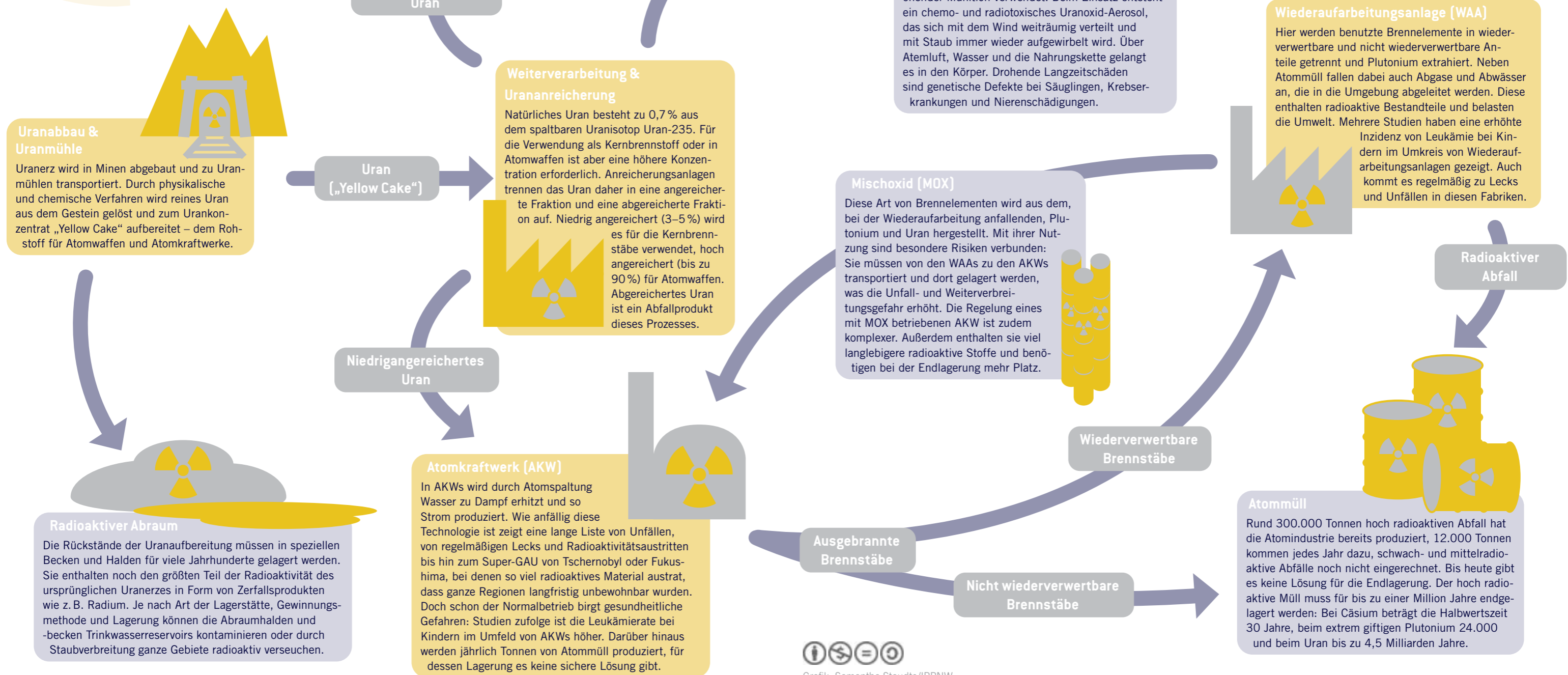


# Die Nukleare Kette

Die verschiedenen Prozesse und Zwischenschritte bei der Verarbeitung von Uran werden von Atombefürwortern oft als „Atomarer Kreislauf“ bezeichnet. Dabei handelt es sich mitnichten um einen Kreislauf, sondern vielmehr um eine Sackgasse, die beim Rohstoff Uran beginnt und beim Atommüll endet. Wir sprechen daher lieber von der „Atomaren Kette“. Jedes Glied dieser Kette, vom Uranbergbau über den Transport von „Yellow Cake“, die zivile Nutzung der Atomenergie, die militärische Nutzung von Atomwaffen, die Wiederaufarbeitung ausgebrannter Brennstäbe bis hin zur Lagerung von Atommüll, fügt Umwelt und menschlicher Gesundheit irreparable Schäden zu. Millionen Menschen leiden weltweit unter den Folgen der zivilen und der militärischen Atomindustrie, die sich im Rahmen der atomaren Kette als zwei Seiten einer Medaille darstellen.



**Uranabbau & Uranmühle**  
 Uranerz wird in Minen abgebaut und zu Uranmühlen transportiert. Durch physikalische und chemische Verfahren wird reines Uran aus dem Gestein gelöst und zum Urankonzentrat „Yellow Cake“ aufbereitet – dem Rohstoff für Atomwaffen und Atomkraftwerke.

**Atomwaffen**  
 Heute gibt es noch immer ca. 17.000 Atomwaffen weltweit. Mit ihrer Sprengkraft können sie unseren Planeten 20-mal vernichten. Sie benötigen große Mengen an hochangereichertem Uran oder Plutonium. Die Produktion, Lagerung, Sicherung und Instandhaltung dieser Waffen verschlingt Milliarden Euro an öffentlichen Mitteln, die in anderen Bereichen, wie dem Gesundheitswesen, Bildung und der Armutsbekämpfung fehlen. Atomwaffentests haben unsere Erde mit radioaktivem Fallout überzogen. Die Angriffe auf Hiroshima und Nagasaki töteten Hunderttausende Menschen. Bis heute erkranken und sterben Menschen an Krebs infolge der Verstrahlung durch Atomwaffendetonationen.

**Plutonium**  
 Dies ist ein hochgiftiges Schwermetall, das schon in Mikrogrammdosen Krebs auslösen kann. In der Natur kommt es praktisch nicht vor. Es entsteht in Atomreaktoren als Abfallprodukt der Kernspaltung. In Wiederaufarbeitungsanlagen wird es aus den abgebrannten Brennstäben extrahiert und kann für den Bau von Plutoniumbomben verwendet werden. Produktion, Handel und Transport von Plutonium stellen daher ein enormes Weiterverbreitungsrisiko dar.

