

ZIVILSCHUTZ HEUTE

STRAHLENSCHUTZ RATGEBER



Verhalten bei Kernkraftwerksunfällen
Anleitung für vorbeugende Maßnahmen

Dieser Ratgeber entstand unter Mitarbeit von:

Dr. Konrad Mück, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf
Dr. Josef Zechner, Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen
Dipl.Ing. Erhard Schuster, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
Dipl.Ing. Dr. Katharina Fritze, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
Dr. Eberhardt Henrich, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Mag. Siegfried Jachs, Bundeskanzleramt
Johann Wruß, Bundesministerium für Inneres
Walter Schwarzl, Österreichischer Zivilschutzverband

Impressum: Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Inneres, Abteilung für Zivilschutz, Herrengasse 7, 1014 Wien. Redaktion: Amtsdirektor Johann Wruß, Telefon: 01/53 126/2703.

Grafische Gestaltung: Rotter, Herstellung: Manzcrossmedia

Sechste überarbeitete und erweiterte Auflage, Juni 2001

VORWORT

Das Schreckensszenario der Tschernobyl-Reaktorkatastrophe vom April 1986 hat uns deutlich vor Augen geführt wie rasch radioaktive Gefahren Staatsgrenzen überschreiten und weite Teile Europas bedrohen können.

Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund stehen sowohl der Bau als auch die Umrüstung grenznaher Kernkraftwerke im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses - Ablehnung und Verunsicherung in der Bevölkerung sind die Folge.

Bei der mitunter heftig geführten Diskussion wird jedoch zumeist übersehen, dass die etwa 40 Kernkraftwerke in Österreichs Nachbarstaaten ihren Betrieb in nächster Zeit nicht einstellen werden. In diesem Zusammenhang kommt dem Aufzeigen von konkreten Schutzmaßnahmen als natürliches Schutzbedürfnis gegenüber uns selbst wie auch gegenüber unseren Nachkommen eine zentrale Bedeutung zu. Freilich, Schutzmaßnahmen können eine großräumige radioaktive Verunreinigung nicht ungeschehen machen, sie können aber die möglichen Folgen beträchtlich verringern.

Gerade im Bereich des Strahlenschutzes gilt der Grundsatz: "Wissen ist Schutz". Dieser Ratgeber setzt sich daher das Ziel, der österreichischen Bevölkerung Schutzmöglichkeiten im Falle von Kernkraftwerksunfällen aufzuzeigen. Keinesfalls will er zur Annahme der Verharmlosung derartiger Katastrophen führen.

INHALT



TEIL 1: RADIOAKTIVITÄT ALS GEFAHRENQUELLE

Gefahren, die uns umgeben	6
Großräumige Gefährdungsmöglichkeiten durch Radioaktivität und Strahlung.....	7
"Strahlung" - was ist das?	9
Radioaktivität	9
Halbwertszeit.....	10
Messen und Bewerten	10
Wichtige Maßeinheiten	10
Wie wirken ionisierende Strahlen auf uns Menschen?	11
Mit Strahlung leben	12
Die natürliche Strahlenbelastung.....	13
Die zivilisatorische Strahlenbelastung	14
Kernkraftwerksunfall	15
Was ist ein Kernkraftwerk?	15
Was passiert bei einem Kernkraftwerksunfall?	15
Nicht alle Atomkraftwerke sind gleich	16
Unfall ist nicht gleich Unfall	18
INES-Skala	19
Die verschiedenen Gefährdungsmöglichkeiten	21
Strahlenbelastungspfade	22
Externe Strahlung	22
Interne Strahlung	23
Psychische Belastung.....	25
Tschernobyl: Die Auswirkungen in Österreich	25
Andere radioaktive Gefahrenquellen	28
Transportunfälle	28
Satellitenreaktorabsturz.....	28
Kernwaffendetonation.....	29
Warnung und Information	32
Strahlenfrühwarnsystem.....	32
Warn- und Alarmsystem	33
Information der Bevölkerung	35
Schlussfolgerungen	36



TEIL 2: SCHUTZMÖGLICHKEITEN

Schutz durch behördliche Maßnahmen	37
Evakuierung	38
Schutz durch persönliche Maßnahmen (Selbstschutz)	39
Bevorratung	39
Kaliumiodidtabletten	41
Aufenthalt in Gebäuden	42
Dekontamination	43
Selbstschutzmaßnahmen bei schweren KKW-Unfällen	43
Schutz in den eigenen vier Wänden	45
Schutzräume	45
Die Sicherheitswohnung	45
Schutzkonzept im Wandel der Zeit	46
Sicherheitswohnung ohne Filter	47
Sicherheitswohnung mit Filter	50
Grundschutzraum	52
Schutzmaßnahmen in der Garten- und Landwirtschaft	55
Pflanzliche Nahrungsmittel	55
Tierische Nahrungsmittel	56
Maßnahmen zur Reduktion der radioaktiven Belastung	56
Radioaktive Belastung in den Folgejahren	59



TEIL 1

RADIOAKTIVITÄT ALS GEFAHRENQUELLE

GEFAHREN, DIE UNS UMGEBEN

Wie alle anderen Lebewesen auch, ist der Mensch in seiner Existenz einer Vielzahl von Bedrohungen ausgesetzt. Er hat gelernt, mit vielen dieser Bedrohungen zu leben und sich gegen zerstörende Einwirkungen der Natur bestmöglich zu schützen.

Der enorme Fortschritt der Medizin und der Wissenschaft hat Gefahren, denen wir noch vor wenigen Generationen hilflos ausgeliefert waren, aus unserem heutigen Leben verbannt. Viele Gefahren gehören der Vergangenheit an, andere sind durch die Entwicklung neuer Technologien, wenngleich im Bemühen um eine bessere Lebensqualität, hinzugekommen. Seit in Seveso, Bhopal und Basel Giftstoffe aus Industrieanlagen ausgetreten sind, seit durch den Reaktorunfall von Tschernobyl weite Teile Europas radioaktiv kontaminiert worden sind, stehen die Namen dieser Städte als Symbole für das Bedrohungspotential unseres technischen Zeitalters. Gerade die Katastrophe von Tschernobyl hat gezeigt wie schnell Gefahren von außen in unser Land getragen werden und uns unmittelbar bedrohen können.

Durch moderne Sicherheitstechnologien, durch Verwendung von Methoden mit geringerem Risiko und durch geeignete gesetzliche Regelungen werden diese Gefahren ohne Zweifel stark reduziert. So wird eine für viele als akzeptabel zu bezeichnende Sicherheit erreicht.



Der Zivilschutz ist daher heute stärker gefordert denn je. Die besten Hilfsmannschaften und die umfangreichsten behördlichen Vorkehrungen werden aber nicht ausreichen, wenn sie nicht durch sinnvolle Selbstschutzmaßnahmen jedes Einzelnen von uns ergänzt werden.

Sollte es aber trotz aller Risikominimierung dennoch zu bedrohlichen Situationen oder Schadstofffreisetzungen kommen, so sollte nicht vergessen werden: Es gibt einen Schutz gegen diese Gefahren. Je besser man auf solche Situationen vorbereitet ist, desto effektiver wird man sich auch schützen können.

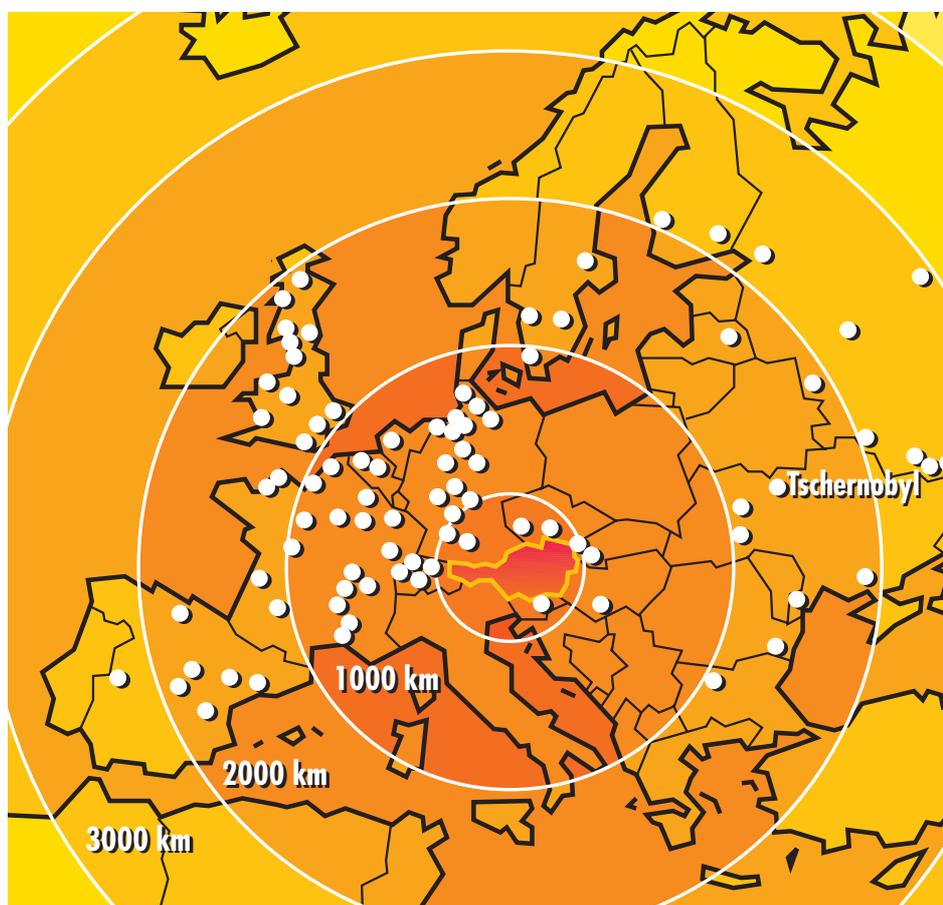


Großräumige Gefährdungsmöglichkeiten durch Radioaktivität und Strahlung

Grundsätzlich wird zwischen vier radioaktiven Gefährdungsmöglichkeiten unterschieden. Diese stellen nicht nur eine lokale, sondern auch eine großräumige Bedrohung für den Menschen dar:

- Unfälle beim Transport radioaktiver Güter
- Absturz eines Satelliten mit Kernreaktor an Bord
- Kernkraftwerksunfall, Unfall in Wiederaufbereitungsanlage
- Kernwaffeneinsatz

89 Kernkraftwerke mit insgesamt 219 Kernreaktoren



Bei Transportunfällen und Satellitenabstürzen bieten unsere Häuser und Wohnungen bereits einen sehr guten Schutz. Aber auch bei Reaktorunfällen wird die Strahlung durch die Gebäudewände stark abgeschirmt, sodass die Strahlenbelastung erheblich reduziert wird.

Durch zusätzliche Maßnahmen können wir unsere Wohnung in eine *Sicherheitswohnung* umwandeln, um auch gegen andere Gefährdungen besser geschützt zu sein. Dies geschieht durch Auswahl eines geeigneten Raumes und durch Filterung der angesaugten Frischluft. Bei Kernkraftwerksunfällen sowie teilweise auch beim Einsatz von chemischen Kampfstoffen und bei unfallbedingten Freisetzungen von einigen chemischen Schadstoffen können solche Maßnahmen gute Schutzmöglichkeiten schaffen.



Eines muss aber klar gesagt werden:

Bei Kernwaffeneinsätzen und anderen kriegerischen Ereignissen reichen derartige Schutzmöglichkeiten selbstverständlich nicht aus.

Diese Broschüre soll zeigen:

- Wie die Behörden Gefahren frühzeitig erkennen können und Sie rechtzeitig informieren
- Welche Schutzmaßnahmen die Behörden bei einem Reaktorunfall zu Ihrem Schutz treffen
- Wie Sie sich bei einem Reaktorunfall schützen können - welche Schutzmaßnahmen sinnvoll sind und welche nicht
- Warum unsere Wohnung vor allem bei einem Reaktorunfall einen guten Schutz darstellt
- Wie Sie diesen Schutz der Wohnung verbessern können (*Sicherheitswohnung*)
- Wie die bei einem Kernkraftwerksunfall freigesetzten radioaktiven Stoffe in die Nahrung gelangen können und welche Schutzmaßnahmen sich daraus für den Gartenbenutzer und den bäuerlichen Kleinbetrieb ableiten lassen



"STRAHLUNG" - WAS IST DAS?

Strahlen können Leben spendende oder todbringende Wirkung haben. Nur wenige kann man sehen, hören oder unmittelbar fühlen.

Fachleute verstehen unter Strahlen einen Energie- oder Teilchenstrom, der von einer Quelle ausgesandt wird. Die bekannteste und bedeutendste dieser Quellen ist die Sonne: Ihre Strahlung macht Leben auf der Erde überhaupt erst möglich; sie kann andererseits aber auch die Gesundheit des Menschen gefährden.

Darüber hinaus gibt es Strahlen, die von radioaktiven Stoffen ausgehen. Das heißt, sie entstehen beim spontanen oder künstlich herbeigeführten Zerfall von Atomkernen. Wegen ihrer Eigenschaft, Materie in einen elektrisch geladenen Zustand zu versetzen - d.h. zu ionisieren - werden sie "ionisierende" Strahlen genannt. Auch diese Strahlung ist sowohl Teil der Natur, aber auch das Resultat menschlichen Tuns. Auch sie kann, beispielsweise in der Medizin, zum Wohle des Menschen eingesetzt werden; sie kann uns aber auch schaden.

Die pauschale Behauptung, "Strahlung ist gefährlich", ist richtig und falsch zugleich - ebenso wie die Feststellung, "Kochsalz ist tödlich". In beiden Fällen kommt es darauf an, welche Menge in welcher Zeitspanne konsumiert wird. Bei Strahlung sowie bei Kochsalz sind Mengen bekannt, die tödlich wirken, aber auch Mengen, die langfristig keine oder kaum nachweisbare Schäden verursachen.

Radioaktivität

Die Eigenschaft bestimmter Atomkerne, sich ohne äußere Einwirkung von selbst in andere Kerne umzuwandeln und dabei ionisierende Strahlung auszusenden, ist als Radioaktivität bekannt. Die radioaktiven Atome werden Radionuklide genannt. Von den 115 chemischen Elementen sind heute insgesamt etwa 2.500 verschiedene Arten von Atomen - die Isotope - bekannt. Nur 249 von ihnen sind stabil, während alle anderen spontan zerfallen. Wenn es um die in der Natur vorkommenden Radionuklide geht, spricht man von natürlicher Radioaktivität. Die Strahlung die von Radionukliden ausgeht, die beispielsweise bei der Energiegewinnung in Kernkraftwerken entstehen, wird hingegen als künstliche (zivilisatorische) Radioaktivität bezeichnet.

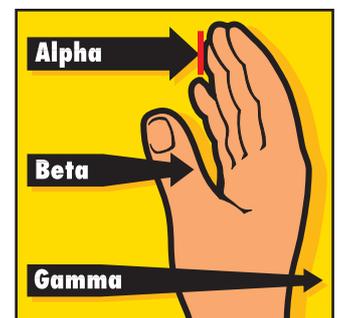
Bei der Strahlung radioaktiver Stoffe haben wir es im Wesentlichen mit drei Arten zu tun:

1. Alpha-Strahlen

sind Atomkerne des Elements Helium, die beim radioaktiven Zerfall anderer Atomkerne mit einer Geschwindigkeit von rund 15.000 Kilometern pro Sekunde ausgesandt werden. Sie werden bereits durch wenige Zentimeter Luft absorbiert und können weder ein Blatt Papier noch die Haut des Menschen durchdringen. Sie sind für den Menschen aber dann gefährlich, wenn sie durch Atmung und Nahrung ins Körperinnere gelangen.

2. Beta-Strahlen

sind wie alle (negativ geladene) Elektronen, die fast mit Lichtgeschwindigkeit aus zerfallenden Atomkernen austreten. Ihr Durchdringungsvermögen beträgt in Luft einige Meter, bei Kunststoffen, Aluminium und im menschlichen Gewebe einige Millimeter. Sie führen zu einer Hautdosis und sind bei Aufnahme in den Körper gefährlich.



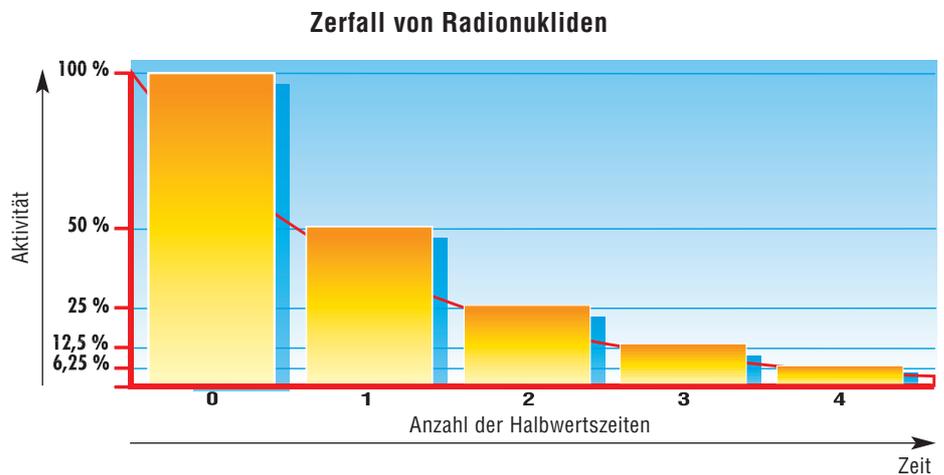


3. Gamma-Strahlen

sind elektromagnetische Strahlen und damit von gleicher Natur wie das sichtbare Licht und die Radiowellen. Sie sind extrem kurzweilig und energiereich, bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit und haben ein sehr hohes Durchdringungsvermögen. Abgesehen von der Art ihrer Entstehung sind sie den Röntgenstrahlen vergleichbar. Sie können je nach Energie und Material nur durch zentimeterdicke Bleiwände oder dicke Betonmauern wirksam abgeschwächt werden.

Halbwertszeit

Jeder radioaktive Stoff hat eine charakteristische Aktivität (Zerfallsrate), die durch nichts beeinflussbar ist. Die radioaktive Strahlung wird zwar immer schwächer, hört aber erst dann auf, wenn alle instabilen Kerne in stabile Kerne zerfallen sind.



1. Physikalische Halbwertszeit

ist jene Zeit, in der jeweils die Hälfte der ursprünglichen Menge eines radioaktiven Stoffes zerfallen ist. Je nach Radionuklid liegt die physikalische Halbwertszeit zwischen Bruchteilen von Sekunden und Milliarden von Jahren.

2. Biologische Halbwertszeit

ist jene Zeit, in der jeweils die Hälfte der ursprünglichen Menge eines in den Körper aufgenommenen radioaktiven Stoffes vom Organismus ausgeschieden oder abgebaut wird.

Messen und Bewerten

Wir Menschen haben kein Sinnesorgan, um ionisierende Strahlung wahrnehmen zu können. Doch lässt sich die Radioaktivität sehr gut messen, leichter als beispielsweise chemische Schadstoffe, die wir ebenfalls mit unseren Sinnesorganen zumeist nicht erfassen können. Schon mit einem einfachen Messgerät ist es bei günstigen Bedingungen möglich, einen zerfallenden Atomkern unter 1 Trillion anderer nichtradioaktiver Atome festzustellen.

Wichtige Maßeinheiten

Radioaktivität:

Becquerel (Bq) ist die Maßeinheit für die Radioaktivität. 1 Bq liegt vor, wenn in einer Sekunde 1 Atomkern zerfällt. Die natürliche Radioaktivität in unseren Lebensmitteln beträgt durchschnittlich 40 Becquerel pro Kilogramm. Das heißt, in 1 Kilogramm Nahrung zerfallen durchschnittlich 40 Atomkerne pro Sekunde.



Strahlendosis:

Sievert (Sv) ist die Maßeinheit für die Strahlendosis (Äquivalentdosis). Sie charakterisiert die Wirkung ionisierender Strahlung auf den Menschen. Der tausendste Teil des Sievert ist das Millisievert (mSv). Diese Dosis berücksichtigt die unterschiedliche Wirkung der Strahlenarten und die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der Organe. Sie ist daher für die Beurteilung von Gefährdungen die bedeutendste Größe.

Eine Umrechnung zwischen Radioaktivität und Dosis ist generell nicht möglich, da es auf die Einwirkung (z.B. auf die Entfernung des radioaktiven Stoffes vom Körper, auf die Strahlungsart und Strahlungsenergie) ankommt. Bei Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den Körper, etwa durch das Essen kontaminierter Nahrungsmittel, kann jedoch eine Beziehung zwischen Aktivität und Dosis hergestellt werden.

Dosis durch Aufnahme von 1000 Bq eines radioaktiven Stoffes mit der Nahrung oder Trinkwasser		
Radionuklid	Halbwertszeit	Dosis
Strontium 90 (Sr-90)	28,5 Jahre	0,035 mSv
Tellur 132 (Te-132)	78 Stunden	0,013 mSv
Iod 131 (I-131)	8 Tage	0,013 mSv
Cäsium 134 (Cs-134)	2,1 Jahre	0,020 mSv
Cäsium 137 (Cs-137)	30,1 Jahre	0,014 mSv
Radium 226 (Ra-226)	1.600 Jahre	0,360 mSv
Natururan (U _{nat})	4,5 Milliarden Jahre	0,007 mSv
Plutonium 239 (Pu-239)	24.000 Jahre	0,016 mSv

Wie wirken ionisierende Strahlen auf uns Menschen?

Seit Beginn der Welt hat sich alles Leben auf der Erde unter dem Einfluss von ionisierenden Strahlen entwickelt. Obwohl es die Theorie gibt, dass ein bestimmtes Maß an ionisierender Strahlung Lebensvorgänge auch positiv beeinflussen kann, gehen alle Schutzkonzepte grundsätzlich von einer schädlichen Wirkung dieser Strahlen aus.

