

# Nuklearer Notfallschutz

## Ein beispielhafter Unfallhergang

Am Morgen des 5. Januar kommt es gegen 6 Uhr in einem Kernkraftwerk zu einem Störfall, der zur Schnellabschaltung des Kraftwerks führt.

### 5. Januar, 8 Uhr

Sabine ist auf dem Weg zur Arbeit, die ca. 10 km vom Kraftwerk entfernt ist. Im Laufe des Tages verschlechtert sich die Situation im Kernkraftwerk durch eine Verkettung unglücklicher Umstände und den Ausfall zahlreicher Sicherheitsmechanismen so sehr, dass die Katastrophenschutzleitung einen Voralarm aus dem Kernkraftwerk erhält.

### 5. Januar, 20 Uhr

Daraufhin informiert die Katastrophenschutzleitung die Bevölkerung mit folgender Meldung:

„Im Kernkraftwerk ist es zu einem Unfall gekommen. Es wurden bisher keine radioaktiven Stoffe freigesetzt. Zurzeit besteht für Sie keine Gefahr und damit kein Anlass für eigene Maßnahmen. Wenn es zu einer Gefahr bringenden Freisetzung kommt, werden Sie sofort informiert. Bitte beachten Sie deshalb die weiteren Meldungen auf diesem Sender.“

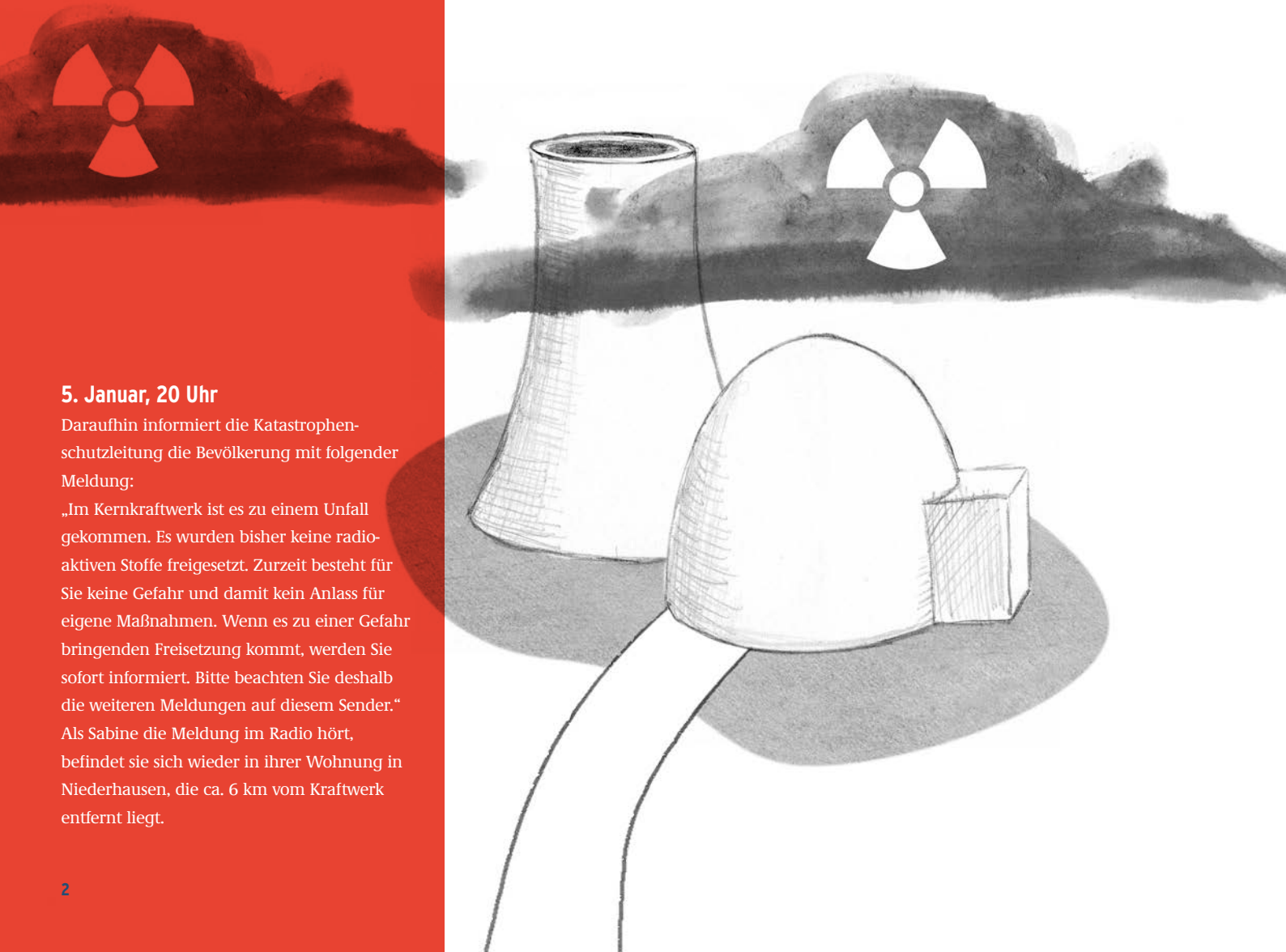
Als Sabine die Meldung im Radio hört, befindet sie sich wieder in ihrer Wohnung in Niederhausen, die ca. 6 km vom Kraftwerk entfernt liegt.

