

Themenheft Nuklearwasserstoff

Unsere Webseiten und Magazine

# Biowasserstoff-Magazin

Energie für neues Denken

### http://biowasserstoff-magazin.de/

Dort finden Sie alle Ausgaben unseres Biowasserstoff-Magazins - einschließlich der Erstausgabe vom November 2007 - und viele weitere Informationen.

# Biowasserstoff-Magazin

Energiewende

#### http://energiewende.richey-web.de/

Seit Juni 2012 gibt es das Themenheft ,Energiewende'.

# Biowasserstoff-Magazin

Ressourcenwende

## http://ressourcenwende.richey-web.de/

Seit März 2015 gibt es das Themenheft Ressourcenwende'.

# Wasserstoffwelt

Bio-Wasserstoff - für eine bessere Wel

## http://wasserstoffwelt.richey-web.de

Der 'Ursprung' – aus dem Jahr 2005

Bio-Wasserstoff ist aus Biomasse herstellbar und billig! Die Energieausbeute beträgt 87-99 %!

Warum es ihn noch nicht gibt? Fragen Sie das die Politiker und Verantwortlichen der Energiekonzerne!

# Biowasserstoff-Magazin

# Energie für neues Denken

Themenheft Nuklearwasserstoff • 15. Mai 2017

« 10 Jahre Biowasserstoff-Magazin: 2007 - 2017 »

**Nuklearwasserstoff** 



Das neue Warnsymbol für Radioaktivität / gefährliche Strahlung

Dieses Themenheft ist eine überarbeitete und ergänzte Neuauflage der Sonderausgabe "Nuklearwasserstoff" vom 15. Februar 2008.

Themen in dieser Ausgabe:

- Der nukleare Irrtum
  - \* Grüner Atomstrom
  - \* Erinnerungen
  - \* Die neue Generation
  - \* Deutscher Atomenergieausstieg
- Brutreaktoren Verlängerung der Reichweite von Kernbrennstoff und Entsorgung von Atomsprengköpfen
- Sichere Atomkraftwerke? Gibt es nicht!
- Nukleare Anlagen in Krisengebieten: Die unterschätzte Gefahr
- Neue Studie belegt mangelhafte Absicherung von Atomunfällen
- Impressum: Seite 29

Neues Design mit Navigation im Dokument:

Seite 1: ,Themen...' gewünschten Titel anklicken » verzweigt dorthin.

Jede Seite: « Inhalt (oben links) anklicken » zurück zur Seite 1

(Leider unterstützen nicht alle PDF-Reader diese Funktion)

http://biowasserstoff-magazin.richey-web.de/

# Der nukleare Irrtum - Torsten Pörschke

Die frohe Kunde wurde uns von einem in Deutschland allseits bekannten (allerdings nicht besonders auflagestarkem) Magazin mitgeteilt. Die Uranvorräte auf der Welt gehen zur Neige, die Preise für den Brennstoff der Atomkraftwerke sind in den letzten Jahren drastisch gestiegen und Probleme bei der Erschließung neuer Lagerstätten werden bald einer ganzen Industrie den Todesstoß versetzen. Eigentlich könnte sich der interessierte Leser jetzt einem anderen Thema zuwenden und die Sache als erledigt betrachten. Komisch nur, dass es auf der Welt sehr viele Staaten gibt, die immer noch auf den Neubau von Kernkraftwerken setzen. Letztes schlagzeilenträchtiges Beispiel ist Großbritannien. Hier hat man im März 2013 beschlossen, wieder neue Kernkraftwerke zu bauen. In Deutschland soll nach den vorliegenden Plänen das letzte Kernkraftwerk im Jahr 2023 vom Netz gehen. Sicher könnten wir dann als gutes Beispiel für andere Länder in der Welt dastehen. Die allgemeine Gefährdung der hier lebenden Bevölkerung ist aber auch dann kaum gebannt.

Das Nachbarland Frankreich gewinnt heute ca. 75 % seiner Elektroenergie in Atomkraftwerken und es wird an einer neuen Generation von Reaktoren gearbeitet. Sollte es dort zu einem größeren Unfall kommen, dann sind auch Gebiete in Deutschland stark gefährdet. Die Schweiz und die Tschechische Republik betreiben ebenfalls Atomkraftwerke und Polen denkt gerade über den Einstieg in die Kerntechnik intensiv nach. Alle unsere unmittelbaren Nachbarn halten an der Atomtechnologie fest bzw. beschäftigen sich mit ihr. Das sollte uns zu denken geben. Diese Strategie kommt nicht aus dem heiteren Himmel. Um die Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls sowie der Folgeabkommen zum Klimaschutz zu erfüllen und gleichzeitig eine entsprechende Versorgungssicherheit mit Energie zu gewährleisten, müssen unter den jetzigen Voraussetzungen entsprechende Kraftwerkskapazitäten bereitgestellt werden.

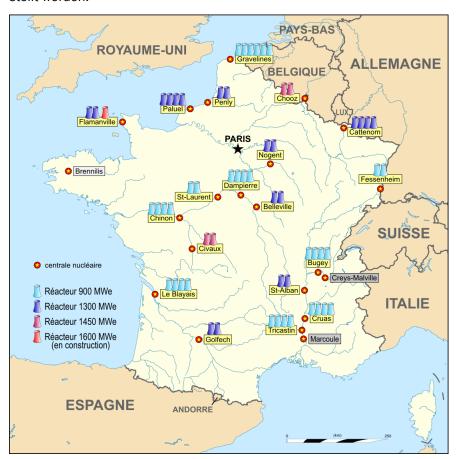


Abb. 1 – AKW in Frankreich, Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: Sting and Roulex\_45 and Domaina

(Fortsetzung auf Seite 3)

(Fortsetzung von Seite 2)

Wütende Proteste gegen neue Kohlekraftwerke, die schrittweise Abschaltung aller Kernkraftwerke und die explodierenden Weltmarktpreise für Erdöl werden in Deutschland bald zu einer unsicheren Versorgung mit Energie führen. Der Rettungsengel Erdgas kann in Russland und Norwegen gar nicht so stark gefördert werden, um eventuelle Engpässe auszugleichen. Mit Energiesparen allein kommen wir nicht über die Runden. Ein weiterer starker Ausbau der Wasserkraft ist nicht mehr möglich. Die Windkraft entwickelt sich zwar dynamisch, aber die Einschätzung zur Errichtung von leistungsstarken Offshore-Windparks in Ost- und Nordsee bis zum Jahr 2020 wird von der Branche selbst mittlerweile als zu optimistisch gesehen. Statt europaweit 70.000 MW werden jetzt nur noch 20.000 bis 40.000 MW genannt. Von der Photovoltaik können wir zwar solche Zahlen auf absehbare Zukunft erwarten, aber nachts erfolgen keine oder nur sehr geringe Stromlieferungen. Für die Biomassenutzung gibt es zu viele unterschiedliche und teils konkurrierende Konzepte. Mehr als 15 Prozent des Primärenergiebedarfs sind damit langfristig kaum erzeugbar. Licht aus. Für einen geordneten Übergang in die nichtfossile und kernkraftfreie Welt haben wir kein ausreichendes Zeitfenster. In diese Falle wollen andere Staaten nicht geraten.

Totgesagte leben bekanntlich länger und so wird es wohl zu einer Entwicklung kommen, die der Kernenergie zu einem zweiten sehr langen Leben verhilft. Als Zukunftsbrennstoff hat die Atomindustrie schon vor vielen Jahren das Thorium entdeckt. Die weltweiten bekannten Vorräte sind mit 1.200.000 Tonnen sehr groß und könnten die Erde mehrere Jahrhunderte komplett mit Energie versorgen. In Norwegen läuft im Moment die Kampagne schon auf vollen Touren. Die Verwendung von Thorium wird der Öffentlichkeit als "grüne Kernenergie" verkauft. Innerhalb eines Jahres änderte sich die Meinung in Umfragen von 80 Prozent Ablehnung gegenüber Atomstrom zu einer Mehrheit für diese Form der Energieerzeugung. Das hat mehrere Gründe. Zum einen überlegen sich die Verantwortlichen und Bürger, was nach dem goldenen Zeitalter der Erdöl- und Erdgasförderung in der Nordsee kommt. Die im Land vorhandenen Thorium-Vorräte (geschätzte 170.000 Tonnen) sollen 250.000 Mrd. US-Dollar wert sein, wenn man den gegenwärtigen Ölpreis berücksichtigt. Ein Kilogramm Thorium enthält die Energie von 4.000 t Kohle. Bei solchen Zahlen kann man schon fast den Verstand verlieren und offenbar erliegt die norwegische Bevölkerung der Versuchung. Zum anderen verspricht die Atomindustrie mit dem neuen Brennmaterial einen schmelzsicheren Reaktortyp. Als weitere Vorteile werden die geringere Radioaktivität des Abfalls (500 Jahre und nicht mehr 10.000 Jahre für sichere Lagerung), das Abbrennen von hochradioaktivem Plutonium aus Kernkraftwerken und militärischen nuklearen Einrichtungen (einschließlich alter Sprengköpfe), die Nichteignung einer solchen Anlage zur Produktion von Kernwaffen und die Erübrigung der Anreicherung des Brennstoffs genannt.

# **Grüner Atomstrom**

Thorium selbst benötigt von außen zugeführte Energie in Form von schnellen Neutronen, um die nukleare Kettenreaktion in Gang zu bringen. Am Ende des Brennstoffzyklus entsteht U-233, das aber nicht genügend Neutronen ausschüttet, wenn es zerfällt, um die Reaktion selbst erhaltend weiterlaufen zu lassen. Deshalb wird für die Aufrechterhaltung des Prozesses eine effiziente und ökonomische Technik benötigt. Hierfür werden zwei Wege beschritten.

Eine Variante ist das Mischen von angereichertem Uran, Plutonium und Thorium. Derartige Brennstäbe könnten unter geringfügiger Modifikation bestehender Kernkraftwerke eingesetzt werden. Die Firma Thorium Power (USA) beschäftigt sich intensiv mit dieser Technologie. Gemeinsam mit Wissenschaftlern des Moskauer Kurtschatov-Institutes wird ein kommerzielles Kraftwerk bis zum Jahr 2010 entwickelt. Der Versuchsreaktor IR-8 läuft bereits damit und man erwartet erste Tests in einem vorhandenen Kraftwerk innerhalb der ersten drei Monate des Jahres 2008. Thorium Power sieht einen

(Fortsetzung auf Seite 4)

(Fortsetzung von Seite 3)

Markt von je 4 großen Anlagen für die Atomwaffenproduktion in den USA und Russland. Des Weiteren hat man die zivile Nutzung in Europa, Japan, den USA und Russland im Auge.

