

QUANTENSPRUNG

Politiker und die Monogamie

Letzte Woche trat der (jetzt ehemalige) Gouverneur von New York, Eliot Spitzer – merkwürdigerweise zusammen mit seiner Gattin – vor die Kameras, um zuzugeben, dass er Kunde eines Prostituierterrings war. Gewählt worden war er gerade auch deshalb, weil er schon als Generalstaatsanwalt von New York als besonders tugendhafter Politiker und kompromissloser Gegner der Prostitution aufgetreten war. Jetzt wurde er als hypokritischer Egomane entlarvt und musste zurücktreten.

Vielleicht hätte er sich nicht so weit aus dem Fenster lehnen, sondern den biologischen Realitäten ehrlicher ins Gesicht sehen sollen. Denn wirklich originell war sein Verhalten nicht.



AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

David Barash, ein Verhaltensforscher an der Universität von Washington in Seattle, kommentierte den Rücktritt des Gouverneurs in der „Los Angeles Times“ deshalb auch mit Hohn. Barash ist ein Experte zum Thema Monogamie. Zusammen mit Judith Lipton – seiner Frau – veröffentlichte er 2001 das Buch „The Myth of Monogamy: Fidelity and Infidelity in Animals and People“. Lebenslange Monogamie ist äußerst selten im Tierreich: Nur etwa drei Prozent aller rund 5000 Säugetierarten zeigen verlässliche soziale Paarbindung. Unter den Primaten sind es etwa 15 Prozent aller Arten, aber auch hier sind Affären an der Tagesordnung.

Und auch bei Homo sapiens ist die Monogamie oft nur hehres Wunschdenken, selbst wenn sie bei der Heirat auch und heilig versprochen wurde. Schon die berühmte Anthropologin Margaret Mead sagte einst, dass Monogamie die schwierigste aller menschlichen Gesellschaftsformen ist. Monogamie ist unter allen von Homo sapiens realisierten Sozialsystemen eher die Ausnahme als die Regel, denn unter den etwa 200 erforschten menschlichen Gesellschaften waren mehr als achtzig Prozent polygam – entgegen allen westlichen und christlichen Ansichten.

Monogamie widerspricht einigen der ältesten und tiefsten evolutionären Neigungen des Menschen. In Umfragen in den USA, die nach der Clinton-Lewinsky-Affäre gemacht wurden, gaben etwa 40 Prozent der Männer, aber auch 30 Prozent der Frauen zu, dass sie wenigstens eine außereheliche Beziehung gehabt haben. Man darf davon ausgehen, dass diese Zahlen immer noch die wirkliche Häufigkeit unterschätzen.

Der neue Gouverneur von New York, David Paterson eröffnete der Öffentlichkeit übrigens gleich am ersten Amtstag, dass er mehrere Affären gehabt habe. Dies ist zumindest eine ehrliche und clevere politische Strategie.

wissenschaft@handelsblatt.com

Atommüll unter Beschuss

Kernforscher wollen strahlende Abfälle unschädlich machen. Schnelle Neutronen sollen radioaktive Elemente umwandeln.



Strahlende Zukunft: Im Endlager Morsleben lagern über 36 000 Kubikmeter schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Für hochradioaktive Substanzen gibt es bis heute noch keine Endlager.

TINKA WOLF | DÜSSELDORF

Dresden forscht am Stein der Weisen: So wie einst die Alchemisten Blei zu Gold machen wollten, versuchen die Wissenschaftler im Forschungszentrum Dresden-Rossendorf heute, gefährlich strahlenden Atommüll in ungefährlichen umzuwandeln.

Während die Alchemisten durch das Kochen verschiedener Tinkturen unedle in edle Stoffe verwandelten, wollen die Wissenschaftler die Kernforscher heute der modernen Variante der Transmutation: der Entschärfung strahlender Materialien durch schnelle Neutronen.

