

3.5 Abwasser und Klärschlamm (Waste water and sludge)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Berlin

Diesem Bericht liegen die Messergebnisse aus 91 Abwasserreinigungsanlagen zugrunde. Die Probenentnahmen der amtlichen Messstellen der Länder zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt entsprechend dem Routinemessprogramm erfolgten zum weitaus größten Teil an den gleichen Stellen und nach dem gleichen Verfahren wie im Vorjahr.

In Tabelle 3.5-1 sind die ausgewerteten Daten in stark verdichteter Form zusammengestellt. Angegeben wird jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittel- und zusätzlich die Medianwerte der Gehalte an Kalium-40, Kobalt-60, den Cäsiumisotopen Cs-134 und Cs-137, Jod-131, Strontium-90 und den Uranisotopen. Sämtliche Zahlenwerte sind auf zwei signifikante Stellen gerundet.

K-40 und die Uranisotope U-234, U-235 und U-238 sind natürliche Bestandteile des Bodens und damit geogenen Ursprungs. Die Gehalte in Abwasser und Klärschlamm variieren in Abhängigkeit von den regionalen geologischen Gegebenheiten in weiten Grenzen. Die Messwerte im Jahr 2004 lagen im üblichen Bereich, z. B. im Klärschlamm für K-40 bis 850 Bq/kg TM (Vorjahr bis 680 Bq/kg TM) und für U-234 und U-238 bis 140 bzw. 100 Bq/kg TM (Vorjahr 150 bzw. 110 Bq/kg TM).

Das hauptsächlich in der Nuklearmedizin eingesetzte Radionuklid I-131 wurde nur in einem Teil der Abwasser- und Klärschlammproben nachgewiesen (Medianwert für Klärschlamm: 41 Bq/kg TM; Maximalwert: 2500 Bq/kg TM, Vorjahr: 41 bzw. 4400 Bq/kg TM), in Einzelfällen auch das sehr kurzlebige Technetium-99m (Maximalwert: 6200 Bq/kg TM) sowie Thallium-201 (Maximalwert: 160 Bq/kg TM) und Indium-111 (Maximalwert: 7,1 Bq/kg TM). Co-60 wurde nur in einer einzigen Probe mit 0,64 Bq/kg TM in Niedersachsen nachgewiesen. In Abwasser einer Hamburger Kläranlage wurden Plutoniumisotope, die bei Kernwaffenversuchen in den 50er und 60er Jahren freigesetzt worden sind, in der extrem niedrigen Konzentration von 0,000006 Bq/l und im Klärschlamm einer weiteren Hamburger Kläranlage in Spuren von 0,02 Bq/kg TM nachgewiesen.

Von den infolge des Kernkraftwerkunfalls in Tschernobyl 1986 in die Umwelt gelangten Spalt- und Aktivierungsprodukten ist für Abwässer und Klärschlämme nur noch Cs-137 von Bedeutung. Die im Vergleich zu der Zeit vor dem Kernkraftwerkunfall in Tschernobyl z. T. noch immer erhöhten Cs-137-Kontaminationen der Klärschlämme dürften vorwiegend auf mit dem Niederschlagswasser in die Kläranlagen eingeschwemmte kontaminierte Bodenpartikel zurückzuführen sein.

Die Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 im Abwasser lagen zu 96% und von Cs-134 ausschließlich unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen. Als Mindestnachweisgrenze dieser Radionuklide im Abwasser werden im Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm) 0,1 Bq/l gefordert. Die für Cs-137 ermittelten Messwerte lagen im Jahr 2004 zwischen 0,0016 und 0,010 Bq/l, bei einem Median von < 0,034 Bq/l (2003: zwischen 0,0011 und 0,074 Bq/l).