Die zweite Variante ist die ADS-Technik (Accelerator Driven System), die vom italienischen Nobelpreisträger Carlos Rubbia vorgeschlagen wurde. Dafür wird ein Teilchenbeschleuniger benötigt, der hochenergetische Protonen in einem Strahl aussenden kann. Damit wird das Thorium beschossen und somit die Kettenreaktion in Gang gesetzt. Schaltet man den Teilchenbeschleuniger ab, dann stoppt der Prozess. Im Labor funktioniert die Angelegenheit angeblich schon recht gut. Schwierigkeiten bereitet es allerdings, die Technik auf entsprechende Größe für die kommerzielle Anwendung zu bringen. Die hohen Anlagenkosten beim Bau können vermutlich über niedrige Betriebskosten mehr als wettgemacht werden. Eine Kostenstudie dazu wurde bereits erstellt und kam gegenüber Kohle und Erdgas zu dem Ergebnis, dass es sich rechnet. Um die Forschungsergebnisse in der Praxis zu beweisen, möchte man in Norwegen jetzt einen Versuchsreaktor für 500 Mio. Euro bauen. Dafür schätzt man, werden wohl 10 bis 15 Jahre benötigt. Mittlerweile gibt es drei Bieter-Konsortien, die sich um den Auftrag bewerben. Neben Statkraft (in Kooperation mit Scatec, Vattenfall und Fortum) haben auch die Firmen Thor Energi und Bergen Energi entsprechende Angebote abgegeben. Thor Energi geht sogar davon aus, dass eine Abänderung eines bestehenden Reaktordesigns für 4 Mrd. US-Dollar möglich ist und der Bau innerhalb weniger Jahre realisiert werden kann. Innerhalb von 10 Jahren würden so 2.000 MW in Norwegen bereitgestellt werden können.

# Erinnerungen



Abb. 2 – Hochtemperaturreaktor, Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: Maurice van Bruggen

Der Bau eines neuen Atomkraftwerkes dauert von der Auswahl des Designs bis zum Probebetrieb ca. 10 Jahre. Die eben beschriebene Thorium-Technologie ist deshalb eher als neue Mittel- und Langfriststrategie der Branche zu sehen. Sie unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von der bereits in der Vergangenheit verwendeten Technologie.

Im Jahr 1966 wurde von der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) in der Kernforschungsanlage Jülich ein 15 MW Versuchsreaktor in Betrieb genommen. Damit sollten Erfahrungen mit einem neuen Reaktortyp gesammelt werden. Die Anlage war 21 Jahre in Betrieb und wurde 1988 abgeschaltet. Ab 2012 soll der Reaktorkern zurückgebaut werden.

(Fortsetzung auf Seite 5)

(Fortsetzung von Seite 4)

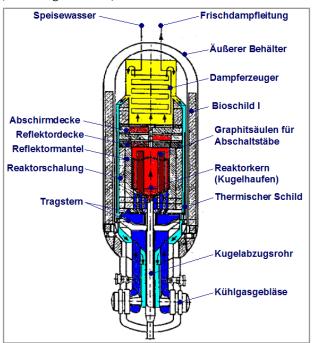


Abb. 3 – AVR-Reaktor, Prinzipaufbau, Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: Cschirp

Der weltweit erste kommerzielle "Thorium"-Reaktor, der THTR-300 wurde in Hamm-Uentrop errichtet. Der Atommeiler hatte eine elektrische Leistung von 307 MW (750 MW thermisch) und wurde 1983 in Betrieb genommen. Baubeginn war schon 1970. Nach mehreren Störfällen ging er im Jahr 1989 endgültig vom Stromnetz. Die Baukosten betrugen 2,05 Mrd. Euro. Die Stilllegung und der sichere Einschluss der radioaktiven Reaktorteile werden bis 2027 noch einmal 427 Mio. Euro kosten. Die Anlage erreichte insgesamt nur 16.410 Betriebsstunden. Sie besaß nie einen gasdichten Sicherheitsbehälter und auch keine Betonschutzhülle. Anstelle dessen war eine Unterdruckanlage in dem nicht ganz dichten Schutzgebäude (Industriebauhallenstandard!!!) eingebaut. Die Nachwärmeabfuhr erfolgte über betriebliche Gebläse sowie Dampferzeuger (kein unabhängiges Notkühlsystem !!!) und die beiden betrieblichen Abschaltsysteme waren nicht ausreichend voneinander unabhängig (fehlende Redundanz!!!). Der geplante Nachfolger THTR-500 mit einer elektrischen Leistung von 500 MW (1.250 MW thermisch) wurde nicht mehr realisiert.



Abb. 4 – Luftbild Kraftwerk Westfalen, Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: Tim Reckmann

(Fortsetzung auf Seite 6)

(Fortsetzung von Seite 5)

Die Technik ist auch unter dem Begriff Kugelhaufenreaktor bekannt geworden. Als Kühlmittel kommt Heliumgas zum Einsatz, als Moderator dient Graphit. Tennisballgroße Graphitkugeln (Durchmesser ca. 6 cm; im konkreten Fall HTHR-300 über 600.000 Stück) beinhalten Uran-235, Thorium-232 oder Plutonium-239, die durch Neutroneneinfang in Uran-233 umgewandelt werden. Die Kugeln lassen sich automatisch zugeben und entnehmen. Um die Kettenreaktion in Gang zu setzen, muss am Beginn ein Start-Kernbrennstoff zugegeben werden. Das Kühlmittel wird auf ca. 1.000 Grad Celsius aufgeheizt und erzeugt über einen Wärmetauscher Wasserdampf für eine Dampfturbine, die elektrischen Strom gewinnt. Des Weiteren dachte man an den Einsatz des Reaktors zur Unterstützung chemischer Prozesse wie der Kohleveredelung zu Kohlenwasserstoffen. Die hohen Temperaturen des Kühlmittels bieten sich für eine Abwärmenutzung an.



Abb. 5 – Graphitkugel für Hochtemperaturreaktor, Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: JPG: Stefan Kühn, derivative work: Saibo (Δ)

Durch die Veränderung der Durchflussrate des Kühlmittels kann die Leistungsentnahme im Reaktor beeinflusst werden. Wird viel Energie abgefordert, fließt auch mehr Kühlmittel. Für das vollständige Abstellen sind allerdings bei dieser Technik neutronenabsorbierende Kontrollstäbe erforderlich. Der HTHR-300 sollte eigentlich hauptsächlich aus Thorium-232 das Uran-233 erbrüten, allerdings stellte sich heraus, dass es nicht wirtschaftlich war, das gewonnene Uran-233 aus seinem Einschluss zu befreien. Deshalb wurde schließlich hauptsächlich Uran-235 für die Brennelemente verwendet. Die Kontrollstäbe zum Abschalten des Reaktors verursachten mehr Kugelbruch als ursprünglich erwartet. Die beim Einfahren der Stäbe wirkenden Kräfte gingen an die Grenzen des Machbaren, weil der Kugelhaufen zu stark verdichtet war. Die zerbrochenen Kugeln setzten große Mengen an kontaminierten Graphit- und Brennstoffstaub frei. Die Abfallbehälter dafür waren gut gefüllt, obwohl man das offiziell nie richtig zugegeben hat. Verbrauchte Kugeln wurden kontinuierlich durch automatische Systeme entfernt und neue Brennelemente in den Reaktorraum gegeben. Eine Wiederaufarbeitung der Brennelemente wurde zunächst geplant, erwies sich aber als zu kostspielig.

Die Gefahren der HTR-Technik wurden in der Öffentlichkeit eher verschwiegen, weil man ja die Vorteile gegenüber den anderen Reaktorkonzepten hervorheben wollte. Es kann im Betrieb zu Wassereinbruch (Dampferzeugerleck), Lufteinbruch (Graphitbrand) und Reaktivitätsstörfällen (Fehlfunktonen der Steuer- und Abschaltsysteme) kommen. Ein schnelles Abkühlen des Reaktorraumes ist wegen der vorhandenen hohen Wärmekapazität des Inhaltes kaum möglich. Die hohe Temperaturbeständigkeit der keramischen Brennelemente verhindert zwar eine Kernschmelze, die Kugeln (oder andere Elemente) selbst können aber radioaktive Spaltprodukte freisetzen. Das beginnt schon bei Temperaturen über 1.600 Grad Celsius und ab 2.500 Grad Celsius kommt es dann zu massiven Freisetzungen, die in den Primärkreislauf eindringen. Deshalb ist eine effektive Nachwärmeabfuhr mit Hilfe zweier unabhängiger Systeme erforderlich, die zumindest beim HTHR-300 nicht realisiert war.

Abgebrannte Brennelemente (bei Ausgangsmaterial U-235) enthalten ca. 0,1 g Plutonium. Das Material für den Bau einer Atombombe kann theoretisch durch Aufarbeitung von 50.000 Kugeln erfolgen.

(Fortsetzung auf Seite 7)

(Fortsetzung von Seite 6)

Bei Durchsätzen von 1.000 Kugeln pro Tag kommen solche Mengen innerhalb von 2 Monaten zusammen. Wenn der Brennstoff entsprechend zusammengesetzt wird, kann in einem HTR auch Tritium (unter Zugabe von Lithium) erzeugt und in Atombomben verwendet werden.

## Die neue Generation

Herkömmliche Leichtwasserreaktoren haben eine niedrige Kühlmittelaustrittstemperatur und sind zur Wasserstoffherstellung nur per Elektrolyse geeignet. Die bereits angesprochenen Hochtemperaturreaktoren (HTR) bieten sich aufgrund der hohen Austrittstemperatur des Kühlmittels Helium für die thermische Wasserstoffherstellung an. Die zusätzliche Komponente eines chemischen Prozesses unmittelbar in der Nähe des Kernreaktors verlangt nach einem entsprechenden Vorschlag für ein Sicherheitskonzept. Die Japaner haben ein solches bereits vorgelegt. Das Forschungszentrum Jülich hat sich in der Vergangenheit bereits mit der Auskoppelung von Prozesswärme beschäftigt. Der HTR sollte dabei die benötigte Energie für die Dampfreformation von Erdgas liefern, um preiswert Wasserstoff herstellen zu können. Entsprechende Wärmetauschersysteme der 125-MW-Klasse wurden dazu entwickelt. Gleichzeitig arbeitete man damals im Rahmen des Projektes Prototyp Nukleare Prozesswärme (PNP) an der Vergasung einheimischer Kohlen und errichtete dafür Pilotanlagen.

Da im HTR so ca. 950 Grad Celsius im Primärkühlkreislauf zur Verfügung stehen, wird z.Z. intensiv an der Hochtemperatur-Elektrolyse ("Hot Elli") geforscht. Hier wird Wasserdampf bei 800 bis 1.000 Grad Celsius elektrochemisch zerlegt. Die nebenbei anfallende Wärme im Reaktor wird für die Wasserzerlegung genutzt. Somit lässt sich der Stromeinsatz bei der Wasserstoffproduktion erheblich verringern.

Eine weitere Möglichkeit der Wasserstoffherstellung ist die Verwendung eines thermochemischen Kreisprozesses. Die eingesetzten chemischen Substanzen werden regeneriert sowie für weitere Prozesszyklen genutzt und verbleiben so weit möglich im System. Aussichtsreichster Kandidat ist der Schwefel-Jod-Prozess, der ursprünglich von der Firma General Atomics (USA) entwickelt und später modifiziert wurde. In Japan ist man jetzt so weit, dass man den dortigen HTTR (High Temperature Engineering Test Reactor - 30 MW, seit 1998 in Betrieb) ab dem Jahr 2010 mit der weltweit ersten nuklearen Wasserstofffabrik koppeln möchte. Die JAERI (Japan Atomic Energy Research Institute) konnte die Technologie in einer Pilotanlage nachweisen und betrieb diese eine Woche lang erfolgreich. Eine zweite größere Pilotanlage ist im Bau. Sie wird mit elektrisch beheiztem Helium betrieben. Die für den Schwefel-Jod-Prozess erforderlichen Werkstoffe haben nur eine begrenzte Standzeit und sind sehr teuer. Deshalb sind sehr hohe Investitionen erforderlich.

