

## Informationen zu den radioaktiven Emissionen aus der Asse

### Gefahrenort Atomanlage Asse II

Atomanlagen, zu denen sowohl Atomkraftwerke als auch Atommüll-Depots gehören, setzen Radioaktivität frei – nicht erst bei Unfällen wie in Harrisburg 1979, Tschernobyl 1986 oder Fukushima 2011, sondern auch im laufenden Betrieb. Dies geschieht in Form von Direktstrahlung und von radioaktiven Teilchen. Beide Formen von Radioaktivität, ionisierende Strahlung und ionisierende Teilchen, haben die Eigenschaft, lebendes Gewebe schädigen zu können. Daher ist Radioaktivität für Lebewesen grundsätzlich schädlich.

#### Auch Wasserstoff und Kohlenstoff können radioaktiv sein

Aus der Atomanlage Asse II wird seit der ersten Einlagerung am 4. April 1967 Radioaktivität frei, vor allem in Form von ionisierenden Teilchen. Zu diesen Teilchen gehören radioaktiver Wasserstoff, genannt „Tritium“ (abgekürzt „H-3“ oder „T“), und radioaktiver Kohlenstoff, bezeichnet mit „C-14“. C-14 verbindet sich spontan mit dem Sauerstoff der Luft zu  $\text{CO}_2$ . Ein radioaktives Wasserstoff-Atom (T) kann sich mit einem anderen Wasserstoffatom zu Wasserstoff-Gas ( $\text{HT}$  oder  $\text{T}_2$ ) verbinden, oder mit Sauerstoff zu einem Wasser-Molekül:  $\text{HTO}$  oder  $\text{T}_2\text{O}$  und wie Wasserdampf in der Luft gelöst sein. Die Abluft aus der Asse enthält neben radioaktivem Wasserstoffgas sowohl Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) mit radioaktivem Kohlendioxid als auch Wasserdampf mit radioaktivem Wasserstoff.

Lebewesen können diese radioaktiven Teilchen einatmen und einlagern, denn alle Lebewesen bestehen zu großen Teilen aus Wasserstoff und Kohlenstoff. Wurden die radioaktiven Teilchen in Körper eingelagert, zerfallen sie zu einem nicht vorhersagbaren Zeitpunkt und können dann einen Ionisierungsprozess im Zellgewebe auslösen, der mit Schädigungen verbunden sein kann. Dies kann im Gewebe von Organen wie Lunge oder Nieren geschehen, aber auch in Stammzellen, in Samen- und Eizelle sowie im Foetus. Schädigungen können sich zeigen in Krebserkrankungen und anderen Erkrankungen derjenigen, die radioaktiv kontaminierte Atemluft eingeatmet haben oder auch bei ihren Kindern, aber auch in Fehlgeburten. Das Phänomen „fehlender Mädchengeburt“ wurde zunächst nach den oberirdischen Atombombenversuchen in den 1950er und 1960er Jahren festgestellt, dann in Europa nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl.

#### Umfang der Freisetzung aus der Asse

Wie hoch ist nun die radioaktive Belastung der Umgebung durch den Atommüll in der Asse? Laut dem Bericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“, S. 235, wurden an Abgaben aus der Asse auf dem Luftweg unter anderem gemessen: Ca.  $3,2 \times 10^{10}$  Becquerel/Jahr (Bq/a) radioaktives Tritium, abgekürzt „H-3“ oder „T“ (zum Vergleich: AKW Brokdorf:  $1,9 \times 10^{11}$  Bq/a H-3) und ca.  $1,7 \times 10^9$  Bq/a radioaktiver Kohlenstoff C-14 (zum Vergleich: AKW Brokdorf  $1,7 \times 10^{11}$  Bq C-14/a). Becquerel als Maß für Radioaktivität gibt dabei die mittlere Anzahl der Atomkerne an, die pro Sekunde radioaktiv zerfallen.

