

A. Heckel¹, M. Siegfried², U. Gerstmann³

Bundesamt für Strahlenschutz

¹Leitstelle für Fortluft aus kerntechnischen Anlagen (Leitstelle J)

²Leitstelle für Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Abfälle und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen (Leitstelle H)

³Abteilung Umweltradioaktivität

Die mit Fortluft und Abwasser aus Kernkraftwerken abgeleiteten radioaktiven Stoffe können zur Strahlenexposition der Bevölkerung beitragen. Daher werden diese Ableitungen erfasst und nuklidspezifisch bilanziert. Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren werden maximale Aktivitätsabgaben mit Fortluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen festgelegt. Die zulässigen Ableitungen werden dabei so begrenzt, dass die Einhaltung des für die Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwertes sichergestellt ist.

Ausstieg aus der Stromerzeugung durch Kernenergie

Auf Grund der Reaktorkatastrophe in der Kernkraftwerksanlage Fukushima Daiichi in Japan vom 11.03.2011 beschloss die Bundesregierung noch im Juni 2011, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität in Deutschland bis zum Ende 2022 zeitlich gestaffelt zu beenden.

Die durch den russischen Angriff auf die Ukraine ausgelöste Gefährdung der Energieversorgung in Deutschland führte dazu, dass die letzten drei Kernkraftwerksblöcke (Isar 2, Emsland, Neckarwestheim 2) noch bis zum 15.04.2023 im sogenannten Streckbetrieb weiterbetrieben wurden und Strom produzierten. Auch in der Nachbetriebs- und Stilllegungsphase werden die Ableitungen der Anlagen grundsätzlich überwacht.

Ausführliche Angaben zur Nutzung der Kernenergie finden sich im „Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2022“

(<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2023071338507>).

Ableitungen und Exposition der Bevölkerung

Auf Grund der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom vom 05.12.2013 in nationales Recht wurde das Strahlenschutzrecht ab 2017 neu geordnet. So traten das neue Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [21] und die novellierte Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [22] überwiegend zum 31.12.2018 in Kraft.

Mit der Inkraftsetzung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten (AVV Tätigkeiten) am 08.06.2020 änderte sich die Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung grundlegend: So wurde nun das Lagrange-Partikelmodell für atmosphärische Ausbreitungsrechnungen, die repräsentative Person und realitätsnähere Annahmen beim Verzehr eingeführt. Die Dosisermittlung auf Grundlage der AVV Tätigkeiten wurde erstmals für das Kalenderjahr 2020 umgesetzt.

In den Jahren 2020 und 2021 waren in Deutschland noch sechs Kernkraftwerksblöcke mit einer elektrischen Bruttoleistung von jährlich etwa 8,6 GW in Betrieb. Sie haben zur Stromerzeugung etwa 12 Prozent beigetragen. Im Jahr 2022 reduzierte sich die elektrische Bruttoleistung der drei verbliebenen Kernkraftwerksblöcke auf insgesamt 4,2 GW. In den Tabellen 2.1 und 2.2 sind die bilanzierten Werte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022 zusammengestellt. Die von den zuständigen Behörden ge-

nehmigten jährlichen Aktivitätsabgaben wurden in allen Fällen eingehalten. Die tatsächlichen Jahresableitungen liegen im Allgemeinen weit unter den Genehmigungswerten von beispielsweise ca. 1015 Bq für Edelgase und ca. 1010 Bq für ^{131}I .

