

Atomunfall in der Schweiz

# Ist der Notfallschutz bereit?



**Zivilschutzübung**  
Schattenboxen mit der Radioaktivität



**Strahlenschutzverordnung**  
Der Trick mit der Dosis

Beitritt  
zum  
Komitee  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

**Ja.**

ÄrztInnen für den  
Atomusstieg  
Am 27. November

Editorial	3
Die radioaktive Wolke und wir Stephanie Fuchs, AefU	4
Zahlenzauber mit der Wahrscheinlichkeit von Atomunfällen Martin Forter, AefU	11
Der Zivilschutz übt das Unvorstellbare Reportage, Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU	15
Die vorgeschlagene Strahlendosis ist viel zu hoch Stephanie Fuchs, AefU, nach Gesprächen mit Dr. André Herrmann, Basel	18
Gesundheitliche Effekte radioaktiver Strahlung Dr. med. Martin Walter, Grenchen/SO	21
Desinformation über Opferzahlen nach AKW-Unfällen Dipl.-Ing. Thomas Dersee, strahlentelex.de	25
Radiostrontium in den Milchzähnen japanischer Kinder Interview mit Dr. med. Eisuke MATSUI, Gifu-City/Japan	29
Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter	31
Die Letzte	32

30. September 2016

Titel-Bild: AKW Grafenrheinfeld (D), 1981-2015 (Stilllegung 27.05.2015)

© KEYSTONE/PICTURE ALLIANCE/David Ebener



**Treten Sie bei!**

Komitee ÄrztInnen für den Atomausstieg.  
Danke für Ihre Unterstützung! [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

Abstimmung vom 27. November 2016

**JA zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg  
aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)»**

# Liebe Leserin

# Lieber Leser

Bahnt sich in einem Schweizer AKW ein schwerer Unfall an, rennt die Zeit los. Ob wir uns rechtzeitig schützen können, liegt beim AKW-Betreiber: Erkennt er, was er kategorisch als unmöglich ausschliesst? Gibt er es sofort preis? Im Folgenden sind wir auf lückenlose Informationen angewiesen. Unsere Recherche traf auf Stolpersteine in der Schweizer Notfallplanung. Und auf Behörden, die nach dem Motto arbeiten: Ein Unglück kommt immer allein (Recherche, S. 4). Damit die möglichen Schutzmassnahmen zum Unfall passen, muss sich der Unfall nach den Möglichkeiten richten (Beitrag Forter, S. 11). Das kommt der Haltung der AKW-Betreiber entgegen: Solange man die Menschen nicht gegen extreme Erdbeben schützen könne, mache es auch nicht Sinn, Vorkehrungen gegen AKW-Unfälle zu planen, die nur als Nebenprodukt eines solchen Lebens möglich seien.

In der dichtbesiedelten Schweiz trifft ein Atomunfall Hunderttausende Menschen. Wo kann man weiterwohnen, wo wieder ernten? Die Zivilschützer müssten helfen, die Verseuchung zu messen und uns unbelastetes Not- Trinkwasser zapfen (Reportage, S. 15). Wer weg muss, wird Genugtuung fordern. Der Trick der Behörden besteht darin, den Menschen eine möglichst hohe Strahlendosis zuzumuten (Beitrag Fuchs, S. 18). Wer diese fürchtet, der geht freiwillig und hat keinen Anspruch auf Entschädigung. Aber er geht mit gutem Grund. Das Erbgut kann schon bei geringer Strahlenbelastung grossen Schaden nehmen (Beitrag Walter, S. 21). Es stimmt eben gerade nicht, was uns die AKW-Betreiber auf [www.kernenergie.ch](http://www.kernenergie.ch) weismachen wollen: Mit der Radioaktivität sei es «ähnlich wie mit Alkohol» und der Konsum von ein, zwei Gläser Wein pro Tag ja «durchaus bekömmlich, auch über lange Zeit».

Schwer verdaulich ist auch die Rechnung, wonach in Fukushima mehr Menschen an den Folgen der Flucht gestorben seien, als durch die radioaktive Verstrahlung. Das stimmt, wenn man die Langzeitfolgen ignoriert. Auch das enorme psychische Leiden der «Atom-Flüchtlinge» in ihrer Heimatlosigkeit ist anerkannt. Das sind aber keine Gründe, die erhöhte Radioaktivität im Notfall zu ertragen, sondern zwei mehr, die AKWs abzustellen. Ausserdem kommt es bei der Rechnung darauf an, welche Zahlen man nicht kennen will (Beitrag Dersee, S. 25). Und welche Messungen man nicht macht: Ein japanisches Forschungsteam um den Arzt Eisuke MATSUI will Milchzähne als Beweismittel nützen für die ignorierte Verstrahlung der Bevölkerung Japans (Interview, S. 29).

Dr. Walter Tromm ist Sicherheitsexperte in Sachen Atomenergie und AKW-Rückbau am Karlsruher Institut für Technologie KIT. Im Tagesgespräch mit Radio SRF 1 vom 30.08.2016 sagte er, man müsse eine Technologie bis an ihr Ende denken, bevor man erwäge, da einzusteigen. Wir sind schon vor 47 Jahren eingestiegen und haben es noch nicht einmal über eine fragliche Notfallplanung hinaus geschafft. Wir können nur noch aussteigen. Und das sollten wir tun.

Beginnen wir am 27. November 2016 damit.

Stephanie Fuchs, Redaktorin

Die Recherchen und Berichte in diesem OEKOSKOP zum Notfallschutz bei einem schweren Atomunfall in der Schweiz wurden dank der grosszügigen Unterstützung durch die Stiftung Corymbo, und die Stiftung Temperatio ermöglicht. Wir bedanken uns herzlich. Dieses OEKOSKOP geht auch an die Mitglieder der ÄrztInnen für soziale Verantwortung/ zur Verhütung eines Atomkrieges (PSR/IPPNW Schweiz).



<https://www.facebook.com/aefu.ch>



[https://twitter.com/aefu\\_ch](https://twitter.com/aefu_ch) > @aefu\_ch

# Die radioaktive Wolke und wir

Stephanie Fuchs, AefU

Atomkatastrophen waren immer eine Verkettung <unglücklicher Umstände>. Warum sollten wir mit den Uralreaktoren mehr Glück haben? Wir würden vielleicht nicht einmal rechtzeitig von unserem Unglück erfahren.

Heulen in der Schweiz die Sirenen wissen wir, dass eine Notlage besteht, aber nicht unbedingt, dass in einem der fünf Schweizer Atomkraftwerke (AKW) ein Unfall geschehen ist. So geht es auch unserer vierköpfigen Familie<sup>1</sup>, die wir hier zur Veranschaulichung schaffen: Sie schläft drei Kilometer vom AKW entfernt.

Um 4.00 Uhr morgens fällt dort die Reaktorkühlung aus. Eine Leitung innerhalb der Sicherheitshülle ist gebrochen. Es kommt zu einer Schnellabschaltung. Der AKW-Betreiber muss die Atomaufsicht ENSI<sup>2</sup> und die Nationale Alarmzentrale NAZ informieren. So steht es in den <Referenzszenarien ABCN><sup>3</sup> von 2016 bzw. im <Notfallschutzkonzept bei einem KKW-Unfall in der Schweiz><sup>4</sup> von 2015. Beide Dokumente mussten nach der Atomkatastrophe von

Fukushima überarbeitet werden. Sie halten fest, womit die Behörden bei einem schweren Atomunfall in der Schweiz rechnen und wie der Notfallschutz darauf vorzubereiten sei. Sie gehen vom dem sogenannten Referenzszenario A4 aus. Ob es die Auswirkungen eines schweren AKW-Unfalls tatsächlich genügend abbildet, ist umstritten (vgl. Beitrag Forter, S. 11).

## Warnung und Alarm

Nun meldet das AKW: auch die Notkühlung hat versagt. Die Brennstäbe liegen frei. Im weiteren Verlauf steigt die Temperatur im Reaktor (Zeit für <Warnung>).<sup>6</sup> Alle Verantwortlichen im Notfallschutz erstellen Alarmierungs- und Einsatzbereitschaft. AKW, NAZ, ENSI und die zuständigen Behörden der Zone 1 (vgl. Kasten und Grafik) halten die erste Telefonkonferenz. Teile des Reaktorkerns schmelzen. Radioaktivität könnte aus dem Reaktor ins Containment gelangen, der letzten Barriere zur Umwelt (Zeit für <Alarmierung>).

Es ist gegen 6.30 Uhr. Gemäss Konzept wurden inzwischen alle beteiligten «Partner im Notfallschutz»<sup>7</sup> erst gewarnt und dann alarmiert<sup>8</sup>: der Katastrophenstab des Bundes, die Kantone und Gemeinden der Zonen 1 und 2, MeteoSchweiz und die Messorganisation des Bundes, die Armee, die SBB, PostAuto Schweiz und weitere Verkehrsbetriebe, die Radio- und Fernsehbetreiber, jede Kantonspolizei in der Schweiz, die Nachbarstaaten und die internationale Atomaufsicht IAEA. Die Medien sowie Spitäler, Heime, Schulen, Gefängnisse und Grossbetriebe sollten Meldung erhalten haben, als der Unfall «noch ohne unmittelbare Gefahr

für die Bevölkerung»<sup>9</sup> war. Um 6.30 Uhr aber ist «eine gefahrbringende Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt» möglich. Überall, wo mit der Wolke zu rechnen ist, löst die Kantonspolizei die Sirenen aus. Der Radiosprecher vermeldet die Schutzmassnahmen, die der Bundesrat beschlossen hat. Beim beschriebenen «Modellunfall» ist ein zweiter Sirenenalarm geplant, worauf frühestens 30 Minuten später die radioaktive Wolke austritt, ab 10 Uhr.

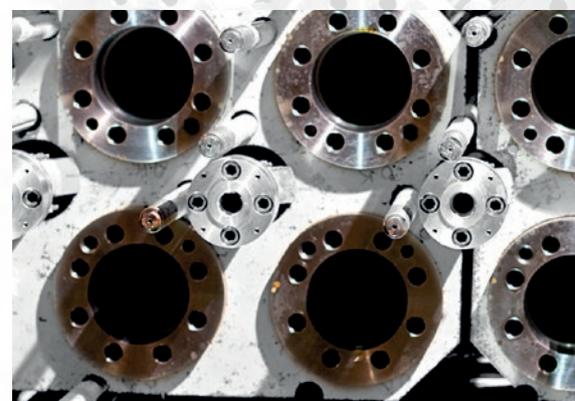
Es ist aber möglich, dass «das Ereignis sehr schnell eskaliert».<sup>10</sup> Dann verbleibt kaum Zeit für die Warnung und der zweite Alarm fällt weg. Die Sirenen treffen auf kaum vorbereitete Menschen, je nach Tageszeit daheim, unterwegs, bei der Arbeit, in der Schule. Sie alle sollen das erste Programm von Radio SRF 1 einstellen und die Anweisungen befolgen.

## Überlastete Netze

Die frühzeitige Information der Bevölkerung ist das Allerwichtigste bei einem schweren AKW-Unfall. Das setzt voraus, dass die Betreiber «das Unwahrscheinliche» erkennen und sofort preisgeben. Die Kommunikation unter den vielen zuständigen Stellen<sup>11</sup> und mit der Bevölkerung darf nicht stocken. Aber: «Nur noch wenige Menschen schalten

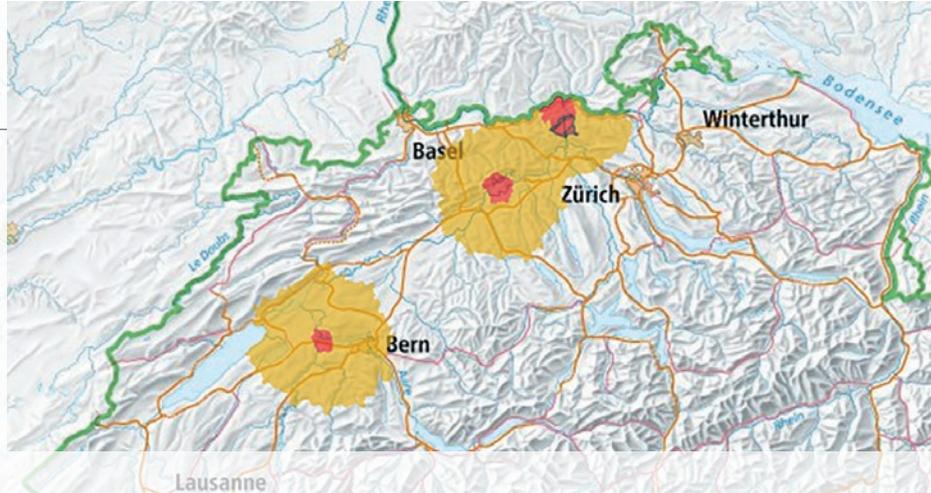
## Notfallschutzzonen

Um jedes AKW sind ringförmig zwei Zonen angeordnet, in denen bei einem schweren AKW-Unfall Schutzmassnahmen nötig sind. Zone 1 hat einen Radius von 3–5 km, Zone 2 schliesst an die Zone 1 an und reicht bis zu einer Distanz von 20 km vom AKW. Zone 3 ist die übrige Schweiz, wo Schutzmassnahmen je nach Unfallverlauf vorgesehen sind. Neu erhielt die Bevölkerung bis 50 km vom AKW entfernt Jodtabletten zugeschiedt. Die AKW-Betreiber<sup>5</sup> wehrten sich erfolglos gegen die Kostenübernahme. Eine Zustellung bis in 100 km Distanz steht weiterhin zur Diskussion. Vgl. auch Grafik, S. 5.



Notfallschutzzonen 1 (rot) und 2 (gelb) im Umkreis der Schweizer AKWs Mühleberg, Gösgen, Beznau I, Beznau II und Leibstadt (v. l.).

Quelle: Bundesamt für Landestopografie



heute bei Alarm automatisch das Radio ein. Die meisten nehmen ihr Smartphone hervor und beginnen zu Googeln», schreibt die Werbeagentur Farner.<sup>12</sup> Sie hat die neue Homepage <alertswiss.ch> des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz BABS produziert. Mobiles Surfen ist jedoch auf funktionierende Handynetze angewiesen. Bei Katastrophenwarnung und Sirenenalarm brechen sie unter dem Ansturm leicht zusammen. So fehlt unterwegs auch das Internet-Radio.

Aus gleichem Grund mahnt eine Informationsbroschüre des BABS: «Telefonieren Sie nicht (Netzüberlastung)».<sup>13</sup> Genau das aber würde die Mutter unserer fiktiven Familie tun. Sie wird sich mit dem Partner und der betagten Mutter besprechen und ruft sofort die Schulen ihrer Kinder an, um zu erfahren, was diese jetzt tun. Sie wäre kaum die einzige und würde nicht durchkommen.

«Wenn es wirklich eine Katastrophe gibt, funktioniert das alles nicht mehr, das Handynetz und damit die Push-Nachrichten, aber auch facebook, twitter, das wäre alles überlastet», zeigt sich Diego Ochsner, Chef Führungsstab des Kantons Solothurn, gegenüber OEKOSKOP überzeugt. Kurz nach dem Sirenenalarm kann bereits die Notfallnummer blockiert sein: «Viele Leute rufen sofort die Polizei an. Daher ist es wichtig, dass man zuerst die Sofortmassnahmen auslöst. Denn die Alarmzentrale ist nachher für eine gewisse Zeit lahmgelegt», erklärt Ochsner.

### Sendung ohne Empfang?

Bei einem Stromausfall sind die Behörden auf das Radio-Konzept aus dem Kalten

Krieg angewiesen. Denn für die Information der Bevölkerung in Krisenlagen, greift der Bund auf sein UKW-Notsendernetz zurück.<sup>14</sup> Ohne Strom aber funktionieren weder Internet-Radio noch das DAB<sup>+</sup>-Gerät. Die tragbaren UKW-Radios sind weitgehend verschwunden und die wenigsten schaffen sich ein portables DAB<sup>+</sup>-Radio an, die teilweise noch UKW empfangen.

«Das Problem ist heute weniger die Produzentenseite der Nachricht, sondern stärker die Empfangsseite, da ein grosserer Teil der Bevölkerung nicht mehr UKW-Radio hört», bestätigt Kurt Mürger, Medienverantwortlicher beim BABS. Es ist also fraglich, ob die Radiomeldung – z. B. zur Einnahme der Jodtabletten – die Menschen bei Stromausfall überhaupt erreicht. Deshalb hat das BABS gar erwogen, den Haushalten ein günstiges UKW-Radio abzugeben.<sup>15</sup> Deswegen Verfügbarkeit im Notfall wäre damit noch nicht garantiert gewesen. In dieser verzwickten Lage appelliert Christoph Flury, Chef Bevölkerungsschutzpolitik und stellvertretender Direktor des BABS an die Eigenverantwortung der Bevölkerung: «Der Staat macht viel, er kann aber nicht für alles sorgen. Beim Schutz vor Katastrophen und Notlagen ist es grundsätzlich unab-

dingbar, dass die Leute selbst eine gewisse Verantwortung für sich und ihre Familien übernehmen – wie sonst im Leben auch.»

### Papier für den Ernstfall

Bei einem Stromunterbruch können die Behörden gemäss Homepage des BABS zudem weitere Kommunikationsmittel einsetzen, «etwa Lautsprecher (auf Polizei-, Feuerwehr- und Zivilschutzfahrzeugen), Megaphone, Meldeläufer und Flugblätter».<sup>16</sup> Ähnliches schlägt im Gespräch Andrea Afoller vor, Medienbeauftragte des Solothurner Regierungsrates: «Im Worst case muss man vielleicht auch ein Packpapier hinnageln und von Hand darauf schreiben», obwohl das «natürlich entschieden länger» gehe. Die Kantone Solothurn und Aargau wollen die Kommunikation zukünftig mit einem «Leuchtturmkonzept» aufrecht erhalten: «Die Leute sollen wissen: Wo in meiner Gemeinde erhalte ich Informationen, wo ist der nächste Leuchtturm. Das kann das Feuerwehrmagazin sein, das Gemeindehaus, die Kirche», erklärt Ochsner. Bei einem schweren Atomunfall sollten die Leute ihre Räume aber möglichst nicht verlassen.

Abgesehen vom fehlenden UKW-Empfang in vielen digitalen Haushalten, sind

<sup>1</sup> Einfachheitshalber Mutter und Vater, es könnten auch Mutter 1 und 2 oder Vater 1 und 2 mit Kindern sein.

<sup>2</sup> Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI.

<sup>3</sup> Labor Spiez, BABS (Hg.): Referenzszenarien ABCN. 2015, Nachdruck 2016.

<sup>4</sup> Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (Hg.): Notfallschutzkonzept bei einem KKW-Unfall in der Schweiz, 23.05.2015, S. 23ff.

<sup>5</sup> Axpo Power AG (AKWs Beznau I und II), BKW Energie AG (AKW Mühleberg), Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG oder Kernkraftwerk Leibstadt AG.

<sup>6</sup> Der Betreiber muss die Kriterien für «Warnung» und «Alarmierung» im AKW sofort erkennen. Die Details sind in den Notfallreglementen festgelegt, vom ENSI genehmigt und geheim. Die «Referenzszenarien» der damaligen HSK (Vorgängerin des ENSI) von 2006 macht dazu die hier übernommenen Angaben.

