

11.02.2011

Aus Atommüll wird kein Gold: Transmutations - Alchimie kann die Atommüll-Krise nicht entschärfen

Von Sylvia Kotting-Uhl

Die Atomgemeinde versucht, einen neuen Hoffnungsträger zu platzieren. Das Versprechen: Es gibt eine Lösung für das immer drückendere Atommüll-Problem. Mit der so genannten Transmutation lasse sich die Strahlungsdauer der tödlich-radioaktiven Stoffe entscheidend reduzieren. Der Schrecken könnte ein Ende haben. Die katastrophalen Erfahrungen mit den gescheiterten Endlagern Asse und Morsleben könnten abgehakt werden. Und die Auseinandersetzung darüber, ob Gorleben geeignet ist, Atommüll für eine Million Jahre sicher abzuschließen, wäre müßig.

In der Wirtschaftswoche, in Focus, in der Welt und zahlreichen anderen Blättern sind in den letzten Monaten Artikel zu der Hoffnungstechnik erschienen.

Erstaunlich dabei: In Sachen Transmutation ist in letzter Zeit eigentlich gar nicht viel neues passiert. Wenn der Nachrichtenwert genau besehen gegen null tendiert, liegt der Verdacht nahe, dass die Berichterstattung in den besagten Medien vielmehr im heftiger werdenden Streit pro und contra Atomkraft Partei ergreifen will.

Was ist Transmutation? Ideologie ...

Der Alchimist des Mittelalters wollte Blei in Gold verwandeln und ist damit gescheitert. Der Transmutateur der Jetzt-Zeit will Atommüll mit gigantischen Zerfallszeiten in nicht strahlenden Atommüll oder solchen mit kürzeren Halbwertszeiten verwandeln. Ob er scheitert, ist noch nicht ganz ausgemacht, gut sieht es aber auch für ihn nicht aus.

Bei der Transmutation sollen langlebige Bestandteile des Atommülls entweder gespalten oder mit Neutronen beschossen und dadurch in Stoffe umgewandelt werden, deren Zerfallszeiten kürzer sind. Das Ziel der Transmutation wäre also, den Atommüll nicht mehr für so genannte geologische, sondern nur für historische Zeiträume sicher lagern zu müssen. Statt nach einer Million Jahren sollen die strahlenden Überreste der AKW-Wirtschaft bereits nach 500 oder 1000 Jahren nicht mehr gefährlicher sein als Natur-Uran. Wohlgermerkt: Angestrebt wird bei der Transmutation lediglich die Umwandlung in Stoffe mit kürzerer Halbwertszeit. Auch das Ergebnis der Umwandlung wäre nach wie vor tödlich strahlendes Material, das mindestens über Jahrhunderte von Mensch und Biosphäre ferngehalten werden müsste.

Mit einer solchen Transmutationsmaschine "reduziert sich die Zeit, in der der Müll eine Gefahr ist, von 170 000 auf allenfalls 500 Jahre" lässt sich der Leiter des Karlsruher KIT-Instituts für Kern- und Energietechnologien Prof. Thomas Schulenberg in der Dezember-Ausgabe des Magazins "Wirtschaftswoche" zitieren. Das Prinzip, so Wirtschaftswoche-Autor Wolfgang Kempgens, sei nicht einmal sonderlich kompliziert. Die Anti-Müll-Maschine lasse "energiereiche Neutronen, also elektrisch neutrale Teilchen, die in nahezu allen Atomkernen stecken, auf die am längsten strahlenden Giftstoffe des Mülls, darunter Plutonium und Uran prallen. Übrig bleiben Elemente wie Krypton, Caesium und Jod, die relativ schnell zerfallen und nach wenigen Jahrhunderten ungefährlich sind".

...und Realität

Leider ist alles viel komplexer. Wenn Fachleute über Transmutation sprechen, dann geht es bei ihnen korrekterweise um "P&T", um Partitionierung und Transmutation. Um die eigentliche Transmutation, also

die Umwandlung von Radionukliden mit langer in solche mit kurzer Halbwertszeit beginnen zu können, muss zunächst eine so genannte Partitionierung stattfinden. Aus dem Atommüll, einem wilden Gemisch aus Elementen und deren Isotopen, die alle auf Neutronenbeschuss verschieden reagieren, müssen die Nuklide sortenrein herausgefischt werden. Der Prozess ähnelt dem in einer atomaren Wiederaufbereitungsanlage (WAA), ist aber deutlich komplizierter, weil in einer WAA nur Uran und Plutonium von den übrigen Spaltprodukten isoliert werden. Die Anlage wäre riesig. Und schon dieser Abtrennungsprozess wird keinesfalls beherrscht.