Tabelle 2.1

Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022

Kernkraftwerk	Jahr	Ableitung mit der Fortluft in Bq				
		Edelgase	Schwebstoffe ^{c)}	^{131}I	$^{14}\text{CO}_2$	^3H
Stade ^{a)}	2020	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	n.n.
	2021	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	n.n.
	2022	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	n.n.
Biblis Block A ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	$3,6 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^{11}$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$2,1 \cdot 10^9$	$8,7 \cdot 10^{10}$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$1,8 \cdot 10^9$	$9,4 \cdot 10^{10}$
Biblis Block B ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	$4,6 \cdot 10^9$	$2,7 \cdot 10^{11}$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$1,4 \cdot 10^9$	$7,4 \cdot 10^{10}$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$1,3 \cdot 10^9$	$5,3 \cdot 10^{10}$
Neckarwestheim 1 ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	$4,0 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^9$
	2021	n. b.	$6,3 \cdot 10^4$	n. b.	n. n.	$3,9 \cdot 10^9$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	$3,8 \cdot 10^9$
Brunsbüttel ^{a)}	2020	n. n.	$1,7 \cdot 10^6$	n. n.	$4,4 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^{10}$
	2021	n. n.	$1,8 \cdot 10^6$	n. n.	$3,5 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^{10}$
	2022	n. n.	$2,8 \cdot 10^6$	n. n.	$1,1 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^{10}$
Isar 1 ^{a)}	2020	n. n.	n. n.	n. n.	$3,7 \cdot 10^8$	$8,5 \cdot 10^9$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$4,3 \cdot 10^7$	$4,8 \cdot 10^9$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$1,6 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^9$
Unterweser ^{a)}	2020	n. n.	$4,8 \cdot 10^4$	n. b.	$6,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^{10}$
	2021	n. b.	$4,4 \cdot 10^5$	n. b.	$1,3 \cdot 10^9$	$2,3 \cdot 10^{10}$
	2022	n. b.	$4,0 \cdot 10^5$	n. b.	$5,8 \cdot 10^8$	$8,9 \cdot 10^9$
Philippsburg 1 ^{a)}	2020	n. b.	$8,0 \cdot 10^5$	n. b.	$2,5 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^{10}$
	2021	n. b.	$1,3 \cdot 10^5$	n. b.	$2,0 \cdot 10^{10}$	$6,3 \cdot 10^9$
	2022	n. b.	$6,3 \cdot 10^4$	n. b.	$1,5 \cdot 10^{10}$	$9,9 \cdot 10^8$
Grafenrheinfeld ^{a)}	2020	$9,0 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^4$	n. n.	$4,5 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^{11}$
	2021	n. b.	$9,5 \cdot 10^4$	n. b.	$3,4 \cdot 10^8$	$7,7 \cdot 10^{10}$
	2022	n. b.	$2,0 \cdot 10^5$	n. b.	$2,3 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^9$
Krümmel ^{b)}	2020	n. n.	n. n.	n. n.	$3,9 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^{10}$
	2021	n. n.	$8,9 \cdot 10^4$	n. n.	$5,4 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^{10}$
	2022	n. b.	$2,1 \cdot 10^4$	n. b.	$9,6 \cdot 10^8$	$2,2 \cdot 10^{10}$
Gundremmingen Block B ^{a)} und C	2020	$6,5 \cdot 10^{12}$	$5,2 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^{11}$	$8,5 \cdot 10^{10}$
	2021	$6,3 \cdot 10^{12}$	$4,3 \cdot 10^5$	$6,7 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{11}$
	2022	$1,3 \cdot 10^{11}$	n. n.	$5,3 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^{10}$	$7,0 \cdot 10^{10}$