<sup>7</sup> Notfallschutzkonzept 2015, S. 15ff. <sup>8</sup> ebd., S. 23ff. <sup>9</sup> ebd., Grafik S. 27. <sup>10</sup> ebd., S. 26.

<sup>11</sup> Gemäss BABS gibt es kein Organigramm. Der Schlussbericht zur Gesamtnotfallübung 2015 zeigte, dass selbst nicht alle Partner im Notfallschutz die Aufgaben des andern kennen (vgl. auch Fussnote 15).

<sup>12</sup> <http://www.farner.ch/referenzen/bundesamt-fuer-bevoelkerungsschutz-alertswiss/>

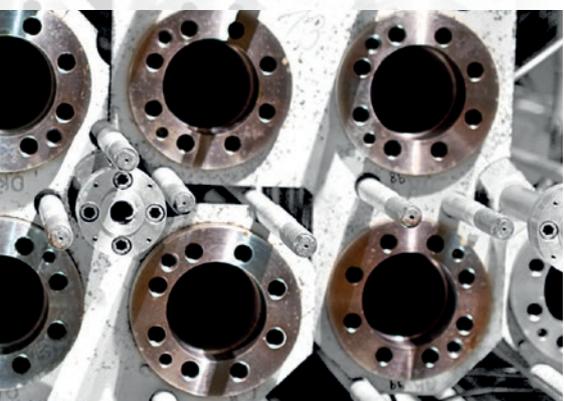
<sup>13</sup> BABS: Richtiges Verhalten bei einem Kernkraftwerksunfall. Checkliste 2012.

<sup>14</sup> Information der Bevölkerung durch den Bund in Krisenlagen mit Radio (IBBK-Radio). Der Begriff ersetzt die alte Bezeichnung UKW77.

<sup>15</sup> Das war eine Empfehlung der Sicherheitsverbandsübung 2014, Schlussbericht 2015, S. 82.

<sup>16</sup> BABS, <http://www.babs.admin.ch/de/alarmierung/alarm.html> (letztmals eingesehen 12.09.16).

Ungenutztes Material beim AKW Zwentendorf (A), das nie in Betrieb ging. © Claus Rebler



auch die Tage der veralteten Sende-Technik gezählt: Bis 2024 will «Swisscom Broadcast» die UKW-Sender abstellen. Von einer Alternative zur «Stimme, die durch Beton geht», ist noch nichts zu hören.

## Stromausfall trifft alle

Geht ein AKW schlagartig vom Netz, ist ein Stromausfall möglich. Er könnte auch die Folge von nicht mehr bedienten Trafostationen oder einem anderen, sich selbst überlassenen Elektrizitätswerk sein, weil dort das Personal geflohen ist. Auch das Unfallszenario für die Gesamtnotfallübung 2015 weist auf den Zusammenhang hin: Ein Stromausfall leistete dort «einen wesentlichen Beitrag zum Ereignis im KKG».<sup>17</sup> «Eine Katastrophe in einem spezifischen Sektor kann Auswirkungen auf andere Sektoren haben. Die Stromversorgung ist natürlich ein Schlüsselsektor», bestätigt auch Münger etwas verschlüsselt.

Der kantonale Krisenstab Solothurn werde per Handy, Festnetz oder Pager aufgeboden, die ohne Strom nicht funktionieren. Ihre Polycom-Geräte für den autonomen Sicherheitsfunk seien im Alltag immer eingeschaltet. Diego Ochsner ist sich denn auch sicher, dass seine Leute einrücken würden: «Wenn Handy oder Festnetz länger als eine halbe Stunde nicht funktionieren, gehen sie automatisch auf Polycom und kommen nach Solothurn. Dass die Kommunikation nicht mehr geht und gleichzeitig das AKW einen schweren Unfall hat, damit rechnen wir nicht.» Falls doch, würde kostbare Zeit verstreichen.

Das Aufgebot der nötigen Einsatzkräfte von Feuerwehr, Zivilschutz und Rettung würde stark behindert. «Die gleichen Probleme wie die Allgemeinbevölkerung werden auch die Führungsstäbe sowie der Zivilschutz haben: Die Verbindung wird nur noch über Funk möglich sein, mit einem sehr reduzierten Volumen an Gesprächen, geschweige denn Daten. Entsprechend schleppend dürfte der Aufwuchs mit der Einberufung der Zivilschutzpflichtigen ablaufen», schreibt der kantonale Führungsstab Solothurn 2015 den Alters-, Pflege- und Behinderteninstitutionen.<sup>18</sup> Sie wären in einer Notlage besonders auf Hilfe angewiesen.

Sollte der Strom ausfallen, müsste auch das Kantonsspital Olten beim Aufgebot von zusätzlichem Personal zur Bewältigung eines AKW-Unfalls improvisieren: «Wenn gar nichts mehr geht, müssten wir im schlimmsten Fall schauen, dass die Polizei jemanden aufbietet, der die Leute abklappert», sagt der Arzt Oliver Reisten (vgl. Kasten, S. 10).<sup>19</sup>

## Verpflichtetes Personal

Gesetzt den Fall, die Technik für das Aufgebot der Einsatzkräfte funktioniert. Würden sie ihm auch tatsächlich folgen? Was wären Polizei, Feuerwehr, Zivilschutz, Ambulanz und auch der öffentliche Verkehr ohne sie? Wäre der Nachrichtensprecher vor Ort oder als einer der früh Informierten von seinem Platz gegangen?

Bestimmte Berufsgruppen sind auch bei erhöhter Radioaktivität zum Dienst verpflichtet.<sup>24</sup> Diego Ochsner zweifelt, ob

<sup>17</sup> Die Übung fand im Kernkraftwerk Gösgen (KKG) statt. BABS: Schlussbericht zur GNU 2015, PERIKLES, S. 29.

<sup>18</sup> Amt für Militär und Bevölkerungsschutz des Kantons Solothurn: Stromausfall / Strommangellage. Auswertung der Fragebogen von Alters- und Pflegeheimen sowie Behinderteninstitutionen. 10.2015.

<sup>19</sup> Dr. med. Oliver Reisten hat OEKOSKOP die Situation eines Spitals bei einem AKW-Unfall erläutert.

<sup>20</sup> <https://alertswiss.ch/gefahren-kennen/unfall-kernkraftwerk/notfallschutz-bei-einem-kkw-unfall-wie-ist-die-schweiz-vorbereitet/> (letztmals eingesehen, 12.09.16).

<sup>21</sup> <http://www.srf.ch/news/regional/bern-freiburg-wallis/regierung-sagt-kanton-bern-ist-fuer-akw-notfall-geruestet> (letztmals eingesehen 15.9.16).

<sup>22</sup> BABS: «Im Einsatz müssen auch die Details auf Anhieb klappen». Bevölkerungsschutz Nr. 18, März 2014.

<sup>23</sup> BABS: Schlussbericht zur GNU 2015 PERIKLES, S. 7.

<sup>24</sup> Art. 120 Strahlenschutzverordnung StSV, Personenkategorien.



*Wohin mit den Säcken?  
Verzweifelter Versuch in  
Japan, das Land zu dekontaminieren. Die gestapelte  
Strahlung bleibt.*

© Ricardo Herrgott

das hilft: «Was heisst verpflichtet? Wenn einer nicht kommt, kommt er nicht. Das wird dann vielleicht einmal ein Fall für die Justiz, aber gekommen ist er deshalb trotzdem nicht. Es steht und fällt mit der Motivation der Leute.» Dennoch geht Ochsner davon aus, dass seine Leute herkommen, statt mit der Familie zu flüchten. Man möchte ihm Recht geben. Beim Erdbeben vom vergangenen August in Italien halfen sogar die Unverletzten mit blossen Händen. Würden sie es auch tun, wenn eine radioaktive Wolke droht? Arzt Reisten ist sich beim Personal nicht sicher: «Es ist denkbar, dass bei so einem Geschehen die Motivation, sich in die Nähe der kontaminierten Zone zu bewegen geringer ist, als wenn ein anderes Grossereignis abgearbeitet werden müsste. Das kann ich nicht ausschliessen. Das wäre menschlich.»

Wie würde der Vater unserer Familie entscheiden? Als Pfleger oder Buschauffeur gehört er bereits zum verpflichteten Personal. Neu soll die Pflicht u. a. auch für Zivilschützer, Rettungssanitäterinnen, Verwaltungsangestellte, Mitarbeiter von Elek-

trizitätswerken und Mitglieder der Armee gelten. «Wir sind uns bewusst: Bei allen Schutzmassnahmen, die vorgesehen sind, müssten die Einsatzkräfte einen Job machen, bei dem sie gewissen Gefährdungen ausgesetzt sind», sagt Flury vom BABS.

### Was sagt das Radio?

Gesetzt den Fall, unsere Familie kann die Radiomeldung empfangen. Welche offizielle Verhaltensanweisung erhält sie? Der Entscheid des Bundesrates steht und fällt mit dem Wolkenaustritt: «Es wäre das Schlimmste, was passieren könnte, wenn viele Personen unterwegs sind, während eine radioaktive Wolke vorbeizieht», sagt Flury. Sie würden lungengängige radioaktive Stoffe einatmen und wären den strahlenden Luftmassen ausgesetzt.

Die angeordneten Schutzmassnahmen müssen also schnell und zuverlässig greifen. Ihr Ziel lautet, «bei einem Ereignis mit erhöhter Radioaktivität akute Strahlenerkrankungen» zu vermeiden sowie «die Anzahl der Strahlenspät- und Erbschäden möglichst gering» zu halten.<sup>25</sup>

### <Gesamtnotfallübungen>

Der AKW-Unfall sei «dasjenige Katastrophenszenario, welches in der Schweiz am intensivsten geübt,<sup>20</sup> werde, sagt das BABS. Alle zwei Jahre findet eine «Gesamtnotfallübung» GNU statt. Sind es wirklich Gesamtübungen? Die Bevölkerung merke «nicht sehr viel von so einer Notfallübung», sagt Regierungsrat Hans-Jürg Käser (FDP) am Radio SRF.<sup>21</sup> Auch an der kommenden «GNU 2017» beim AKW Mühleberg fehlt das eigentliche Zielpublikum. Es gehe darum, «die Behörden zu beüben», erklärt Käser.

An der «GNU 2013» beim AKW Leibstadt konnten «die Informationstätigkeiten nur mit erheblichen Abstrichen

geübt werden».<sup>22</sup> Die Informationsführung bei einer Atomkatastrophe sei Chefsache und müsse also vom Bundesrat und den betroffenen Kantonsregierungen wahrgenommen werden. Diese Ebenen seien «jedoch bei den Gesamtnotfallübungen nur beschränkt beteiligt».

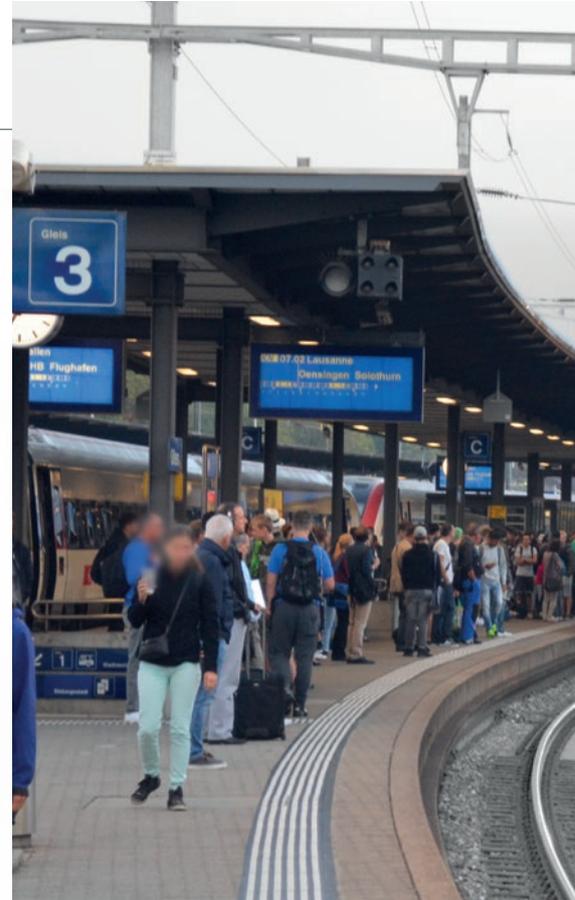
Bei der «GNU 2015» waren 250 freiwillige Figuranten beteiligt. Dafür fehlte der Krisenstab des Bundes. Dieser müsse «inskünftig in jeder GNU im Einsatz stehen und beübt werden», kritisiert der Schlussbericht.<sup>23</sup> Handlungsbedarf bestehe in der «Zusammenarbeit und Information aller Stäbe untereinander», die «einmal mehr Mängel aufgezeigt» habe.

### Vorsorgliche Evakuierung

Im beschriebenen Unfallszenario vergehen vom ersten Sirenenalarm bis zum Wolkenaustritt nur wenige Stunden. Für eine vorsorgliche Evakuierung hätte es niemals gereicht. Ohnehin kann der Zeitpunkt nur eine Annahme sein. Trotzdem ist dieser unsichere Moment das Kriterium für den allfälligen Evakuierungsentscheid. Wenn die Annahme nicht stimmt oder während der Evakuierung der Wind dreht, sind die Menschen in akuter Gefahr. Würde der Bundesrat dieses Risiko eingehen? «Auch die Risiken durch die Evakuierung selber, beispielsweise die Möglichkeit von Verkehrsunfällen, müssen abgeschätzt werden. Am Schluss ist es in einer Gesamtbeurteilung eine Entscheidung, die auf politischer Ebene getroffen werden muss», sagt Münger vom BABS.

Die ETH Zürich wagte im Auftrag des BABS den Versuch, diese «Mindestevakua-

tionszeit» am Beispiel eines AKW-Unfalls in Gösigen zu simulieren (vgl. Kasten).<sup>26</sup> Die Studienleiter machen keine abschliessende Aussage. Und was für das AKW Gösigen zutrifft, stimmt nicht fürs AKW Mühleberg: «Dort haben schon weniger Leute überhaupt ein Auto, um zu fliehen. Trotzdem entstünde schneller Verkehrschaos, weil die Strassenkapazität nicht da ist», sagt Christoph Dobler, der die ETH-Studie geleitet hat gegenüber Fernsehen SRF.<sup>27</sup> Gleichwohl zieht das BABS für sein Evakuierungskonzept<sup>28</sup> den Schluss aus der Studie, dass bei allen AKWs die Zone 1 in sechs und der betroffene Teil der Zone 2 in zwölf Stunden evakuiert sein könnten – Städte wie Bern oder Biel ausgenommen. Die Räumung besonderer Einrichtungen «wie Spitäler, Gefängnisse, Zoos» blieben aus der Studie ausgeklammert. Ihre Evakuierung würde hingegen «deutlich länger als 30 Stunden dauern».<sup>29</sup> Auch Alters- und Behindertenheimen, Schu-



len etc. blieben unberücksichtigt. Ebenso die unselbständigen, z. B. nicht gehfähigen Menschen, die mit «Sonderverkehrsmitteln» ab ihrem Wohnort geholt werden müssten. Das Evakuierungskonzept des BABS schreibt, schliesslich sei «zu entscheiden, ob auf eine vorsorgliche Evakuierung verzichtet wird, falls ein gewisser Teil der Bevölkerung nicht rechtzeitig das Gebiet verlassen kann, oder ob der Schutz des erfolgreich evakuierten Bevölkerungsanteils höher zu gewichten ist».<sup>30</sup> Das erinnert an ein Kriegsszenario.

Wer seine Evakuierung nicht selber in die Hand nimmt, wird wahrscheinlich zurückbleiben. Eine schwer erträgliche Vorstellung im Wissen, dass ein Atomunfall ein vorsätzliches Risiko ist. Flury verweist nochmals auf die Rahmenbedingungen des BABS: «Es stimmt, diese Gefahr ist menschengemacht. Aber so lange politisch die Mehrheit dafür ist und in der Schweiz Kernkraftwerke betrieben werden, haben wir den gesetzlichen Auftrag zum Notfallschutz. Und da machen wir das Menschenmögliche.»

### In den Keller

Trotz ETH-Studie und neuem Notfallschutzkonzept gilt wohl noch immer, was die Berner Regierung ein Jahr vor Fukushima in einer Interpellationsantwort schrieb: «Bei einem Störfall» in einem AKW sei «die Evakuierung von Tausenden von Menschen innert weniger Stunden nicht durchführ-

### ETH-Studie über grossräumige Evakuierung

Wie viel Zeit muss mindestens zur Verfügung stehen, damit bei einem schweren AKW-Unfall noch eine vorsorgliche Evakuierung möglich ist? Wie reagieren Menschen gegenüber einer unsichtbaren Gefahr? Was bremst sie, was treibt sie an? Die Schweiz hat – zum Glück – keine Erfahrung damit. Auch die internationale Literatur gibt nicht viel her.

Das Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich machte eine aufwändige Computersimulation am Beispiel des AKW Gösigen.<sup>31</sup> Die Studienleiter fütterten das Modell mit unzähligen verfügbaren Bevölkerungs-, Verkehrs- und Wetterdaten und ergänzten sie mit Verhaltensmerkmalen von Menschen in dieser Stresssituation. Was tun Familien, wenn sie noch nicht vereint sind? Nimmt man auch eine fremde Per-

son im Auto mit? Bleibt das Fahrpersonal im Einsatz? Die Parameter wurden in unterschiedlichsten Varianten kombiniert. Das Computerprogramm ermittelte mit «Suchläufen» die entsprechenden Evakuierungszeiten.

Die Studie zieht keine verbindlichen Schlüsse. Das übernimmt der Auftraggeber BABS (s. Haupttext). Er überträgt die Studienresultate auf sein Evakuierungskonzept<sup>28</sup> von 2014. Genau das aber ist nach Ansicht der Studienautoren nicht möglich. In ihrer Zusammenfassung schreiben sie, «dass die Simulationsergebnisse nur für das Szenario Gösigen Gültigkeit haben. Inwiefern sie auf andere Szenarien (z. B. Beznau, Leibstadt oder Mühleberg) repräsentativ sind», könne ohne weitere Studien «nicht abgeschätzt werden».<sup>32</sup>



Bahnhof Olten, 5 km vom  
AKW Gösgen entfernt.  
Nach einem Unfall bei  
Bise ist hier alles hoch-  
kontaminiert.

© OEKOSKOP

bar». Entscheidend sei vielmehr, dass die Bevölkerung «durch Beton möglichst gut abgeschirmt» werde.<sup>33</sup> Die Menschen sollen also auch heute noch in den Keller.

Die Radioaktivität entweicht im beschriebenen Modell-Unfall während etwa zwei Stunden. Es können jedoch auch «Stunden/Tage» sein.<sup>34</sup> Auch mehrere Wolken sind möglich.<sup>35</sup> Wer verpflegt z. B. die Kinder an der Schule, die nicht nach Hause gehen konnten? Wie vermeidet man, «dass die Schüler durch die Vorkehrungen unnötig beunruhigt werden»? Die Checkliste des Kantons Bern stellt Forderungen, bietet aber keine Lösungen.<sup>36</sup>

Für den Vater unserer Familie ist es eine verzweifelte Lage. Kommt er ins Krisengebiet, um die Familie im Keller zu unterstützen? Er läuft Gefahr, in diese Wolke zu geraten. Fraglich ist, ob er überhaupt heim gelangt. Ein Unfall im AKW Gösgen könnte die Autobahnen A1 und A2 verstopfen und den Bahnhof Olten lahmlegen. Eine Stunde vor dem vermuteten Wolkenaustritt wird in den Gefahrenzonen der öffentliche Verkehr eingestellt.

