zu 1 Million Jahre**. Dieser vollkommen unvorstellbare Zeitraum wird ausschließlich von Geologen, Astronomen, Anthropologen und anderen Wissenschaftlern bearbeitet, die sich vor allem intensiv mit lange vergangenen Ereignissen auf der Erdoberfläche oder riesigen Distanzen im Weltraum beschäftigen. Die meisten ihrer Aussagen geben eher ungefähr wieder, wann was passiert sein könnte. Unterschiedliche Meinungen sind häufig und so manches Mal wird auf Grund neuer Messmethoden und entsprechender Erkenntnisse eine jahrzehntelang gelehrte Theorie revidiert. Dann gibt es eine neue ganz andere Lehrmeinung.

Lassen wir also mal die Million weg und betrachten ein weltweites großes Ereignis in der Erdgeschichte, das uns allen bekannt ist: die letzte kleine Eiszeit, die vor rund 12000 Jahren zu Ende ging. Die Folgen dieser Eiszeit werden im ältesten und bekanntesten Geschichtsbuch der Menschheit beschrieben: Es ist die Sintflut in der Bibel.

Diese kleine Eiszeit war tatsächlich eine Kaltzeit (oder Stadiale) innerhalb der großen kalten Periode Weichsel oder Würm, die vor 115000 Jahren anfang. Innerhalb dieser Kaltzeit gab es mehrere Kaltzeiten (Stadiale) und Warmzeiten (Interstadiale). Während der letzten Stadiale, die im Volksmund als Eiszeit bekannt ist, gab es einen 1500 m dicken Eispanzer über Skandinavien, der die Berge dort alle so schön rund schliff außer ein paar

wenigen, die zu hoch waren. Die heißen in



der Wissenschaft Nunatakker und sind oben so spitz und schroff wie die Alpengipfel. In Deutschland rannten die Eisbären frei herum. Weil es so viel Eis gab, konnte man zu Fuß nach England gehen, man musste aber auf die Eisbären, Säbelzähntiger und andere Viecher aufpassen, die den Menschen auf ihrem Speisezettel hatten. Auch die Mammuts liefen hier durch die Gegend.

Der weltweite Meeresspiegel lag ca. 135 Meter tiefer, weil so viel Meerwasser gefroren war. Deswegen war das Mittelmeer sehr klein und auch die Straße von Gibraltar war etwas schmaler. Das Schwarze Meer war viel kleiner als heute und lag rund 400 Meter tiefer als das Mittelmeer. Die Dardanellen waren ein Tal mit wenig Wasser, das man zu Fuß durchqueren konnte. Die Menschen lebten überwiegend südlich der Alpen, weil es im Norden doch ein bisschen zu kalt war mit dem vielen Eis.

Dann gab es einen Klimawandel, der von der Natur ausgelöst wurde, der Mensch war daran wohl unschuldig. Jedenfalls schmolz das Eis in Deutschland und anderswo, was zur Folge hatte, dass der Meeresspiegel weltweit anstieg. Infolgedessen vergrößerte sich auch das Mittelmeer ganz erheblich und überflutete die

Orte an der Küste, wo die Menschen überwiegend wohnten. Deswegen können heute Unterwasserarchäologen diese Siedlungen im Mittelmeer erforschen.

Vor ca. 7000 Jahren war es eines Tages dann soweit: Das Wasser war so weit angestiegen, dass es am östlichen Ende über das Tal der Dardanellen hinüberfloss. Es gab einen gewaltigen Wasserfall und die Gegend unterhalb wurde überflutet. Wahrscheinlich dauerte dies Monate oder sogar Jahre. Jedenfalls war der Wasserfall so heftig, dass sich das Klima in der Gegend häufig änderte, es gab unwahrscheinlich viel Regen und Sturm. Dies blieb im Gedächtnis der Menschen haften und über viele, viele Generationen hinweg wurde immer wieder davon berichtet und schließlich auch von der „Sintflut“ in der Bibel. Noahs Arche ist eine sehr schöne anschauliche Ausschmückung der Geschichte.

Warum erzähle ich das alles und was hat das mit dem Atommüll zu tun? Es wird außerordentlich schwierig sein, solche komplexen Ereignisse für die nächsten Jahrhunderte und Jahrtausende exakt vorzuberechnen. Für eine Million Jahre geht das gar nicht. Das klärt die folgende Frage:

Sind die geplanten Endlagerstätten für atomaren Müll für die gesamte Zeit der gefährlichen Strahlung geeignet oder sind es nur zeitlich begrenzte Lagerstätten für sehr lange Zeiträume?

Antwort: Wahrscheinlich sind es nur Lagerstätten für lange Zeiträume. Irgendwann geraten sie in eine geologisch gefährliche Situation. Der atomare Müll muss dann umgeräumt werden. Noch wahrscheinlicher ist, dass er während der Lagerzeit von 1 Million Jahre oft umgelagert werden

Das bedeutet:

Alle Lagerstätten auf der Erde sind

Zwischenlager.

muss. Der neue Gesetzentwurf für Endlager der deutschen Bundesregierung vom März 2017 sieht vor, dass nach 500 Jahren umgeräumt werden kann. Das ist gerade mal 1/2 Promille der gesamten Lagerzeit. Aber immerhin: die Illusion des endgültigen Endlagers ist vom Tisch.

Erdgeschichte: *Alle Zeitangaben sind ungefähre Angaben. Die Wissenschaftler sind dabei, sich über genauere Zeitabgrenzungen zu einigen.*

Das **Pleistozän** begann vor 2,6 Mio. Jahren und endete 12.000 Jahre vor Christus. Es begann mit dem Gelasium (vor 2,6 bis vor 1,8 Mio. Jahren).

