

18 RADIOAKTIVE STOFFE IN ABFÄLLEN, IN ABWASSER UND KLÄRSCHLAMM

Th. Bünger, H. Viertel, A. Labahn

Bundesamt für Strahlenschutz

Leitstelle für Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Abfälle und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen

Radioaktive Stoffe in Abfällen

Unter dem Begriff "Abfälle" werden an dieser Stelle nicht nur "Abfälle" (zur Beseitigung) sondern auch wieder verwertbare Reststoffe verstanden, da Abfälle je nach Art der Behandlung auch wieder einer Nutzung zugeführt werden können. Zu überwachen sind folgende Medien:

- Sickerwasser und oberflächennahes Grundwasser von Hausmülldeponien,
- Asche, Schlacke, feste und flüssige Rückstände aus Rauchgasreinigungen von Verbrennungsanlagen für Klärschlamm und Hausmüll, sowie
- in den Handel gelangender Kompost aus Kompostierungsanlagen.

Tabellen mit Messwerten von ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{40}K , ^{131}I und ^3H (Tritium) in den genannten Medien sind in den Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ des BMU [49] enthalten.

Tritium im Sickerwasser bzw. oberflächennahen Grundwasser von Hausmülldeponien stammt vorwiegend aus Altlasten der Uhren- und Gerätfertigung. Die Konzentrationsbereiche lagen in den Jahren 2008 bis 2010 zwischen 5,4 und 250 Bq/l, die Mediane lagen bei 22, 28 und 28 Bq/l.

In zahlreichen Proben von Flugasche/Filterstaub aus Verbrennungsanlagen konnte das in der Nuklearmedizin angewandte Nuklid ^{131}I nachgewiesen werden. Die Messwerte lagen in den Jahren 2008 bis 2010 zwischen 28 bis 640 Bq/kg TM. Die spezifischen Aktivitäten des natürlich vorkommenden Nuklids ^{40}K lagen in diesem Zeitraum im Bereich von 47 bis 3800 Bq/kg TM. In den festen Rückständen der Rauchgasreinigung (vorwiegend Klärschlammverbrennungsanlagen) findet eine starke Anreicherung von ^{131}I statt; es wurden Werte von 0,10 bis zu 3000 Bq/kg TM festgestellt.

Abgesehen von diesen Nukliden ist festzustellen, dass der Gehalt an ^{137}Cs in Reststoffen und Abfällen weiterhin durch den Fallout nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl bestimmt wird. Dies kommt wie auch bei Klärschlamm durch höhere Werte östlich bzw. südlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel im Vergleich zur übrigen Bundesrepublik Deutschland zum Ausdruck. Die Mediane für Flugasche/Filterstaub aus Verbrennungsanlagen lagen in den Jahren 2008 bis 2010 in den schwächer belasteten Gebieten bei 19, 13 und 15 Bq/kg TM, in den hö-

her belasteten Gebieten bei 300, 280 und 260 Bq/kg TM.

Radioaktive Stoffe in Abwasser und Klärschlamm

Abwässer wurden nicht in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit (Rohabwässer) sondern stets als gereinigte kommunale Abwässer (Klarwässer) aus den Abläufen der Kläranlagen untersucht. Auch die Messwerte für Klärschlämme beziehen sich vorzugsweise auf konditionierte oder stabilisierte Schlämme in der Form, in der sie die Kläranlagen verlassen bzw. in die Klärschlammverbrennung gegeben werden, z.B. auf teilentwässerte Schlämme (Zentrifugenkuchen), Faulschlämme usw.

In **Tabelle 18.1** sind die ausgewerteten Messdaten der amtlichen Messstellen der Bundesrepublik Deutschland exemplarisch für das Jahr 2010 zusammengestellt, für die übrigen Jahre wird auf die Jahresberichte „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ des BMU [49] verwiesen. Angegeben wird jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Zahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, die tatsächlich bestimmten Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittelwerte und zusätzlich die Mediane der Gehalte an ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{40}K , ^{131}I , ^{90}Sr sowie von ^{234}U , ^{235}U und ^{238}U .

Die Konzentrationen bzw. spezifischen Aktivitäten der natürlichen Radionuklide ^{40}K , ^{234}U , ^{235}U und ^{238}U in Abwasser und Klärschlamm lagen im bekannten Bereich. Anwendernuklide, wie das hauptsächlich in der Nuklearmedizin eingesetzte ^{131}I wurden nur in einem Teil der Abwasser- und Klärschlammproben festgestellt, in Einzelfällen auch $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl und ^{202}Tl . Die Messwerte für ^{131}I lagen in den Jahren 2008 bis 2010 zwischen 0,079 und 2300 Bq/kg TM (Median für Klärschlamm 2010: 39 Bq/kg TM).