Alleinstehende Menschen mit Geh- oder Sinnesbehinderungen schaffen es vielleicht nicht, ihre Wohnung «wolkensicher» zu machen, geschweige denn, sich im Keller einzuquartieren. Ihre private Betreuung oder das Spitexpersonal sind wohl mit der Sicherheit der eigenen Familien beschäftigt.

Gerade bei den hilfsbedürftigsten Menschen setzt der Notfallschutz fast ausschliesslich auf die Nachbarschaftshilfe und vergisst, dass diese Nachbarn selber masslos überfordert wären. Zudem: Viele Wohnungen haben keine oder nur kleine Kellerabteile. So fehlt auch der Stauraum für die Notvorräte, der im neuen Video zum «Notfallplan» des BABS grosszügig ausfällt.<sup>37</sup>

Die Katze unserer Familie war in der Wolkenphase draussen. Für die Kinder ist es kaum auszuhalten, dass sie nicht mehr herein darf. Die radioaktive Gefahr ist unsichtbar, die Katze vor dem Kellerfenster hingegen ist für sie ein handfestes Problem.

### Nach der Wolke

Nach dem Wolkendurchzug beginnt im Unfallszenario A4 die «frühe Bodenphase». Es gebe wenige strahlengeschädigte Personen, «da sich die Bevölkerung aufgrund der Warnung grösstenteils rechtzeitig in Sicherheit bringen» könne, steht in den Referenzszenarien ABCN. Es soll «nur» 100–300 Tote geben. Die Anzahl betroffener Personen aber dürfte allein in der Schweiz «zwischen 50000 und 900 000 liegen» je nach AKW und Bevölkerungsdichte. Ein Gebiet von mehreren 1000 km<sup>2</sup> würde radioaktiv verseucht.

Ausserhalb der Gefahrenzone baut der zuständige Kanton eine sogenannte «Beratungsstelle Radioaktivität» auf. Wer glaubt,

die Wolke habe ihn getroffen, soll hier ausgemessen, beraten und allenfalls dekontaminiert werden, also duschen. Die «potenziellen Besucher» der Beratungsstelle sollen dabei die «Grobdekontamination (Duschen, Kleiderwechsel) bereits zu Hause durchführen».<sup>38</sup> Die Beratungsstelle ist von 7–20 Uhr geöffnet, soll 1000 Personen pro Tag messen, 200 duschen, bei 160 eine Schilddrüsenmessung durchführen und bei 100 eine Ganzkörpermessung.<sup>39</sup> Auch bestimmte Spitäler ausserhalb der Gefahrenzone bauen sogenannte Deko-Stellen auf (vgl. Kasten S. 10).

Bevor die Menschen die stark belasteten Gebiete verlassen können, müssen Mess- und Strahlenschutzsequenzen jede Verkehrsachse, alle Bahnhöfe, jeden Bahnwagen «freimessen» oder eben absperren. Alles was der Wolke ausgesetzt war, ist kontaminiert.

Eine Evakuierung solle «nach Ende der Wolkenphase aus all denjenigen Gebieten» geschehen, wo ein Referenzwert voraussichtlich überschritten wird.<sup>40</sup> Referenzwerte sind eine Neuerung: Die Behörden wollen der Schweizer Bevölkerung bei einem AKW-Unfall massiv mehr Radioaktivität zumuten (vgl. Beitrag S. 18). Die Konsequenz: Es müssen nachträglich viel weniger Menschen evakuiert werden.

Die Notfallplanung bei einem schweren AKW-Unfall in der Schweiz reicht bis zu dieser «frühen Bodenphase», wenn die

<sup>25</sup> Notfallschutzkonzept, S. 3.

<sup>26</sup> Dobler Ch. et al.: Grossräumige Evakuierung – Agenten-basierte Analyse. Schlussbericht an das BABS, 2013. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT der ETH Zürich. (ETH-Studie)

<sup>27</sup> <http://www.srf.ch/wissen/mensch/akw-stoerfall-die-menschen-reagieren-anders-als-man-es-plant>

<sup>28</sup> BABS: Nationales Planungs- und Massnahmenkonzept «Grossräumige Evakuierung bei einem KKW-Unfall», 2014. (Evakuierungskonzept)

<sup>29</sup> Notfallschutzkonzept, S. 21.

<sup>30</sup> Evakuierungskonzept, S. 16.

<sup>31</sup> Vgl. Fussnote 26.

<sup>32</sup> ETH-Studie, S. 178.

<sup>33</sup> Kanton Bern, RRB-Nr. 864/2011, Beantwortung Interpellation Imboden (070-2011) vom 18.05.2010.

<sup>34</sup> Notfallschutzkonzept, Grafik, S. 8.

<sup>35</sup> ebda., S. 8.

<sup>36</sup> Amt für Bevölkerungsschutz Kanton BE. Checklisten zu Massnahmen in Schulen nach einem Kernkraftwerksunfall, 2009.

<sup>37</sup> Video über den Notfallplan des BABS, 2016, <https://youtu.be/w3lyFqk2D0Y>

<sup>38</sup> Bundesstab ABCN [Katastrophenstab des Bundes]. Konzept «Beratungsstelle Radioaktivität (BsR)», 2014.

<sup>39</sup> Bundesstab ABCN: Konzept «Beratungsstelle Radioaktivität (BsR)», 2014, S. 8.

<sup>40</sup> Folgenden Zitate: Referenzszenarien ABCN, 2016.



Anweisung bei der Menschen-Dekontamination:  
Die Zeitvorgabe gilt auch für Babies und Betagte.

© OEKOSKOP

radioaktive Wolke seit ein paar Monaten oder wenigen Jahren auf dem Land liegt. Für die folgenden Jahrzehnte und länger, wenn riesige Flächen weiterstrahlen und aufgewirbelter Staub immer wieder neue Gefahr bringt, haben die Behörden keinen Plan. «Eine Umsiedlung der Bevölkerung aus den

am stärksten kontaminierten Gebiete wird zu prüfen sein.» Grundsätzlich solle «in Betracht gezogen werden», sämtliche Gebiete mit Messresultaten über dem zulässigen Wert zu dekontaminieren. Möglicherweise sei das nur durch Abtragen der obersten Erdschicht machbar. Diese müsste «fachgerecht entsorgt werden». Damit können nicht die schwarzen Säcke mit radioaktiv verseuchter Erde gemeint sein, die in Fukushima zu Bergen gestapelt weiterstrahlen (vgl. Foto S. 6).

Unsere Familie ist evakuiert. Auch in Dörfern und Städten, wo die Belastung unter der maximalen Jahresdosis bleibt, ist der Aufenthalt im Freien eingeschränkt. Draussen spielen und arbeiten geht nicht. Die Schuhe stehen hier vor dem Haus. ■

<sup>41</sup> Dr. med. Oliver Reisten ist Leitender Arzt Anästhesie am Kantonsspital Olten und Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Solothurner Spitäler.

<sup>42</sup> Insspital Bern, Email vom 01.09.2016.

<sup>43</sup> Email O. Reisten vom 07.09.2016.

**Stephanie Fuchs**, Jg. 1967, ist Geografin und seit 2013 OEKOSKOP-Redaktorin.  
[info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch), [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

## Deko-Spitäler mit Doppelrolle

Die Spitäler in der Umgebung der AKWs müssen in mehrfacher Hinsicht auf einen Atomunfall vorbereitet sein. Z. B. das Kantonsspital Olten. Es liegt 5 km vom AKW Gösgen entfernt. Das Spital könnte somit in die radioaktive Wolke geraten. Oliver Reisten<sup>41</sup> ist leitender Arzt am Spital Olten und zuständig für das «Dispositiv besondere Lagen (DbL)» der Solothurner Spitäler AG. Er schätzt die Evakuierungszeit für sein Spital im Idealfall auf 5–6 Stunden, falls jede denkbare externe Hilfe zugezogen werden könnte und keine Verkehrsbehinderungen bestehen. Das viel grössere Insspital Bern, 12 km vom AKW Mühleberg entfernt, rechnet für seine Gesamtanlage mit mindestens 24 bis 48 Stunden.<sup>42</sup> Deshalb erscheint eine vorsorgliche Evakuierung bei einem schweren Atomunfall ziemlich unrealistisch.

Viel wahrscheinlicher wäre, dass die PatientInnen im Gebäude verbleiben müssten. Das Spital könnte drei Tage ohne externen Nachschub an Personal und Material funktionieren. Eine anschließende Evakuierung durch radioaktiv verseuchtes Gebiet nennt Reisten eine Generalstabsübung: «Man müsste z. B. mit einem dicht verklebten Bus zum kontaminierten Spital fahren und die Leute bis zum Zonenrand herausholen.»

Er rechnet nicht damit, dass irgendeine Strasse nicht kontaminiert sein könnte.»

### Duschen im Minutentakt

Bleibt das Spital Olten ausserhalb der kontaminierten Zone, nimmt es als sogenanntes Deko-Spital die Dekontaminationshalle in Betrieb. Dort können pro Stunde 60 Personen aus der verseuchten Zone den radioaktiven Staub ab duschen, um ihn nicht zu verschleppen. An einer erfolgten Verstrahlung würde das aber nichts mehr ändern. Anschliessend würden sie entlassen oder gegebenenfalls als «saubere» PatientInnen weiterbehandelt. Der Zugang zum Spital wäre nur noch via diese Deko-Stelle möglich.

Die Menschen müssten draussen vor der Duschhalle warten. Jetzt darf der Wind nicht drehen und die radioaktive Wolke zum Spital bringen, sonst wären die Schutzsuchenden plötzlich in Gefahr: «Im dümmsten Fall müssten wir das alles evakuieren. Das wäre natürlich sehr schwierig», sagt Reisten. Das Spitalpersonal bei den Duschen arbeitet in orangen aufblasbaren Schutzanzügen mit Überdrucksystem, wie man sie von der Ebola-Epidemie kennt. «Dafür lassen wir z. B. Physiotherapeuten oder Ernährungsberaterinnen ausbilden, die bei einem Grossereignis sonst keine spezielle Funk-

tion hätten.» Das Anziehen dieser Anzüge bedingt gegenseitige Hilfe, die Hitze und Feuchte darin ist anstrengend. Es sind höchstens 2-Stunden-Schichten vorgesehen. Mit dem eigenen Personalkontingent könnte die Deko-Stelle 18 Stunden funktionieren, dann braucht es externen Nachschub.<sup>43</sup> Eigentliche Strahlenopfer würden nur aufgenommen, wenn die spezialisierten Universitätskliniken nicht verfüg- oder erreichbar wären.

### Notfälle in der Zone

Was aber geschieht mit Notfällen in der kontaminierten Zone, z. B. Personen mit Herzinfarkt oder Opfern eines Verkehrsunfalls? Die Ambulanz kann nicht in die Zone fahren. Die Feuerwehr könnte die Notfälle an den Zonenrand bringen und sie auch dort dekontaminieren. Rettungskräfte würden übernehmen und sie dann ins Spital bringen. Dauert die Bergung eines eingeklemmten Opfers länger, muss situativ entschieden werden, ob Rettungskräfte mit der Feuerwehr hin sollen. Es ist eine Frage der vorhandenen Schutzanzüge: «Damit müssen wir haushalten. Das ist fast ein Kriegsszenario. Das hat mit unserem Alltag dann nicht mehr viel zu tun. Wir müssten entscheiden: Gehen wir hin? Machen wir einen Kompromiss? Oder schützen wir uns.»

# Zahlenzauber mit der Wahrscheinlichkeit von Atomunfällen

Martin Forter, AefU

Gegen Unfälle wie <Fukushima> taugt der Schweizer Bevölkerungsschutz nicht. Behörden und AKW-Betreiber haben sich auf das <Machbare> geeinigt. Als Legitimation dienen umstrittene Wahrscheinlichkeitsrechnungen.

In den Atomkraftwerken von Fukushima Daiichi geschahen im März 2011 einmal mehr Unfälle, wie sie die Behörden und die ganze Branche stets als praktisch unmöglich bezeichnet hatten. Im Nachgang setzte der Bundesrat die interdepartementale Arbeitsgruppe IDA NOMEX ein. Sie sollte überprüfen, ob der bestehende Bevölkerungsschutz in der Schweiz genügt. Denn ein solch schwerer Atomunfall sah kein bisheriges, sogenanntes Referenzszenario vor. Referenzszenarien sind «Modellstürfälle», also mögliche Unfallverläufe, die man für ein beschädigtes AKW definiert. Die Szenarien unterscheiden sich in der Menge an Radioaktivität, die entweichen und darin, wie schnell dies geschehen würde. Je nach Ablauf und Ausmass des Unfalls braucht es andere bzw. schnellere Schutzmassnahmen.

## Unvernünftiger Schutz?

Bei der Planung von Notfallschutzmassnahmen in der Umgebung der Atomkraftwerke seien «neu (...) auch Szenarien berücksichtigt, welche die radiologische Freisetzung von Fukushima überschreiten», zitiert das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI den Leiter seines Fachbereichs Strahlenschutz.<sup>1</sup> Das ist falsch, wie ein Blick von OEKOSKOP in das neue «Notfallschutzkonzept bei einem KKW-Unfall in der Schweiz» vom Juni 2015 zeigt (vgl. Beitrag



S. 4). Zwar erwähnen die Verfasser<sup>2</sup> darin auch einen Austritt von Radioaktivität, der mit Fukushima (Szenario A5) oder Tschernobyl (A6) vergleichbar ist. Eine Katastrophenplanung abgestimmt auf die Bedingungen solch schwerer Atomunfälle gibt es aber entgegen den Behauptungen unserer Atomaufsicht auch heute nicht.<sup>3</sup>

Sie selber war es, die keine schwereren Unfälle als bisher berücksichtigt haben wollte. Als sei Fukushima nicht geschehen, schrieb das ENSI in seinem internen Berichts-Entwurf, den die AefU 2013 veröffentlicht haben: Einige der Referenzszenarien für schwere Atomunfälle seien «so unwahrscheinlich», dass der Aufwand für einen entsprechenden Bevölkerungsschutz «nicht mehr angemessen» wäre. Auch nach Fukushima müssten nur Atomunfälle berücksichtigt werden, «die vernünftigerweise planbar» seien. Deshalb wollte die Atomaufsicht

am Modellstürfall A3 festhalten, der schon vor Fukushima als Referenz galt. Bei diesem Szenario entweicht zwar auch Radioaktivität aus dem AKW, aber 100 Mal weniger als im Fukushima-Szenario A5 und 1000 Mal weniger als im Tschernobyl-Szenario A6.

## Anderer Ton, gleicher Inhalt

Im definitiven ENSI-Bericht hat der Ton geändert, Begriffe wie «nicht angemessen» oder «vernünftigerweise planbar» kommen nicht mehr vor. Unverändert aber blieb der Inhalt: Das ENSI empfiehlt, den zukünftigen Notfallschutz weiterhin auf das bisherige Szenario A3 auszurichten. Es stelle «ein repräsentatives Extremszenario für Kernschmelzunfälle mit ungefilterter Freisetzung dar» und trage «dem hohen Ausbau- und Sicherheitsstandard der Schweizer Kernkraftwerke Rechnung», lässt die Atomaufsicht OEKOSKOP wissen.

Auf die Seite des ENSI schlugen sich in ihren Stellungnahmen die AKW-Standortkantone Aargau und Solothurn, die Inner- und Schwyz sowie – wenig erstaunlich – die AKW-Betreiber. Für das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS kam das Szenario A3 jedoch nicht mehr in Frage, wie der stellvertretende Direktor Christoph Flury im Gespräch mit OEKOSKOP versichert: «Wir wollten, dass die Lehren aus Fukushima aufgenommen werden. Deshalb haben wir das Szenario A4 unterstützt». Dem schlossen sich der AKW-Standortkanton Bern und weitere Kantone an. Aber: Mit nur zehn Mal mehr Radioaktivitätsaustritt als bisher entspricht A4 eben gerade nicht dem Fukushima-Szenario. Deshalb verlangten Appenzell Innerrhoden, Baselland, Basel-

<sup>1</sup> ENSI: Ida Nomex: Überprüfung der Referenzszenarien abgeschlossen, eingesehen: 1.9.2016 unter: <https://www.ensi.ch/de/2013/12/20/ida-nomex-ueberpruefung-der-referenzszenarien-abgeschlossen/>

<sup>2</sup> Es sind vier Bundesbehörden, sieben Kantone und ein AKW-Betreiber.

<sup>3</sup> Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (Hg.): Notfallschutzkonzept bei einem KKW-Unfall in der Schweiz, 23.6.2015, S. 10f.

Stadt, Freiburg, Neuenburg, Thurgau, Uri, Waadt und Zürich, dass der Notfallschutz ebenso auf das Szenario A5 oder sogar A6 auszulegen sei. Die Menschen müssten also auch vor AKW-Unfällen geschützt sein, die 100 oder 1000 Mal mehr Radioaktivität freisetzen als beim bisherigen Szenario A3.

### Den Gaul am Schwanz aufgezümt

Diese unterschiedlichen Interessen prallten in der Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Referenzszenarien<sup>4</sup> aufeinander. Als vermeintlichen Ausweg entdeckten die

<sup>4</sup> Der Name lautet korrekt: «Arbeitsgruppe zur IDA NOMEX-Massnahme 14».

<sup>5</sup> Arbeitsgruppe IDA NOMEX-Massnahme 14, 2014, S. 8.

<sup>6</sup> Mails vom 19.8.2016 der Axpo AG und der Kernkraftwerk Leibstadt AG sowie Mail vom 29.8.2016 der Kernkraftwerk Gösgen AG.

<sup>7</sup> BABS (Hg): Notfallschutzkonzept, 23.6.2015, S. 8.

<sup>8</sup> ebd., S. 8.

<sup>9</sup> Arbeitsgruppe IDA NOMEX-Massnahme 14, 2014, S. 7.

<sup>10</sup> Labor Spiez, BABS: Referenzszenarien ABCN, Bern/Spiez, 2015, Nachdruck 2016, S. 20.

<sup>11</sup> Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität KSR an Bundesamt für Energie: IDA NOMEX; Stellungnahme zum interdepartementalen Bericht vom 22.6.2012, Bern, 31.8.2012, S. 6.

<sup>12</sup> Kauer mann, G, Küchenhoff, H: Nach Fukushima stellt sich die Risikofrage neu, in: Frankfurter Allgemeine, 30.3.2011.

<sup>13</sup> Lelieveld J. et al.: Global risk of radioactive fallout after major nuclear reactor accidents, Atmos. Chem. Phys. 12, 2012, p. 4245-4258.

<sup>14</sup> Wheatley S, Sovacool B, Sornette D: Of Disasters and Dragon Kings: A Statistical Analysis of Nuclear Power Incidents & Accidents, submitted 7.4.2015, abrufbar unter: <http://arxiv.org/pdf/1504.02380v1.pdf>

<sup>15</sup> University of Sussex/ETH Zürich: risk of another Chernobyl or Fukushima type accident plausible, experts say, Medienmitteilung, 4.2016.