Die gemessenen Emissionen der Asse liegt bei radioaktivem Kohlenstoff und radioaktivem Wasserstoff zwar um ein bis zwei Größenordnungen unter den entsprechenden Abgaben eines Atomkraftwerkes in Betrieb. Allerdings werden hier ja die Emissionen nicht wie bei einem Atomkraftwerk durch einen Dutzende von Metern hohen Schornstein weit verteilt. Die nach der Emission in bodennahen Luftschichten enthaltenen radioaktiven Stoffe schlagen sich nieder und reichern sich im Boden und in den Pflanzen an. Das gilt wegen der langen Halbwertszeit besonders für C-14.

## **Wichtig ist nicht nur die Menge, sondern die Wirkung auf Menschen**

Die sogenannte „effektive Dosis“, die die Wirkung auf Menschen beschreibt, liegt daher für Erwachsene direkt am Betriebsgelände der Asse mit 0,02 mSv/a (= 20 µSv/a) zehnmal so hoch wie bei den AKW Isar I und II (0,002 mSv/a = 2 µSv/a), zwanzigmal so hoch wie beim AKW Brokdorf (0,001 mSv/a = 1 µSv/a) und ca. dreißigmal so hoch wie beim AKW Grohnde (0,0007 mSv = 0,7 µSv/a).

Die Werte der Asse schöpfen die festgelegten Grenzwerte zwar nur im einstelligen Prozentbereich aus. Der Vergleich mit den effektiven Dosen für Personen in der Umgebung von Atomkraftwerken zeigt jedoch: Die Belastung für Personen in der Umgebung der Asse durch die auf dem Luftpfad abgegebenen Radionuklide H-3 und C-14 liegt etwa beim 10 – 30-fachen der Belastungen, denen Personen in der Umgebung von laufenden AKWs ausgesetzt sind.

## **Was bedeuten Grenzwerte?**

Auch wenn Grenzwerte für ionisierende Teilchen oder ionisierende Strahlung eingehalten werden, bedeutet das keine Ungefährlichkeit. Grenzwerte stellen politische Kompromisse dar: zwischen dem Interesse derer, die Atomanlagen betreiben und damit unweigerlich Radioaktivität freisetzen, und dem Interesse an der Gesundheit der Menschen, die von der Freisetzung von Radioaktivität betroffen sind. Grenzwerte zeigen nicht, ob Radioaktivität ungefährlich ist, sondern welche gesundheitliche Belastung gesetzlich zugelassen ist.

Würde man jedoch die europarechtlichen Richtlinien für krebserregende Luftschadstoffe auch für ionisierende Strahlung gelten lassen, dürfte die zusätzliche Strahlung nur 0,25 µSv/a betragen. Nur dann wäre die Grenze von einem zusätzlichen Todesfall auf eine Million Menschen einzuhalten, so argumentiert der „Strahlentelex“ Nr. 696/697 von Januar 2016. Die Belastung durch Emissionen aus der Asse beträgt etwa das Hundertfache davon.

## **Amtliche Zahlenwerke**

Wichtige Quellen für die Belastungen durch Radioaktivität sind zwei Berichte, die die Bundesregierung veröffentlicht. Zum einen der kurzgefasste „Parlamentsbericht“ „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“, Link: [https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2015072412951/1/Parlamentsbericht\\_2013.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2015072412951/1/Parlamentsbericht_2013.pdf) mit Grafiken zur Ableitung von radioaktiven Stoffen und zur maximalen Strahlenexposition von AKWs (Seiten 14/19) und zur Asse (Seiten 22/23).

