



Fukushima - 10 Jahre nach dem KKW-Unfall : Auswirkungen in der Schweiz

1	Situation in Fukushima	s.2
2	Situation in der Schweiz	s.4
3	Reaktionen und Erkenntnisse auf internationaler Ebene	s.6
4	Erkenntnisse für die Schweiz und das BAG	s.7
5	Fazit	s.10
6	Referenzen	s.11



Faktenblatt

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

www.bag.admin.ch

Kontakt

Tel. : 058 462 96 14

E-mail : str@bag.admin.ch

Fotonachweis: Mark Olexa

Publikationsdatum: März 5, 2021



1. Situation in Fukushima

Beschreibung und Folgen des Unfalls

Am 11. März 2011 um 14:46 Uhr ereignete sich im Nordpazifik, 130 km von Japan entfernt, ein Erdbeben der Stärke 9. Die erzeugte Schockwelle löste eine Flutwelle aus, die eine Stunde später auf die japanische Küste traf. Eine gigantische Welle, die an manchen Stellen 30 m hoch war, überflutete 500 km² Land, verursachte den Tod von 20'000 Menschen, zerstörte 250'000 Gebäude und 22'000 Fischerboote und machte 200 km² Landwirtschaftsfläche für mehrere Jahre unbrauchbar. Der auf das Erdbeben folgende Tsunami setzte das Hauptkühlsystem des Kernkraftwerks Fukushima Daiichi ausser Betrieb, wodurch die Kerne der Reaktoren 1, 2 und 3 schmolzen und sich das Abklingbecken von Reaktor 4 überhitzte. In den folgenden Tagen wurde eine grosse Menge an Radioaktivität (~ 120 PBq Jod-131 und 10 PBq Cäsium-137¹) aus den ausgefallenen Reaktoren der Kernanlage freigesetzt. Die Wetterbedingungen während der Tage der Freisetzung beeinflussten die Verfrachtung und Ablagerung der Radionuklide entscheidend. 80 Prozent der radioaktiven Stoffe wurden in den Küstengewässern abgelagert und verdünnten sich schnell (in der Grössenordnung von einem Monat). Die terrestrische Ablagerung betraf hauptsächlich Regionen, die weniger als 30 km von den Anlagen entfernt sind, sowie eine Landzunge, die sich mehr als 40 km in nordwestlicher Richtung erstreckt.

Massnahmen zum Schutz der lokalen Bevölkerung

In den Tagen nach dem Unfall wurden nacheinander Evakuierungen im Umkreis von 3 km, dann 10 km und schliesslich 20 km durchgeführt. Ein Jahr nach der Katastrophe

¹ Zum Vergleich: Infolge des Unfalls in Tschernobyl wurden 2000 PBq ¹³¹I und 50 PBq ¹³⁷Cs in die Umwelt freigesetzt (1 PBq = 10¹⁵ Becquerels).

gab es über 160'000 so genannte «nukleare» Evakuierte aus der Präfektur Fukushima. Die meisten dieser Menschen wurden in Notunterkünften untergebracht. Insgesamt wurden 113'000 Einwohnerinnen und Einwohner aus 11 Gemeinden auf Anordnung der Regierung zur Evakuierung gezwungen, während sich weitere 50 000 Menschen aus eigenem Willen zur Flucht entschieden [1]. Für den Verzehr von lokal produzierten Lebensmitteln wurden Beschränkungen eingeführt. Die Grenzwerte für die Cäsiumkontamination, die in den Monaten nach der Katastrophe bei 500 Bq/kg für Lebensmittel und 200 Bq/l für Milch angesetzt waren, wurden per 1. April 2012 auf 100 Bq/kg bzw. 50 Bq/l gesenkt. Es wurde ein gross angelegter Dekontaminationsplan für Häuser und Dörfer umgesetzt, um die externe Exposition der Bevölkerung einzudämmen und deren Rückkehr zu fördern.

Exposition der Bevölkerung und gesundheitliche Auswirkungen

Die Exposition der lokalen Bevölkerung ist seit 2012 Gegenstand internationaler Analysen und Berichte, insbesondere der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und des Wissenschaftlichen Ausschusses der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen atomarer Strahlung (UNSCEAR).