Bis zum Jahr 2030 ist die Entwicklung der vierten Generation von Kernkraftwerken geplant. Als Design favorisiert man dabei den VHTR (Very High Temperature Reactor), der über eine Gasturbinen-Einkreisanlage (Brayton-Kreislauf), Gastemperaturen von über 1.000 Grad Celsius und eine hohe Lebensdauer verfügen soll. Neben der Stromerzeugung wird dieser Reaktortyp gleichzeitig die Wasserstofferzeugung in großem Maßstab ermöglichen. Bis dahin müssen noch einige Zwischenschritte gegangen werden.

Zunächst erst einmal werden die beiden aktiven HTR-Forschungsreaktoren in Japan und China für die weitere Entwicklung der Technologie genutzt. In den USA wird an dem NGNP (Next Generation Nuclear Plant) auf HTR-Basis gearbeitet. Bei einer Leistungsgröße von 400 bis 600 MW thermisch sollen 50 bis 100 MW ausgekoppelt und mit Hilfe des Schwefel-Jod-Prozesses zur Wasserstoffherstellung genutzt werden. Alternativ wird man auch dort die Hochtemperatur-Elektrolyse untersuchen. Die Anlage soll ihren Betrieb im Jahr 2015/2016 aufnehmen.

Auch die französische Atomindustrie untersucht mit dem Projekt ANTARES das HTR-Konzept und möchte bei ihrem Reaktortyp 50 MW thermisch aus 600 MW thermisch für die Wasserstoffproduktion

(Fortsetzung auf Seite 8)

(Fortsetzung von Seite 7)

nutzen. Perspektivisch wird ebenfalls das VHTR-Konzept, hier mit dem EU-Projekt RAPHAEL verfolgt. Die Franzosen haben derzeit einen Weltmarktanteil von 30 Prozent bei Atomkraftwerken.

China, Japan, Südkorea und die USA haben ehrgeizige Projekte aufgelegt und rechnen mittelfristig mit der nuklearen Wasserstoffproduktion für den Massenmarkt. Spätestens dann kommt in Deutschland das böse Erwachen.

Als Folge der kommerziellen Herstellung von Wasserstoff in Atomkraftwerken rechnet man in Japan bereits 2020 mit 5 Mio. Fahrzeugen, die über Brennstoffzellenantrieb verfügen (7 Prozent aller Fahrzeuge im Land). Gleichzeitig sollen dann dort auch Brennstoffzellen mit einer Leistung von 10.000 MW in den Haushalten und der Industrie stehen. Bereits 2004 gab es in Japan Berichte über die zukünftige Entwicklung der Atomenergie im eigenen Land. Für das Jahr 2050 wird mit einer installierten Leistung von 90.000 MW(el) in Kernkraftwerken gerechnet. Zusätzlich sollen 20.000 MW(th) für die Wasserstoffproduktion kommen. Der Wasserstoff würde dann 10 Prozent des Gesamtenergiebedarfs decken und zu 70 Prozent in Atomkraftwerken produziert werden.

In Südkorea wurde im Jahr 2006 das Nuclear Hydrogen Development & Demonstration (NHDD)-Projekt gestartet. Dabei konzentriert man sich auf die Anwendung der HTR-Technologie zur Herstellung von Wasserstoff und flüssigen Kohlenwasserstoffen (Anmerkung: wahrscheinlich Kohleverflüssigung). Die KAERI (koreanisches Atomforschungsinstitut) hat ein VHTR-Design vorgestellt, das für die Herstellung von Wasserstoff geeignet sein soll. Geplant sind 300 MW(th) - Module, die jeweils 30.000 t Wasserstoff pro Jahr erzeugen können. KAERI erwartet die Beendigung der Konzeptstudie im Jahr 2008, den Abschluss der Projektierungsarbeiten im Jahr 2014, den Baubeginn für den ersten Reaktor 2016 und die Aufnahme der Erstbetriebes im Jahr 2020.

Die Projekte in den USA und China lassen sich in ihrem Umfang noch nicht konkreter bestimmen. Die Wasserstoff-Initiative der Regierung George W. Bush lässt aber keinen Zweifel daran, dass Wasserstoff aus Atomkraftwerken eine entscheidende Rolle in der Zukunft spielen wird. Auch China sieht durch die HTR-Technologie gute Chancen für eine Wasserstoffproduktion.

# **Deutscher Atomenergieausstieg**

Deutsche Wissenschaftler und Unternehmen sind nach dem Beschluss der rot-grünen Bundesregierung zum Atomausstieg der Bundesrepublik Deutschland jetzt an ausländischen Projekten zur Weiterentwicklung des Kugelhaufenreaktors beteiligt. Die Technik nennt sich neuerdings PBMR (Pebble Bed Modular Reactor). Die Republik Südafrika baut an einem PBMR und will diesen 2013 in Betrieb nehmen. Die Entwicklung der Brennelemente dafür erfolgt bei NUKEM in Deutschland. Wenn die Sache funktioniert, ist der Bau von 24 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von je 165 MW über die folgenden 15 Jahre geplant. In der Langfristplanung des Stromkonzerns ESKOM stehen 4.800 MW aus solchen Mini-Reaktoren.

Für die Weiterentwicklung der Technologie werden 2,4 Mrd. US-Dollar und 600 Fachkräfte in Deutschland eingesetzt. Weitere Vorgespräche gibt es mit der Schweiz, Polen, Spanien, Südkorea, Australien, den USA, Japan und Indonesien.

Wir hier in Deutschland glauben auf einer Insel zu leben. Der weltweite Ausstieg aus der Kernenergie ist aber im Moment eine Utopie. Diese zweite Reise in die "neue Wasserstoffwelt" der Energiekonzerne sollte einem besseren Gesamtverständnis dienen und den Träumern vor Augen halten, dass die Konkurrenz der erneuerbaren Energien nicht schläft. Die Produktion von Wasserstoff kommt unweigerlich und ist durch nichts auf der Welt aufzuhalten. Wir haben es in der Hand, wie die Zukunft aussieht. Große Schwierigkeiten wird ohnehin die langfristig sichere Lagerung des Atommülls in unserem

(Fortsetzung auf Seite 9)

(Fortsetzung von Seite 8)

Land machen. Lagerungszeiträume von hunderttausenden Jahren und mehr sind ohnehin utopisch und nicht realisierbar. Die Transmutation des Mülls könnte hier Abhilfe schaffen, aber die Technologie steckt noch in den Kinderschuhen. Angestrebt werden Verkürzungen auf mehrere hundert Jahre, was schon eher realistisch erscheint. Fachzeitschriften diskutieren bereits den dann notwendigen Bau von vier neuen Reaktoren in Deutschland, um den Atommüll entsprechend aufarbeiten zu können. Das Thema ist ein heißes Eisen, aber irgendwann muss das Problem in dieser Art angegangen werden. Wie kommen die Extremisten unter den Kernkraftgegnern mit dieser Problematik klar? Kann ein Kompromiss unter zeitlich befristeter Anwendung neuer Atomtechnologien gefunden werden?

Leider hat mittlerweile die Atomindustrie sogar schon für die Zeit des Rückbaus der bestehenden Atomkraftwerke (mehrere Jahrzehnte) Probleme, qualifizierten Nachwuchs zu bekommen. Der Ruf der Industrie ist nicht besonders gut und junge Menschen möchten eher nicht in einer Industriebranche tätig sein, die gesellschaftlich nahezu geächtet ist. Eine sachliche Diskussion über die entstandene Situation findet derzeit in den meisten Medien nicht statt.

Bilder von wikipedia stehen unter den Bedingungen der GNU-Lizenz für freie Dokumentation. - https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:GNU\_Free\_Documentation\_License,\_version\_1.2

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen und Torsten Pörschke, Pirna. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: <a href="mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info">kontakt@bio-wasserstoff.info</a>

# Brutreaktoren - Verlängerung der Reichweite von Kernbrennstoff und Entsorgung von Atomsprengköpfen - Torsten Pörschke | Manfred Richey

Neuerdings geistern Meldungen durch die Medien, man könne doch – wenn das Uran knapp wird – Plutonium aus Uran-238 erzeugen oder das in Atomwaffen enthaltene Plutonium verwenden. Allerdings entsteht auch dabei wieder hoch-strahlender Abfall, der für Jahrtausende sicher gelagert werden muss. Hier eine Zusammenfassung, Ouelle: https://de.wikipedia.org/

### **BN-Reaktor**

Der BN (russisch БН, Реактор на Быстрых Нейтронах, transkribiert Reaktor na Bystrych Nejtronach, zu Deutsch etwa Reaktor für schnelle Neutronen oder sinngemäß Schneller Brüter) ist ein natriumgekühlter Brutreaktor verschiedener Leistungsversionen der russischen Firma OKBM. Zurzeit (Stand 2016) sind zwei BN-Reaktoren weltweit in Betrieb.

Die BN-Reaktoren sollen ein Brutverhältnis bis zu 1,3 erreichen können, also 30 % mehr Plutonium aus Uran-238 erzeugen können, als sie in der gleichen Zeit an spaltbarem Material verbrauchen. Der Überschuss könnte in Leichtwasserreaktoren verwendet werden. So könnte das Natururan bis zu 60-mal effizienter als in herkömmlichen Reaktoren ausgenutzt werden. Seit 2012 wird der BN-600 jedoch zur Verbrennung des Plutoniums aus den russischen Kernwaffen als burner reactor verwendet, d.h. mit einem Brutverhältnis unter 1.

#### BN-350

Der erste BN-Reaktor mit der Typbezeichnung BN-350 wurde 1973 im Kernkraftwerk Aqtau (damals UdSSR) in Betrieb genommen. Der Reaktor war 27 Jahre in Betrieb und wurde neben dem experimentellen Zweck zur Erzeugung von Wärme für die Wasserentsalzung verwendet.

#### **BN-600**

Der BN-600 ist die Weiterentwicklung des BN-350. Der Reaktor wurde im Kernkraftwerk Belojarsk verbaut und ist seit 1980 in kommerziellem Betrieb. Die Leistung beträgt 600 MW brutto und 560 MW netto. Der Reaktor ist anders als der BN-350 in Pool-Bauweise gebaut worden und gehört somit zu den fortgeschritteneren Brutreaktoren. Der Reaktor in Belojarsk besitzt kein Containment, unter anderem, weil das flüssige Metall anders als das Kühlwasser eines DWR oder SWR nicht unter Druck steht. Mit 35 Jahren Betriebszeit und einer Verfügbarkeit über 74 % ist der BN-600, zusammen mit dem französischen Reaktor Phenix, einer der erfolgreichsten schnellen Brutreaktoren, die ans Stromnetz angeschlossen wurden. Ursprünglich plante China mit der Hilfe von Russland bis 2010 den Bau eines weiteren BN-600 zu beginnen. Aufgrund von Verzögerungen bei den Preisverhandlungen war der Konstruktionsbeginn erst 2013.