Weichsel-Kaltzeit: Die Eisgrenze in Mitteleuropa wechselte ständig durch Warm- und Kaltzeiten. (Interstadiale und Stadiale). Hinzu kamen regionale Temperaturänderungen durch Vulkanausbrüche. Beim großen Vulkanausbruch in den Phlegräischen Feldern vor 39.000 Jahren in Italien wurden weite Teile Europas mit Material bedeckt. Man vermutet einen Zusammenhang mit dem Aussterben des Neandertalers. Je weiter man zurückblickt, desto ungenauer sind die Kenntnisse.

1,8 Mio. – 730.000	730.000 - 500.000	500.000– 425.000	425.000- 330.000	330.000 - 127.000	127.000 -115.000	115.000 - 12.000	12.000 bis heute	Vor Chr.
Alt-Pleistozän Calabrium			Mittel-Pleistozän Ionium		Jung-Pleistozän Tarantium		Holozän	
ältere Kaltzeiten	Cromer-Warmzeiten	Elster-Kaltzeit	Holstein-Warmzeit	Saale-Kaltzeit	Eem - Warmzeit	Weichsel-Kaltzeit		

Weichsel-Spätglazial			Weichsel-Hochglazial			Weichsel-Frühglazial		
Stadiale	Interstadiale	Jahre vor Christus	Stadiale	Interstadiale	Jahre vor Chr.	Stadiale	Interstadiale	Jahre vor Chr.
Jüngere Dryazzeit		10.730 – 9.700	Mecklenburg-Phase		15.000 – 13.000	Schalkholz		60.000
	Alleröd	11.400 – 10.730	Pommern-Phase		18.200 – 15.000		Odderade	74.000
Ältere Dryazzeit		11.590 – 11.400		Lascaux	19.000 – 18.200	Rederstall		?
	Bölling	11.720 – 11.590		Laugerie	21.500 – 20.000		Brörup	?
Älteste Dryazzeit		11.850 – 11.720	Frankfurt		22.000 – 20.000		Amersfort	?
	Meiendorf	12.500 – 11.850	Brandenburg		24.000 – 22.000	Herning		115.000
				Tursac	27.000 – 25.500			
				Maisières	30.500 – 29.500			
				Denekamp	34.000 – 30.500			
Vulkanausbruch Phlegräische Felder/Vesuv			Huneborg		39.400 – 34.000			
				Hengelo	41.300 – 39.400			
				Moershofd	48.700			
				Glinde	51.500			
			Ebersdorf		53.500			
				Oerel	57.700			

Mit welchen geologischen Veränderungen muss man noch innerhalb einer Million Jahre rechnen?

Innerhalb der vergangenen Million Jahre gab es 3 große Kaltzeiten. Der Blick auf die Weichsel-Kaltzeit zeigt aber, dass sich während der 100.000 Jahre die Gren-

ze des Eispanzers ständig über Europa hin und her verschob. Brach eine Interstadiale an, taute es und reichlich Wasser floss in jedes Loch.

Es gibt weltweit 27 Supervulkane, die bisher bekannt sind. Es können aber auch noch mehr sein. Der bekannteste

Supervulkan in Europa liegt in den Phlegräischen Feldern um den Vesuv herum. Dort gab es einen großen Ausbruch vor 39000 Jahren mit einer **40 km** hohen Eruptionssäule. Wie die Auswirkungen beim nächsten Ausbruch genau aussehen könnten und wann er wieder Lava ausspuckt, ist noch Gegenstand der Forschung, aber gegenwärtig warnen die Geologen, weil die Aktivität deutlich steigt.

Wesentlich näher dran an Atomkraftwerken ist die Eifel. Die alten Vulkane dort brachen vor allem in der Umgebung von Mayen zuletzt vor 12.000 Jahren aus. Seit 45.000 Jahren gibt es laut Forschung Aktivitäten. Das sind kurze Zeiträume gegenüber der Lagerzeit von Atommüll für 1 Million Jahre. Es ist unbekannt, wann der Vulkanismus dort wieder aktiv werden könnte. Ob das womöglich Auswirkungen auf die Atomkraftwerke in Cattenom und Tihange hätte? Immerhin erstreckt sich die Eifel-Plume vom Rhein bis nach Luxemburg. Als Plume bezeichnet man eine Zone im Erdmantel, von der aus Magma in schmalen „Schläuchen“ aus großer Tiefe aufsteigt.

Ein anderes geologisches Phänomen ist die Plattentektonik. Der nordamerikanische und der eurasische Kontinent entfernen sich mit einer Geschwindigkeit

von 8 cm pro Jahr voneinander weg. In hundert Jahren sind das schon 8 Meter und in einer Million Jahren 80 Kilometer. Wo etwas auseinanderdriftet, muss sich an anderer Stelle etwas zusammenschieben, denn die Erde wird nicht größer. In Italien schiebt sich zum Beispiel eine Platte unter eine andere und 2016 hatten wir deshalb dort diverse Erdbeben, bei denen Menschen ums Leben gekommen sind. Viele Nahtstellen der Platten sind bekannt, aber innerhalb einer Million Jahre können durchaus neue Brüche und Nahtstellen entstehen. Jedenfalls wird dies niemand mit Sicherheit ausschließen können.

Nichtsdestotrotz haben die Finnen einen Standort für ihr nukleares Endlager ausgesucht und nach allen Regeln der Kunst 40 Jahre prüfen lassen, ob es sämtliche Kriterien standhält. Sie meinen, dass ihr Keller für nuklearen Müll auch Eiszeiten und folgende Warmzeiten mit großen Wassermengen übersteht. Von vulkanischer Tätigkeit und Plattenverschiebung sei die Felsformation über sehr große Zeiträume hinweg nicht betroffen. Die Anlage ist so konstruiert, dass das Zurückholen des Materials nicht vorgesehen ist.