Die WHO nahm unverzüglich eine gesundheitliche Lagebeurteilung vor. Zu diesem Zweck setzte sie ein internationales Expertengremium ein, um die Exposition der vom Unfall betroffenen Bevölkerung abzuschätzen. Diese vorläufigen Analysen waren Gegenstand einer ausführlichen Publikation im Jahr 2012 [2]. Darin wird eine Unterteilung in verschiedene Zonen vorgenommen, und zwar nach Bandbreite der effektiven Dosis, der die Bevölkerung während des ersten Jahres ausgesetzt war: Unterschieden wird zwischen den am meisten exponierten Dörfern in der Präfektur Fukushima (10 bis 50 mSv), dem Rest der Präfektur Fukushima (1 bis 10 millisieverts (mSv)), anderen Präfekturen in Japan (0.1 bis 1 mSv) und anderen Regionen

der Welt (< 0.01 mSv). Aufgrund dieser vorläufigen Analysen hat die WHO 2013 einen Bericht zur Bewertung des Gesundheitsrisikos veröffentlicht [3]. Dieser Bericht kommt zum Schluss, dass die zu erwartenden Risiken für die gesamte Bevölkerung innerhalb und ausserhalb Japans gering sind. Es wird kein beobachtbarer, über die normalen Schwankungen hinausgehender Anstieg der Krebsraten erwartet. Im Bericht wird jedoch betont, dass der Gesundheitszustand der am stärksten exponierten Bevölkerungsgruppen sowie die Umweltkontamination langfristig überwacht werden müssen. Festgehalten wird auch, dass die psychologischen Folgen für die Betroffenen nicht ausser Acht gelassen werden dürfen. In der Folge haben zahlreiche Studien psychische Störungen in der Bevölkerung der Region Fukushima aufgezeigt, so zum Beispiel posttraumatische Belastungsstörungen und Stresszustände. Beispielsweise haben die Evakuierungs- und Umsiedlungsmassnahmen die betroffenen Menschen schwer getroffen.

Der UNSCEAR hat seinerseits in seinem Bericht von 2013 an die UN-Generalversammlung einen wissenschaftlichen Anhang zu Höhe und Auswirkung der Strahlenbelastung nach dem durch Erdbeben und Tsunami ausgelösten Reaktorunfall von 2011 im Osten Japans publiziert [4]. Der Bericht legt den Unfallablauf, die Ausbreitung der Radioaktivität, die Exposition der Bevölkerung und der Arbeitskräfte sowie die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt dar. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die allgemeine Bevölkerung und die Kinder kommt der Ausschuss zum Schluss, dass im ersten Jahr nach dem Unfall in den meisten betroffenen Bezirken die effektiven Dosen bis zu etwa zehn Millisievert und die Dosen in der Schilddrüse bis zu einigen zehn Milligray betragen (35 mGy bei Erwachsenen und ca. 80 mGy bei einjährigen Kleinkindern). Bezüglich der Auswirkungen auf die Arbeitskräfte waren Mitarbeitende der Firma TEPCO, welche die Kernanlagen betreibt, im ersten Jahr einer durchschnittlichen effektiven Dosis von 10 mSv ausgesetzt (der

Grenzwert für berufliche Exposition liegt in der Schweiz bei 20 mSv/Jahr). Bei etwa 170 Mitarbeitenden lag diese Dosis über 100 mSv. Um die Situation zu verfolgen und in Zukunft neu zu bewerten, hat der UNSCEAR in den Jahren 2015, 2016 und 2017 die weiteren seit dem Bericht 2013 gewonnenen Erkenntnisse in Form von Weissbüchern veröffentlicht. Er beabsichtigt auch, alle Informationen in einem neuen Anhang zu seinem Bericht 2021 zusammenzutragen. Diese Publikation sollte den aktuellen Wissensstand zu den Expositionen und den gesundheitlichen Auswirkungen der Katastrophe von Fukushima konsolidieren.