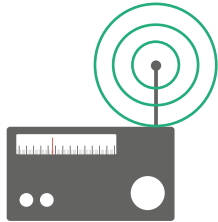
## Was sind nukleare Notfälle?

Bei einem Unfall im Kernkraftwerk kann im schlimmsten Fall radioaktives Material freigesetzt werden und in die Umwelt gelangen. Ein nuklearer Notfall tritt ein. Derartige Ereignisse wirken über Ländergrenzen hinaus, wie die verheerenden Unfälle in Fukushima und Tschernobyl in der Vergangenheit bereits gezeigt haben.

Nukleare Notfälle können aber auch bei Unfällen in anderen kerntechnischen Anlagen wie z. B. Endlagern und Zwischenlagern für radioaktive Abfallstoffe, bei Transportunfällen, terroristischen Anschlägen oder sonstigen Zwischenfällen mit radioaktiven Strahlenquellen eintreten.

Entscheidend für die Einordnung in nukleare Notfälle ist die Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Bei nuklearen Notfällen außerhalb von Kernkraftwerken gelangen ebenfalls radioaktive Stoffe und Gase in die Umwelt. Sie breiten sich allerdings meist nur gering aus und wirken damit nur lokal.



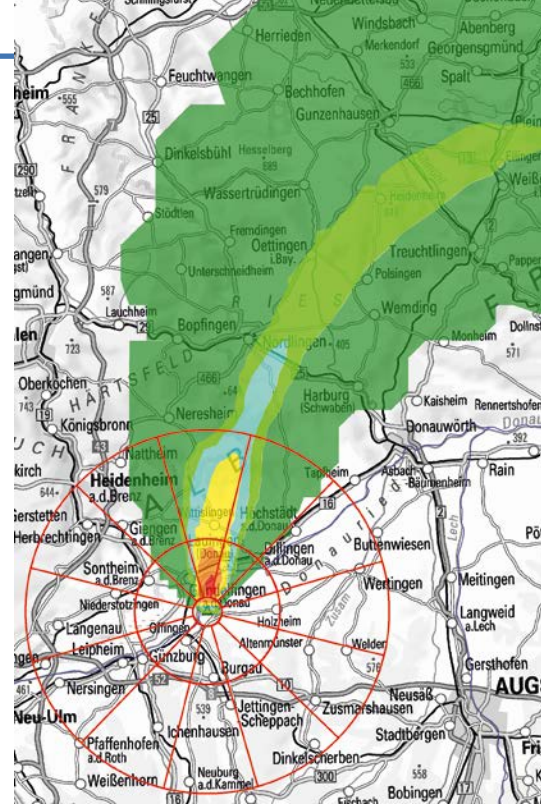


### Wie erfahre ich von einem Unfall?

Die Bevölkerung wird in einem nuklearen Notfall durch Lautsprecherwagen und Sirenen alarmiert. Bei einem einminütigen Heulton handelt es sich um ein Alarmsignal. Daraufhin sollte der Rundfunk eingeschaltet und auf die entsprechenden Durchsagen geachtet werden. Radio und TV, insbesondere die lokalen Sender, informieren umfassend. Hintergrundinformationen erhält man darüber hinaus auf den Internetseiten: [www.bfs.de](http://www.bfs.de) oder [www.jodblockade.de](http://www.jodblockade.de). Außerdem werden aktuelle Messdaten auf [www.imis.bfs.de/geoportal](http://www.imis.bfs.de/geoportal) und [odlinfo.de](http://odlinfo.de) dargestellt.