Dabei wird kein Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Radioaktivität als Quelle dieser Strahlen gemacht. Auf die Zelle als kleinste biologische Einheit wirken beide Arten gleich.

Die schädliche Wirkung ionisierender Strahlen beruht darauf, dass sie lebende Zellen verändern oder zerstören können. Im Wesentlichen unterscheidet man zwei Gruppen von Strahlenschäden:

1. Akute Strahlenschäden

treten sofort oder innerhalb weniger Wochen auf und setzen hohe Strahlendosen von einigen tausend Millisievert (mSv) voraus. Sie machen sich erst bemerkbar, wenn ein bestimmtes Maß geschädigter Zellen überschritten wird. Daher tritt diese Art von Schäden auch erst ab einer bestimmten Strahlendosis innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraumes, dem Schwellenwert, auf. Dieser liegt beim Menschen bei einmaliger Bestrahlung des ganzen Körpers zwischen 200 und 300 mSv. Es zeigen sich kurzzeitige, nur vom



Arzt feststellbare Veränderungen des Blutbildes. Je höher die Strahlendosis ist, desto schwerer ist der Schaden, beginnend beim so genannten Strahlenkater mit Übelkeit und Erbrechen über Schleimhautentzündungen und Fieber bis hin zum Tod.

Wirkung ionisierender Strahlen bei Kurzeiteinwirkung (einige Stunden)		
mehr als	7000 mSv	absolut tödliche Dosis
	4500 mSv	50% Todesfälle (auch bei Behandlung)
	1000-2000 mSv	schwere Blutbildveränderung, vereinzelt Todesfälle
	500-1000 mSv	merkbare Änderungen im Blutbild, Erholung nach einigen Monaten

2. Spätschäden

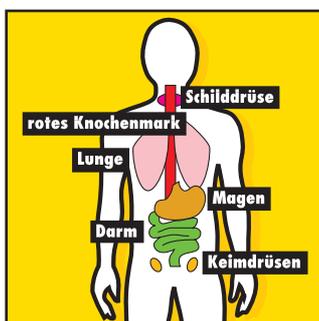
treten erst Jahre bis Jahrzehnte nach der Bestrahlung mit mittleren oder niedrigeren Dosen auf. Sie werden wirksam, wenn die Strahlen den im Kern der Zelle gespeicherten Informationsgehalt verändert haben, die Zelle als solche aber weiterlebt. Je nachdem, ob es sich um eine Keimzelle oder eine Körperzelle handelt, kann es sich um eine Veränderung der Erbanlagen oder um bösartige Neubildungen wie Krebs, z.B. Leukämie, handeln.

Die Höhe der Dosis ist nicht für die Schwere des Schadens, sondern für die Wahrscheinlichkeit, einen Schaden zu erleiden, verantwortlich. Bei einer Gesamtstrahlendosis von 100 mSv ergibt sich ein Strahlenrisiko von etwa 0,5 %, an Krebs zu erkranken. Zum Vergleich: das "natürliche" Risiko, an Krebs zu erkranken, liegt bei etwa 20 %.

*Ziel des Strahlenschutzes ist es daher,
die Strahlendosis nach Möglichkeit zu reduzieren!*

Mit Strahlung leben

Wir Menschen sind immer und überall ionisierender Strahlung ausgesetzt. Sie ist nicht nur Bestandteil unseres täglichen Lebens, sondern sogar Teil von uns selbst: der von Wissenschaftlern definierte "Standardmensch", 70 kg schwer und zwischen 20 und 30 Jahre alt, hat eine innere Radioaktivität von ca. 9.000 Becquerel (Bq) - das bedeutet, dass in seinem Körper jede Sekunde 9.000 Kernzerfälle stattfinden, fast 800 Millionen pro Tag. Hauptsächlich Anteil an der natürlichen Radioaktivität des Menschen hat mit 4.500 Bq das radioaktive Kaliumisotop K-40. Kalium und damit auch sein unvermeidbarer radioaktiver Anteil von 0,012 Prozent ist ein sehr häufig in unserer Umwelt vorkommendes Element und zugleich ein unverzichtbarer, lebenswichtiger Baustein des menschlichen Körpers. Durch unsere zivilisatorischen Gewohnheiten und Gebräuche erhöhen wir zum Teil die natürliche Strahlenbelastung. Das gilt beispielsweise für die Konzentration des natürlichen radioaktiven Gases Radon in Wohnungen, aber auch für Mineraldünger, früher für die Leuchtziffernblätter von Armbanduhren oder für Kacheln



Besonders strahlenempfindliche Organe



und Fliesen, die mit uranhaltigen Farbstoffen hergestellt wurden. Auch Heilwässer und Mineralquellen enthalten oft erstaunliche Mengen an strahlenden Stoffen. Dies galt sogar als werbewirksames Qualitätsmerkmal, das heute allerdings nur noch von wenigen als solches angesehen wird, seit Radioaktivität als gefährlich erkannt worden ist. Natürliche radioaktive Substanzen finden sich auch unter den schädlichen Bestandteilen des Tabakrauches.

Die natürliche Strahlenbelastung

Die natürliche Strahlenbelastung von Herrn und Frau Österreicher beträgt im Durchschnitt 3,2 Millisievert (mSv) jährlich. Sie schwankt je nach Region zwischen 2 und 6 mSv im Jahr und stammt aus folgenden Quellen:

■ Kosmische Strahlung

besteht aus energiereichen Teilchen und Röntgenstrahlen, die aus der Sonne und den Tiefen des Weltalls zu uns kommen. Kosmische Strahlung macht in Österreich im Durchschnitt etwa 0,3 mSv pro Jahr aus. Sie ist von der Höhe des Ortes abhängig.

Auf dem Großglockner beträgt die kosmische Strahlung das Zehnfache des Bundesdurchschnitts. Auf einem Flug in 7.000 bis 12.000 m Höhe, beispielsweise auf der Route Wien - New York, beträgt die Strahlenbelastung etwa 0,03 mSv. Vielflieger sind also höheren Strahlenbelastungen ausgesetzt als andere Menschen.

■ Terrestrische Strahlung

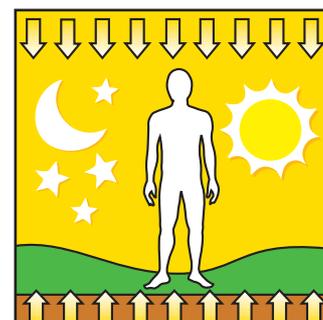
stammt von den natürlichen radioaktiven Bestandteilen des Bodens und der Gesteine. Die wichtigsten sind die Elemente Kalium, Uran und Thorium sowie deren Zerfallsprodukte. Die Belastung hiedurch macht im Durchschnitt 0,5 mSv im Jahr aus.

Fasst man beide Belastungen zur sogenannten "Hintergrundstrahlung" zusammen, so sieht man, dass es alleine auf österreichischem Gebiet große Unterschiede gibt.

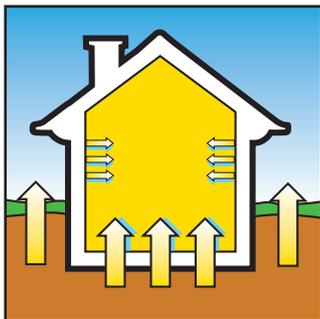
Jahresdosen durch terrestrische und kosmische Strahlung	
Apetlon	0,32 mSv
Wien (Mittelwert)	0,81 mSv
Semmering	0,77 mSv
Heidenreichstein	1,71 mSv
Salzburg	0,46 mSv
Badgastein-Stolleneingang	1,29 mSv
Krumpendorf	0,61 mSv
Innsbruck	0,79 mSv
Bludenz	0,93 mSv

■ Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den Körper

Durch Einatmen des natürlichen radioaktiven Edelgases Radon, das im Laufe des Zerfalls von Uran- und Thorium-Atomen im Boden entsteht und beispielsweise auch aus den Baumaterialien unserer Häuser entweicht, entsteht eine Belastung von rund 2 mSv pro Jahr. Die Verringerung der Radonbelastung in der Zimmerluft ist daher eine wichtige Maßnahme zur Reduzierung der täglichen Strahlenbelastung!



Natürliche Strahlung aus dem Boden und aus dem Weltraum



Die Radonbelastung ist in Gebäuden durchschnittlich 5- bis 8-mal so hoch wie im Freien

Gut 50 Prozent der natürlichen Strahlenbelastung wird von dem Edelgas Radon und seinen Zerfallsprodukten verursacht. In der Raumluft von Gebäuden ist im Durchschnitt etwa fünf- bis achtmal soviel Radon enthalten wie in der Außenluft. Es gelangt auf zwei Wegen dorthin: sowohl aus dem Erdboden durch die Fundamente der Gebäude als auch zu einem geringeren Teil aus den Baustoffen, die je nach Material und Herkunft unterschiedliche Mengen an Radium 226 enthalten, aus dem das Gas entsteht.

Stark beeinflusst wird der Radongehalt in Häusern, abgesehen vom Untergrund und den verwendeten Baustoffen, vor allem durch die Lüftungsgewohnheiten der Bewohner und die Dichtigkeit der Fenster und Türen. Bei gut dichtenden Wärmeschutzfenstern ist regelmäßiges Lüften auch im Sinne des Strahlenschutzes von großer Bedeutung.

Auch durch natürliche radioaktive Stoffe in Trinkwasser und Nahrung werden wir mit 0,2 mSv pro Jahr belastet. Alle diese Werte sind Mittelwerte und können je nach Ort und Lebensgewohnheiten erheblich schwanken.

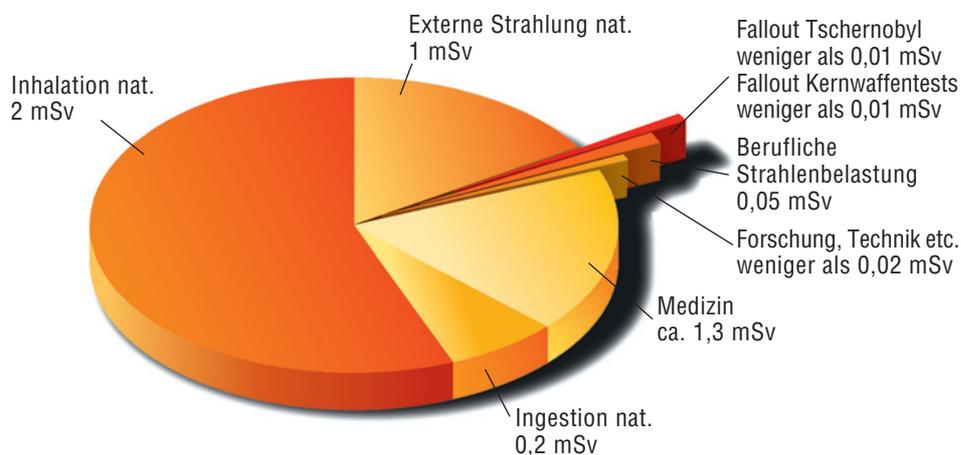
Die zivilisatorische Strahlenbelastung

Zur natürlichen Strahlenbelastung von rund 3,2 Millisievert (mSv) pro Jahr kommt in Österreich eine zivilisatorisch bedingte Belastung von etwa 1,3 mSv dazu. Sie wird fast vollständig durch die Anwendung ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe in der medizinischen Diagnostik und hier fast zu 100% durch Röntgenuntersuchungen verursacht.

Die Nuklearwaffentests Ende der 50er- und Anfang der 60er-Jahre haben auch unsere Gegend belastet. Sie haben in den Jahren von 1960 bis etwa 1980 zu einer mittleren effektiven Folgedosis von insgesamt 4,5 mSv geführt. Diese Belastung ist aber heute fast zur Gänze abgeklungen.

Der Reaktorunfall von Tschernobyl hat jedoch im Jahr 1986 zu einer neuerlichen Belastung beigetragen. Sie betrug im ersten Jahr etwa 0,5 mSv, in den Folgejahren weniger als 0,05 mSv. Heute ist sie auf weniger als 0,01 mSv pro Jahr gefallen.

Die jährliche Strahlenbelastung eines erwachsenen Österreicherers heute





KERNKRAFTWERKSUNFALL

Was ist ein Kernkraftwerk?

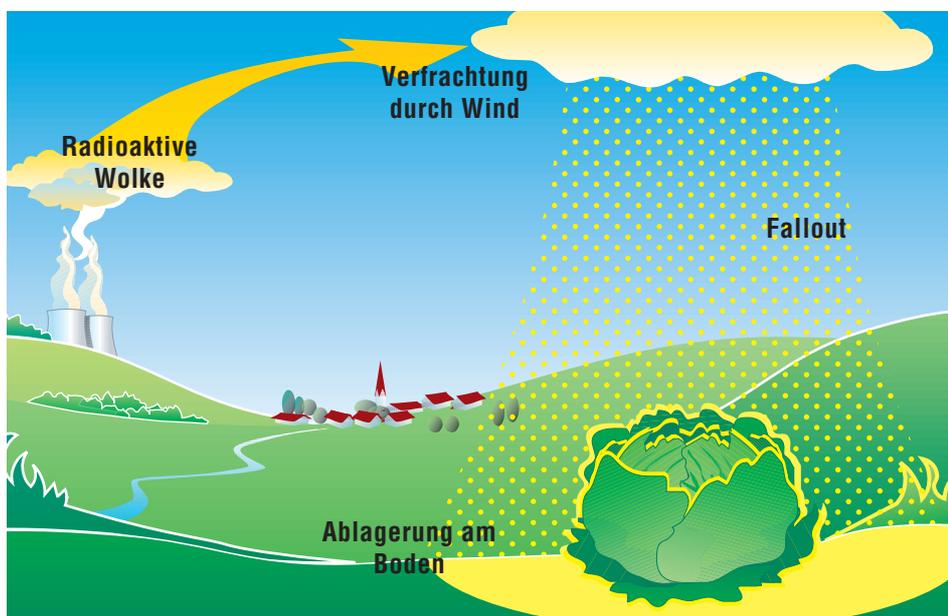
Ein Kernkraftwerk unterscheidet sich von einem herkömmlichen Kraftwerk mit fossilen Brennstoffen dadurch, dass der für den Turbinenantrieb erforderliche Heißdampf mit jener Energie erzeugt wird, die bei der Kernspaltung frei wird. Dabei entstehen Spaltprodukte, die radioaktiv sind und die den Hauptteil der Radioaktivität in einem Kernkraftwerk ausmachen.

Was passiert bei einem Kernkraftwerksunfall?

Mehr als 99,9 % der Radioaktivität eines Kernkraftwerks ist in den Brennelementen enthalten. Wenn es zu keiner Beeinträchtigung der Hülle dieser Brennelemente kommt, kann auch keine nennenswerte Radioaktivitätsmenge nach außen gelangen und die Umwelt belasten. Nur wenn diese zu einem erheblichen Teil beschädigt wird und die dabei freigesetzte Aktivität nach außen dringt, also nicht durch weitere Barrieren zurückgehalten wird, kommt es zu einer schwer wiegenden radioaktiven Belastung der Umwelt.

Kleinste radioaktive Teilchen werden in die Atmosphäre freigesetzt und lagern sich an den in der Luft vorhandenen Staubpartikeln (Aerosolen) an. Die so entstandene "radioaktive Wolke" kann, wie uns Tschernobyl deutlich vor Augen geführt hat, vom Wind über tausende von Kilometern vertragen werden. Aufgrund der Schwerkraft sinken diese radioaktiven Staubteilchen entlang des Ausbreitungsgebietes dieser Wolke zu Boden. Ein solcher radioaktiver Niederschlag wird auch als Fallout bezeichnet.

Radioaktive Teilchen können über tausende Kilometer vertragen werden





• Wodurch kann es zu schweren Schäden an den Brennelementen kommen?

• Im Wesentlichen durch zwei Vorgänge:

• **■ Durch unkontrollierte, schnelle Betriebsänderungen (reaktorphysikalische Transienten)**

• Dies führte beim Unfall von Tschernobyl zur Zerstörung nicht nur eines Großteils der Brennelemente, sondern auch des sie umgebenden Druckgefäßes sowie zu einer schweren Beschädigung des Reaktorgebäudes und damit zu einer Freilegung des Reaktorkerns. Wegen des gutmütigen reaktorphysikalischen Verhaltens sind bei Leichtwasserreaktoren solche unkontrollierten Betriebsänderungen praktisch nicht möglich.

• *Sämtliche der Österreich umgebenden Kernkraftwerksreaktoren bis zu einer Entfernung von mehr als 800 km sind Leichtwasserreaktoren, also nicht vom Tschernobyltyp.*

• **■ Durch eine unzureichende Abfuhr der so genannten Nachwärme**

• Zum Unterschied von herkömmlichen thermischen Kraftwerken wird bei Kernkraftwerken auch nach dem Abschalten des Reaktors Wärme produziert, die sich aus dem Spaltproduktzerfall ergibt. Diese Nachwärme muss abgeführt werden, damit es nicht zu einem Schmelzen der Brennelemente und dadurch möglicherweise zu einem Austritt von Radioaktivität kommt. Diese Gefahr besteht prinzipiell auch bei Leichtwasserreaktoren.

• ***Nicht alle Atomkraftwerke sind gleich***

• Leistungsreaktoren besitzen ein oder mehrere Rückhaltesysteme, um im Falle eines schweren Reaktorunfalles die Freisetzung von Radioaktivität großteils zu verhindern. Diese bestehen aus Filter- und Sprinklersystemen, die die in die Gebäudeluft freigesetzten Radionuklide auswaschen und im Waschwasser binden. Um eine noch höhere Rückhaltung von Radioaktivität bei schwersten Unfällen zu erreichen, werden westliche Leistungsreaktoren seit mehr als 30 Jahren mit sogenannten Containments ausgestattet.

• Diese Beton- oder Stahlkonstruktionen sollen im Falle einer Zerstörung des Reaktorkerns das Entweichen der radioaktiven Substanzen in die Atmosphäre verhindern. Dies zeigte sich auch beim Unfall in Three-Mile-Island, bei dem ähnlich große Anteile des Reaktorkerns wie in Tschernobyl geschmolzen sind, aber die Belastung der Umgebung nur etwa ein Zehntausendstel jener von Tschernobyl ausmachte.

• *Außer in Temelin besitzt in der Umgebung Österreichs keiner der sowjetisch gebauten Kernkraftwerksreaktoren ein solches Containment!*

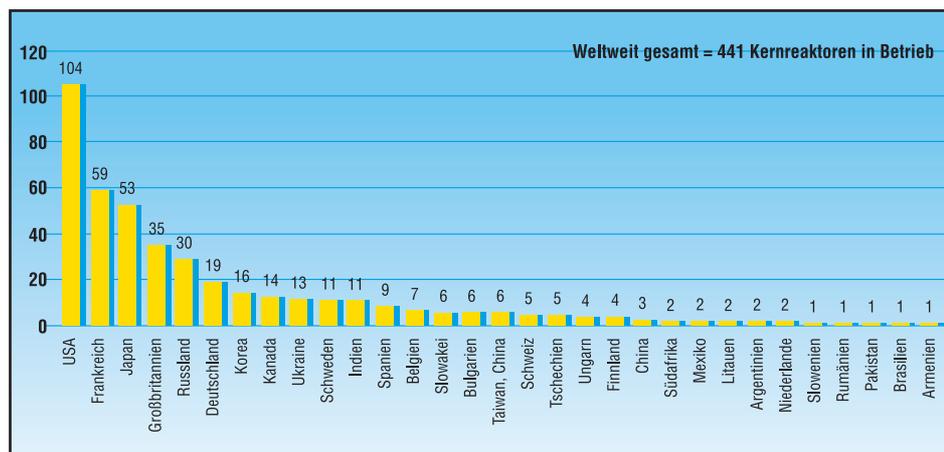


Kernkraftwerke in Europa (Stand: 2001)

Land	in Betrieb			im Bau		
	Anzahl der Standorte	Anzahl der Reaktoren	Leistung in Megawatt	Anzahl der Standorte	Anzahl der Reaktoren	Leistung in Megawatt
Belgien	2	7	5 712			
Bulgarien	1	6	3 538			
Deutschland	14	19	21 122			
Finnland	2	4	2 656			
Frankreich	20	59	63 073			
Großbritannien	12	35	12 968			
Litauen	1	2	2 370			
Niederlande	2	2	504			
Rumänien	1	1	650		4	2 520
Russland	9	30	20 793		3	2 825
Schweden	4	11	9 432			
Schweiz	4	5	3 182			
Slowakei	2	6	2 408			
Slowenien	1	1	632			
Spanien	7	9	7 512			
Tschechien	2	5	2 569		1	912
Ukraine*	4	13	11 207		2	1 906
Ungarn	1	4	1 729			
Insgesamt	89	219	172 057	0	10	8 163

*) Der letzte Reaktorblock des KKW Tschernobyl wurde am 15. Dezember 2000 stillgelegt.

Kernkraftwerksreaktoren weltweit



Die erste Generation der sowjetisch gebauten Reaktoren (WWER440 Typ 230, z.B. Bohunice Block 1 und 2) besitzt lediglich eine "hermetische Zone" mit einem Sprinklersystem, das aber keinesfalls die Sicherheit eines Containments bietet.

Die zweite Generation dieses Reaktortyps, der WWER440 Typ 213 (z.B. Bohunice Block 3 und 4, Dukovany alle 4 Blöcke, Paks alle 4 Blöcke sowie Mochovce) besitzt anstelle eines Containments ein sogenanntes "Barbotaschsystem". Dieses besteht aus



einem etwa 30 m hohen Turm mit einem automatisch arbeitenden "Wäschersystem", das bei Kernschmelzen den frei werdenden Dampf kondensiert, die freigesetzte Radioaktivität auswäscht und so eine Freisetzung in die Umgebung verhindern soll.

Bei allen anderen Kernkraftwerksreaktoren in der Umgebung Österreichs, einschließlich des WWER 1000 (Temelin), handelt es sich um Leichtwasserreaktoren mit vollwertigem Containment.