Heutige Lage

Infolge des radioaktiven Zerfalls von Cäsium-134 (Halbwertszeit von 2.1 Jahren) und Cäsium-137 (Halbwertszeit von 30.1 Jahren) sowie der Dekontaminationsbemühungen hat sich die Fläche der evakuierten Gebiete von 1'150 km² im April 2011 auf 337 km² am 1. März 2020 reduziert. Die Rückkehrquote der Einwohnerinnen und Einwohner, die aus dem Gebiet evakuiert wurden, wo die Exposition heute auf weniger als 20 mSv pro Jahr geschätzt wird (ca. 50'000 Personen), beträgt derzeit trotz staatlicher Anreize nur 28.5 Prozent. Es wurde eine Analyse [5] dazu durchgeführt, wie sich die Rückkehr der Bevölkerung in die kontaminierten Gebiete gestalten könnte. Diese zeigt, dass die Zukunft der betroffenen Gebiete insbesondere von der Wiederherstellung ihrer Attraktivität abhängt. In der Präfektur Fukushima waren im Juli 2020 immer noch 37'000 Menschen innerhalb oder ausserhalb der Präfektur evakuiert [6]. Die durchschnittliche Kontamination lokaler Lebensmittel, einschliesslich Fischereierzeugnissen, liegt deutlich unter dem seit 1. April 2012 geltenden Grenzwert von 100 Bq/kg. Der produzierte Abfall, der ursprünglich auf 150'000 Standorte in der Präfektur Fukushima verteilt war, hat ein Volumen von 16 Millionen Kubikmetern. Der grösste Teil davon wird nun in einem grossen Zwischenlager in der Nähe der Kernanlage gesammelt [7].



Abbildung 1: Fukushima, Zwischenlager für Abfälle. @Mark Olexa, 2016

2. Situation in der Schweiz

In der Schweiz gemessene Radioaktivität und Exposition der Bevölkerung

Ab Ende März 2011 wies das Bundesamt für Gesundheit (BAG) in der Schweiz Jod-131 in der bodennahen Luft nach, jedoch in 1'000- bis 10'000-mal geringeren Konzentrationen als zum Zeitpunkt des Unfalls in Tschernobyl. Es wurden auch Spuren von Cäsium-134 und -137 nachgewiesen. Die maximale Konzentration von Jod-131 in der bodennahen Luft betrug Ende März 2011 2 mBq/m^3 [8]. In höheren Luftschichten waren die Konzentrationen etwas grösser. Die Abbildung 2 zeigt das Gammaskpektrum einer Aerosolprobe, die am 30. März 2011 mit zwei an einem Militärflugzeug montierten Sammelgeräten

während eines Fluges über der Schweiz in einer Höhe von 7'900 m genommen wurde (Höhenflugfilter). Das Spektrum zeigt deutlich das Vorhandensein von Radionukliden (^{131}I , ^{132}Te , ^{134}Cs und ^{137}Cs) aus dem Fukushima-Unfall. Spuren von Jod-131 wurden auch in einigen Gras- und Milchproben festgestellt. Die Radioaktivität nahm schnell ab und verschwand Ende April vollständig. Aufgrund der sehr geringen Konzentrationen von Radioaktivität in der Luft und im Boden in der Schweiz war die Exposition der Bevölkerung durch Freisetzungen nach dem Unfall in Fukushima nahezu null [8]. Die Ergebnisse der Umweltraadioaktivitätsmessungen, auch die Messungen in der Luft, wurden damals noch nicht automatisch online veröffentlicht. Ab Bekanntwerden des Unfalles wurden aber die Ergebnisse

auf der BAG-Website täglich manuell aktualisiert. Dank der Zusammenarbeit mit anderen europäischen Messlabors (Ring of Five) konnte sich das BAG sehr schnell ein gutes Bild von der Verteilung der Radioaktivität in der Luft über Europa machen [8b].

Massnahmen zum Schutz der Schweizer Bevölkerung

Um die Einfuhr von kontaminierten Lebensmitteln zu verhindern, wurde am 30. März 2011 eine entsprechende Verordnung des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) [9] in Kraft gesetzt. Dadurch unterliegen aus Japan importierte Lebensmittel seit dem Unfall zusätzlichen Kontrollen. Die Zollbehörden und der grenztierärztliche Dienst (GTD) des BLV nehmen an der Grenze Proben, die dann von den kantonalen Laboratorien analysiert werden. Ergeben die Radioaktivitätsmessungen eine Überschreitung der Höchstwerte, wird die Bevölkerung entsprechend informiert, und die betroffenen Waren werden nicht in Verkehr gebracht. Die derzeit festgelegten Höchstwerte, die auf einer Durchführungsverordnung der Europäischen Kommission beruhen, entsprechen den in Japan geltenden Werten, das heisst beispielsweise 100 Bq/kg für feste Lebensmittel. Seit 2017 wiesen in der Schweiz analysierte

Proben aus Japan nur noch selten geringe Spuren von ^{137}Cs auf. Im Jahr 2019 analysierte das Kantonslabor Basel noch 30 Lebensmittelproben (Tee, Gewürze, Saucen, Suppen usw.) aus Japan. Nur eine Probe (Tee) ergab eine messbare ^{137}Cs -Aktivität weit unterhalb des Höchstwertes.