Thermische Leistung: 1470 MWth | Elektrische Leistung: 600 MW | Anzahl Brennelemente: 369 BN-800

Der BN-800 ist eine Weiterentwicklung des BN-600. Er wird ebenfalls in Pool-Bauweise errichtet. In Belojarsk wurde 2006 mit dem Bau eines BN-800 begonnen, der im Juni 2014 den kommerziellen Betrieb bei reduzierter Leistung aufnahm. Am 7. Dezember 2007 wurden die ersten beiden Natriumtanks installiert und befüllt. Die Tanks haben eine Länge von 15 m, einen Durchmesser von 4 m und wiegen 54 t. Der BN-800 ist seinem Vorgänger ähnlich, jedoch in größerer Ausführung und nach strengeren Sicherheitsstandards konstruiert. Kritikalität wurde am 27. Juni 2014 erreicht. Im Dezember 2015 wurde er mit der Mindestleistung von 235 MW an das Stromnetz angeschlossen und in August 2016 wurde die erste 15-tägige Testphase bei Nennleistung erfolgreich abgeschlossen. Der kommerzielle Betrieb startete am 1. November 2016.

Thermische Leistung: 2100 MWth | Elektrische Leistung: 789 MW | Anzahl der Kühlkreisläufe: 4 Betriebsdauer: 60 Jahre

(Fortsetzung auf Seite 11)

(Fortsetzung von Seite 10)

### BN-1200

Der BN-1200 ist als Nachfolger des BN-800 geplant. Neben der höheren Leistung von 1200 MW hat der BN-1200 die noch höheren Sicherheitsstandards der Generation IV. Brutverhältnisse bis zu 1,45 sind geplant.

Thermische Leistung: 2900 MWth | Elektrische Leistung: 1220 MW Anzahl der Kühlkreisläufe: 4 | Betriebsdauer: 60 Jahre

#### Sicherheit

Die BN-Baureihe hat im Vergleich zu anderen Reaktorbaureihen einige Nachteile:

- Natrium hat die Eigenschaft, bestimmte Legierungselemente eines Stahls "auszuwaschen"
  und sie an kalten Stellen im Leitungssystem wieder abzuscheiden. Diese Korrosion führt
  zur Verminderung der Wandstärke. Die Korrosion durch Natrium ist jedoch geringer als bei
  Blei oder Blei-Bismut-Legierung.
- Natrium reagiert mit Luftfeuchte oder Wasser zu Natronlauge und Wasserstoff. Der gebildete Wasserstoff kann explosionsartig reagieren. Es müssen daher geeignete Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.
- Der Schmelzpunkt von Natrium liegt bei Normaldruck bei 98 °C. Die Anlage muss daher auch bei Stillstand des Reaktors ständig auf Temperatur gehalten werden. Der Reaktorbehälter selbst wird jedoch durch die Zerfallswärme der Brennelemente ausreichend geheizt.

Die vorteilhaften Aspekte beim natriumgekühlten Reaktor sind:

- der niedrige Druck des flüssigen Metalls (Atmosphärendruck oder leicht höher, im Vergleich zu den etwa 150 bar eines Druckwasserreaktors und etwa 75 bar eines Siedewasserreaktors).
- beim BN-800 zusätzlich die Möglichkeit, die Restleistung bei ausgeschaltetem Reaktor vollständig passiv aufzunehmen, d.h. ohne den Einsatz von Pumpen wie bei Leichtwasserreaktoren der 2. und 3. Generation.
- Jod, das gefährlichste radioaktive Element bei kerntechnischen Unfällen, kann vom Natrium zu einer nicht flüchtigen Verbindung gebunden werden.

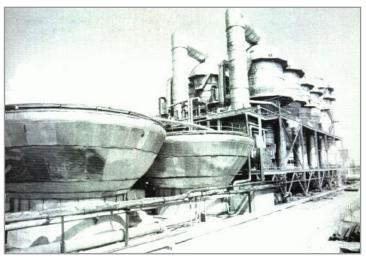


Abb. 1 – Shevchenko BN350-Reaktor, Quelle: https://commons.wikimedia.org/Autor: This image is a work of a United States Department of Energy (or predecessor organization) employee, taken or made as part of that person's official duties. As a work of the U.S. federal government, the image is in the public domain.

(Fortsetzung auf Seite 12)

Energie für neues Denken

« Inhalt

(Fortsetzung von Seite 11)



Abb. 2 – Beloyarsk BN600-Reaktor, Quelle: https://en.wikipedia.org/Autor: User Hardscarf



Abb. 3 - Reactor Block 3 Beloyarsk, 1.470 MWth, 600 MWel, 369 Brennelemente Quelle: https://commons.wikimedia.org , Autor: Nucl0id

(Fortsetzung auf Seite 13)

(Fortsetzung von Seite 12)



Abb. 4 – BN-800 Kernkraftwerk Belojarsk, 2100 MWth, 789 MWel, Betriebsdauer 60 Jahre Quelle: https://commons.wikimedia.org, Autor: Denisporubov

### **Schlusswort**

Selbst wenn es gelänge, alle Atomsprengköpfe dieser Welt mit Hilfe eines internationalen Vertrages abzurüsten, müssten diese in Kernkraftwerken zunächst in Form von Brennstäben "verbrannt" und der entstehende Atommüll noch einmal in einen lagerfähigen Zustand gebracht werden. Eine Welt ohne Kernkraftwerke ist somit kurzfristig völlig illusorisch.



Abb. 5 – Nuclear-Element eines BN-600-Reaktors,

Quelle: https://de.wikipedia.org

Autor: NuclOid

Bilder von wikipedia stehen unter den Bedingungen der GNU-Lizenz für freie Dokumentation. - https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:GNU\_Free\_Documentation\_License,\_version\_1.2

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen, sowie bei Torsten Pörschke, Pirna und Manfred Richey, Nürtingen.

Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: <a href="mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info">kontakt@bio-wasserstoff.info</a>

# Sichere Atomkraftwerke? - Gibt es nicht! - Manfred Richey





Abb. 1 (links) – Gefahrensymbol für Radioaktivität, Quelle: de.wikipedia.org, Created by Cary Bass Abb. 2 (rechts) – Neues Warnzeichen direkt an gefährlichen radioaktiven Strahlern, Quelle: de.wikipedia.org,, User:Yann and User:AnonMoos

Auch wenn die Forscher, Entwickler und Betreiber von Atomkraftwerken immer wieder – gebetsmühlenartig – verbreiten, dass moderne Kernkraftwerke sicher seien, spricht die Zahl der Fast-Havarien und tatsächlichen Havarien im Zeitraum von 1940 bis heute eine andere Sprache! Der von Regierungskreisen – auf Druck der öffentlichen Meinung – beschlossene und teils bereits erfolgte Ausstieg aus der Kernenergie muss bestehen bleiben und darf weder aufgeweicht noch rückgängig gemacht werden!

Eine Übersicht über Unfälle in Atomkraftwerken finden Sie hier: <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/">https://de.wikipedia.org/wiki/</a> Liste von Unf%C3%A4llen in kerntechnischen Anlagen

Die Liste meldepflichtiger Unfälle in Deutschland ist hier zu finden: <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/">https://de.wikipedia.org/wiki/</a> Liste meldepflichtiger Ereignisse in deutschen kerntechnischen Anlagen

Unter <a href="http://www.atomunfall.de/">http://www.atomunfall.de/</a> sind die schwersten Atomunfälle in kerntechnischen Anlagen aufgelistet.

Die zwei wohl spektakulärsten Ereignisse mit Austritt hoher Mengen radioaktiven Materials sind Tschernobyl (1986) und Fukushima (2011) und sollen hier etwas näher betrachtet werden.

## Tschernobyl

Die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl ereignete sich am 26. April 1986 in Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl nahe der ukrainischen Stadt Prypjat. Auf der siebenstufigen internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse wurde sie als erstes Ereignis der Kategorie katastrophaler Unfall eingeordnet.

Die Explosion des Reaktors und zum Brand des als Moderator eingesetzten Graphits führte innerhalb der ersten zehn Tage nach der Explosion zu einer Freisetzung von mehreren Trillionen Becquerel.

Die so in die Erdatmosphäre gelangten radioaktiven Stoffe, darunter die Isotope 137Cs mit einer Halbwertszeit (HWZ) von rund 30 Jahren und 131I (HWZ: 8 Tage), kontaminierten infolge radioaktiven Niederschlags hauptsächlich die Region nordöstlich von Tschernobyl sowie viele Länder in Europa.

Nach der Katastrophe begannen sogenannte Liquidatoren mit der Dekontamination der am stärksten betroffenen Gebiete. Unter der Leitung des Kurtschatow-Instituts errichtete man bis November 1986 einen aus Stahlbeton bestehenden provisorischen Schutzmantel (russisch объект «Укрытие»), der meist als "Sarkophag" bezeichnet wird.

Über die weltweiten gesundheitlichen Langzeitfolgen, insbesondere jene, die auf eine gegenüber der natürlichen Strahlenexposition erhöhte effektive Dosis zurückzuführen sind, gibt es seit Jahren Kont-

(Fortsetzung auf Seite 15)

(Fortsetzung von Seite 14)

roversen. Die WHO hält insgesamt weltweit ca. 4000 Todesopfer für möglich.

## Sarkophag

Der havarierte Reaktorblock ist heute durch einen provisorischen, durchlässigen sogenannten "Sarkophag" gedeckelt. Im Inneren ist weitgehend die Situation nach der Explosion in heißer Form konserviert. Von rund 190 Tonnen Reaktorkernmasse befinden sich Schätzungen zufolge noch rund 150 bis 180 Tonnen innerhalb des Sarkophags: teils in Form von Corium, teils in Form von Staub und Asche, ausgewaschener Flüssigkeiten im Reaktorsumpf und Fundament oder in anderer Form.



Abb. 1 – Sarkophag des 4. Blocks im März 2006, Quelle: de.wikipedia.org, Autor: Benutzer Germanicus, Quelle Eigenes Werk, Transferred from Ib.wikipedia. Urheber Ernmuhl at Ib.wikipedia

Im Jahr 1992 veranstaltete die Ukraine zusammen mit einer französischen Firma einen Konzeptwettbewerb, um Ideen für eine langfristige Lösung für Block 4 zu finden. Nach kurzer Zeit entschied man sich für eine effektive Schutzummantelung und kürte einen Gewinner. Hierzu sollte eine vollständige Ummantelung von Block 3 und Block 4 gebaut werden. Da aber für dieses Konzept der damals noch aktive Block 3 hätte abgeschaltet werden müssen, verwarf man dieses Projekt wieder. Die Kosten dafür schätzte man auf drei bis vier Milliarden US-Dollar.

Im Februar 2013 stürzte aufgrund großer Schneemassen das Dach der Maschinenhalle, die etwa 70 Meter vom Sarkophag entfernt ist, ein. Nach Angaben des ukrainischen Zivilschutzministeriums traten dabei keine radioaktiven Partikel aus.