Allerdings kann auch das Containment versagen. Bei Untersuchungen in der BRD sowie in den USA wurde festgestellt, dass ein solcher Defekt nicht sofort, sondern erst nach Stunden oder Tagen auftreten würde. Dadurch ergeben sich Vorwarnzeiten, die die Behörden zur rechtzeitigen Warnung der Bevölkerung nützen können.

Bei einem Unfall in Bohunice 1 oder 2, wo weder Containment noch Barbotaschsystem existieren, würden die Vorwarnzeiten allerdings nur einige Stunden betragen.

Aufgrund bestehender Meldesysteme mit den Nachbarstaaten, mit den EU-Mitgliedsstaaten und international über die IAEA, würde Österreich aber auch in diesen Fällen unverzüglich informiert werden. Zusätzlich gibt es von unserem Nachbarland Slowakei eine direkte Übertragung der Anzeigen des slowakischen Strahlenfrühwarnsystems in die Strahlenschutzabteilung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Auch die Messdaten des slowenischen und des tschechischen Strahlenfrühwarnsystems werden an die österreichische Zentrale direkt übermittelt. Weitere Vernetzungen mit anderen Nachbarstaaten sind geplant. Darüber hinaus werden innerhalb eines EU-weiten Projektes Messwerte aus fast allen europäischen Strahlenfrühwarnsystemen den österreichischen Behörden zur Verfügung gestellt. Bei einem Unfall würden wir daher nicht - wie beim Reaktorunfall von Tschernobyl - erst durch die Meldungen des österreichischen Strahlenfrühwarnsystems alarmiert werden.

Unfall ist nicht gleich Unfall

Die Auswirkungen eines schweren Kernkraftwerksunfalles auf die Umgebung hängen aber nicht nur von der Bauart des Reaktors, sondern auch im hohen Maße von einer Reihe anderer Umstände ab:

■ Vom Zeitpunkt des Versagens des Containments

Wird das Containment 24 Stunden nach der Kernschmelze beschädigt, so ist nur mehr mit etwa einem Tausendstel der in Tschernobyl freigesetzten Aktivität zu rechnen.

■ Von der Wirksamkeit des Sprinklersystems, von der Auswaschung durch das "Barbotaschsystem" und der Wirksamkeit von Filteranlagen

Ein *Tschernobylunfall* mit sofortiger Freisetzung an die Umgebung ist in den uns umgebenden Kernkraftwerken kaum möglich. Bei verzögerter Freisetzung kommt es aber durch Auswaschung und eingebaute Filteranlagen zu einer beträchtlichen Abscheidung der Radioaktivität innerhalb des Gebäudes.



■ Von der Windrichtung

Bei ungünstiger Windrichtung kann es zu einer erheblichen Strahlenbelastung kommen. 30° außerhalb der dominanten Windrichtung kann die Dosis bereits nur mehr 1/10 betragen. Bei Windrichtungen, die von Österreich zum Unfallort verlaufen, ist kaum mit radioaktiver Belastung zu rechnen, da der Fallout von Österreich weggeblasen wird.

■ Von der Entfernung des Unfallortes

Je größer die Entfernung, umso geringer die Dosis (Belastung der Bevölkerung). Als Faustregel kann gelten, dass die Dosis bei einer Entfernung von 40 km vom Kernkraftwerk auf etwa 5 %, in 100 km Entfernung auf etwa 0,3 % zurückgeht.

■ Vom Niederschlag

Niederschlagsmengen (starker Regen oder Schneefall) während des Wolkendurchzugs können die Strahlendosis um ein Vielfaches erhöhen. Die Belastung in Regengebieten kann aufgrund des Auswaschens der radioaktiv verunreinigten Luftmassen und der damit verstärkten Ablagerung auf dem Boden um das 100fache höher sein als in Gebieten, wo es während des Wolkendurchzuges keine Niederschläge gegeben hat.

■ Vom Alter der Person

Kinder und Embryos sind strahlenempfindlicher als Erwachsene. Sie bedürfen daher eines höheren Schutzes. Es kann daher durchaus sein, dass von den Behörden bestimmte Maßnahmen nur für Kinder und Schwangere empfohlen werden, die für Erwachsene nicht gelten. Dies gilt für die verschiedensten Bereiche, auch für das Verbleiben in Häusern und Wohnungen oder für die Aufnahme bestimmter Lebensmittel.

■ Von der Jahreszeit

Ein Unfall im Frühsommer verursacht eine viel höhere Belastung durch die Nahrungsaufnahme. Der gleiche Unfall mit den gleichen Freisetzungswerten im Winter würde zu einer viel geringeren Belastung führen, da es in dieser Jahreszeit zu fast keiner radioaktiven Ablagerung auf Pflanzen kommt, die als Nahrungs- und Futtermittel dienen.

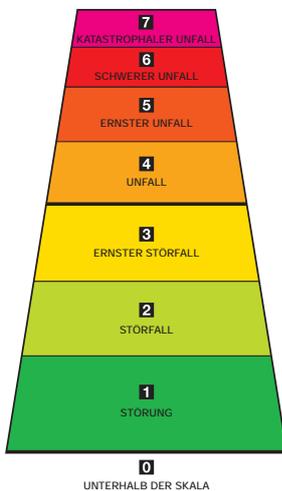
Aufgrund dieser unterschiedlichen Belastungsmöglichkeiten ergeben sich auch sehr unterschiedliche Schutzmaßnahmen, die von den Behörden im Anlassfall rechtzeitig bekannt gegeben werden.

INES - Skala

Um die Schwere von Unfällen/Störfällen in Kernanlagen in einer für die Allgemeinheit leicht verständlichen Art beschreiben zu können, wurde eine internationale nukleare Ereignisskala (INES) eingeführt. Ereignisse der Stufen 1 bis 3 führen zwar zu keiner oder nur minimalen radioaktiven Freisetzung, sie werden durch die INES-Skala aber dennoch bewertet, da das Mehrfachschutzkonzept der Anlage beeinträchtigt ist. Ereignisse mit erheblichen Auswirkungen nach außen werden auf dieser Skala als besonders schwer (hoch) eingestuft.



In diesem Ratgeber werden nur Aktivitätsfreisetzungen der Stufen 6 und 7 besprochen, die auch außerhalb der unmittelbaren Umgebung eines Kernkraftwerkes Schutzmaßnahmen erfordern.



INES-Skala
International Nuclear
Event Scale

Stufe	Kriterien zur Einstufung eines Ereignisses			Beispiele
	I Radiologische Auswirkungen außerhalb der Anlage	II Radiologische Auswirkungen innerhalb der Anlage	III Beeinträchtigung der Sicherheitsvorkehrungen	
7 Katastrophaler Unfall	Schwerste Freisetzung: Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld			Tschernobyl UDSSR, 1986
6 Schwerer Unfall	Erhebliche Freisetzung: Voller Einsatz der Katastrophenschutzmaßnahmen			Kyshtym UDSSR, 1957
5 Ernster Unfall	Begrenzte Freisetzung: Einsatz einzelner Katastrophenschutzmaßnahmen	Schwere Schäden am Reaktorkern/an den radiologischen Barrieren		Windscale UK, 1957 Three Mile Island USA, 1979
4 Unfall	Geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung etwa in Höhe der natürlichen Strahlenbelastung	Begrenzte Schäden am Reaktorkern/an den radiologischen Barrieren: Strahlenbelastung beim Personal mit Todesfolgen		Saint Laurent Frankreich, 1980 Buenos Aires, RA-2 Argentinien, 1983
3 Ernster Störfall	Sehr geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung in Höhe eines Bruchteiles der natürlichen Strahlenbelastung	Schwere Kontamination in der Anlage: Akute Gesundheitsschäden beim Personal	Beinahe Unfall Weitgehender Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	Vandellós Spanien, 1989
2 Störfall		Erhebliche Kontamination in der Anlage: Unzulässig hohe Strahlenbelastung beim Personal	Störfall Begrenzter Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	Pahuel ¹⁾ Frankreich, 1990 Dukovany ²⁾ Tschechien, 1992
1 Störung			Abweichung von den zulässigen Bereichen für den sicheren Betrieb der Anlage	Bohunice ³⁾ Slowakei, 1997 Leibstadt ⁴⁾ Schweiz, 1989
0 Unterhalb der Skala			Keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung	Dukovany ⁵⁾ Tschechien, 1994

Das Zusammentreffen mehrerer Kriterien ist möglich. Für die Einstufung reicht bereits die Erfüllung eines einzelnen Kriteriums aus.

- 1) Teilweise Nichtverfügbarkeit des ECC-Systems (Notkühlsystem)
- 2) Nichtverfügbarkeit des Druckmesssystems in der hermetischen Zone
- 3) Fremdobjekt im Kühlkreislauf
- 4) Fehlerhafte Auslösung des ECC-Systems bei Tests
- 5) Transformatorbrand außerhalb der Anlage



DIE VERSCHIEDENEN GEFÄHRDUNGSMÖGLICHKEITEN

Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von Strahleneinwirkungen unterschieden:

- **Externe Strahlung** (Strahlung, die von außen auf den menschlichen Körper einwirkt)
- **Interne Strahlung** (Strahlung, die von innen durch aufgenommene radioaktive Teilchen auf den menschlichen Körper einwirkt)

Die externe Strahlung, gleichgültig ob natürlichen oder künstlichen Ursprungs, kann aus radioaktiven Partikeln stammen, die sich in der Luft, im Boden oder in der Gebäudewand befinden. Nach Kernkraftwerksunfällen wird diese Strahlung vor allem von radioaktiven Staubteilchen verursacht, die anfangs in der Luft schweben und sich dann in weiterer Folge am Boden und anderen freien Oberflächen ablagern.

Der beste Schutz ist Abschirmung oder Entfernen der radioaktiven Teilchen aus dem unmittelbaren Aufenthaltsbereich. Bei natürlichen radioaktiven Stoffen ist dies nur schwer möglich, da sie überall, auch in unseren Hauswänden, vorhanden sind. Bei künstlichen radioaktiven Stoffen stellen unsere Häuser eine sehr gute Abschirmung dar, da die radioaktiven Stoffe in der Regel im Freien abgelagert werden.

Wegen der großen Reichweite und der geringen Abschirmung durch Luft und feste Materie trägt die Gammastrahlung bei Reaktorunfällen den Großteil zur externen Dosis und generell einen großen Teil zur Gesamtdosis bei. Der Reduktion dieser Belastung kommt daher ein wichtiger Stellenwert zu.

Betastrahlung, die ebenfalls von den radioaktiven Teilchen in der Luft oder am Boden ausgesandt wird, führt zu einer Belastung der Körperoberfläche. Wegen der kurzen Reichweite dringt diese Strahlung nicht weiter in den Körper ein, führt aber zu einer Hautdosis und einer Belastung der Augenlinse. Sie kann bereits durch Kleidung und Brillen gut abgeschirmt werden.

Die interne Strahlenbelastung ergibt sich durch Aufnahme von radioaktiven Partikeln in den Körper. Dies kann durch Einatmen (Inhalationsdosis) kontaminierter Luft oder durch Aufnahme strahlenbelasteter Nahrungsmittel und/oder Wasser erfolgen. Auch die Aufnahme über Wunden ist möglich, jedoch ist dieser Dosisbeitrag in der Regel gering.

Zur internen Strahlenbelastung tragen bei Reaktorunfällen vor allem betastrahlende Radionuklide bei. Die wichtigsten sind die Iodisotope Iod 131, 132, 133, Ruthenium 106 sowie Cäsium 134 und 137.

Alphastrahlende radioaktive Stoffe werden auch bei gravierendsten Reaktorunfällen kaum freigesetzt.

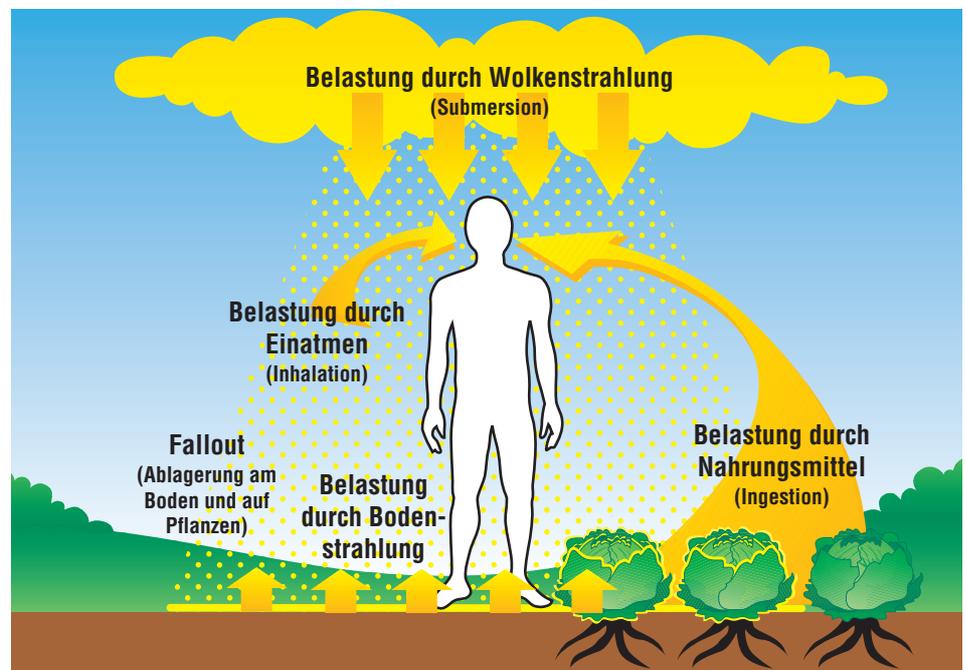


Strahlenbelastungspfade

Bei Reaktorunfällen kann die Strahlenbelastung der Bevölkerung auf folgende Weise erfolgen:

- Strahlung aus der darüber ziehenden Wolke (Submersionsdosis)
- Strahlung von am Boden, an Pflanzen, Häusern etc. abgelagerten Radionukliden (Dosis durch Bodenstrahlung)
- Einatmen von in der Luft schwebenden radioaktiven Partikeln (Inhalationsdosis)
- Verzehr von kontaminierten Nahrungsmitteln oder Wasser (Ingestionsdosis)

Die vier Strahlenbelastungspfade



Externe Strahlung

■ Submersionsdosis

Die Strahlung aus der Wolke ist nur während des Wolkendurchzugs wirksam, also über einen Zeitraum von einigen Tagen, maximal zwei Wochen. Die Zeitdauer hängt dabei von der Dauer der Freisetzung (Unfalldauer), die bis zu einigen Tagen betragen kann, und von den Windverhältnissen ab.

■ Dosis durch Bodenstrahlung

Die Strahlung der am Boden abgelagerten Radionuklide beginnt ebenfalls mit dem Durchzug der Wolke. Sie ist aber auch noch nach dem Abzug der Wolke vorhanden. Niederschläge während des Wolkendurchzugs führen zu einer starken Erhöhung. Die Dosisleistung wird in der Anfangsphase hauptsächlich durch radioaktive Stoffe mit kurzen Halbwertszeiten (Tellur 132, Iod 133, Iod 135) verursacht, sodass die Dosis-



leistung durch die Bodenstrahlung anfänglich rasch abnimmt. Beispielsweise hat das stark vertretene Tellur 132 eine Halbwertszeit von 78 Stunden.

Bei der externen Strahlung versprechen Maßnahmen den größten Erfolg, die den Aufenthalt im Freien während des Durchzugs der radioaktiven Wolke beschränken. Da es aber auch noch später durch die niedergeschlagenen Aktivitäten zu einer äußeren Bestrahlung kommt, sind zusätzliche Maßnahmen, die zu einer Belastungsreduktion führen, wie die Reinigung von Oberflächen, erforderlich.

Schutz gegenüber der externen Strahlung ist vor allem während des Durchzugs der radioaktiven Wolke und solange die am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe mit kurzen Halbwertszeiten noch stark aktiv sind notwendig.

Interne Strahlung

■ Inhalationsdosis

Die Dosis durch Einatmen radioaktiver Teilchen ist nur während der durchziehenden Wolke gegeben, also über einen Zeitraum von einigen Tagen, maximal zwei Wochen. Schutzmaßnahmen zur Dosisreduktion sind daher nur während dieses Zeitraumes wirksam und sinnvoll.

Die sich daraus ergebenden Konsequenzen lauten daher:

1. Den Aufenthalt im Freien während des Durchzugs der radioaktiven Wolke beschränken.
2. Für eine möglichst saubere Innenraumluft sorgen.

Um die Inhalation der radioaktiven Aerosole, die durch Undichtheiten der Fenster und Türen in die Aufenthaltsräume eindringen, zu reduzieren, werden hier im besonderen Maße Filtersysteme zum Ziel führen wie sie von der Schutzraumtechnik angeboten werden.

■ Ingestionsdosis

Belastung durch Nahrungsmittel

Die Strahlenbelastung ergibt sich vor allem durch Nahrungsmittel, die dem direkten radioaktiven Niederschlag während des Durchzugs der Wolke ausgesetzt waren, wobei der Grad der Kontamination sehr von der Jahreszeit und der Art des Nahrungsmittels abhängt. Die Radioaktivität in diesen Nahrungsmitteln klingt jedoch innerhalb weniger Wochen sehr stark - in der Regel auf ein Hunderstel bis ein Tausendstel - ab. Pflanzen, die später auf demselben kontaminierten Boden angebaut werden, weisen nur mehr sehr geringe Aktivitätskonzentrationen auf, da die Aufnahme von Radionukliden über die Pflanzenwurzeln gering ist. In einigen Ausnahmefällen, z.B. bestimmte Wildpilze, deren Myzel in organischen Bodenzonen (Zone abgefallener Nadeln im Wald) wächst, kann die Kontamination jedoch viele Jahre von Bedeutung sein.

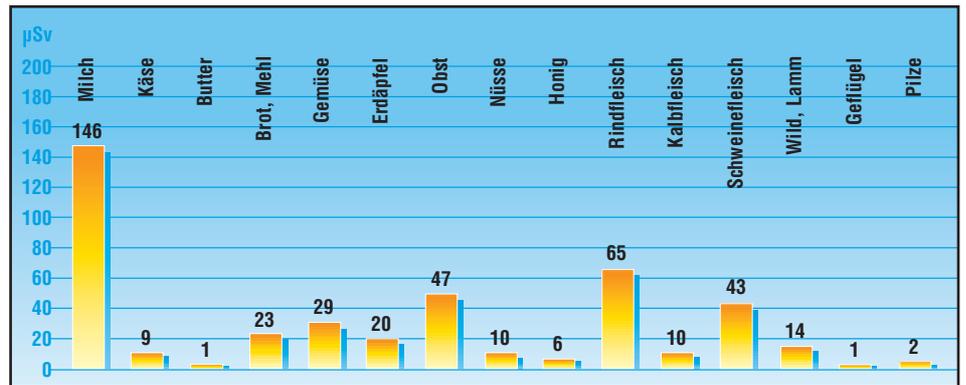
Der Beitrag der einzelnen Nahrungsmittel zur Dosis und somit zur Gesamtbelastung ist sehr unterschiedlich und wird im Wesentlichen von drei Faktoren bestimmt:

1. Vom Kontaminationsgrad (wie stark ist ein bestimmtes Lebensmittel radioaktiv belastet)
2. Von der Verzehrrate (wie viel esse/trinke ich von einem bestimmten Lebensmittel)
3. Von einer eventuellen Verringerung der Kontamination durch die Verarbeitung



Eine genaue Festlegung von Maßnahmen ist daher im Vorhinein nicht möglich. Detaillierte Anweisungen erfolgen im Anlassfall durch die Behörden, die anhand von Messungen und Prognoserechnungen genaue und zuverlässige Vorhersagen erstellen können.

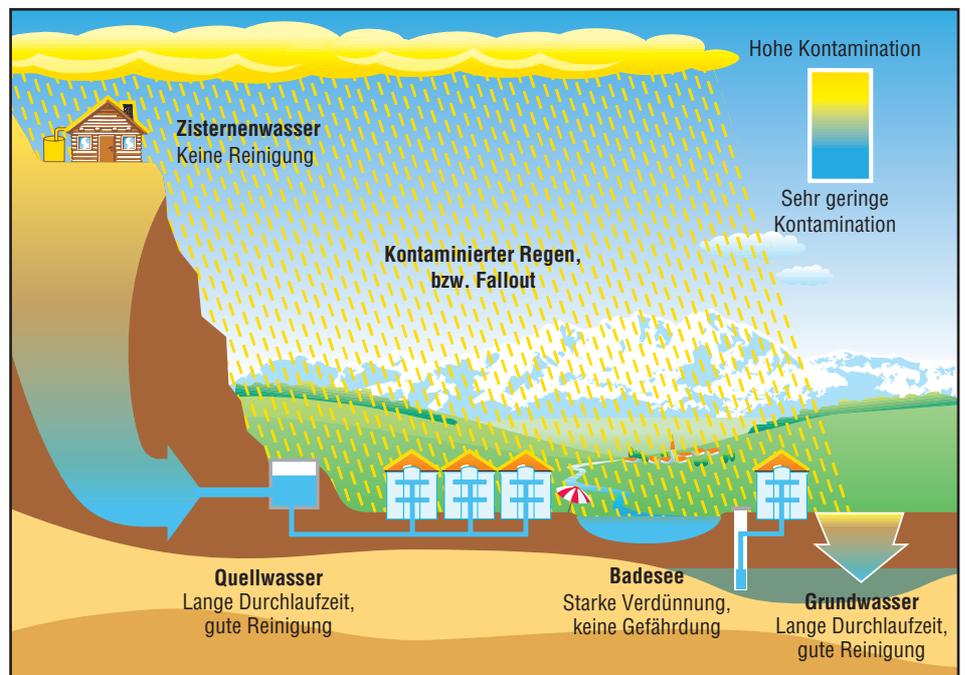
Beiträge der verschiedenen Nahrungsmittel zur internen Dosis eines Erwachsenen im ersten Jahr nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl



Belastung durch Trinkwasser

Die bei einem Reaktorunfall bedeutsamen Radionuklide - wie beispielsweise die Cäsiumisotope - werden sehr gut und sehr rasch an Bodenminerale gebunden, was zu einer sehr gründlichen Reinigung des im Boden versickernden Regen- und Oberflächenwassers führt. Grund- und Quellwasser weist daher in jedem Fall sehr geringe Kontaminationswerte auf, da die in Frage kommenden radioaktiven Stoffe entweder zu kurze Halbwertszeiten haben, um bei Quellaustritt noch radiologisch bedeutsam zu sein oder im Boden so gut gebunden werden, dass sie nicht in das Trinkwasser gelangen können. Das gilt im Wesentlichen auch für leicht verkarstete Quellen wie sie für einige Trinkwasserversorgungen in Österreich typisch sind.