**Radioaktiver Fall-Out**  
 Seit 1945 wurden weltweit über 2.000 Atomwaffentests durchgeführt. Radioaktive Partikel wurden in die Atmosphäre geschleudert, gingen als Fallout nieder und gelangten über Nahrung, Wasser und Atemluft in den menschlichen Körper. Stoffe wie Strontium oder Plutonium können ein Leben lang im Körper verbleiben und dort Schäden verursachen. Die IPPNW schätzt, dass durch die zusätzliche Strahlenbelastung durch Atomwaffentests weltweit mit bis zu 3 Millionen Krebstoten zu rechnen ist.

**Weiterverarbeitung & Urananreicherung**  
 Natürliches Uran besteht zu 0,7 % aus dem spaltbaren Uranisotop Uran-235. Für die Verwendung als Kernbrennstoff oder in Atomwaffen ist aber eine höhere Konzentration erforderlich. Anreicherungsanlagen trennen das Uran daher in eine angereicherte Fraktion und eine abgereicherte Fraktion auf. Niedrig angereichert (3–5 %) wird es für die Kernbrennstäbe verwendet, hoch angereichert (bis zu 90 %) für Atomwaffen. Abgereichertes Uran ist ein Abfallprodukt dieses Prozesses.

**Uranmunition**  
 Abgereichertes Uran wird aufgrund seiner enormen Dichte in panzerbrechender Munition verwendet. Beim Einsatz entsteht ein chemo- und radiotoxisches Uranoxid-Aerosol, das sich mit dem Wind weiträumig verteilt und mit Staub immer wieder aufgewirbelt wird. Über Atemluft, Wasser und die Nahrungskette gelangt es in den Körper. Drohende Langzeitschäden sind genetische Defekte bei Säuglingen, Krebserkrankungen und Nierenschädigungen.

**Wiederaufarbeitungsanlage (WAA)**  
 Hier werden benutzte Brennelemente in wiederverwertbare und nicht wiederverwertbare Anteile getrennt und Plutonium extrahiert. Neben Atommüll fallen dabei auch Abgase und Abwässer an, die in die Umgebung abgeleitet werden. Diese enthalten radioaktive Bestandteile und belasten die Umwelt. Mehrere Studien haben eine erhöhte Inzidenz von Leukämie bei Kindern im Umkreis von Wiederaufarbeitungsanlagen gezeigt. Auch kommt es regelmäßig zu Lecks und Unfällen in diesen Fabriken.

**Mischoxid (MOX)**  
 Diese Art von Brennelementen wird aus dem, bei der Wiederaufarbeitung anfallenden, Plutonium und Uran hergestellt. Mit ihrer Nutzung sind besondere Risiken verbunden: Sie müssen von den WAAs zu den AKWs transportiert und dort gelagert werden, was die Unfall- und Weiterverbreitungsgefahr erhöht. Die Regelung eines mit MOX betriebenen AKW ist zudem komplexer. Außerdem enthalten sie viel langlebigere radioaktive Stoffe und benötigen bei der Endlagerung mehr Platz.

**Atomkraftwerk (AKW)**  
 In AKWs wird durch Atomspaltung Wasser zu Dampf erhitzt und so Strom produziert. Wie anfällig diese Technologie ist zeigt eine lange Liste von Unfällen, von regelmäßigen Lecks und Radioaktivitätsaustritten bis hin zum Super-GAU von Tschernobyl oder Fukushima, bei denen so viel radioaktives Material austrat, dass ganze Regionen langfristig unbewohnbar wurden. Doch schon der Normalbetrieb birgt gesundheitliche Gefahren: Studien zufolge ist die Leukämierate bei Kindern im Umfeld von AKWs höher. Darüber hinaus werden jährlich Tonnen von Atommüll produziert, für dessen Lagerung es keine sichere Lösung gibt.

**Radioaktiver Abraum**  
 Die Rückstände der Uranaufbereitung müssen in speziellen Becken und Halden für viele Jahrhunderte gelagert werden. Sie enthalten noch den größten Teil der Radioaktivität des ursprünglichen Uranerzes in Form von Zerfallsprodukten wie z. B. Radium. Je nach Art der Lagerstätte, Gewinnungsmethode und Lagerung können die Abraumhalden und -becken Trinkwasserreservoirs kontaminieren oder durch Staubverbreitung ganze Gebiete radioaktiv verseuchen.

**Atommüll**  
 Rund 300.000 Tonnen hoch radioaktiven Abfall hat die Atomindustrie bereits produziert, 12.000 Tonnen kommen jedes Jahr dazu, schwach- und mittelradioaktive Abfälle noch nicht eingerechnet. Bis heute gibt es keine Lösung für die Endlagerung. Der hochradioaktive Müll muss für bis zu einer Million Jahre endgelagert werden: Bei Cäsium beträgt die Halbwertszeit 30 Jahre, beim extrem giftigen Plutonium 24.000 und beim Uran bis zu 4,5 Milliarden Jahre.

Angst um die Gesundheit ihrer Kinder ist für Menschen aus der Region Fukushima zum ständigen Begleiter geworden. Doch nicht nur dort: Von radioaktiv verseuchten Bergbaugebieten und strahlenden Flüssen über Lecks in Plutoniumfabriken bis hin zu atomaren Mülldeponien – die Orte, an denen Menschen durch die Hinterlassenschaften der Atomindustrie dauerhaft um ihre Gesundheit und ihr Leben und das ihrer Angehörigen bangen, erstrecken sich über den gesamten Globus.