In den spezifischen Aktivitäten der Klärschlämme stellt man auf Grund regional unterschiedlichen Eintrags radioaktiver Stoffe nach dem Kernkraftwerksunfall in Tschernobyl deutliche Unterschiede fest. Als Folge von starken Niederschlägen Anfang Mai 1986 treten die höchsten Kontaminationswerte etwa östlich bzw. südlich der Linie Konstanz-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel auf. In Tabelle 3.5-1 werden daher die Daten der süddeutschen Länder ergänzt durch Angaben, bei denen jeweils zwischen den gering und den höher kontaminierten Landesteilen unterschieden wird, z. B. Nord-Bayern und Süd-Bayern. Die höchsten Kontaminationen in Süddeutschland (Jahresmittelwerte) zeigten im Jahr 2004 - wie seit etwa 15 Jahren - die Klärschlämme aus der Kläranlage Tannheim (Baden-Württemberg) mit 98 Bq/kg TM für Cs-137. Seit 1998 ergaben sich als Jahresmittelwerte für Cs-137 im Klärschlamm dieser Kläranlage die mittleren spezifischen Aktivitäten 170, 180, 140, 140, 110, 110 und 98 Bq/kg TM. Ein Spitzenwert (Einzelmessung) von 170 Bq/kg TM (bei einem Jahresmittelwert von 71 Bq/kg TM, Vorjahr 23 Bq/kg TM) aus der Kläranlage Radolfzell erklärt sich mit außergewöhnlichen Reinigungsarbeiten im Kanalsystem bei dem ältere Sedimente in die Kläranlage eingespült wurden und auf vermehrten und anders getarteten Schlammanfall auf Grund von Umbauarbeiten an einem Faulschlammbecken.

Der zeitliche Verlauf der Jahresmittelwerte für die Cs-137-Gehalte der Klärschlämme aller Bundesländer in den letzten fünf Jahren ist in Abbildung 3.5-1 dargestellt. Die bisherige Tendenz einer kontinuierlichen Abnahme der Kontamination der Klärschlämme ist nur noch in wenigen Fällen zu beobachten, z. B. in Thüringen. Dies gilt auch teilweise für höher kontaminierte Gebiete. Im Zeitraum von 1988 bis 2004 wurden im südlichen Bayern anfangs noch stark abnehmende Jahresmittelwerte ermittelt, die sich über ein nahezu konstantes Niveau in den Jahren 1999 bis 2003 weiterhin verringern: 970, 520, 330, 220, 140, 130, 108, 89, 75, 68, 63, 43, 38, 37, 44, 30

und 25 Bq/kg TM. Nach leichtem Anstieg der Jahresmittelwerte in Rheinland-Pfalz und einem sehr drastischen Anstieg des Jahresmittelwertes insbesondere in Bremen zeigt sich auch in diesen Bundesländern wieder eine deutliche Tendenz zur Abnahme der Cs-137-Gehalte (vergl. Abb. 3.5-1). Bei dem inzwischen erreichten sehr niedrigen Niveau der spezifischer Aktivität der Klärschlämme sind die zu beobachtenden Schwankungen im Wesentlichen durch die natürliche Streuung der Messwerte bedingt.

Das Verhältnis der spezifischen Aktivitäten von Cs-134 zu Cs-137 aus dem Tschernobyl-Fallout hat sich auf Grund des unterschiedlich schnellen radioaktiven Zerfalls dieser beiden Isotope (Halbwertzeiten: 2 bzw. 30 Jahre) bis Mitte des Jahres 2004, d. h. im Laufe von 18 Jahren, auf etwa 0,0018 : 1 verschoben (Vorjahr 0,0024 : 1). In wenig belasteten Gebieten findet man häufig ein noch kleineres Verhältnis, da sich der Anteil des "alten" Cs-137 aus der Zeit der Kernwaffenversuche relativ stärker bemerkbar macht, sofern Cs-134 überhaupt noch nachzuweisen ist.

Zur radiologischen Beurteilung der Klärschlammkontamination ist vorrangig die landwirtschaftliche Nutzung der Klärschlämme zu betrachten. Wird z. B. Klärschlamm mit einer spezifischen Aktivität von etwa 110 Bq/kg TM (Jahresmittelwert der Kläranlage Tannheim) in einer Menge von 0,5 kg auf einer Fläche von einem Quadratmeter innerhalb von drei Jahren (gemäß Klärschlammverordnung) ausgebracht, entspricht dies einer mittleren jährlichen Aktivitätszufuhr von unter 20 Bq Cs-137. Dies bedeutet bei einer für das Einzugsgebiet einer entsprechenden Kläranlage typischen Flächenbelastung von zurzeit ca. 20.000 Bq/m² Cs-137, eine jährliche Aktivitätszufuhr in den Boden von weniger als 0,1%. Hierbei ist aber anzumerken, dass eine solche Aufstockung des Cs-137-Inventars gegenüber dem radioaktiven Zerfall des bereits im Boden befindlichen Inventars in der Höhe von 2,3% pro Jahr um ein Vielfaches kompensiert wird.