### Wie gelangt die Radioaktivität in meinen Körper?

Bei Unfällen in Kernkraftwerken können radioaktive Gase wie z. B. Xenon oder Krypton oder auch sehr kleine radioaktive Teilchen wie Jod und Cäsium in die Umwelt gelangen. Es bildet sich eine „radioaktive Wolke“, die durch Luftbewegungen weitertransportiert wird. Die regionale Betroffenheit ist dadurch sehr unterschiedlich. Durch die radioaktiven Teilchen in der Luft wird der Mensch von außen (extern) bestrahlt. Später lagern sich diese sogenannten Radionuklide aus der Luft auch am Boden oder anderen freien Flächen ab. Bei Niederschlägen sind die radioaktiven Ablagerungen größer als bei der bloßen Luftbewegung. Über die Ablagerungen in der Umwelt, auf Weiden, Nutzpflanzen und in Gewässern gelangen die radioaktiven Stoffe schließlich in die Nahrungskette. In Form tierischer und pflanzlicher Lebensmittel nimmt dann der Mensch die Radionuklide auf. Auch über die Atemluft und über die Haut kann der Mensch die radioaktiven Teilchen aufnehmen. Im Falle einer solchen internen Belastung können die Stoffe von innen noch weiter auf den Körper einwirken.



### Prognose

Im Notfall ist es wichtig, schnell und nachvollziehbar Prognosen zur radiologischen Lage zu erstellen. Dazu steht das Entscheidungshilfemodell RODOS („Realtime Online Decision Support System“) zur Verfügung. Die Prognosen bilden die Grundlage für konkrete Notfallmaßnahmen, wie z. B. die Evakuierung der Bevölkerung.

#### Externe Strahlung

aus der radioaktiven Wolke

sowie aus im Boden abgelagerten radioaktiven Stoffen, kontaminierter Kleidung und Haut

externe Strahlung vom Untergrund



#### Interne Strahlung

Belastung durch Einatmen

Belastung durch Nahrungsmittel und Trinkwasser

## 6. Januar, 2 Uhr

Die Situation im Kernkraftwerk verschlechtert sich weiter. Der Katastrophenalarm wird ausgelöst:

„Im Kernkraftwerk kam es zu einem Unfall. Bisher wurden keine radioaktiven Stoffe freigesetzt. In den nächsten 8 bis 10 Stunden kann es zu einer Freisetzung kommen. Eine vorsorgliche Evakuierung ist daher in den folgenden Gemeinden erforderlich:

- Römerberg mit Ortsteil Dudendorf in das Aufnahmegebiet Lahnstadt.
- Talstadt in das Aufnahmegebiet Kannstadt.
- Die Bewohner der Gemeinden Niederhausen, Oberhausen und Bergstadt werden aufgefordert, vorsorglich Häuser aufzusuchen, Fenster und Türen zu schließen sowie Haustiere und Vieh ins Haus oder in Stallungen zu bringen. Nehmen Sie jetzt noch keine Jodtabletten ein. Wenn es erforderlich werden sollte, werden wir Sie rechtzeitig informieren.“



## 6. Januar, 2.30 Uhr

Sabine wird durch die Lautsprecherdurchsagen eines Streifenwagens geweckt und erfährt über Radio, dass sie vorsorglich in ihrer Wohnung bleiben sowie Fenster und Türen schließen soll, bis sie weitere Informationen von den Behörden erhält.

## 6. Januar, 18 Uhr

Über Radio, TV und Lautsprecherdurchsagen erfährt Sabine, dass jetzt auch ihre Heimatgemeinde evakuiert wird. Die aus dem Kraftwerk ausgetretene Radioaktivität führt demnächst zu einer so hohen Strahlenbelastung, dass das Evakuierungsgebiet auf diese Gemeinde ausgedehnt wird. Sie erfährt weiterhin, dass in Kannstadt eine Notfallstation ist, die die Einwohnerinnen und Einwohner von Niederhausen unverzüglich aufsuchen sollen. Dort sollen sie auf eine eventuelle Kontamination überprüft werden. Sabine macht sich unverzüglich auf den Weg nach Kannstadt.