## Unser kostbarstes Gut

Wo die Atomindustrie ihre Spuren hinterlässt, sind Gesundheit und Umwelt in ständiger Gefahr

In der Nähe der geschlossenen Stadt Tomsk-7, deren Atomfabriken durch Unfälle und Entsorgung radioaktiver Abfälle die ganze Region verseucht haben, leben Lubow und Lidia (unten rechts). Lubow sollte an der Schilddrüse operiert werden. Auch Lidia wurde empfohlen, sich die Schilddrüse entfernen zu lassen. Schilddrüsenkrebs ist eine häufige Erkrankung in radioaktiv kontaminierten Gebieten, so wie auch Leukämie – v. a. bei Kindern und Jugendlichen, die um ein Vielfaches strahlensensibler sind als Erwachsene. Yulia, die in Semei lebt (unten mitte, links), einer Stadt in Kasachstan nahe des ehemaligen Atomwaffentestgeländes der UdSSR, ist von Leukämie betroffen. Die Zahl der Krebserkrankungen in der Region ist 25–30 Mal höher als im restlichen Kasachstan. Auch im Irak, wo während der Golfkriege 1991 und 2003 Uranmunition eingesetzt wurde, findet man in betroffenen Regionen einen massiven Anstieg der Raten von Fehlbildungen bei Kindern und Krebserkrankungen. Für jedes Glied der nuklearen Kette zahlen Menschen einen hohen Preis. Atomenergie ist keine „günstige“ Energie: Sie kostet uns das Kostbarste was wir haben – unsere Gesundheit und die nachfolgender Generationen.



FUKUSHIMA STADT, JAPAN

Foto: Robert Knoth



BAGDAD, IRAK

Foto: Naomi Toyoda



SEMEI, KASACHSTAN



TOMSK, RUSSLAND

Fotos: Robert Knoth



Fotos: Robert Knoth

Rechts: Kiev, Ukraine (2005) – Galina Miroschnitschenko (34) hat Schilddrüsenkrebs. Seit der Katastrophe von Tschernobyl 1986 stieg die Zahl der Schilddrüsenkrebsfälle in den betroffenen Regionen um ein Vielfaches.



Links: Präfektur Fukushima, Japan – Kenta Sato musste sein bisheriges Leben für immer hinter sich lassen. Er stammt aus der Gemeinde Iitate, auf die am 15. März 2011 eine Wolke radioaktiven Fallouts aus dem havarierten Atomkraftwerk Fukushima-Daiichi niederging. Erst Ende Mai 2011 wurde der Ort vollständig evakuiert. Ob er gesundheitliche Schäden davonträgt, wird die Zeit zeigen. In Japan zeigen sich schon jetzt erste Fälle von Schilddrüsenkrebs bei Kindern.

## Die atomare Kette

### Kreislauf oder Sackgasse?

Oft werden wir als IPPNW gefragt, weshalb wir uns gegen Atomenergie einsetzen und was dieses Engagement mit unserem ursprünglichen Ziel, der Verhütung des Atomkriegs zu tun hat. Tatsächlich gab es zwischen der Abrüstungs- und der Anti-AKW-Bewegung lange Zeit wenige Schnittstellen. In dieser Ausgabe des IPPNW Forums möchten wir darstellen, dass die zivile Nutzung der Atomenergie und die Schrecken der Atombombe beide Teil einer globalen Atomindustrie sind. Die Vertreter derselben sprechen euphemistisch von einem „Atomaren Kreislauf“ und wollen damit suggerieren, dass man in der Lage sei, ohne Rohstoffverbrauch oder Abfallprodukte quasi grenzenlos Energie (und Bomben) zu produzieren – die Verwirklichung des alten Menschheitstraums vom Perpetuum mobile. Die Realität straft dieses attraktive Werbeversprechen Lügen. Tatsächlich wäre die Metapher einer „Atomaren Sackgasse“ wohl treffender:

Seinen Anfang nimmt der Weg des Urans in Bergwerken und Tagebaugruben, wo Uranerz unter meist menschenverachtenden Bedingungen aus der Erde geschürft, gesprengt oder geätzt wird. Der Raubbau des Urans in den Urwäldern Australiens, Afrikas und Indiens oder den Bergketten Zentralasiens und Nordamerikas hinterlässt stets atomare Abraumhalden durchzogen werden, von denen in der Trockenzeit radioaktiver Staub ins Land weht und in der Regenzeit verseuchtes Wasser die Flüsse und Grundwasserleiter flutet.

Oft in den Gebieten indigener Völker gelegen, stellen die Uranabbaugebiete den Ausgangspunkt einer ungesunden und die Umwelt schwer belastenden Industrie dar, die sich ungeachtet der katastrophalen Folgen des Uranabbaus in den Verbraucherländern mit ihrer vermeintlichen Umweltfreundlichkeit zu brüsten versucht. Die erhöhten Krebsraten und Missbildungen

in den umliegenden Dörfern zeigen die wenig bekannte Schattenseite der Atomwirtschaft.

Von den verseuchten Abbaugruben führt der Weg des Urans über holprige Landstraßen zu qualmenden Uranmühlen, deren radioaktive Abfallprodukte meist völlig wahllos in umliegende Flüsse oder Stauseen geleitet werden. Auf Lastschiffen überquert dann das aufbereitete Uranpulver in Form von „Yellow Cake“ die Ozeane – das Kilo für 57 Euro auf den einschlägigen Uranbörsen der westlichen Welt zu haben. Der Transport von jährlich mehreren Zehntausend Tonnen Uran und Plutonium kreuzt und quer über den Globus stellt eine nicht zu vernachlässigende Gefahr für Umwelt und Gesundheit dar und ist nicht zuletzt ein enormes Proliferationsrisiko. Denn schon mit einigen Kilo Plutonium ließe sich eine sogenannte „dreckige“ Atombombe bauen (als gäbe es „saubere“ Varianten). Ziel der Transporte sind die Atomfabriken, die Brennstoffe für

Atomkraftwerke oder Sprengkörper für Atombomben herstellen. Die gemeinsame Infrastruktur der militärischen und zivilen Atomindustrie ist, 68 Jahre nach Zündung der ersten Atombombe, effizient aufeinander abgestimmt.

Hunderte von kleineren und größeren Unfällen, Lecks, Bränden und Explosionen in diesen Atomfabriken haben immer wieder zu großflächiger radioaktiver Verseuchung und Verstrahlung geführt. Orte wie Majak, Tomsk, Tokaimura, Hanford, La Hague und Sellafield führen gemeinsam mit Tschernobyl und Fukushima die Liste der schwersten Umweltkatastrophen der Menschheitsgeschichte an.