Tabelle 2.1

Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022

Kernkraftwerk	Jahr	Ableitung mit der Fortluft in Bq				
		Edelgase	Schwebstoffe ^{c)}	¹³¹ I	¹⁴ CO ₂	³ H
Grohnde	2020	$1,5 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$4,8 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^{11}$
	2021	n. n.	n. n.	n. n.	$3,7 \cdot 10^{10}$	$1,8 \cdot 10^{11}$
	2022	n. n.	n. n.	n. n.	$9,8 \cdot 10^{10}$	$5,3 \cdot 10^{11}$
Philippsburg 2	2020	$1,3 \cdot 10^{11}$	$8,4 \cdot 10^4$	n. n.	$8,3 \cdot 10^{10}$	$6,1 \cdot 10^{11}$
	2021	$7,3 \cdot 10^{10}$	n. n.	n. b.	$7,8 \cdot 10^9$	$4,4 \cdot 10^{11}$
	2022	$1,7 \cdot 10^{10}$	n. n.	n. b.	$2,9 \cdot 10^9$	$1,9 \cdot 10^{11}$
Brokdorf	2020	$8,9 \cdot 10^{11}$	n. n.	$4,0 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$1,0 \cdot 10^{11}$
	2021	$2,0 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$1,3 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$
	2022	$1,9 \cdot 10^{10}$	$3,4 \cdot 10^5$	n. n.	$2,7 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{11}$
Isar 2	2020	$1,1 \cdot 10^{12}$	n. n.	n. n.	$2,5 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{11}$
	2021	$1,6 \cdot 10^{12}$	n. n.	n. n.	$7,3 \cdot 10^{10}$	$1,5 \cdot 10^{11}$
	2022	$1,1 \cdot 10^{12}$	n. n.	n. n.	$6,2 \cdot 10^{10}$	$1,9 \cdot 10^{11}$
Emsland	2020	$1,6 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$8,3 \cdot 10^{10}$	$6,0 \cdot 10^{11}$
	2021	$1,7 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$9,6 \cdot 10^{10}$	$7,7 \cdot 10^{11}$
	2022	$1,2 \cdot 10^{11}$	$3,7 \cdot 10^4$	n. n.	$7,5 \cdot 10^{10}$	$6,8 \cdot 10^{11}$
Neckarwestheim 2	2020	$1,4 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$1,5 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{11}$
	2021	$1,1 \cdot 10^{11}$	n. n.	n. n.	$1,6 \cdot 10^{11}$	$2,3 \cdot 10^{11}$
	2022	$9,6 \cdot 10^{10}$	n. n.	n. n.	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,9 \cdot 10^{11}$
KKR Rheinsberg ^{a)}	2020	n. b.	$4,0 \cdot 10^5$	n. b.	n. b.	n. b.
	2021	n. b.	$1,6 \cdot 10^5$	n. b.	n. b.	n. b.
	2022	n. b.	$1,6 \cdot 10^5$	n. b.	n. b.	n. b.
KGG Gundremmingen ^{a) d)}	2020	n. b.	n. n.	n. n.	$2,5 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^9$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$1,1 \cdot 10^7$	$9,5 \cdot 10^8$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$3,5 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^8$
KWL Lingen ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	n. n.
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	n. n.
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	n. n.
KWO Obrigheim ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	$2,2 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^8$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$2,1 \cdot 10^8$	$3,5 \cdot 10^8$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$2,4 \cdot 10^7$	$3,9 \cdot 10^8$
KWW Würgassen ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	$4,8 \cdot 10^7$	$8,9 \cdot 10^8$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$4,2 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^8$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$4,0 \cdot 10^7$	$7,0 \cdot 10^8$
KGR Greifswald ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	n. b.	n. b.
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	n. b.	n. b.
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	n. b.	n. b.

Tabelle 2.1**Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022**

Kernkraftwerk	Jahr	Ableitung mit der Fortluft in Bq				
		Edelgase	Schwebstoffe ^{c)}	¹³¹ I	¹⁴ CO ₂	³ H
THTR Hamm-Uentrop ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	$6,8 \cdot 10^7$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	$5,4 \cdot 10^7$
	2022	n. b.	$7,3 \cdot 10^1$	n. b.	n. n.	$4,4 \cdot 10^7$
KMK Mülheim-Kärlich ^{a)}	2020	n. b.	n. n.	n. b.	n. n.	$3,7 \cdot 10^8$
	2021	n. b.	n. n.	n. b.	$1,8 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^9$
	2022	n. b.	n. n.	n. b.	$7,7 \cdot 10^6$	$4,2 \cdot 10^8$

a) Anlage stillgelegt b) Anlage dauerhaft im Nichtleistungsbetrieb d) mit Technologiezentrum
c) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne ¹³¹I, einschließlich Strontium und Alphastrahler
n.n. nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)
n.b. nicht bestimmt

Tabelle 2.2**Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022**

Kernkraftwerk	Jahr	Ableitung mit dem Abwasser in Bq		
		Spalt- und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)	³ H	Alpha-Strahler
Neckarwestheim	2020	nn	1,74E+13	nn
	2021	nn	1,94E+13	nn
	2022	nn	1,13E+13	nn
Biblis	2020	1,89E+08	3,12E+12	2,40E+05
	2021	2,47E+07	2,48E+12	nn
	2022	9,94E+06	8,65E+10	3,39E+05
Brokdorf	2020	nn	2,05E+13	nn
	2021	nn	2,85E+13	nn
	2022	8,07E+08	3,42E+12	nn
Gundremming	2020	1,74E+08	9,97E+11	nn
	2021	1,01E+08	1,14E+12	nn
	2022	2,94E+08	7,62E+11	1,73E+05
Greifswald	2020	2,80E+04	1,60E+05	nn
	2021	nn	1,80E+08	nn
	2022	nn	8,30E+07	nn
Brunsbüttel	2020	3,98E+06	2,10E+10	nn
	2021	3,67E+07	3,27E+09	nn
	2022	1,91E+07	4,48E+09	nn
Emsland	2020	1,39E+06	1,36E+13	nn
	2021	3,76E+06	1,58E+13	nn
	2022	9,70E+05	9,89E+12	nn
Grafenrheinfeld	2020	1,20E+06	2,79E+11	8,48E+04
	2021	4,74E+05	6,59E+11	1,21E+05
	2022	3,16E+05	4,08E+11	6,21E+04