## Was ist im Notfall zu beachten?

Ob im Notfall Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung angewendet werden und welche Regionen betroffen sind, entscheiden die Katastrophenschutzbehörden. Die wichtigsten Maßnahmen sind das → **Verbleiben im Haus**, die → **Einnahme von Jodtabletten** und die → **Evakuierung**.

Die Behörden informieren über verschiedene Medien, ob und wo welche Maßnahmen ergriffen werden.

### Evakuierung

Im Fall einer Evakuierung sollte man Dinge des täglichen Bedarfs, Kleidung und Hygieneartikel mit sich führen und die Anzahl sonstiger Gegenstände möglichst gering halten. Beim Verlassen der Wohnung sollten Licht und elektrische Geräte bis auf den Kühlschrank nach Möglichkeit ausgeschaltet und Fenster sowie Türen verschlossen sein. Der Einzelne sollte sich nicht ungeplant selbst evakuieren. Die Gefahr eine höhere Dosis zu erhalten, ist größer, wenn man z. B. mit dem Auto im Stau steht. Autos bieten nur einen geringen Schutz vor Gammastrahlung. Außerdem ist die Gefahr groß, dass über die Lüftung radioaktive Partikel ins Autoinnere gelangen und über die Atemluft in den Körper aufgenommen werden.

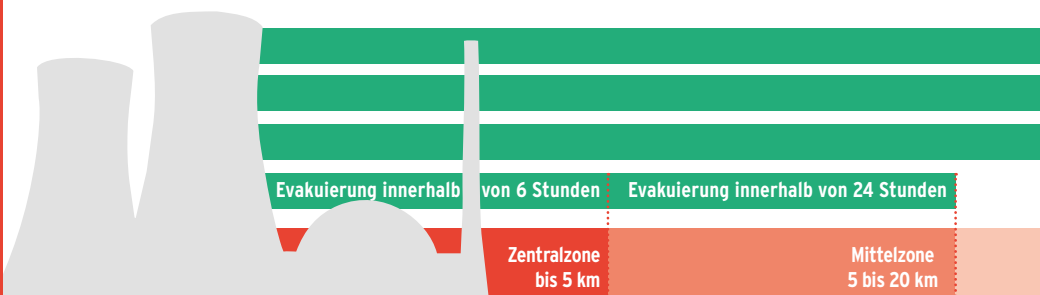
### Verbleiben im Haus

Eine leicht umzusetzende Maßnahme ist es, sich in Gebäuden aufzuhalten. Sofern Fenster und Türen dicht verschlossen und vorhandene Belüftungsanlagen ausgeschaltet sind, können radioaktive Partikel aus der Luft kaum ins Innere des Gebäudes eindringen. Fenster und Wände halten Alpha- und Beta-Strahlung zu 100 % ab, normale Betonwände schirmen Gammastrahlung bis zu 85 % ab. Der Schutz erhöht sich, wenn man sich in innenliegenden Räumen, also Räumen ohne Außenwände, und in Kellerräumen ohne Fenster aufhält.

Wenn man sich bereits draußen aufgehalten hat, sollten, bevor man das Haus oder die Wohnung betritt, Oberbekleidung und Schuhe ausgezogen werden. Später können diese durch Abbrausen oder feuchtes Abwischen vom radioaktiven Staub gereinigt werden. Danach müssen die Hände gewaschen und im Anschluss geduscht werden.

### Verzicht auf frisch geerntete Nahrungsmittel

Wichtig ist es in der Folge des nuklearen Unfalls auf den Verzehr von Nahrungsmitteln aus dem eigenen Garten zu verzichten. Darüber, wie lange derartige Verzehverbote zu beachten sind, berichtet der Rundfunk. Je nach Situation werden im Rahmen der Strahlenschutzvorsorge zudem Einzelregelungen über Vermarktungsverbote und den Verbleib kontaminierter Nahrungs- und Futtermittel getroffen.



