

# Die Lehren aus Fukushima

Japanische Atomkraftwerke sind nach dem durch ein Erdbeben und einen Tsunami verursachten Reaktorunglück sicherer geworden. Im Rückblick ist die Panikmache unverständlich, ja beschämend.  
Von Irene Aegerter\*



Das grosse Drama war der Tsunami: Strahlungsmessung nach dem Störfall in Fukushima Daiichi, März 2011.

Der 11. März 2011 gehört zu jenen Daten, die vielen in Erinnerung geblieben sind. Ich weilte damals mit meinem Mann in Florida. Beim Aufstehen las ich, noch halb verschlafen, auf meinem Handy die Meldung einer Schweizer Kollegin: Nach einem schweren Erdbeben und dem nachfolgenden Tsunami seien Probleme in einem japanischen Atomkraftwerk (AKW) aufgetreten. Wir schalteten sofort CNN ein, und dann schauten wir auch die Schweizer News via Internet.

Obwohl ich natürlich ein grosses berufliches Interesse an den gemeldeten Störungen im Kernkraftwerk von Fukushima Daiichi hatte, standen für mich vorerst die schrecklichen Bilder des Tsunami im Vordergrund. Was denkt ein Kind, das mit seiner Mutter den Berg hochrennt und dann die ganze Wucht der Zerstörung miterleben muss? Ich war aufgewühlt, genau wie damals beim Tsunami in Thailand im Dezember 2004, den Freunde von uns überlebt hatten. Ich habe deren Erzählun-

gen nie vergessen. Es ist eine gigantische Naturgewalt, die man kaum voraussehen kann.

Unter den Mitgliedern von WiN (Women in Nuclear), einer Vereinigung von Frauen aus aller Welt, die im Kernenergiesektor arbeiten (ich war Gründungspräsidentin von WIN), setzte bald ein reger E-Mail-Austausch ein. Von unseren japanischen Kolleginnen las man nichts. Denjenigen, die ich gut kannte, schickte ich eine E-Mail. Viel Neues war allerdings nicht in Erfahrung zu bringen. Zwar hat WiN Japan auch Mitglieder, die in Fukushima Daiichi arbeiteten. Doch sie hatten wohl anderes zu tun, als E-Mails zu verschicken. Viele konnten nicht einmal mit ihrer Familie kommunizieren, wie ich später erfahren habe.

Für die amerikanischen TV-Sender stand anfänglich die Befürchtung im Mittelpunkt, dass der Tsunami nach Kalifornien gelangen könnte (was ja tatsächlich auch geschah; ein Mensch kam dabei ums Leben). Viel Raum

wurde auch den immensen Schäden eingeräumt, die der Tsunami angerichtet hatte. Erst mit der Zeit wechselte der Fokus zusehends auf die sich zuspitzende Lage um das Kernkraftwerk Daiichi. Immer wieder wurden Experten zitiert, welche die Lage und insbesondere die Strahlengefahr erfreulich professionell und nüchtern analysierten.

Welch ein Kontrast zum Schweizer Fernsehen SRF, wo eine Mischung von Mutmassungen und Halbwissen Regie führte. Professor Horst-Michael Prasser von der ETH war eine wohlthuende Ausnahme. Doch er hatte einen schweren Stand gegen die subtil geschürte Angst, die vor allem auf Vorurteilen und Emotionen basierte. Prasser wurde denn auch bald vom Bildschirm vertrieben. Einen journalistischen Tiefpunkt erreichte die Berichterstattung des Schweizer Fernsehens, als Barbara Lüthi, die preisgekrönte Reporterin und Asienkorrespondentin von SRF, von Panik erfasst wurde und mit ihrer Crew



Japan fluchtartig verliess – was sie auch noch selber dokumentierte.

Im Rückblick ist die Panikmache unverstänlich, ja beschämend. Es wurde eine Chance verpasst, über die tatsächlichen und vermeintlichen Gefahren der Kernenergie zu diskutieren. Unser Sohn, der damals die Physikgrundvorlesung für Chemiker und Biologen an der Universität Zürich hielt, funktionierte seine Lektion um zu einer Tour d'Horizon über Reaktorphysik und Radioaktivität. Als die Doppelstunde vorbei war, mochte kaum einer den Hörsaal verlassen. Zahlreiche Studenten bestürmten ihn mit der grossen Frage: Was heisst das nun, wie geht es weiter?