Im nächsten Schritt müssen aus den sortenreinen Nukliden so genannte Targets gefertigt werden, die später umgewandelt werden sollen. Dieser Vorgang ähnelt der Herstellung von atomaren Brennelementen, ist allerdings unendlich schwieriger, weil die zu behandelnden Stoffe zum Teil viel stärker strahlen und jeweils besondere chemischen Reaktionsweisen haben.

Für die eigentliche Transmutation benötigt man anschließend einen Reaktor oder einen Beschleuniger, in dem die Targets durch Neutronenbeschuss einer Kernspaltung oder Kernumwandlung unterzogen werden. Drei verschiedene Technologien können hierzu dienlich sein. Die eine benutzt einen deutlich veränderten Leichtwasser-Atomreaktor, die zweite einen stark modifizierten Schnellen Brüter. Diese beiden Vorgehensweisen werden dabei in einer so genannten kritischen Anordnung durchgeführt, bei ihnen besteht immer die Gefahr eines Super-GAUs. Die Dritte Variante wäre eine Beschleunigertechnik, die "unterkritisch", ohne sich selbst erhaltende atomare Kettenreaktion, gefahren werden kann. Auch bei dieser Technik gibt es große Sicherheits- und Gesundheitsrisiken. Alle drei Linien sind noch völlig unausgereift und keineswegs praxistauglich. Als wahrscheinlich gilt, dass eine Kombination mindestens zweier dieser Technologien nötig würde. In jedem Fall würde eine Transmutationsanlage ähnlich komplex wie ein klassischer atomarer Leichtwasser-Reaktor oder gar noch komplexer.

Mit der ersten Transmutation wird allerdings nur ein kleiner Teil des Targets in andere radioaktive Stoffe umgewandelt. Wie im ersten Schritt muss das bestrahlte Material nun erneut in der Abtrennungsanlage aufgeteilt werden. Dabei müssen die nicht umgewandelten Nuklide von den umgewandelten getrennt werden. Erstere müssen erneut in den Transmutationsreaktor. Dieser Zyklus muss mehrfach durchlaufen werden. Die Atommüll-Experten des Öko-Instituts und der Hannoveraner Intac rechnen damit, dass eine ausreichende Umwandlung letztlich erst nach vielen Jahren oder gar Jahrzehnten erreicht werden kann - vorausgesetzt die technischen Probleme erweisen sich überhaupt als lösbar.

Wo steht die Transmutation?

Bei der Transmutation ist es ähnlich wie bei der Kernfusion. Die grundsätzliche Idee gibt es schon lange. Die Umsetzungsversuche befinden sich völlig im Anfangsstadium. Anders als in einigen Zeitungsartikeln suggeriert, hat Transmutation bislang nur in Vorstufen im kleinsten Labormaßstab funktioniert. Es gibt keine Transmutationsmaschine, nicht mal eine Pilotanlage, fast alles muss noch erforscht werden.

Für die Forschung zu Abtrennung und der Transmutation hat die EU in ihren Forschungsrahmenprogrammen von 2006 bis 2013 etwa 800 Millionen Euro eingestellt. Im belgischen Forschungszentrum Mol arbeiten Wissenschaftler seit 10 Jahren am Projekt *MYRRHA*. Die EU hat im November 2010 beschlossen, in drei Jahren in Mol mit dem Bau einer Demonstrationsanlage zu beginnen, in der man jährlich einige Tonnen hochradioaktiven Mülls "entschärfen" will. Ein technischer Entwurf soll bis 2014 vorliegen. Die Anlage soll sowohl kritisch als auch unterkritisch gefahren werden. Dabei werde "auch die Machbarkeit einer neuen Generation von Kernkraftwerken getestet".

Jenseits des vorgetragenen Optimismus wird also in den nächsten 20 Jahren nicht einmal ein Prototyp für eine Transmutationsanlage fertig gestellt sein. An industrielle Transmutation ist vor Mitte des Jahrhunderts nicht zu denken. Selbst das ist unwahrscheinlich.