Tabelle 3.5-1 Allgemeine Überwachung von Abwasser und Klärschlamm im Jahr 2004
Minimal-, Maximal- und Mittelwerte
(General surveillance of waste water and sludge in the year 2004
minimum, maximum, and mean values)

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwerte ¹	Maximalwerte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Schleswig-Holstein	K-40	15	15				<1,4
	Co-60	15	15				<0,042
	I-131	12	0	0,069	0,35	0,2	0,18
	Cs-137	15	15				<0,057
	Sr-90	2	2				<0,05
	U-234	2	2				<0,1
	U-235	2	2				<0,1
	U-238	2	2				<0,1
Hamburg	K-40	4	4				<1,6
	Co-60	4	4				<0,056
	I-131	4	0	0,27	0,45	0,33	0,3
	Cs-137	4	4				<0,059
	Sr-90	4	0	0,00097	0,0014	0,0012	0,0011
	U-234	4	0	0,00012	0,00034	0,00021	0,00018
	U-235	4	2	0,000022	0,000031		0,000027
	U-238	4	0	0,0001	0,00031	0,0002	0,00019
Niedersachsen	K-40	45	16	0,3	1,9	0,82	0,81
	Co-60	45	45				<0,028
	I-131	45	10	0,028	0,33	0,13	<0,091
	Cs-137	45	44	0,0097	0,0097		<0,023
	Sr-90	4	1	0,0076	0,017	0,013	0,01
	U-234	2	2				<0,0013
	U-235	2	2				<0,0015
	U-238	2	2				<0,0013
Nordrhein-Westfalen	K-40	35	24	0,44	4,6		<1,1
	Co-60	35	35				<0,047
	I-131	27	3	0,047	1	0,3	<0,19
	Cs-137	35	35				<0,051
	Sr-90	3	1	0,089	0,34	0,22	0,089
	U-234	4	0	0,0053	0,011	0,0081	0,0082
	U-235	4	2	0,00032	0,00048		<0,00059
	U-238	4	0	0,0037	0,0067	0,0052	0,0052

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- Werte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Bremen	K-40	7	6	8,7	8,7		<0,58
	Co-60	7	7				<0,024
	I-131	7	0	0,04	0,19	0,14	0,15
	Cs-137	7	7				<0,029
	Sr-90	3	2	0,2	0,2		<0,019
	U-234	3	2	0,014	0,014		<0,013
	U-235	3	3				<0,002
	U-238	3	1	0,0017	0,006	0,0039	0,006
Hessen	K-40	15	13	0,91	1,1		<1,3
	Co-60	15	15				<0,05
	I-131	11	11				<0,65
	Cs-137	15	15				<0,052
	Sr-90	2	2				<0,1
	U-234	2	1	0,031	0,031		0,031
	U-235	2	2				<0,005
	U-238	2	1	0,021	0,021		0,021
Rheinland-Pfalz	K-40	17	8	0,68	2,6	1,6	0,91
	Co-60	17	17				<0,025
	I-131	17	2	0,028	0,39	0,15	0,099
	Cs-137	17	17				<0,026
	Sr-90	3	0	0,0016	0,0024	0,002	0,0021
	U-234	3	0	0,0035	0,023	0,016	0,021
	U-235	3	3				<0,0038
	U-238	3	0	0,0037	0,025	0,016	0,02
Baden-Württemberg	K-40	32	10	0,28	1,9	0,8	0,7
	Co-60	32	32				<0,036
	I-131	32	27	0,043	3,9		<0,065
	Cs-137	32	32				<0,033
	Sr-90	4	4				<0,0075
	U-234	4	1	0,0017	0,004	0,0028	0,0023
	U-235	4	4				<0,00083
	U-238	4	0	0,00065	0,0029	0,0019	0,0021
Bayern	K-40	38	35	0,77	1,7		<1,2
	Co-60	38	38				<0,088
	I-131	8	0	0,16	1,6	0,55	0,43
	Cs-137	38	38				<0,097
	Sr-90	4	0	0,016	0,018	0,017	0,017
	U-234	4	0	0,00064	0,017	0,0075	0,0063
	U-235	4	3	0,00098	0,00098		<0,00066
	U-238	4	1	0,0019	0,017	0,0097	0,0063
Saarland	K-40	8	2	0,59	1	0,82	0,97
	Co-60	8	8				<0,01
	I-131	8	6	0,015	0,03		0,015
	Cs-137	8	8				<0,011
	Sr-90	4	2	0,003	0,01		<0,0034
	U-234	4	0	0,0014	0,0043	0,0027	0,0025
	U-235	4	4				<0,00027
	U-238	4	0	0,00081	0,003	0,0018	0,0017
Berlin	K-40	16	0	0,72	1,2	0,97	0,98
	Co-60	16	16				<0,0016
	Cs-137	16	6	0,0016	0,0035	0,0026	<0,0025
	Sr-90	8	0	0,0025	0,0043	0,0033	0,0033
	U-234	8	0	0,0013	0,0043	0,0026	0,0022
	U-235	8	6	0,0001	0,0002		<0,0002
	U-238	8	0	0,0009	0,0035	0,0023	0,0022