In den Tagen nach der Katastrophe wurde auch eine kostenlose Hotline für die Öffentlichkeit eingerichtet, um Fragen zu den mit dem Reaktorunfall in Japan verbundenen Risiken für die Schweiz zu beantworten. Eine spezialisierte Firma hat im Zeitraum vom 16.03.2011 bis 29.04.2011 über 700 Anrufe entgegengenommen. Diese Hotline im Auftrag des BAG war täglich von 8-18 Uhr geöffnet. Die Hauptthemen der Anrufenden waren Reisen aus und nach Japan, Warenimporte, die KKW-Sicherheit und Massnahmen bei Notfällen in der Schweiz, inklusive die Einnahme von Jodtabletten.

Über die Schweizer Botschaft in Tokio konnte die Sicherheit der in Japan lebenden Schweizer Staatsangehörigen gewährleistet werden. Die präventive Verteilung von Jodtabletten sowie die Bereitstellung von Messgeräten und aktuellen Informationsunterlagen gehörten dort zu den unterstützenden Massnahmen.

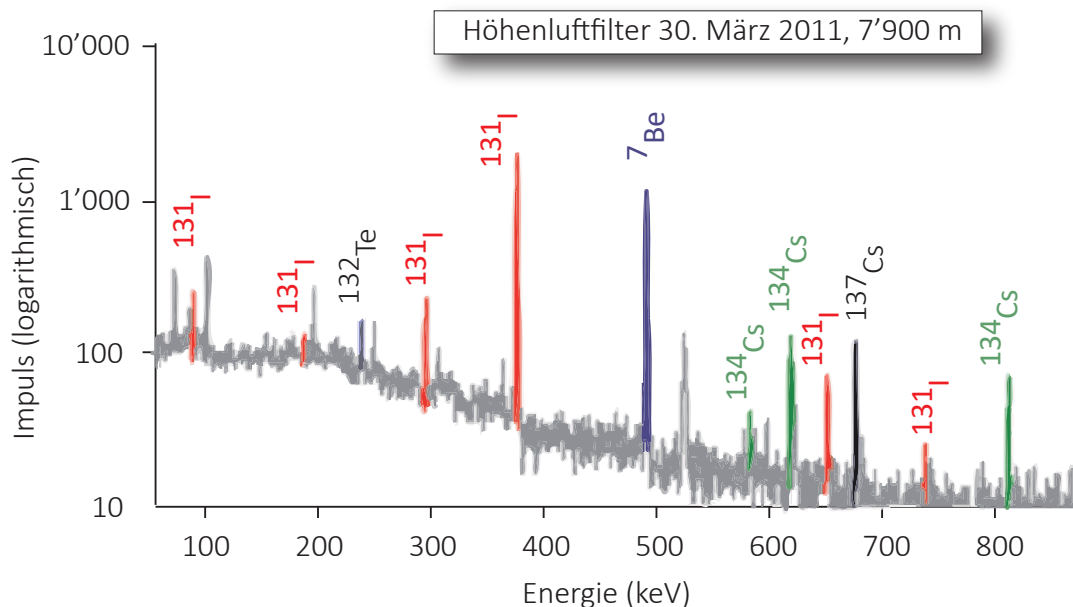


Abbildung 2: Gammaskopogramm Höhenluftfilter

3. Reaktionen und Erkenntnisse auf internationaler Ebene

Technische Unterstützung der IAEA und Dialoginitiative der ICRP

Unmittelbar nach dem Unfall liess die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEA) Inspektionen vor Ort durchführen, um die Situation gemeinsam mit den japanischen Behörden zu analysieren und Stilllegungs- und Sanierungspläne zu erarbeiten. Eine intensive Zusammenarbeit mit der Präfektur Fukushima wurde im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aufgenommen. Diese Arbeit wurde im IAEA-Bericht «The Fukushima Daiichi Accident – Report by the Director General» [10], der das Ergebnis einer breiten internationalen Zusammenarbeit ist, zusammengefasst und publiziert. Der Bericht befasst sich ausführlich mit der Beschreibung des Unfalls, Erwägungen zur nuklearen Sicherheit, der Führung des Notfalleinsatzes, radiologischen Folgen und der Sanierung nach dem Unfall. In all diesen Bereichen werden die daraus zu ziehenden Lehren dargestellt. Die IAEA überwacht aktiv die laufenden Stilllegungsarbeiten am Standort.