„Die Idee ist schon älter“, sagt Andreas Wagner vom Forschungszentrum Dresden und meint damit: Sie entstand schon in den fünfziger Jahren, lange bevor man sich Gedanken über radioaktiven Müll machte. Bis heute jedoch hapert es an der technischen und wirtschaftlichen Umsetzung des Konzepts. Mit der reinen Physik sei man schon recht weit, sagt Wagner, doch für die praktische Umsetzung brauche man bessere Wirkungsgrade. In Dresden will man nun sozusagen am Feintuning arbeiten, und zu diesem Zweck ist Ende 2007 dort der Elektronenbeschleuniger „Elbe“ in Betrieb gegangen.

Das Atommüll-Problem beruht im Wesentlichen auf den Eigenschaften von stark radioaktiven Stoffen, die beim Betrieb eines Kernkraftwerks entstehen. Alle radioaktiven Materialien strahlen, weil ihre Atome instabil sind und beim Zerfall ständig Teilchen aus ihrem Inneren freigeben. Bei manchen Stoffen geht dieser Zerfall sehr schnell, andere dagegen strahlen viele Tausend Jahre lang.

Um Schäden für die Umwelt zu vermeiden, müsste man sie aus der Biosphäre so lange fernhalten, bis sie zerfallen sind. Und obwohl auf der ganzen Welt Endlager geplant sind, kann niemand mit letzter Sicherheit sagen, ob der Müll in diesen Lagern für die Dauer des Strahlens sicher eingeschlossen ist (siehe Kasten).

Also stapelt sich der Atommüll in Zwischenlagern, während gleichzeitig die Kernenergie dank Klimawandel und CO₂-Debatte weltweit wieder in Mode kommt. Das Problem schreit geradezu nach einer Lösung – kein Wunder, dass auch die Forschung auf dem Gebiet der Transmutation neuen Auftrieb bekommt. In Dresden will man nun

herausfinden, mit welcher Energie Neutronen unterwegs sein müssen, um verschiedene hochradioaktive Stoffe umzuwandeln. „Im Januar haben wir erste Kalibrierungsversuche durchgeführt, um die Anlage kennenzulernen“, erzählt Wagner.

Sie wurde eigens im FZ Dresden entwickelt und besteht unter anderem aus einem Beschleuniger, der mit hoher Frequenz Elektronenstrahlen erzeugt: 100 000-mal pro Sekunde schießt er Elektronen auf ein Target (Ziel) aus flüssigem Blei. Der Dresdner Elektronenbeschleuniger ist eine Alternative zu den in späteren Anlagen geplanten Protonenbeschleunigern.

Der Effekt ist allerdings derselbe: Die beschleunigten Elektronen oder Protonen schlagen Neutronen aus dem Target heraus, die ihrerseits mit einer gehörigen Portion Energie auf die Reise gehen. Die brauchen sie auch, wenn sie auf ihr eigentliches Ziel, das radioaktive Material, treffen: Hier sollen sie nun entweder selbst Teilchen aus den radioaktiven Atomkernen heraus schlagen oder mit ihnen verschmelzen.

In beiden Fällen ändern sich die physikalischen Eigenschaften der getroffenen Atome, so dass sie andere Elemente bilden – entweder welche, die gar nicht mehr strahlen, oder zumindest solche, die schnell zerfallen.

„Wir wollen herausfinden, wie man die Neutronen ausrichten muss, damit möglichst viele von den langlebigen radioaktiven Kernen umgewandelt werden“, erklärt Wagner.

Die Transmutation könnte das Müllproblem zumindest eindämmen. Doch selbst eine Idee mit schon gut sechzigjähriger Geschichte fordert noch Geduld: In 15 Jahren frühestens, schätzt Wagner, könnte die Technik reif für die Anwendung sein. Joachim Knebel, der am Forschungszentrum Karlsruhe das Programm „Nukleare Sicherheitsforschung“ leitet, schätzt die Lage ähnlich ein: Er rechnet mit dem Prototyp einer Transmutationsanlage nicht vor dem Jahr 2030.