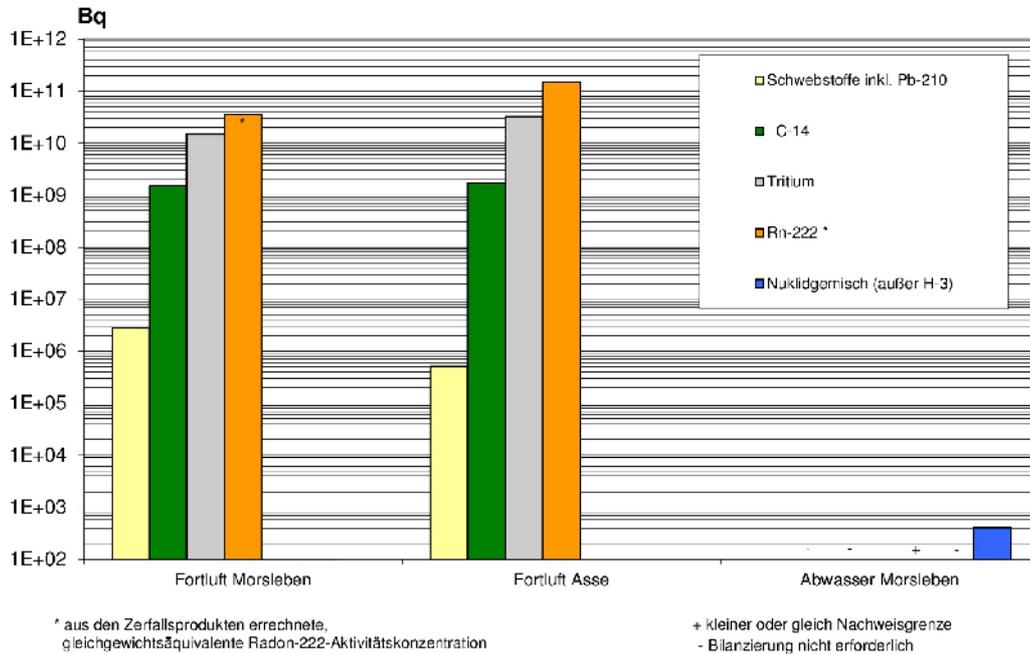
Zum anderen gibt es den ausführlichen Jahresbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013“ mit Messwerten, Link: <https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2015072112949/1/JB2013.pdf>. Die Werte für die Aktivitätsableitung aus der Asse finden sich auf S. 235 des Gesamtberichtes, die Werte für die maximale Strahlenexposition auf S. 221. Die entsprechenden Werte für Atomkraftwerke auf den S. 229/230 bzw. auf S. 218.

*Andreas Riekeberg*

# Ableitungen aus Morsleben und Asse im Vergleich mit Atomkraftwerken (Grafiken)

Abbildung II.2-2

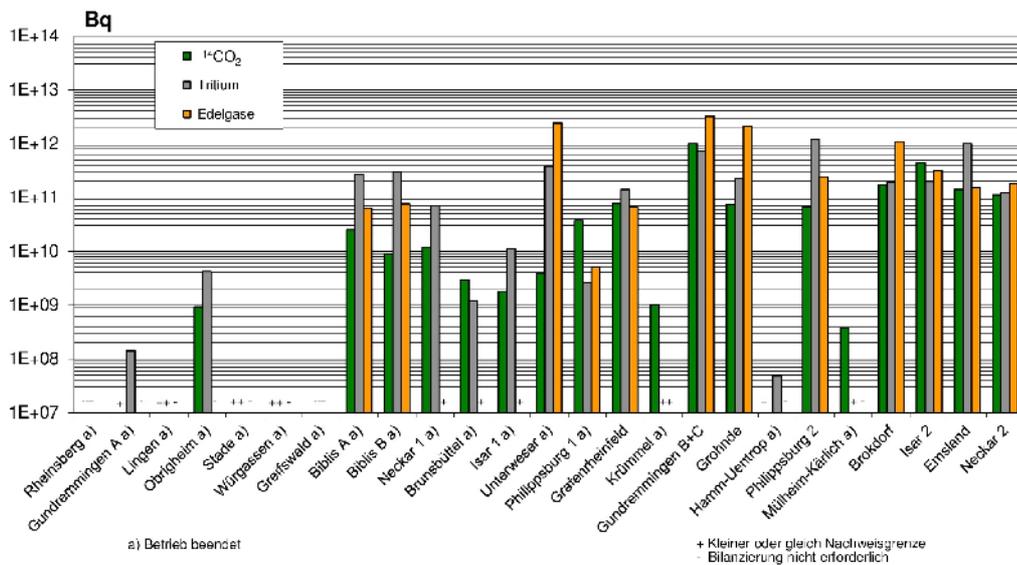
Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus dem Endlager Morsleben und der Schachanlage Asse im Jahr 2013



Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“ (Parlamentsbericht), S. 22

Abbildung II.1-2

Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernkraftwerken im Jahr 2013 (C-14)O<sub>2</sub>, Tritium und Edelgase

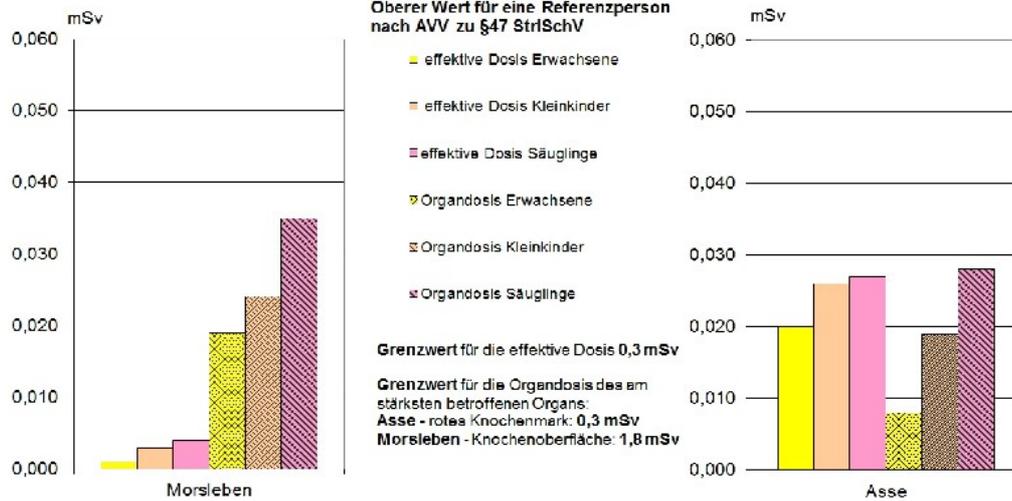


Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“ (Parlamentsbericht), S. 14

# Strahlenbelastung bei Morsleben und Asse im Vergleich mit Atomkraftwerken (Grafiken)

Abbildung II.2-3

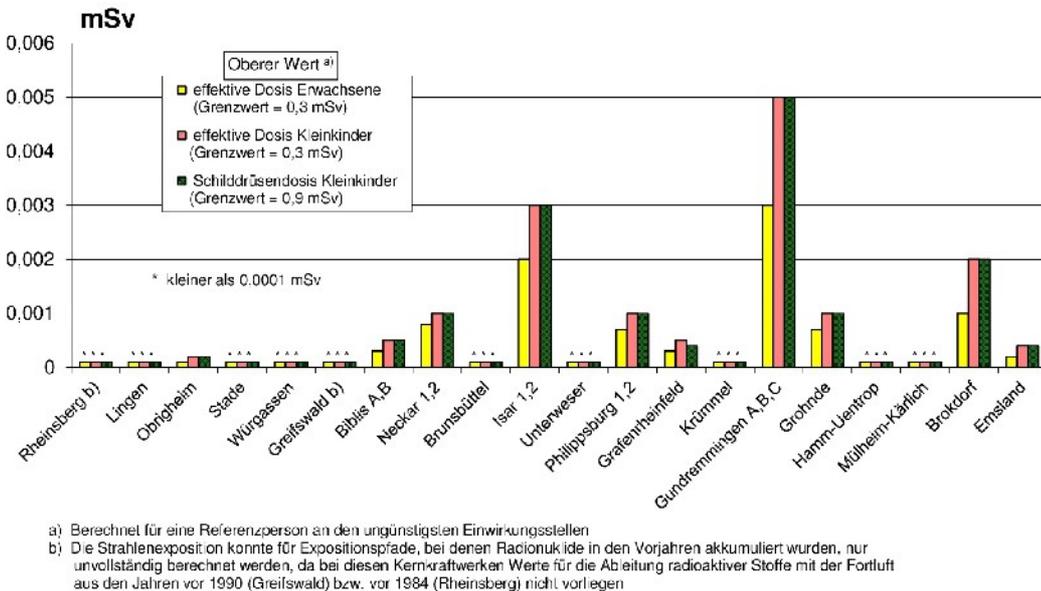
Maximale Strahlenexposition in der Umgebung des Endlagers Morsleben und der Schachtanlage Asse durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2013



Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“ (Parlamentsbericht), S. 23

Abbildung II.1-6

Strahlenexposition im Jahr 2013 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft



Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2013“ (Parlamentsbericht), S. 18

# Ableitungen aus Morsleben und Asse im Vergleich mit Atomkraftwerken (Zahlenwerte)

**Tabelle T II.26** Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der Schachtanlage Asse II und dem Endlager Morsleben  
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from the Asse mine II and the radioactive waste repository Morsleben)

| Radionuklid                             | Aktivitätsableitung in Bq |         |
|---|---------------------------|---------|
|   | 2013                      | 2012    |
| <b>Morsleben</b>                        |                           |         |
| H-3                                     | 1,5 E10                   | 1,4 E10 |
| C-14                                    | 1,5 E09                   | 1,5 E09 |
| Rn-222 <sup>a)</sup>                    | 3,6 E10                   | 4,0 E10 |
| an Schwebstoffen gebundene Radionuklide | 2,8 E06                   | 5,3 E06 |
| <b>Schachtanlage Asse II</b>            |                           |         |
| H-3                                     | 3,2 E10                   | 3,5 E10 |
| C-14                                    | 1,7 E09                   | 1,8 E09 |
| Rn-222 (Gas)                            | 1,5 E11                   | 1,3 E11 |
| an Schwebstoffen gebundene Radionuklide | 5,1 E05 <sup>b)</sup>     | 2,3 E06 |

a) gleichgewichtsaquivalente Radon-222-Aktivitätskonzentration  
b) Der Wert für an Schwebstoffen gebundene Radionuklide ist 2013 auf Grund der Erweiterung der nuklidspezifischen Bilanzierung auf die Alpha- und Betastrahler niedriger als in den Vorjahren.

Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013“, Seite 235

**Tabelle T II.20** Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernkraftwerken im Jahr 2013  
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear power plants in the year 2013)

| Kernkraftwerk                      | Aktivitätsableitung in Bq |   |       |                              |         |
|------------------------------------|---------------------------|---|-------|------------------------------|---------|
|                                    | Radioaktive Edelgase      | an Schwebstoffen gebundene Radionuklide <sup>a)</sup> | I-131 | C-14 (als Kohlenstoffdioxid) | H-3     |
| KKR Rheinsberg <sup>b)</sup>       | -                         | 1,3 E06   | -     | -                            | -       |
| KRB Gundremmingen A <sup>c)</sup>  | -                         | nn  | -     | nn                           | 1,4 E08 |
| KWL Lingen <sup>c)</sup>           | -                         | nn  | -     | nn                           | nn      |
| KWO Obrigheim <sup>d)</sup>        | -                         | 4,6 E04   | -     | 9,2 E08                      | 4,2 E09 |
| KKS Stade <sup>e)</sup>            | -                         | nn  | -     | nn                           | 2,6 E09 |
| KWW Würgassen <sup>f)</sup>        | -                         | nn  | -     | nn                           | nn      |
| KGR Greifswald <sup>b)</sup>       | -                         | nn  | -     | -                            | -       |
| KWB Biblis A <sup>g)</sup>         | 6,4 E10                   | nn  | nn    | 2,5 E10                      | 2,7 E11 |
| KWB Biblis B <sup>g)</sup>         | 7,6 E10                   | nn  | nn    | 8,9 E09                      | 3,0 E11 |
| GKN Neckarwestheim 1 <sup>g)</sup> | nn                        | 1,8 E05   | nn    | 1,2 E10                      | 7,1 E10 |
| KKB Brunsbüttel <sup>g)</sup>      | nn                        | 2,7 E06   | nn    | 2,9 E09                      | 1,2 E09 |