Das Schweizer Fernsehen gab da wenig Antworten, sondern zeigte Explosionen, welche die Zuschauer fälschlicherweise als Atomexplosionen interpretierten. In Tat und Wahrheit waren es Knallgasexplosionen.

### Die Politiker kippten wie Dominosteine

Erschütternd war auch die panische Reaktion unserer Politiker, die, ohne jede Not und ohne genau zu wissen, was in Fukushima überhaupt passiert war, über Nacht den Atomausstieg beschlossen. Dieselben Volksvertreter, die wenige Wochen zuvor noch für den (vom Berner Stimmvolk und auch von der Standortgemeinde befürworteten) Neubau von Mühleberg geworben hatten, kippten wie Dominosteine. Vierzig Prozent unserer zuverlässigen und sauberen Stromversorgung, um die uns viele Länder beneiden, waren plötzlich des Teufels. Man mag sich gar nicht vorstellen, wie diese Politiker reagieren würden, wenn sie einmal eine echte Bedrohung zu bewältigen hätten.

Wie jeder Energieträger hat die Kernenergie Vor- und Nachteile. Für mich überwogen stets die Vorteile gegenüber den fossilen Brennstoffen, auf die wir längerfristig verzichten müssen. Ich habe nichts gegen die erneuerbaren Energien. Wasserkraft deckt bereits fast sechzig Prozent unseres Strombedarfs. Doch man muss realistisch sein: Sonne und Wind sind in unseren Breiten schlicht unbrauchbar für die Grundstromversorgung. Der Verschleiss an Ressourcen (Rohstoffe, Land) ist gemessen am geringen Ertrag zu gross. Und vor allem ist heute keine Technologie in Sicht, mit der sich der zufällig anfallende Flatterstrom von Sonne und Wind in nützlichen Mengen speichern liesse. In Anbetracht dieser Fakten ist die Energiewende ein verantwortungsloser Trip ins Ungewisse.

Halten wir uns vor Augen, was damals in Japan geschah: Im Verlauf des Erdbebens – eines der gewaltigsten, die weltweit je gemessen wurden – stellten sich alle elf laufenden Reaktoren im betroffenen Gebiet automatisch ab. In Fukushima Daiichi versammelte sich die Belegschaft auf dem Parkplatz zum Appell. Einer fehlte. Er war beim Beben von einem Kran gestürzt. Abgesehen davon hatte das Werk kaum Schäden erlitten. Zwar war der Strom ausgefal-

len, die eigene Produktion wie auch – wegen zerstörter Stromleitungen und wegen den übrigen abgestellten Kraftwerken – die Zufuhr von aussen. Aber die Notstromgeneratoren sorgten dafür, dass die heissen Reaktoren weiter gekühlt wurden. Man machte sich schon daran, das Werk wieder hochzufahren.

Dann kam das Meer, fünfzehn Meter hoch. Die sieben Meter hohe Schutzmauer wurde überspült und das Kraftwerk überflutet. Die Notstromgeneratoren standen ungeschützt im Untergeschoss der Turbinenhalle, vorne am Meer, und sie standen plötzlich unter Wasser und fielen aus. Zudem hatten die Wassermassen die freistehenden Brennstofftanks weggespült oder beschädigt. In Fukushima Daiichi traf damit das schlimmstmögliche Szenario ein: ein «Station Blackout», ein totaler Stromausfall.

Schon als ich am Fernsehen die Knallgasexplosionen sah, war mir klar: Anders als die europäischen AKW-Betreiber hat der japanische Stromriese Tepco die Lehren aus dem Unfall von Harrisburg 1979 nicht gezogen.

Ich erinnere mich noch gut: Bei einer Reise von Journalisten nach Schweden vor der Atomabstimmung von 1990, die ich begleiten durfte, sagten die schwedischen Kollegen beiläufig, sie hätten nun ihre KKW mit gefilterter Druckentlastung ausgerüstet. Unsere Journalisten wollten umgehend wissen, warum dies

---

### Sonne und Wind sind in unseren Breiten schlicht unbrauchbar für die Grundstromversorgung.

---

in der Schweiz (noch) nicht der Fall war. Es kam in der Folge zu heftigen Diskussionen in der Schweiz: Ist es wirklich richtig, in die so gut und dicht gebauten Containments unserer Kernkraftwerke Löcher zu bohren, um diese Ventile einzubauen?