Zusätzlich zu den unmittelbaren Massnahmen der IAEA setzte sich die Internationale Strahlenschutzkommission (International Commission on Radiological Protection, ICRP) besonders für die Bewältigung des Unfalls in Fukushima ein. Sie organisierte Dialogtreffen zur Wiederherstellung lebenswürdiger Bedingungen für die Bewohnerinnen und Bewohner der Region nach dem Unfall in Fukushima [11]. Diese konnten sich dabei über die Probleme austauschen, die das Leben im kontaminierten Gebiet mit sich bringt. Dieser Ansatz, der sich teilweise auf die Erfahrungsberichte von Bewohnerinnen und Bewohnern Weissrusslands und Norwegens stützte, die in die Rehabilitationsmassnahmen nach dem Unfall in Tschernobyl involviert waren, soll den Menschen helfen, ihre Situation zu verstehen und mit dieser

Herausforderung umzugehen. An diesen Treffen, von denen zwischen 2011 und 2015 zwölf stattfanden, wurden die Aussagen und Erfahrungen der Bewohnerinnen und Bewohner aufgenommen. So trugen sie durch ihre offene und konstruktive Haltung dazu bei, eine Annäherung zwischen den Bewohnerinnen und Bewohnern und den lokalen Behörden herbeizuführen und Massnahmen zur Wiederherstellung akzeptabler Lebensbedingungen zu fördern.

Erkenntnisse aus dem Unfall

Beim Unfall in Fukushima wurden wichtige Erkenntnisse gewonnen, die in die Überarbeitung internationaler Dokumente und Empfehlungen zur Vorbeugung und Bewältigung von Reaktorunfällen einfließen. So erstellte die IAEA bereits 2011 einen weltweiten Aktionsplan für mehr Nuklearsicherheit, der an ihrer 55. Generalkonferenz angenommen wurde. Die beim Unfall gewonnenen Erkenntnisse wurden auch in die Überarbeitung mehrerer IAEA-Empfehlungen eingebunden, insbesondere in Teil 7 der allgemeinen Sicherheitsanforderungen «Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency» [12] und in den allgemeinen Sicherheitsleitfaden «Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency» [13].

Die ICRP hat in ihrer 2020 erschienenen Publikation 146 [14] ihre Empfehlungen zum radiologischen Schutz der Bevölkerung und der Umwelt nach einem schweren Reaktorunfall überarbeitet. Dieses Dokument, das die vorherigen Publikationen 109 und 111 ersetzt, bezieht spezifisch die Erkenntnisse aus dem Unfall in Fukushima ein. Ein Anhang ist insbesondere der Analyse dieses Unfalls im Hinblick auf den Strahlenschutz gewidmet. In diesem Dokument wird namentlich auf die Bedeutung der psychologischen

Folgen und der nicht radiologischen Auswirkungen auf die Gesundheit hingewiesen, die systematisch berücksichtigt werden müssen, wenn Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung in einem radiologischen Notfall zu beurteilen und zu begründen sind.

Auf europäischer Ebene hat die Vereinigung der Leiter europäischer Strahlenschutzbehörden (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities, HERCA)

2014 ein Dokument [15] veröffentlicht, das die grenzüberschreitende Koordination von Schutzmassnahmen in der Akutphase eines Reaktorunfalls in Europa verbessern und die Erkenntnisse aus dem Unfall in Fukushima berücksichtigen soll. Zudem publiziert diese Vereinigung Faktenblätter zur Organisation jedes europäischen Landes bezüglich Vorbereitung und Reaktion auf radiologische Notfälle. Auch diese Organisation wurde im Lichte der in Fukushima gewonnenen Erkenntnisse angepasst.