Tabelle 2.2

Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Kernkraftwerken in den Jahren 2020 bis 2022

Kernkraftwerk	Jahr	Ableitung mit dem Abwasser in Bq		
		Spalt- und Aktivierungs- produkte (außer Tritium)	^3H	Alpha- Strahler
Isar 1	2020	3,46E+07	1,10E+10	nn
	2021	2,79E+07	4,60E+10	nn
	2022	3,72E+07	2,70E+09	nn
Isar 2	2020	9,00E+04	2,20E+13	nn
	2021	2,40E+05	2,60E+13	nn
	2022	9,30E+04	2,60E+13	nn
Krümmel	2020	1,09E+06	1,84E+10	nn
	2021	7,69E+06	2,57E+10	nn
	2022	4,58E+06	5,07E+09	nn
Philippsburg 1	2020	1,22E+07	1,27E+11	nn
	2021	4,76E+06	6,86E+10	nn
	2022	3,79E+06	1,60E+09	nn
Philippsburg 2	2020	2,11E+08	5,64E+12	nn
	2021	2,78E+07	6,03E+11	nn
	2022	1,16E+07	8,51E+11	nn
Rheinsberg	2020	1,80E+06	nn	6,80E+04
	2021	1,30E+06	2,42E+05	7,43E+04
	2022	2,39E+06	3,95E+05	7,11E+04
Stade	2020	6,99E+03	8,47E+05	9,22E+01
	2021	1,45E+04	3,31E+06	8,82E+01
	2022	1,04E+04	5,90E+06	2,14E+02
Unterweser	2020	3,71E+06	4,64E+10	2,08E+05
	2021	1,12E+07	1,90E+11	2,68E+05
	2022	5,80E+06	3,64E+10	9,43E+04
Mühlheim-Kärlich	2020	4,56E+08	9,31E+06	nn
	2021	6,20E+05	3,62E+06	nn
	2022	1,25E+06	5,93E+06	nn
Grohnde	2020	nn	1,10E+13	nn
	2021	1,90E+06	1,98E+13	nn
	2022	1,13E+07	1,70E+13	nn
Lingen	2020	2,18E+05	2,12E+06	2,03E+03
	2021	6,22E+05	2,70E+07	3,97E+03
	2022	2,13E+03	nn	1,35E+03
Obrigheim	2020	5,16E+05	2,91E+07	5,24E+02
	2021	2,09E+05	1,71E+06	6,59E+02
	2022	nn	nn	nn
Summe	2020	1,09E+09	9,48E+13	6,31E+05
	2021	2,51E+08	1,15E+14	4,68E+05
	2022	1,21E+09	6,98E+13	7,41E+05

Die Daten über die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus Kernkraftwerken und die Werte der daraus resultierenden Exposition werden in den jährlichen Berichten der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ und ausführlicher in den gleichnamigen Jahresberichten des BMUV [1] veröffentlicht.

Bewertung

Die Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus Kernkraftwerken werden in den meisten Fällen nur zu einem geringen Bruchteil ausgeschöpft. Somit unterschreiten auch die aus den Aktivitätsableitungen berechneten Werte der jährlichen Exposition erheblich die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Dosisgrenzwerte von beispielsweise 0,3 mSv für die effektive Dosis. Die mit den ungünstigen Annahmen, die für die Referenzperson vorgegeben sind, berechneten Expositionswerte in der Umgebung der Kernkraftwerke liegen in der Regel unter 0,01 mSv pro Jahr; mit realistischeren Annahmen ergeben sich deutlich kleinere Dosiswerte. Eine effektive Dosis von 0,01 mSv entspricht weniger als einem Hundertstel der jährlichen effektiven Dosis durch natürliche Strahlenquellen, die in Deutschland im Mittel 2,1 mSv beträgt und je nach örtlichen Gegebenheiten bis zu 10 mSv erreichen kann.