Am Ende hat man bei allen Schweizer AKW gefilterte Druckentlastungsventile eingebaut. Zu Recht, wie die Erfahrung aus Japan zeigt (siehe Kasten). Bei uns hat man zudem auch Wasserstoff-Rekombinatoren eingebaut, damit allfällig entstehender Wasserstoff wieder zu Wasser oxidiert. Wäre das auch in Fukushima geschehen, würden wir heute kaum noch über die Havarie reden. Später habe ich vernommen, dass die Firma Elektrowatt, welche das KKW Mühleberg nachgerüstet hatte, die gleiche Offerte auch Tepco unterbreitete (der Reaktor von Fukushima Daiichi 1 ist fast baugleich mit Mühleberg). Tepco hat diese jedoch abgelehnt, denn die Sicherheitsbehörden hatten das ja nicht verlangt.

Ja, die Sicherheitsbehörden: Ich war von 2001 bis 2007 Mitglied der Eidgenössischen Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen (KSA), und wir führten jährliche Gespräche mit den AKW-Betreibern. Sie hatten gar keine Freude, wenn wir immer wieder neue Nachrüstun-

gen verlangten. Ich sagte mehrmals: Sicherheit kostet, aber Unfälle kosten ein Mehrfaches. Das sollte Tepco in der Zwischenzeit eigentlich gelernt haben. Ich war deshalb erstaunt, dass Japan sich sogar dieses Jahr noch gegen den Vorschlag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (Ensi) wehrte, weltweit die gleichen Sicherheitsstandards in der «Convention on Nuclear Safety» (CNS) der IAEA zu verlangen. Ich selbst hatte schon 1986 im Petitionstext der Frauen für Energie, der sich gegen den Atomausstieg nach dem Unfall in Tschernobyl richtete, die Forderung mit folgendem Wortlaut gestellt: «Die Unterzeichner bitten das Parlament, den Bundesrat aufzufordern, international den gleichen Sicherheitsstandard für alle Kernkraftwerke zu verlangen, wie er in der Schweiz verwirklicht ist.»

### Atomausstieg bringt keine Sicherheit

Ich will damit sagen: Statt die eigenen, sicheren AKW zu verschrotten, sollten wir uns auf internationaler Ebene für höhere Sicherheitsstandards und eine bessere Sicherheitskultur bei den Anlagen einsetzen, die weltweit in Betrieb sind und neu gebaut werden.

Als Reaktion auf den Unfall in Tschernobyl wurde 1989 die World Association of Nuclear Operators (Wano) gegründet, ein weltweiter Zusammenschluss der Kernkraftwerkbetreiber. Ziel der Wano ist es, den verantwortungsvollen, sicheren Betrieb von Atomkraftwerken zu gewährleisten und stetig zu verbessern. Dazu führt sie in den KKW regelmässig Sicherheitsüberprüfungen durch.

Nach dem dreifachen GAU in Fukushima Daiichi habe ich diejenigen Personen gefragt, die ich bei der Wano kannte, warum denn niemand die Tepco auf die Gefahren der ungebunkerten Notstrom-Dieselaggregate und der zu niedrigen Tsunami-Schutzwälle angesprochen habe. Dabei musste ich erfahren, dass die Wano zwar in London ein weltweites Leitungsgremium hat, das Vorschläge macht, aber die regionalen Zentren in Atlanta, Moskau, Paris und Tokio für die Umsetzung verantwortlich sind.

Ein Problem in Fukushima war die harzige Zusammenarbeit zwischen den Operateuren vor Ort, den Funktionären von Tepco, den Sicherheitsbehörden und der Regierung. Dass beispielsweise der Ministerpräsident die manuelle Druckentlastung absegnen muss, ist unverstänlich. In der Schweiz beübt die Nationale Alarmzentrale (NAZ) regelmässig Unfallszenarien in Kernkraftwerken, um diese Zusammenarbeit zu testen.

Als Mitglied einer Arbeitsgruppe der Nationalen Alarmzentrale hatte ich zweimal Gelegenheit, solchen Übungen beizuwohnen. Zwar wird immer wieder geklagt, die Szenarien der NAZ beruhen auf unrealistischen Annahmen und schürten die Angst vor AKW-Unfällen. Doch man kann nur Lehren ziehen, wenn man selbst das Undenkbare zu denken

## Kraftwerke

# Gewaltige Energie

## Warum kam es in Fukushima überhaupt zur Kernschmelze?

Von Simon Aegerter

Selbst nach dem Abschalten produziert ein Kernkraftwerk Wärme, die Nachzerfallswärme. Eine Stunde nach der Abschaltung sind es zwar nur noch 1,5 Prozent der vollen Leistung. Doch in Anbetracht der gewaltigen Energie, die in einem Kernreaktor steckt, ist dies immer noch viel Wärme. Der Reaktor muss also weiter gekühlt werden, sonst schmelzen die Brennstäbe und zerstören dabei den Reaktor.