Ein Supervulkan hat keinen Vulkankegel sondern eine Caldera. Das ist ein großer Kessel mit vielen Quadratkilometern. Die Phlegräischen Felder haben 150 km². Bei einem Ausbruch überlebt im Umkreis von 100 km wahrscheinlich niemand. Man geht von weltweiter Klimaveränderung aus, einem vulkanischen Winter.



Caldera

Reichen die Lagerkapazitäten aus?

Diese Frage ist zurzeit nur ansatzweise zu beantworten. Man hat bisher nur die eine einzige vorläufige Endlagerstätte in Finnland auf der Erde definiert. Aber erst ab 2020 soll dort Atommüll eingefüllt werden. Außerdem weiß man noch nicht, wie viel Atommüll noch produziert wird. Die Atomkraftwerke laufen noch.

In Finnland geht man von maximal 5 Milliarden € aus. Das wäre eine sehr niedrige Summe. Wahrscheinlich ist, dass

darin nur die rein technischen Kosten für eine ziemlich geringe Menge nuklearen Mülls enthalten sind. Die vorgefundenen Verhältnisse scheinen den Berichten nach geradezu ideal zu sein.

Wie aber ist es mit den Kosten für die Bewachung der Lagerstätte? Es gibt genug Kriminelle, die an das Material heranzukommen, um es gewinnbringend an Terroristen zu verkaufen. Dazu mehr im nächsten Kapitel.

Gefährden Menschen selbst die Lagerstätten für Atommüll und wie können wir das verhindern?

Dies ist die heikelste Frage überhaupt. Wenn wir unsere Geschichte rückwirkend betrachten, müssen wir davon ausgehen, dass der Mensch selbst das allergrößte Risiko für die Lagerstätten darstellt. Dabei brauchen wir nur an das vorige Jahrhundert mit 2 Weltkriegen sowie Dutzender anderer Kriege zurückzudenken und an die gegenwärtigen Auseinandersetzungen in Syrien sowie an die weltweit steigende Terroristengefahr in allen Ländern.

Schon jetzt weiß man von erfolgreichen Versuchen einzelner Krimineller und Gruppen, an das Material heranzukommen, um damit zu handeln. Es wird damit gerechnet, dass solch Material bereits kurzfristig anarchistische Empfänger erreicht und ein Anschlag mit einer ‚schmutzigen‘ Bombe zumindest versucht wird.

Wir wissen über die kriminelle oder paranoide Energie von Menschen so viel, dass wir überhaupt nicht ausschließen können, dass in näherer oder fernerer Zukunft jemand versuchen wird, die Macht über nukleare Lagerstätten als Führer eines totalitären Staates zu bekommen. Eben diese Lagerstätten werden solche Menschen geradezu magisch anziehen. Besonders gefährdet durch Kriminelle sind auch Materialien, die im medizinischen Bereich eingesetzt werden. Der Schutz des bereits gelagerten Materials muss in allen Ländern deutlich verbessert werden.

Es wird deshalb nicht genügen, einen privaten Wachdienst für die Bewa-

chung der Endlagerstätten zu beauftragen. Man wird ein Sperrgebiet mit einer festen Armee um den Zugang herum aufbauen müssen. Die Mitarbeiter in dieser Armee müssen alle Überprüfungen der höchsten Sicherheitsstufe durchlaufen. Der unbedingte Wille jedes einzelnen muss vorhanden sein, die Menschheit vor dem Zugriff auf das Material zu verhindern durch Kriminelle, Terroristen und paranoide Machthaber, die sich auf parlamentarischen Wegen in höchste Staatsämter geschlichen haben.

Die Armee muss gut ausgerüstet sein: Raketenabwehr, Luftabwehr, Abwehr von chemischen und biologischen Angriffen. Eine großräumige Flugverbotszone für alle Flugobjekte, auch für Panzer unüberwindbare Barrieren, außer einer einzigen Schienenzufahrt keine Zufahrtstraßen, keine Flüsse durch das Areal sind Bedingung.

Der gegenwärtig praktizierte Schutz der Zwischenlager steht deutlich in der Kritik. Sind die Dinger überhaupt versichert? Wahrscheinlich nicht, denn alle Versicherungspolice schließen Schäden durch Atomunfälle aus.

Kürzlich kam die Nachricht, dass die Atomkraftwerke in deutschen Nachbarländern mit < 1 Milliarde versichert sind. Der Schaden eines Supergaus läge aber bei 100 bis 430 Milliarden €.

Abschussspiele ins All

Was wäre eine Alternative zur terrestrischen Lagerung des Atommülls, also der Lagerung auf der Erde? Die Alternative ist, den Atommüll ins All zu schießen. Daraus ergeben sich einige grundsätzliche

Fragen: Wann ist das technisch möglich? Wenn ja, welche Risiken sind dabei zu überwinden? Wohin soll man den nuklearen Müll im All schießen?

Kann man mit einer Rakete Atommüll ins All schießen?

Um die Frage zu beantworten, habe ich zuerst recherchiert, was so ein kompletter Castor mit Inhalt wiegt. Castore gibt es in unterschiedlicher Bauweise und sie wiegen komplett mit Inhalt zwischen 88 und 115 Tonnen. Der transportierte Atommüll wiegt bis zu 15 Tonnen. Es handelt sich also um eine recht stabile Verpackung um den gefährlich strahlenden Inhalt. Das ist auch notwendig. Trotz dieses Schutzmantels ergeben sich einige Fragen, ob das Begleitpersonal, meist junge Männer, auch genügend vor der Strahlung geschützt ist. Verlieren sie ihre Zeugungsfähigkeit? Wird Erbgut geschädigt? Dies wird ernsthaft im Zusammenhang mit den Castorentransporten diskutiert und war Gegenstand von Presseberichten.