Rückblick auf 60 Jahre friedliche Nutzung der Kernenergie

Im Jahr 1962 ging mit dem Versuchskernkraftwerk Kahl der erste Siedewasserreaktor (SWR) und im Jahr 1969 mit dem Kernkraftwerk Obrigheim der erste Druckwasserreaktor (DWR) in den Leistungsbetrieb. Im Jahr 1989 nahm dann mit Neckarwestheim II der jüngste Kernkraftwerksreaktor seinen Betrieb auf. Einhergehend mit dem Ausbau der friedlichen Nutzung der Kernenergie

in Deutschland, sprich der Inbetriebnahme von Kernkraftwerken (oder formal-juristisch mit „der ortsfesten Errichtung und dem Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zum Zwecke der gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“), und der Verabschiedung der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) wurde der Kreis der Leitstellen des Bundes für die Überwachung der Umweltradioaktivität um die Leitstellen für die Überwachung von Ableitungen aus Kernkraftwerken über die Abluft und über Abwässer erweitert. Beide Funktionen werden heute vom Bundesamt für Strahlenschutz wahrgenommen, die auch die Zusammenführung und Berichterstattung umfassen. Während ihrer gesamten Laufzeit wurden die kerntechnischen Anlagen technisch kontinuierlich verbessert, um die Ableitungen mit der Fortluft und dem Abwasser und damit die Exposition der Bevölkerung über den Luft- und Wasserpfad zu reduzieren. Abbildung 2.1 zeigt die jährlichen Aktivitätsableitungen einzelner Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen mit der Fortluft und dem Abwasser summiert über alle Kernkraftwerke von 1962 bis 2022. In den Abbildungen 2.2 und 2.3 sind beispielhaft die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft eines Druckwasserreaktors von Inbetriebnahme bis heute aufgezeigt, in Abbildung 2.4 die entsprechenden Ableitungen mit dem Abwasser. Aus diesen Abbildungen ist ersichtlich, dass auch nach Außerbetriebnahme des Kernkraftwerks radioaktive Stoffe mit der Fortluft, aber auch mit dem Abwasser abgeleitet werden. Deshalb ist eine Emissionsüberwachung auch über den Zeitpunkt der Abschaltung hinaus notwendig. Die Standorte der Kernkraftwerke und die Bruttostromerzeugung in den Jahren 2020 bis 2022 sind aus Abbildung 2.1 zu ersehen.