4. Erkenntnisse für die Schweiz und das BAG

Bereits im Mai 2011 setzte der Bundesrat eine Interdepartementale Arbeitsgruppe IDA NOMEX ein, in der alle beteiligten Stellen des Bundes und der Kantone vertreten sind. Diese Arbeitsgruppe erhielt den Auftrag, die Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz zu überprüfen. Im Hinblick auf die Erkenntnisse aus dem Unfall in Fukushima wurden im Bericht der Arbeitsgruppe, der im Juni 2012 erschien [16], 56 organisatorische und gesetzgeberische Massnahmen festgelegt. Das BAG war mit der Umsetzung von 10 Massnahmen direkt beauftragt und in zahlreichen weiteren Bereichen involviert. So war das BAG beispielsweise an der Überarbeitung des Notfallschutzkonzepts bei einem KKW-Unfall beteiligt. Dieses Konzept ist auf ein neues Referenzszenario (A4) ausgelegt, das auf einem sehr schweren Unfall der INES-Kategorie 7 beruht. Die folgenden Abschnitte bieten einen Überblick über die dem BAG übertragenen Massnahmen, die grösstenteils in der 2018 revidierten Strahlenschutzverordnung (StSV) umgesetzt wurden.

Revision der Strahlenschutzverordnung

Im Jahr 2018 wurde die Strahlenschutzverordnung (StSV) an die neuen europäischen und internationalen Richtlinien (Euratom bzw. IAEA) angepasst. Daher wurde das neue System mit drei Expositionssituationen – geplante, Notfall- und bestehende – eingeführt. Gemäss dem Auftrag von IDA NOMEX legen die Bestimmungen der revidierten StSV die neuen Rahmenbedingungen für den Gesundheitsschutz in Notfallsituationen fest. So wurden Referenzwerte eingeführt, um die Bevölkerung und Personen in einer Notfall-Expositionssituation zu schützen. Insbesondere gilt ein Referenzwert von 100 mSv für die Exposition der Bevölkerung während des ersten Jahres nach dem Notfall. Die revidierte StSV klärt auch die Zuständigkeiten innerhalb der Bundesverwaltung bei Notfall-Expositionssituationen. So ist das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) für die vorbereitenden Massnahmen zuständig. In diesem Sinne ist es für die Erarbeitung des nationalen Notfallplans verantwortlich. Das BAG ist für die Erarbeitung der Strahlenschutzstrategie für den nationalen Notfallplan zuständig. Darüber hinaus sorgt das BABS zusammen mit dem

BAG für die Vorbereitungen der Probenahme- und Messorganisation. Der Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) ist für die Leitung des Einsatzes verantwortlich und wird vom BAG bei der Umsetzung von Massnahmen zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung beraten². Der Einsatz der Probenahme- und Messorganisation wird von der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) veranlasst.

In Bezug auf die Versorgung und Behandlung stark bestrahlter Personen zeigte die Analyse von IDA NOMEX, dass die Verantwortlichkeiten besser geklärt werden müssen. Diese Aufgabe fällt nun dem BAG zu, das dafür sorgen muss, dass die Kompetenzen zur Behandlung von Strahlenopfern erhalten bleiben. Das Universitätsspital Zürich wurde als entsprechendes Kompetenzzentrum für die Schweiz eingesetzt. Ausserdem erfolgte eine Einbindung in das REMPAN-Netzwerk (Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network) der WHO. Dieses Netzwerk soll den Wissensaufbau und -erhalt für die Behandlung stark bestrahlter Personen fördern. Die StSV erteilt dem BAG auch den Auftrag, Radioaktivitätskontrollen an den Grenzen zu organisieren, um Waren bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr sowie Personen bei der Einreise in die Schweiz zu überprüfen. Dies gilt sowohl für Routinekontrollen als auch für spezifische Kontrollen in besonderen Situationen wie zum Beispiel einem KKW-Unfall im Ausland.