#### **Neuer Sarkophag**

Der internationale "Shelter Implementation Plan" hat als Ziel, einen neuen, haltbareren Sarkophag zu errichten: Als erste Maßnahmen wurden das Dach des ursprünglichen Sarkophags verstärkt und seine Belüftungsanlage verbessert. Der neue Sarkophag wurde von 2010 bis 2016 ca. 200 Meter neben dem geborstenen Reaktor aufgebaut und anschließend auf Kunststoffgleitschienen über den alten Sarkophag gefahren. Dadurch soll es möglich sein, den alten Sarkophag zu entfernen, ohne dass weitere radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Das ist mit zwei Kränen vorgesehen, die unter hoher Strahlenbelastung speziell vor Ort für diesen Zweck hergestellt wurden. Unter anderem können sie auch radioaktiv kontaminierte Stoffe zerkleinern.

Die deutsche Bundesregierung hat bis März 2016 etwa 97 Mio. Euro in den Chernobyl Shelter Fund (CSF) eingezahlt, noch zu erfüllende Beitragszusagen belaufen sich auf etwa 19 Mio. Euro.

Am 14. November 2016 wurde begonnen, die neue Schutzhülle in Richtung des alten Sarkophags zu

(Fortsetzung auf Seite 16)

Bre Jan Henry

« Inhalt

(Fortsetzung von Seite 15)

verschieben. Ihre finale Position hat sie am 29. November eingenommen und soll - nach Installation der technischen Ausrüstung - zum Ende 2017 in Betrieb genommen werden.



Abb. 2 - Chernobyl Nuclear Power Plant 2013 - Der ,neue' Sarkophag soll Schutz bieten. Quelle de.wikipedia.org, Autor: © Arne Müseler / arne-mueseler.de / CC-BY-SA-3.0 /

## **Fukushima**

Als Nuklearkatastrophe von Fukushima wird eine Reihe katastrophaler Unfälle und schwerer Störfälle im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi (Fukushima I) in Ōkuma und deren Auswirkungen bezeichnet.

Die Unfallserie begann am 11. März 2011 um 14:47 Uhr (Ortszeit) mit dem Tōhoku-Erdbeben und lief gleichzeitig in vier von sechs Reaktorblöcken ab. In Block 1, 2 und 3 kam es zur Kernschmelze. Große Mengen an radioaktivem Material – unter anderem etwa 15 EBq Xe-133, also etwas mehr als das Doppelte von Tschernobyl, und ca. 36 PBq Cs-137, also ca. 42 % der Cs-137 Emission von Tschernobyl – wurden freigesetzt und kontaminierten Luft, Böden, Wasser und Nahrungsmittel in der land- und meerseitigen Umgebung.

Ungefähr 170.000 Einwohner wurden aus den betroffenen Gebieten evakuiert, darunter etwa 20.000 auf freiwilliger Basis. Untersuchungen ergaben, dass unter den Umgesiedelten die psychischen Störungen um etwa den Faktor 5 höher lagen als im japanischen Durchschnitt. Unter evakuierten Senioren stieg die Mortalitätsrate in den ersten 3 Monaten nach dem Unfall um den Faktor 3 an und stagnierte schließlich beim 1,5-fachen des Wertes vor der Katastrophe. Hunderttausende in landwirtschaftlichen Betrieben zurückgelassene Tiere verendeten. Die Zahl der Toten durch die Evakuierung bzw. ihre Folgen sowie im Kraftwerk selbst wird auf ca. 610 geschätzt. Schätzungen aus begutachteten Studien in Fachzeitschriften, die das LNT-Modell zugrunde legen, zur langfristigen Zahl der Todesopfer durch Krebserkrankungen liegen im Bereich von mehreren Hundert. Nur durch einen Zufall wurde ein Brand von Brennstäben in einem trockengefallenen Abklingbecken verhindert; ein solches Ereignis hätte ein mehrfaches der Strahlenbelastung von Tschernobyl bewirken und eine Umsiedlung

(Fortsetzung auf Seite 17)

(Fortsetzung von Seite 16)

von bis zu vier Millionen Menschen nötig machen können.

Aufgrund einer Abschätzung der Gesamtradioaktivität der freigesetzten Stoffe ordnete die japanische Atomaufsichtsbehörde die Ereignisse auf der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse einen Monat nach der Katastrophe mit der Höchststufe 7 ("katastrophaler Unfall") ein. Erstmals in der Geschichte Japans wurde ein "nuklearer Notstand" ausgerufen.



Abb. 3 – Earthquake and Tsunami damage-Dai Ichi Power Plant, Japan, Quelle: de.wikipedia.org/, Autor: Author: Digital Globe

### **Fazit**

An den Folgen von Tschernobyl und Fukushima leiden auch heute noch unzählige Menschen. Viele haben ihr Hab und Gut verloren, leiden unter gesundheitlichen Problemen, sind notdürftig untergebracht und warten zum großen Teil noch immer auf staatliche Hilfe und Unterstützung.

Tschernobyl verschlingt Millionen für eine Sicherung der Ruine gegen weiteres Austreten von Radioaktivität. Und in Fukushima bekommt der Betreiber Tepco – entgegen aller Behauptungen – die Lage nicht in den Griff.

## Weiter denken

Die Katastrophe von Tschernobyl wurde durch Experimente, menschliche Dummheit und menschliches Versagen ausgelöst. In Fukushima hat eine Flutwelle, die in einer solchen Höhe nicht erwartet und eingeplant wurde, zur Katastrophe geführt.

In vielen Fällen kleinerer Unfälle und von "Beihnaheunfällen" waren technisches oder auch menschliches Versagen die Gründe. Man hatte nur Glück, dass nicht mehr passiert ist.

Für die Zukunft muss man jedoch weiter denken. Dass viele – vor allem ältere – Kernkraftwerke keine stabile Hülle haben, die sie z.B. gegen Flugzeugabstürze schützt, ist bekannt. Nur wird diese Gefahr gern "klein geredet", weil ja Flugzeugabstürze – zum Glück – nur äußerst selten vorkommen. Was aber ist mit gezielten Abstürzen oder Anschlägen mit Flugzeugen, wie dies am 11. September 2011 in New York geschah?

(Fortsetzung auf Seite 18)

(Fortsetzung von Seite 17)

Denkbar sind auch Anschläge "von innen". Was, wenn ein IS-Terrorist (oder gar mehrere) sich in die Wartungs-/Betreiber- oder Sicherheitsmannschaft eines AKW integrieren (lassen). Dort arbeiten sie Wochen, Monate oder Jahre zuverlässig und unauffällig. Zu jeder Schicht im Reaktor gehen sie mit freundlichem Gruß am Wachpersonal vorbei, welches sie ja als verifizierte Mitarbeiter kennt bzw. wo sie sich entsprechend ausweisen.

So lernen sie die Anlage und alle ihre Schachpunkte kennen und wissen, was im Störfall – für den sie ja auch geschult wurden - zu tun ist. Dieses Wissen dürfte aber auch ausreichen, um einen Störfall bewusst herbeizuführen und es so zu einer nuklearen Katastrophe kommen zu lassen. Überwachung und Kontrolle durch andere Mitarbeiter vor Ort, die das verhindern könnten? Kein Problem, diese können überrumpelt und ausgeschaltet werden.

Das alles ist nur eine Fiktion, die aber durchaus auch wahr werden könnte. Die Folgen einer nuklearen Katastrophe im Herzen Europas wären schlimm und weitreichend. Und – gar nicht auszudenken – wenn in einer abgestimmten Aktion nicht nur ein, sondern gleich eine ganze Reihe von Kernkraftwerken durch interne Terroristen hochgehen würden.

## Mehr als nur eine Fiktion - sie waren schon da!

# Leiharbeiter in Atomanlagen

Quelle: <a href="http://de.atomkraftwerkeplag.wikia.com/wiki/Leiharbeiter\_in\_Atomanlagen">http://de.atomkraftwerkeplag.wikia.com/wiki/Leiharbeiter\_in\_Atomanlagen</a> - Zitat (Auszüge)

Im März 2016 wurden in Brüssel Anschläge durch islamische Fundamentalisten verübt und dabei auch ein französischer Atomforscher durch die Attentäter ausspioniert. Bei den Behörden wuchsen Befürchtungen, dass sich im internen oder externen Personal von Atomkraftwerken auch Sympathisanten von Terrororganisationen verbergen und dort Angriffe verüben könnten. Diese Befürchtungen kamen nicht von ungefähr: "So hat ein Dschihadist als Mitarbeiter einer externen Dienstleistungsfirma im Hochsicherheitsbereich des belgischen Kernkraftwerks Doel gearbeitet, bevor er als IS-Kämpfer nach Syrien reiste und dort starb.

Zitat-Ende

#### Kernkraftwerk Fessenheim

Quelle: <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk">https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk</a> Fessenheim - Zitat (Auszüge)

Block II wurde am 16. April 2011 für seine dritte 10-Jahres-Revision heruntergefahren. Die Revision kostete über 200 Mio. Euro; dabei wurden mehrere tausend Leiharbeiter beschäftigt. Vor allem wurden drei Dampfgeneratoren ausgetauscht; außerdem Prüfungen an den Schweißnähten und eine Druckprüfung am Containment durchgeführt. Am 6. März 2012 wurde Block II wieder hochgefahren.

Zitat-Ende

# Cyberangriffe und Malware in Kernkraftwerksrechnern

Quelle: <a href="http://www.pcgameshardware.de/Sicherheit-Thema-229955/News/Malware-auf-Rechner-im-Kernkraftwerk-Gundremmingen-entdeckt-1193560/">http://www.pcgameshardware.de/Sicherheit-Thema-229955/News/Malware-auf-Rechner-im-Kernkraftwerk-Gundremmingen-entdeckt-1193560/</a> - Zitat (Auszüge)

## Malware auf Rechner im Kernkraftwerk Gundremmingen entdeckt

29.04.2016 um 14:45 Uhr Bei den Vorbereitungen zur Revision des Blocks B im Kernkraftwerk Gundremmingen wurde Malware auf einem Rechner entdeckt, der zum Lademechanismus für die Brennstäbe gehört. Zur Revision werden rund ein Fünftel der Brennstäbe ausgetauscht. Eine unmittel-

(Fortsetzung auf Seite 19)

Alle Ausgaben unserer Magazine finden Sie unter <a href="http://biowasserstoff-magazin.richey-web.de/">http://biowasserstoff-magazin.richey-web.de/</a>

(Fortsetzung von Seite 18)

bare Gefahr für das Kraftwerk und seine Umgebung bestand aber angeblich nicht.

Update vom 29.04.2016

Mittlerweile sind weitere Details zum Malware-Befall im Kernkraftwerk Gundremmingen bekannt. Wie schon vermutet handelt sich bei der Malware tatsächlich um bereits bekannte Schädlinge. Derer waren es sogar gleich zwei, die den Rechner, der zur Steuerung des Lademechanismus für Brennelemente dient, befallen haben.

Einer davon war Medienberichten zufolge der Wurm W32.Ramnit, der bereits seit 2010 bekannt ist. Seine Hauptaufgabe ist es, Login-Daten von Nutzern zu sammeln und sie zu verschicken. Verbreitet wurde er damals vor allem über Nachrichten in Facebook. Beim zweiten Wurm soll es sich um W32.Conficker handeln, der seit 2009 bekannt ist und der zuletzt vor drei Jahren auf sich aufmerksam machte. Er wurde durch eine Sicherheitslücke im Microsofts Betriebssystem eingeschleust und verbreitet, aber auch über Wechseldatenträger. Über Conficker lässt sich von außen eingeführter Code ausführen, etwa das System übernehmen.