Ein schönes Märchen - von dem nicht viel bleibt

Michael Sailer, Geschäftsführer des Öko-Instituts und Leiter der Entsorgungskommission (ESK) des Bundes hat in einem Interview mit dem *Stern* die Transmutation als "schönes Märchen für Nichtingenieure" bezeichnet. Auf diese Technik zu setzen, sei völlig unrealistisch.

In der Tat verbietet sich jede Euphorie, sobald man nicht allein das proklamierte hehre Ziel betrachtet, sondern auch das reale Potential und vor allem die Nebenwirkungen, die im Falle der Umsetzung zu ertragen wären.

Gegen das Setzen auf die Transmutation sprechen vor allem folgende Mängel:

- vage Erfolgsaussichten

Bisher ist die Entsorgung durch Transmutation nur frommer Wunsch und großtechnische Utopie. Ob das Verfahren je funktioniert, ist nach sechs Jahrzehnten Forschung nach wie vor völlig unklar. Es verhält sich ähnlich wie bei dem Projekt Kernfusion. Einzelne Prozesse sind im Labor gelungen, ob das hochkomplexe Gesamtvorhaben technisch und im Großmaßstab je realisiert werden kann, steht aber völlig in den Sternen. Die ungelösten Probleme sind Legion und werden von den beteiligten Wissenschaftlern auch offen zugegeben. Mit den heutigen Kenntnissen lässt sich eine Anlage nicht betreiben, noch nicht einmal errichten. Angesichts der technischen Unausgereiftheit lässt sich auch nichts darüber aussagen, ob sich die mit dem Projekt einher gehenden Kosten noch in irgendeiner Weise wirtschaftlich darstellen lassen.

- die Transmutation macht ein Atomendlager nicht überflüssig

Die Lobeshymnen auf die Transmutation tun so, als werde durch diese Technik die Sorge um ein Endlager geringer: In Wirklichkeit bleiben auch dann, wenn die Umwandlung in recht ferner Zukunft gelänge, große Mengen hochradioaktiven Atom Mülls übrig. Die Umwandlung kann selbst mit einem sehr teuren, ausgefeilten und funktionierenden P&T-System aus grundsätzlichen Gründen bestimmte Wirksamkeitsgrenzen nicht überschreiten. Selbst wenn - im allergünstigsten Fall - der hochaktive Atom müll auf ein Zehntel reduziert würde, bleiben Tausende Tonnen tödlichen Mülls, der unabdingbar in ein Endlager verbracht werden muss. Die Alternative zu Suche und Bau eines Endlagers lautet also: Aufbau einer Transmutationsinfrastruktur plus Suche und Bau eines Endlagers.

- Wiederaufarbeitungs-Atom müll unbehandelbar

Ein gewaltiger Teil des hochaktiven Atom mülls bleibt unbehandelbar: jener, der bereits einer Wiederaufarbeitung unterzogen wurde. Der verglaste Atom müll aus Wiederaufarbeitungsanlagen kann nach Ansicht der meisten Fachwissenschaftler einer Partitionierung und Transmutation gar nicht mehr unterzogen werden, weil der notwendige Reinheitsgrad isolierter Radionuklide nicht mehr erreichbar ist. Damit muss für die gefährlichste Atom müllfraktion, z.B. den Müll aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) auf jeden Fall ein Endlager, das dem Langzeitsicherheitsnachweis genügt, gesucht und gefunden werden.

- Die Transmutation wäre äußerst zeitaufwändig und energieintensiv

Wenn Partitionierung und Transmutation funktionieren sollten, würde der Umwandlungsprozess selber nochmals mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen.

Die Umwandlungsreaktionen haben nur einen sehr geringen Stoffumsatz. Die umgewandelten Stoffe müssen kontinuierlich aus dem Reaktor entfernt, durch chemische Trennverfahren (die erst noch entwickelt werden müssen) von den nicht umgewandelten Stoffen abgetrennt sowie gelagert werden und der Rest-Atom müll muss zur erneuten Behandlung in den Reaktor wandern. Selbst die Transmutationsanhänger jammern, dass diese Verfahrensschritte noch viel umfassender sein werden als

bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente. Da immer nur ein kleiner Teil des Materials in den Targets umgewandelt werden kann, müssten für jeden Stoff jeweils mehrere Zyklen durchgeführt werden, bis die maximal mögliche Umwandlung stattgefunden hat. Jeder einzelne Zyklus benötigt etliche Jahre. Riesige Mengen Energie müssen bei allen Schritten eingesetzt werden.