Bisher befinden sich alle Komponenten noch in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Zum Beispiel leistungsstarke Protonenbeschleuniger. „Diese Beschleuniger funktionieren prima in der Grundlagenforschung. Sie sind aber nicht darauf ausgelegt, an 365 Tagen im Jahr rund um die Uhr zu laufen“, erklärt Knebel. Das müssten sie aber, um den si-

cheren Betrieb einer Transmutationsanlage zu gewährleisten.

Die Nutzung eines flüssigen Metalls als Neutronenquelle dagegen funktioniert prinzipiell. Das haben Knebel und seine Kollegen im vergangenen Jahr am Paul-Scherrer-Institut im Schweizer Villigen gezeigt: Gemeinsam mit Wissenschaftlern aus 14 europäischen Forschungseinrichtungen und aus Japan, Korea und den USA testeten sie den Prototyp eines Flüssigmetall-Targets. „Wir konnten erstmals ein solches Target mit einer Leistung von einem Megawatt erfolgreich vier Monate lang betreiben“, erläutert Knebel, der das zugehörige „Megapie“-Projekt koordiniert hat.

Noch unfertig ist dagegen das Kernstück der Anlage, der Transmutator selbst. Hier wird zurzeit untersucht, wie man die Transmutations-elemente mit den hochradioaktiven Abfällen anordnen muss, um sie möglichst gleichmäßig abzubrennen. Und am weitesten von der Anwendung entfernt ist die Herstellung der Transmutationselemente – jener Teile also, die den schädlichen Atommüll enthalten. „Wie man die langlebigen Radionuklide aus den abgebrannten Brennstäben herauslöst und in Transmutationselemente bringt, das ist noch in der Entwicklung“, so Knebel.

Es ist also noch ein weiter Weg von der Idee zur Anwendung. Und selbst dann, so stellt Joachim Knebel klar, werden Endlager nicht völlig überflüssig: „Ein kleiner Rest langlebiger Isotope wird auch in einer Transmutationsanlage immer übrig bleiben und muss endgelagert werden.“ Der Stein der Weisen der Kernforschung ist also nicht der Weisheit letzter Schluss – bisher ist die Transmutation aber der hoffnungsvollste Ansatz zur Müllbekämpfung, den die Forscher zur Hand haben.

forward
Text weiterleiten: Mail an forward@handelsblatt.com Betreff: **Transmutation** (Leerzeichen) **9** (Leerzeichen) **Mailadresse des Empfängers**

Woher der nukleare Müll kommt und wohin er geht

Kettenreaktion

In den Brennstäben eines Kernkraftwerks steckt in der Regel Uran, ein radioaktives Schwermetall. Es wird durch den Beschuss mit Neutronen gespalten und setzt dabei neben Energie weitere Neutronen frei, die ihrerseits wieder Uran-Atome spalten. Diese Kettenreaktion ist im Prinzip nichts anderes als eine Transmutation: Aus dem Uran werden andere radioaktive Stoffe. Doch weil die Neutronen im Kernkraft-

werk mit geringerer Energie umherfliegen, entstehen andere Elemente als in einer Transmutationsanlage.

Altlasten der Kernkraft

Die Sorgenkinder der Kernenergie sind zum Beispiel die sogenannten minoren Actinide und das gefährliche Plutonium. Sie machen nur ein Prozent des Abfalls in einem abgebrannten Brennstab aus, doch sie strahlen mehrere 100 000 Jahre lang und müssten da-

her eigentlich ebenso lange aus der Biosphäre entfernt werden.

Salz, Granit und Ton

Als Endlager für diese hochradioaktiven Abfälle sollen sogenannte tiefe geologische Formationen dienen: Salzstöcke, Ton- oder Granit-schichten, wo die gelagerten Fässer keinen Kontakt zum Grundwasser haben, damit die radioaktiven Stoffe auf keinen Fall an die Oberfläche gelangen.