Sehr geringe Kontamination von Grund- und Quellwasser





Ausnahmen stellen bakteriologisch problematische Wasserversorgungen dar, die auch für radioaktive Stoffe zumeist nur geringe Reinigungsfaktoren aufweisen, sowie Regenwasser während des Durchzugs der Wolke. Dieses weist hohe Radioaktivitätskonzentrationen auf, weshalb bei Zisternenwasser Vorsicht geboten ist. Das Baden in Seen stellt hingegen kein Problem dar, da aufgrund der starken Verdünnung durch das Seewasser keine gefährlichen Konzentrationen zu erwarten sind.

Psychische Belastung

Ein unterschätzter Problembereich sind die psychischen Belastungen bei Reaktorunfällen. Dabei stehen gerade Angstzustände, Panik, gesteigerte Nervosität und andere Stresssymptome einem sinnvollen Selbstschutz im Wege: Nur wer in Extremsituationen einen "kühlen Kopf" bewahrt, wird rechtzeitig die richtigen Entscheidungen für sich und seine Familie treffen können. Die psychische Belastung ist bei Katastrophen umso geringer, je mehr der Betroffene über die konkreten Gefahren und den bestmöglichen Schutz weiß. In der Hierarchie der Selbstschutzmaßnahmen, die vom Bundesministerium für Inneres und vom Österreichischen Zivilschutzverband empfohlen werden, hat daher der Begriff INFORMATION einen besonders hohen Stellenwert. Der vorliegende Ratgeber soll dazu einen Beitrag leisten.

Tschernobyl: Die Auswirkungen in Österreich

In den ersten Tagen

Die durch den Reaktorunfall hervorgerufene zusätzliche Strahlenbelastung durch externe Strahlung und Inhalation betrug in den ersten Tagen (einschließlich des 1. Mai und des folgenden Wochenendes) etwa 0,03 - 0,05 mSv, also etwa noch einmal soviel wie die natürliche Strahlenbelastung in diesem Zeitraum. Da dieser Strahlenpegel weit unterhalb eventueller Gefährdungswerte lag, wurden auch keine Empfehlungen zum Verbleiben in den Häusern gegeben.

Im ersten Jahr

Die Dosis durch Bodenstrahlung betrug im ersten Jahr nach dem Reaktorunfall durchschnittlich 0,1 mSv. Durch Regenfälle bedingt war sie in verschiedenen Teilen Österreichs unterschiedlich hoch. In den am stärksten belasteten Gebieten lag sie jedoch unterhalb des Vierfachen dieses Wertes. Sie betrug somit weniger als 50 Prozent der natürlichen Strahlenbelastung durch externe Strahlung. Die Dosis durch Bodenstrahlung machte etwa 20 Prozent der Gesamtbelastung aus.

Die Inhalationsdosis während des gesamten Durchzugs der Wolke lag bei 0,03 mSv. Das sind etwa 1 Prozent der jährlichen Inhalationsdosis durch natürliche Strahlung. Sie machte etwa 3,5 Prozent der Gesamtbelastung durch den Reaktorunfall aus.

Durch den Verzehr kontaminierter Nahrungsmittel hat man in Österreich eine Dosis von etwa 0,4 mSv erhalten. Wegen des relativ hohen Beitrages (etwa 75 Prozent der



Gesamtdosis) wurden in diesem Bereich durch die Behörden auch Maßnahmen zur Reduktion der Dosis ergriffen.

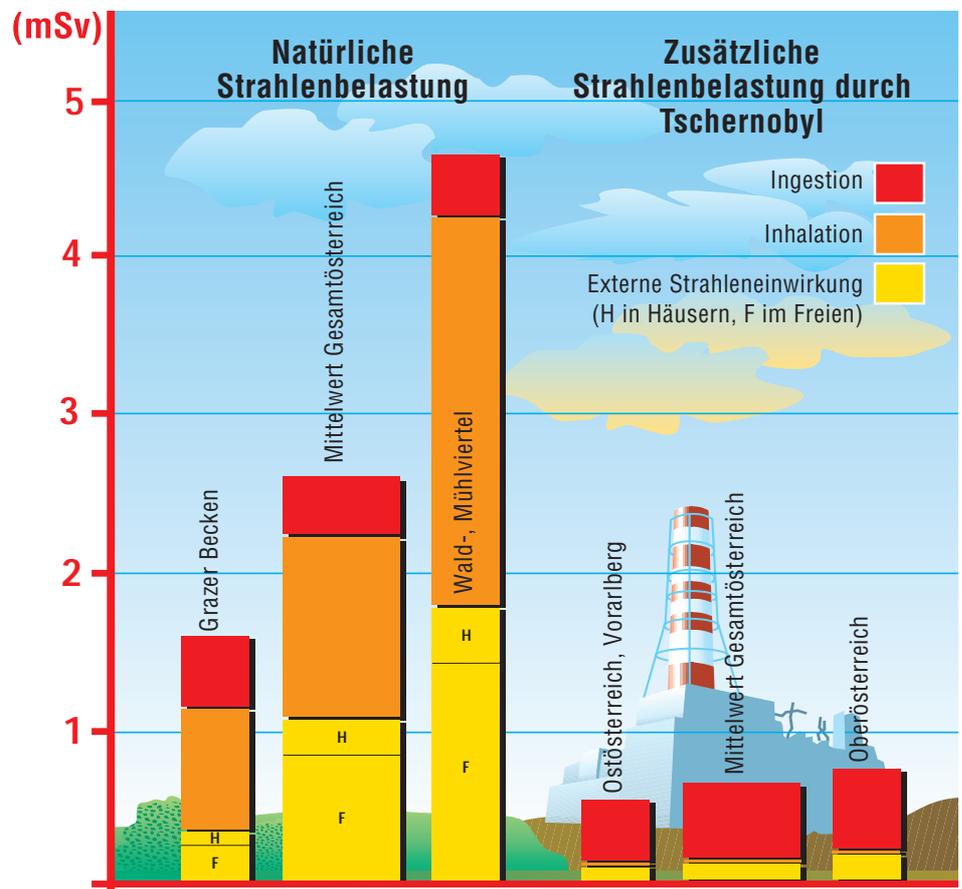
Die wichtigsten Maßnahmen waren:

- Verbot von frischem Blattgemüse
- Verbot der Grünfütterung von Kühen
- Strenge Kontrolle und Auswahl der Frischmilch in den Molkereien

Dadurch konnte die Ingestionsdosis beim Kleinkind um etwa 50 Prozent reduziert werden.

Da die Ingestionsdosis insgesamt aber nur geringfügig über der jährlichen Strahlenbelastung durch Aufnahme natürlicher radioaktiver Stoffe mit Nahrungsmitteln lag, wurden auch von den Behörden - außer den bereits erwähnten drei Maßnahmen - keine weiteren Schritte ergriffen. Bei höheren Strahlenbelastungen sind aber solche Maßnahmen durchaus möglich und können eine erhebliche Reduktion der Strahlendosis bewirken.

Vergleich der Strahlenbelastungen in Österreich
im ersten Jahr nach Tschernobyl



Heute

Als Folge des radioaktiven Zerfalls der meisten Radionuklide sowie der Bindung von Radiocäsium im Boden ist die Dosis durch den Reaktorunfall in den Folgemonaten und Folgejahren sehr stark zurückgegangen. Sie beträgt heute weniger als ein Tausendstel der Dosiswerte in den ersten Monaten nach dem Unfall. Diese fast ausschließlich durch



das langlebige Cs-137 verursachte Dosis beträgt heute, auch unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Verzehrs von Wild- und Pilzgerichten, weniger als 0,01 mSv pro Jahr.

Zum Vergleich: Die natürliche Strahlenbelastung beträgt rund 3,2 mSv pro Jahr.

Beitrag der verschiedenen Radionuklide zur Gesamtbelastung

Bei einem Kernkraftwerksunfall wird nicht nur ein einzelner radioaktiver Stoff, sondern ein Gemisch aus vielen radioaktiven Stoffen freigesetzt. Diese verschiedenen Radionuklide tragen unterschiedlich zur Dosis bei. Die Zusammensetzung hängt unter anderem sehr von den eingebauten Sicherheitssystemen und funktionstüchtigen Rückhalte-mechanismen im Falle eines Unfalles ab.

Die für den Reaktorunfall von Tschernobyl typischen Beiträge der einzelnen Radionuklide sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Dosisbeiträge verschiedener Radionuklide nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl				
Radionuklid	Expositions-pfad			Gesamt
	Inhalation	Ingestion	Extern	
Strontium 90 (Sr-90)	1 %	1 %	-	0,8 %
Ruthenium 103 (Ru-103)	2 %	< 0,05 %**	3 %	0,7 %
Ruthenium 106 (Ru-106)	20 %	< 0,5 %**	2 %	1,5 %
Tellur 132 (Te-132)	8 %	< 0,5 %**	7 %	1,7 %
Iod 131 (I-131)	49 %	6 %*	11 %	6,5 %*
Cäsium 134 (Cs-134)	4 %	40 %	35 %	36,2 %
Cäsium 137 (Cs-137)	5 %	52 %	32 %	44,8 %
Plutonium 239 (Pu-239)	0,5 %	< 0,0001 %	-	< 0,02 %
andere Nuklide	10,5 %	< 0,0001 %	10 %	7,9 %

*) effektive Dosis (die Schilddrüsendosis wird zu 90-99 % durch I-131 verursacht)

***) ohne frisches Blattgemüse (ohne Verbot von Frischgemüse wäre der Anteil von Ruthenium und Tellur höher gewesen)



ANDERE RADIOAKTIVE GEFAHRENQUELLEN

Transportunfälle



Wenn radioaktive Stoffe auf der Straße oder Schiene transportiert werden, so unterliegen sie sehr strengen Sicherheitsvorschriften. Trotzdem könnte es bei einem Unfall zum Austritt von Radioaktivität kommen. Dies betrifft aber nur einen sehr kleinen Bereich um die Unfallstelle.

Bei einem Unfall gilt daher:

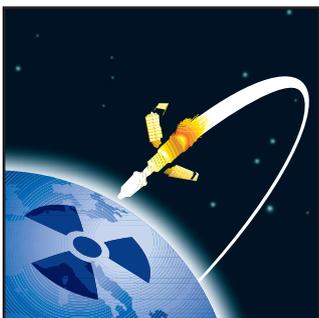
Nicht an der Unfallstelle aufhalten, von Transportbehältern Abstand halten (50 m sind ausreichend).



Beim Transport von Stoffen mit höheren Aktivitäten müssen die Transportbehälter so beschaffen sein, dass sie auch bei schwersten Unfällen dicht bleiben, was durch Prüfungen überwacht wird. Ein Austritt von Radioaktivität ist daher hier praktisch ausgeschlossen. Dies betrifft auch Transportbehälter von abgebrannten Brennelementen.

Dennoch gilt auch hier: Im Falle eines Unfalls von Transportbehältern und Fahrzeugen Abstand halten.

Satellitenreaktorabsturz



Satelliten mit höherem Energiebedarf werden mitunter mit Kernreaktoren ausgerüstet. Die Leistung dieser Reaktoren ist jedoch erheblich geringer als die von Kernkraftwerksreaktoren (10-100 kW statt 3000 MW), dementsprechend kleiner ist auch das Inventar radioaktiver Stoffe. Diese Satelliten werden am Ende ihrer Lebensdauer in eine höhere Bahn geschossen, damit die in ihnen vorhandene Aktivität abklingen kann. Sollte dieser Mechanismus versagen, kommt es zu einem Absturz. Dies ist bereits zweimal bei russischen Satelliten der Fall gewesen.

Wegen der wesentlich niedrigeren Aktivitätsmenge ist auch die Gefährdungsmöglichkeit sehr viel geringer als bei einem Kernkraftwerk. Allerdings werden bei einem Satellitenabsturz 100 Prozent der Aktivität, bei einem Reaktorunfall maximal einige Prozent der radioaktiven Stoffe freigesetzt.

Beim vollständigen Verglühen des Satelliten wäre die Gefahr gering. Es ist jedoch zu erwarten, dass nicht verglühte Teile und Bruchstücke des Reaktors die Erdoberfläche erreichen. Der längere Aufenthalt in unmittelbarer Umgebung solcher Bruchstücke kann gefährlich sein, d.h. zu hohen Strahlendosiswerten führen. Da diese Satelliten durch Bodenstationen aber laufend beobachtet werden und das Absturzgebiet relativ genau eingegrenzt werden kann, ist eine rechtzeitige Warnung vor dem Absturz möglich.



In einem solchen Fall gilt daher:

Keine unbekanntesten Stücke angreifen, vor allem wenn sie Verflüchtungserscheinungen aufweisen. Nicht in deren Nähe aufhalten. Generell sollte man sich beim Aufenthalt im Freien in den ersten Wochen, solange die behördlichen Suchaktionen nach den Reaktorbruchstücken andauern, nicht länger an ein und derselben Stelle aufhalten (z.B. nicht auf Wiesen liegen oder sitzen).

Im Inneren von Gebäuden ist wegen der guten Abschirmwirkung eine Gefährdung ausgeschlossen. Es werden auch keine radioaktiven gasförmigen Stoffe und Aerosole freigesetzt, die in das Innere von Gebäuden eindringen. Das Geschlossenhalten von Fenstern ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Nahrungsmittel können nur dann radioaktiv verunreinigt sein, wenn sie im Freien dem Fallout direkt ausgesetzt waren. Dies betrifft Gemüse, Salat und Obst knapp vor der Ernte. Die Kontamination ist jedoch nur äußerlich auf der Oberfläche. Daher gilt:

Reinigen aller Nahrungsmittel, die während des Fallouts im Freien waren, durch Waschen, Abschälen oder Entfernen der Deckblätter (z.B. Salat)

Alle anderen Nahrungsmittel sind nicht kontaminiert. Wegen der geringen Löslichkeit der betroffenen Radionuklide sind vor allem tierische Nahrungsmittel (Milch, Milchprodukte, Fleisch) nicht radioaktiv verunreinigt.

Kernwaffendetonation

Einleitend darf zu diesem Punkt erwähnt werden, dass es nicht Ziel und Zweck dieser Broschüre ist, auf Schutzmöglichkeiten im Falle eines Atomkrieges einzugehen. Es scheint jedoch zum besseren Verständnis, vor allem auch im Hinblick auf die hier empfohlenen Maßnahmen, durchaus sinnvoll, die Wirkung einer Kernwaffendetonation aufzuzeigen und sie den Auswirkungen eines Kernkraftwerksunfalles gegenüberzustellen.

Bei einer Kernwaffendetonation treten folgende Effekte auf:

- Hitzestrahlung, die auch noch in einigen Kilometern Entfernung zu Flächenbränden führt
- Druckwelle (Zerstörung von Gebäuden bis in eine Entfernung von einigen Kilometern)
- Neutronen- und Gammadirektstrahlung aus dem Detonationspunkt
- Gammastrahlung aus der radioaktiven Wolke und dem radioaktiven Niederschlag

Wegen der massiven Zerstörung von Gebäuden und der sehr starken Direktstrahlung aus dem Detonationszentrum ist bei solchen Szenarien ein Schutz, wenn überhaupt, nur in einem Schutzraum möglich. Außerhalb von Schutzräumen mit ausreichender Schutzwirkung ist bis zu einer Entfernung von mehreren Kilometern, bei Wasserstoffbomben bis zu etwa 20 Kilometern, ein Überleben praktisch unmöglich!



Aber auch außerhalb der unmittelbaren Bedrohungszone durch Direktstrahlung, Hitzestrahlung und Detonationswirkung ergeben sich bei einer Kernwaffe noch sehr hohe Dosisleistungswerte. Bei einer Detonationsstärke von 20 Kilotonnen (entspricht etwa der Hiroshimabombe) ist die Strahlenbelastung in 20 km Entfernung für Personen, die sich ungeschützt im Freien aufhalten, absolut tödlich. Bei einer Wasserstoffbombe mit 1 Megatonne ergeben sich solche Letaldosiswerte noch in 120 km Entfernung. Abschirmungen mit Schutzwerten größer als 100 (Reduzierung der Strahlenbelastung auf ein Hundertstel gegenüber dem Wert im Freien) wären daher auch außerhalb der unmittelbaren Bedrohungszone unbedingt erforderlich, um akute Todesfälle zu vermeiden. Solche Schutzwirkungen können normale Häuser nicht gewähren. Auch die Strom- und Trinkwasserversorgung wäre keinesfalls sichergestellt.

■ Gegenüberstellung Kernwaffendetonation - Kernkraftwerksunfall

Im Gegensatz zu Kernwaffendetonationen bleibt bei Reaktorunfällen die Direktstrahlung auch im schlimmsten Fall auf das Kraftwerksgelände beschränkt. Nur die mit der Wolke abdriftenden radioaktiven Staubteilchen können im Wesentlichen zu einer Strahlenbelastung führen. Es gibt auch keine Hitzestrahlung wie bei Kernwaffendetonationen, die zu einer Brandkatastrophe führen könnte. Auch eine Druckwelle, die Häuser zerstört, existiert bei Kernkraftwerksunfällen nicht.

Unterschiede zwischen einer Kernwaffendetonation und einem extremen Kernkraftwerksunfall		
WIRKUNG	KERNWAFFENDETONATION	KERNKRAFTWERKSUNFALL
Druckwelle	1,5-10 km	keine Druckwelle
Hitzestrahlung Flächenbrände	1,6-15 km	keine Brände
Direktstrahlung	1,5-3 km	nur am KKW-Gelände
Anfangsdosisleistung aus Fallout (Rückstandstrahlung)	1000-3000 mSv/h in 10 bis 120 km Entfernung Akutschäden bei ungeschütztem Aufenthalt	etwa 0,1 mSv/h in 30 km Entfernung keine Akutschäden möglich, Reduktion der Spätschäden (Dosisreduktion)
Schutzraum	auch noch in großen Entfernungen erforderlich (100-300 km) Evakuierung 2-3 Wochen nicht möglich	erforderlich bis ~ 4 km oder Evakuierung aus dieser Zone in größerer Entfernung nicht erforderlich
Aufenthalt im Freien zur Lebensmittelversorgung	2-3 Wochen nicht möglich, Vorsorge von Lebensmittel erforderlich	für Erwachsene möglich, Engpässe bei der Lebensmittelversorgung möglich
Trinkwasserversorgung	möglicherweise Leitungen zerstört, Vorsorge erforderlich	kaum gefährdet, keine Vorsorge erforderlich
Stromversorgung	möglicherweise zerstört	funktioniert



Während bei Kernwaffendetonationen 100 % der Aktivität freigesetzt werden, sind bei Kernkraftwerken in der Regel Sicherheitssysteme eingebaut, die im Falle einer Kernschmelze den Großteil des Aktivitätsinventars zurückhalten. Solche Sicherheitssysteme sind zumeist auch in den Österreich umgebenden Kernkraftwerken installiert. Die Kernkraftwerke in Deutschland, der Schweiz, in Slowenien und das KKW Temelin verfügen über ein Containment (Sicherheitsbehälter), in Dukovany, Bohunice Block 3 und 4, in Mochovce und in Paks erfüllen Nassreinigungstürme eine ähnliche Funktion. **In Bohunice Block 1 und 2 sind solche Sicherheitssysteme jedoch nicht vorhanden!**

Doch auch wenn diese Sicherheitssysteme nicht vorhanden oder wirksam wären und es zu einer Maximalfreisetzung wie in Tschernobyl käme, würde dennoch die Dosisleistung erheblich niedriger als bei Kernwaffen bleiben. Selbst bei der höchstmöglichen Aktivitätsfreisetzung sind die zu erwartenden Dosisleistungen durch externe Strahlung bei KKW-Unfällen um etwa das Tausend- bis Zehntausendfache niedriger als jene nach einer Kernwaffendetonation außerhalb der unmittelbaren Bedrohungszone!

Wegen der bei Kernkraftwerksunfällen wesentlich schwächeren Strahlung kann auch mit geringeren Schutzwerten das Auslangen gefunden werden. Solche Schutzwerte werden in der Regel bereits durch Häuser in Massivbauweise erreicht. Ein Schutzraum ist daher in solchen Fällen nicht unbedingt erforderlich, da die Wohnung eine ausreichende Abschirmung gewährleistet.

Außerdem ist auch bei den maximal möglichen Dosisleistungswerten ein kurzfristiger Aufenthalt im Freien, z.B. zur Beschaffung von Lebensmitteln, kurzes Ausführen des Hundes etc. möglich. **Die Trinkwasser- und Stromversorgung Österreichs würde durch KKW-Unfälle in der Nachbarschaft nicht beeinträchtigt werden.**

Allerdings: Bei einem Reaktorunfall werden mehr radioaktive Stoffe mit längeren Halbwertszeiten als bei einer Kernwaffe freigesetzt. Daher ist die Strahlenbelastung zwar nicht so intensiv, aber von längerer Dauer als bei der Kernwaffe. Während beim Kernwaffenfall-out die Dosisleistung nach 7 Stunden auf 1/10, nach 7x7 Stunden auf 1/100 abklingt (Siebener-Regel), ergibt sich beim KKW-Unfall ein Zeitraum von etwa 1 Monat bis zum Abklingen auf 1/10 der ursprünglichen Dosisleistung durch abgelagerte Aktivität.

Aus diesen Gründen ergibt sich bei einem Reaktorunfall ein anderer Schutzbedarf als bei einer Kernwaffendetonation.