Weiter wandert das nun angereicherte Uran in Atomkraftwerke oder Waffensilos, lagert in Abklingbecken, kreuzt in U-Booten über die Weltmeere oder wartet darauf, in einer B61-Bombe über Wohngebieten einer fremden Großstadt abgeworfen zu werden. Mehr als 2.000 Atomwaffen wurden in den vergangenen Jahrzehnten detoniert und haben die weltweite Hintergrundstrahlung messbar erhöht. Kein Ort auf der Welt blieb vom radioaktiven Fallout verschont. Mehr als

3 Millionen zusätzliche Krebsfälle weltweit gehen auf das Konto der Atomwaffentests.

Wenn es nicht als radioaktiver Niederschlag einer Atomexplosion endet, findet das Uran sein unausweichliches Ende in den gelben Giftmülltonnen, die zu Zehntausenden in feuchten Bergwerksstollen, schlecht gesicherten Lagerhallen und unterirdischen Bunkern rund um die Welt zu finden sind, oder wird der Einfachheit halber gleich in Sickergruben oder den Ozean abgelassen. Der Atom Müll ist das schmutzige Ende der atomaren Sackgasse.

Egal ob es sich um radioaktiven Staub von Abraumhalden handelt, um Lecks aus Atomfabriken, Transportunfälle, radioaktiven Niederschlag oder undichte Atom Müllsilos – die Folge ist stets eine Verseuchung der Umwelt mit radioaktiven Isotopen. Diese können dann mit Lebensmitteln, Trinkwasser oder der Atemluft von Menschen aufgenommen und im Körper eingebaut werden, wo sie über viele Jahre das umliegende Gewebe schädigen. Die Folgen sind Mutationen der DNA, Zelltod und Krebserkrankungen. Leukämie-Cluster und ein Anstieg der Schilddrüsenkrebsrate sind zwei der offensichtlichsten

Zeichen chronischer Strahlenexposition; Fehlgeburten, Missbildungen und genetische Erkrankungen fallen statistisch oft erst auf, wenn man gezielt nach ihnen sucht. Epidemiologische Studien sind jedoch selten, da die Regierungen meist kein großes Interesse haben, die Atomindustrie durch wissenschaftliche Studien zu beschädigen. Die KiKK-Studie, die signifikant erhöhte Kinderkrebsinzidenzen rund um deutsche Atomkraftwerke aufzeigte, bildet hier eine löbliche Ausnahme.

Die Namen Tschernobyl und Fukushima sind zu Synonymen für die Schrecken der Atomtechnologie und die weiträumige radioaktive Verseuchung geworden. Für uns als Ärztinnen und Ärzte ist jedoch wichtig festzuhalten, dass jedes Glied der atomaren Kette große Gefahr für Umwelt und Gesundheit birgt.

Dr. Alex Rosen ist stellvertretender Vorsitzender der deutschen IPPNW und Kinderarzt in Berlin.





Foto: Susanne Böhner

## Ein anderes Denken

Der Uranbergbau – gesundheitliche Auswirkung auf Arbeiter und Bevölkerung

**A**nlässlich des Weltkongresses der IPPNW 2010 in Basel haben Indigene aus allen fünf Kontinenten über Krankheiten berichtet, die im direkten Zusammenhang mit dem Uranbergbau stehen. Unser klassisches Denken geht vom Ursache-Wirkung-Prinzip aus: hier die Noxe, dort die Krankheit. Wir sprechen von hohen Dosen.

### Uran als Schwermetall

Uran wirkt ähnlich wie andere Schwermetalle. Es wird entweder als Gas eingeatmet oder im Trinkwasser aufgenommen und zu 85 % ausgeschieden. Ca. 15 % verbinden sich zu festen Komplexen mit bestimmten Eiweißen im Körper.

Im Bergwerk selbst wird das Schwermetall in geringen Dosen mit Staub eingeatmet, zusammen mit anderen Schwermetallen. Es dürfte nur bei sehr langer Expositionszeit eine Rolle spielen.

Beim Zerkleinern des Gesteins kann Uranhexafluorid, bei der Anreicherung Aranylfluorid aufgenommen werden, wenn undichte Stellen im Verarbeitungsprozess existieren. Die Uran-Eiweißkomplexe lagern sich in der Niere, aber auch im Hirn und anderen Organen ein. Bei längerer Zufuhr kommt es zur Akkumulation.

**D**a die Verstoffwechselung und Ausscheidung dieser Uran-Eiweißverbindungen nur langsam vorangeht, kommt es zur Störung der Nierenfunktion bis zum Nierenversagen, zu neurotoxischen und gentoxischen Wirkungen. Auch DNA-Brüche werden beobachtet. Schädigung am Oocyt, der unreifen Eizelle, sind im Mäuseexperiment nachgewiesen. Weitere beschriebene Folgen dieser Uran-Schwermetallbelastung sind: Niereninsuffizienz, Encephalopathien, Nervenschädigungen sog. Neuropathien, häufige Erkrankung von Schwangeren, häufigere Geburtsschä-

den und Totgeburten, seltenere Schwangerschaften, Fertilitätsprobleme, erhöhter Blutdruck, schnelleres Altern. Bei Kindern: verminderte Intelligenz, Lernschwierigkeiten, Infektanfälligkeit, Störung der Muskelkoordination, Nerven- und Nierenkrankheiten. Kinder mit Geburtsschäden aus belasteten Gebieten sterben früher.

### Uran und seine radioaktiven Zerfallprodukte

Im deutschen Uranbergbau-Konsortium Wismut sind bis 2011 knapp 9.000 Arbeiter an Lungenkrebs erkrankt und anerkannt. Wahrscheinlich sind es viel mehr, 3.000 sind bis 2003 gestorben. Neben Lungenkarzinomen sind auch andere Karzinome aufgetreten, z.B. im Nasen-Rachenraum – 3.355 Fälle alleine in Wismut. Leukämie, Sarkome und Mastoid-Zell-Karzinome werden mit einer länger dauernden Radium-Exposition begründet.

Falea, Mali (2012). Direkt neben dem Dorf nimmt die Firma Rockgate Probebohrungen zur Erkundung eines Uran-Silber-Kupfer-Vorkommens vor. Für die Bohrungen wird Wasser in großen Mengen benötigt, dass danach – radioaktiv kontaminiert – einfach in die Umgebung abgelassen wird. Nach Beginn der Bohrungen ist die außerdem die Quelle des Dorfes versiegt.