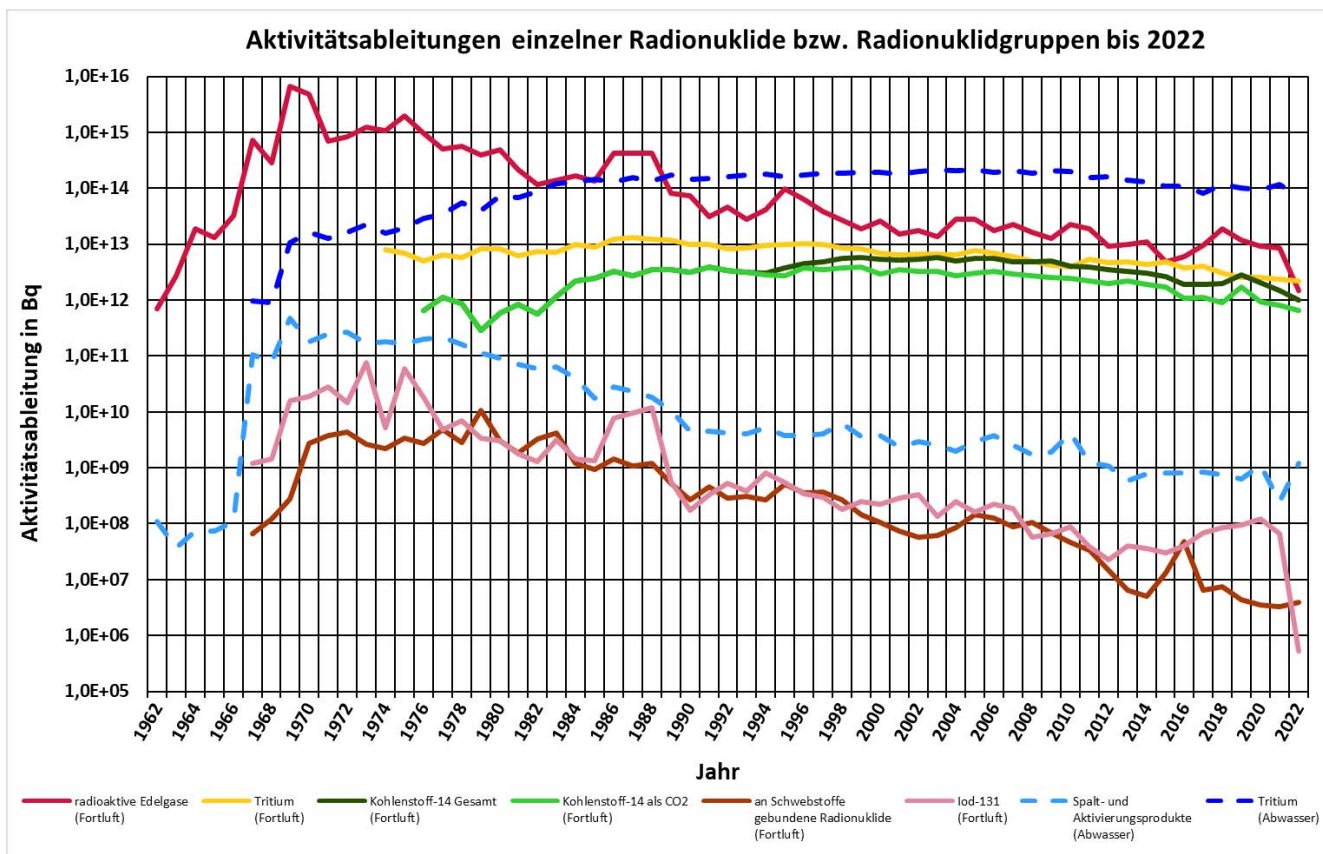


Abbildung 2.1

Jährliche Aktivitätsableitungen einzelner Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen mit der Fortluft und dem Abwasser von 1962 bis 2022, jeweils bezogen auf alle Kernkraftwerke.