| Kernkraftwerk                     | Aktivitätsableitung in Bq |   |         |                              |         |
|-----------------------------------|---------------------------|---|---------|------------------------------|---------|
|                                   | Radioaktive Edelgase      | an Schwebstoffen gebundene Radionuklide <sup>a)</sup> | I-131   | C-14 (als Kohlenstoffdioxid) | H-3     |
| KKI Isar 1 <sup>g)</sup>          | nn                        | nn  | nn      | 1,8 E09                      | 1,1 E10 |
| KKU Unterwasser <sup>g)</sup>     | 2,4 E12                   | 3,8 E05   | nn      | 3,9 E09                      | 3,8 E11 |
| KKP Philippsburg 1 <sup>g)</sup>  | 5,1 E09                   | 1,1 E06   | nn      | 3,7 E10                      | 2,6 E09 |
| KKG Grafenrheinfeld               | 6,5 E10                   | 5,7 E05   | nn      | 7,7 E10                      | 1,4 E11 |
| KKK Krümmel <sup>g)</sup>         | nn                        | 5,5 E04   | nn      | 1,0 E09                      | nn      |
| KRB Gundremmingen B, C            | 3,2 E12                   | 2,2 E05   | 2,9 E07 | 1,0 E12                      | 7,1 E11 |
| KWG Grohnde                       | 2,1 E12                   | nn  | 7,8 E04 | 7,3 E10                      | 2,2 E11 |
| THTR Hamm-Uentrop <sup>h)</sup>   | -                         | nn  | -       | nn                           | 4,9 E07 |
| KKP Philippsburg 2                | 2,4 E11                   | 3,2 E04   | nn      | 6,6 E10                      | 1,2 E12 |
| KMK Mülheim-Kärlich <sup>h)</sup> | -                         | nn  | -       | 3,8 E08                      | nn      |
| KBR Brokdorf                      | 1,1 E12                   | nn  | 1,1 E07 | 1,7 E11                      | 1,9 E11 |
| KKI Isar 2                        | 3,1 E11                   | nn  | nn      | 4,4 E11                      | 2,0 E11 |
| KKE Emsland                       | 1,5 E11                   | nn  | nn      | 1,4 E11                      | 1,0 E12 |
| GKN Neckarwestheim 2              | 1,8 E11                   | nn  | nn      | 1,1 E11                      | 1,2 E11 |

a) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne I-131, einschließlich Sr-89, Sr-90 und Alphastrahler  
b) Betrieb beendet 1990 f) Betrieb beendet 1994  
c) Betrieb beendet 1977 g) Betrieb beendet 2011  
d) Betrieb beendet 2005 h) Betrieb beendet 1988  
e) Betrieb beendet 2003 - Messung / Angabe nicht erforderlich  
nn nicht nachgewiesen (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013“, Seite 229f