Müll in Glas

Für die Lagerung muss der stark strahlende Müll gleich mehrfach verpackt werden – zunächst wird er in Glas eingeschmolzen und in Edelstahlbehältern untergebracht. Diese wiederum werden in sogenannten Pollux-Behältern gesammelt, die den bekannten Castor-Behältern ähneln, und im Stollen versenkt. Zuletzt wird der Stollen mit Versatzmaterial aufgefüllt und möglichst für immer verschlossen.

Wasserstoff durch Sonnenlicht

DÜSSELDORF. Wissenschaftlern am Forschungszentrum Jülich ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur künstlichen Photosynthese gelungen. Das meldet die Zeitschrift „Angewandte Chemie“.

Mit der Photosynthese gewinnen Pflanzen ihre Energie: Im Gegensatz zu Tieren, die die Inhaltsstoffe ihrer Nahrung verwerten, leben sie buchstäblich vom Sonnenlicht und nutzen dessen Energie, um lebenswichtige Stoffe herzustellen.

Dass sie dabei Wasser (H₂O) zu Sauerstoff (O₂) und Wasserstoff (H₂) spalten, macht den Vorgang für Forscher und Ingenieure interessant. Denn Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft, etwa für Autos mit Brennstoffzellen-Antrieb. Doch noch wird das begehrte Gas auf chemischem Weg hergestellt. Für die Produktion werden fossile Brennstoffe wie Erdöl verbraucht.

Deshalb suchen die Entwickler von Brennstoffzellen nach Wegen, den Wasserstoff mit Hilfe von erneuerbaren Energien zu produzieren. Etwa mit der Energie aus Sonnenlicht – ein Herstellungsverfahren, das die Photosynthese nachahmt, wäre eine echte Alternative, glauben die Jülicher Forscher. Deshalb haben sie einen sogenannten Metalloxyd-Cluster entwickelt: ein komplexes Molekül, das die Spaltung von Wasser schnell und effizient in Gang bringt und dabei selbst stabil bleibt.

„Der Komplex entfaltet seine Wirkung schon bei Raumtemperatur“, sagt Paul Kögerler vom Institut für Festkörperforschung in Jülich. Er hat den Cluster gemeinsam mit Kollegen aus Jülich und von der Emory-Universität in Atlanta entwickelt.

Der künstliche Katalysator enthält das seltene Metall Ruthenium und widersteht den aggressiven Substanzen, die bei der Spaltung entstehen. Diese sogenannten freien Radikale sind extrem reaktionsfreudig: Sie tragen ein Elektron zu wenig und versuchen, diesen Mangel durch Bindung mit anderen Atomen auszugleichen.

Pflanzen lösen das Problem, indem sie ihre Katalysatoren ständig reparieren und austauschen – doch für eine künstliche Photosyntheseanlage wäre das zu viel Wartungsaufwand. Deshalb hat man in Jülich nach einem besonders stabilen Komplex gesucht.

Der entscheidende Schritt steht den Wissenschaftlern allerdings noch bevor: „Jetzt müssen wir unseren Komplex in ein System integrieren, das Sonnenlicht in Energie verwandelt“, erläutert Kögerlers Kollege Bogdan Botar. Bisher gewannen die Forscher die nötige Energie zur Wasserspaltung aus einer chemischen Reaktion. *tiw*

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

Genießen mit Verstand.

Welchen Einfluss die Psychologie auf unsere Essgewohnheiten hat. Und wie man ihre Erkenntnisse nutzen kann, um sich besser zu ernähren.

NEU! AB 2.4.

Weitere Themen im Heft:
Dossier Artenschutz Nach Jahrhunderten des Raubbaus versuchen Menschen die Vielfalt der Natur zu bewahren. Warum Artenschutz wichtig ist.
Der neue Wetterbericht Meteorologen entwickeln einen Wetterbericht für die nächsten sechs Monate.
Kampf gegen Krebs Interview mit Amerikas bestem Tumorforscher über zukünftige Therapien.

www.zeit-wissen.de oder 0180/52 52 909*

*14 Cent/Min. aus dem deutschen Festnetz, Mobilfunkpreise können abweichen.

ZEIT WISSEN
DAS WILL ICH WISSEN