Nachdem die zu transportierende Last feststand, begann ich die nächste Recherche: welche Nutzlast kann eine Rakete ins All bringen? Überraschenderweise war bereits die Saturnrakete im vorigen Jahrtausend in der Lage, Nutzlasten bis 120 Tonnen zu transportieren. Heute werden Nutzlasten bis 190 Tonnen diskutiert. Bei den meisten Flügen ins All werden aber kleinere Lasten transportiert und wegen der enormen Kosten pro Flug bis zu einer Milliarde Euro oder Dollar wird das Triebwerk den jeweiligen Anforderungen genau angepasst. Jeder Flug ins All ist also eine Einzelanfertigung. Die Wiederverwendung von Bauteilen zur Kosteneinsparung wird immer wieder versucht, hat bis jetzt aber noch keine Kostenvorteile gebracht. Auch das mehrfach verwendete

Spaceshuttle benötigte vor jedem neuen Flug eine so intensive Überarbeitung, dass man es auch hätte neu bauen können.

Zurzeit wird mit Mehrfachverwendungen der ersten Raketenstufen experimentiert, die nach Verbrauch des Treibstoffs wieder zum Ausgangspunkt zurückkehren und dort sicher landen. Das funktioniert bereits. Ob es eine Kostenersparnis bringt, ist noch nicht erwiesen. Aber: Die Technik verbessert sich deutlich. Totalausfälle sind erheblich seltener geworden, kommen aber immer wieder vor.

Um die Risiken zu mindern, könnte es sich empfehlen, die Castore zuerst mit einer einstufigen Rakete in eine erdnahe Umlaufbahn zu schießen und erst dann mit einer weiteren Rakete, die im All andockt, in größere Entfernung weiter zu transportieren. Dazu müsste ein Treibstofflager in der Erdumlaufbahn angelegt werden und leere Raketenhüllen dort stationiert werden. Zumindest müsste so ein Verfahren diskutiert werden.

Eins ist aber vollkommen klar: Sollte man sich entschließen, den Atommüll komplett ins All zu schießen, werden sehr viele Flüge gebucht werden müssen, was die Kosten pro Flug auf Dauer senken dürfte. Um Angebote einholen zu können, muss also zuerst einmal festgestellt werden, wie viele Castore ins All geschickt werden müssen. Dabei ist zwischen Altlasten und aktuell neu anfallendem Müll zu unterscheiden.

Wohin soll der Atommüll fliegen und wie lange soll er fliegen?

Wie bereits im letzten Kapitel angedeutet, **muss der Atommüll sofort in große Entfernung von der Erde gebracht werden.** In Erdnähe fliegt jede Menge Satellitenmüll herum **Das Material darf auf keinen Fall rückholbar sein. Am besten wäre es, wenn es im All vernichtet wird.** Günstig wäre es daher, die Castore in eine Bahn zu bugsieren, die sie schließlich irgendwo im All landen lässt, z.B. auf der Sonne. Man nimmt an, dass auf der Sonne permanent Kernfusion stattfindet. Die Castore würden mit Sicherheit schon weit vor der Sonne durch Hitze zu Staub zerlegt werden.

150 Mio. Kilometer

Wie kann man die Kosten berechnen?

Hier liegt ein weiterer ganz großer Vorteil der Entsorgung ins All gegenüber der terrestrischen Lagerung: **Die Kosten können komplett ermittelt werden.** Das ist bei der Lagerung auf der Erde wegen der notwendigen Umlagerungen in künftigen Jahrtausenden unmöglich. Zuerst müssen wir genau abgrenzen, wo bisherige Kosten enden und was für den Transport ins All berechnet werden muss. Die Frage ist, was bisher schon in die Kostenrechnung eingeflossen ist.

Kaufmännisch sauber gerechnet wäre, wenn man eine rein kalkulatorische Rückstellung für einen Transport des Atommülls in eine Endlagerstätte vorgenommen hätte. Ob das der Fall ist, weiß ich nicht, das ist aber leicht nachzuprüfen.

Die Kosten für Aufbau und Abschuss einer Rakete mit entsprechender Nutzlastkapazität für einen Castor können ohne weiteres ermittelt werden.

Entscheidet man sich für Aufbau und Betrieb eines Tankstofflagers im All

Wie lange sie für die 150 Mio. Kilometer bis zur Sonne brauchen, ist eigentlich vollkommen egal und nur von wissenschaftlichem Interesse. Ob es 100, 1000 oder 100000 Jahre sind, kann uns vollkommen gleichgültig sein.

Welcher Ort im All am besten zur Zerstörung des atomaren Mülls geeignet ist, müssen Experten beurteilen.

Bei der Entsorgung ins All ist eine ganz wichtige Frage von vornherein geklärt: die **Lagerkapazität. Da gibt es keine Beschränkung.**

sowie wiederverwendbare Raketenhüllen zum Weitertransport in die richtige Flugbahn zu einem definierten Ziel (z.B. Sonne), müsste dies berechnet werden. Wegen der Mehrfachverwendung von Treibstofflager und Raketenhüllen verteilen sich die Kosten auf viele Transporte.

Bekannt ist auch, wie viele Transporte geflogen werden müssen, damit der gesamte Restmüll ins All gebracht werden kann. Welcher Müll Vorrang hat, müssen die Fachleute entscheiden.

Die Frage ist jetzt noch, wie und zu welchen Kosten man den Castor auf die Rakete verladen kann.