Beteiligten von sechs Bundesbehörden, neun Kantonen und allen AKW-Betreibern, dass bei der Festlegung von Referenzszenarien für die Notfallvorsorge «ein gewisser Spielraum» bestehe. Sie entschieden deshalb «sich auf die Notfallschutzmassnahmen zu konzentrieren und zu untersuchen, welche Massnahmen besser vorzubereiten sind»<sup>5</sup>.

OEKOSKOP fragte die AKW-Betreiber von Beznau, Gösgen und Leibstadt, was dieser Satz genau bedeute. Sie antworteten mit fast identischem Wortlaut: Die Arbeitsgruppe habe «Massnahmen vorbereitet, die für alle Referenzszenarien gelten, nicht nur für ein Szenario»<sup>6</sup>. Zwar bezeichnet der Arbeitsgruppen-Bericht vom April 2014 tatsächlich noch kein Unfallszenario als das einzig relevante. Mit den Berichten «Referenzszenarien ABCN» des BABS vom September 2014 und dem «Notfallschutzkonzept bei einem KKW-Unfall in der Schweiz» vom Juni 2015<sup>7</sup> wird das Modellszenario «A4 bei mittlerer Wetterlage» jedoch zur Planungsbasis für den künftigen Bevölkerungsschutz. Dieser muss also nur auf zehn Mal mehr Radioaktivität ausgerichtet sein als vor der Fukushima-Katastrophe. Bei mittlerer Wetterlage herrscht weder Nebel noch fällt starker Regen oder Schnee.

Die Arbeitsgruppe zu den Referenzszenarien sei «sehr breit abgestützt gewesen» und die Meinungen hätten «sehr weit auseinander gelegen», erinnert sich



Diego Ochsner, Chef des Kantonalen Führungsstabes Solothurn und damals Mitglied der Arbeitsgruppe im Gespräch mit OEKOSKOP. «Schliesslich hat man sich dann auf das Szenario A4 geeinigt.»

### Keine Zeit für Notfallschutz

Mit dem Modellszenario A4 war gleich noch ein anderes Problem vom Tisch. Bei diesem Unfallverlauf rechnet man mit über sechs Stunden Zeit, die vom Erkennen des AKW-Unfalls bis zum Austritt von radioaktiven Stoffen «in gefährdendem Ausmass»<sup>8</sup> vergehen. Das ist just, was es mindestens braucht:

## Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA)

Die PSA untersucht die Risiken u. a. von Atomkraftwerken mittels der Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Systemanalyse. Es werden z.B. folgende Fragen gestellt: Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass in einem AKW das Ventil A blockiert? Wie wahrscheinlich ist es, dass dann das Rohr davor platzt? Oder wird das Wasser einfach durch

Ventil B fließen? Was geschieht, wenn dieses Ventil auch blockiert? So entstehen komplizierte sogenannte Ereignisbäume. TechnikerInnen beschreiben damit mögliche Unfallverläufe, die etwa zu Kernschmelzen führen. Ihre Vorstellungskraft reichte bisher nicht an die Realität heran. Das ist einer der grossen Mängel der PSA. (Quelle: Wikipedia/Spiegel/OEKOSKOP)



Beim Opel Jg. 1969 kann man mindestens unter die Motorhaube schauen. Aber niemand weiss, wie es im Innersten des Uralreaktors Beznau I mit gleichem Jahrgang aussieht.

© kampagnenforum.ch

«Die Abläufe im Notfallschutz» erforderten «eine Vorphase von sechs Stunden bis zur Umsetzung von ersten Schutzmassnahmen», schreibt das ENSI 2014. Beim Fukushima- und Tschernobyl-Szenario (A5 und A6) bleiben jedoch nur vier bzw. zwei Stunden Zeit. Das reicht nicht für die Umsetzung der Notfallpläne. «Man hat das Szenario genommen, bei dem ein Notfallschutz überhaupt noch machbar ist», kommentiert André Herrmann gegenüber OEKOSKOP. Der ausgewiesene Basler Strahlenschutzexperte war bis 2012 Präsident der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz KSR. Die

Wahl des Szenarios A4 hat somit wenig damit zu tun, welchen Schutz die Menschen bei einem schweren AKW-Unfall tatsächlich brauchen.

Als Legitimation für dieses zweifelhafte Vorgehen beruft sich der Bericht der Arbeitsgruppe auf das ENSI und die angeblich sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten, dass ein Fukushima- oder Tschernobyl-Szenario in einem Schweizer AKW geschehe: «Die Eintretenswahrscheinlichkeit» des Fukushima-Szenarios A5 liege «bei weniger als einmal in einer Million Jahren».<sup>9</sup> Ebenfalls unter Berufung auf das ENSI nennt das BABS eine

noch kleinere Wahrscheinlichkeit. Ein Atomunfall «mit Freisetzung einer grossen Menge an Radioaktivität» geschehe nur «einmal in 10 Millionen Jahren».<sup>10</sup>

### Bedenken übergangen

Dabei ignorieren das ENSI, die Arbeitsgruppe und das BABS die schwerwiegenden Zweifel an der sogenannten «Probabilistischen Sicherheitsanalyse» (PSA), mit der diese Unfall(un)wahrscheinlichkeiten berechnet wurden. Schon im August 2012 hatte die KSR festgehalten, die mit der PSA berechnete Eintretenswahrscheinlichkeit stelle «lediglich eine Arbeitsgrösse» dar, die jedoch «das Negieren des Vorkommens seltener Ereignisse nicht zulässt.»<sup>11</sup>

Die Angaben, wie oft in Atomkraftwerken schwere Unfälle passieren können, liegen je nach Berechnungsmethode sehr weit auseinander:

- 2011 errechneten deutsche Statistiker, dass es mindestens zu einem schweren Atomunfall alle rund 7000 Jahre kommt.<sup>12</sup>
- 2012 rechnen Mitarbeiter des deutschen Max-Planck-Instituts vor, mit den drei durchgebrannten Reaktoren in Fukushima 2011, jenem von Tschernobyl 1986 und der Kernschmelze in Harrisburg 1979 «hatten wir fünf Kernschmelzen in 40 Jahren, also einen alle acht Jahre.» Dies zeige eine «grosse Diskrepanz bezüglich der von der Nuklearindustrie angekündigten und der aktuell gemessenen Sicherheit» der Atomanlagen.<sup>13</sup>
- 2015 haben Wissenschaftler der ETH sowie der Universitäten Aarhus und Sussex eine Liste von 174 Unfällen in Atomanlagen von 1946 bis 2014 erstellt und ausgewertet. Ihr Fazit ist eine 50 prozentige Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Unfall wie in Tschernobyl in den nächsten 27 Jahren und in den nächsten 50 Jahren einer wie in Fukushima wiederhole.<sup>14</sup> Sie hätten bei ihrer Auswertung festgestellt, «dass das Risiko bei der Kernenergie extrem hoch ist», bilanziert einer der Verfasser.<sup>15</sup>

Mit der PSA würden «unrealistische Werte errechnet», die «in totalem Widerspruch zur effektiven Eintretenswahrscheinlichkeit aufgrund der bereits weltweit vorgekommenen Störfälle mit Kernschmelzen stehen», fasst André Herrmann zusammen.

Der Kanton Zürich kritisierte auch die Intransparenz der Methode: «Notfallplanung muss sich demnach an möglichen, nicht nur an wahrscheinlichkeitstheoretisch (probabilistisch) abgesicherten Abläufen orientieren. (...) PSA sind mit zum Teil beträchtlichen Ungewissheiten behaftet und nur für ganz wenige Fachleute durchschaubar. Für die vorliegende Beurteilung [der Referenzszenarien] wurden sie zudem nicht zugänglich gemacht.»<sup>16</sup>

### Hilflos gegen Raketenangriff

Das ENSI schweigt sich auf Anfrage von OEKOSKOP zur Kritik an der PSA aus. In ihrem Bericht zu den Referenzszenarien beharrt die Atomaufsicht darauf: Massive Austritte von Radioaktivität aus havarierten



Klare, mehrsprachige Ansage an einer Demonstration gegen die Atomkraftwerke Beznau I und II. © OEKOSKOP



Explosion beim Atomkraftwerk Fukushima 2011.

Quelle: ntv

Atomkraftwerken wie in Fukushima oder in Tschernobyl würden laut PSA «direkt» von «extremen Erdbeben» ausgelöst.<sup>17</sup> Sie seien somit entsprechend unwahrscheinlich und könnten beim Notfallschutz weggelassen werden. Doch selbst wenn die PSA-Methode über alle Zweifel erhaben wäre: «Terroristische Anschläge und Sabotage, z. B. vorsätzliche Flugzeugabstürze sowie kriegerische Auseinandersetzungen», so räumt das ENSI selbst ein, seien bei der PSA «nicht berücksichtigt».<sup>18</sup> Steuert also jemand ein grosses Flugzeug oder eine Rakete direkt in das AKW Beznau oder Leibstadt, ist eine schnelle Zerstörung des Reaktors mit einem massiven Austritt von Radioaktivität wie in Fukushima oder Tschernobyl auch ohne starkes Erdbeben möglich. Das sieht die PSA nicht vor. Und dafür gibt es auch in Zukunft keinen Bevölkerungsschutz.

Damit AKW-Betreiber ihre Atomspalterei fortsetzen dürfen, muss u. a. der «Schutz von Menschen»<sup>19</sup> gewährleistet sein. Ein funktionierender Notfallschutz ist also eine

gesetzliche Voraussetzung. Je harmloser das Referenzszenario dafür gewählt wird, umso eher scheint dieser Schutz machbar. Das gewählte Szenario A4 verfolgt diesen Zweck und ist damit ein fauler aber umso gefährlicherer Kompromiss. Dass ausgerechnet das ENSI als oberste Atomaufsicht für ein Schönwetter-Szenario weibelte, fördert nicht das Vertrauen. Dieses Verhalten des ENSI scheint aber typisch zu sein. Kurz nach der akuten Phase des Fukushima-Unfalls schreibt es im Bericht «Lessons learned» vom Oktober 2011: «Die Analyse des Unfalls von Fukushima zeigt: Die Schweizer Kernanlagen sind sicher».<sup>20</sup> Das hatte auch die japanische Atomaufsicht mit Berufung auf die PSA behauptet, dennoch sind die Reaktoren von Fukushima später explodiert. Bei anderen hat die Katastrophe mehr Selbstkritik ausgelöst. «Mit diesem Fukushima-Unfall haben wir, die wir uns immer in der Reaktorsicherheit bewegt haben, überhaupt nicht gerechnet», gibt Dr. Walter Tromm, Sprecher<sup>21</sup> am Karlsruher Institut für Technologie KIT kürzlich im Radio SRF1 unumwunden zu.<sup>22</sup>

<sup>16</sup> Auswertung der Vernehmlassung zum Bericht IDA NOMEX-Massnahme 14: Überprüfung der Referenzszenarien, 4.2014, S. 64.

<sup>17</sup> ENSI: Überprüfung der Referenzszenarien für die Notfallplanung in der Umgebung der Kernkraftwerke, 4.6.2014, S. 18.

<sup>18</sup> ENSI: Überprüfung der Referenzszenarien, 4.6.2014, S. 12.

<sup>19</sup> Art. 5 Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie (Atomgesetz AtG) vom 23. Dezember 1959 (Stand am 27. Juli 2004).

<sup>20</sup> <https://www.ensi.ch/de/2011/10/31/lessons-fukushima-11032011/> (eingesehen am 05.09.2016).

<sup>21</sup> Dr. Walter Tromm ist Programmsprecher NUSAFE, Sicherheitsforschung für Kernreaktoren, Notfallschutzmassnahmen und Rückbau, Programmleitung.

<sup>22</sup> Radio SRF 1, Tagesgespräch vom 30.8.2016, Min. 23:15.

**Dr. Martin Forter**, Jg. 1963, ist Geograf, Journalist und Buchautor. Seit 2011 ist er Geschäftsleiter der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU).  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch), [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

# Der Zivilschutz übt das Unvorstellbare

Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU

Anfang Juni 2016 übten Männer des Basler Zivilschutzes, wie sie mit der radioaktiven Verseuchung der Stadt nach einer Atomkatastrophe umgehen müssen. Die AefU waren dabei.

Es ist wie Schattenboxen. Zwei ganze Tage lang so tun als ob. Radioaktivität ist auch im Ernstfall unsichtbar, geruchsneutral und nicht unmittelbar zu spüren. Während der Übung müssen sich die Zivilschützer zudem über Stunden, bei jedem Handgriff, mit jedem Atemzug die Gefahr vergegenwärtigen, die von radioaktivem Material für sie selbst ausgeht. Das ist kaum zu leisten. Die Einsatzkräfte haben keinerlei Routine: Bei Arbeiten unter solchen Bedingungen läuft nichts selbstverständlich ab. Also ist auch der Kopf nicht frei, sich eine hypothetische Situation vorzustellen. Worum es hier wirklich geht, signalisieren einzig die weissen Ganzkörper-Schutzanzüge. Doch bereits der sachgerechte Umgang mit ihnen ist eine unterschätzte Herausforderung. Das vermutet auch ein Übungsleiter: «Man vertraut etwas zu viel darauf, dass es dann im Ernstfall schon klappen wird.» Die Übung fand bei Schönwetter statt.

## Katastrophe in Fessenheim oder Gösgen?

Es ist nicht festgelegt, welches Unfallszenario dieser Zivilschutzübung zu Grunde liegt und wie man sich Basel vorstellen muss. Ist das marode Atomkraftwerk (AKW) Fessenheim (F) 40 Kilometer nördlich von Basel explodiert? Oder brennt das AKW Gösgen 40 Kilometer südlich im Mittelland? Ist der Reaktor inzwischen tatsächlich wieder «stabil»? Stimmen die Informationen der AKW-Betreiber und der Behörden? Funktionieren die Kommunikationskanäle überhaupt (vgl. Beitrag S. 4)? Sind die aufzubietenden Zivilschützer noch da oder versuchen sie, ihre Familien und sich selber in Sicherheit



Überall könnte ein hoch kontaminierter Hot Spot sein.

© OEKOSKOP

zu bringen, bevor die radioaktive Wolke Basel trifft? Für die Übung sind diese Fragen nicht zentral, auch nicht aus welcher Windrichtung die Gefahr kommt.

Die Männer des Zivilschutzes kämen erst in der sogenannten «frühen Bodenphase» zum Einsatz. Dann also, wenn die radioaktive Wolke bereits vorbeigezogen ist. Jetzt braucht das Kantonale Laboratorium möglichst schnell Proben, um die radioaktive Belastung der Umgebung zu messen. Dies dient letztlich der Entscheidung, ob die Evakuierung der Bevölkerung anzuordnen ist oder ob die Menschen weiterhin hier leben können.

## Verschleppte Verseuchung

Das fiktive radioaktive Material darf bei allen Arbeiten keinesfalls verschleppt werden. Doch das Risiko lauert überall. Zwei Zivilschützer bringen ihr Probematerial zur Zivilschutzanlage zurück, wo es für die Laboruntersuchung aufbereitet wird. Ihr Auto fuhr durch radioaktiv verseuchtes Gebiet. Aber eine Radwaschanlage fehlt. Die Männer tragen keine Schutzanzüge. Diese haben sie aus Versehen bereits nach der

Probenahme ausgezogen. Das ist heikel und sollte nicht im Feld erfolgen. Radioaktiver Staub kann von der Aussenseite des Anzuges auf die Haut und via Hand in den Mund gelangen, was schlimme äussere und innere Verstrahlung zur Folge haben kann.

Die Zivilschützer wollen die Plastiksäcke mit dem Probenmaterial in einem Plastikbecken zum Eingang der Zivilschutzanlage tragen. Ein Übungsleiter hindert sie daran. Das Becken hat im Feld gestanden und ist eine Kontaminationsquelle. Es muss zurück, nur die Säcke dürfen zum Eingang. Auch die «Feldarbeiter» dürfen nicht hinein, ausser sie wechseln aufwändig den Schutzanzug. Das gilt im Ernstfall auch für jeden Toilettenbesuch.

## Folgeschwere Verwechslungsgefahr

Bei «unserem» Proben-Material fehlt das Begleitformular. Die Zivilschützer hatten den Auftrag nicht persönlich auf Papier, sondern per Funk erhalten. Das sollte nicht sein. Der Übungsleiter schaut kritisch. «Papierlose» Proben bergen hohe Risiken. Wird die radioaktive Belastung verschiedener Orte verwechselt, werden allenfalls unnötige, oder aber ungenügende Sicherheitsvorkehrungen oder Verhaltensanweisungen verordnet. Um dies zu verhindern, müssen die Messteams sogar nach jeder einzelnen Probenahme zur Zivilschutzanlage zurück fahren.

Im Laboratorium herrscht während der Übung ein striktes Zugangsregime. Die Zivilschützer gelangen mit ihrem Material gerade mal durch die erste Eingangstür. Im Vorraum ist der Boden bis in die Ecken mit Schutzvlies abgedeckt. Ein Tisch versperrt

den weiteren Zugang. Dahinter nehmen die Labormitarbeiter die Proben entgegen. Zu verhindern, dass radioaktives Material das Gebäude verseucht, ist auch hier das erste Gebot. Auf dem Weg zum eigentlichen Labor wechseln selbst die Mitarbeiter ihre Schuhe. Ein quer über den Gang gespanntes Klebeband erinnert daran. Das verhindert nicht, dass die <Aussen-Schuhe> eines Mitarbeiters auf der <Innen-Seite> landen.

### Messorganisation an der Leistungsgrenze

Die Messung der Gamma- und allenfalls Beta-Strahlung (vgl. Beitrag Walter, S. 21) braucht Zeit. Im Ernstfall müsste das Labor auch unzählige Gartenfrüchte aus Landwirtschaft und Familiengärten auf Verstrahlung untersuchen, um allenfalls ein Ernte- und Inverkehrbringungsverbot zu erlassen. «Der Punkt ist, dass wir nicht wissen, wie lange die Bodenphase dauert. Das könnten Monate, sogar Jahre sein. Das Labor kann sich für längere Zeit darauf einstellen. Beim Zivilschutz müsste aber alle zwei Wochen das Personal ausgewechselt werden, damit seine Strahlungsdosis im zulässigen Bereich bleibt», gibt der Laborleiter zu bedenken.



Hier würde das Not-Trinkwasser ausgegeben.

© OEKOSKOP

### Im Hot Spot gelandet?

Bei der nächsten Probenahme begleiten wir die beiden Zivilschützer in Schutzanzügen gemeinsam mit einem Übungsleiter. Der Messpunkt ist ein Parkplatz im Wohnquartier, schmale Grünabatten, Sträucher, einzelne Bäume. Einer der Zivilschützer steigt aus, ohne vor dem Aussteigen Plastikstulpen über die Schuhe zu ziehen. Im Ernstfall wären seine Schuhsohlen nun vielleicht verseucht. Vorstellungsvermögen für das Unsichtbare ist gefragt. Eine Checkliste gibt es nicht. Der Zivilschützer ergänzt seine Kleidung mit Atemschutz und Handschuhen. Sie lassen sich nicht über die Ärmel ziehen, seine Handgelenke bleiben unbedeckt. Es gilt, unzählige Details zu beachten. Fast geht dabei die wichtigste Frage vergessen: Ist dies überhaupt ein Ort, wo ich verweilen darf oder stehe ich auf einen hochbelasteten <Hot Spot>, was sofortige Flucht und Meldung erfordert? Das Dosisleistungsmessgerät soll vor jeder Handlung Auskunft darüber geben. Der Zivilschützer sollte ausserdem ein Personendosimeter auf sich tragen, das ihn warnen würde, sobald sein Körper eine bestimmte, vorgängig eingestellte Strahlungsdosis aufgenommen hätte.