Von den infolge des Kernkraftwerkunfalls in Tschernobyl 1986 in die Umwelt gelangten Spalt- und Aktivierungsprodukten hat für kommunale Abwässer nur noch das (langlebige) Leitnuklid ^{137}Cs mit der Halbwertszeit von 30 Jahren Bedeutung. ^{134}Cs mit der Halbwertszeit von 2 Jahren ist in Abwasser und Klärschlamm nicht mehr nachzuweisen. Die Aktivitätskonzentrationen von ^{137}Cs im Abwasser lagen zu 98% unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen. Als Nachweisgrenze im Abwasser werden im Messprogramm für den Normalbetrieb

Tabelle 18.1
Allgemeine Überwachung von Abwasser und Klärschlamm 2010

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- werte ¹	Mittel- /Einzel- werte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Bundesrepublik Deutschland	⁴⁰ K	364	183	0,13	10		<0,79
	⁶⁰ Co	364	364				<0,032
	¹³¹ I	352	204	0,011	1,3		<0,099
	¹³⁷ Cs	364	356	0,002	0,18		<0,028
	⁹⁰ Sr	74	37	0,00078	0,097	0,0071	<0,0044
	²³⁴ U	71	17	0,00017	0,053	0,0092	0,0051
	²³⁵ U	71	62	0,00013	0,0022		<0,001
	²³⁸ U	71	16	0,0004	0,03	0,0071	0,0043
Klärschlamm (Bq/Kg TM)							
Bundesrepublik Deutschland	⁴⁰ K	357	0	33	660	180	140
	⁶⁰ Co	357	355	0,21	1,4		<0,49
	¹³¹ I	327	39	0,51	1700	79	39
	¹³⁷ Cs	357	35	0,3	59	5	2,6
	⁹⁰ Sr	66	10	0,97	5,7	2,1	<2
	²³⁴ U	64	0	3,4	210	52	34
	²³⁵ U	82	11	0,1	9,2	2,7	2
	²³⁸ U	79	0	3,1	200	48	30
Bundesrepublik Deutschland (Nord ²)	⁶⁰ Co	325	323	0,21	1,4		<0,45
	¹³⁷ Cs	325	35	0,3	22	3,2	2,4
	⁹⁰ Sr	61	10	0,97	5,7	2,1	1,8
Bundesrepublik Deutschland (Süd ³)	⁶⁰ Co	32	32				<0,99
	¹³⁷ Cs	32	0	4,7	59	21	16
	⁹⁰ Sr	5	0	0,99	2,8	2	2,5
<p>1) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet.</p> <p>2) Nördlich bzw. westlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel</p> <p>3) Östlich bzw. südlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel</p>							

(Routinemessprogramm nach AVV-IMIS) 0,1 Bq/l gefordert. Die wenigen für ¹³⁷Cs ermittelten Messwerte lagen im Jahr 2010 zwischen 0,002 und 0,18 Bq/l und damit im gleichen Bereich wie in den Vorjahren.

In den Kontaminationen der Klärschlämme mit ¹³⁷Cs stellt man auf Grund regional unterschiedlichen Eintrags deutliche Unterschiede fest. Als Folge von starken Niederschlägen Anfang Mai 1986 östlich bzw. südlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel treten in diesen Gebieten die höchsten spezifischen Aktivitäten auf. Gemäß dieser Trennlinie sind die Werte in der [Tabelle 18.1](#) für die nördliche und die südliche Bundesrepublik aufgeschlüsselt. Die Maximalwerte der spezifischen Aktivitäten (Jah-

resmittelwerte) zeigten 2010 - wie in den Vorjahren - die Klärschlämme aus der Kläranlage Tannheim (Baden-Württemberg). Seit 1999 ergaben sich folgende Jahresmittelwerte für ¹³⁷Cs: 180, 140, 140, 110, 110, 98, 86, 71, 65, 56, 56 und 47 Bq/kg TM.

Der zeitliche Verlauf der Jahresmittelwerte für die ¹³⁷Cs-Gehalte der Klärschlämme der einzelnen Bundesländer (Jahresmittelwerte) seit 2003 ist in [Abbildung 18.1](#) dargestellt. Die bisherige Tendenz zur Abnahmen der Kontamination der Klärschlämme ist nur noch schwach ausgeprägt und nur in wenigen Fällen zu beobachten, z.B. in Thüringen. Die gleiche Entwicklung ist auch in den höher kontaminierten Gebieten wie z.B. im südlichen Bayern zu erkennen. Im Zeitraum von 1988 bis 2009 wurden anfangs noch

stark, später nur schwach abnehmende Jahresmittelwerte ermittelt: 970, 520, 330, 220, 140, 130, 108, 89, 75, 68, 63, 43, 38, 37, 44, 30, 25, 24, 24, 20, 16, 21 und 15 Bq/kg TM. Bei dem inzwischen erreichten sehr niedrigen Niveau der spezifischen Aktivität der Klärschlämme sind die zu beobachtenden Schwankungen im Wesentlichen durch die natürliche Streuung der Messwerte bedingt.