Zwar ist es möglich, die Notkühlsysteme bei einem Stromausfall allein mit der Nachzerfallswärme zu betreiben. Leider hatte ein Operateur diese Kühlung in Fukushima Daiichi beim Block 1 kurz ausgeschaltet, weil sie zu stark wirkte. Nach dem Stromausfall konnte er sie nicht wieder in Betrieb nehmen.

Das Wasser, in das die Brennstäbe eingetaucht waren, begann zu verdampfen. Der Druck im Reaktordruckgefäss stieg, die Sicherheitsventile öffneten sich, und der Dampf entwich in den Sicherheitsbehälter (Containment). Die glühenden Brennstäbe ragten derweil immer weiter aus dem Wasser. Schliesslich reagierte die Zirkon-Umhüllung des Urans mit dem Wasserdampf, es bildete sich Wasserstoff, der zusammen mit Spaltprodukten aus dem Reaktor ins Containment entwich.

Für den Fall, dass der Druck im Containment zu hoch wird, gibt es ein Ventil, durch welches eine notfallmässige Druckentlastung durch ein Hochkamin möglich ist. Wegen des Stromausfalls liess sich dieses Ventil nicht öffnen, und das Containment brach.

So entwich das Gemisch von Wasserstoff, Dampf und Spaltprodukten ins Reaktorgebäude. Weil in den AKW von Fukushima sowohl Filter als auch Wasserstoff-Rekombinatoren fehlten, kam es zur Explosion und zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen.

Es verging ein Tag, bis es den fieberhaft arbeitenden Operateuren gelang, eine notdürftige Stromversorgung und ein behelfsmässiges Kühlsystem aufzubauen. Als es fertig war, ereignete sich im oberen Teil des Reaktorgebäudes 1 die erwähnte Wasserstoffexplosion. Die herabstürzenden Trümmer zerstörten die neuen Notleitungen. Danach konnten auch die Blöcke 2 und 3 nicht mehr gerettet werden.

versucht. Nur so gelang es unserer Sicherheitsbehörde Ensi, als unabhängige Organisation eine hohe Kompetenz in der Beurteilung sicherheitsrelevanter Aspekte zu entwickeln.

Wir sollten unser Augenmerk aber auch auf die Weiterentwicklung der Kernenergie richten, die weltweit, mit oder ohne Schweiz, nach wie vor im Vormarsch ist. Ohne Kernenergie lässt sich der steigende Energiehunger von über sieben Milliarden Menschen auf dieser Erde nicht decken, es sei denn, wir wollen unsere Atmosphäre weiter mit den Emissionen fossiler Kraftwerke verpesten. Ich sehe die Zukunft vor allem in kleinen und inhärent sicheren KKW, die auch weniger und kurzlebigere Abfälle produzieren.

Die ETH Zürich hatte mit dem Paul-Scherrer-Institut einst eine führende Forschungsstätte im Bereich der Nukleartechnologie, deren Ruf weit über die Landesgrenzen hinaus strahlte. Nichts gegen die Forschung an neuen Solar- und Speichertechnologien. Doch sie sollte nicht auf Kosten der Reaktorforschung gehen. Mit gut ausgebildeten Nuklearingenieuren könnten wir den grössten Beitrag für eine sichere, günstige und CO<sub>2</sub>-freie Stromversorgung der Welt leisten.

### Die grossen Irrtümer der Atomgegner

Nach Tschernobyl meinten viele, dies sei das Ende der Kernenergie. Sie haben sich geirrt. Genauso wird es mit Fukushima sein. Es war eine Katastrophe, die nie hätte passieren müssen. Trotzdem: Fukushima wird die Kernenergie sicherer machen, wenn wir die nötigen Lehren ziehen. Vier Jahre nach dem dreifachen GAU ist die Zeit reif für eine Bilanz. Für mich stehen folgende Punkte im Vordergrund:

1 — Kernkraftwerke sind so zu bauen und zu betreiben, dass auch unwahrscheinliche Bedrohungen von aussen beherrschbar sind und die Umgebung nicht beeinträchtigt wird. Dazu gehören Überschwemmungen, Erdbeben, Verkehrskatastrophen, aber auch militärische und terroristische Bedrohungen. Fukushima hat im Übrigen gezeigt, dass Kernkraftwerke erdbebensicher gebaut werden können.