Schliesslich wurde das BAG mit der Vorbereitung langfristiger Massnahmen zur Bewältigung der Folgen einer anhaltenden Kontamination des Staatsgebiets nach einem radiologischen Notfall betraut. Für die Bewältigung dieser Phase wird ein Konzept erarbeitet, das insbesondere auf den bei der Katastrophe von Fukushima gewonnenen Erkenntnissen beruht. Die Ziele dieser Massnahmen sind die Verringerung der menschlichen Strahlenbelastung, die Gewährleistung

² Im Rahmen von Notfallübungen hat das BAG z.B. Entwürfe für Notfallverordnungen erarbeitet, um die von der NAZ angeordneten Sofortmassnahmen an die ersten Messergebnisse anzupassen.

akzeptabler Lebensbedingungen für die Bevölkerung, die Sanierung kontaminierter Gebiete, die Unterstützung der dort lebenden Bevölkerung und die lokale Neuorganisation der Wirtschaftstätigkeit. Die Referenzwerte, die für solche Situationen gelten, wurden ebenfalls in der StSV definiert und liegen zwischen 1 und 20 mSv/Jahr.

Revision der Jodtabletten Verordnung

Jodtabletten werden alle zehn Jahre an die Wohnbevölkerung in der Umgebung der Schweizer Kernkraftwerke verteilt. Es handelt sich um eine Präventionsmassnahme zum Schutz der Bevölkerung im Falle eines KKW-Unfalls. Im Januar 2014 hat der Bundesrat aufgrund der Erkenntnisse aus dem Unfall in Fukushima den Radius, in dem die Tabletten direkt an die Bevölkerung verteilt werden, von 20 auf 50 km um die Kernkraftwerke erweitert. Die Jodtabletten wurden zwischen dem 27. Oktober und dem 5. Dezember 2014 verteilt. Die Umsetzung der neuen Verordnung entspricht auch dem von den europäischen Strahlenschutzbehörden empfohlenen Ansatz.

Erweiterung der Umweltüberwachung

Nach dem Unfall in Fukushima gelangten grosse Mengen radioaktiver Stoffe ins Meer. Damit zeigte sich eine Lücke im System zur Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz, wo es keine kontinuierlichen Messungen der Radioaktivität in Fliessgewässern gab. Im Mai 2013 hat der Bundesrat deshalb beschlossen, dass das vom BAG betriebene automatische Netz zur Messung der Umweltradioaktivität aufgerüstet und um eine kontinuierliche Überwachung der Gewässer, insbesondere der Aare und des Rheins stromabwärts der Schweizer Kernkraftwerke, erweitert werden soll.

Seit November 2015 ist das neue Messnetz URAnet aqua (Abb. 3) in Betrieb. Es ermöglicht im Notfall eine schnelle Benachrichtigung der Trinkwasserversorger und der zuständigen Behörden, damit bei hohen Werten die notwendigen Schutzmassnahmen für die Bevölkerung angeordnet werden können. Das automatische Messnetz der Radioaktivität in der Luft (URAnet aero) wurde ebenfalls erneuert und ist seit Ende 2018 in Betrieb. Gleichzeitig mit der Verbesserung der Messsysteme hat das BAG auch die Datenveröffentlichung im Internet weiterentwickelt. Der Unfall in Fukushima hat

gezeigt, wie wichtig es ist, die Ergebnisse von Radioaktivitätsmessungen der Öffentlichkeit zeitnah zugänglich zu machen. So wurde 2015 eine eigene Internetplattform «radenviro» (www.radenviro.ch) online gestellt. Sie bietet Zugang zu den Ergebnissen von Radioaktivitätsmessungen, die in der Schweiz an Umweltsproben durchgeführt wurden. Auch die Tagesmittelwerte der automatischen Messnetze URAnet aqua und URAnet aero können im Normalbetrieb abgerufen werden; im Ereignisfall kann die Frequenz der Datenveröffentlichung erhöht werden.



Abbildung 3: Plan der Installation einer Wassersonde an einem im Wasser stehenden Pfeiler (A); ein am Ufer befestigter Galgen (B); untere Befestigung der Sonde (C). Über den Galgen werden das blaue Anschlusskabel und das tragende Stahlseil ins Wasser geführt. Das untere Stahlseil dient zur Positionierung und Sicherung der Sonde. (Bild A: D. Wyder, Metas; Bild C: taf-taucharbeiten ag).