Das Problem bei allen Belastungen mit Uran-Isotopen ist die lange Latenzzeit zwischen Exposition und dem Auftreten der Krankheit (15–25 Jahre). Dies macht eine Verfolgung extrem schwierig, insbesondere wenn Wanderarbeiter eingesetzt werden.

Die Urankonzentration in Wasserläufen in Gebieten, wo noch kein Uran gefördert wird, kann auch als Indikator genommen werden, ob es irgendwo Uran gibt. Diese Tatsache macht epidemiologische Studien u. U. schwierig, wenn später dort Uran abgebaut wird.

### Gesundheitsfolgen

Uran, als Schwermetall über längere Zeit aufgenommen mit dem Trinkwasser (z.B. durch Verseuchung des Grundwassers, der Flüsse, undichte Abraumhalden) oder mit Staub aufgenommen, führt als Monosubstanz zu hohen Belastungen, die vom menschlichen Organismus nicht ausreichend entgiftet werden kann. Die Uran-Eiweißverbindung lagert sich in den Nieren, dem Hirn und andern Organen ab und führt dosisabhängig zu eindeutigen neuro-, nephro- und gentoxischen Veränderungen. Uran und seine radioaktiven Zerfallsprodukte, insbesondere Radon und Polonium, führen bei längerer Exposition zu Lungenkrebs und Krebserkrankungen im Nasen-Rachen-Raum.

Die durch Staub bedingte Lungensilikose ist die häufigste, aber nicht uranspezifische Erkrankung.

### Niedrigdosisbereich

Im Niedrigdosisbereich besteht keine eindeutige Korrelation zwischen Dosis und Krankheit – weder mit der Schwermetallwirkung alleine noch mit der Strahlenwirkung. Zu den beschriebenen gesundheitlichen Problemen zählen: Herzkreislauferkrankungen, Magen-Karzinom, schnelles Altern, Depressionen, kindlicher Diabetes, Entwicklungsstörungen, Intelli-

genzschwäche, Knochentumoren, Leukämien und Erbschäden.

**D**ie Tatsache jedoch, dass von den Indigenen aus allen fünf Kontinenten diese Veränderungen beschrieben werden, muss nachdenklich stimmen. Ich war 20 Jahre im Fach Umweltmedizin tätig und in Gremien aktiv. Hier musste ich lernen, dass Umweltkrankheiten bedingt sind durch Kombinationswirkungen – durch synergistische Eingriffe an der Zelle und dem Immunsystem – auch wenn die einzelnen Risiken innerhalb der nach dem ALARA-Prinzip (As Low As Reasonable Acceptable) festgelegten Grenzwerte liegen.

Die Toxikologie hat sich dieses Problems kaum oder nicht angenommen. Für dieses Fach gilt immer noch: Wenn der einzelne Stoff keine Veränderung macht, so ist auch durch das Zusammenwirken mit andern Stoffen nicht mit Veränderungen zu rechnen.

**A**nders die Pharmakologen: Sie mussten lernen, dass Medikamente sich gegenseitig erheblich beeinflussen können. Die Wirkung gleichzeitig eingenommener Medikamente kann verstärkt oder abgeschwächt werden, völlig andere Wirkungen können auftreten bis hin zum Versagen eines Organes, das primär überhaupt nicht in der Behandlung intention stand. Alter, Nieren und Leberfunktion werden mitberücksichtigt.

Zu diesen Faktoren zählen z. B. genetische Prädispositionen der Einzelperson, Unter- oder Fehlernährung, Rauchen, Alkohol und Staubexposition, Quecksilberbelastung (Schwermetalle und Strahlung haben teilweise dieselben Angriffspunkte an der DNA), Lösungsmittel, Säuren, Laugen aus dem Abraum (Lösungsmittel bzw. lipophile Substanzen können die Gefäßwände durchlässiger machen), die Kombination von sehr kurz wirkender und lang wirkender Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung

(bisher wenig untersucht), hohe Strahlensensibilität im wachsenden Organismus, verminderte Immunität im Alter oder Infektionskrankheiten.

Die Tatsache, dass Erbgut, Alter, Hunger, Infektionskrankheiten, chemische und physikalische Noxen auch in geringer Dosierung zu Mutationen führen und mehrere Mutationen nötig sind, bis eine Krebserkrankung oder eine andere degenerative Erkrankung entsteht, machen verständlich, dass eine Vielzahl von Erkrankungen, wie sie die Indigenen berichten, auftreten können ohne dass eine Korrelation zu einer einzelnen Noxe, z. B. dem Uran, nachweisbar ist. Ein Zusammenhang der Erkrankungen mit dem Uranbergbau besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit, auch wenn eine klare Kausalität auf Grund mangelnder epidemiologischer Studien oft nicht bewiesen werden kann.

**W**ir sollten nicht ausschließlich nach Strahlenmessungen gehen. Fragen wir auch nach anderen Belastungen, insbesondere durch Schwermetalle, Lösungsmittel und dem persönlichen Belastungsprofil. Die Wissenschaft – besonders Toxikologen und Epidemiologen – muss sich von der strengen Dosis-Wirkungskurve verabschieden. Diese gilt ausschließlich für hohe, toxische Dosen.

Wir brauchen ein anderes Denken – und damit Handeln.

Dr. Günther Baitsch ist Arzt für innere Medizin, Herz- und Gefäßkrankheiten sowie Umweltmedizin.





Gomel, Weissrussland (2005) im Gebiet des Tschernobyl-Fallout: Darja Sachantschuk hat ein Herzleiden. Seit der Katastrophe im Atomkraftwerk Tschernobyl hat sich – neben den Krebsfällen – auch die Anzahl erblich bedingter Krankheiten, insbesondere von Herzkrankheiten, vervierfacht.

Fotos: Robert Knoth

Chelyabinsk, Russland (2005): Emil (13) und Camil (5) haben schwere gesundheitliche Probleme: Emil hat eine verdrehte Wirbelsäule und hatte schon zwei mal einen Tumor im Nacken. Camil leidet an Hydrocephalus und Teile seiner Gedärme mussten entfernt werden. Ihre Heimat liegt in der Nähe der Atomanlage Majak, wo Plutonium für das sowjetische Atomwaffenprogramm hergestellt wurde. Sie kontaminierte durch Unfälle und Lecks ein Gebiet von mehr als 15.000 km<sup>2</sup>.