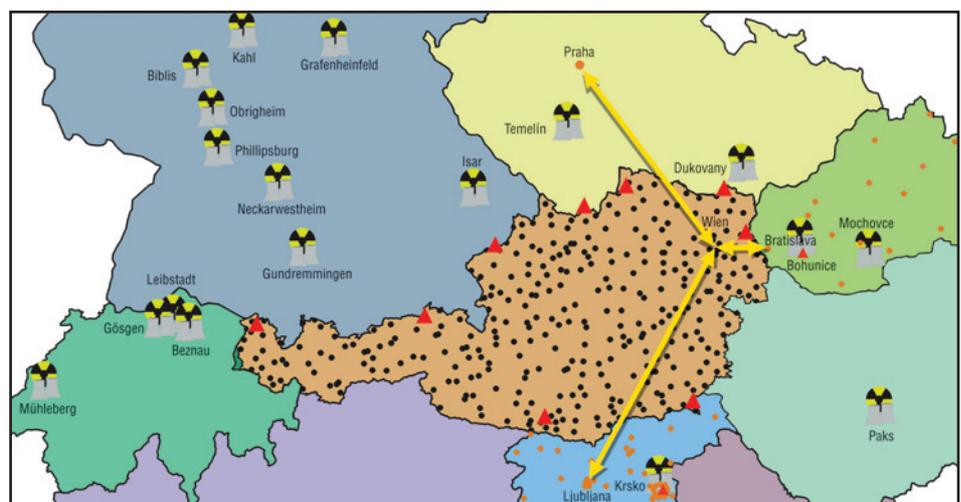
WARNUNG UND INFORMATION

Wer gewarnt ist, kann sich auf eine drohende Gefahr besser einstellen. Er befindet sich infolgedessen in einer günstigeren Lage. Je größer eine Gefahr ist und je mehr Menschen ihr ausgesetzt sind, desto mehr kommt es darauf an, möglichst schnell die Betroffenen zu warnen und ihnen möglichst genau zu sagen, was sie tun können und sollen.

Strahlenfrühwarnsystem

Voraussetzung für eine effiziente Warnung ist das rechtzeitige Erkennen und Beurteilen einer Gefahr. Für die rasche Erkennung von großräumigen radioaktiven Kontaminationen steht in Österreich ein vom Umweltministerium betriebenes Strahlenfrühwarnsystem mit mehr als 340 Messstationen zur Verfügung. Mit einer durchschnittlichen Entfernung zwischen den Dosisleistungsmessstellen von 15 Kilometern sind alle Siedlungen gut erfasst. Ballungszentren sind mehrfach bestückt. Zur noch besseren Überwachung der grenznahen Gebiete in der Hauptwindrichtung ausländischer Kernkraftwerke wurden 10 weitere Luftmonitore zur Bestimmung von radioaktiven Substanzen in der bodennahen Luft aufgebaut.

Strahlenfrühwarnsystem



340 Messstationen in ganz Österreich, 10 Luftmonitore in Grenznähe

Über ein Datenübertragungsnetz werden die Dosisleistungswerte permanent sowohl in die betreffende Landeszentrale als auch in die Bundesstrahlenwarnzentrale des für den Strahlenschutz zuständigen Umweltressorts übermittelt. Die Bundeswarnzentrale im Bundesministerium für Inneres ist ebenfalls in dieses Datenübertragungsnetz eingebunden, sodass auch dort die einzelnen Messergebnisse jederzeit ablesbar sind. Auch über den **Teletext des ORF (Seite 784)** sind Daten des Strahlenfrühwarnsystems für jedermann abrufbar.

Um einen schnellen Überblick über Kontaminationssituationen zu haben, wurden für die Dosisleistung 8 Warnpegel festgelegt. Pegel 1 kann bereits durch den „Auswaschungseffekt“ natürlicher Radionuklide bei Regenfällen erreicht werden.

Auch auf die Messdaten aus ausländischen Strahlenfrühwarnsystemen haben österreichische Behörden Zugriff. Das slowakische System ist direkt über eine Datenleitung





mit der Bundesstrahlenwarnzentrale in Wien verbunden. Die Werte können also jederzeit von den Mitarbeitern des Strahlenschutzes beobachtet werden. Die Messwerte des slowenischen und des tschechischen Strahlenfrühwarnsystems werden ebenfalls laufend an diese Zentrale übermittelt. Neben Dosisleistungsdaten werden auch Messwerte aus Luftüberwachungsanlagen, die in Slowenien, in der Republik Tschechien und in der Slowakei in der Nähe von Kernkraftwerken aufgestellt sind, an österreichische Zentren übertragen.

Um bei einem Ereignis mit großräumiger Kontamination europaweit die Situation erfassen zu können, wurde von der Europäischen Kommission eine „Datenplattform“ eingerichtet. Fast alle europäischen Länder mit Strahlenfrühwarnsystemen - darunter auch Österreich - tauschen ihre Messwerte über eine Zentrale, die bei einer EU-Forschungseinrichtung in Ispra, Italien, untergebracht ist, aus.

Warn- und Alarmsystem

Österreich verfügt über ein gut ausgebautes Warn- und Alarmsystem, das vom Bundesministerium für Inneres gemeinsam mit den Ämtern der Landesregierungen betrieben wird. Damit ist Österreich eines von wenigen Ländern, das über eine flächendeckende Sirenenwarnung verfügt.

Die Signale können derzeit über rund 7500 Feuerwehirsirenen abgestrahlt werden. In Wien wurden in den vergangenen Jahren 159 Zivilschutzsirenen installiert. Die Auslösung der Signale kann je nach Gefahrensituation zentral von der Bundeswarnzentrale im Bundesministerium für Inneres, von den Landeswarnzentralen der Bundesländer oder den Bezirkswarnzentralen erfolgen.

An jedem ersten Samstag im Oktober wird zwischen 12.00 und 13.00 Uhr ein österreichweiter Zivilschutz-Probearm durchgeführt. Der Probearm dient einerseits zur Überprüfung der technischen Einrichtungen des Warn- und Alarmsystems, andererseits soll die Bevölkerung dadurch mit den Zivilschutzsignalen vertraut gemacht werden.

Möglichkeiten der Zivilschutzalarmierung

	Bundeswarnzentrale Bundesministerium f. Inneres	Landeswarnzentrale Amt d. Landesregierung	Bezirkswarnzentrale Bez. Feuerwehrzentrale
Bundesgebiet			
Bundesland			
Bezirk			
FW-Abschnitt (mehrere Gemeinden)			
Gemeinde			

Mit Hilfe von 7.500 Feuerwehirsirenen (in Wien 159 Zivilschutzsirenen) kann die Bevölkerung alarmiert werden.



**1. Samstag im Oktober:
Zivilschutz-
Probealarm
in ganz
Österreich**

Die Bedeutung der Sirensignale

Das in ganz Österreich einheitliche akustische Warn- und Alarmsystem unterscheidet zwischen drei verschiedenen Signalen:

1. Warnung



3 Minuten
gleich bleibender Dauerton



Herannahende Gefahr!

Ein gleich bleibender Dauerton von 3 Minuten bedeutet „Warnung“. Es besteht zur Zeit noch keine akute Gefährdung. Sie müssen sich aber auf eine herannahende Gefahr einstellen. Schalten Sie Ihr Radio- oder Fernsehgerät (ORF) ein, und informieren Sie sich über die weiteren Verhaltensmaßnahmen.

2. Alarm



1 Minute
auf- und abschwelliger Heulton



Gefahr!

Ein auf- und abschwelliger Heulton von 1 Minute bedeutet „Alarm“. Verlassen Sie die Straße und suchen Sie schützende Räumlichkeiten auf. Informieren Sie sich unbedingt über Radio oder TV, welche Schutzmaßnahmen Sie ergreifen sollen. Die weiteren Verhaltensmaßnahmen werden Ihnen bekannt gegeben werden.

3. Entwarnung



1 Minute
gleich bleibender Dauerton



Ende der Gefahr!

Ein gleich bleibender Dauerton von 1 Minute bedeutet „Entwarnung“. Die Gefahr ist vorbei. Beachten Sie weiterhin die Durchsagen im Radio oder TV, da es vorübergehend bestimmte Einschränkungen im täglichen Lebensablauf geben kann.



Da durch diese Signale nicht auf die Art der Gefahr und auf die richtigen Verhaltensmaßnahmen hingewiesen werden kann, müssen nähere Informationen über Radio oder Fernsehen eingeholt werden.

Das Signal für den Einsatz der Feuerwehr ist von den Zivilschutzsignalen aufgrund seiner kurzen Tonfolge leicht zu unterscheiden. Mit einem dreimaligen Dauerton von 15 Sekunden werden die Feuerwehrkräfte zu einem Einsatz zusammengezogen. Die Bedeutung der Sirensignale finden Sie auch im Telefonbuch der telekom austria.

Information der Bevölkerung

Eine rasche, sachgerechte und umfassende Information ist in Krisenfällen Voraussetzung dafür, dass durch Schutzmaßnahmen eine möglichst weitgehende Schadensbegrenzung erzielt werden kann.

Nach einer Alarmierung über das Warn- und Alarmsystem ergehen deshalb über Hörfunk und Fernsehen wichtige Informationen, die sowohl einen genauen Bericht über die Situation als auch Empfehlungen und Anweisungen für das richtige Verhalten beinhalten.

Die behördlichen Empfehlungen und Schutzmaßnahmen werden bei größeren Ereignissen durch ein **Staatliches Krisenmanagement** koordiniert. Damit Informationen rasch an die Öffentlichkeit weitergegeben werden können, sind der ORF und die Austria Presse Agentur in dieses Krisenmanagement eingebunden. Neben der Information über Rundfunk und Fernsehen, der in solchen Fällen die größte Bedeutung zukommt, können im Bedarfsfall noch zusätzliche Einrichtungen wie eine Auskunftsstelle oder ein Tonbanddienst aktiviert werden. Die Telefonnummern, unter denen diese Einrichtungen zu erreichen sind, werden im Anlassfall ebenfalls über Hörfunk und Fernsehen bekannt gegeben.

*Können wir uns also bei einem Kernkraftwerksunfall schützen?
Die Antwort lautet ja! Weit mehr, wir können uns ausreichend schützen!*

Voraussetzung ist allerdings die Kenntnis der möglichen Strahlenbelastungen und der richtigen Schutzmaßnahmen. Das Befolgen falscher Ratschläge, auch wenn sie von guten Freunden stammen und gut gemeint sind, kann unter Umständen die Belastung sogar erhöhen.

Die dafür erforderlichen Vorkehrungen werden im Teil 2 dieses Ratgebers behandelt.

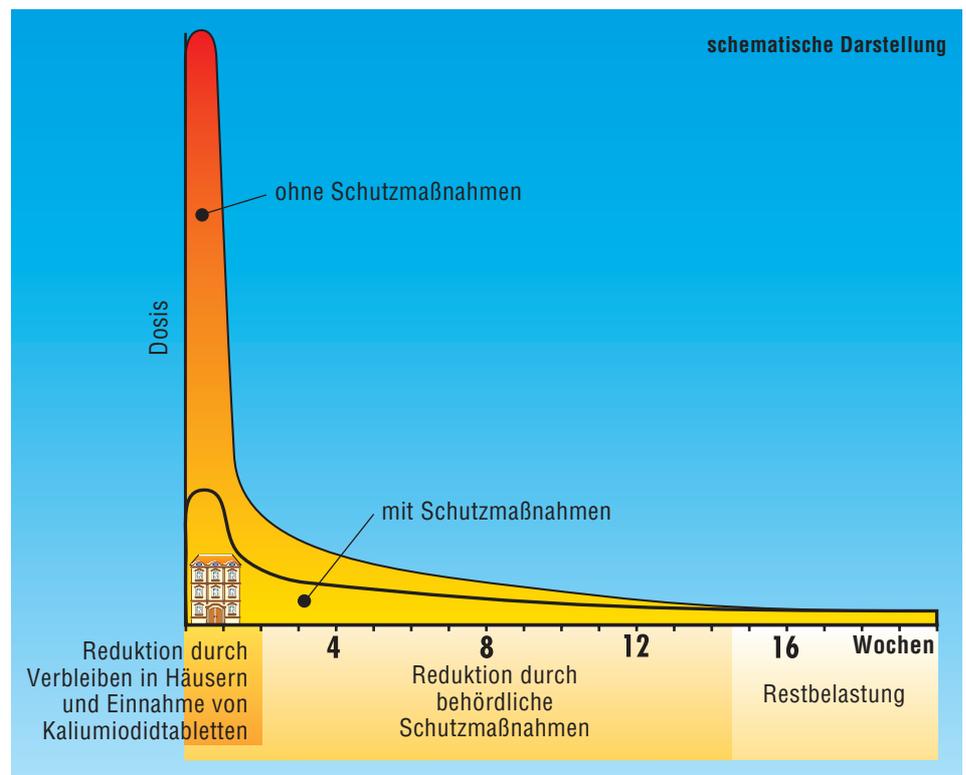


SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bis in die Mitte der 80er-Jahre waren die Zivilschutzkonzepte überwiegend auf den Schutz vor kriegerischen Auswirkungen ausgelegt. **Der Reaktorunfall von Tschernobyl hat aber zu einem entscheidenden Umdenkprozess geführt.** Im Unterschied zum Kernwaffeneinsatz ergibt sich für den Schutz bei Unfällen in Kernkraftwerken folgende Situation:

1. Die Belastungen durch Inhalation des radioaktiven Staubes und die äußere Bestrahlung sind geringer, jedoch nicht vernachlässigbar.
2. Die Belastungen erfolgen aber längerfristig. Je nach Jahreszeit können kontaminierte Nahrungsmittel zu einer erheblichen Belastung führen.
3. Ein Aufsuchen von Schutzräumen und ähnlichen Schutzanlagen ist auch bei extremen Störfällen und ungünstigen Wetterbedingungen nicht zwingend erforderlich. Ein Verbleiben in den Häusern stellt einen ausreichenden Schutz dar.
4. Die Strahlenbelastung nach Kernkraftwerksunfällen ist, wie auch bei der Kernwaffe, nicht nur von der Entfernung des Unfallortes, sondern auch im erheblichen Maß von der meteorologischen Situation (Wind, Regen, Schnee) abhängig.
5. Für Kernkraftwerksunfälle kann ein ausreichender Schutz bereits mit geringerem Aufwand und mit geringeren Kosten erzielt werden.
6. Vorbeugende Information hilft im Ernstfall richtig zu reagieren und Panik zu vermeiden.

Belastungsverlauf in Österreich nach einem Kernkraftwerksunfall





TEIL 2

SCHUTZMÖGLICHKEITEN

SCHUTZ DURCH BEHÖRDLICHE MASSNAHMEN

Schwerpunkt dieses Kapitels sind zwar die persönlichen Schutzvorkehrungen, denen in solchen Fällen besondere Bedeutung zukommt. Sie sollten aber wissen, dass auch die Behörden umfangreiche Maßnahmen ergreifen, um die Gesamtbelastung der Bevölkerung so gering wie möglich zu halten.

Auch wenn bei benachbarten Kernkraftwerksunfällen die radioaktive Belastung Österreichs höher als durch den Reaktorunfall von Tschernobyl sein kann, so hat dieser Katastrophenfall doch gezeigt, dass ein wesentlicher Teil der Strahlenbelastung über die Nahrungsmittel aufgenommen werden kann. Wegen der lang andauernden Belastung durch kontaminierte Lebensmittel sind behördliche Maßnahmen besonders wichtig, da durch persönliche Vorratshaltung lediglich kurzfristige Versorgungsengpässe überbrückt werden können.

Zu den wichtigsten behördlichen Vorkehrungen und Empfehlungen zählen:

- Permanente Überwachung Österreichs durch das Strahlenfrühwarnsystem
- Einsatz der Strahlenspürer der Polizei und Gendarmerie sowie des Österreichischen Bundesheeres für
 - Strahlenmessungen an besonders frequentierten öffentlichen Orten
 - Kontrolle von Personen und Fahrzeugen beim Grenzübertritt im Hinblick auf radioaktive Kontamination
 - Dekontamination von Fahrzeugen und Personen
- Bereitstellung von Kaliumiodidtabletten durch die Gesundheitsbehörden und Empfehlung zur Einnahme im Anlassfall
- Laufende Strahlenüberwachung von Lebensmitteln
- Verstärkte Lebensmittelkontrollen im Anlassfall
- Vorwarnung und gegebenenfalls Kontrolle von gefährdeten Wasserversorgungsanlagen, Verzicht auf Zisternenwasser
- Aufforderung zum Konsumverzicht für bestimmte Nahrungsmittel
- Verkaufsverbot für bestimmte Lebensmittel
- Ernteverbot für Gemüse und Obst
- Auswahl von Frischmilch
- Maßnahmen bei der Nahrungsmittelproduktion
- Fütterungsmaßnahmen bei Schlachttieren und Milchvieh (z.B. Weideverbot für Milchkühe, Verbringung von Nutztieren in Stallungen, Verwendung von gering belastetem Futter)
- Laufende Empfehlungen an die Bevölkerung zur Verminderung der Strahlenbelastung (Vermeidung von Staubkontakt, besondere Hygiene, Waschen von Obst und Gemüse)





- Regelungen für die Klärschlambeseitigung und die Behandlung kontaminierter Luftfilter
- Einführung von Grenzwerten für Nahrungsmittel, insbesondere für Baby- und Kindernahrung.

Grenzwerte stellen keine Grenze zwischen "gefährlos" und "gefährlich" dar, sie sollen aber das Anwachsen der gesamten Strahlenbelastung über ein bestimmtes Ausmaß verhindern.

Nicht alle der oben genannten Maßnahmen müssen notwendigerweise nach einem Kernkraftwerksunfall sinnvoll sein. Die tatsächliche Umsetzung erfolgt in Abhängigkeit von der jeweiligen Kontaminationssituation. Bei einem derartigen Ereignis ist es für den optimalen Schutz daher notwendig, sich laufend über die Empfehlungen der Behörden zu informieren.

So ist das ausnahmsweise Verspeisen eines lieb gewonnenen, aber die Grenzwerte übersteigenden Pilzgerichtes durchaus tolerierbar, sofern Sie Ihren restlichen Speiseplan auf die behördlichen Empfehlungen abgestimmt haben.

Schutz- und Sicherungsmaßnahmen machen eine großräumige Verstrahlung nicht ungeschehen, sie können jedoch mögliche Folgen bzw. negative Auswirkungen beträchtlich verringern!

Die Koordination der Schutzmaßnahmen erfolgt in Krisenfällen größeren Ausmaßes durch das **Staatliche Krisenmanagement**, das im Jahr 1986 nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl durch einen Beschluss der Bundesregierung eingerichtet wurde. In diesem Krisenmanagement ist als Krisenstab auf Bundesebene ein Koordinationsausschuss eingerichtet, dem Experten aus Verwaltung, Wissenschaft, den gesetzlichen Interessensvertretungen und den Medien angehören. Dieses Team von Experten berät die Bundesregierung, stellt den Informationsaustausch zwischen den Verwaltungsstellen sicher, koordiniert kurzfristig erforderliche Maßnahmen der Gefahrenabwehr und sorgt längerfristig für ein koordiniertes Vorgehen auf allen Ebenen der Verwaltung. Durch Alarmpläne ist dafür vorgesorgt, dass dieses Expertenteam rasch zusammentreten kann und die für seine Arbeit erforderliche Infrastruktur zur Verfügung hat.

Evakuierung

Wegen der guten Schutzwerte unserer Gebäude würde eine Evakuierung im Regelfall zu einer höheren Strahlenbelastung führen als das Verbleiben in den Häusern, sofern die Evakuierung nicht vor dem Eintreffen der radioaktiven Wolke abgeschlossen werden kann. Auch ist zu bedenken, dass jede Schutzmaßnahme grundsätzlich mit Nachteilen verbunden ist. Diese können im Falle von Evakuierungen von einer Erhöhung gesundheitlicher Risiken über soziale Probleme bis hin zu psychischen Schwierigkeiten reichen.

Es wird daher, selbst bei einem extremen Unfall in einem nahe gelegenen Kernkraftwerk, ein Verbleiben in den Häusern einer Evakuierung vorzuziehen sein.

Eine Unterbringung von Campingplatzbewohnern in massiven Gebäuden wird aber bei höheren Dosiswerten erforderlich sein.



SCHUTZ DURCH PERSÖNLICHE MASSNAHMEN (SELBSTSCHUTZ)

Bevorratung

Vor Unglücksfällen und Katastrophen ist niemand gefeit. Österreichs Hilfs- und Einsatzorganisationen sind für solche Situationen gerüstet, dennoch sind eigenes Handeln und Vorsorge sinnvoll und notwendig. Man braucht erst gar nicht an das Schlimmste zu denken, auch kleinere, regionale Notfälle können die öffentliche Versorgung der Bevölkerung mit Wasser, Lebensmitteln und Energie unterbrechen. Extreme Wittersituationen, aber auch eine Kontamination der Umgebung aufgrund eines KKW-Unfalles können Sie zum Verweilen in Ihrer Wohnung zwingen. Es ist zwar nicht anzunehmen, dass Unfälle in benachbarten Kernkraftwerken einen Zusammenbruch der Versorgung in Österreich zur Folge haben, dennoch sollten Sie einen ausreichenden Vorrat angelegt haben. Warum?

1. Sie können möglichst lange in Ihrer Wohnung bleiben.
2. Sie können später auftretende Versorgungsengpässe an nicht kontaminierter Nahrung besser ausgleichen.

Auch wenn die Strom-, Gas- und Trinkwasserversorgung in Österreich bei Kernkraftwerksunfällen nicht beeinträchtigt ist, sollten Sie im Hinblick auf andere Katastrophenfälle, bei denen diese Versorgungen sehr wohl unterbrochen sein könnten, bei der Vorratshaltung auf Folgendes achten:

Der Mensch benötigt eine ausgewogene Ernährung. Unser Organismus braucht auch in Notfällen drei Grundstoffe, damit wir keine Mangelerscheinungen erleiden, und zwar 60 Prozent Kohlenhydrate, 12 Prozent Eiweiß, der Rest sind Fette. Ein Haushaltsvorrat sollte daher Grundnahrungsmittel und andere leicht lagerbare sowie gut haltbare Lebensmittel für zwei Wochen enthalten.