## Jodblockade

Eine mögliche Maßnahme ist die Einnahme von Jodtabletten. Sie schützen sehr effektiv vor einem erhöhten Schilddrüsenkrebs-Risiko. Die Schilddrüse braucht Jod, um wichtige Schilddrüsenhormone herzustellen. Damit die Schilddrüse nicht radioaktives Jod aus der Luft aufnimmt, wird sie VOR Durchzug der „radioaktiven Wolke“ durch die Tabletten mit Jod „gesättigt“. Sollte es erforderlich sein, Jodtabletten einzunehmen, informieren die Katastrophenschutzbehörden die betroffene Bevölkerung und geben genaue Anweisung, wann und in welcher Dosis die Tabletten eingenommen werden sollen. Entscheidend für die Wirksamkeit der Jodtabletten ist der Zeitpunkt der Einnahme. Sie dürfen weder zu früh noch zu spät eingenommen werden. Wichtig ist die Einnahme von Jodtabletten besonders für Schwangere, Kinder und Jugendliche. Menschen ab 45 Jahren dagegen wird von der Einnahme abgeraten: Mit steigendem Alter treten häufiger Stoffwechselstörungen der Schilddrüse auf, außerdem nimmt die Wahrscheinlichkeit für die Erkrankung an Schilddrüsenkrebs mit dem Alter stark ab.

Die Bundesländer sind für die Verteilung von Jodtabletten zuständig. Die Tabletten sind je nach Land bereits an die Haushalte im Nahbereich um manche Kernkraftwerke verteilt oder werden im Ereignisfall an die betroffene Bevölkerung abgegeben.

Die Länder organisieren die weitere Verteilung an die Ausgabestellen für die Bevölkerung (Feuerwehrwachen, Rathäuser, Apotheken oder Wahllokale). Ziel der Planung ist es, dass ausreichend Jodtabletten für alle Bürgerinnen und Bürger innerhalb von 12 Stunden unabhängig von Tageszeit und Witterung zur Verfügung stehen.



## Notfallschutz

Generell wird zwischen anlageninternem Notfallschutz und anlagenexternem Notfallschutz unterschieden.

### Anlageninterner Notfallschutz

Betreiber von kerntechnischen Anlagen sind zuständig für die Planung und Durchführung von Notfallmaßnahmen innerhalb der Anlage. Dafür gibt es jeweils spezielle Notfallpläne, die die Abläufe innerhalb der Anlage und des Betriebsgeländes regeln.

### Anlagenexterner Notfallschutz

Die Verantwortlichkeiten des Notfallschutzes außerhalb der Anlage verteilen sich auf mehrere Behörden und Organisationen in Bund und Ländern:

- **DER BUND** ist zuständig für die Ermittlung der Lage, die Koordinierung von Messungen und den Informationsaustausch zwischen den beteiligten Organisationen. Im Radiologischen Lagezentrum des Bundes arbeiten dafür das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophen-

hilfe (BBK) und die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) Hand in Hand. Das BfS liefert im Falle eines nuklearen Unfalls zeitnahe Prognosen und ermittelt die Kontamination der Umwelt sowie die daraus resultierende Strahlenbelastung für den Menschen. Seine Prognosen und Bewertungen bilden eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für das BMUB. Das BMUB spricht Empfehlungen für Maßnahmen aus, die die Länder und Kommunen (Katastrophenschutz) umsetzen.

- **DIE LÄNDER** sind zuständig für die Entscheidungen über die Durchführung von Katastrophenschutzmaßnahmen.

Alle beteiligten Behörden und Organisationen kooperieren im Notfall miteinander. Für einen schnellen und reibungslosen Austausch von Informationen gibt es abgestimmte Alarmierungspläne. Solche Pläne gibt es auch über die Bundesgrenzen hinweg mit der Schweiz, Frankreich und den Niederlanden sowie der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA). Für den weiteren Austausch von Informationen zwischen den beteiligten Behörden betreibt das BfS außerdem „ELAN“ (Elektronische Lagerdarstellung für den Notfallschutz).

## Planungsgebiete

Ganz Deutschland ist unterteilt in sogenannte Planungsgebiete (s. Grafik unten). Für den Bereich dieser Gebiete werden Katastrophenschutzpläne erstellt, um im Notfall die erforderlichen Maßnahmen möglichst schnell umzusetzen. Sobald ein gewisser Richtwert an Radioaktivität erreicht ist, werden die Maßnahmen eingeleitet.