## Gefährliche Zwillinge

— Militärische und zivile Nutzung der Atomenergie —

Jede Geschichte hat einen wahren Kern. Die atomare Geschichte hat auch einen: die radioaktive Strahlung, die der gesamten atomaren Kette vom Herstellen der Spaltmaterialien bis zum vermeintlichen Endlager als zentrales Risiko eigen ist. Am Anfang ihrer Geschichte diente die junge Atomenergie militärischen Zwecken – es entstanden die ersten Atombomben. Erst danach forcierte die Wissenschaft das Konzept, mit Atomenergie auch Strom zu erzeugen.

So ist es kein Zufall, dass die militärische und die zivile Nutzung der Atomenergie auf vielen Ebenen Überschneidungen aufweisen. Deswegen sagen wir: Atomenergie und die Bombe sind zwei Seiten derselben Medaille.

Nachdem das Erdbeben und der Tsunami Fukushima trafen, stellten viele Menschen sich die Frage, warum ausgerechnet Japan dermaßen in Atomenergie zur Stromerzeugung investierte, nachdem es durch die Atombomben so gelitten hatte? Es mag überraschen, dass die japanische Regierung in den 1960er Jahren jegliche Vorsicht vor der Atomenergie aufgab und begann, Atomkraftwerke in großem Stil zu bauen.

Doch diese Spaltung im Kopf zwischen dem „friedlichen“ und dem „zerstörerischen militärischen“ Atom ist nicht nur eine japanische Eigenheit. Auf dem diplomatischen Parkett in New York, Genf

oder Wien wird seit Jahrzehnten die These vertreten, dass die Atomenergie in Form von Waffen „böse“ ist, aber ganz toll zum Wasserkochen sei. Der Atomwaffensperrvertrag von 1970 hat diesen Glaubenssatz in seinem Artikel IV festgeschrieben. Jedes Land, das auf Atomwaffen verzichtet, hat das Recht auf Atomkraft. Die „Atoms for Peace“-Propaganda der 1950er Jahre wurde zur Grundlage für die Internationale Atomenergie Organisation (IAEO), die noch immer die Förderung der weltweiten zivilen Nutzung von Atomenergie mit voller Kraft verfolgt. Deshalb sind alle Aussagen der IAEO über die Sicherheit der Atomtechnologie mit Vorsicht zu genießen.

Atomenergie ist an sich weder „gut“ noch „schlecht“. Unsere Arroganz und Ignoranz – zu denken, dass wir diese massive und potenziell zerstörerische Kraft beherrschen können – ist meines Erachtens zu verurteilen. Zudem ist es kriminell, die Risiken dieser Technologie zu verharmlosen. Tschernobyl hat gezeigt, welche Konsequenzen menschliches Versagen haben kann. Fukushima zeigt uns, wie wenig wir tatsächlich die Technologie beherrschen und wie klein wir sind, wenn die Natur unser Schicksal entscheidet. Das Naturdesaster in Japan war schlimm genug; wir haben es mit dem Bau von AKWs in Erdbebengebieten noch verschlimmert. Könnte es überheblicher und dümmer gehen? Die Dummheit beginnt zu Beginn der nuklearen Kette mit dem Uranabbau. Uran ist im Gestein eingeschlossen. Indi-

gene Völker – die seit Generationen auf uranhaltigem Boden leben – sagen in ihrer Weisheit, dass das Uran in der Erde bleiben muss. Wenn man es abbaut, wird es gefährlich. Heute weiß man: Radioaktive und toxische Partikel werden freigesetzt, die Krebs auslösen können.

Das Uran wird zum weiteren Einsatz angereichert. Die Unterschiede in der Technologie für die jeweilige Endnutzung sind minimal. Für die Atomkraft wird Uran auf rund 3-5% angereichert, für medizinische Isotopen auf 20%, für Atombomben auf bis zu 85-90%. Manche atombetriebene U-Boote oder Forschungsreaktoren (z.B. der FRM II in der Nähe von München) verwenden sogar hochangereichertes (eben waffenfähiges) Uran für zivile Zwecke. Wenn ein Land erstmal anreichern kann, ist das Spaltmaterial für die Waffenoption gesichert.

Es gibt eine weitere militärische Nutzung als Nebenprodukt der Anreicherung: Munition mit abgereichertem Uran. Diese kann durch die hohe Dichte des Urans Panzer und Beton durchbrechen. Wenn nach Treffern Uranpartikel freigesetzt werden, hat das radioaktive Schwermetall verheerende Folgen für Mensch und Umwelt.

Und am Ende der Kette fällt, wie bei jeder Produktherstellung, Müll an. Was sollen wir mit den Bergen an Atommüll tun? Manche Länder, wie u.a. Frankreich, Russland, die USA, Indien und Japan, bevorzugen

die Wiederaufarbeitung. Durch das Verbrennen des Urans in einem Reaktor wird Plutonium erzeugt, das durch eine Wiederaufarbeitung abgetrennt werden kann. Es kann Mischoxid (MOX) als Brennstoff hergestellt werden, der in einem MOX-Reaktor wiederum Strom erzeugen kann. Oder das Plutonium wird für Atomwaffen verwendet und ergibt sogar „bessere“ Bomben als einfache Uranbomben. So haben japanische Politiker oft daran erinnert, dass sie aus dem „zivilen“ Bereich genug Plutonium angehäuften hätten, um bei Bedarf ein großes Atomarsenal bauen zu können.

Wenn man im „Westen“ über den Iran redet, dann steht dessen ziviles Atomprogramm stets in der Kritik. Dabei stellt der Konflikt mit dem Iran eine der Säulen des Atomwaffensperrvertrags infrage: das Recht auf die friedliche Nutzung der Atomenergie. Diese Säule bröckelte in den 1990er Jahren, als das hinter einem „friedlichen“ Programm versteckte militärische Atomprogramm im Irak aufgedeckt wurde. Diesem Weckruf folgte auf dem Fuße die Aufdeckung des illegalen Schmuggelnetzes des pakistanischen Wissenschaftlers A. Q. Khan. Spätestens da wurde klar, dass sich hinter zivilen Programmen oft militärische Intentionen verstecken.