Eine ausreichende Vorratshaltung sollte aber auch von der Hotellerie und allen Beherbergungsbetrieben sowie Heimen und Spitälern vorgenommen werden.

Getränke

Ohne Essen können wir relativ lange überleben, ohne Trinken nur wenige Tage. Wichtigster Teil eines Vorrates sind daher Wasser und andere Getränke, und zwar mindestens 2,5 Liter pro Person und Tag. Besonders empfehlenswert ist aufgrund der langen Haltbarkeit und der vielfachen Verwendungsmöglichkeiten ein Vorrat an stark kohlenstoffhaltigem Mineralwasser. Fruchtsäfte in Verbundverpackungen haben den Vorteil einer besonders platzsparenden Unterbringung.

Lebensmittel, die in keiner Vorratskammer fehlen sollten

- Gut haltbare Lebensmittel mit viel Kohlehydraten sind beispielsweise Honig, Zucker, Reis und Teigwaren, Haferflocken, Zwieback und verpacktes Brot.





- Kondensmilch, Schmelzkäse, Dosenfische, Dosenfleisch, Dauerwurst und getrocknete Hülsenfrüchte enthalten viel Eiweiß und sind ebenfalls monatelang haltbar.
- Ihren Bedarf an Fetten decken Sie mit Speisefett, Speiseöl, Margarine oder Butter.
- Je nach Geschmack können Sie Ihren Lebensmittelvorrat mit Dosengemüse, Fertiggerichten, Gewürzen, Kartoffelprodukten, Nüssen und Löscaffee bereichern.

Biologisch krisenfest: Der Vollwert-Vorrat

Alternative Lebensformen stehen heute hoch im Kurs. Ihre gemeinsame Basis ist die gesunde Ernährung auf der Basis des Getreidekorns. Gerade das Getreidekorn ist für lange Lagerzeiten ganz hervorragend geeignet und stellt eine lebende Konserve dar. Es enthält sehr viele lebenswichtige Vitalstoffe, Vitamine, Spurenelemente, Mineralstoffe und Enzyme, und zwar genau im richtigen Verhältnis.

Wichtige Tipps: Damit Ihre Bevorratung auch wirklich klappt

- Bei der Bevorratung müssen Sie vor allem Ihre individuellen Ess- und Trinkgewohnheiten berücksichtigen.
- Beachten Sie, dass Diätpatienten einen entsprechenden Vorrat ihrer Spezialkost brauchen und für Säuglinge und Kleinkinder ein Vorrat an Kindernahrung angelegt werden muss.
- Auch Haustiere brauchen einen Futtermvorrat.
- Besonders wichtig: Lagern Sie die Vorräte richtig und achten Sie bitte auf das Ablaufdatum der Lebensmittel!
- Fachgeschäfte bieten Notvorräte an, die 15 Jahre und länger haltbar sind.



Der Mensch lebt nicht vom Brot allein: Was noch fehlt zum krisenfesten Haushalt

- Eine gut ausgestattete Zivilschutzapotheke ist kein Luxus, sondern mitunter lebenswichtig. Besonders wichtig: Kaliumiodidtabletten besorgen!
- Wer ständige medizinische Betreuung oder Medikamente braucht, sollte den Arzt fragen wie er am besten vorsorgen kann.
- Denken Sie an Ihre Körperpflege und richten sie sich einen ausreichenden Vorrat an Hygieneartikeln ein!
- Der ORF sendet im Krisenfall laufend die wichtigsten Informationen: Ein Radio, das auch mit Batterien (immer Reserve einlagern) betrieben werden kann, darf daher in keinem Haushalt fehlen.
- Eine Feinstaubmaske als Mund- und Nasenschutz für den kurzzeitigen Aufenthalt im Freien während des Durchzugs einer radioaktiven Wolke ist sinnvoll.
- Denken Sie an eine alternative Heizmöglichkeit, einen Vorrat an Brennmaterial und an eine Notbeleuchtung (Kerzen etc.) für den Fall, dass die Energieversorgung ausfällt.



Selbst ist der Mann oder die Frau! Diese Einstellung hilft im Katastrophenfall zu überleben bzw. den Schaden so gering wie möglich zu halten. Zivilschutz heißt auch Selbstschutz. Er funktioniert aber nur dann, wenn das staatliche Sicherheitsnetz durch Selbstschutzmaßnahmen jedes Einzelnen mitgetragen wird!



Kaliumiodidtabletten - kein universeller, aber ein wichtiger Schutz bei Kernkraftwerksunfällen

Radioaktives Iod kann einen erheblichen Beitrag zur Strahlendosis liefern. Dies führt vor allem zu einer Strahlenbelastung der Schilddrüse, wobei Kinder stärker gefährdet sind als Erwachsene. Aufgrund der bisherigen Auswertungen der Schilddrüsenkrebsrate weißrussischer Kinder nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wurde dieser Umstand leider zur traurigen Gewissheit.

Da dort die Einnahme von Iodtabletten nicht erfolgte, wurden bisher mehr als tausend zusätzliche Schilddrüsenkrebserkrankungen beobachtet. Eine zeitgerechte Einnahme von Iodtabletten hätte diese Krebsfälle verhindern können.

Durch die zeitgerechte Einnahme von Kaliumiodidtabletten bei einer großräumigen radioaktiven Kontamination kann die Aufnahme von radioaktivem Iod in die Schilddrüse verhindert werden und damit ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion der Strahlenbelastung erfolgen.

In Abhängigkeit von der zu erwartenden Dosis sollten über behördliche Anordnung Kaliumiodidtabletten einnehmen:

- Kinder und Jugendliche
- Schwangere und Stillende
- Erwachsene bis 45 Jahren

Für die Gruppe der über 45-jährigen wird die Einnahme von Kaliumiodidtabletten in der Regel nicht in Betracht gezogen, da das Risiko zur Auslösung einer Schilddrüsenüberfunktion meist größer ist, als der positive Effekt des Schutzes vor der Strahlenbelastung. Der Grund liegt in einer erhöhten Iod-Empfindlichkeit dieser Altersgruppe, die in ihrer Kindheit und Jugend - vor Einführung der Speisesalziodierung im Jahre 1963 - teilweise unter Iodmangel gelitten hat. Bei den übrigen Altersgruppen besteht diese erhöhte Empfindlichkeit nicht.

Kaliumiodidtabletten dürfen nur auf ausdrückliche Anordnung der Gesundheitsbehörde eingenommen werden. Eine vorsorgliche Einnahme, ohne dass Österreich von einem schweren Reaktorunfall betroffen ist, ist völlig sinnlos!

Kaliumiodidtabletten sind keine universell wirksamen "Strahlenschutztabletten". Sie schützen bei zeitgerechter Einnahme nur die Schilddrüse vor Radioiod, das durch Atmung oder Nahrung in den Körper gelangt. Sie schützen nicht gegen andere radioaktive Substanzen und nicht gegen Strahlung, die von außen auf den Körper einwirkt. Aber gerade die Schilddrüse kann durch Iod 131 eine hohe Dosis bekommen und bedarf daher eines besonderen Schutzes. Zusätzlich erforderliche Schutzmaßnahmen (z.B. vorübergehender Aufenthalt in geschlossenen Räumen, Nahrungsmittelkontrolle) werden dadurch keineswegs überflüssig!

1 Packung Kaliumiodidtabletten enthält 10 Tabletten und ist in jeder Apotheke zu einem geringen Preis erhältlich. Erziehungsberechtigte erhalten diese Tabletten für ihre Kinder gratis.

Auch Kaliumiodidtabletten haben wie alle Medikamente eine begrenzte Haltbarkeit. Achten Sie daher bitte auch auf das Ablaufdatum.





Aufenthalt in Gebäuden

Im Gegensatz zu einer Kernwaffendetonation kann man sich bei Kernkraftwerksunfällen bereits mit einer geringeren Abschirmung gegenüber der äußeren Bestrahlung schützen.

Aus diesem Grund bieten gewöhnliche Häuser in massiver Bauweise bei Kernkraftwerksunfällen einen sehr hohen Schutz.

Bei einer Untersuchung der Wiener Gebäude wurde z.B. ein durchschnittlicher Schutzfaktor von 1/80 festgestellt. Das heißt, die externe Strahlenbelastung im Haus beträgt gegenüber der Belastung im Freien nur mehr ein Achtzigstel. Bei älteren Gebäuden in dicht verbauten Gebieten liegen diese Schutzfaktoren sogar unter 1/100 (Strahlenschutzwert 100). Einfamilienhäuser im Grünen weisen jedoch oft nur einen Schutzfaktor von 1/5 bis 1/10 auf. Selbst diese Werte ergeben aber noch eine Verringerung der Strahlenbelastung auf 10 bis 20 Prozent gegenüber dem ungeschützten Aufenthalt im Freien. Vorsicht ist speziell in Häusern mit Holzwandkonstruktionen oder mit Leichtbauweise geboten - sie bieten nur eine geringfügige Abschirmung!

Abschirmwirkung von Gebäuden gegenüber äußerer Strahlung



	Im Freien	Diese Belastung reduziert sich beim Aufenthalt in Gebäuden auf etwa			
Strahlenbelastung durch äußere Strahlung	100 %	50-30 %	20-10 %	1,25 %	weniger als 1%
Schutzfaktor	1	1/2-1/3	1/5-1/10	1/80	weniger als 1/100
Strahlenschutzwert	1	2-3	5-10	80	größer als 100

Auch die Aktivitätskonzentration in der Atemluft wird im Inneren von Gebäuden gegenüber der im Freien verringert, wenn Fenster und Türen rechtzeitig geschlossen werden und während des gesamten Durchzugs der Wolke geschlossen bleiben. Da Fenster im Allgemeinen nicht so dicht sind, ist die Verringerung der Dosis durch Einatmen allerdings wesentlich geringer als die Verringerung der Dosis durch äußere Bestrahlung. Bei modernen energiesparenden Fenstern kann mit einer Reduzierung um etwa 80 Prozent, bei älteren Bauten nur um etwa 40 Prozent gerechnet werden. Nach dem Durchzug der radioaktiven Wolke (Radio- und Fernsehdurchsagen beachten!) ist ein gründliches Lüften der Wohnung auf jeden Fall notwendig. Dadurch kann die teilweise durch Undichtheiten der Fenster eingedrungene radioaktiv verunreinigte Luft wieder abgeführt werden.

Eine Verbesserung ist durch den Einbau von speziellen Frischluftfiltern möglich. Solche Filter bieten eine nahezu 100-prozentige Reinigung der Atemluft von radioaktiven Aerosolen (Feinstaub) und somit eine erhebliche Reduktion der Strahlenbelastung durch Inhalation.



Dekontamination

Die in der Luft befindlichen radioaktiven Teilchen lagern sich auf allen Oberflächen wie Verkehrswegen, Pflanzen, Gebäuden und Kleidung, aber auch auf unserer ungeschützten Haut ab, was zu einer Strahlenbelastung dieser Hautpartien führt. Um diese Strahlenbelastung der Haut zu vermeiden, ist eine häufige Körperreinigung notwendig. Insbesondere Hände, Gesicht und Haare, die mit Außenluft oder kontaminierten Oberflächen in Berührung gekommen sind, sollten regelmäßig gewaschen werden. Auch Kleidungsstücke, die im Freien getragen wurden, sollten Sie vor dem Betreten der Wohnung wechseln und reinigen.

Durch Reinigen der kontaminierten Oberflächen kann ein weiteres Verschleppen der Radioaktivität in der Wohnung vermieden werden. Ziehen Sie daher die Schuhe vor dem Betreten der Wohnung aus oder reinigen Sie zumindest die Schuhsohlen gründlich. Auch Staubsaugen kann zu einer erheblichen Verringerung der in die Wohnung getragenen Aktivität führen. Sie sollten aber nur neuere Geräte mit Zusatzfiltern verwenden, da ältere, nur mit einem Staubsack ausgerüstete Modelle gerade die sehr feinen lungengängigen Staubteilchen nicht genügend filtern und es daher zu einer unerwünschten Aufwirbelung dieser Partikel in der Luft kommt.

Selbstschutzmaßnahmen bei schweren KKW-Unfällen

Den persönlichen Schutzmaßnahmen kommt im Anlassfall eine ganz besondere Bedeutung zu. Viele können sofort von jedermann ergriffen werden, für einige sind jedoch entsprechende Vorbereitungen notwendig. Bedenken Sie aber auch, dass viele dieser Schutzmaßnahmen erst ab höheren Dosiswerten sinnvoll sind. Beachten Sie daher immer die Empfehlungen der Behörden (Radio, TV, Zeitungen, Anschläge, Lautsprecherdurchsagen)!



Vor dem Durchzug der radioaktiven Wolke:

- Im Freien befindliche Gegenstände (Spielsachen, Wäsche etc.) und Haustiere ins Haus bringen
- Nachbarn verständigen, denken Sie an Kinder und Hilfebedürftige
- Wohnung oder andere schützende Räumlichkeiten aufsuchen
- Radio/TV einschalten
- Alle Fenster und Türen schließen, Lüftungen abschalten
- Wenn vorhanden, Schutzfiltersysteme einschalten
- Zugluft vermeiden, auf Kaminöffnungen und Entlüftungssysteme achten, da hier Luft von außen eindringen kann
- Insbesondere bei alten Fenstern und Türen die Fugen mit breiten Klebestreifen verkleben, nach einiger Zeit für Frischluftzufuhr aus angrenzenden Räumen sorgen
- Kaliumiodidtabletten vorbereiten





Während des Durchzugs der radioaktiven Wolke:

- Aufenthalt im Freien meiden, um möglichst wenig mit dem Fallout in Kontakt zu kommen
- Bei Empfehlung Kaliumiodidtabletten einnehmen
- Staubabsorbierende Raumfilter oder, wenn vorhanden, spezielle „Strahlenschutzfilter“ für Wohnungen verwenden
- Längeren Aufenthalt unmittelbar vor Fensterflächen wegen erhöhter Strahlenbelastung meiden
- Bei unbedingt notwendigem, länger dauerndem Aufenthalt im Freien sollte leicht zu reinigende Kleidung mit glatten Oberflächen (Regenschutz) und ein Mund-/Nasenschutz (Feinstaubmaske) getragen werden
- Bei kürzerem Aufenthalt im Freien (z.B. Heimweg von der Schule oder vom Arbeitsplatz) können auch vor Mund und Nase gehaltene (feuchte) Tücher als Atemschutz verwendet werden
- Vor dem Betreten der Wohnung Schuhe und Oberkleidung vor der Eingangstüre ablegen und später durch Abbrausen oder feuchtes Abwischen vom radioaktiven Staub reinigen
- Räumlichkeiten mit massivem Mauerwerk und wenigen Fenstern bevorzugen. Dachausbauten, Veranden, Holzhäuser etc. aufgrund der geringen Abschirmwirkung meiden



Nach dem Durchzug der radioaktiven Wolke:

- Nach dem Durchzug der radioaktiven Wolke, also dann, wenn der Fallout sich aus der Luft auf dem Boden und anderen Flächen im Freien abgelagert hat, ist Reinlichkeit in jeder Hinsicht erforderlich
- Schuhe vor dem Betreten der Wohnung ausziehen
- Fußböden, Heizkörper, Lampen usw. feucht reinigen. Fenster und Fensterbänke waschen, Teppiche nicht klopfen, sondern absaugen oder nass reinigen. Nur Staubsauger mit Feinfiltersystemen verwenden!
- Täglich gründlich duschen, Hände, Haare und Bart besonders gründlich waschen
- Haus und unmittelbare Umgebung (Zufahrten, Aufgänge, Balkone, Terrassen etc.) mit Wasserschlauch abspritzen
- Bei allen Reinigungsarten Staubaufwirbelung vermeiden
- Kein Obst und Gemüse aus dem Garten essen. Gemüse aus Glashaus bevorzugen (Empfehlungen der Behörden beachten)
- Nach Möglichkeit Lebensmittel verwenden, die noch vor der radioaktiven Belastung (Vorrat) hergestellt wurden oder solche bevorzugen, die nur gering belastet sind
- In jedem Fall sollten die Ratschläge und Anordnungen der Behörden beachtet werden (Radio, Fernsehen, Printmedien, Anschläge, Lautsprecherdurchsagen)





SCHUTZ IN DEN EIGENEN VIER WÄNDEN

Schutzräume

Insgesamt stehen in Österreich ca. 2,7 Millionen Schutzraumplätze zur Verfügung, der Großteil davon in Privathäusern. Rund 158.000 Plätze befinden sich in Bundesbauten (Schulen und Dienststellen des Bundes), die den dort untergebrachten Schülern und Bediensteten zur Verfügung stehen. Bezieht man diese Zahl auf die in Österreich lebende Bevölkerung (Wohnbevölkerung gemäß Volkszählung 1991: 7,796.000 Einwohner) so sind für ca. 35 Prozent der Bevölkerung Schutzräume baulich vorhanden.

Da die Schutzraumverordnungen in den einzelnen Bundesländern jedoch nicht einen funktionsfähigen fertigen Schutzraum vorgeschrieben, sondern meist nur die baulichen Vorkehrungen für einen später fertigzustellenden Schutzraum verlangt haben, ist ein Großteil der ausgewiesenen Schutzraumplätze derzeit nicht voll einsetzbar. Auch wurde die Verpflichtung zum Bau von Schutzräumen in den letzten Jahren aus den Bauordnungen der meisten Bundesländer herausgenommen. Realistischerweise muss daher davon ausgegangen werden, dass in Österreich für etwa 5 Prozent der Bevölkerung sofort voll einsetzbare Schutzräume bereitstehen, für weitere 30 Prozent die baulichen Vorkehrungen für einen Schutzraum vorhanden sind.

Eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Schutzraumplätzen würde bei gleich bleibender Schutzraumbautätigkeit noch Jahrzehnte erfordern. Großschutzräume, etwa in vorhandenen Stollen, Garagen etc., könnten dieses Schutzraumdefizit zwar verringern. In der Praxis scheint jedoch ein Konzept, das einen mehrtägigen Aufenthalt einer großen Menschenmenge einkalkuliert, nur schwer durchführbar. Dies ist vor allem bei Katastrophen der Fall, bei denen die Vorwarnzeiten naturgemäß sehr kurz sind.

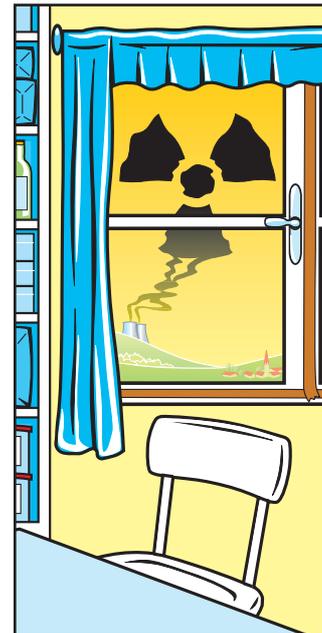
Die Sicherheitswohnung

Untersuchungen haben gezeigt, dass es unter bestimmten Voraussetzungen auch in Wohnungen gute Schutzmöglichkeiten vor radioaktiven und chemischen Schadstoffen gibt. Je nach der Bauweise sind Reduktionen auf 1/5 bis 1/20 und mehr möglich. Eine massive Bauweise und wenige Fenster verringern die externe Strahlung auf etwa 1/80.

Wenn Sie Ihre Wohnung als Schutzbereich gegen radioaktive Strahlung nützen wollen, sollten Sie jetzt schon einige Vorbereitungen treffen. Der Umfang der Maßnahmen hängt davon ab, wie gut Sie sich vor einem eventuellen Kernkraftwerksunfall schützen wollen.

Strahlenschutz im Internet

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit wurde vom Forschungszentrum Seibersdorf ein Programm zur Berechnung des Strahlenschutzwertes von Gebäuden erstellt. Mit Hilfe dieses Programmes ist es möglich, die Abschirmwirkung von Häusern und Wohnungen gegenüber radioaktiver Strahlung zu berechnen.

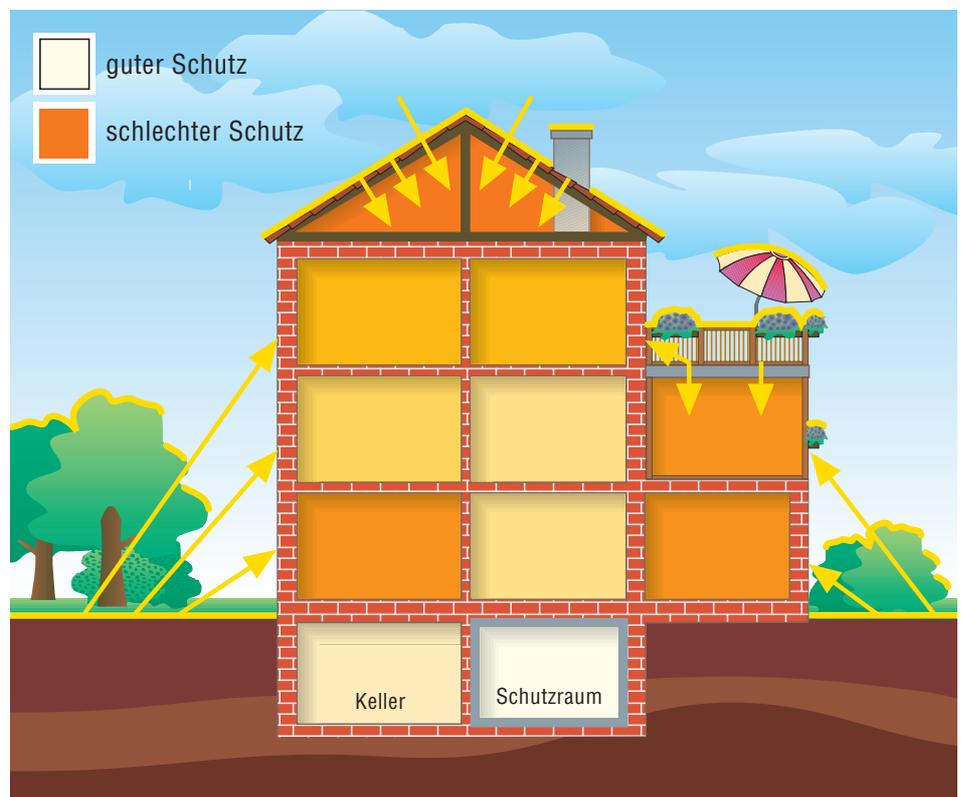




Es können unterschiedliche Räume in einem Haus in Hinblick auf ihre Strahlenreduktion verglichen werden - ein ausgebautes Dach wird einen wesentlich schlechteren Strahlenschutzwert aufweisen als eine Wohnung in einem mittleren Stockwerk oder gar ein Kellerraum. Auch können die Ergebnisse von bautechnischen Maßnahmen abgeschätzt werden - so kann z.B. durch Anschütten einer Terrasse das Herausragen des Kellers über Erdniveau verhindert und dadurch der Strahlenschutzwert deutlich erhöht werden. Es können auch Gebäude mit unterschiedlicher Bauart oder Lage miteinander verglichen werden - massive Gebäude in dicht verbauten Gebieten haben wesentlich höhere Strahlenschutzwerte als allein stehende Leichtbauten.