2 — Beim Betrieb der KKW ist aus den Erfahrungen anderer Betreiber zu lernen, neue Erkenntnisse sind laufend zu berücksichtigen und umzusetzen. Um dies sicherzustellen, müsste eine Kontrollorganisation wie die IAEA mit mehr Kompetenzen ausgestattet sein.

3 — Kernkraftwerkbetreiber müssen mit den nationalen Katastrophenorganisationen reibungslos zusammenarbeiten können. Dies ist regelmässig zu üben.

4 — Evakuierungen können mehr Schaden stiften, als bei deren Unterlassung entstehen würde. Gemäss japanischen Studien sollen als Folge der Evakuierung der Region um Fukushima über 1000 Personen ums Leben gekommen sein. Man

weiss heute, dass Strahlendosen unter 100 mSv pro Jahr gesundheitlich unbedenklich sind. Nur in einem kleinen Bruchteil der evakuierten Gebiete um Fukushima wurde diese Grenze je überschritten. Die Grenzwerte müssen deshalb dem Stand der Forschung angepasst werden.

### Fukushima machte Kernkraft sicherer

Es wird für viele zynisch klingen, aber Fukushima hat unter dem Strich gezeigt, wie sicher eigentlich Kernenergie ist – und wie sehr die Bedrohung von vielen überschätzt wird. GAU heisst «grösster anzunehmender Unfall». In Fukushima hatten wir erstmals nicht nur einen, sondern gleich einen dreifachen GAU. Trotzdem ist kein Mensch wegen der Strahlung gesundheitlich geschädigt oder gar getötet worden. Ein Arbeiter starb, als er während des Erdbebens stürzte, zwei ertranken im Tsunami.

Das grosse Drama war der Tsunami mit gegen 20 000 Todesopfern. Was uns zeigt, welche Gefahr im scheinbar harmlosen Wasser steckt. Doch das Schweizer Fernsehen hat am Jahrestag von Fukushima 2015 erneut verbreitet: «Zuerst kam das Erdbeben, dann der Tsunami und dann der Kernkraftwerkunfall mit 19 000 Toten.» Das ist der wirkliche Zynismus.

Die Aufräum- und Dekontaminationsarbeiten in Japan werden noch lange dauern. Sie könnten aber sehr viel zügiger vorankommen, wenn die Grenzwerte für die Strahlenbelastung gemäss den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen angesetzt wären. Der Grenzwert für die Fischerei ist beispielsweise so tief angesetzt, dass ein Mensch niemals in die Nähe einer gefährlichen Dosis käme, selbst wenn er sich tagtäglich ein Leben lang nur von Fischen ernähren würde. Das ist schlicht absurd. Es ist auch falsch, kontaminiertes Wasser in riesigen Mengen zu lagern, obwohl dessen Radioaktivität die natürliche Strahlung des Wassers im Pazifik kaum übersteigt.

Der Rückbau der beschädigten Reaktoren ist wegen der geschmolzenen Brennstäbe viel aufwendiger als der Rückbau eines normal ausser Betrieb gesetzten AKW. Der Preis, den die Tepco für ihr grob fahrlässiges Sicherheitsmanagement zahlen muss, ist enorm. Immerhin: Japan hat seine Lehren gezogen und das Sicherheitsmanagement für seine Kernkraftwerke von Grund auf überarbeitet, damit die Kernkraftwerke dort wieder in Betrieb gehen können und die Stromversorgung nicht mehr mit für teures Geld importierter Kohle, Öl und Flüssiggas sichergestellt werden muss. Auch das hat Fukushima gezeigt: Der Atomausstieg hätte einen sehr hohen Preis, für die Wirtschaft, aber vor allem auch für die Umwelt.

\*Irene Aegerter ist Physikerin. Am Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (heute Paul-Scherrer-Institut) schrieb sie ihre Dissertation über den radioaktiven Fallout. Sie ist Gründerin von Frauen für Energie (FFE) und Gründungspräsidentin von Women in Nuclear (WiN). Zusammen mit ihrem Mann Simon Aegerter betreibt sie den Blog [www.kaltduschenmitdoris.ch](http://www.kaltduschenmitdoris.ch).