Weitere Maßnahmen, insbesondere Vermarktungsverbote für Lebensmittel

Einnahme von Jodtabletten (alle Personen bis 45 Jahre)

Einnahme von Jodtabletten (Kinder, Jugendliche und Schwangere)

Aufenthalt in Gebäuden

Außenzone  
20 bis 100 km

Fernzone  
Gesamtes Staatsgebiet



## 6. Januar, 20 Uhr

Sabine erreicht die Notfallstation in Kannstadt. Gleichzeitig mit ihr treffen viele hundert Personen ein. Sie muss länger warten, bis überprüft wird, ob ihre Kleidung und Haut kontaminiert sind. Als Ergebnis der Überprüfung wird Sabine eine Dekontamination empfohlen. Zunächst gibt sie ihre kontaminierte Kleidung ab und duscht sich anschließend. Beim Duschen wird darauf geachtet, dass sie zuerst gezielt die vorher unbedeckten Körperteile reinigt, ohne den übrigen Körper mit dem kontaminierten Wasser zu benetzen. Nach dem Duschen wird kontrolliert, ob Sabine noch kontaminiert ist. Das Ergebnis zeigt, dass die Reinigung erfolgreich war. Sabine kann nun die für sie bereitgestellte frische Kleidung anziehen. In der Notfallstation wird Sabines Dosis abgeschätzt. Ein Mitarbeiter der Notfallstation fragt Sabine, wie lange sie sich wo und wann zwischen Unfallbeginn und ihrer Ankunft in der Notfallstation aufgehalten hat. Anhand ihrer Angaben schätzt der Mitarbeiter ihre individuelle Strahlenbelastung ab. In einem letzten Schritt wird Sabine ärztlich untersucht und beraten.

Aufgrund der Ergebnisse ihrer Kontaminationsmessung und der Dosisabschätzung empfiehlt ihr die zuständige Strahlenmedizinerin, die Menge der im Körper aufgenommenen radioaktiven Stoffe messen zu lassen. Dafür verweist sie Sabine an eine darauf spezialisierte Inkorporationsmessstelle im BfS.

Für diese Messung besteht keine große Eile. Sabine kann erst einmal zu Freunden in der Nähe fahren, bei denen sie die nächsten Tage verbringt.