Das Programm kann von der Homepage des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit www.bmwa.gv.at unter der Rubrik „Für Ihre Anliegen“, Stichwort „Strahlenschutz“ aufgerufen, kostenlos heruntergeladen und frei benützt werden. Bei Fragen zur Anwendung des Programms unterstützt Sie der Österreichische Zivilschutzverband.

Unterschiedliche Strahlenbelastungen in einem Gebäude



Schutzkonzept im Wandel der Zeit

Das bisherige Schutzkonzept wurde Anfang der 60er Jahre mit dem Ziel entwickelt, Schutzräume für die Bevölkerung zu errichten, die vor den Auswirkungen von Kriegshandlungen, in deren Verlauf auch Kernwaffen zum Einsatz kommen können, schützen.

Durch die bei einem zivilen Störfall stark reduzierten Belastungen und verschobenen Relationen verliert dieses Schutzkonzept weitgehend an Bedeutung, während das Bestreben, einen Störfall ohne starke Beeinträchtigung des natürlichen Lebenslaufes zu überdauern, in den Vordergrund tritt.



Wird "nur" ein Störfall in einem grenznahen Kernkraftwerk als Bedrohung gesehen, so wird auch eine Reduzierung des baulichen Aufwandes (Sicherheitswohnung) möglich.

Das soll aber nicht heißen, dass die bisher errichteten Schutzräume schlecht oder gar falsch sind. Sie sind natürlich auch als Sicherheitsraum bestens geeignet, da ihr Schutzzumfang auch bei einem extremen Kernkraftwerksunfall über dem Schutzzumfang, den die Sicherheitswohnung bieten kann, liegt.

Konkret werden drei Schutzmöglichkeiten unterschieden:

- Sicherheitswohnung ohne Filter
- Sicherheitswohnung mit Filter
- Grundschutzraum

Sicherheitswohnung ohne Filter

Allgemeine Beschreibung

Unter Sicherheitsraum oder Sicherheitswohnung ohne eingebauten Filter (Behelfsschutz) versteht man einen Wohnraum bzw. mehrere zusammenhängende Räume, die ohne bauliche Adaptierungen, nur durch einfache Maßnahmen (Fenster schließen und verkleben, Notvorrat anlegen) Schutz bieten.

Wenn möglich, sollte bei der Auswahl des Raumes auf eine massive Bauweise der Außenwände geachtet werden. Veranden, ausgebaute Dachgeschoße oder andere Räume, deren Außenwände und Decken aus leichten Baustoffen (Holz, Dämmstoffe, Gipskarton etc.) bestehen, sind ungeeignet. Dicke Ziegel- oder Betonwände bieten wesentlich besseren Schutz. Auch ein möglichst großer Abstand zum Dach und anderen Außenflächen, auf denen radioaktiver Staub liegen bleiben könnte (angrenzendes Gelände, Balkone, Terrassen, Gesimse, Bäume und Büsche etc.) ist von Vorteil. Außerdem sollte der Raum möglichst wenig bzw. kleine Fensterflächen haben und ausreichend Platz für einen längeren Aufenthalt bieten. Wenn Lüftungsöffnungen vorhanden sind, müssen diese verschlossen werden können.

Notwendige Adaptierungsmaßnahmen

Auch wenn Sie keine aufwändigeren Vorsorgemaßnahmen für einen eventuellen Ernstfall planen, sollten Sie einen Raum der Wohnung als Sicherheitsraum vorbereiten und einige Sachen für den Ernstfall anschaffen. Zusätzlich zu den im Kapitel "Persönliche Schutzmöglichkeiten" angeführten Dingen sollten zumindest Klebebänder und Abdichtmaterial vorhanden sein, damit Sie bei einer radioaktiven Kontamination Lüftungsöffnungen und undichte Fenster abdichten können.

Sinnvoll wäre es, den als Sicherheitsraum ausgewählten Wohnraum bereits im Vorhinein an einem Tag mit stärkerem Wind auf Undichtheiten (Spalten unter dem Fensterbrett, Steckdosen etc.) zu überprüfen und diese Undichtheiten zu beseitigen. Solche Maßnahmen kommen auch Ihrem Heizenergieverbrauch zugute.



Fenster und Türen abdichten



Je größer der ausgewählte Raum ist, desto besser wird auch die Luftqualität im Falle einer Abdichtung sein. Eine Person benötigt ca. 1 m^3 Luft pro Stunde. Demnach ist in einem 20 m^2 großen Zimmer mit einer durchschnittlichen Raumhöhe von $2,5 \text{ m}$ ein Luftvorrat von 50 m^3 vorhanden. Mit diesem Luftvorrat kann eine Person ca. 50 Stunden auskommen. Da aber eine hermetische Raumabdichtung mit diesen einfachen Hilfsmitteln nicht möglich und auch nicht anstrebenswert ist, besteht auch nach dem Aufbrauchen dieses Luftvorrates keine Erstickungsgefahr! Gegebenenfalls kann die Luftqualität durch kurzzeitiges Öffnen der Zimmertüre in Nachbarräume (nicht ins Freie!) verbessert werden.

Notwendige Maßnahmen im Ernstfall

Bei einer Verunreinigung der Luft im Freien müssen sofort alle Fenster geschlossen werden und Lüftungsöffnungen sowie undichte Fenster abgedichtet werden. Die Schadstoffe können damit nur langsam in den Raum eindringen. Türen ins Freie sollten nur in unbedingt notwendigen Fällen kurzzeitig geöffnet werden. Wenn im Haushalt ein Klimagerät existiert, das (z.B. auf elektrostatischem Weg) Staub aus der Luft abscheidet, ist der Einsatz dieses Gerätes empfehlenswert, da sich viele radioaktive Schadstoffe an Staubpartikeln anlagern. Die Filter sind nach dem Durchzug der Wolke umgehend zu reinigen oder zu ersetzen. WC, Bad und Küche können mitbenützt werden, eine Abdichtung der jeweiligen Lüftungsöffnungen muss aber unbedingt erfolgen. Der Aufenthalt vor Fenstern ist zu meiden. Sobald durch Radio, Fernsehen oder Sirenen Entwarnung gegeben wird, sollte sofort gelüftet werden, damit die Raumluft wieder rasch gereinigt wird.

Vorteile

- Geringe Vorbereitungsmaßnahmen
- Auch noch im letzten Moment großteils durchführbar
- Kostengünstig
- Verbleiben in gewohnter Umgebung möglich
- Bei massiver Bauweise relativ guter Schutz gegen äußere Strahlung. Dichte Verbauung im städtischen Bereich führt zu einer zusätzlichen Verringerung der Strahlenbelastung

Nachteile

- Bei Leichtbauweise der Außenwände oder Decken, direkt unter Flachdächern oder in kleineren frei stehenden Gebäuden nur geringer Schutz gegen äußere Strahlung
- Je nach Dichtheit der Fenster nur geringer Schutz gegen Schadstoffe in der Luft
- Wenig Schutz gegen Gewalteinwirkung (Explosion, Splitter und Trümmereinwirkungen), die durch kriegerische Ereignisse, Terrorismus, technische Katastrophen, verursacht werden können

Kosten

Kosten ca. € 35,- für Klebebänder, ev. Plastikfolie



Schutzwirkung

Wie eine Untersuchung des Häuserbestandes in Wien gezeigt hat, kann bei einem massiv gebauten Haus im städtischen Bereich ein Schutzfaktor von 1/80 gegenüber äußerer Strahlung erreicht werden. Ein Schutzfaktor von 1/80 bedeutet, dass die äußere Strahlung im Gebäude ein Achtzigstel der im Freien gemessenen Strahlung beträgt. Bei kleineren frei stehenden Gebäuden, Gebäuden in leichter Bauweise oder direkt unter einem Flachdach ist der Schutzfaktor wesentlich geringer, aber dennoch nicht vernachlässigbar.

Durch rechtzeitiges Abdichten des Sicherheitsraumes und gründliches Lüften nach dem Wolkendurchzug kann auch eine Schadstoffreduktion in der Raumluft erreicht werden. Bei guten, relativ dichten Fenstern kann diese Belastung durch radioaktive Aerosole auf etwa ein Viertel, bei schlechten Fenstern (größere Undichtheiten) auf etwa die Hälfte reduziert werden.

Ein Verlassen der Wohnung ist grundsätzlich möglich (z.B. für den Weg ins Büro oder zum Einkaufen etc.). Es ergibt sich in der Regel noch immer ein ausreichender Schutz.

Zum Vergleich:

Beim ungeschützten Aufenthalt im Freien beträgt Ihre Strahlenbelastung **100 %**

Diese Belastung reduziert sich bei einem Aufenthalt in Gebäuden wie folgt:

- Daueraufenthalt (24 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Leichtbauweise - Schutzfaktor 1/5) mit undichten Fenstern und Türen
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **38 %**
- Daueraufenthalt (24 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Massivbauweise - Schutzfaktor 1/100) mit dichten Fenstern und Türen
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **14 %**
- Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Leichtbauweise - Schutzfaktor 1/5) mit undichten Fenstern und Türen
1 Stunde Aufenthalt im Freien
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **40 %**
- Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Massivbauweise - Schutzfaktor 1/100) mit dichten Fenstern und Türen
1 Stunde Aufenthalt im Freien
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **18 %**

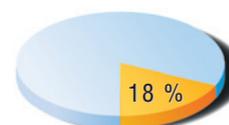
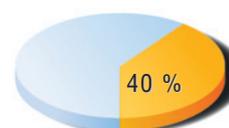
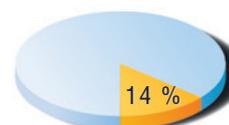
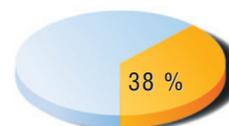
Anmerkung:

Den Berechnungen wurde folgende Annahme zugrunde gelegt:

Gesamtbelastung innerhalb der ersten 3 Tage

45% durch Inhalation

55% durch äußere Bestrahlung





Sicherheitswohnung mit Filter

Allgemeine Beschreibung

Unter Sicherheitsraum oder Sicherheitswohnung mit eingebautem Filter versteht man einen oder mehrere zusammenhängende Wohnräume, die über ein spezielles Filtergerät mit gereinigter Luft versorgt werden. Mit Hilfe eines solchen Lüfters wird verunreinigte Luft von außen angesaugt, über einen Filter gereinigt und permanent in den Wohnraum geblasen. Durch den dabei entstehenden leichten Überdruck wird auch das Eindringen kontaminierter Außenluft über kleinere Undichtheiten des Raumes verhindert. Je nach Dichtheit der Wohnung, der geförderten Luftmenge und den herrschenden Windverhältnissen können ein oder mehrere Räume mit Frischluft versorgt werden. Ein Lüfter mit einer Leistung von 60 m³/Stunde reicht auch bei stärkerem Wind für die Versorgung eines Raumes mit einem dichten Fenster und einer dichten Tür aus.

Bei der Auswahl des Raumes ist genauso wie bei der Sicherheitswohnung ohne eingebauten Filter auf eine möglichst massive Bauweise mit möglichst kleinen Fensteröffnungen und auf eine günstige Lage hinsichtlich der äußeren Strahlung zu achten. Das dort Gesagte gilt hier sinngemäß.

Notwendige Adaptierungsmaßnahmen

Der Sicherheitsraum darf keine unverschließbaren Öffnungen besitzen, wie z.B. Kaminanschlüsse, die nicht abgedichtet werden können. Material zum Abdichten von Fenstern, Lüftungsöffnungen in WC, Bad und Küche etc. sollte vorhanden sein (Klebeband, Plastikfolie). Der Sicherheitsraum ist auf Undichtheiten zu überprüfen und erforderlichenfalls zu sanieren.

Der Lüfter muss sich nicht im unmittelbaren Aufenthaltsbereich befinden, sondern kann auch in einem Nebenraum montiert sein und von dort die gereinigte Luft in den Sicherheitsraum fördern. Dadurch wird die Lärmbelästigung verringert und die Gestaltung des Wohnbereiches nicht beeinträchtigt.

Die Anforderungen für einen solchen Lüfter sind in den *Technischen Richtlinien für Teilschutz-Belüftungsanlagen* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit festgelegt.

Notwendige Maßnahmen im Ernstfall

Bei einer Verunreinigung der Luft im Freien müssen sofort alle Fenster und Lüftungsöffnungen geschlossen und der Lüfter in Betrieb genommen werden. Ist der Sicherheitsraum ausreichend dicht, kann sich ein leichter Überdruck im Raum aufbauen. Mit Hilfe eines einfachen Strömungsprüfrohrs (dünner Rauchfaden) oder einer Kerze kann man leicht undichte Stellen (Fensterspalten etc.) erkennen und abdichten. Insbesondere ist auch auf Lüftungsöffnungen im WC, Bad und Küche (Dunstabzug!) zu achten. Bei entsprechender Abdichtung der Lüftungsöffnungen können diese Räume im Anlassfall mitbenutzt werden. Der Aufenthalt vor Fenstern ist zu meiden.

Vorteile

- Bietet guten Schutz gegen Einatmen verunreinigter Luft
- Verbleiben in gewohnter Umgebung möglich
- Bei massiver Bauweise relativ guter Schutz gegen äußere Strahlung. Dichte Verbauung im städtischen Bereich führt zu einer zusätzlichen Verringerung der Strahlenbelastung



Ein Strahlenschutzfilter sorgt für unbelastete Raumluft



Nachteile

- Einbau des Lüfters in der Wohnung erforderlich
- Bei Leichtbauweise der Außenwände oder Decke, direkt unter Flachdächern oder in kleineren frei stehenden Gebäuden nur geringer Schutz gegen äußere Strahlung
- Wenig Schutz gegen Gewalteinwirkung (Explosion, Splitter und Trümmereinwirkungen), die durch kriegerische Ereignisse, Terrorismus, technische Katastrophen, verursacht werden können

Kosten

Richtpreis ab € 2.500,- bei einer Mindestleistung des Lüfters von 60 m³/h (reicht für einen Raum mit einem Fenster und einer Türe). Stand der Kosten: 2001

Schutzwirkung

Mit Hilfe eines solchen Filtergerätes wird gewährleistet, dass nur gereinigte Luft in den Sicherheitsraum gelangt und keine verunreinigte Luft eingeatmet wird. Abgesehen davon ist die Schutzwirkung noch von der mehr oder weniger massiven Bauweise des Hauses/der Wohnung abhängig. Die im Kapitel „Sicherheitswohnung ohne Filter“ angeführten Kriterien gelten auch hier sinngemäß.

Zum Vergleich:

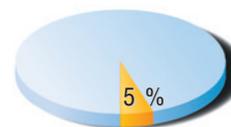
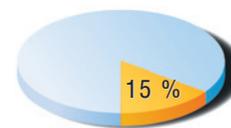
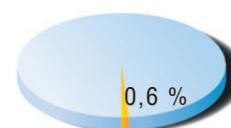
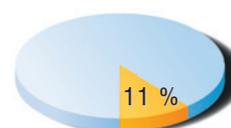
Beim ungeschützten Aufenthalt im Freien beträgt Ihre Strahlenbelastung **100 %**

Diese Belastung reduziert sich bei einem Aufenthalt in Gebäuden wie folgt:

- Daueraufenthalt (24 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Leichtbauweise - Schutzfaktor 1/5)
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **11 %**
- Daueraufenthalt (24 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Massivbauweise - Schutzfaktor 1/100)
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **0,6 %**
- Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Leichtbauweise - Schutzfaktor 1/5)
1 Stunde Aufenthalt im Freien
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **15 %**
- Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Gebäude (Massivbauweise - Schutzfaktor 1/100)
1 Stunde Aufenthalt im Freien
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **5 %**

Anmerkung:

Den Berechnungen wurde folgende Annahme zugrunde gelegt:
Gesamtbelastung innerhalb der ersten 3 Tage
45% durch Inhalation
55% durch äußere Bestrahlung





Grundschutzraum

Allgemeine Beschreibung

Unter Grundschutzraum versteht man einen speziell ausgebildeten Kellerraum, bei dem mit Hilfe eines Lüfters gereinigte Außenluft in den Raum geblasen wird. Dadurch entsteht im Schutzraum ein leichter Überdruck, der durch ein Überdruckventil möglichst konstant gehalten wird. Das Eindringen verunreinigter Luft in den Schutzraum und das Einatmen von Schadstoffen wird verhindert. Durch seine dickeren Wände und eine stärkere Decke sowie durch die Lage im Kellerbereich bietet er auch guten Schutz gegen äußere Strahlung, gegen herunterfallende Trümmer (Decke ist trümmersicher) und gegen Splitter.



Notwendige Adaptierungsmaßnahmen

Im Keller eines Gebäudes wird ein fensterloser Raum (mind. 9,5 m²) mit Betonwänden und Betondecke hergestellt und mit einem speziellen Schutzraumlüfter ausgestattet. Die Türe wird als spezielle Schutzraumtüre eingebaut, die luftdicht und brandbeständig ist. Die bautechnischen Einzelheiten werden von den jeweiligen Bauordnungen vorgeschrieben bzw. sind in den *Technischen Richtlinien für Grundschutz in Neubauten* und für *Grundschutz in bestehenden Gebäuden* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit festgelegt.

Wesentlich ist jedoch, dass der Schutzraum vor einem Anlassfall bezugsfertig ist. Außerdem ist es sinnvoll, eine gewisse Grundausstattung im Schutzraum zu haben, auch wenn im letzten Moment noch aus dem Haushalt einiges in den Schutzraum gebracht werden kann. Lebensmittel und Getränke, Radio, Schlafgelegenheiten, Hygieneartikel, etc. werden benötigt. Eine genaue Liste der Gegenstände, die im Schutzraum sein sollten, enthält die ÖNORM S 6070, die beim Österreichischen Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien, zu beziehen ist.

Notwendige Maßnahmen im Ernstfall

Bei Bezug des Schutzraumes müssen alle Öffnungen (Schutzraumtüre, falls vorhanden Türe zum Notausstieg und die Öffnungen für natürliche Lüftung) geschlossen und der Lüfter eingeschaltet werden. Bei ausreichender Vorwarnzeit kann die Ausstattung des Schutzraumes noch entsprechend ergänzt werden. Wenn es die Bedrohungslage, wie etwa bei Kernkraftwerksunfällen, erlaubt, sollte ein zeitweises Mitbenützen anderer Kellerräume (WC!) und auch der Wohnung (Küche, Bad) als bedingter Schutzbereich in Erwägung gezogen werden. Beim Wiederbetreten des Schutzraumes ist darauf zu achten, dass möglichst keine radioaktive Verunreinigung in den Schutzraum gebracht wird (Schuhe wechseln).

Bei Benützung des Schutzraumes ist auch ein kurzzeitiger Aufenthalt in der Wohnung möglich.



Vorteile

- Schutz gegen Einatmen verunreinigter Luft
- Schutz gegen äußere Strahlung (Schutzfaktor mind. 1/250, meist 1/1000 und besser)
- Schutz gegen Splitter und Trümmer
- Schutz gegen Brandeinwirkungen
- Auch bei Stromausfall voll einsatzfähig, Lüfter kann durch Handkurbel betrieben werden

Nachteile

- Kein Verbleiben in gewohnter Umgebung (Wohnung) möglich
- Leben auf engem Raum
- Vor allem beim nachträglichen Einbau erhebliche Baukosten

Kosten

Im Zuge des Neubaues je nach Schutzraumgröße (Stand 2001):

Schutzraum für 6-10 Personen (ohne Ausstattung)	
zusätzliche Baukosten ca.	€ 2.200,--
Schutzraumtechnik ca.	€ 2.500,--
insgesamt	€ 4.700,--
Schutzraum für 50 Personen (ohne Ausstattung)	
zusätzliche Baukosten ca.	€ 7.500,--
Schutzraumtechnik ca.	€ 5.000,--
insgesamt	€ 12.500,--

Für die Ausstattung können nicht mehr benötigtes Geschirr, Matratzen, Campingausrüstung etc. herangezogen werden oder eine eigene Schutzraumeinrichtung angeschafft werden. Kosten: € 0 bis 180,-- pro Schutzplatz (pro Person).

Beim nachträglichen Einbau schwanken die Kosten auf Grund der unterschiedlichen Bau-substanz sehr stark. Sie können zwischen € 4.000,-- (nahezu keine baulichen Maßnahmen erforderlich) und mehr als dem 20fachen liegen.