Wegen der Sicherheitsfragen ist erhebliche Zeit einzukalkulieren. Wegen der Gefährlichkeit der Fracht gilt allerhöchste Sicherheitsstufe. Die Mannschaften für Verladung des Castors und Start der Rakete dürfen keinerlei Zeitdruck unterliegen. **Sicherheit geht vor Zeit.** Hier muss ein Vielfaches der Zeit für normalen Ablauf ohne Störungen als Sicherheitspuf-

fer eingerechnet werden. Genaueres müssen die Fachleute ermitteln.

Installiert werden muss ein intensives Anti-Routine-Trainings-Programm. Warum? Bei allen häufigen Vorgängen stellt sich beim Personal im Laufe der Zeit eine gewisse Routine ein. Das führt zu Nachlässigkeiten. Beim Umgang mit Atommüll darf es keinesfalls zu Nachlässigkeiten kommen. Deswegen ist ein Anti-Routine-Trainings-Programm unbedingt erforderlich.

Auch wenn Erfahrungen wichtig sind, darf sich nie der Faktor einstellen, dass man mehr automatisch den nächsten Schritt einleitet. Bei keinem einzigen Abschuss darf ein Fehler passieren, weil der

Inhalt der Castore ausgesprochen gefährlich und vollkommen fehlerunfreundlich ist. Es gilt für alle Abschüsse das Null-Fehler-Prinzip.

Aus allen Faktoren ergibt sich auch, wie sich die Kosten verteilen und letztendlich, was der Abtransport einer Tonne Rest-Atommüll kostet. Das ist der entscheidende Punkt.

Welche Kosten werden gegenüber einem Endlager auf der Erde eingespart?

Bewachungskosten und Beobachtungskosten für 1 Million Jahre. Umlagerungskosten bei Änderung der geologischen Verhältnisse (Eiszeiten, Plattentektonik, Vulkantätigkeit).



Die Kosten KTEO für den Transport ins Endlager im Orbit pro Tonne Atommüll setzen sich also folgendermaßen zusammen:

$$\text{KTEO} = \text{Trans} + \text{Verl} + \text{R1} + \text{R2} + \text{TL} + \text{Z1} + \text{Z2} + \text{ARTP1} + \text{ARTP2} + \text{SCHUL} + \text{AK}$$

Trans = Transport der Castore zur Abschussrampe

Verl = Verladung des Castors auf die Rakete, Spezialmannschaften

R1 = Rakete mit entsprechender Technik, Fachleuten (zum Teil anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

R2 = Raketentechnik im Orbit zum Weitertransport in die richtige endgültige Bahn (anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

TL = Tanklager im Orbit (anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

Z1 = Zeitpuffer + Personalkosten für alle Bewegungen der Castore auf der Erde

Z2 = Zeitpuffer + Personalkosten für Raketenabschuss

ARTP1 = Anti-Routine-Trainings-Programm Grundeinführung für alle Mannschaftsmitglieder (anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

ARTP2 = Anti-Routine-Trainings-Programm (Auffrischung vor jedem neuen Abschuss)

Schul = Schulungen bei Veränderungen der Techniken (anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

AK = Allgemeinkosten (anteilig bezogen auf die Zahl der Abschüsse)

Für die Stromerzeugung aus Atomkraftwerken ergibt sich:

$$\text{GK} = \text{AKW} + \text{Anzahl Tonnen Atommüll} \times \text{KTEO}$$

GK = Gesamtkosten für das jeweilige Atomkraftwerk

AKW = Kosten für den Aufbau und Betrieb der AKW

Diese Kosten sind die Basis für die Gestehungskosten der erzeugten Kilowattstunden Strom bezogen auf das jeweilige Atomkraftwerk.

Wo ist der Unterschied zwischen Kosten für Altlasten und für Kosten von aktuellem Atommüll?

Bei der Entwicklung der Formel für die Kosten ist die Berechnung in Bezug auf die Altlasten einfach, weil man die bisherigen Mengen kennt. Es gibt einige noch unbekannte Größen beim Transport ins All, die aber ermittelt werden können. So lange, bis das Verfahren funktioniert, entstehen noch weitere Altlasten. Es sei denn, man stellt die weitere Produktion von Atommüll ein, also man schaltet die Atomkraftwerke einfach ab. Das wäre am besten.

Aktueller Atommüll entsteht erst, wenn der erste Castor ins All geschossen wurde. Wie geht man damit um?

Wenn zu dem Zeitpunkt noch Atomkraftwerke laufen, gibt es neben altem Atommüll gleichzeitig neu anfallenden Atommüll. Gut wäre es, wenn man bei den Abschüssen ein Verhältnis zwischen Abschuss von Altlasten und Abschuss von neu anfallendem Atommüll herstellen würde.

Atommüllentsorgung „just in Time“?

Neuberechnung der Kosten für Atomstrom.

Neu anfallender Atommüll sollte möglichst dann ins All geschossen werden, wenn er entsteht. Bei laufenden Atomkraftwerken bezieht sich das im Wesentlichen nur auf die endgültig verbrauchten Brennstäbe. Erheblich mehr verstrahltes Material fällt an, wenn ein Atomkraftwerk geschlossen wird. Die Kosten für die Ent-

sorgung dieses Materials müssten nach kaufmännisch richtiger Rechnung im Voraus den Gestehungskosten für die erzeugte Gesamtstrommenge hinzugerechnet werden. Daraus ergibt sich für neu erzeugten Strom dann ein ganz anderer Preis als für den bis dahin erzeugten Strom.