- Transmutation geht nur mit Atomwirtschaft - mit all ihren Risiken und Folgen

Transmutations-Anlagen sind riesige Atomanlagen. Wenn man sich für diese Technik entscheidet, entsteht letztlich eine neue Branche der Atomindustrie. Diese benötigt alles, was der AKW-Irrsinn hervorgebracht hat: Schnelle Brüter, Wiederaufarbeitungsanlagen, Reaktoren, Brennelementefertigung. Sie würde mit gewaltigem radioaktiven Inventar arbeiten. Das von ihnen ausgehende Risiko bei Unfällen und Terroranschlägen wäre gigantisch. Wie bei AKWs müssen über große Zeiträume aufwändige Sicherungsmaßnahmen garantiert werden. Alle Schritte bringen für die Beschäftigten eine hohe Strahlenbelastung mit sich. Und die Transmutation produziert selber in großem Ausmaß radioaktive Abfälle. Schon bei der normalen Wiederaufarbeitung entsteht mehr Atommüll, als vor der Prozedur existierte. Beim Transmutationsprozess ist das noch verschärft zu erwarten.

Die Atomwirtschaft hat immer alle Finessen genutzt, um ihre Profitorientierung zu verstecken und an öffentliche Gelder zu gelangen. Der Verdacht drängt sich auf, dass das auch hier wieder so ist. Bei der Entwicklung dieser Technik geht es nämlich keineswegs einfach nur um Abfallbeseitigung. Die Transmutationstechniken gehen am besten einher mit einer unbegrenzten Weiternutzung des atomaren Pfades. Dass insbesondere Frankreich und Japan auf P&T mit dem Ziel setzen, einen neuen atomaren Zyklus zu erschließen, der gegebenenfalls mit den neuen Generation-IV-AKW's harmonieren soll, wird im Nachbarland offen diskutiert. Die in die neuen AKWs integrierte Partitionierung und Transmutation wäre dann für die Betreiber auch ein Weg der Kosteneinsparung und der Gewinnung neuer Brennstoffreserven.

- Die Gefahr der Proliferation

Die Transmutationsanhänger beschreiben als einen zusätzlichen Vorteil der von ihnen favorisierten Technologie, dass mit der Umwandlung z.B. von Plutonium die Gefahr der Verbreitung atomwaffenfähigen Materials vermindert werden könne. Richtig ist das Gegenteil.

Nicht bedacht wird bei dieser Argumentation nämlich, dass die zur Transmutation nötige Wiederaufbereitungstechnologie zur Produktion von Atomwaffen-Material genutzt werden kann. Der Teufel würde mit Beelzebub ausgetrieben. Das Proliferationsrisiko würde nicht kleiner, sondern größer. Die Technik, die man rief, um nuklearwaffenfähige Stoffe zu vernichten, könnte zur Gebärestube einer noch viel größeren Menge von A-Waffen-Material werden. Bei einer Endlagerung ohne Transmutation ist das Proliferationsrisiko eindeutig geringer.

- Die Kosten

Was die Partitionierungs- und Transmutations-Anlagen kosten würden, lässt sich nicht annähernd vorhersagen. Mit Sicherheit werden die Kosten weit über denen für eine "normale" Wiederaufarbeitungsanlage liegen und sich im zweistelligen Milliardenbereich bewegen. Hinzu kommt noch, dass die Prozesse ungeheure Energiemengen verschlingen würden.

Die Kosten für die Errichtung und den Betrieb eines atomaren Endlagers lassen sich nicht als Einsparung gegenrechnen. Das Endlager für bereits existierenden hochradioaktiven Atommüll sowie ein Endlager für die Transmutationsüberreste mit ebenfalls hohen Strahlungsintensitäten müssten in jedem Fall zusätzlich gebaut werden. Dass gegebenenfalls auch Abfälle mit geringerer Strahlungsintensität darin ihre Ruhestätte fänden, würde das Endlager nicht merklich billiger machen.