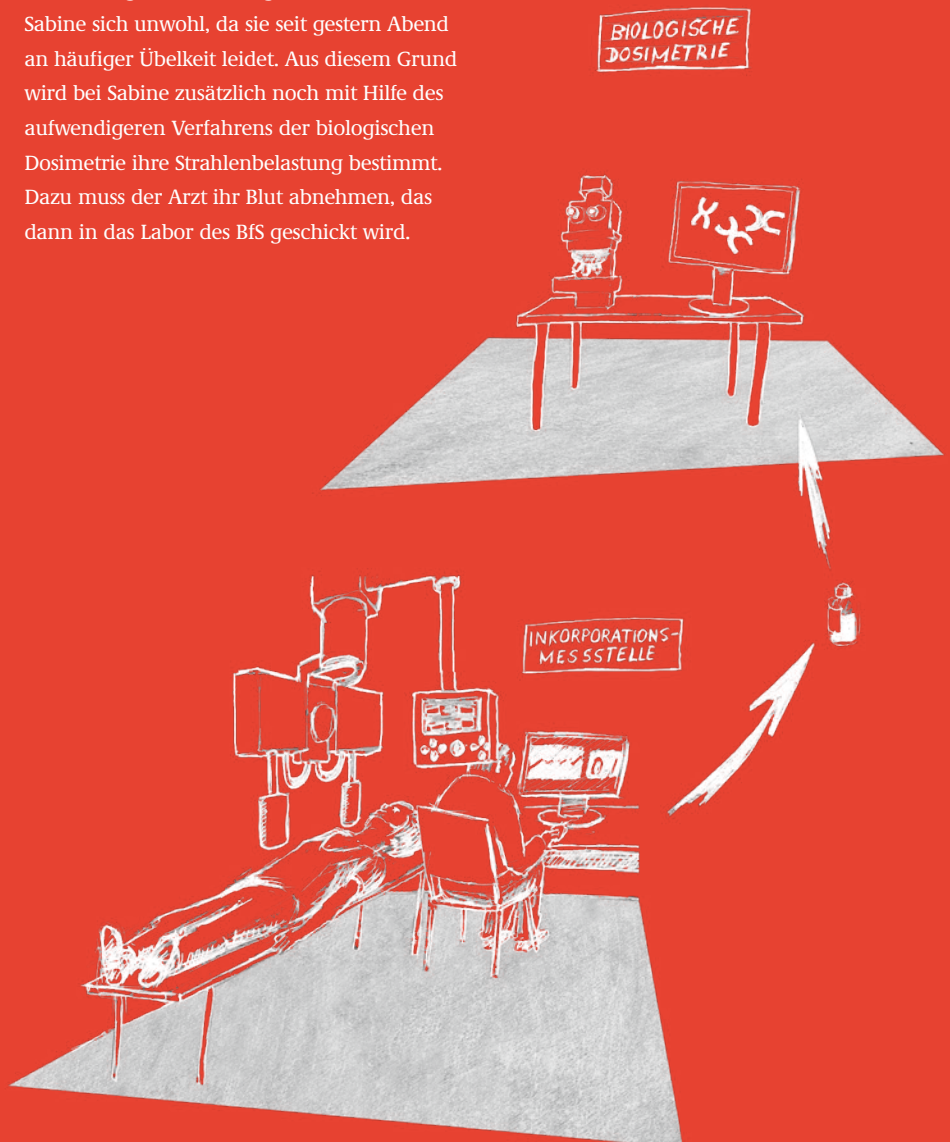
## 7. Januar

Sabine begibt sich zu der ihr genannten Messstelle des BfS. Dort erfährt sie direkt vor Ort, welche Menge an radioaktiven Stoffen sie in den Körper aufgenommen hat. Obwohl auf ihrer Kleidung vor der Dekontamination in der Notfallstation eine größere Menge an radioaktiven Stoffen festgestellt wurde, hat sie nur eine verhältnismäßig geringe Menge radioaktiver Stoffe in den Körper aufgenommen.

Durch die bei dem Unfall im Kernkraftwerk freigesetzten radioaktiven Stoffe ist Sabines Strahlenbelastung zwar höher als die jährliche Strahlenbelastung durch natürliche Ursachen, aber es besteht für sie keine gesundheitliche Gefährdung. Trotz dieser guten Nachricht fühlt Sabine sich unwohl, da sie seit gestern Abend an häufiger Übelkeit leidet. Aus diesem Grund wird bei Sabine zusätzlich noch mit Hilfe des aufwendigeren Verfahrens der biologischen Dosimetrie ihre Strahlenbelastung bestimmt. Dazu muss der Arzt ihr Blut abnehmen, das dann in das Labor des BfS geschickt wird.

## 10. Januar

Die Ergebnisse der biologischen Dosimetrie liegen bei Sabine nach drei Tagen vor. Die vorläufige Dosisabschätzung ergab, dass die zusätzliche Strahlenbelastung viel zu niedrig ist, um die von ihr empfundene Übelkeit auszulösen. Dies bestätigen die Ergebnisse der Inkorporationsmessung wie auch die Ergebnisse der ersten Dosisabschätzung in der Notfallstation. Eine gesundheitliche Gefährdung ist bei Sabine nicht zu erwarten.



# Welche gesundheitlichen Folgen kann ein nuklearer Notfall haben?

Radioaktive Stoffe und die von ihnen ausgehende ionisierende Strahlung können die Zellen im menschlichen Körper verändern und zerstören. Bei den gesundheitlichen Folgen wird zwischen unmittelbaren (akuten) Strahlenschäden und Spätschäden unterschieden.

## Akute Strahlenschäden

treten sofort oder innerhalb weniger Wochen nach der Strahlenbelastung auf. Sie setzen sehr hohe Strahlendosen von einigen hundert bis tausend Millisievert (mSv) voraus. Für akute Strahlenschäden muss eine große Anzahl an Zellen geschädigt werden, der Mensch also eine bestimmte Strahlendosis innerhalb kurzer Zeit erhalten. Der Schwellenwert für den Menschen liegt bei einer Bestrahlung zwischen 200 und 300 mSv innerhalb von ein bis zwei Stunden. Danach ist zunächst eine Veränderung im Blutbild nachweisbar. Je höher die Strahlendosis, desto schwerer ist der Schaden. Er reicht von einem sogenannten Strahlenkater mit Übelkeit, Schwindel und Erbrechen, über Schleimhautentzündungen bis hin zum Tod. Akute Strahlenschäden können in sehr unwahrscheinlichen Fällen die Bevölkerung in der nächsten Nähe zum Kernkraftwerk (bis zu 3-5 Kilometer Entfernung) betreffen, falls die Bevölkerung der Strahlung ungeschützt ausgesetzt ist.