Daraus ergeben sich folgende notwendige Schritte für die Neuberechnung der Kosten für Atomstrom:

1. Auf der Basis der Formel

KTEO = Trans+Verl+R1+R2+TL+Z1+Z2+ARTP1+ARTP2+SCHUL+AK
müssen von Experten die Kosten für den Abtransport des Atommülls zum Endlager im All berechnet werden.

2. Auf der Basis der Formel $GK = AKW + \text{Anzahl Tonnen Atommüll} \times KTEO$
müssen die Kosten für die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom für jedes Atomkraftwerk berechnet werden.

Ab sofort gelten dann diese Kosten als Gestehungspreise für die Erzeugung von Strom mit Atomkraftwerken, weil es keine andere Berechnungsbasis gibt.

Um jeden Zweifel sofort auszuräumen: Dies gilt sofort nach einer Berechnung durch die Experten, ohne dass die Abschussanlage gebaut werden muss oder ein einziger Castor ins All geschossen werden muss. Das Material in den Castoren ist die minimale Menge nuklearer Müll, die von der Erdoberfläche verschwinden muss. Es kann auch sehr viel mehr werden.

Vollkommen klar ist, dass es zum Streit darum kommen wird, was notwendig ist und was nicht. Bei der Gefährlichkeit des Materials gilt allerhöchste Sicherheitsstufe. Führende Vertreter der Atomindustrie, die das anzweifeln, sind sonst aufgefordert, unter den Bedingungen, die sie selbst für richtig halten, die Arbeiten direkt vor Ort in vorderster Front der Gefahrenzone zu überwachen.

Ebenfalls zum Streit wird es darüber kommen, welcher Atommüll ins All geschossen werden muss. Sind es nur die Brennstäbe? Oder sind es sogar die Millionen Tonnen Abraum, die vom Uranbergbau in Afrika oder irgendwo anders auf der Welt lagern? Gefährliche Strahlung, die krebserzeugend sein kann, geht von allen Materialien in der Produktionskette aus. Außerdem: Wer weiß noch in ein paar

20.000 Flüge mit hochradioaktivem Müll

Es gibt bis jetzt rund 270.000 Tonnen hochradioaktiven Müll auf der ganzen Welt verteilt in Zwischenlagern. Die weltweit erste Lagerstätte für Langzeitlagerung befindet sich in Finnland im Bau für relativ kleine Mengen. Die weitaus größeren Mengen in anderen Ländern sind noch nicht für eine Endlagerung vorbereitet. Auch wenn man sich entschließen sollte, den gefährlichsten Müll ins All zu schießen (ca. 18.000 Flüge zu je 15 Tonnen wären erforderlich), bliebe noch reichlich Müll geringerer Gefährlichkeitsstufen übrig, um diese Kavernen zu füllen. Sie würden also keinesfalls umsonst gebaut.

Bis es zum ersten Start käme, würden mit Sicherheit noch 5 Jahre vergehen. Bis dahin werden mindestens weitere 30.000 Tonnen anfallen. 2022 stünde man also vor der Aufgabe, 20.000 Flüge durchführen zu müssen. Bis alle Kapazitäten voll ausgelastet werden können, vergehen einige weitere Jahre. Wenn schließlich 5 Flüge

Jahrzehnten, ob nicht strahlender Staub von irgendeiner nicht abgedeckten Halde in Afrika durch einen Sturm in eine Plantage etliche Kilometer entfernt geweht wird?

Könnte es sein, dass genau die Früchte dieser Plantage dann irgendwie bei uns hier auf den Teller landen? Könnte es sein, dass diese Früchte auf den Tellern der Verantwortlichen landen?

Denn eins ist uns allen klar: Im Interesse der Gewinnmaximierung wird gern jede Vorsicht außer Acht gelassen.

Hinzu kommt die Gefahr durch Menschen mit krimineller Energie, die teils wegen persönlichen Gewinnstrebens, teils wegen terroristischer Absichten das Material verwenden wollen.

pro Woche von verschiedenen Abschussrampen weltweit möglich wären, würde man also bestimmt 100 Jahre brauchen, um nur den bis 2022 aufgelaufenen alten Atommüll ins All zu schießen. Genau gerechnet sind es zwar nur 76 Jahre, aber man muss für jede Abschussrampe Pausenzeiten für Wartungsarbeiten und Fehlerbeseitigung einkalkulieren. Schon an diesen Zahlen sieht man, dass das Problem mit den hochradioaktiven Altlasten jetzt unaufschiebbar gelöst werden muss. Denn hinten dran drängen noch die „weniger“ gefährlichen Stoffe, von denen erheblich mehr entsorgt werden müssen.

Auch wenn sie als „weniger“ gefährlich bezeichnet werden, sind sie doch alle miteinander krebserregend, also für Menschen hochgefährlich.

Durch die Gefahrenlast, die von ihnen ausgeht, werden sie auch für Kriminelle und Terroristen interessant.

Fazit für die Entsorgung des Atommülls ins All:

Grundsätzlich bietet die Entsorgung des Atommülls ins All den Vorteil, dass die Kosten überhaupt ermittelt werden können, was bei einer Lagerung auf der Erde nicht der Fall ist.

Gegenüber einer Lagerung auf der Erde entfallen die Kosten für Bewachung und Beobachtung sowie Umräumaktionen wegen geologischer Veränderung auf der Erde.

Weil die Kosten zu überblicken sind, kann der Kostenvergleich der Stromerzeugung durch Atomkraftwerke mit der Stromerzeugung aus anderen Energiequellen sauber durchgeführt werden.