- Eine überzentralisierte Großanlage

Angesichts der zu erwartenden Dimension der erforderlichen Anlagen, den durch sie verursachten Kosten und in Anbetracht ihrer Gefährlichkeit, ist der industrielle Einsatz von P&T nur in zentralisierten Großanlagen denkbar, als Kooperationsprojekt mehrerer Atomstrom-Produzenten oder gar gleich auf europäischer Ebene. Das wiederum produziert gewaltige Ströme von Atomtransporten, mit allen damit einhergehenden Unwägbarkeiten und Gefahren.

Transmutation ist weniger als eine Illusion

Die Transmutation ist eine durchaus faszinierende Idee. Wen begeistert die Vorstellung nicht, die strahlende Hinterlassenschaft des atomaren Irrwegs durch technische Innovation unschädlich machen zu können.

Dass das in den nächsten Jahrzehnten technisch möglich wird, erscheint vor dem Hintergrund der oben dargestellten Probleme höchst unwahrscheinlich. Noch unwahrscheinlicher ist, dass die Transmutation in absehbarer Zeit in irgend einer Weise wirtschaftlich betrieben werden kann.

Selbst wenn die Fantasiertechnik funktionieren würde, wäre sie kaum ein Mittel unserer Wahl. Neben den oben dargestellten Problemen gibt es ein entscheidendes Gegenargument: Mit dem Atomausstieg ist die Transmutation kaum vereinbar. Selbstproklamiertes Ziel der Transmutationswissenschaftler ist eine "nachhaltige Kernenergienutzung". Voraussetzung der Transmutation wird ein weiteres Beschreiten, wahrscheinlich sogar ein Erleichtern des atomaren Pfades bleiben. Selbst die atomare Wiederaufarbeitung müsste weiter betrieben und die verheerende Brüter-Technologie wieder belebt werden. Der Betrieb wäre mit radioaktiver Verseuchung verbunden, das Atommüllvolumen würde en passant noch vergrößert. Das ist das Gegenteil von nachhaltigem Wirtschaften. Für uns Grüne ist die Nutzung der Atomkraft eine gesellschaftliche Fehlentwicklung. Also raus. Statt den Atommüll grün anzumalen, muss endlich mit dessen Produktion aufgehört werden. Und die Altlasten müssen in ein Endlager, das künftige Generationen möglichst wenig belastet.

Es wäre unverantwortlich, wegen einer äußerst vagen Hoffnung auf eine erlösende Technik eine ernsthafte Suche nach einem atomaren Endlager auch nur zu verzögern - zumal selbst die Transmutations-Gemeinde eben nicht behauptet, allen hochaktiven Müll beseitigen zu können. Genauso unverantwortlich wäre es, wegen der Atommüll-Alchemie in vorausschauender Hoffnung an den Sicherheitsanforderungen für ein Endlager zu sparen.

Es ist ein beliebtes Instrument der Energiekonzerne mit Projekten deren Realisierbarkeit weit in die Zukunft gelegt ist, Botschaften zu setzen die vom eigentlichen Gebot der Stunde ablenken sollen. Die Botschaft von CCS (carbon capture and storage) ist: lasst uns ruhig Kohlekraftwerke bauen – irgendwann ist die Kohle sauber. Die Botschaft der Kernfusion: kümmert euch heute nicht um die klimagerechte Energieversorgung von 2050 – das machen wir dann mit der Kernfusion. Die Botschaft der Transmutation: macht euch keine Sorgen wegen Atommüll.

So hat die Idee der Transmutation heute vor allem eine Funktion: Sie soll Akzeptanz schaffen für die von der Bundesregierung betriebene Verlängerung der AKW-Laufzeiten und die damit einhergehende erneute Vermehrung des Atommülls. Und sie soll die verantwortungslose Entscheidung der Merkel-Regierung für den Weiterbau Gorlebens - und damit die zukunftsvergessene Verweigerung einer offenen Endlager-Suche - als weniger dramatisch erscheinen lassen, als sie ist. Nichts aber auch gar nichts spricht dafür, in der Hoffnung auf die Fantasiertechnik Transmutation auch nur eine Stunde zu zögern, mit aller Kraft das bestgeeignete Atomendlager in Deutschland zu suchen und den Betrieb aller anderen Atomanlagen schnellstmöglich einzustellen.