Folglich geht man davon aus, dass die Malware schon länger auf dem Rechner ist. Dadurch, dass das System nicht am Internet hing, geht man derzeit nicht von einem Schaden aus. Fraglich bleibt aber dennoch, warum die Malware bei bisherigen Revisionen nicht entdeckt wurde und wie sie auf den Rechner kam. Mittlerweile ist bekannt, dass die Malware auch auf anderen Systemen im Kernkraftwerk gefunden wurden - genauer 18 Wechselmedien. Folglich geht man davon aus, dass sie so von außen eingeschleust wurden.

Zitat-Ende

# Cyberangriffe auf Kernkraftwerke

Alles nur Panikmache und Fake-News? Leider nicht, sondern ganz offensichtlich harte Realität, wie die folgenden Zitate zeigen.

Quelle: <a href="http://www.cnet.de/88166489/iaea-bestaetigt-cyberangriffe-auf-kernkraftwerke/">http://www.cnet.de/88166489/iaea-bestaetigt-cyberangriffe-auf-kernkraftwerke/</a> - Zitat (Auszüge)

# IAEA bestätigt Cyberangriffe auf Kernkraftwerke

von Jonas Wagner am 11. Oktober 2016, 12:40 Uhr

In den letzten Jahren waren mehrere Kernkraftwerke offenbar Ziele von Cyberangriffen. Das bestätigte Yukiya Amano, Direkter der internationalen Atomenergie-Behörde IAEA, gegenüber der Nachrichtenagentur Reuters. In mindestens einer Anlage wurde der Betrieb durch einen Hack gestört. Laut Amano soll der Vorfall "zwei oder drei Jahre" zurückliegen, erst jetzt wurde er bekannt. Um welches Kernkraftwerk es sich handelt, sagte der IAEA-Chef nicht.

Laut Amano sei der genannte Vorfall nicht gefährlich gewesen. Das Atomkraftwerk musste nicht vom Betrieb genommen werden. Dennoch seien Cyberattacken auf atomare Einrichtungen ernstzunehmen. "Das ist kein imaginäres Risiko", so Amano im Gespräch mit Reuters. "Das Problem der Cyberangriffe auf Nukleareinrichtungen sollte sehr ernst genommen werden. Wir wissen nie, ob wir alles darüber wissen oder es nur die Spitze des Eisbergs ist."

Hackerangriffe auf Atomkraftwerke werden immer zu einer konkreten Bedrohung. So waren dem koreanischen Unternehmen Korea Hydro & Nuclear Power nach einem Cyberattacke Daten verloren gegangen. 2014 hat der Konzern den Verlust eingeräumt. Zitat-Ende

(Fortsetzung auf Seite 20)

(Fortsetzung von Seite 19)

# Atombehörde bestätigt: Es gab Hackerangriff auf Kernkraftwerk

Quelle: <a href="http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Kernenergie/Atombehoerde-bestaetigt-Es-gab">http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Kernenergie/Atombehoerde-bestaetigt-Es-gab</a>
-Hackerangriff-Kernkraftwerk - Zitat (Auszüge) - 12.10.2016, 12:41 Uhr | 0 |

#### Reaktor lief weiter

Prinzipiell sind Atomkraftwerke gegen Attacken von außen gesichert, weil es keine Schnittstelle gibt. Irgendwie muss es Hackern dennoch gelungen sein, ein Kernkraftwerk anzugreifen und für Probleme zu sorgen. Das hat IAEO-Chef Yukiya Amano preisgegeben. Es könnte die Spitze eines Eisbergs sein.

Als Computer begannen, Kernkraftwerke zu kontrollieren, waren sich die Behörden bereits einer großen Gefahr bewusst. Cyber-Kriminelle, die von außen in dieses Netzwerk eindringen würden, könnten unermessliche Schäden anrichten. Aus diesem Grund ist dieses Netzwerk streng von der Außenwelt abgeriegelt. Vor allem hat es keinen Kontakt zum Internet.

#### IAEO-Chef deutet Probleme mit Hackern an

Eigentlich kann also nichts passieren. Oder doch? Yukiya Amano, der Generalsekretär der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) in Wien, eine Aufsichtsbehörde, die weltweit für Sicherheit in Kernkraftwerken sorgen soll, hat kurz nach der 60. Generalversammlung der IAEO der Nachrichtenagentur Reuters gesagt, es habe bereits mehrfach Cyber-Angriffe auf Atomanlagen gegeben.

In einem Fall sei der Betrieb dadurch gestört worden. Der Vorfall habe sich "vor zwei oder drei Jahren" ereignet. Wäre Amano nicht der Chef einer äußerst seriösen Behörde würde man derart unklare Äußerungen – er sagte nicht einmal, um welche Anlage es sich gehandelt hat – als Unsinn abtun. Doch das geht nicht. Es scheint eine Gefahr zu geben.

Zitat-Ende

## Hacker-Angriffe

Quelle: <a href="http://www.deutschlandfunk.de/hacker-angriffe-kernkraftwerke-sind-besonders-bedroht.676.de.html?dram:article\_id=377648">http://www.deutschlandfunk.de/hacker-angriffe-kernkraftwerke-sind-besonders-bedroht.676.de.html?dram:article\_id=377648</a> - Zitat (Auszüge) 30.01.2017

# Kernkraftwerke sind besonders bedroht

Viele Nuklearanlagen sind nicht ausreichend gegen Cyber-Attacken geschützt. In Zukunft könnten sie verstärkt von Hackern angegriffen werden, warnt eine US-Studie. Im schlimmsten Fall könnte bei Angriffen sogar Radioaktivität freigesetzt werden.

## Von Dagmar Roehrlich

Am 23. Dezember 2015 ging in Teilen der Ukraine das Licht aus: Hacker hatten dort nach monatelangen Attacken das Stromnetz für mehrere Stunden unter ihre Kontrolle gebracht. Der Angriff war ausgefeilt und hätte sich so auch gegen Kernkraftwerke richten können, erklärt Page Stoutland von der Nuclear Threat Initiative in Washington DC., der an der aktuellen Studie beteiligt war:

"Durch Cyberattacken auf Nuklearanlagen könnte Radioaktivität freigesetzt werden. Aufgrund der Komplexität dieser Anlagen ist es schwierig zu gewährleisten, dass es keine Sicherheitsverstöße gibt und alle Maßnahmen zur IT-Sicherheit getroffen worden sind."

Großteil der Nuklearanlagen unzureichend geschützt. Zitat-Ende

(Fortsetzung auf Seite 21)

(Fortsetzung von Seite 20)

Wird Ihnen jetzt doch etwas Mulmig, wenn es um den weiteren Betrieb von Kernkraftwerken oder um den Neubau solcher Anlagen geht?

Dann habe ich eines meiner Ziele erreicht: Menschen wachzurütteln, nachdenklich zu stimmen und ihnen die Gefahren aufzuzeigen. Und – wie Sie an den Quellenangaben sehen können – sind das keine "Hirngespinste" oder "Fake-News" (wie der neue USA-Präsident Trump das vielleicht nennen würde, wenn es ihm nicht ins Konzept passt…) Tipp: Öffnen Sie die Links, lesen Sie selbst dort weiter, recherchieren Sie im Internet.

Bei den neuen und als sicher angepriesenen Anlagen wird auch immer darauf hingewiesen, dass nun die Halbwertszeiten¹) der radioaktiven Stoffe anstelle von 10.000 Jahren auf "nur" 500 Jahre verringert würden. Doch wen mag das im Katastrophenfall noch trösten? Drei bis fünf Halbwertszeiten sollte man schon abwarten, damit die Strahlung soweit abgeklungen ist, dass man sich wieder in verstrahltes Terrain begeben kann. Das sind dann ja "nur" 1.500 bis 2.500 Jahre – anstelle der 30.000 bis 50.000 Jahre.

1) Halbwertszeit: die Zeitspanne, in der die Hälfte der Atome eines radioaktiven Stoffes zerfällt. Das bedeutet: Bei einer Halbwertszeit von 500 Jahren sind am Ende dieser Zeit noch 50 % der Strahlungswerte vorhanden. Nach 1.000 Jahren sind es noch 25 % (die Hälfte der 50 %), nach 1.500 Jahren sind es dann noch 12,5 %, nach 2.000 Jahren = 6,25 % und nach 2.500 Jahren ,nur' noch 3,125 %. Wie gefährlich dieser Restwert noch ist, hängt unter anderem auch davon ab, um welche Art Strahlung es sich handelt.

# Die Frage ist nicht ob, sondern wann!

Eines dürfte klar sein: Tschernobyl und Fukushima sind mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht die einzigen und letzten Kernkraftwerke, bei denen es zu einer großen Katastrophe gekommen ist. Es ist keine Frage, ob, sondern nur wann der nächste große Unfall stattfindet. Und dann natürlich auch wo – ein klein wenig jedenfalls. Denn wie Tschernobyl gezeugt hat, ist der betroffene Einzugsbereich nicht gerade klein!

### "Es wird die nächste nukleare Katastrophe geben"

Quelle: <a href="http://www.svz.de/deutschland-welt/wissenschaft/es-wird-die-naechste-nukleare-katastrophe-geben-id15506541.html">http://www.svz.de/deutschland-welt/wissenschaft/es-wird-die-naechste-nukleare-katastrophe-geben-id15506541.html</a> - Zitat (Auszüge)

vom 4. Dezember 2016

Auch ohne Kohle und Öl wird Deutschland nicht dunkel und kalt: Der Physiker Eicke Weber blickt hoffnungsfroh in eine lichtvolle Zukunft, erhellt durch neue Energien, gewärmt von elektrischen Heizungen.

.....

Ein Unfall wie in Tschernobyl wird in Deutschland zum Ausstieg aus der Kernenergie führen. Das sagten Sie der "Welt" wenige Monate vor dem Unglück von Fukushima. Sind Sie ein Hellseher?

Eicke Weber: Niemand wünscht sich einen schweren Nuklearunfall, doch seit den 50er-Jahren hat es rund alle zehn Jahre einen Störfall mit dem Potenzial zu einer Kernschmelze gegeben. Nach dieser Statistik war ein Ereignis wie in Fukushima schlicht fällig. Und es wird irgendwo die nächste nukleare Katastrophe geben. Bei weltweit 400 Atommeilern ist das unvermeidlich.

.....

(Fortsetzung auf Seite 22)

(Fortsetzung von Seite 21)

Wasserstoff könnte auch zum Antreiben von Fahrzeugen genutzt werden. Dann wären wir unabhängiger vom Lithium, das für Batterien benötigt wird.

Bei Lithium erwarte ich in den nächsten 20 Jahren keine Engpässe. Doch wenn die Nachfrage stärker als die Förderung steigt, gehen die Preise natürlich hoch. Wasserstoff ist in der Tat ein idealer Energieträger für das Betreiben von Elektroautos mit Brennstoffzellen. Dieser Technik wird die Zukunft gehören – bei Autos, Bussen, Lkw.

Was macht Sie da so sicher?