## Strahlenbelastung bei Morsleben und Asse im Vergleich mit Atomkraftwerken (Zahlenwerte)

**Tabelle T II.12** Strahlenexposition in der Umgebung des Endlagers Morsleben und der Schachtanlage Asse II durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser  
(Radiation exposure in the surroundings of the final repositories due to the discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water)

|  | Fortluft<br>Oberer Wert in $\mu\text{Sv}$ |      |                 |      | Abwasser<br>Oberer Wert in $\mu\text{Sv}$<br>der effektiven Dosis |      |
|--|---|------|-----------------|------|---|------|
|  | der effektiven Dosis                      |      | der Organdosis* |      | 2013  | 2012 |
|  | 2013                                      | 2012 | 2013            | 2012 |   |      |
| <b>Endlager Morsleben</b>  |   |      |                 |      |   |      |
| Erwachsene   | 1   | 1    | 19              | 31   | <0,1  | <0,1 |
| Kleinkinder<br>(Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)<br>mit Muttermilch ernährte<br>Säuglinge   | 3   | 4    | 24              | 38   | <0,1  | <0,1 |
|  | 4   | 5    | 35              | 55   | <0,1  | <0,1 |
| <b>Schachtanlage Asse II**</b>   |   |      |                 |      |   |      |
| Erwachsene   | 20  | 19   | 8               | 10   | -   | -    |
| Kleinkinder<br>(Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)  | 26  | 26   | 19              | 25   | -   | -    |
| Säuglinge ( $\leq 1$ Jahr)   | 27  | 28   | 28              | 40   | -   | -    |
| * 2012: rotes Knochenmark für alle drei Altersgruppen<br>2013: Knochenoberfläche für alle Altersgruppen<br>** keine Ableitungen mit dem Abwasser |   |      |                 |      |   |      |

Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013“, Seite 221

**Tabelle T II.6** Strahlenexposition in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft  
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

| Kerntechnische Anlagen   | Oberer Wert *                    |      |                                   |      |                                   |      |
|--|----------------------------------|------|-----------------------------------|------|-----------------------------------|------|
|  | der effektiven Dosis             |      |                                   |      | der Schilddrüsendosis             |      |
|  | für Erwachsene in $\mu\text{Sv}$ |      | für Kleinkinder in $\mu\text{Sv}$ |      | für Kleinkinder in $\mu\text{Sv}$ |      |
|  | 2013                             | 2012 | 2013                              | 2012 | 2013                              | 2012 |
| KKR Rheinsberg**   | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KWL Lingen   | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KWO Obrigheim  | 0,1                              | 0,1  | 0,2                               | 0,2  | 0,2                               | 0,2  |
| KKS Stade  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KWW Würgassen  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KGR Greifswald**   | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KWB Biblis A, B  | 0,3                              | 0,2  | 0,5                               | 0,4  | 0,5                               | 0,3  |
| GKN Neckarwestheim 1, 2  | 0,8                              | 1    | 1                                 | 2    | 1                                 | 2    |
| KKB Brunsbüttel  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KKI Isar 1, 2  | 2                                | 0,4  | 3                                 | 0,8  | 3                                 | 0,7  |
| KKU Unterweser   | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KKP Philippsburg 1, 2  | 0,7                              | 0,3  | 1                                 | 0,5  | 1                                 | 0,5  |
| KKG Grafenrheinfeld  | 0,3                              | 0,3  | 0,5                               | 0,5  | 0,4                               | 0,4  |
| KKK Krümmel  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KRB Gundremmingen A, B, C  | 3                                | 2    | 5                                 | 4    | 5                                 | 3    |
| KWG Grohnde  | 0,7                              | 0,6  | 1                                 | 1    | 1                                 | 0,9  |
| THTR-300 Hamm-Uentrop  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KMK Mülheim-Kärlich  | <0,1                             | <0,1 | <0,1                              | <0,1 | <0,1                              | <0,1 |
| KBR Brokdorf   | 1                                | 0,8  | 2                                 | 1    | 2                                 | 1    |
| KKE Emsland  | 0,2                              | 0,3  | 0,4                               | 0,5  | 0,4                               | 0,5  |
| * Berechnet für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen<br>** Unvollständige Berechnung für Expositionspfade, bei denen Radionuklide in den Vorjahren akkumuliert wurden, da Werte für die Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft vor 1990 (Greifswald) bzw. vor 1984 (Rheinsberg) nicht vorliegen |                                  |      |                                   |      |                                   |      |

Quelle: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013“, Seite 218