Es gibt keine „friedliche“ Atomenergie. Erstens, weil die ihr innewohnende zerstörerische Kraft immer vorhanden ist und zweitens, weil sie immer auch die militä-

rische Option beinhaltet. Die IAEO kann kontrollieren, Proben entnehmen und Fragen stellen, doch kann der Verdacht der militärischen Nutzung nie völlig ausgeräumt werden.

Die Ansichten über die Kernspaltung sind gespalten. Wir sollten dabei jedoch die unauflösliche Verbindung zwischen allen Aspekten der nuklearen Kette erkennen: Uranabbau, Anreicherung, Atomkraft, Wiederaufarbeitung, Atomwaffen, Atommüll und Fallout. Es ist die für Mensch und Umwelt gefährliche ionisierende Strahlung, die wir bei jedem dieser Kettenglieder zusätzlich erzeugen. Wenn wir über ein Kettenglied diskutieren, können wir die anderen nicht außer Acht lassen – gerade auch wenn es um CO<sub>2</sub>-Emissionen geht. Sie alle addieren sich zum hässlichen, radioaktiven und toxischen Kern dieser Technologie, voller Risiken und drohender Verseuchung. Daher plädiere ich für den Ausstieg aus der Atomenergie insgesamt, nicht nur aus einem ihrer Teile.



Xanthe Hall ist Abrüstungsreferentin der IPPNW Deutschland.

# Gesundheitliche Folgen von Niedrigstrahlung

—Die offiziellen Lügen über die Folgen von Tschernobyl und Fukushima erfordern eine neue Bestandsaufnahme—

Unter einer niedrigen Dosis durch ionisierende Strahlung verstehen wir Expositionen in Höhe der natürlichen Umgebungsstrahlung, des diagnostischen Röntgens und der Grenzwerte für berufliche Strahlenbelastung. Lange Zeit wurde von offizieller Seite behauptet, in diesem Dosisbereich seien die Effekte so gering, das sie statistisch nicht nachgewiesen werden könnten. Daher seien die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte Garantie für eine optimale Vorsorge. Dies wurde seit Jahrzehnten in der Antiatombewegung als Verharmlosung gebrandmarkt und es wurde eine Revision der Folgenabschätzung gefordert.

Die deutsche Sektion der IPPNW fordert die Auflösung eines Kooperationsvertrags von 1959 zwischen der Internationalen Organisation zur Förderung der Atomenergie IAEA und der Weltge-

rin Alice Stewart über die Verursachung kindlicher Krebserkrankungen durch diagnostisches Röntgen bei Schwangeren wurde mittlerweile offiziell bestätigt. Ferner ist Konsens, dass beruflich strahlenexponierte Kohorten auch innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte signifikant erhöhte Spätschäden zeigen.

Das normgebende Gremium für die deutsche Strahlenschutzgesetzgebung ist die Internationale Strahlenschutzkommission ICRP. Ihr Schadensmaß, die Dosisseinheit Sievert (Sv), geht aus von einer absorbierten Energie im Gewebe in Joule/kg. Teilkörperdosen werden in eine „effektive“ Dosis umgerechnet. Die natürliche Exposition beträgt bei uns etwa 1 mSv/Jahr ohne Radon (1 Sv = 1000 mSv). Die nach wie vor erheblichen Defizite bei der Beurteilung des Strahlenrisikos durch die ICRP sind in der Tabelle schematisch aufgelistet.

## Gesundheitsschäden durch Niederdosisexposition einer Bevölkerung nach ICRP im Vergleich zu Befunden in der wissenschaftlichen Literatur (Dosisangabe für Krebs ist die effektive Dosis, für genetische Erkrankungen die Gonadendosis, für Effekte in utero die Uterusdosis.)

	Krebstermortalität	Genetische Erkrankungen bei Nachkommen	Effekte nach Exposition in utero	Somatische Erkrankungen außer Krebs
<b>Risiko nach ICRP 2007 und 2012</b>	5,5% pro Sv	0,2% pro Sv	kein Effekt unter 100 mSv	kein Effekt unter 500 mSv
<b>Kritik</b>	Unterschätzung um Faktor 2 nach BFS u. a.; bzw. um etwa Faktor 10 gemäß neuen Auswertungen am japanischen Atombombenkollektiv und aus strahlenbiologischen Gründen	Bewertung ist nach Ansicht von Genetikern eine Unterschätzung; zahlreiche Effekte in der 1. Generation durch Tschernobylfallout	Nicht berücksichtigt: Krebs, Fehlbildungen, Geistige Behinderung, psychische Krankheiten, Down-Syndrom, Totgeburten, Säuglingssterblichkeit, spontane Aborte, geringes Geburtsgewicht	Entgegen Befunden bei Atombombenüberlebenden, beruflich Exponierten und Tschernobyl: Kreislauf, Lunge, Magen/Darm, Nerven, Benigne Tumore, Katarakte u. a.

sundheitsorganisation WHO, beides Einrichtungen der Vereinten Nationen. Danach kann die IAEA verlangen, dass Forschungsergebnisse, die für ihre Ziele nachteilig sind, von der WHO nicht öffentlich gemacht werden. Darin zeigt sich der bis dato ungebrochene Einfluss der Atomlobby auf die offizielle Einschätzung von Strahlenfolgen. Auch die WHO verkündet z. B. minimale Schadensfälle durch den Tschernobylfallout im Widerspruch zu den Ergebnissen zahlreicher Wissenschaftler (vergl. Pflugbeil et al.: Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl, IPPNW 2011).