Angemerkt werden muss, dass die Kosten der Stromerzeugung mit anderen fossilen Energien wie Kohle, Öl oder Gas nie sauber berechnet worden sind. Bei

Kohle haben wir es mit Ewigkeitskosten durch Pumpstationen und Bergschäden zu tun. Außerdem fallen Kosten durch CO₂ bei allen 3 Energieformen an, die schwierig zu erfassen sind, durch den internationalen Klimawandel aber deutlich sichtbar werden.

Die Vorteile von Energieerzeugung durch Wind, Wasser und Sonne werden immer deutlicher, weil das Entsorgungsproblem entfällt und CO₂-Schäden nicht anfallen.

Das allergrößte Potenzial liegt aber zweifellos in der Energieeinsparung durch intelligente Techniken. Mit Effizienzsteigerung könnte noch wesentlich mehr erreicht werden.

Energiepotenziale bei Abwärme und Wasser sind mit Sicherheit noch lange nicht ausgeschöpft.

1000000 nach Christus
500000
100000
50000
10000
5000
3000
2500
2200
2100

Juristische Fragen

Völkerrecht

Gefahrenlast

Die Anhänger der nuklearen Energieerzeugung mit Atomkraftwerken haben es bisher immer geschafft, juristische Grundsatzfragen in Bezug auf die Langzeitwirkung des strahlenden Materials ins Abseits zu schieben. Das funktioniert nicht mehr, dazu sind jetzt schon die kritischen Stimmen zu laut. Wie immer beim Generationenwechsel werden sich die nachfolgenden Generationen heftig dagegen wehren, den alten Atommüll ihrer Großeltern, Urgroßeltern und Vorfahren bis in alle Ewigkeit zu versorgen. Niemand lässt sich gern von den Alten deren Probleme aufs Auge drücken und schon gar nicht für ewig.

Schon jetzt beginnen auch Juristen zu fragen, ob solche Bevormundung über Generationen hinweg haltbar ist. Es kann durchaus sein, dass dies als Schaden am Volk verstanden wird, also das Grundgesetz in Anspruch genommen wird. Ob es deswegen zu Prozessen gegen die Initiatoren der Atomkraftwerke kommen wird, muss abgewartet werden. Aber die Erfahrung hat gezeigt, dass auch noch sehr alte Menschen sich vor Gericht verantworten müssen. Da es sich bei der Entscheidung für Energie aus Atomkraftwerken überwiegend um parlamentarische Entscheidungen gehandelt hat, werden wahrscheinlich eher Untersuchungsausschüsse in Parlamenten zu Dauereinrichtungen in diesen Fragen werden.

Die Frage nach der Gefahrenlast (Definition S. 3) des Atommülls wird ebenfalls schon kurzfristig Gegenstand juristischer Untersuchungen sein. Beim Brandschutz für einzelne Gebäude und Anlagen gibt es die Brandlast. Beim Atommüll stellt sich die Frage, welche Gefahrenlast

für das Land, den Erdteil und die Erdoberfläche entsteht. Ab welcher Menge Atommüll ist die Gefahrengrenzlast, die Risikogrenze, überschritten? Ist die Gefahrenlast schon zu hoch? Bei dieser Betrachtung müssen Atomkraftwerke und atomare Waffen mit eingerechnet werden. Nicht umsonst hat man schon einmal erfolgreich den Abbau des Waffenarsenals betrieben. Leider dreht sich jetzt die Meinung dazu. Hinzu kommen weitere erhebliche Risiken durch aggressive Länder wie Nordkorea und politisch vollkommen unsichere Lagen wie in Pakistan. Drohpotenziale sind auch zwischen Indien und China bekannt.

Eine ganz andere Frage taucht auf, wenn Menschen versuchen, Atommüll als Waffe gegen andere Menschen einzusetzen, dabei braucht der Versuch nicht erfolgreich sein. Spätestens dann wird es eine intensive juristische Untersuchung zu allen bisherigen Praktiken im Umgang mit atomarem Müll geben und schärfere Sicherheitsanforderungen zur Folge haben. Das Verhalten der Entscheider wird sehr genau untersucht werden. Befürworter der Stromerzeugung mit Atomkraftwerken werden sich Fragen der Verantwortung für ihre Mitmenschen stellen müssen. Es wird besonders genau untersucht werden, mit welchen Mitteln sie Parlamente in ihrem Sinne beeinflusst haben.

Das Völkerrecht ist eine ganz andere Angelegenheit. Da es Staaten mit Atomkraftwerken und Staaten ohne Atomkraftwerke gibt, von Unfällen mit der Atomkraft aber alle betroffen sind, stellt sich schon die Frage, ob es völkerrechtlich überhaupt tragbar ist, eine weltweit wirksame Gefahrenlast herzustellen.

Ist die international rechtlich mögliche Gefahrenlast nicht längst überschritten?

Diese Frage stelle ich an die Juristen und Völkerrechtler.

Frankreich, Belgien

In Frankreich steht man 2016, 2017 und in den folgenden Jahren vor der besonderen Situ-



ation, dass die Atomkraftwerke massive Alterungserscheinungen aufweisen. Revisionen außer der Reihe sind für die schlimmsten Fälle angeordnet. Das hatte großräumige Stromausfälle im Winter 2016 zur Folge. Da bis zu 80 % mit Strom aus Atomenergie geheizt wird, entstanden äußerst unangenehme Situationen, die die Akzeptanz des Systems in der Bevölkerung senkten. Stromimporte aus den umliegenden Ländern fanden statt. Ein anderes Problem ist, dass der Platz für den atomaren Müll knapp wird. Wie lange die Bevölkerung die Situation aushalten will, weiß man nicht. Im Wahlkampf 2017 wird von allen Parteien heftig Werbung für die Atomindustrie gemacht.