## Spätschäden

treten erst Jahre oder sogar Jahrzehnte nach der Strahlenbelastung auf. Man geht davon aus, dass es für die Spätschäden keinen Schwellenwert gibt und darum eine mittlere oder niedrige Dosis ausreicht. Die Höhe der Dosis ist nämlich nicht verantwortlich für die Schwere des Schadens, sondern für die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Schaden auftreten wird. Spätschäden treten dann auf, wenn die Bestrahlung die im Zellkern gespeicherte Information verändert hat, die Zelle aber weiterlebt. Abhängig davon, ob es sich um eine Keimzelle oder eine Körperzelle handelt, können sich die Erbanlagen verändern oder es kann Krebs, wie z. B. Leukämie, entstehen.

Die verschiedenen Radionuklide werden unterschiedlich vom Körper aufgenommen und „verarbeitet“. So gelangt z. B. Cäsium in die menschliche Muskulatur, wird jedoch durch Stoffwechselfvorgänge auch relativ schnell wieder ausgeschieden. Strontium 90 hingegen wird in die Knochen eingebaut und verbleibt dort. Deswegen ist es besonders für Ungeborene, Kinder und Jugendliche gefährlich.

## Strahlendosen im Vergleich in mSv

Jährlich durchschnittliche natürliche Strahlenbelastung in Deutschland **2,3**

Zulässige Dosis für beruflich Strahlenexponierte

Krebsrisiko steigt um 1 % (das „natürliche“ Risiko im Laufe des Lebens mindestens einmal an Krebs zu erkranken liegt bei 35 bis 40 %)



100

20

# Schutzmaßnahmen im nuklearen Notfall



## Informiert sein:

Nehmen Sie die Anordnungen und Empfehlungen der Behörden über TV, Radio, Internet und Handy wahr und folgen sie ihnen.



## Alarmierung:

Im Notfall werden Sie über Lautsprecherwagen und Sirenen alarmiert. Bei einem einmütigen Heulton handelt es sich um ein Alarmsignal – Schalten Sie den Rundfunk ein und achten Sie auf entsprechende Durchsagen.



## In Gebäuden aufhalten:

Halten Sie sich nach Möglichkeit in Gebäuden auf. Achten Sie darauf, dass Türen und Fenster geschlossen und Lüftungsanlagen ausgeschaltet sind.

## Was kann ich selbst tun?



## Verzicht auf Gartenerzeugnisse

Verzichten Sie auf den Verzehr von Nahrungsmitteln aus dem eigenen Garten. Darüber, wo und wie lange derartige Verzehrerbote zu beachten sind, berichtet der Rundfunk.



## Evakuierung

Bei einer Evakuierung führen Sie nur die Dinge des täglichen Bedarfs, Kleidung und Hygieneartikel mit sich. Beim Verlassen der Wohnung sollten Sie das Licht und elektrische Geräte bis auf den Kühlschrank ausschalten und Fenster sowie Türen verschließen. Sie sollten sich nicht ungeplant selbst evakuieren, da dadurch das Risiko einer Strahlenbelastung erhöht werden kann.



## Nach dem Aufenthalt im Freien

Legen Sie vor dem Betreten der Wohnung die Oberbekleidung ab. Waschen Sie sich anschließend zuerst die Hände und duschen Sie danach.



## Jodtabletten

Sollte es erforderlich sein, Jodtabletten einzunehmen, informieren Sie die Katastrophenschutzbehörden und geben genaue Anweisung wann und in welcher Dosis die Tabletten eingenommen werden sollen.



Mehr Informationen zum Notfallschutz finden Sie unter:  
[www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz](http://www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz)

## Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz  
Öffentlichkeitsarbeit  
Postfach 10 01 49  
D-38201 Salzgitter  
Telefon: +49 (0)3018 333-0  
Telefax: +49 (0)3018 333-1885  
E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)  
De-Mail: [epost@bfs.de-mail.de](mailto:epost@bfs.de-mail.de)  
Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

Redaktion: Melanie Bartholomäus  
Gestaltung: Quermedia GmbH, Kassel  
Druck: Bonifatius GmbH, Paderborn  
Fotos: BFS und genannte Quellen  
Stand: Dezember 2017

ClimatePartner<sup>o</sup>  
Klimaneutral

Druck | ID 53323-1712-1003