### Trickreiche Probenahme

Der Mann soll nun verschiedene Proben nehmen. Für die Vegetationsprobe wählt er Gras, das unter einem Baum wächst. Dieser aber hat den Staub aus der radioaktiven Wolke wohl grösstenteils in seiner Krone aufgefangen. Das Labor braucht exponiertes Probematerial. Schwierig gestaltet sich auch die Bodenprobe. An diesem Messpunkt gibt es kaum unbedeckten Boden, geschweige denn eine genügend grosse Fläche davon. Der Zivilschützer kniet sich ins Zeug. Plötzlich wird ihm bewusst, dass seine Beine nun knieabwärts als verseucht gelten. Zudem sind die Plastikschütze an den Füßen bereits durchgescheuert.

Für die Bodenprobe muss ein blumenbe-pflanzter Betontrog erhalten. Angesichts



*Der Zivilschützer holt im Stadtquartier Gras, Boden und Staub. Die Radioaktivitätsmessung im Labor wird zeigen, ob man hier noch wohnen kann.*

© OEKOSKOP

der kleinen Fläche geht der Zivilschützer in die Tiefe. Der Übungsleiter korrigiert. Die Probe muss von der Oberfläche stammen, dort liegt der radioaktive Staub. Tieferliegendes Material <verdünnt> die Belastung und würde das Messresultat verfälschen.

### **Ohne Schutzanzug keine taugliche Übung**

Zwei ältere Passantinnen gehen auf den Zivilschützer zu. «Dieser Schutzanzug, das ist ja wie wegen einem dieser Atomunfälle. Sie erschrecken uns.» Der Zivilschützer erklärt. Nun sind die Damen begeistert, dass hier der Bevölkerungsschutz geübt wird. Vielleicht war es aus Angst vor solchen verunsicherten Reaktionen, jedenfalls erfolgten ähnliche Übungen bis vor wenigen Jahren noch ohne Schutzanzüge. Angesichts der Bedeutung, die der richtige Umgang mit den Anzügen für den Selbstschutz der Zivilschützer hat, war die damalige Abweichung von den realen Umständen im Katastrophenfall ein unverständliches Vorgehen.

### **Not-Trinkwasser für die Stadt**

Am zweiten Übungstag proben die Zivilschützer unter Beteiligung der Industriellen Werke Basel IWB die Notfallversorgung mit Trinkwasser. Denn jeder Unfall in einem Schweizer AKW könnte den Rhein verseuchen. Basel-Stadt aber trinkt aufbereitetes Rheinwasser. Das wäre im Falle eines Atomunfalls wie in Fukushima nicht mehr nutzbar. Darum soll es eine Notversorgung richten. Verteilt in Basel gibt es zahlreiche Grundwasserbrunnen. Die IWB sind bereits mit ihrem hochmodernen <Trinkwasser-Mobil> vor Ort. Mittels Osmose-Verfahren bereitet sie das Grund- zu Trinkwasser auf. Ein dicker Schlauch führt vom High-Tech-Wagen zu einem eher wackeligen Gestell unter freiem Himmel, an dem in enger Folge acht Wasserhähne befestigt sind. Hier würde die Bevölkerung ihr Trinkwasser holen. Aus Effizienzgründen müsste sie mindestens Fünf-Liter-Kanister bringen. Aber woher neh-

men? Wie schleppen? Kämen sie zu Fuss, mit dem Auto? Wie würde die Zufahrt organisiert?

### **Chaos beim Wasserhahn?**

Unklar ist auch, wie der Wasserbezug geordnet und gerecht ablaufen könnte. Gemäss einem Übungsleiter wären wohl massive Betonelemente, sog. <Wellenbrecher> nötig, um eine Warteschlange zu bilden und Hamsterei zu verhindern. Wer diese Wellenbrecher woher hierher brächte, ist unklar. Jedenfalls wäre für die Trinkwasserausgabe auch im Ernstfall kein Wachpersonal verfügbar.

Wir fragen den Verantwortlichen der IWB, weshalb die Zivilschützer während der Trinkwasseraufbereitung keine Personendosimeter tragen. Er erklärt sich als nicht dafür zuständig. Wurde die Umgebung des Grundwasserschachts auf allfällige Verstrahlung überprüft, bevor man das Trinkwasser-Mobil anschloss? Das wurde sie nicht, aber auch das fällt in eine andere Zuständigkeit. Die Bereiche der Verantwortlichen scheinen sich nicht zu überlappen, womit die Aufmerksamkeit des einen nicht das Versehen des andern korrigiert. Im ungünstigsten Fall – und davon muss ein zuverlässiger Bevölkerungsschutz wohl ausgehen – findet hier gerade eine Trinkwasseraufbereitung auf einem hochgradig radioaktiv belasteten Hot Spot statt. Zudem steht das Wasserhähnen-Gestell unterdessen in einer grossen Pfütze. Nicht nur die Zivilschützer sondern auch die Menschen, die hier ihre Kanister füllen sollen, würden knöcheltief im allenfalls durch die Umgebung radioaktiv verseuchten Wasser stehen.

Von aussen ist es einfach, Fehler zu erkennen. Und den Zivilschützern, die hier ganz und gar nicht ihre alltägliche Arbeit tun, passieren sie leicht. Im Katastrophenfall kämen Nervosität und Angst vor der persönlichen Kontamination dazu. Würden sie dem Zivilschutz-Aufgebot überhaupt folgen oder wären sie geflohen? Wer könnte es ihnen übel nehmen? ■

# Die vorgeschlagene Strahlendosis ist viel zu hoch

Stephanie Fuchs, AefU  
Aufgezeichnet aus Gesprächen  
mit André Herrmann\*, Basel

Die Betreiber und die Atomaufsicht betonen jederzeit, wie sicher die Schweizer Atomkraftwerke seien. Für den Katastrophenfall soll nun ausgerechnet die höchste der empfohlenen Strahlendosen legalisiert werden.

In der Strahlenschutzverordnung StSV regelt der Bundesrat auch, welche radioaktive Strahlung den Menschen zugemutet werden darf. Die Verordnung wird zur Zeit überarbeitet.<sup>1</sup> Das Bundesamt für Gesundheit BAG hat den Revisionsentwurf verfasst. Er enthält inakzeptable Vorschläge. Voraussichtlich 2017 entscheidet der Bundesrat darüber.

## Veraltete Grundlagen

Das BAG stützt sich in seinem Entwurf auf internationale Basiswerke, die noch vor der Atomkatastrophe vom 11.03.2011 in Fukushima erarbeitet wurden (ICRP 103, 2007<sup>2</sup>; IAEA 2014 stützt auf Safety Standards 2011<sup>3</sup>). Zudem wurde die europäische Rechtsvorschrift Euratom BSS 2014<sup>4</sup> nicht

im Sinne eines strengen Strahlenschutzes berücksichtigt. Die Dokumente missachten die wichtigsten Erkenntnisse aus Fukushima hinsichtlich möglicher Expositionen und Strahlenschutz der Bevölkerung.

## Wann darf wen welche Strahlung treffen?

Heute und auch im Revisionsentwurf unterscheidet die Strahlenschutzverordnung drei Kategorien von Expositionen (Expositionskategorien): Berufliche Expositionen (z. B. AKW-Mitarbeiter, Flugpersonal, medizinisches und im Notfall verpflichtetes Personal); Exposition der Bevölkerung, die alle Personen umfasst, auch besonders empfindliche wie Kinder und Schwangere; medizinische Expositionen von Patientinnen und Patienten, worüber hier nicht weiter eingegangen wird. Für den Bevölkerungsschutz interessiert uns die berufliche sowie besonders die Exposition, die jede Person betrifft.

Neu definiert das BAG drei Arten von Situationen, bei denen Menschen unterschiedlich hoher Radioaktivität ausgesetzt sein können (Expositionssituationen, vgl. Tabelle).

## Geplante Expositionen

Geplante Expositionssituationen herrschen u. a. bei Normalbetrieb der AKWs, dazu gehören aber auch: «potenzielle Expositionen, die (...) durch einen Unfall bei einer Strahlenquelle oder durch ein Ereignis wie Versagen technischer Einrichtungen oder Bedienungsfehler hervorgerufen werden können».<sup>5</sup> Um diese Exposition im «Normalfall» zu begrenzen, hält das BAG an den aktuellen Dosisgrenzwerten fest. Für die

Allgemeinheit (also auch für Kinder) gilt die Strahlungsaufnahme von maximal 1 Millisievert jährlich (mSv/Jahr) – zusätzlich zur natürlichen Strahlung von durchschnittlich 4 mSv/Jahr – als zulässig. Für beruflich exponierte Menschen sind es 20 mSv/Jahr. Für medizinische Anwendungen gibt es keinen Dosisgrenzwert, hier werden Schaden- und Nutzen-Potenziale der Bestrahlung individuell abgewogen (es gelten sogenannte diagnostischer Referenzwert<sup>6</sup> und Dosisrichtwerte).

## Notfall-Exposition

Bei einem AKW-Unfall kann der Dosisgrenzwert nicht mehr eingehalten werden, so geht die geplante in die Notfall-Expositionssituation über. Dafür und für die nachfolgenden fortbestehenden Expositionen will das BAG viel höhere Referenzwerte einführen: «Können in bestehenden Expositionssituationen oder in Notfall-Expositionssituationen die Dosisgrenzwerte nicht eingehalten werden oder wäre die Einhaltung der Dosisgrenzwerte in diesen Situationen mit unverhältnismässigem Aufwand verbunden oder wäre sie kontraproduktiv, so kommen Referenzwerte zur Anwendung.»<sup>7</sup> Im ersten Jahr nach einem AKW-Unfall soll dieser bei 100 mSv liegen.<sup>8</sup> Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS bezeichnet 20–100 mSv/Jahr als hohe, über 100 mSv/Jahr als sehr hohe Strahlenbelastung.<sup>9</sup>

## Bestehende Exposition

Wann eine Notfall- in eine bestehende Exposition übergeht, «ist ein politischer Entscheid und muss vom Bundesrat getroffen

<sup>1</sup> <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/03200/index.html?lang=de, letztmls eingesehen 24.08.16>.

<sup>2</sup> ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

<sup>3</sup> IAEA BSS: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards No. GSR Part 3, 2014. Note by the Secretariat: «The present publication reflects feedback and experience accumulated until 2010. (...) Lessons that may be learned from studying the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant in Japan (...) will be reflected in this IAEA Safety Requirements publication as revised and issued in the future.»

<sup>4</sup> Euratom BSS: Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 05.12.2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren bei einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung.

<sup>5</sup> Erläuternder Bericht (Erl. Bericht) zur Totalrevision der Strahlenschutzverordnung (StSV), Version für die Anhörung, Oktober 2015, S. 6.

<sup>6</sup> Der diagnostische Referenzwert hat nichts mit den hier besprochenen Referenzwerten zu tun.

<sup>7</sup> Art. 6 Abs. 1, StSV, Entwurf Anhörung 2015.

<sup>8</sup> Art. 146 Abs. 1, StSV, Entwurf Anhörung 2015.

<sup>9</sup> Labor Spiez/BABS (Hg.): BABS, Referenzszenarien ABCN, 2. Auflage 2016.

<sup>10</sup> Erl. Bericht, S. 5.

<sup>11</sup> Erl. Bericht, S. 43.

<sup>12</sup> Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, schriftliche Antwort vom 19.08.2016.



*Mahnende Dampfplume  
des AKW Gösgen über  
dem Abendverkehr in  
Olten.*

© OEKOSKOP

werden».<sup>10</sup> Es ist davon auszugehen, «dass die Notfall-Expositionssituation Monate bis Jahre dauern kann und parallel zu geplanten und bestehenden Expositionssituationen bestehen wird».<sup>11</sup> Für bestehende Strahlenbelastung nach einem AKW-Unfall soll der Referenzwert bis zu 20 mSv/Jahr betragen. Bei diesem Maximalwert gälte ein verseuchtes Gebiet als bewohnbar.

### **Neue Begriffe für weniger Schutz**

Mit der Einführung der Begriffe «Notfall-Expositionssituationen» und «bestehende Expositionssituationen» wird akzeptiert, dass der bis anhin geltende Dosisgrenzwert von 1 mSv/Jahr überschritten werden darf. Im medizinischen Bereich macht dies durchaus Sinn, da eine Abwägung Nutzen versus Risiken vorliegt. Für atomare Unfälle ist dies aber nicht akzeptabel: In der Umgebung von AKW-Anlagen werden somit Überschreitungen des Dosisgrenzwertes als «zu erwarten» erklärt und bagatellisiert. Damit wird die betroffene Bevölkerung als mitverantwortlich betrachtet für allfällige Expositionen und Sachschäden.

Wenn sie Haus und Hof verlassen wollen, geschieht das auf eigene Kosten. Denn möglichst hohe Referenzwerte würden eine angemessene Entschädigung der betroffenen Bevölkerung erschweren. Zu beobachten ist dies in Japan: Der zuständige Staatsanwalt in Japan hat im Februar 2014 sämtliche Privatklagen gegen die Betreiberfirma «The Tokyo Electric Power Company» (TEPCO) der Atomanlage Dai-ichi abgewiesen.

### **Sicherste AKWs aber höchste Referenzwerte?**

Mit der Empfehlung des Referenzwertes von 100 mSv/Jahr bei Notfall-Expositionssituationen wählt das BAG den Maximalwert aus der von den internationalen Gremien empfohlenen Bandbreite von 20–100 mSv. AKW-Betreiber und auch unsere höchste Atomaufsicht ENSI<sup>13</sup> betonen jedoch stets den hohen Ausbau- und Sicherheitsstandard der Schweizer AKW's. Wenn denn überhaupt ein Referenzwert herangezogen werden sollte, müsste es also für die Schweizer Bevölkerung der sicherere Wert von 20 mSv/Jahr sein.

Die Einführung von Referenzwerten weit über dem grundlegenden Dosisgrenzwert von 1 mSv/Jahr schwächt den Grundsatz des Strahlenschutzes massiv. Die Verantwortlichen von Anlagen mit hohem Expositi-

tionspotential erhalten mit einem Referenzwert von 100 mSv/Jahr eine Art Absolution für allfallfällige Überexpositionen nach einem Ereignis. Dies umso mehr als nach einem Unfall mit stark verstrahlter Umwelt die neuen liberaleren Grundsätze einer bestehenden Expositionssituation mit Referenzwerten bis zu 20 mSv/Jahr zur Anwendung kämen. Dadurch werden die Folgen potenzieller Atomkatastrophen verharmlost.

### Dosisgrenzwert muss bleiben

Der Revisionsentwurf schlägt einen inakzeptablen Paradigmenwechsel vor. Auch wenn das BAG erklärt, diese Werte seien möglichst zu unterschreiten<sup>14</sup>, geht man heute davon aus, dass eine Dosis bis zu 100 mSv/Jahr zu erdulden ist. Das kann zu vorzeitigen Todesfällen von 5 ‰ der betroffenen Bevölkerung führen.<sup>15</sup> Zum Vergleich: Die Todesrate der Schweiz betrug 7.8 ‰ im

Jahr 2014.<sup>16</sup> Es fehlt jegliche Rechtsbasis, um ein solches Ausmass an zusätzlichen Todesfällen zu rechtfertigen. Eine allfällige, ortsspezifische Erhöhung des Dosisgrenzwertes bis 20 mSv/Jahr ist unter Umständen tolerierbar. Dazu braucht es aber keineswegs die Einführung von Referenzwerten.

Der Dosisgrenzwert von 1 mSv/Jahr muss auch nach einem Atomunfall der Zielwert bleiben und darf schon gar nicht durch den zweideutigen Begriff «Referenzwert» ersetzt werden. Dieser Passus in den

Unterlagen zum Revisionsentwurf ist eine Zumutung: «Expositionen oberhalb der Referenzwerte sind unangemessen und sollen verhindert werden. Dazu müssen geeignete Massnahmen ergriffen werden. Dies kann (...) beispielsweise auch eine Evakuierung der Bevölkerung sein.»<sup>17</sup> Dadurch werden Strahlendosen bis 100 mSv/Jahr im Umkehrschluss als angemessen bewertet bzw. bagatellisiert. Das hat mit dem allgemeinen Bevölkerungsschutz nichts zu tun. ■

\* **Dr. André Herrmann**, Jg. 1945, war von 1991–2008 Kantonschemiker des Kantons Basel-Stadt. Danach war er bis zu seiner Pensionierung Leiter des Bereichs Gesundheitsschutz beim Kanton. Herrmann präsidierte 2005–2012 die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz KSR. [herrmannconsultant@bluewin.ch](mailto:herrmannconsultant@bluewin.ch).

<sup>12</sup> Dosisrichtwerte sind ein Instrument für die Optimierung unterhalb der Dosisgrenzwerte oder in der Medizin, wo keine Dosisgrenzwerte angewendet werden.

<sup>14</sup> «Wenn tiefere Referenzwerte möglich und mit sinnvollem Aufwand erreicht werden können, wird der Bundesrat ABCN dem Bundesrat entsprechend einen Antrag stellen», Erl. Bericht, S. 43.

<sup>15</sup> vgl. Fussnote 2, ICRP, S. 53.

<sup>16</sup> <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/06/blank/key/04/02.html>

<sup>17</sup> Erl. Bericht, S. 11.

Expositions-Kategorie → Expositions-Situation ↓	Berufliche Expositionen AKW-Mitarbeitende, medizinisches und weiteres verpflichtetes Personal (z. B. im öffentlichen Verkehr)	Expositionen der Bevölkerung Alle Personen, auch besonders empfindliche wie Kinder und Schwangere	Medizinische Expositionen Patientinnen und Patienten
<b>Geplante Expositionen (AKW in «Normalbetrieb»)</b>	<b>Dosisgrenzwert 20 mSv/Jahr</b> Dosisrichtwert <sup>1</sup> (quellenbezogen, je nach Arbeitsplatz, kleiner als der Dosisgrenzwert)	<b>Dosisgrenzwert 1 mSv/Jahr</b> Dosisrichtwert <sup>12</sup> (quellenbezogen, z.B. pro AKW, kleiner als der Dosisgrenzwert)	Keine Dosisgrenzwerte Diagnostischer Referenzwert für Patientinnen und Patienten Dosisrichtwert <sup>12</sup> für Betreuungs- und Begleitpersonen und Probanden (Forschung)
<b>Notfall-Expositionen (nach AKW-Unfall; Monate bis Jahre)</b>	<b>Referenzwert 150 mSv/Jahr</b> Bei Rettung von Leben, Notbetrieb kritischer Infrastrukturen: <b>Referenzwert 350 mSv/Jahr</b>	<b>Referenzwert 100 mSv/im ersten Jahr</b>	--
<b>Bestehende Expositionen (gemäss Entscheid Bundesrat; Jahre bis unbestimmt)</b>	--	<b>Referenzwert 20 mSv/Jahr</b>	--

Im Revisionsentwurf zur Strahlenschutzverordnung wird festgelegt, welche vom Körper aufgenommene Strahlendosen nach einem AKW-Unfall mittel- und langfristig zulässig wären. Statt der strengen Dosisgrenzwerte sollen viel höhere Referenzwerte gelten (in Anlehnung ICRP 1032).