5. Fazit

Die Exposition der Schweizer Bevölkerung durch die Freisetzen aus dem Fukushima-Unfall war praktisch gleich null (höchstens einige hundert Nanosievert). Diese Katastrophe hat aber deutlich gemacht, dass ein schwerer Reaktorunfall nirgends auf der Welt, auch nicht in Europa, ausgeschlossen werden kann. Die Zuverlässigkeit des Dispositivs zur Bewältigung solcher Extremszenarien ist daher ein Schlüsselement. Eine wichtige Erkenntnis für den Strahlenschutz ist, dass stets das Rechtfertigungs- und Optimierungsprinzip anzuwenden sind, auch bei der Wahl der kurz-, mittel- und langfristig zu treffenden Schutzmassnahmen. Auch wenn in der eigentlichen Notfallphase das Ziel darin besteht, inakzeptable Dosen für die Bevölkerung unbedingt zu vermeiden, müssen wirtschaftliche und psychosoziale Aspekte sowie allgemeine Umweltschutz-

aspekte rasch berücksichtigt werden, um die Auswirkungen von Schutzmassnahmen abzuschätzen und risikogerechte Entscheidungen zu treffen. Der in Fukushima beobachtete Vertrauensverlust der lokalen Bevölkerung in ihre Behörden und in die Experten, einschliesslich der Strahlenschutzexperten, hat einmal mehr aufgezeigt, dass die Bevölkerung unbedingt informiert sowie in die Planung der Einsatzmassnahmen und anschliessend in die Sanierung des kontaminierten Gebiets einbezogen werden muss. Auch wenn man in der Schweiz aus der Katastrophe von Fukushima gelernt und den radiologischen Notfallschutz verbessert hat, gilt weiterhin: Die Bewältigung eines Unfalls dieser Grössenordnung bleibt eine schwierige Herausforderung für die Notfallorganisation. Daher bleiben Unterhalt, Übung und kontinuierliche Anpassung des Einsatzdispositivs prioritär.



Wasserfront in Fukushima @Mark Olexa, 2016

6. Referenzen

- [1] Disaster Evacuation from Japan's 2011 Tsunami Disaster and the Fukushima Nuclear Accident, Reiko Hasegawa (IDDRI), 2013 https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/study0513_rh_devast-report.pdf
- [2] Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami ; <https://www.who.int/publications/item/9789241503662>
- [3] Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, 2013 <https://www.who.int/publications/item/9789241505130>
- [4] Annex A (Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami), UNSCEAR 2013. https://www.unscear.org/docs/publications/2013/UNSCEAR_2013_Annex-A-CORR.pdf
- [5] Analysis of the modalities of return of populations to the contaminated territories following the accident at the Fukushima power plant 2020; <https://doi.org/10.1051/radiopro/2020049>
- [6] Reconstruction agency <https://www.reconstruction.go.jp/english/>
- [7] Interim Storage Facility (IFS) Ministry of the Environment, Government of Japan <http://iosen.env.go.jp/en/>
- [8] Reaktorunfall in Fukushima: Auswirkungen auf Umwelt und Lebensmittel in der Schweiz, BAG 2012; im 'Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2011' Kapitel 4.1.b, 57-60; <https://www.bag.admin.ch/ura-jb>
- [8b] Masson, O. et al., Tracking of Airborne Radionuclides from the Damaged Fukushima Dai-Ichi Nuclear Reactors by European Networks ; <https://doi.org/10.1021/es2017158>
- [9] Verordnung vom 28. Januar 2016 über die Einfuhr von Lebensmitteln mit Ursprung oder Herkunft Japan; <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2016/58/fr#a7a>
- [10] IAEA-Bericht «The Fukushima Daiichi Accident – Report by the Director General», 2012; <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/P1710/Languages/French.pdf>
- [11] An overview of the dialogue meetings initiated by ICRP in Japan after the Fukushima accident, 2019 ; <https://doi.org/10.1051/radiopro/2019021>
- [12] Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA GSR Part 7, 2015 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1708_web.pdf
- [13] Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA No. GSG-11, 2018 https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1796_web.pdf
- [14] Radiological protection of people and environment in the event of a large nuclear accident, ICRP Publication 146, 2020 https://www.icrp.org/publication.asp?id=icrp_publication_146
- [15] HERCA-WENRA Approach for a better cross-border coordination of protective actions during the early phase of a nuclear accident, 2014 https://www.herca.org/herca_news.asp?newsID=37
- [16] Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen in der Schweiz – Bericht der interdepartementalen Arbeits-gruppe IDA NOMEX, 2012; <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/27498.pdf>