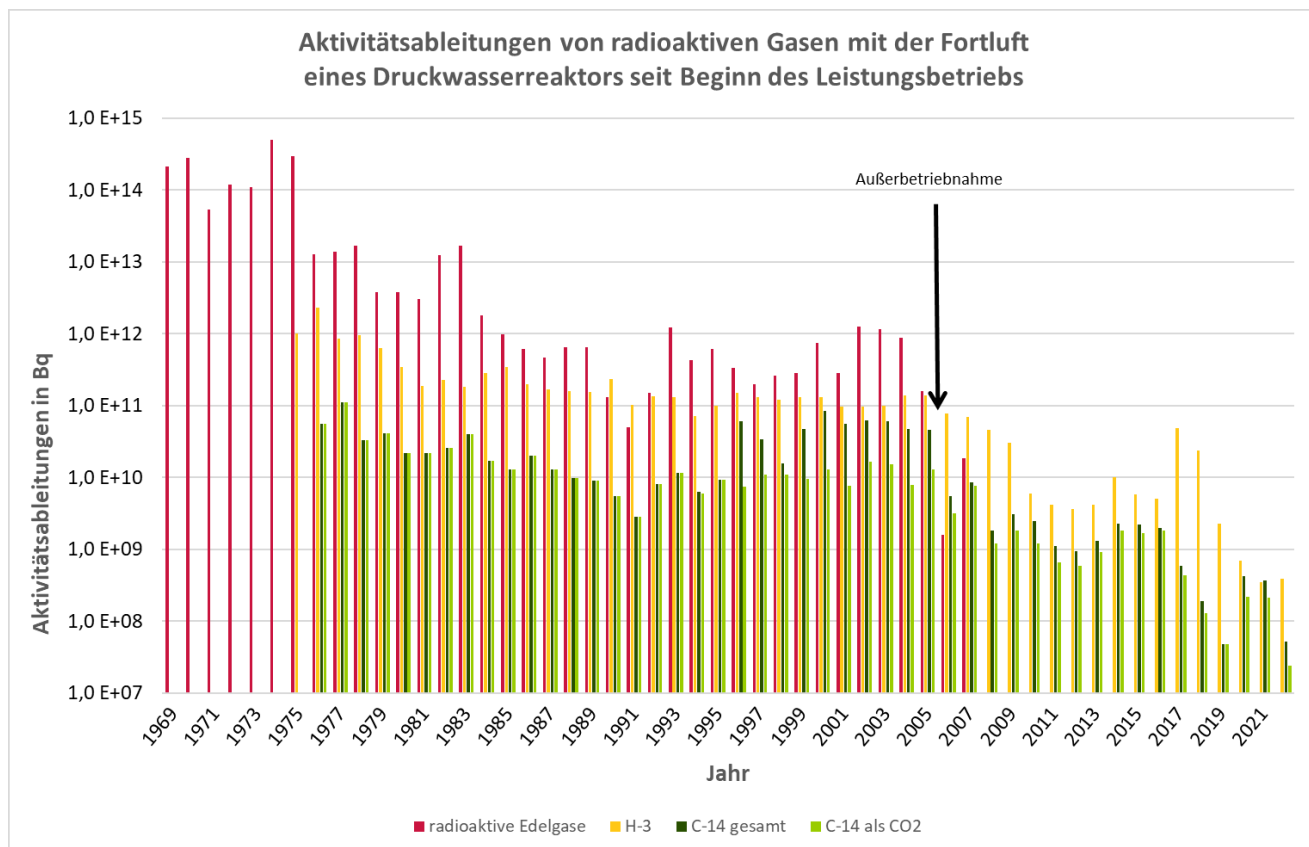


Abbildung 2.2

Jährliche Aktivitätsableitungen von radioaktiven Gasen mit der Fortluft eines Druckwasserreaktors, seit Beginn des Leistungsbetriebs und mit Angabe der Außerbetriebnahme.



Abbildung 2.3

Jährliche Aktivitätsableitungen von Iod-131 und an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen mit der Fortluft eines Druckwasserreaktors, seit Beginn des Leistungsbetriebs und mit Angabe der Außerbetriebnahme.

Abgeleitete Aktivitäten von H-3 und allen restlichen radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser aus einem Druckwasserreaktor seit Beginn des Leistungsbetriebes

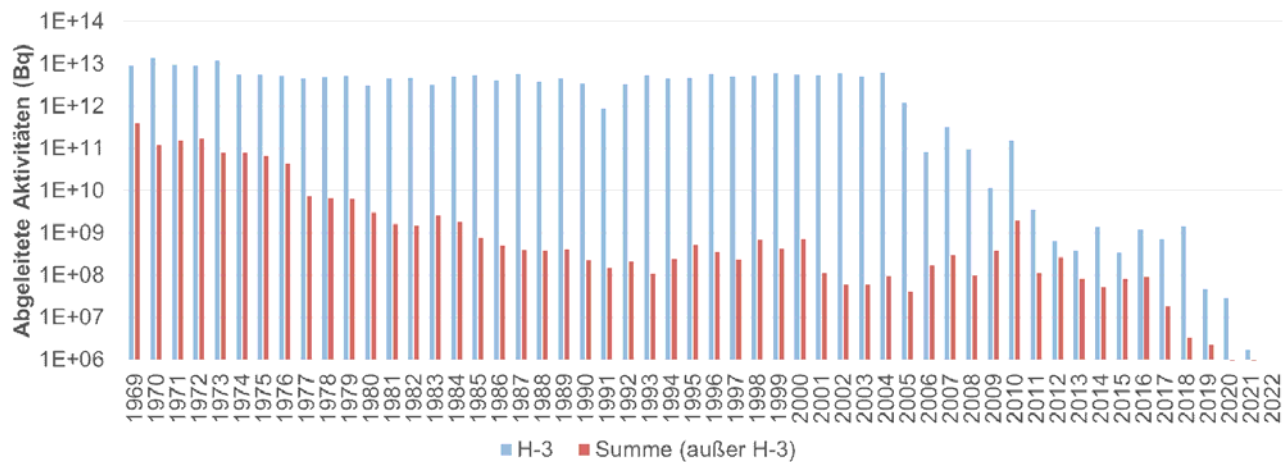


Abbildung 2.4

Jährliche Aktivitätsableitungen von Tritium und anderen radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser aus einem Druckwasserreaktor, seit Beginn des Leistungsbetriebes.