Wird nach der Wahl ein neuer französischer Präsident empfänglicher für Vorschläge zum Aufbau alternativer Energiesysteme als

Ergänzung und Sicherheitspolster für das bestehende System sein? Dass es ungünstig ist, auf nur ein technisches System zu setzen, dürfte in Frankreich wohl klar geworden sein.

In Frankreich sah es vor gut 200 Jahren zu Zeiten der Revolution noch völlig anders aus. Wer hätte damals die Verantwortung für 59 Atomkraftwerke und entsprechende Atom-
müllmengen übernehmen können? Niemand weiß, welcher politischen Lage wir im Jahr 2200 gegenüber stehen.



Problematisch ist die Situation in Belgien, weil wenig Einsicht in die schwierige Situation mit den teilweise überalterten Reaktoren in dicht besiedelten Gebieten zu erkennen ist. Aber wie gut kann sich Belgien vor Kriminellen schützen, die sich Machtpositionen aneignen, um mit nuklearem Material nach Gutdünken zum eigenen Vorteil umgehen können?

Bei beiden Ländern ist klar, dass die Gefahrenlast durch die vorhandene Menge an strahlendem Material für die Länder selbst und für die Nachbarländer erheblich ist. Die Frage, ob die Gefahrenlast bereits überschritten ist, muss geklärt werden.

Historisches

Das problematische Erbe

Nach dem 2. Weltkrieg mochten viele Staaten nicht mehr auf den Besitz schrecklichster Waffen verzichten. Eine nukleare Abschreckung schien ihnen die effizienteste Methode zu sein, sich unangreifbar zu machen. Waffen bedeuten immer Kosten, also überlegte man, wie auch Nutzen aus der Technologie gezogen werden konnte. Die Stromerzeugung erschien da sinnvoll, weil eine ungeheure Menge Energie produziert wird. Nicht so ins Kalckül gezogen wurden die Nebenwirkungen: die Strahlung. Ziemlich naiv glaubte man, das schon in den Griff zu bekommen. Die mächtigen Militärs waren alle gierig auf die Superwaffe, die regierenden Politiker glaubten, ihre Staaten mit eigener atomarer Energieerzeugung unabhängig von Energieimporten machen zu können.

Heute wissen wir, dass alles ein Trugschluss war. Die gesamte atomare Technologie ist wegen des strahlenden Materials erheblich gefährlicher als unsere Großväter glaubten. Sie ist so gefährlich, dass sie – gleichgültig ob bei friedlicher oder militärischer Nutzung – erbarmungslos auch diejenigen in die Zange nimmt, die sie anwenden. Spätestens seit der Erkenntnis, dass die endgültige Entsorgung gebrauchter Brennstäbe und des strahlen-

den Materials eines Atomkraftwerks nicht ganz so einfach ist, wie man sich das anfangs gedacht hat, gibt es drei Probleme:

1. wie transportiert man den atomaren Müll?
2. wohin transportiert man den atomaren Müll?
3. wie schützt man die Menschen vor dem strahlenden Müll?

Friedliche oder militärische Atomtechnik:

Der Mensch bedroht sich in jedem Fall selbst!

Seit Tschernobyl und Fukushima sind noch mehrere Probleme hinzugekommen:

1. Wie verhindert man menschliche Unzulänglichkeit beim Umgang mit der Technologie?
2. wie geht man mit einem GAU um? GAU = größter anzunehmender Unfall
3. ist der Bau von AKW in Wassernähe und ganz besonders am Meer überhaupt sinnvoll oder sehr leichtsinnig? Man muss heute im Zeitalter des Klimawandels nicht nur an Tsunamis sondern auch an steigende Meeresspiegel denken. Und: im Wasser verbreitet sich die gefährliche Strahlung kurzfristig äußerst dynamisch und weiträumig, wie die Erfahrung mit Fukushima zeigt. An Amerikas Küsten ist die Strahlung messbar.

Bei Durchsicht aller Informationen ist mir klar geworden, dass wir in den nächsten 100 Jahren ganz bestimmt sehr viele Atomphysiker brauchen werden, die sich primär mit der Atommüllentsorgung beschäftigen. Studiengänge Atomphysik Schwerpunkt „Entsorgung Atommüll“ sind dringend erforderlich. Wer ein Zweitstudium anstrebt, sollte über Jura nachdenken. Denn immer werden die Betriebswirtschaftler versuchen, die Kosten zu senken, auch wenn es um den Preis der Sicherheit geht. Juristische Gegenargumente sind die Besten, um den Sicherheitsstandard zu halten. Das Unterlaufen der Standards sollte immer durch das Strafrecht bewehrt werden.

Danksagung:

Bedanken möchte ich mich insbesondere bei Marcos Buser, dem Schweizer Geologen und ehemaligem Mitglied der Kommission für Endlagersuche in der Schweiz, für seinen Vortrag „Unbequeme radioaktive Abfälle“ am 2. März 2016.

Ebenfalls gilt mein Dank Karl-Wilhelm Koch, der seit Jahrzehnten unermüdlich gegen den Bau von Atomkraftwerken und die Vorhaltung von Atomwaffen zur Abschreckung kämpft. Er veröffentlichte als Herausgeber das Buch: Störfall Atomkraft

Danken möchte ich auch meinem Bruder Jörg Puchstein, der mich auf die Artikel im Economist vom 15. April 2017 Disposing of Nuclear Waste The Next Ice Age and beyond (es geht um das erste im Bau befindliche Langfrist-Atommülllager der Welt) und den Artikel im Time Magazine 189 Nr.14 vom 17. April über den kriminellen Handel mit nuklearen Materialien zum Bau schmutziger Atombomben aufmerksam machte.

Dank auch an Richard Ulrich, der Teile des Textes kritisch durchgesehen hat.