Zur radiologischen Beurteilung der Klärschlammkontamination kann die landwirtschaftliche Nutzung der Klärschlämme betrachtet werden. Wird z. B. Klärschlamm mit einer spezifischen Aktivität von etwa 47 Bq/kg TM (Jahresmittelwert 2010 der Kläranlage Tannheim) in einer Menge von 0,5 kg auf einer Flä-

che von einem Quadratmeter innerhalb von drei Jahren (gemäß Klärschlammverordnung) ausgebracht, entspricht dies einer mittleren jährlichen Aktivitätszufuhr von unter 10 Bq ^{137}Cs . Dies bedeutet bei einer für das Einzugsgebiet einer entsprechenden Kläranlage typischen Flächenkontamination von ca. 20000 Bq/m 2 ^{137}Cs eine jährliche Aktivitätszufuhr in den Boden von weniger als 0,05%. Hierbei ist aber anzumerken, dass eine solche Aufstockung des ^{137}Cs -Inventars gegenüber dem radioaktiven Zerfall des bereits im Boden befindlichen Inventars in der Höhe von 2,3% pro Jahr um ein Vielfaches kompensiert wird.

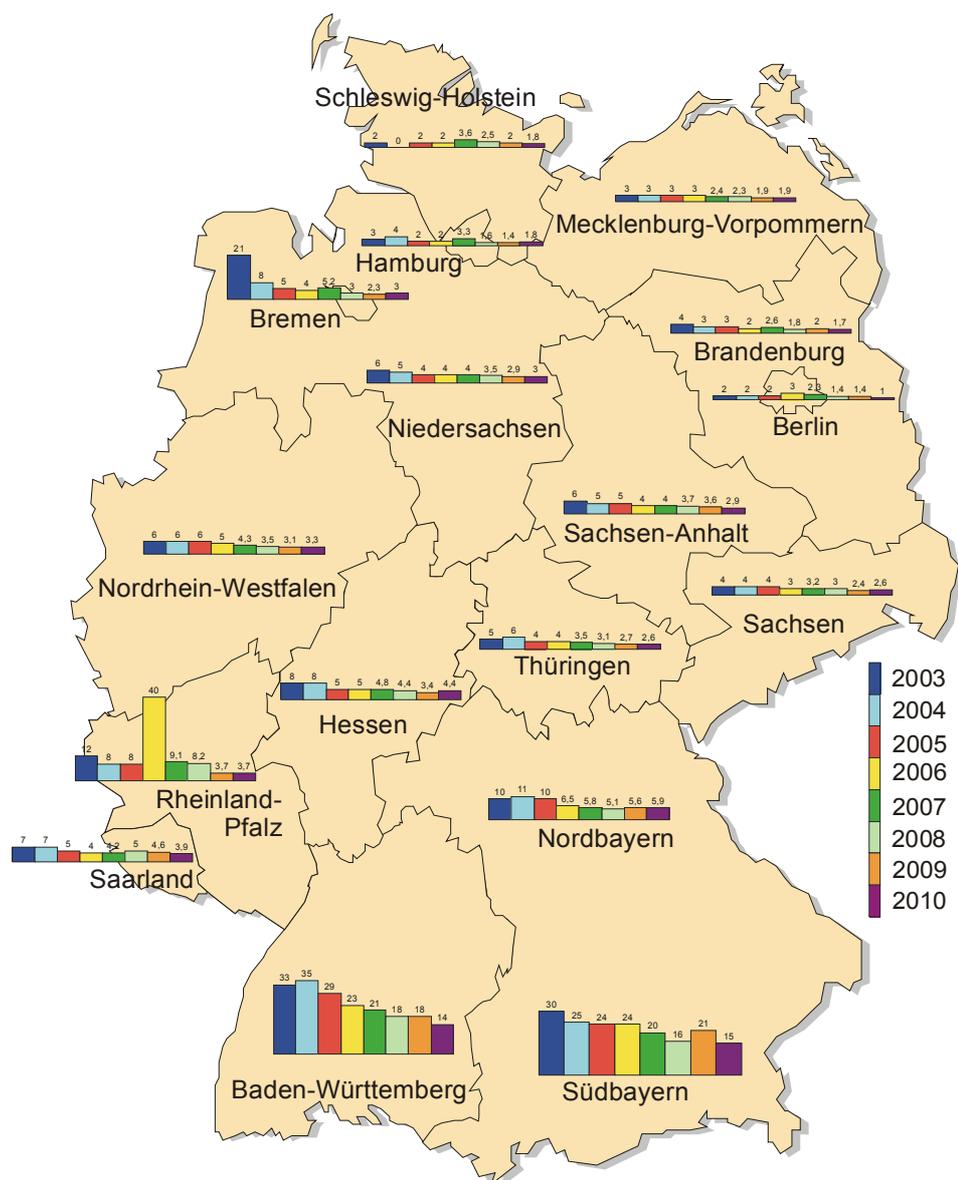


Abbildung 18.1

Zeitlicher Verlauf der Kontamination von Klärschlamm mit ^{137}Cs in Bq/kg Trockenmasse (Ländermittelwerte)