# Gesundheitliche Effekte radioaktiver Strahlung

Dr. med. Martin Walter, Grenchen/SO Die akute Strahlenkrankheit ist grässlich. Doch auch weniger extreme Verstrahlung verursacht <auf leisen Sohlen> unabsehbare Folgen für Betroffene und ihr Erbgut. Gegen beides sind wir oft machtlos.

Radioaktive Strahlung<sup>1</sup> verursacht Schäden am Erbgut, aber auch in anderen Zellstrukturen. Die Strahlenbiologie unterscheidet zwischen deterministischen (immer auftretenden) Strahlenschäden durch hohe Dosen über 500 Millisievert (mSv) und stochastischen (zufälligen) Schäden durch Niedrigstrahlung unter 500 mSv. Beim Menschen führen die hohen Dosen zur sogenannten Strahlenkrankheit. Niedrigstrahlung dagegen führt nicht zu einer akuten, sofort merkbaren Erkrankung. Sie schädigt die getroffenen Zellen trotzdem. Später im Leben eines Menschen können diese kleineren Strahldosen Krebs, Autoimmunkrankheiten und Herzkreislauferkrankungen auslösen. Die Wahrscheinlichkeit dieser sogenannten stochastischen Strahlenschäden steigt mit steigender Dosis. Die Schwere des Schadens hingegen ist unabhängig von der Dosis. Es können auch erst die Nachkommen der bestrahlten Menschen genetische Schäden zeigen, oder vermehrt Leukämien haben [4, 5]. Nach der Atomkatastrophe von Tschernobyl wurde von deutlich mehr Kindern mit Trisomie 21 berichtet. Ausserdem wurden mehr Missbildungen an Neugeborenen beobachtet.

## Die akute Strahlenkrankheit

Wegen den amerikanischen Atombombenabwürfen über Hiroshima und Nagasaki am 6. und 9. August 1945 starben über hunderttausend Japanerinnen und Japaner an der Strahlenkrankheit in Kombination mit Verbrennungen und weiteren Verletzungen. Die meisten waren Zivilpersonen. Die Syndrome lassen sich nach steigender Strahlendosis (in Sievert Sv) auflisten:



© Iosfo Donadelli

Die schnelle Generationenfolge bei Tieren bringt Erbgutschäden schneller ans Licht (vgl. S. 24). Fujiyama-Habicht.

- > **2 Sv** schädigt die blutbildenden Systeme (Knochenmarkdepression), resultierend in Blutarmut, Abwehrschwäche und Blutungen.
- > **3 Sv** Hautverbrennungen und Haarverlust.
- > **4 Sv** Die Hälfte der mit 4 Sv bestrahlten Menschen stirbt.
- > **5 Sv** Gastrointestinales Syndrom: Verlust der Darmwandschleimhäute, führt zu Durchfall, Austrocknung des Körpers, Kreislaufzusammenbruch und Nierenversagen.
- > **20 Sv** Versagen des zentralen Nervensystems, des Rückenmarks, schneller Tod innerhalb weniger Stunden.

Die Verstrahlung führt oft zu einem Multiorganversagen und damit ebenfalls zum Tod. Den Strahlentod erlitten neben den japanischen Opfern von 1945 auch Feuerwehrleute und Liquidatoren<sup>2</sup>, die 1986 im ukrainischen Tschernobyl von einer hohen Strahlendosis getroffen wurden. Der biologische Grund für den Tod ist ein Overkill unzähliger Körperzellen. Besonders schwerwiegend ist dies bei den sich dauernd regenerierenden

<sup>1</sup> Genau genommen senden radioaktive Stoffe ionisierende Strahlen aus. Dieses Heft verwendet die umgangssprachliche Bezeichnung «radioaktive Strahlung».

<sup>2</sup> Als Liquidatoren (russisch für Abwickler, Beseitiger) wurden die Arbeiter bezeichnet, welche die Atomkatastrophe von Tschernobyl eindämmen und die radioaktive Strahlung «liquidieren» sollten.

Organen wie den erwähnten blutbildenden Zellen im Knochenmark und der Darm-schleimhaut. Vor allem deshalb muss die Umgebung eines havarierten Atomkraft-werkes sofort evakuiert werden. Bei der akuten Strahlenkrankheit können nur noch die Symptome behandelt werden. Kein Ge-sundheitswesen kann eine grosse Anzahl stark verstrahlter Opfer bewältigen<sup>3</sup>. Zudem würden die Opfer unter Umständen selbst zu einer Strahlenquelle für ihre Angehörigen

## Strahlenarten

Die Physik unterteilt die radioaktive (eigentlich ionisierende) Strahlung in Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronen-strahlung. Sie entsteht beim Zerfall von instabilen Atomkernen und ist imstande, Elektronen aus Atomen oder Molekülen zu entfernen.

Die Energiedosis, die ein Organismus aus radioaktiver Strahlung absorbiert, wird in Gray (Gy) gemessen. Die Auswirkung der erwähnten Strahlenarten auf den Or-ganismus ist bei gleicher aufgenommen-er Energiedosis verschieden intensiv. Um diese unterschiedliche (relative) biolo-gische Wirksamkeit zu berücksichtigen, wurde zur Bestimmung der Strahlen-belastung bzw. des Strahlenrisikos das Sievert (Sv) definiert. Für Gamma- und Betastrahlung beträgt der sogenannte Strahlungsgewichtungsfaktor 1 ( $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$ ). Für die Alphastrahlung beträgt der Faktor 20 ( $1 \text{ Gy} = 20 \text{ Sv}$ ).

Der Strahlenschutz erlaubt international für die Durchschnittsbevölkerung eine Belastung aus künstlich erzeugter Strah-lung von 1 Millisievert (mSv)/Jahr, zusätz-lich zur natürlichen Hintergrundstrah-lung. Für beruflich Strahlenbelastete sind 20 mSv/Jahr toleriert. Für medizinisch bedingte Strahlenanwendungen gibt es keinen Grenzwert.

und die Pflegenden. Wir Ärztinnen und Ärz-te müssten den Leuten ehrlich sagen: «Wir können nicht helfen.»

## Schäden der Niedrigstrahlung

Schäden durch radioaktive Strahlung in nied-rigen Dosen kann der menschliche Orga-nismus teilweise reparieren. Sie können den-och zu einer Instabilität des Erbguts führen. Ist das Erbgut einer einzelnen Zelle instabil, überträgt sie dies an ihre Nachbarzellen, die dadurch ebenfalls instabil werden. Bei der nächsten Zellteilung sind die Tochterzellen noch unauffällig. Spätere Zellgenerationen weisen dann aber nachweisbare Störungen auf, z. B. einen geschrumpften Zellkern, Störungen bei der Kernteilung, veränderte Gene, Anomalien an den Chromosomen bis hin zum Zelltod [1].

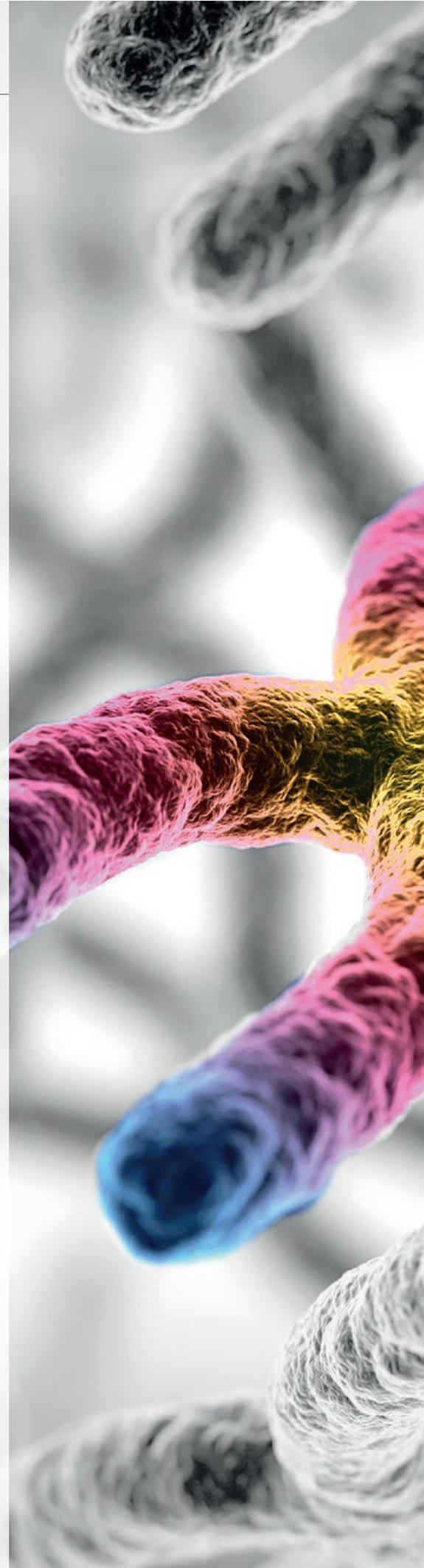
Es existiert keine Schwelle, unterhalb deren radioaktive Strahlung keine Schäden verursachen würde [2]. Das heisst: Jede Strahlung ist ein zusätzliches Gesund-heitsrisiko. Das bestätigt auch eine Publika-tion der Universität Bern: Abhängig von der variierenden natürlichen, radioaktiven Hintergrundstrahlung am Wohnort, ist die Häufigkeit von Kinderkrebs in der Schweiz auch mehr oder weniger erhöht [3].

## Strahlendes Erbe

Es gibt zahlreiche Hinweise, dass die durch Niedrigstrahlung erzeugten Schäden am genetischen Material bei Menschen und Tieren über die direktbetroffene Genera-tion hinausreichen. Spätere Generationen können wegen des Strahlenschadens an der Keimbahn ihrer Vorfahren erkranken. Eine epidemiologische Studie von Martin Gard-ner zeigt dies bei Kindern von Vätern, die

<sup>3</sup> Schweizweit gibt es einzig im Universitätsspital Zürich 12 Spitalbetten und das entsprechende Wissen für die Behandlung stark verstrahlter Patienten.

<sup>4</sup> Die Epigenetik befasst sich als Fachgebiet der Biologie mit der Frage, welche Faktoren die Aktivität eines Gens und damit die Entwicklung der Zelle zeitweilig festlegen. Sie untersucht die Änderungen der Genfunktion, die nicht auf Mutation beruhen und dennoch an Tochterzel-len weitergegeben werden.



*Auch eine niedrige Strahlungsdosis kann unser Erbgut schädigen. Die kleine Dosis reduziert nur die Wahrscheinlichkeit, aber nicht die Schwere des Schadens.*

© iStockphoto.com

in der Wiederaufbereitungsanlage von Sellafield (UK) tätig waren. Hatten die Väter vor der Zeugung mehr als 100 mSv an radioaktiver Strahlung akkumuliert, erkrankten ihre Kinder signifikant häufiger an Leukämien als Kinder von unbelasteten Vätern [4, 5]. Gehäufte Totgeburten unter den Kindern von strahlenexponierten Sellafieldarbeiter sind ein weiterer Hinweis auf einen Keimbahneffekt der radioaktiven Strahlung [6].

Wichtig für die Entstehung von Krebs und auch für andere Störungen der normalen Selbstregulation des Körpers ist der Aspekt der Epigenetik<sup>4</sup>. Radioaktive Strahlung kann indirekt die Aktivität von einzelnen Genen abschalten (silencing) bzw. ruhende Gene aktivieren, was zu Erkrankungen führt [7].

## Folgen grossflächiger Verstrahlung

Über die gesundheitlichen Folgen beim Menschen liegen erst für Tschernobyl, aber noch kaum für Fukushima Daten vor.

Der ukrainische Molekularbiologe Dubrova untersuchte Kinder der Region Mogilew in Weissrussland, die 1994 zwischen Februar und September geboren wurden – also acht Jahre nach dem Super-GAU von Tschernobyl – und deren Eltern immer in der kontaminierten Region gelebt hatten. Dubrova fand im Erbgut dieser Kinder vermehrt eine von der Strahlendosis abhängige Veränderung bestimmter DNA-Abschnitte [8]. Ebenso zeigten Kinder, die nach dem Einsatz ihrer Väter als Liquidatoren gezeugt worden

## Referenzen

- [1] Walter M. Strahlenschutz – Argumente gegen die von der ICRP (Internationale Kommission für Strahlenschutz) vorgesehenen Lockerungen der Regeln. Schweizerische Ärztezeitung, 2005;86: Nr 26.
- [2] LNT= linear no threshold. Sumner D, Wheldon T, Watson W (1991). Radiation Risks. Tarragon Press, Third edition.
- [3] Spycher BD, Lupatsch JE, Zwahlen M, Rössli M, Niggli F, Grotzer MA, Rischewski J, Egger M, Kuehni CE. Background ionizing radiation and the risk of childhood cancer: a census-based nationwide cohort study. Swiss Pediatric Oncology Group; Swiss National Cohort Study Group. Environ Health Perspect. 2015 Jun;123(6):622-8. doi: 10.1289/ehp.1408548. Epub 2015 Feb 23.
- [4] Gardner Martin J, Snee MP, Hall AJ, Powell CA, Downes S, Terrell JD. Results of case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria. BMJ 1990;300:423-9.
- [5] Gardner Martin J, Hall AJ, Snee MP, Downes S, Powell CA, Terrell JD. Methods and basic data of case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria. BMJ 1990;300:429-34.
- [6] Parker L, Pearce MS., Dickinson HO, Aitkin M, Craft AW. Stillbirths among offspring of male radiation workers at Sellafield nuclear reprocessing plant. Lancet 1999;354:1407-14.
- [7] Boyer AS, Walter D, Sorensen CS. DNA replication and cancer: From dysfunctional replication origin activities to therapeutic opportunities. Semin Cancer Biol. 2016 Jun;37-38:16-25. doi: 10.1016/j.semcancer.2016.01.001. Epub 2016 Jan 12.
- [8] Vermehrte Mutationen des Minisatellitengenom, also in bestimmten, nicht codierende DNA-Sequenzen. Dubrova YE, Nesterov VN, Krouchinsky NG, Ostapenko VA, Neumann R, Neil DL, Jeffreys AJ. Human minisatellite mutation rate after the Chernobyl accident. Nature. 1996 Apr 25;380(6576):683-6.
- [9] Weinberg HS, Korol AB, Kirzhner VM, Avivi A, Fahima T, Nevo E, et al. Very high mutation rate in offspring of Chernobyl accident liquidators. Proc Biol Sci 2001;268(1471):1001-5. Received 24 January 2000, Accepted 2 March 2001.
- [10] Abelin T1, Averkina JI, Egger M, Egloff B, Furmanchuk AW, Gurtner F, Korotkevich JA, Marx A, Matveyenko II, Okeanov AE, et al. Thyroid cancer in Belarus post-Chernobyl: improved detection or increased incidence? Soz Pravenitivmed. 1994;39(4):189-97.
- [11] Baverstock K, Egloff B, Pinchera A, Ruchti C, Williams D. Thyroid cancer after Chernobyl, Nature. 1992 Sep 3;359(6390):21-2.
- [12] Okeanov AE1, Sosnovskaya EY, Priatkina OP. National cancer registry to assess trends after the Chernobyl accident. Swiss Med Wkly. 2004 Oct 30;134(43-44):645-9.
- [13] In einem sorgfältig redigierten Blog von Yuri Hiranuma werden sich in Zukunft Angaben über die weitere Entwicklung dieses Problems finden (<http://fukushimavoices-eng2.blogspot.ch> und <http://onenessyuri.blogspot.ch>)
- [14] Susan B (2012). Fukushima lässt grüssen – Die Folgen eines Super-GAUs. Rotpunktverlag, 1. Auflage.
- [15] Ellegren H, Lindgren G, Primmer CR, Møller AP. Fitness loss and germline mutations in barn swallows breeding in Chernobyl, Nature. 1997 Oct 9;389(6651):593-6.
- [16] Mousseau TA, Møller AP. Genetic and ecological studies of animals in Chernobyl and Fukushima., J Hered. 2014 Sep-Oct;105(5):704-9. doi: 10.1093/jhered/esu040.
- [17] Taira W, Nohara C, Hiyama A, Otaki JM. Fukushima's biological impacts: the case of the pale grass blue butterfly. J Hered. 2014 Sep-Oct;105(5):710-22. doi: 10.1093/jhered/esu013.
- [18] Murase K, Murase J, Horie R, Endo K. Effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident on goshawk reproduction. Sci Rep. 2015 Mar 24;5:9405. doi: 10.1038/srep09405.

waren, sieben Mal mehr Veränderungen in diesen DNA-Abschnitten als Kinder, die von den gleichen Vätern noch vor ihrem Einsatz gezeugt wurden [9].

Auffallend ist der Anstieg der Häufigkeit des papillären Schilddrüsenkrebses bei Jugendlichen aber auch bei Erwachsenen in weiten Teilen der Ukraine, von Weissrussland und der russischen Föderation [10, 11]. Auch die Häufigkeit anderer Krebserkrankungen nahm zu [12] und nicht zuletzt

kommt Diabetes Typ I in Weissrussland früher und häufiger im Leben der Kinder vor als vor dem Unfall. Auch eine bestimmte Autoimmunerkrankung der Schilddrüse, bei der Antikörper gegen das Schilddrüsengewebe gebildet werden sowie die Augenkrankheit Grauer Star sollen gehäuft auftreten. In den mit radioaktiven Isotopen belasteten Gegenden kommen auch vermehrt Herz-Kreislaufkrankheiten bei den hier wohnenden Erwachsenen und Kindern vor.

In den verseuchten Gebieten Japans scheint sich eine Epidemie von papillären Schilddrüsenkrebsen anzubahnen. Für abschliessende Aussagen zu den erhobenen Daten ist es aber noch zu früh [13].

Ein langes Kapitel ergäbe es, die Bemühungen in Japan für die Dekontamination des verseuchten Gebietes darzulegen [14]. Es ist eine Zumutung an die japanische Bevölkerung und vor allem an ihre Kinder, dass sie eine zusätzliche<sup>5</sup> Strahlendosis von 20 mSv pro Jahr auf sich nehmen müssen, während der international gültige Grenzwert bei 1 mSv pro Jahr liegt (vgl. auch Beitrag Fuchs, S. 18). Dennoch gelten 20 mSv/Jahr heute in Japan als sicher genug. Ist Japan ein grosses Versuchslabor der drei internationalen atomfreundlichen Organisationen IAEA<sup>6</sup>, ICRP<sup>7</sup> und UNSCEAR<sup>8</sup>? Diese hatten zum hohen Grenzwert geraten (vgl. Beitrag Dersee, S. 25). Sogar bei der Tschernobyl-Katastrophe in der damaligen Sowjetunion lag der Grenzwert für die Evakuierung mit 5 mSv/Jahr deutlich tiefer. ■

## Radioaktivität in der Tierwelt

Strahlenschäden treffen nicht nur den Menschen, sondern alle Lebewesen. Sowohl in Tschernobyl als auch in Fukushima sind Untersuchungen bei Tieren publiziert. Hans Ellegren wies bei den Schwalben von Tschernobyl Erbgutveränderungen nach [15], ausserdem erlitten die Schwalben einen Teilalbinismus, ihre Gehirne wurden von Generation zu Generation kleiner, die Spermienproduktion war minderwertig, ganze Populationen brachen zusammen und es zeigte sich ein frühe Sterblichkeit [16]. Solche Untersuchungen an Tierpopulationen sind aufschlussreich wegen ihrer schnellen Generationenabfolge. Wir erhalten so einen schnelleren biologischen Einblick in die genetischen Mechanismen nach Strahlenschäden, die auch für den Menschen von Bedeutung sein dürften.