Schutzwirkung

Der Schutzraum bietet nicht nur Schutz bei verunreinigter Außenluft, sondern aufgrund seiner Lage und der massiven Ausbildung von Decke und Wänden vor allem auch Schutz gegen äußere Strahlung. Der Schutzfaktor beträgt mind. 1/250, das heißt, dass die äußere Strahlung im Schutzraum nur mehr 1/250 der im Freien gemessenen Strahlung beträgt. Weiters verfügt der Schutzraum über einen Trümmer- und Splitter-schutz (die Decke ist trümmersicher) sowie über einen Schutz bei Brandeinwirkung kürzerer Dauer.



TEIL 2: SCHUTZ IN DEN EIGENEN VIER WÄNDEN



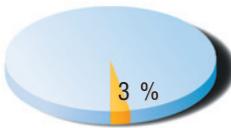
Zum Vergleich:

Beim ungeschützten Aufenthalt im Freien beträgt Ihre Strahlenbelastung **100 %**

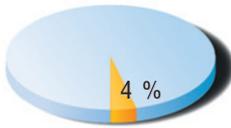
Diese Belastung reduziert sich bei einem Aufenthalt im Schutzraum wie folgt:



■ Daueraufenthalt (24 Stunden pro Tag) in einem Schutzraum (Mindestanforderung Schutzfaktor 1/250)
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt weniger als **0,3 %**



■ Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Schutzraum (Mindestanforderung Schutzfaktor 1/250)
1 Stunde Aufenthalt in der Wohnung (Leichtbauweise Schutzfaktor 1/5 mit undichten Fenstern und Türen)
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **3 %**



■ Vorwiegender Aufenthalt (23 Stunden pro Tag) in einem Schutzraum (Mindestanforderung Schutzfaktor 1/250) 1 Stunde Aufenthalt im Freien
Ihre Strahlenbelastung gegenüber dem Aufenthalt im Freien beträgt **4 %**

Anmerkung:

Den Berechnungen wurde folgende Annahme zugrunde gelegt:
Gesamtbelastung innerhalb der ersten 3 Tage
45% durch Inhalation
55% durch äußere Bestrahlung



SCHUTZMASSNAHMEN IN DER GARTEN- UND LANDWIRTSCHAFT

Der letzte Teil dieses Ratgebers soll grundsätzliche Informationen darüber geben, wie sich die bei einem Kernkraftwerksunfall freigesetzten radioaktiven Stoffe in der Natur verhalten und welche Selbstschutzmaßnahmen sich daraus für den Gartenbenützer und den bäuerlichen Kleinbetrieb ableiten lassen.

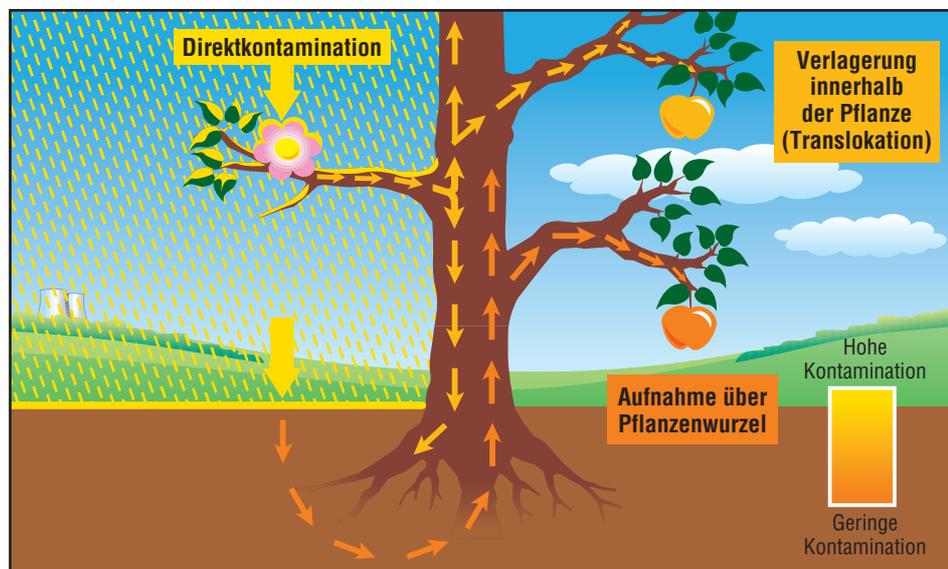
Pflanzliche Nahrungsmittel

Durch Ablagerung radioaktiver Partikel aus der Luft kommt es im Freien zu einer Kontamination von Pflanzen (Direktkontamination). Die abgelagerten Radionuklide werden teilweise ziemlich schnell in das Innere der Pflanze aufgenommen und verteilt. Innerhalb der ersten zehn bis zwanzig Stunden können diese Ablagerungen noch von der Pflanzenoberfläche abgewaschen werden. Ein Abwaschen der Blätter und Früchte nach dieser Zeitspanne führt hingegen zu keiner Verringerung der Aktivitätskonzentration des Produktes, da sich die abgelagerten Radionuklide bereits im Blatt- bzw. Fruchttinneren befinden.

Dies gilt jedoch nicht im Falle eines Reaktorsatellitenabsturzes, bei dem weitgehend unlösliche Teilchen abgelagert werden, die auch noch nach vielen Tagen problemlos abwaschbar sind.

Durch Verlagerung der Radionuklide innerhalb der Pflanze (Translokation) kann es aber auch zu einer Kontamination von Pflanzenteilen kommen, die nicht direkt dem Fallout ausgesetzt waren oder die erst später herangewachsen sind. So können auch Nahrungsmittel, die nicht direkt kontaminiert wurden, erhöhte Aktivitätskonzentrationen aufweisen (Beispiel Tschernobyl: Getreidekörner der Ernte im Juli und Äpfel im August).

Kontamination pflanzlicher Nahrungsmittel





In weiterer Folge kommt es durch Ablagern und Eindringen von Radionukliden in den Boden zu einer Aufnahme radioaktiver Stoffe über die Pflanzenwurzel, was ebenfalls zu einer Kontamination der Pflanze führt. Dieser Kontaminationspfad spielt aber für kurzlebige Radionuklide wie Iod-131 keine wesentliche Rolle und ist auch für Nuklide mit langer Halbwertszeit wie Cäsium-137 von viel geringerer Bedeutung als die Direktkontamination.

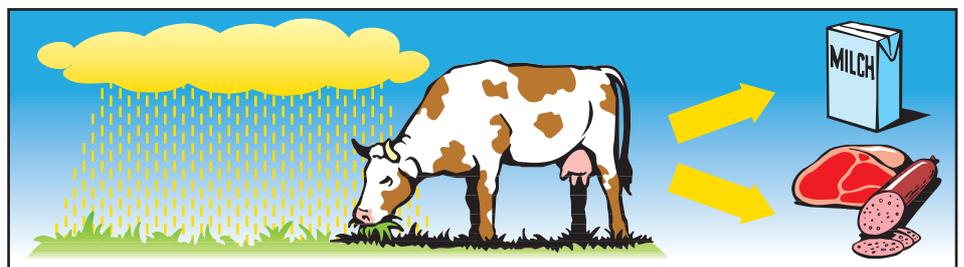
Grundsätzlich gilt, dass die Direktkontamination die höchsten Aktivitätskonzentrationen in Nahrungsmitteln verursacht, die Translokation zu etwa 10-100fach niedrigeren Konzentrationen führt, und die Aufnahme radioaktiver Stoffe über die Pflanzenwurzel nochmals etwa 10fach niedrigere Aktivitätskonzentrationen ergibt. Daher zeigen Nahrungsmittel im Laufe der Zeit eine starke Abnahme des Radionuklidgehaltes.

Tierische Nahrungsmittel

Bestimmte Radionuklide wie Iod und Cäsium können auch leicht mit dem Futter in den Körper des Tieres aufgenommen werden und führen zu einer Kontamination von Fleisch und Milch. Die meisten anderen Radionuklide sind schwer löslich und werden - auch wenn sie im Futter enthalten sind - kaum vom Körper des Tieres aufgenommen. Eine Kontamination durch diese Stoffe ist praktisch unmöglich. Dies gilt vor allem für Ruthenium, Zirkon, Niob und Plutonium. Bei unlöslichen radioaktiven Partikeln, wie sie beispielsweise bei einem Absturz eines mit einem Kernreaktor betriebenen Satelliten vorkommen, ist eine Kontamination tierischer Nahrungsmittel ausgeschlossen. Dies gilt auch für die bei einer Kernwaffenexplosion freigesetzten „heißen Teilchen“.

Bestimmte Nuklide werden teilweise in das Fleisch (vor allem Cäsium) und die Milch (vor allem Iod, aber auch Cäsium) transferiert. Da Kühe und Schafe relativ große Weideflächen abgrasen, weist Milch typischerweise höhere Aktivitätskonzentrationen auf. Dies gilt vor allem für das radioaktive I-131 in der Anfangsphase. Maßnahmen zur Reduktion des I-131-Gehaltes in der Milch sind daher oft auch dann erforderlich, wenn bei anderen Nahrungsmitteln keine Maßnahmen notwendig sind.

Kontamination tierischer Nahrungsmittel



Maßnahmen zur Reduktion der radioaktiven Belastung

Aus dem bisher Gesagten ergeben sich folgende Möglichkeiten zur Reduktion des Aktivitätsgehaltes in agrarischen Produkten, die in Abhängigkeit von

- der Jahreszeit



- den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten
 - dem bis zum Eintreffen der radioaktiven Wolke verbleibenden Zeitraum und
 - der wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit
- ergriffen werden sollten.

Vor dem Durchzug und in der Anfangsphase der radioaktiven Wolke

■ Vorzeitige Ernte

Wenn das landwirtschaftliche Produkt knapp vor der Ernte steht und eine vorzeitige Ernte (eventuell unter Ertragsverlust) möglich ist, so kann dadurch eine drastische Aktivitätsreduktion erzielt werden. Auch bei hohen Depositionen kann damit unter Umständen ein vermarktbare Produkt erreicht werden.

■ Vorzeitiger Schnitt

Ein vorzeitiges Mähen der Wiesen, auch wenn diese noch nicht die gewünschte Bewuchshöhe erreicht haben, verringert die Aktivitätskonzentration in Milch und Rindfleisch erheblich. Die radioaktive Belastung kann dadurch auf etwa ein Fünftel gesenkt werden. Durch ein Verfüttern des nächsten (belasteten) Schnittes wird zwar die Kontamination von Milch und Rindfleisch wieder ansteigen, sie wird aber nur mehr ein Zehntel bis ein Zwanzigstel jenes Wertes betragen, der aufgetreten wäre, wenn kein vorzeitiger Schnitt durchgeführt worden wäre.

■ Tiere in den Stall bringen

Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass das Tier frisches Grünfutter weidet. Sie ist jedoch nur dann effizient, wenn auch im Stall die Fütterung mit frischem Grünfutter eingestellt und auf Altfutter umgestellt wird.

■ Schließen von Glashäusern

Glashäuser, Folientunnel und ähnliche Einrichtungen bieten einen guten Schutz gegenüber der Ablagerung von radioaktiven Partikeln. Durch Schließen von Belüftungskappen und -fenstern sowie durch Abschalten von Belüftungssystemen kann diese Schutzwirkung noch weiter verbessert werden.

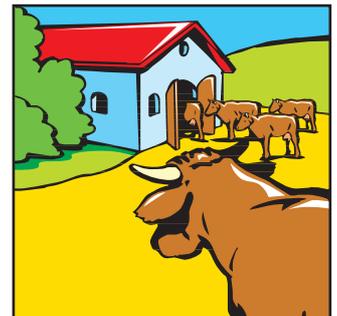
■ Abdecken von Pflanzen und Böden

Durch Abdecken der Blätter und Früchte mit Folien kann die Aufnahme von Radionukliden in die Pflanze erheblich verringert werden. Eine solche Maßnahme kann aber immer nur unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen und zeitlichen Machbarkeit gesehen werden. Sie ist daher primär als Empfehlung für Gartenbesitzer oder landwirtschaftliche Kleinstbetriebe gedacht.

Gleiches gilt auch für das Abdecken des Bodens (z.B. Brache). Diese Maßnahme ist als Langzeitschutzmaßnahme zu verstehen. Sie zielt vor allem auf eine Verringerung des Aktivitätsgehaltes in den Pflanzen der folgenden Jahre ab.

■ Verwendung von Beregnungsanlagen

Mit Hilfe von Beregnungsanlagen und Spritzaggregaten können radioaktive Partikel von Pflanzen abgewaschen werden. Diese Maßnahme ist aber nur dann sinnvoll, wenn der radioaktive Fallout nur von kurzer Dauer (maximal ein Tag) ist, und die Beregnung der Pflanzen unmittelbar darauf erfolgt.





Bei all diesen Maßnahmen wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass eine rechtzeitige Warnung seitens der Behörden möglich ist, und das Vordringen der radioaktiven Wolke unter den für Österreich üblichen meteorologischen Bedingungen erfolgt. Aufgrund der guten Informationskanäle zu den Nachbarstaaten ist bei den in Österreich üblichen Windgeschwindigkeiten auf jeden Fall mit einer rechtzeitigen Information über das Ereignis und die zu treffenden Schutzmaßnahmen zu rechnen.

Während oder nach dem Durchzug der radioaktiven Wolke

■ Kein Frischfutter

Eine Umstellung auf nicht kontaminiertes Futter (altes Grünfutter, Silage, vorzeitiger Grasschnitt oder Heu) führt vor allem zu einer erheblichen Reduktion der Aktivitätskonzentration in der Milch. Diese Maßnahme zielt insbesondere auf die Reduktion des I-131-Gehaltes ab und ist insbesondere in den ersten zwei bis drei Wochen wichtig und sinnvoll.

■ Mischen des Futters

Sofern nicht ausreichend Altfutter vorhanden ist, sollte Frischfutter mit weniger kontaminiertem Futter oder mit Wasser gemischt werden. Jede Verringerung der Aktivitätskonzentration im Futter führt zu einer entsprechenden Verringerung in Milch und Fleisch. Wasser kann dabei - unter Beigabe von möglichst wenig kontaminiertem Kraftfutter - einen erheblichen Beitrag leisten.

■ Füttern mit Cäsiumbindungsmitteln

Cäsiumbindungsmittel können das mit dem Futter aufgenommene radioaktive Cäsium so binden, dass es wieder aus dem Tierkörper ausgeschieden wird und nur in geringem Maße in die Milch oder das Fleisch gelangt. Die Effektivität dieser Mittel variiert jedoch stark und führt in der Regel zu Reduktionsraten von 40 bis 90 Prozent.

■ Abfüttern mit nicht oder wenig kontaminiertem Futter

Radioaktives Cäsium wird aus dem Tierkörper relativ schnell ausgeschieden. Die biologische Halbwertszeit (Zeit in der die Hälfte eines radioaktiven Stoffes aus dem Körper wieder ausgeschieden wird) beträgt beim Rind etwa 30 Tage, beim Schwein etwa 100 Tage. Wird daher etwa vier Wochen vor der Schlachtung das Rind mit nicht oder wenig kontaminiertem Futter abgefüttert, so kann die Aktivitätskonzentration im Fleisch um die Hälfte reduziert werden. Sofern keine anderen Möglichkeiten zur Verfügung stehen, sollte daher das höher belastete Futter nur in der Anfangszeit der Zucht, das nicht oder nur niedrig belastete Futter jedenfalls immer in den letzten ein bis zwei Monaten der Mast verwendet werden. Diese Vorgangsweise ist eine der effizientesten und zugleich kostengünstigsten Maßnahmen zur Aktivitätsreduzierung bei der Fleischproduktion. Sie ist jedoch nicht für die Milchproduktion geeignet!

■ Wechsel zu gering kontaminierten Futtermitteln

In höher kontaminierten Regionen kann eine Reduktion der Aktivitätskonzentration durch den Einsatz von Futtermitteln aus weniger belasteten Gebieten erreicht werden.

Molke, ein Nebenprodukt der Käseerzeugung, hat einen etwa gleich hohen Aktivitätsgehalt wie die für die Käseerzeugung verwendete Milch. Bei Schweinen, die mit Molke gefüttert werden, kann es bei einer zu hohen Cäsiumkontamination der Molke zu einer Fleischkontamination kommen, die über dem Grenzwert liegt. Ein Ersatz der Molke durch Wasser ist in solchen Fällen daher angebracht.



■ **Erzeugung von Nahrungsmitteln mit längerer Haltbarkeit**

Da das radioaktive I-131 rasch abklingt (Halbwertszeit etwa acht Tage), kann mit Iod kontaminierte Milch zur Käseerzeugung (ausgenommen Frischkäse) oder für andere Konservierungsverfahren verwendet werden. Während der Käselagerung kommt es zu einem weitgehenden Zerfall des radioaktiven Iods und somit zu einer erheblichen Reduktion des Aktivitätsgehaltes. Diese Maßnahme ist jedoch nur für kurzlebige Radionuklide (I-131), nicht aber für Cäsium geeignet.

■ **Verarbeitung von Nahrungsmitteln**

Viele Verarbeitungsmethoden führen zu einer Reduktion des Aktivitätsgehaltes von Cs-137 in Nahrungsmitteln. Dazu zählen vor allem

- Kochen (Fleisch, Gemüse)
- Pökeln (Fleisch)
- Braten (Fleisch) und
- Mahlen (Getreide)

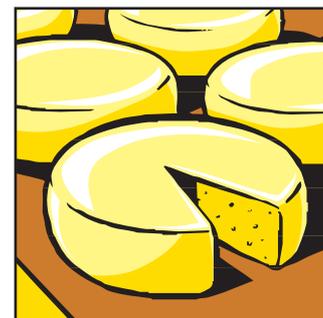
Beim Kochen und Pökeln wird der Großteil des radioaktiven Cäsiums vom Koch- bzw. Surwasser aufgenommen. Dieses Wasser sollte daher nicht weiter verwendet werden. Beim Getreide ist vor allem die Schale radioaktiv belastet. Mit zunehmenden Ausmahlgrad sinkt daher auch die Aktivitätskonzentration. Kleie weist die höchsten Konzentrationen auf.

Beim Absturz eines Satellitenreaktors, wo die Kontamination durch kleine radioaktive Partikel auf der Pflanzenoberfläche hervorgerufen wird, kann Schälen von Obst und Gemüse eine erhebliche Reduktion bringen. Bei sauberer Handhabung kann damit in den meisten Fällen ein radioaktiv unbelastetes Produkt erzielt werden.

Radioaktive Belastung in den Folgejahren

Radioaktives Cäsium wird in allen agrarischen Böden gut gebunden und kann von Pflanzen nur mehr im geringen Maße aufgenommen werden. Der Aktivitätsgehalt aller wichtigen Nahrungsmittel wird daher in den Folgejahren stark verringert. Dies führt wiederum dazu, dass auch die Aufnahme von langlebigen Radionukliden wie Cs-137 über die Nahrung (Ingestionsdosis) sehr schnell auf unerhebliche Werte absinkt.

Milch von Hochalmen, Wild, Wildbeeren oder Wildpilze weisen im ersten Jahr nach einem radioaktiven Niederschlag in der Regel kaum höhere Aktivitätskonzentrationen auf als Milch und Fleisch von Haustieren im Tal und Obst aus Talkulturen. Das radioaktive Cäsium kann jedoch in Alm- und Waldböden wegen des hohen organischen Gehaltes und der geringen Silikatmenge viel schlechter als in den agrarischen Böden der Täler gebunden und daher leichter von Pflanzen aufgenommen werden. Dadurch ergibt sich im Laufe der Jahre im Vergleich zu Tallagen eine viel geringere Abnahme der Aktivitätskonzentration in diesen Nahrungsmitteln. So weist Milch von Hochalmen in der Spätfolge oft eine höhere Kontamination auf als Milch aus Tallagen. Bestimmte Wildpilze können auch noch nach Jahren nur wenig verringerte Aktivitätswerte zeigen. Da diese Nahrungsmittel aber nur in geringen Mengen verzehrt werden, sind sie für die gesamte Cäsiumaufnahme und für die Gesamtbelastung des Menschen von geringer Bedeutung.



Weitere Auskünfte erteilen

Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf,
Abteilungen Strahlenschutz und Bevölkerungsschutz, 2444 Seibersdorf,
Telefon: 050550/3200, Fax: 050550/3206, e-mail: konrad.mueck@arcs.ac.at
Weitere Informationen auch auf: <http://www.arcs.ac.at/publik/fulltext>

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft, Abteilung Strahlenschutz,
Radetzkystraße 2, 1031 Wien,
Telefon: 01/71100/4497

Bundesministerium für Inneres, Abteilung für Zivilschutz,
Postfach 100, 1014 Wien,
Telefon: 01/53126/2703, Fax: 01/531 26/2706,
e-mail: zivilschutz@mail.bmi.gv.at
homepage: <http://www.bmi.gv.at>

Österreichischer Zivilschutzverband und seine Landesorganisationen,
Am Hof 4, 1010 Wien,
Servicetelefon: 0810/006306, Fax: 01/533 93 23/20,
e-mail: zivilschutz-bundesverband@zivilschutzverband.co.at
homepage: <http://www.zivilschutzverband.co.at/zivilschutz>

Quellenangaben

Dr. Konrad Mück, Reduktion der Aktivitätskonzentration in der Atemluft
im Inneren von Gebäuden im Vergleich zu der im Freien; Optimierung der
Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung im städtischen Bereich bei
schwersten Reaktorunfällen

Dr. Konrad Mück, Ing. Ernst Lovranich, Dr. Ferdinand Steger,
Die Schutzwirkung von Gebäuden gegenüber nuklearem Fallout

Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz,
Rahmenempfehlungen für die Festlegung und Durchführung von Maßnah-
men zum Schutz der Bevölkerung vor ionisierender Strahlung in Fällen
großräumiger radioaktiver Verunreinigung

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Technische
Richtlinien für Teilschutzbelüftungsanlagen, für Grundschatz in
bestehenden Gebäuden und für Grundschatz in Neubauten

Bundesamt für Strahlenschutz, BRD, Strahlung und Strahlenschutz

IAEA-PRIS
Power Reactor Information System 2001