Zum einen die große Verfügbarkeit von Wasserstoff, der sich mit den Überschüssen der Stromerzeugung herstellen lässt. Zum anderen ist es der Komfort, den uns diese Technik ermöglicht. Mit Brennstoffzellen werden wir so Autofahren können, wie wir es gewohnt sind. Man tankt in fünf Minuten und kann 600 Kilometer fahren. Ich fahre seit zwei Jahren ein Brennstoffzellenauto und weiß, dass es viel bequemer ist als ein Elektroauto mit Batterie. Das Aufladen dauert zu lange. Und Lastkraftwagen kann man ohnehin nicht mit Batterien fahren lassen. Die sind zu schwer.

Zitat-Ende

Bilder von wikipedia stehen unter den Bedingungen der GNU-Lizenz für freie Dokumentation. - https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:GNU\_Free\_Documentation\_License,\_version\_1.2

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen und Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: <a href="mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info">kontakt@bio-wasserstoff.info</a>

# Nukleare Anlagen in Krisengebieten: Die unterschätzte Gefahr

Manfred Richey



# Das Nutzen von nuklearer Energie bleibt weltweit ein Risiko

Wie gefährdet sind kerntechnische Anlagen in Krisengebieten? Welche Faktoren spielen dabei eine Rolle? Gehen Politik, Medien und Gesellschaft weltweit zu leichtfertig mit dem Wissen um das nukleare Risiko um? Diesen Fragen ist das Öko-Institut in einer von der Stiftung Zukunftserbe geförderten Studie nachgegangen. Das Ergebnis: Nicht nur gezielte Angriffe, sondern auch die Folgen von instabilen Verhältnissen in Politik und Wirtschaft – verbunden mit der Schwächung oder gar Auflösung der staatlichen Strukturen – können die Sicherheit von Kernreaktoren in Krisengebieten stark gefährden.

Neben möglichen militärischen Angriffen und Sabotageakten auf kerntechnische Anlagen sind von den Konfliktfolgen besonders die umfangreiche nukleartechnische Infrastruktur und deren Kontrolle betroffen. Die Folgen eines Unfalls durch die Verkettung ungünstiger Ereignisse können weit über die Landesgrenzen hinausreichen. Aus diesem Blickwinkel heraus machen die Nuklearexpertinnen und experten des Öko-Instituts auf die unterschätzen Gefährdungspotentiale aufmerksam. Die Verwundbarkeit kerntechnischer Anlagen und ihre Abhängigkeit von einer stabilen Sicherheitsinfrastruktur erfordert eine Strategie, die die Stromerzeugung aus Kernenergie gründlich überdenkt.

# Notwendige Infrastruktur bietet vielfältige Angriffsfläche

"Um Kernenergie nutzen zu können, bedarf es einer umfangreichen institutionellen und materiellen Sicherheitsinfrastruktur. Zwischen- oder innerstaatliche Konflikte können diese Infrastruktur absichtlich oder unabsichtlich zerstören, was im schlimmsten Fall zu einer atomaren Katastrophe führen kann", erklärt Dr. Veronika Ustohalova, Projektleiterin und Expertin für Strahlenschutz und Risikobetrachtung den Anlass der Studie. "Ein krisengeschütteltes Land hat so viele Probleme zu bewältigen, dass relevante Sicherheitsmaßnahmen und vorausschauende Handlungsabläufe im Umgang mit Kernenergie nicht immer gewährleistet sein können."

Eine kerntechnische Anlage kann dabei selbst Schauplatz von Kampfhandlungen werden, indem sie absichtlich oder versehentlich getroffen oder aber aus dem Inneren heraus sabotiert wird. Darüber hinaus können notwendige Kontrollabläufe durch zuständige Behörden, die Ausbildung und Bezahlung von Fachpersonal sowie die technische und wissenschaftliche Betreuung der kerntechnischen Infrastruktur in Krisensituationen erheblich gestört sein.

Aber auch die Lieferkette von Verschleiß- und Ersatzteilen kann betroffen sein. Das ist insbesondere ein Problem, wenn sich der Hersteller und die Zulieferer im Ausland befinden, womöglich in einem Land, das zur Konfliktpartei geworden ist. Die Lagerung des hochradioaktiven Atommülls und die Verwendung radioaktiver Materialien stellen ein weiteres, großes Gefahrenpotential dar und bieten eine Angriffsfläche für militante oder terroristische Gruppen.

(Fortsetzung auf Seite 24)

(Fortsetzung von Seite 23)

## Kontrollverlust in der Ukraine?

Am Beispiel der Ukraine warnen die Expertinnen und Experten des Öko-Instituts, dass dem Zusammenhang zwischen inner- und zwischenstaatlichen Konflikten und nuklearer Sicherheit zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wird. "Die Ukraine hat sich innerhalb weniger Jahre aus einer relativ stabilen Lage in ein abhängiges Krisengebiet innerhalb von Europa gewandelt", beschreibt Dr. Veronika Ustohalova die Situation. "Dabei ist die ukrainische Energieversorgung aufgrund ihrer zentralen Bedeutung bereits mehrmals Ziel militärischer Angriffe gewesen."

So wurden in einem Sabotageakt im November 2015 mehrere Strommasten auf der Halbinsel Krim gesprengt und damit absichtlich 1,9 Millionen Bewohner teilweise oder vollständig von der Stromversorgung abgeschnitten. Der Betrieb des Kernreaktors Saporoschschje wurde durch diesen Sabotageakt so stark beeinträchtigt, dass die staatliche Betreiberfirma Ukrenergo die Situation als hochgefährlich einstufte.

Nur massive finanzielle Unterstützung aus dem Ausland ermöglicht derzeit die Umsetzung sicherheitstechnischer Maßnahmen in den kerntechnischen Anlagen der Ukraine. Jedoch zeigen die investierten Mittel um einiges weniger Wirkung als erwartet. "Regierungskrise, Armut und Korruption erschweren deutlich die Umsetzung jeglicher unterstützender Maßnahmen. In dieser Situation haben weder die Regierung noch die zuständigen Behörden die erforderliche vollständige Kontrolle über das radioaktive Material. Ein gesicherter Betrieb der kerntechnischen Anlagen ist in dem erforderlichen Umfang nicht gewährleistet", so Ustohalova.

Weiterhin ungeklärt ist die Absicherung der langfristigen Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle. Das bestehende Abkommen mit Russland zur Wiederaufbereitung abgebrannter Brennelemente endet 2018. Die Frage, wie die Ukraine zukünftig mit hochradioaktiven Abfällen umgeht, bleibt offen. So wird in Tschernobyl der Bau der Anlagen zur Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle gegenwärtig nur dank hoher Investitionen aus dem Ausland umgesetzt.

"Die Abhängigkeit der Ukraine im Energiesektor und die Notwendigkeit auch in Zukunft an der Kernenergie festzuhalten, ist besorgniserregend und erfordert intensive Bemühungen die kerntechnische Sicherheit zu verbessern", fasst Dr. Matthias Englert, Senior Researcher am Öko-Institut mit Schwerpunkt Anlagensicherheit und naturwissenschaftliche Friedensforschung die Situation in der Ukraine zusammen.

# Das Nutzen von nuklearer Energie bleibt weltweit ein Risiko

Als bemerkenswert erachten die Nuklearexpertinnen und -experten des Öko-Instituts, dass über das Gefährdungspotential von nukleartechnischen Anlagen in instabilen Regionen und militärischen Auseinandersetzungen bisher vergleichsweise wenig öffentlich diskutiert und berichtet wird. "Das Risiko, das von einer gestörten kerntechnischen Infrastruktur ausgeht, wird häufig ignoriert. Auch scheint davon ausgegangen zu werden, dass es – ähnlich wie beim Einsatz von Nuklearwaffen – eine Art Tabu zu geben scheint, keinen absichtlichen Angriff auf Kernreaktoren durchzuführen", vermutet Dr. Matthias Englert und hofft, "dass die aktuelle Studie die Öffentlichkeit gegenüber den Risiken der Kernenergie sensibilisiert und international notwendige Sicherheitsmaßnahmen darauf aufbauen."

Studie "Nukleare Sicherheit in Krisengebieten" des Öko-Instituts -> <a href="https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Nukleare-Sicherheit-in-Krisengebieten.pdf">https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Nukleare-Sicherheit-in-Krisengebieten.pdf</a>

Quelle: <a href="https://www.oeko.de/presse/archiv-pressemeldungen/2017/nukleare-anlagen-in-krisengebieten-die-unterschaetzte-gefahr/">https://www.oeko.de/presse/archiv-pressemeldungen/2017/nukleare-anlagen-in-krisengebieten-die-unterschaetzte-gefahr/</a> (Pressemeldung, 20.04.2017)

(Fortsetzung auf Seite 25)

(Fortsetzung von Seite 24)

#### **Fazit**

Nukleare Anlagen in Krisengebieten stellen eine nicht zu unterschätzende und reale Gefahr dar. Hinzu kommen weitere Risiken: Die Zahl der Krisengebiete nimmt zurzeit weiter zu. Selbst Länder, die noch vor wenigen Jahren als politisch stabil galten, kriseln und können plötzlich und ohne lange Vorwarnung zu einem neuen Krisengebiet werden. Menschen können aus solchen Gebieten vielleicht noch fliehen und sich in Sicherheit bringen. Auch Kapital (Geld, Aktien) kann höchstwahrscheinlich noch ins sichere Ausland transferiert werden.

Doch gang anders sieht es mit Immobilien, Industrieanlagen und Kraftwerken aus. Die bleiben vor Ort und befinden sich plötzlich inmitten eines (neuen) Krisengebietes. Selbst wenn es dem technischen Personal in Kernkraftwerken noch gelingt, diese herunterzufahren und abzuschalten, so bildet die Anlage dennoch ein hohes Risiko. Schließlich befinden sich die Brennelemente noch in der Anlage und müssen auch nach dem Herunterfahren weiter gekühlt werden. Kann das noch sichergestellt werden? Und für wie lange?

Der Terror in vielen Krisengebieten in den letzten Jahren hat gezeigt, dass die Mitglieder vieler Terrorgruppen vor nichts zurückschrecken. Ganz im Gegenteil: Je größer der Schaden und je höher die Anzahl der Toten, umso besser – scheint deren Devise zu sein.

Nachdem durch Forschung und Weiterentwicklung die Anlagen für erneuerbare Energie, wie Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft immer leistungsfähiger und preiswerter wurden, Atomkraftwerke durch Störungen, Ausfälle und die Notwendigkeit aufwendiger Nachrüstungen für deren Sicherheit zunehmend unrentabel werden, wird es höchste Zeit, aus der Atomenergie auszusteigen.

Ein "weiter so, es wird schon gut gehen" darf es nicht geben. Die Schäden im Falle einer größeren Havarie mitten in Europa – wie Tschernobyl oder Fukushima – hätte verheerende und unabsehbare Folgen.

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen und Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: <a href="mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info">kontakt@bio-wasserstoff.info</a>

# Neue Studie belegt mangelhafte Absicherung von Atomunfällen

Manfred Richey

Kosten eines Super-GAUs übersteigen internationale Haftungsgrenzen um das Hundertbis Tausendfache

Die Atomkraftwerke in Deutschlands Nachbarländern sind allesamt nicht ausreichend versichert, um die Kosten eines schweren nuklearen Unfalls zu decken. Einen Großteil der Schäden müssten nach heutiger Rechtslage die Geschädigten selbst tragen. Zu diesem Ergebnis kommen Analysen des Forums Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) sowie des renommierten Atomrecht-Anwaltes Hartmut Gaßner im Auftrag des Ökoenergieanbieters Greenpeace Energy. Laut FÖS übersteigen die zu erwartenden Kosten eines großen nuklearen Unfalls die geltenden Haftungsgrenzen für europäische Staaten und dort tätige AKW-Betreiber um das Hundert- bis Tausendfache. So lägen die wahrscheinlichen Kosten für einen Super-GAU in Europa bei 100 bis 430 Milliarden Euro, während die international vereinbarte Haftungs- und Deckungsvorsorge meist auf dreistellige Millionenbeträge begrenzt ist.