## Die Schmetterlinge von Fukushima

Die Kernschmelzen in Fukushima Dai-ichi begannen am 11. März 2011 nach einem schweren Erdbeben. Grosse Mengen von radioaktiven Partikeln gelangten auf die umliegenden Böden und in den Pazifik. Im Mai 2011 begann eine japanische Forschergruppe eine bestimmte Schmet-

terlingsart einzufangen, den Yamato shijimi (lat. Zizeeria maha 沖繩小灰蝶). Die Schmetterlinge wurden an verschiedenen stark radioaktiv belasteten Orten gesammelt und die Hintergrundstrahlung an diesen Sammelorten gemessen. Die Eier der lebenden Tiere wurden in einem radiologisch sauberen Milieu auf Horn-Sauer- klee<sup>9</sup> aufgebracht und so die folgende Generation herangezogen. Verschiedene Anomalitäten fanden sich in der gesammelten Population selber, viel mehr aber in der Folgegeneration. Dass deren Veränderungen tatsächlich nicht nur von den Schäden herrührten, welche die Muttertiere durch die direkte Strahleneinwirkung erlitten, bewiesen Merkmale, die sich von der ersten Folgegeneration auf die zweite vererbten. Es muss sich also um genetische Veränderungen handeln. Ein Vergleichsexperiment, das nicht belastete Schmetterlinge aus Okinawa den exakt gleichen Strahlenbedingungen aussetzte, wie sie die Fukushima-Schmetterlinge erlebten (gleiche externe und interne Strahlenbelastung), erbrachte dieselben Abnormalitäten [17]. Eine andere Gruppe von Wissenschaftlern beschrieb die Vermehrung und die Nistverluste von Habichten.<sup>10</sup> Das Ausmass des Verlustes im Vergleich zu normalen Nistfolgen war abhängig von der gemessenen Strahlendosis unterhalb der Nester [18].

<sup>5</sup> Zusätzlich zu der vorhandenen natürlichen Hintergrundstrahlung.

<sup>6</sup> Internationale Atomenergie-Organisation.

<sup>7</sup> Internationale Strahlenschutzkommission.

<sup>8</sup> Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung von Auswirkungen atomarer Strahlung.

<sup>9</sup> Oxalis corniculata.

<sup>10</sup> Accipiter gentilis fujiiyamae (Fujiyama-Habicht).

**Dr. med. Martin Walter**, Jg. 1945, ist Spezialarzt für Innere Medizin FMH. Er ist seit den 1980er-Jahren Vorstandsmitglied der PSR/IPPNW Schweiz. Die ÄrztInnen für soziale Verantwortung und zur Verhütung eines Atomkrieges (Physicians for Social Responsibility/International Physicians for the Prevention of Nuclear War) setzen sich für die weltweite Abschaffung der Atomwaffen und den Ausstieg aus der zivilen Atomtechnologie ein.

*mw@walter-m.ch, www.walter-m.ch*

# Desinformation über Opferzahlen nach AKW-Unfällen

Thomas Dersee, strahlentelex.de

Trotz Erfahrungen aus Tschernobyl schrecken internationale Gremien nicht davor zurück, die drohenden Langzeitschäden des Super-GAUs in Fukushima mit manipulierten Zahlen kleinzurechnen.

In der japanischen Präfektur Fukushima und in angrenzenden Präfekturen wurden nach den Kernschmelzen in den Atomkraftwerken von Fukushima Dai-ichi im März 2011 an mehreren tausend Orten Dosisleistungsmessgeräte öffentlich aufgestellt. Sie sollten das Strahlen-Monitoring ermöglichen und die Bevölkerung informieren. Sie zeigten alle zu geringe Werte an. Eine systematische Überprüfung von 200 solcher Geräte durch die Gruppe der 'Citizens' Radioactivity Measuring Station' (CRMS) in Minami-Soma ergab, dass diese Geräte häufig nur etwa ein bis zwei Drittel des wahren Wertes massen. Meine eigenen stichprobenartigen Messungen aus dem Jahr 2012 bestätigen das. Die Mitglieder der Bürgerorganisation CRMS stellten fest, dass die Standorte der Geräte vorgängig besonders gereinigt wurden oder eine abschirmende Metallplatte unter dem Detektor platziert war [1,2].

## Risikoabschätzung auf gefälschter Basis

Auf derart erzeugten Messergebnissen beruhen die Risikoabschätzungen von Internationalen Organisationen wie der 'Internationalen Atomenergieorganisation' (IAEA<sup>1</sup>), der 'Internationalen Strahlenschutzkommission' (ICRP<sup>2</sup>) und des 'Wissenschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen für die Wirkung der Atomstrahlung' (UNSCEAR<sup>3</sup>). Mit deren Unterstützung hofft die japanische Regierung, die geflohene und evakuierte Bevölkerung zur Rückkehr in die radioaktiv belasteten Gebiete zu bewegen.

Tetsuji IMANAKA, Physikprofessor an der Universität Kyoto, hielt am 18. November 2012 in Fukushima-Stadt einen Vortrag.



Exemplar eines der falsch messenden Dosisleistungsmessgeräte des staatlichen Monitorings in der Stadt Fukushima im Jahr 2012. Die solarbetriebene Anzeige funktioniert nur tagsüber. © Thomas Dersee

Auf eine entsprechende Frage aus dem Publikum antwortete er, die Monitoring-Stationen machten «ganz klar» falsche Angaben. Auch dürfe man nicht nur die Krebstoten beachten, wie die ICRP das tue. Denn in den vom Fallout (vgl. Kasten) aus Tschernobyl betroffenen Gebieten gebe es auch viele andere Erkrankungen, obwohl die zusätzliche Strahlung an manchen Orten

den Grenzwert von 1 Millisievert (mSv) pro Jahr nicht überschreite [1]. Es gibt keine unbedenklichen Strahlendosen. Mit der Festlegung eines Grenzwertes nimmt der Normgeber Strahlenopfer in Kauf und bestimmt, wieviele Kranke und Tote er tolerieren will.

## Grenzwerte gegen die Bevölkerung

«Die japanische Regierung möchte nicht, dass die Menschen die Wahrheit erfahren», erklärte Katsutaka IDOGAWA, am 30. Oktober 2012 in einer Ansprache vor dem Menschenrechtsausschuss der Vereinten Nationen in Genf. Er war damals Bürgermeister der evakuierten Stadt Futaba-machi. Die Reaktion der Regierung auf die Reaktorkatastrophe habe zunächst darin bestanden, den gesetzlichen Dosisgrenzwert für die Allgemeinbevölkerung anzuheben und dann zu versichern, dass eine Strahlenexposition unterhalb dieses Grenzwertes unbedenklich sei. Wegen dieser Politik müssten die meisten Menschen in Fukushima – auch Kinder – nach wie vor in hoch kontaminierten Regionen leben und sich wegen der Auswirkungen auf ihre Gesundheit Sorgen machen [3]. Sie erhalten keine staatliche Unterstützung, sich anderswo eine Existenz aufzubauen.

Die gesundheitlichen Folgen der Atomkatastrophen dauern weiterhin an. Die Super-GAUs von Tschernobyl und Fukushima werden noch jahrzehntelang Folgen haben. Das zeigt ein Report der deutschen Sektion der Organisation 'Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges – Ärzte in sozialer Verantwortung e.V.' (IPPNW) vom Februar 2016 [4].

<sup>1</sup> International Atomic Energy Agency.

<sup>2</sup> International Commission on Radiological Protection.

<sup>3</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

AKW Mühleberg in Flammen,  
Fotomontage.  
© AefU

## Den Super-GAU kleinreden

Institutionen wie die IAEA und UNSCEAR spielen dagegen die Folgen der atomaren Katastrophen bis heute herunter. Die Angabe der IAEA von lediglich 4000 Toten als Folge von Tschernobyl stellt eine gravierende Unterschätzung dar und ist der ungeschminkte Versuch, die Folgen von Tschernobyl kleinzureden. Das ist nicht verwunderlich, denn satzungsgemässes Ziel der IAEA ist die weltweite Förderung von Atomenergie. Betrachtet man jedoch die wichtigsten internationalen Forschungsergebnisse, so liegt die Anzahl der zu erwartenden tschernobylbedingten Krebserkrankungen laut Berechnungen der Autoren des IPPNW-Reports zwischen einigen Zehntausend und rund 850 000.

Auch im Fall von Fukushima haben IAEA und UNSCEAR versucht, nach nur fünf Jahren bereits eine abschliessende Aussage über die Langzeitfolgen der Atomkatastrophe zu treffen. Sie behaupten, dass es zu keinen «relevanten» oder «messbaren» Strahlenfolgen in der betroffenen Bevölkerung kommen werde. Da sich vor allem Krebs- und

Herz-Kreislaufkrankungen erst nach Jahren und Jahrzehnten klinisch manifestieren, ist eine solche Aussage unwissenschaftlich und unseriös.

## Im Dienste der Unwissenschaftlichkeit

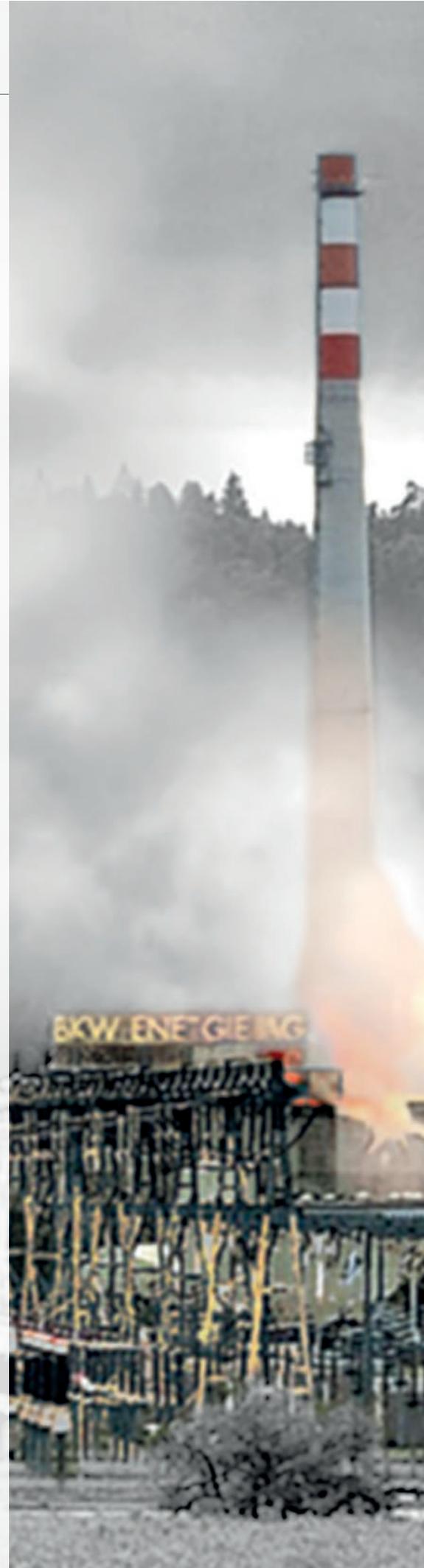
Die Unwissenschaftlichkeit zeigt sich auch in der Tatsache, dass sich die Mitglieder des «Wissenschaftlichen Komitees» UNSCEAR in ihrem Bericht im Wesentlichen auf die Angaben der IAEA, der Atomkraftwerk-Betreiberin TEPCO<sup>4</sup> und der japanischen Atombehörden stützen. Neutrale, unabhängige Institute und Forschungseinrichtungen hingegen ignorierten sie. Im UNSCEAR-Bericht beruhten die Dosisberechnungen der betroffenen Bevölkerung massgeblich auf Nahrungsmittelproben der IAEA. Unliebsame Ergebnisse von unabhängigen Nahrungsmittelanalysen beachtete das UNSCEAR nicht. Zur Abschätzung des Gesamtausstosses von Radioaktivität zog das Komitee Angaben der japanischen Atomenergiebehörde heran, anstatt die deutlich höheren Berechnungen unabhängiger Insti-

## Fallout, Rainout, Washout

Bei einer Explosion in einem AKW werden grosse Mengen von Spaltprodukten erzeugt und bis in die Stratosphäre hochgeschleudert (Tschernobyl). Sie bilden mit der Feuchtigkeit der Atmosphäre Aerosole. Diese können sich an die mit der Explosion entstandenen und in der Atmosphäre stets vorhandenen Staubteilchen anlagern und als radioaktiver Staub oder Asche auf die Erdoberfläche gelangen. Das ist der sogenannte Fallout. Die Aerosole können aber auch als Kondensationskerne für die Bildung von Tröpfchen dienen, die dann bei genügender Grösse als Regenschauer niedergehen (Rainout). Oder sie lagern sich an bereits bestehende

Niederschlagsteilchen an, was als Washout bezeichnet wird.

Grössere Partikel und nur in die Troposphäre gelangte Spaltprodukte fallen innerhalb von 24 Stunden nach der Explosion in einem Umkreis von rund 1000 Kilometer als lokaler radioaktiver Niederschlag auf den Boden. Die kleinen Partikel in den Aerosolen halten sich bis zu einigen Jahren in der Stratosphäre, bis sie irgendwo als globaler radioaktiver Niederschlag auf den Boden gelangen. Bei Waldbränden (z. B. Region Tschernobyl) können einmal abgelagerte radioaktive Partikel erneut in die Atmosphäre gelangen.





tute zu berücksichtigen. Die Angaben zur Strahlenexposition der Kraftwerksmitarbeiter wurden grösstenteils ungeprüft von der umstrittenen Betreiberfirma TEPCO übernommen, rügen die Autoren des IPPNW-Reports.

### Folgeschäden ohne Ende

Auch 30 Jahre nach dem Super-GAU von Tschernobyl sind davon noch immer Millionen von Menschen weltweit betroffen. Neben einem rasanten Anstieg von Schilddrüsenkrebskrankungen bei Kindern – die einzigen Schäden, die von der IAEA als Tschernobylfolge anerkannt wurden –, ist es vor allem in der Region um Tschernobyl zu einem generellen Anstieg diverser Krebsarten wie Brustkrebs und Leukämie gekommen [4]. Erschreckend ist auch der Anstieg verschiedener Nichtkrebskrankungen, insbesondere des Herz-Kreislaufsystems, der Lungen, der Blutzellen, der Schilddrüse, von Diabetes und Hirnschäden, besonders bei Kindern und den Katastrophenhelfern, den sogenannten «Liquidatoren». Mindestens 112 000 bis 125 000 dieser seinerzeit jungen Männer sind bereits gestorben, vor allem an Schlaganfällen, Herzinfarkten und Krebs. Sie machen die grösste Zahl unter den Todesopfern aus. Fehlbildungen und eine erhöhte Perinatalsterblichkeit<sup>5</sup> finden sich nicht nur in der ehemaligen Sowjetunion, sondern auch in verschiedenen europäischen Ländern und dauern bis heute an.

Auch genetische Folgeschäden und transgenerationale Effekte ionisierender Strahlung sind heutzutage hinlänglich bekannt und beispielsweise in einer neuen



Raus aus der Atomenergie!

© Matthias Lambrecht

Übersichtsarbeit von Scherb et al. anhand zahlreicher Beispiele erläutert [5]. Insbesondere eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zu Lasten der weiblichen Neugeborenen ist zu verzeichnen. Ob sich dieser Effekt auch in Fukushima im Laufe der nächsten Jahre zeigen wird, bleibt abzuwarten (vgl. Beitrag Walter, S. 21).

Der Grossteil der japanischen Bevölkerung leidet durch radioaktive Kontamination von Nahrungsmitteln, Wasser, Böden und Luft zwar unter einer geringeren Strahlenbelastung als die Arbeiter auf dem Kraftwerksgelände. Dennoch ist aufgrund der Grösse dieser Gruppe unter ihnen die weitaus grösste Zahl von Gesundheitsschäden zu erwarten.

### Zehntausende zusätzliche Krebsfälle

In der japanischen Gesamtbevölkerung sind aufgrund der Atomkatastrophe von Fukushima ca. 4300 bis 16 800 strahlenbedingte Krebsfälle zu erwarten, etwa die Hälfte davon tödlich verlaufend [4]. Diese Zahlen ergeben sich, wenn man von den Angaben des UNSCEAR ausgeht und den von der Arbeitsgruppe der US-amerikanischen «Akademie der Wissenschaften zur Untersuchung der Wirkung von ionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich» (BEIR VII) postulierten

<sup>4</sup> The Tokyo Electric Power Company.

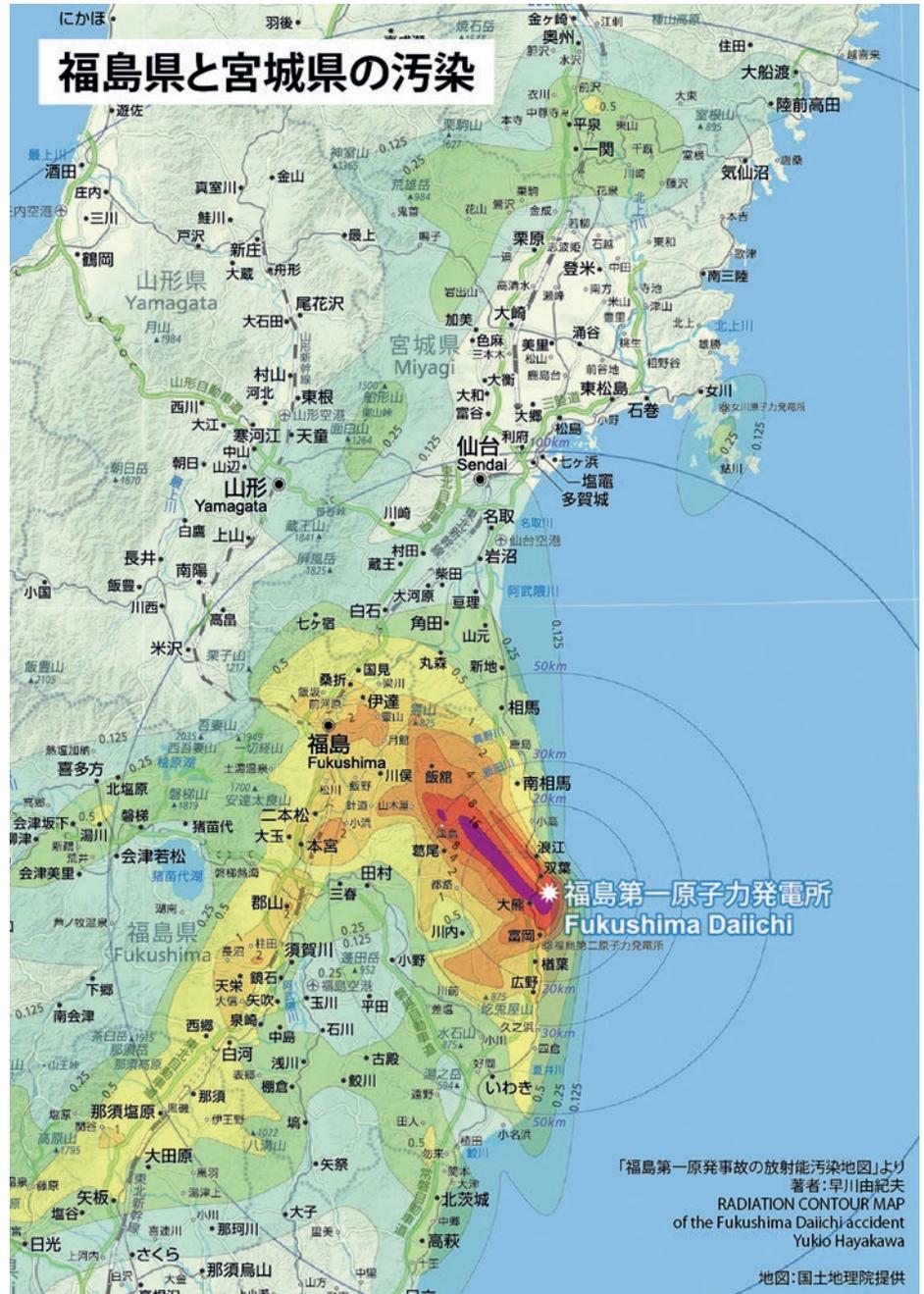
<sup>5</sup> Anzahl Todgeburten und Todesfälle von der abgeschlossenen 22. Schwangerschaftswoche bis zum 7. Tag nach der Geburt auf 1000 Geburten.