Jedoch hat sich inzwischen die Erkenntnis durchgesetzt, dass auch sehr niedrige Strahlendosen messbare Todesfälle in einer Bevölkerung erzeugen. WHO und offizielle Strahlenschutzgremien halten es nunmehr für gesichert, dass die Lungenkrebsrate durch die normalen Pegel des radioaktiven Gases Radon in der Atemluft von Wohnhäusern erhöht wird. Radon ist ein Folgeprodukt des natürlich vorkommenden Radiums. Das Bundesamt für Strahlenschutz (www.bfs.de) gibt an, dass etwa 5% aller Lungenkrebskrankungen in der BRD auf Radon zurückzuführen sind. Der jahrzehntelang bestrittene Befund der englischen Medizine-

Für Krebs und Erbschäden wird der Effekt proportional zur Dosis angesetzt, es gibt also keinen unschädlichen Dosisbereich (Schwellendosis). Das Krebsrisiko nach ICRP bedeutet, dass 5,5% der Personen in einer Bevölkerung zusätzlich an Krebs sterben, wenn sie eine mittlere Dosis von 1 Sv erhalten. Für die groteske Unterschätzung des genetischen Risikos und die hohen Schwellenwerte für Entwicklungsstörungen und nicht-karzinogene Erkrankungen dienen ausschließlich die Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki als Referenz. Kreislaufkrankungen durch niedrige Dosen werden inzwischen jedoch von tonangebenden Strahlenforschern als gleich häufig angesehen wie Krebserkrankungen. Es bleibt viel zu tun.



Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake ist Physikerin und Mathematikerin und Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der IPPNW.



© ddp images/Jochen Luebke

Deutschland, Atommülllager Asse: Für Millionen Jahre gedacht, heute schon nicht mehr sicher – Lauge dringt ein.

## Für die Ewigkeit?

—Die Risiken im Umgang mit Atommüll sollen verborgen bleiben—

Wie Deutschland in einer Million Jahren aussieht, soll nun festgelegt werden. Zu diesem Zweck und weil in einigen Jahren alle Atomkraftwerke in Deutschland abgeschaltet und abgerissen werden, ist am 27. Juli 2013 ein neues Gesetz in Kraft gesetzt worden. Es trägt den Namen Standortauswahlgesetz (StandAG) und soll dazu dienen, ein Endlager für hochradioaktiven Müll zu finden. Eine Million Jahre lang soll es dem Gesetz zufolge standhalten. Im Konsens haben das alle im Bundestag vertretenen Parteien außer den Linken kurzfristig beschlossen.

Zunächst soll eine Kommission bis Ende 2015 Kriterien für eine Endlagerstätte erarbeiten und diese dem Gesetzgeber empfehlen. Sie sollen eine Arbeit wiederholen, die vor mehr als 10 Jahren schon einmal von einer vom damaligen Bundesumweltminister eingesetzten Wissenschaftler-Kommission „Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd)“ erledigt worden war. Dieser Arbeitskreis hatte allerdings zum Abschluss seiner Beratungen im Jahr 2002 empfohlen, „vor der Suche nach einem Endlager einen gesellschaftlichen Diskurs durchzuführen, in dem die relevanten Interessengruppierungen und die allgemeine Öffentlichkeit einen Konsens über den Weg zur Auswahl eines Endlagerstandortes erarbeiten.“ Diese Empfehlung verhallte ungehört und davon ist auch jetzt nicht die Rede. Im Gegenteil: Je mehr von Bürgerbeteiligung gesprochen wird, desto weniger will irgendjemand aus dem politischen Berlin den Bürgern tatsächliche Mitentscheidungsrechte zubilligen. Alle Rufe danach, die zukünftigen Standortge-

meinden per Volksabstimmung mitbestimmen zu lassen, stießen auf verschlossene Ohren. Stattdessen strafft das Gesetz die Entscheidungswege, ermöglicht Enteignungen und minimiert die juristischen Einspruchsmöglichkeiten der Bürger, indem behördliche Entscheidungen durch Parlamentsbeschlüsse ersetzt werden. Der Bundestag entscheidet. Lediglich einmal wird nach der unterirdischen Erkundung die Klage vor dem Bundesverwaltungsgericht zugelassen.

Das Standortauswahlgesetz lenkt die öffentliche Aufmerksamkeit allein auf ein „Endlager“, wobei in der Öffentlichkeit bislang der Eindruck erzeugt wird, das sei eine Lagerstätte für alle Ewigkeit, um die man sich nach der Einlagerung des Atommülls nicht mehr zu kümmern brauche. Dass es so etwas geben soll und das auch möglich ist, war einst Voraussetzung für die Genehmigungen und den Betrieb der Atomkraftwerke. Deshalb wird diese Fabel weiterhin gepflegt und gefördert. Das Beharren auf Gorleben als möglichem Standort für ein Endlager und die politisch und wirtschaftlich motivierte Anpassung von Eignungskriterien an die dort vorhandenen geologischen Gegebenheiten sind ein Beispiel dafür, wie die Grundlagen für künftige Katastrophen geschaffen werden.

Von der Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet, haben wir es mit der Freigabep Praxis der weitaus größten Mengen des Atommülls bereits jetzt zu tun. Unterhalb bestimmter Aktivitätskonzentrationen und ohne Mengenbegrenzung wird der Abraum aus dem Abriss der Atomkraftwerke aus der Überwachung entlassen, als nicht mehr radioaktiv deklariert und

zum Ablagern auf normalen Deponien, für den Straßenbau und zum Recycling freigegeben. Dabei enthält er weiterhin Radionuklide, die mit den Sickerwässern in die Umgebung und in das Grundwasser gelangen. Das Aufdecken der Schäden wird erschwert bis unmöglich, wenn es schließlich keine unbelasteten Vergleichsgebiete mehr gibt. Die damalige rot-grüne Bundesregierung erwies sich einst als beratungsresistent und hatte das entgegen eindringlicher Warnungen bereits im Jahr 2001 mit ihrer Neufassung der Strahlenschutzverordnung so geregelt.

Wer deshalb gegen unliebsame Überraschungen beim Umgang mit Atommüll gewappnet sein und sich in dem zu behandelnden Themenspektrum nicht einschränken lassen will, muss nun selbst aktiv werden, der Politik die Initiative aus der Hand nehmen, eigene Kompetenzen dokumentieren und der Politik Vorgaben machen. Die Probleme umfassen tatsächlich die gesamte Kette von der Freigabep Praxis und weiträumigen Freisetzung von Atommüll in die Umwelt bis zu dessen Lagerung sowie die bekannten und zu erwartenden Folgen für Menschen und Umwelt. Zu entscheiden ist, welche gesundheitlichen und Umweltbeeinträchtigungen sowie Änderungen der Lebensart langfristig akzeptiert werden sollen.



Thomas Dersee ist Herausgeber der Zeitschrift „Strahlentelex“.