"Es ist ein Skandal, dass Europas Atomkonzerne und Regierungen im Ernstfall die Geschädigten auf dem größten Teil des Schadens sitzen lassen dürfen", sagt Sönke Tangermann, Vorstand bei Greenpeace Energy. So erfordern die in Paris, Brüssel und Wien geschlossenen internationalen Haftungsübereinkommen laut FÖS-Analyse Deckungsvorsorgen von maximal 381 Millionen Euro. Selbst die höchsten vom Kraftwerksbetreiber vorzuhaltenden Vorsorgesummen in Belgien, den Niederlanden und der Schweiz betragen jeweils nur rund eine Milliarde Euro und decken somit nur ein Hundertstel der zu erwarteten Unfallkosten ab. Zudem ist in allen europäischen Staaten außer Deutschland und der Schweiz die Haftung der Kraftwerksbetreiber begrenzt – zumeist auf die Höhe der von ihnen vorzuhaltenden Vorsorgesumme.

"Gerade der bevorstehende Jahrestag der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl mahnt, dass die bei einem Unfall freigesetzte Strahlung vor Grenzen nicht haltmacht", so Tangermann. Die unzureichenden Haftungsregelungen sind nach Ansicht des Greenpeace-Energy-Vorstands besonders problematisch, da zahlreiche europäische Staaten weitere Atomkraftwerke planen. So ist etwa am ungarischen AKW-Standort Paks der Bau von zwei Reaktoren russischer Bauart vorgesehen. Käme es in Paks, 440 Kilometer von der deutschen Grenze entfernt, zu einem schweren Unfall, überstiegen dessen geschätzte Folgekosten die von ungarischer Seite bereitgestellte Entschädigung um rund das 180-fache.

"Die internationalen Übereinkommen sollten dringend neu verhandelt, die Haftungshöchstgrenzen abgeschafft sowie die erforderliche Deckungsvorsorge der AKW-Betreiber deutlich angehoben werden" empfiehlt FÖS-Studienautorin Lena Reuster. Und Sönke Tangermann von Greenpeace Energy sagt: "Deutschland sollte ernsthaft in Erwägung ziehen, aus den bestehenden Haftungsverträgen auszusteigen, um bei grenznahen Atomunfällen nicht durch völlig unrealistische Haftungshöchstgrenzen daran gehindert zu sein, die tatsächlich entstandenen Schäden bei den Verursachern geltend machen zu können."

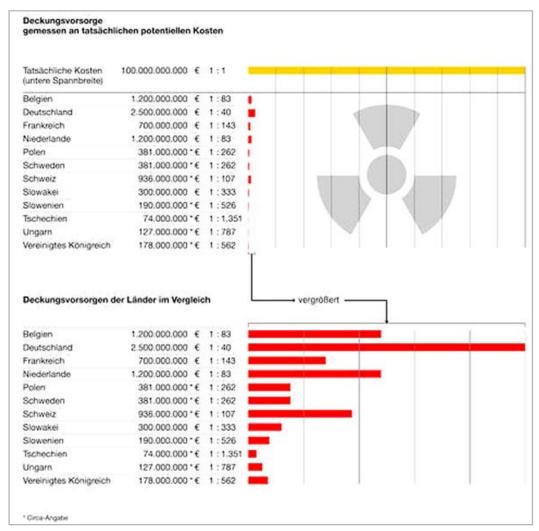
Eine ebenfalls von Greenpeace Energy beauftragte juristische Expertise zeigt, dass angesichts der hohen zu erwartenden Schäden eines grenznahen Atomunfalls die Geschädigten nach dem aktuellen internationalen Atomhaftungsrecht keine Aussicht auf substanzielle Entschädigung hätten. "Die Bürger können ebenso wie die Unternehmen, der Bund, die Länder und die Gemeinden Schadensersatzansprüche nur gegenüber dem Betreiber des havarierten AKW vor den Gerichten des Staates geltend machen, in dem sich das AKW befindet", sagt Hartmut Gaßner, Jurist mit Tätigkeitsschwerpunkt Atomrecht und Gründungspartner der Berliner Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer & Coll. "Ist bei einem großen Unfall die Haftungsgrenze überschritten, hängt es von den innerstaatlichen Regelungen ab, wer wieviel von der jeweiligen Haftungssumme erhält – und ob für ihn überhaupt etwas davon übrig bleibt", so Gaßner.

(Fortsetzung auf Seite 27)

(Fortsetzung von Seite 26)

Laut FÖS-Studie besteht jedes Jahr global eine Wahrscheinlichkeit von einem Prozent, dass ein nuklearer Unfall mit einem Schadensumfang von mindestens 312 Milliarden Euro eintritt. Bei einem Katastrophenfall in mindestens fünf sehr grenznahen Atomkraftwerken – Fessenheim und Cattenom in Frankreich sowie den Meilern Leibstadt, Beznau und Gösgen in der Schweiz – müsste auf deutscher Seite unbedingt evakuiert werden. Je nach Art des Unfalls und den meteorologischen Bedingungen können Evakuierungen laut FÖS-Studie auch bis zu einer Entfernung von rund 600 Kilometern vom Unfallort nötig werden. In diesem Radius befinden sich derzeit 34 europäische AKWs, die zwischen 30 und 50 Jahre alt sind.

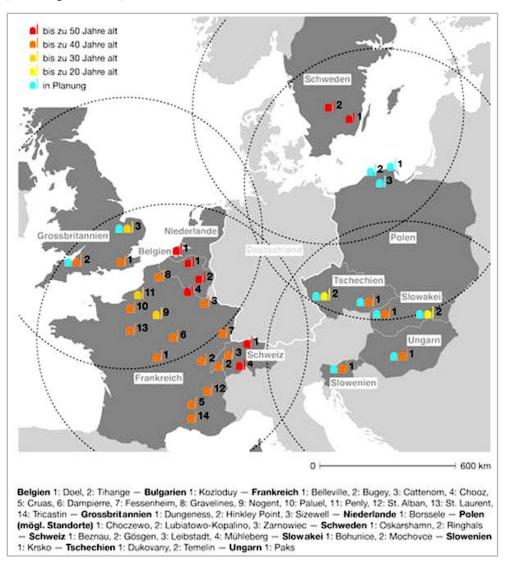
Hintergrund: Die Energiegenossenschaft Greenpeace Energy engagiert sich seit Jahren gegen den Bau von Atomkraftwerken in Europa, da diese nicht nur ein erhebliches ökologisches Risiko darstellen, sondern aufgrund hoher Subventionen den Wettbewerb auf dem europäischen Energiemarkt zu Lasten erneuerbarer Energien verzerren. Eine Klage der Energiegenossenschaft gegen die von der EU-Kommission bewilligten Milliardensubventionen für das AKW Hinkley Point C in Großbritannien wird derzeit vor dem Europäischen Gerichtshof verhandelt. Im Beihilfeprüfverfahren der Kommission zum geplanten AKW Paks II in Ungarn hatte Greenpeace Energy Einspruch gegen die geplanten ungarischen Subventionen eingelegt.



Grafik: Haftungssummen und Kosten eines Atomunfalls

(Fortsetzung auf Seite 28)

#### (Fortsetzung von Seite 27)



Grafik: Karte mit grenznahen AKWs

Quelle: <a href="https://www.greenpeace-energy.de/presse/artikel/kosten-eines-super-gaus-uebersteigen-internationale-haftungsgrenzen-um-das-hundert-bis-tausendfache.html">https://www.greenpeace-energy.de/presse/artikel/kosten-eines-super-gaus-uebersteigen-internationale-haftungsgrenzen-um-das-hundert-bis-tausendfache.html</a> (25.04.2017 – Pressemitteilung)

#### Downloads:

170425 Gutachten Gaßner Atomhaftung.pdf pdf | 193 KB

Kurzgutachten der Kanzlei GGSC zur Atomhaftung

2017-04-FOES-Kurzanalyse-Atomhaftung.pdf pdf | 420 KB

Alle Rechte an diesem Artikel liegen bei den benannten Quellen und Manfred Richey, Nürtingen. Nutzung bzw. Veröffentlichung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch die Autoren. Anfragen bitte an: <a href="mailto:kontakt@bio-wasserstoff.info">kontakt@bio-wasserstoff.info</a>

# Energie für neues Denken

« <u>Inhalt</u>

# **Impressum**

Herausgeber/Verantwortlich
Biowasserstoff-Magazin
Manfred Richey
Im Wasserfall 2
D-72622 Nürtingen

Tel.: 07022 - 46 210

E-Mail: kontakt@bio-wasserstoff.info
Web: http://bio-wasserstoff.info
http://biowasserstoff-magazin.de

Es handelt sich um private, nichtkommerzielle Seiten. Beiträge von namentlich aufgeführten Autoren stellen die Meinung des jeweiligen Autors dar. Anfragen an Autoren leiten wir gern an diese weiter.

# **Navigation im Dokument**

Seite 1: ,Themen...' gewünschten Titel anklicken » verzweigt dorthin.

Jede Seite: « Inhalt (oben links) anklicken » zurück zur Seite 1

# Über das Biowasserstoff-Magazin

Das Biowasserstoff-Magazin wurde im November 2007 gegründet. Es erscheint im Abstand von 1-3 Monaten im PDF-Format und ausschließlich online. In den Monaten dazwischen gibt es Aktualisierungen früherer Ausgaben. Zusätzlich gibt es Themenhefte, die immer wieder ergänzt und/oder aktualisiert werden.

Wir sind ungebunden, unabhängig und frei von kommerziellen Einflüssen und wollen die Idee des Bio-Wasserstoffs als *neue umweltfreundliche Energie für alle* verbreiten.

### Newsletter

Wer regelmäßig über Neuerscheinungen und Aktualisierungen informiert werden möchte, kann sich zu unserem monatlichen » Newsletter anmelden.

### Beiträge

sind willkommen - senden Sie diese bitte online an: kontakt@bio-wasserstoff.info

Wir prüfen uns zugesandte Beiträge gern und veröffentlichen diese, wenn sie zum Themenbereich des Biowasserstoff-Magazins passen. Aufgrund unseres sehr begrenzten Etas können wir keine Honorare für Beiträge zahlen und es besteht kein automatisches Recht auf Veröffentlichung.

# Mitstreiter / Mit-Autoren gesucht!

Wer Interesse hat, mehr oder weniger regelmäßig an der Gestaltung unseres Biowasserstoff-Magazins mitzuarbeiten und Berichte / eigene Artikel -- passend zum Themenkreis -veröffentlichen möchte, ist herzlich willkommen und eingeladen.

Anfragen bitte an: <a href="mailto:mitmachen@bio-wasserstoff.info">mitmachen@bio-wasserstoff.info</a>