<sup>6</sup> Inzidenz beschreibt die Anzahl der Neuerkrankungen, die innerhalb einer festgelegten Bevölkerungsgruppe in einem bestimmten Zeitraum auftreten. Sie wird als absolute Anzahl der Neuerkrankungen pro Jahr oder als Rate pro 100.000 Einwohner pro Jahr angegeben. Die Inzidenzrate gibt das Risiko für eine Krebserkrankung an. Quelle: www.nicer.org

## 福島県と宮城県への汚染

Risikofaktor für die Krebsinzidenz<sup>6</sup> verwendet. Dieser wird mittlerweile auch von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) benutzt. Orientiert man sich an den Dosisberechnungen des WHO-Berichts zu Fukushima, dann kommt man auf noch höhere Zahlen. Je nachdem, welchen Faktor man zur Hochrechnung der Lebenszeitdosis wählt, ergeben sich 9900 bis 57 750 zusätzliche Krebsfälle in ganz Japan. Alternative Rechenmodelle, die einen doppelt so hohen Risikofaktor für die Krebsinzidenz nutzen, kommen auf 22 000 bis 66 000 zusätzliche Krebsfälle.

Neuere epidemiologische Studien legen nahe, dass der höhere Risikofaktor das tatsächliche Krebsrisiko realistischer wiedergibt als der tiefere im BEIR VII-Bericht. Unabhängig davon, welchen Dosis-schätzungen, Lebenszeit-Hochrechnungen oder Risikofaktoren man am ehesten Glauben schenkt – klar ist, dass die freigesetzte Radioaktivität in den kommenden Jahrzehnten in Japan zu einer erheblichen Zahl von Krebserkrankungen führen wird: Leukämien, Lymphome und solide Tumorerkrankungen. Reihenuntersuchungen oder besondere Vorsorgeprogramme für die Allgemeinbevölkerung sind – außer für die Kinder in der Präfektur Fukushima, bei denen in regelmässigen Abständen Schilddrüsenuntersuchungen stattfinden sollen – nicht vorgesehen. Getreu dem Motto: Was nicht untersucht wird, kann auch nicht gefunden werden.



Die 'Radiation Contour Map of the Fukushima Daiichi accident' vom 8. August 2012 zeigt den Cäsium-137-Fallout der Atomkatastrophe in Japan mit Stand vom April 2011. Die dunkelsten Farben zeigen eine Strahlenbelastung des Bodens von 10 000–100 000 Becquerel pro Quadratmeter (Bq/m<sup>2</sup>), die hellsten von 0,1–1 Bq/m<sup>2</sup>. Diese Karte wird von den japanischen Bürgerintiativen als die reellste angesehen.

© Yukio HAYAKAWA, Gunma University

## Referenzen

- [1] Annette Hack, Thomas Dersee: Durchhalteparolen und falsche Strahlmessungen, Strahlentelex 622-623 v. 6.12.2012, S. 1-9, [www.strahlentelex.de/Stx\\_12\\_622-623\\_501-09.pdf](http://www.strahlentelex.de/Stx_12_622-623_501-09.pdf)
- [2] Thomas Dersee: Falsche Strahlmessungen beim behördlichen Umweltmonitoring in Fukushima, Strahlentelex 624-625 v. 3.1.2013, S. 1-3, [www.strahlentelex.de/Stx\\_13\\_624-625\\_501-03.pdf](http://www.strahlentelex.de/Stx_13_624-625_501-03.pdf)
- [3] Katsutaka IDOGAWA: «Die japanische Regierung möchte nicht, dass die Menschen die Wahrheit erfahren», Strahlentelex 622-623 v. 6.12.2012, S. 9-11, [www.strahlentelex.de/Stx\\_12\\_622-623\\_509-11.pdf](http://www.strahlentelex.de/Stx_12_622-623_509-11.pdf)
- [4] Angelika Claussen, Alex Rosen: IPPNW-Report. 30 Jahre Leben mit Tschernobyl – 5 Jahre Leben mit Fukushima: Gesundheitliche Folgen der Atomkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima, IPPNW Deutschland, Berlin Februar 2016, [www.ipnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW\\_Report\\_T30\\_F5\\_Folgen\\_web.pdf](http://www.ipnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW_Report_T30_F5_Folgen_web.pdf)
- [5] Hagen Scherb: «Risikobasierte, nicht dosisbasierte Sicherheitskriterien müssen für die Atomtülllagerung entwickelt und angewendet werden», Strahlentelex 696-697 v. 7.1.2016, S. 3-5, [www.strahlentelex.de/Stx\\_16\\_696-697\\_503-05.pdf](http://www.strahlentelex.de/Stx_16_696-697_503-05.pdf)

**Dipl.-Ing. Thomas Dersee**, Jg. 1947, ist Herausgeber des nach der Katastrophe von Tschernobyl gegründeten Informationsdienstes Strahlentelex ([www.strahlentelex.de](http://www.strahlentelex.de)) sowie Vorstandsmitglied der deutschen Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. Dersee lebt in Schöneiche bei Berlin (D).  
[thomasdersee@strahlentelex.de](mailto:thomasdersee@strahlentelex.de),  
[www.strahlenschutz-gesellschaft.de](http://www.strahlenschutz-gesellschaft.de).

# Radiostrontium in den Milchzähnen japanischer Kinder

Interview: Stephanie Fuchs

Niemand weiss, wie viel radioaktives Material die Menschen in Japan beim AKW-Unfall von Fukushima aufgenommen haben. Ein Komitee initiiert von ÄrztInnen und ZahnärztInnen versucht den Nachweis.

Das japanische «Preserving Deciduous Teeth Network» PDTN bittet um ganz spezielle Spenden: ausgefallene Milchzähne von Kindern in Japan. Analysen sollen zeigen, welcher inneren Verstrahlung die Bevölkerung seit dem Fukushima-Unfall durch Radiostrontium (Sr-90) ausgesetzt ist. Forschungsbeginn ist März 2017. Bereits seit 2012 besteht eine japanisch-schweizerische Zusammenarbeit. Dr. Markus Zehringer, Chemiker am Kantonalen Laboratorium Ba-

sel-Stadt, untersuchte nach der Tschernobyl-Katastrophe Milchzähne von Kindern aus der Ukraine. Er unterstützt die PDTN beim Aufbau eines Labors und hat uns den Kontakt zu Eisuke MATSUI, Arzt und Mitinitiant des Netzwerkes, ermöglicht. Das Interview mit ihm führten wir schriftlich. Seine Frau Kazuko, ebenfalls PDTN-Initiantin, sorgte für die Übersetzung Japanisch-Englisch und Markus Zehringer stellte die inhaltlich korrekte Übertragung Englisch-Deutsch sicher.

**OEKOSKOP:** Warum wollen Sie ein eigenes Messlabor einrichten und was genau werden Sie untersuchen?

**Eisuke MATSUI:** Für die aufgenommene Dosis an radioaktivem Cäsium-137 existieren nach dem Super-GAU in Fukushima offizielle Daten. Es gibt aber kaum Daten von Radiostrontium (Sr-90). Die japanische Regierung hat sich auch nicht wirklich darum bemüht. Ausserdem hat das japanische Volk kein uneingeschränktes Vertrauen in

## Wie misst das Labor Radiostrontium?

Beim AKW-Unfall in Fukushima Daiichi gelangten 2011 grosse Mengen künstlicher radioaktiver Stoffe in Atmosphäre, Boden und Wasser, so auch Radiostrontium (Sr-90). Eingenommenes Sr-90 lagert sich wie Kalk in Zähnen und Knochen ein, von wo es den Körper über Jahrzehnte verstrahlt. Sr-90 gelangt über die Nabelschnur auch in die Milchzähne des Embryos. Demnächst fallen die Zähne der ersten «nach Fukushima» in Japan geborenen Kinder aus. Die Milchzähne dienen als Gradmesser für die innere Verstrahlung der Bevölkerung. Bisher wurde diese nur mit Ganzkörpermessgeräten erhoben, die bloss Gammastrahlen erfassen können. Radionuklide, die wie Sr-90 reine Betastrahler sind, bleiben dabei unerkant.

Dr. Markus Zehringer erklärt, wie man Sr-90 misst und weshalb das nötig ist:

«Die Analytik von Sr-90 ist aufwändig, denn die Betastrahlung bleibt im Proben-

gut stecken. Man muss die Probenmatrix vor der Messung zerstören und aufwändig reinigen: Im Ofen wird das Zahnmaterial mineralisiert, mit mehrfacher Fällung wird dann das Tochternuklid Yttrium-90 abgetrennt. Die anschliessende Messung mit dem Gasproportionalzähler dauert mehrere Tage. So können lediglich wenige Proben parallel untersucht werden. Sind die Präparate zu wenig rein, ist das Prozedere zu wiederholen. Auf Grund dieses Aufwandes wird weltweit wenig Sr-90 untersucht. Man verlässt sich auf die einfachere Gammaspktrometrie von Cäsium-137 (Cs-137). Als Behelf versucht man in Japan sogar, von der gemessenen Cs-137-Aktivität auf die Aktivität von Sr-90 zu schliessen. Eigene Messungen zeigen, dass die japanischen Annahmen nicht stimmen. Somit unterschätzen sie auch die Strahlendosis.

Sr-90 soll bei der Atomkatastrophe von Tschernobyl eine untergeordnete Rolle

gespielt haben. Dennoch war es gut messbar im Fallout, der auch den Boden und das Futterheu der Kühe in der Schweiz verseuchte. Milchanalysen zeigten stark erhöhte Werte, die im Tessin noch heute 20-fach über dem Schweizer Durchschnitt liegen. Trotz des Aufwandes sind Daten über Radiostrontium sehr wichtig. Es waren die «Milchzahn-Studien» der Amerikaner Jay Gould, Ernest Sternglass und anderen, die den Zusammenhang zwischen Leukämie bzw. Kindersterblichkeit und Sr-90 aus den oberirdischen Atombombentests bewiesen und ihren Bann (LTBT) mitbewirkten.

In der Schweiz gibt es nur noch vier Laboratorien, die Sr-90 untersuchen können. In Basel-Stadt werden jährlich 150–200 Proben von Milch, Tee, verdächtigen Lebensmitteln, Umweltmaterialien wie Erde, Gras, Sedimente sowie japanische Milchzähne auf Sr-90 untersucht.»



Ein unabhängiges japanisches Komitee sammelt Milchzähne für die Laboruntersuchung.

© kali9/iStockphoto

die Regierung. Ein eigenes Labor ist für uns die einzige Möglichkeit, an unabhängige Daten heranzukommen.

*Welche Möglichkeiten haben Sie, die offiziellen Messdaten der japanischen Regierung richtig zu stellen?*

Über 200 Personen haben unserem Projekt ihre Unterstützung zugesichert. Die Liste enthält angesehene internationale Persönlichkeiten, die in Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Justiz und bei den öffentlichen Medien tätig sind. Die «Supporters» und «Promotors» sind auf unserer Webpage aufgeführt.

*Wie schätzen Sie die Situation für die Bevölkerung im Umkreis des AKW Fukushima Daiichi ein?*

Die momentane Situation betreffend den Strahlungslevel ist beängstigend. Der grösste Teil von Fukushima zeigt Bodenaktivitäten von 40 000 Bq/m<sup>2</sup>, das entspricht einer zusätzlichen Dosis von 5.2 mSv/Jahr. 1 mSv/Jahr ist der zulässige Höchstwert.

Die japanische Regierung versucht nun, die Bevölkerung zur Rückkehr in die verstrahlten Gebiete zu bewegen, wo Dosen von über 20 mSv/Jahr vorherrschen. Das ist unmenschlich.

*Wie hat die AKW-Katastrophe Japan verändert?* 17 Präfekturen wurden verstrahlt, ein Viertel der Fläche von ganz Japan, also rund 100 000 Quadratkilometer. Das ist eine schwierige Situation für die Bevölkerung der radioaktiv verseuchten Gebiete. Wichtiger noch als die externe Bestrahlung erscheint uns das Risiko der internen Bestrahlung. Es besteht im Landesinnern und auch an der Küste, verursacht durch die unkontrollierte Freisetzung von radioaktivem Material und durch Lebensmittel aus Fukushima und dem kontaminierten Pazifik.

*Welches sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Erkenntnisse aus Fukushima, die wir bei uns in der Schweiz bedenken sollten?*

Erstens: Atomstrom ist unökonomisch. Die Betreiberfirma TEPCO hat vom Staat und

von privater Hand bereits 20 Billionen Yen erhalten, um den nuklearen Super-GAU zu bewältigen, jedoch vergeblich. Dies ist das Doppelte des Ertrags aus dem Verkauf von Strom.

Zweitens: Ausschluss der Öffentlichkeit und Verschleierung von Fakten: Das Hauptziel der japanischen Regierung ist es, das reale Ausmass der Reaktor-Katastrophe kleinzureden. Das hat zur Folge, dass die externen und internen Bestrahlungsrisiken für die Bevölkerung zunehmen – und zwar nicht nur in Japan.

Drittens: Fukushima ist eine globale Realität. Fukushima Daiichi lieferte etwa 1% der globalen Nuklearenergie. Der Super-GAU kann sich überall wiederholen, wo die anderen 99 % produziert werden.

*Was erhoffen Sie sich von Ihrem Milchzähne-Projekt?*

Unser Hauptziel ist es, den Beweis für die erhöhte innere Bestrahlung durch Sr-90 zu erbringen. Gestützt auf unsere Resultate möchten wir die japanische Regierung dazu bewegen, gründliche Untersuchungen aller betroffenen Personen bezüglich Sr-90 durchzuführen. Wir wollen den Menschen das Recht sichern, aus verseuchten gefährlichen Gebieten wegziehen und in einer gesunden Umgebung frei von Strahlenrisiken leben zu können. ■

## Es braucht einen Bann für Atomkraftwerke

«Seit die Atomkräfte oberirdische Atomwaffentests durchführten, findet sich weltweit Radiostrontium in Milchzähnen. Für den damaligen US-Präsidenten John F. Kennedy war das einer der Hauptgründe für den Erlass des «Limited Test Ban Treaty» (LTBT) gegen Atomwaffenversuche in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser. Derselbe Bann sollte für den siamesischen Zwilling der Atombombe be-

schlossen werden: für die heutigen zivilen Atomkraftwerke. Die Arbeit des PDTN ist ein wirksamer Beitrag an dieses Ziel. Die Resultate davon werden eine historische Angelegenheit sein in der Ära der sogenannten «friedlichen Atomnutzung.»

*Dr. med. Martin Walter, Supporter von PDTN, Mitglied AefU und PSR/IPPNW Schweiz.*

**Eisuke MATSUI**, ist Arzt und Mitglied des Lenkungsausschusses des PDTN. Seine Frau Kazuko MATSUI ist im kinderpädagogischen Bereich tätig und treibt das Netzwerk entscheidend voran.  
*pdmn311@gmail.com,  
www.pdn311.town-web.net*

**Dr. Markus Zehringer**, Jg. 1957, ist Chemiker am Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt und zuständig für Radioaktivität & Raumluft.  
*markus.zehringer@bs.ch,  
www.kantonlabor.bs.ch*

# Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: Jetzt bestellen!



## Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

**Für Lieferung Mitte November 2016 jetzt oder bis spätestens 31. Oktober 2016 bestellen!** Mindestbestellmenge pro Sorte: 1000 Stk.

**Preise** Terminkärtchen: 1000 Stk. CHF 200.-; je weitere 500 Stk. CHF 50.-  
Rezeptblätter: 1000 Stk. CHF 110.-; je weitere 500 Stk. CHF 30.-  
Zuzüglich Porto und Verpackung. Musterkärtchen: [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
CH-6789 Hinweis  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Veränderungsfall bitte 24 Std. vorher benachrichtigen

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

**Leben in Bewegung**  
Rückseite beachten!

**Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!**

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

**Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit**

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel  
Tel. 051 322 49 49 [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch), [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
CH-6789 Hinweis  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Veränderungsfall bitte 24 Std. vorher benachrichtigen

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

**Luft ist Leben!**  
Rückseite beachten!

**Stopp dem Feinstaub! (PM 10)**

**Feinstaub** macht krank  
**Feinstaub** setzt sich in der Lunge fest  
**Feinstaub** entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:  
**Ihr Beitrag für gesunde Luft!**

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
CH-6789 Hinweis  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Veränderungsfall bitte 24 Std. vorher benachrichtigen

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

**für weniger Elektromog**  
Rückseite beachten!

**Weniger Elektromog beim Telefonieren und Surfen**

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel  
Tel. 051 322 49 49  
[info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

## Bestell-Talon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,  
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

### Ich bestelle:

- \_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»  
\_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Luft ist Leben!»  
\_\_\_\_\_ Terminkärtchen «für weniger Elektromog»  
\_\_\_\_\_ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden  
(max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis \_\_\_\_\_

Bezeichnung, SpezialistIn für... \_\_\_\_\_

Strasse und Nr. \_\_\_\_\_

Postleitzahl / Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

KSK.Nr.: \_\_\_\_\_

EAN-Nr.: \_\_\_\_\_

Ort / Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_



AZB  
CH-4019 Basel  
P.P. / Journal



Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 620, 4019 Basel

ÄRZTINNEN  
UND ÄRZTE FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE  
L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER  
L'AMBIENTE



oekoskop

Fachzeitschrift der Ärztinnen  
und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 620, 4019 Basel, PC 40-19771-2

Telefon 061 322 49 49

Telefax 061 383 80 49

E-Mail info@aefu.ch

Homepage www.aefu.ch

## Impressum

### Redaktion:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin  
Heidenhubelstrasse 14, 4500 Solothurn, 032 623 83 85
- Dr. Martin Forter, Redaktor/Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

**Papier:** 100% Recycling

**Artwork:** christoph-heer.ch

**Druck/Versand:** Gremper AG, Pratteln/BL

**Abo:** CHF 40.- / erscheint viermal jährlich > auch für NichtmedizinerInnen

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. © AefU