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- Werte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Brandenburg	K-40	18	1	0,7	1	0,89	0,9
	Co-60	18	18				<0,008
	I-131	18	1	0,04	0,83	0,25	0,17
	Cs-137	18	16	0,006	0,01		0,01
	Sr-90	8	0	0,002	0,005	0,0041	0,0045
	U-234	8	8				<0,00028
	U-235	8	8				<0,00032
U-238	8	7	0,0003	0,0003		<0,0002	
Mecklenburg-Vorpommern	K-40	18	0	0,45	1,2	0,79	0,76
	Co-60	18	18				<0,011
	I-131	17	0	0,0065	1	0,18	0,092
	Cs-137	18	18				<0,008
	Sr-90	4	2	0,001	0,0038		<0,0018
	U-234	4	3	0,004	0,004		0,004
	U-235	4	4				<0,004
U-238	4	3	0,0051	0,0051		0,0051	
Sachsen	K-40	19	4	0,44	1,7	0,99	0,85
	Co-60	19	19				<0,068
	I-131	19	10	0,045	0,38		0,18
	Cs-137	19	19				<0,062
	Sr-90	4	3	0,005	0,005		<0,007
	U-234	4	0	0,008	0,028	0,02	0,021
	U-235	4	4				<0,0021
U-238	4	0	0,0041	0,025	0,016	0,017	
Sachsen-Anhalt	K-40	20	1	0,39	1,4	0,76	0,77
	Co-60	20	20				<0,01
	I-131	18	2	0,045	0,58	0,17	0,11
	Cs-137	20	20				<0,011
	Sr-90	4	4				<0,01
	U-234	4	0	0,0079	0,058	0,036	0,038
	U-235	4	1	0,0021	0,0032	0,0027	0,0024
U-238	4	0	0,0049	0,05	0,029	0,031	
Thüringen	K-40	16	16				<2,2
	Co-60	16	16				<0,085
	I-131	1	0	0,13	0,13	0,13	0,13
	Cs-137	16	16				<0,094
	Sr-90	2	2				<0,0031
	U-234	2	0	0,013	0,034	0,024	0,024
	U-235	2	2				<0,0015
U-238	2	0	0,0064	0,017	0,012	0,012	
Bundesrepublik Deutschland	K-40	323	155	0,28	8,7	0,96	0,99
	Co-60	323	323				<0,037
	I-131	244	72	0,0065	3,9	0,24	0,12
	Cs-137	323	310	0,0016	0,01		<0,034
	Sr-90	63	25	0,00097	0,34	0,022	0,005
	U-234	62	19	0,00012	0,058	0,011	<0,0039
	U-235	62	52	0,000022	0,0032		<0,00071
U-238	62	17	0,0001	0,05	0,0082	0,0029	
Klärschlamm (Bq/Kg TM)							
Schleswig-Holstein	K-40	15	0	23	100	64	58
	Co-60	15	15				<1,2
	I-131	14	0	2,1	92	34	25
	Cs-137	15	8	2,4	4,1		2,4
	Sr-90	2	0	2,7	4,4	3,6	3,6
	U-234	2	0	7	13	9,9	9,9
	U-235	2	2				<5
U-238	2	0	5,6	10	7,8	7,8	

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- Werte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/Kg TM)							
Hamburg	K-40	7	0	110	400	280	320
	Co-60	7	7				<2,4
	I-131	7	0	16	92	42	37
	Cs-134	7	7				<2,1
	Cs-137	7	0	1,6	6,3	3,9	4,3
	Sr-90	3	0	1,2	1,5	1,4	1,4
	U-234	3	0	12	14	13	13
	U-235	3	0	0,53	0,74	0,61	0,57
	U-238	3	0	11	12	12	12
Niedersachsen	K-40	38	1	35	670	220	140
	Co-60	38	37	0,64	0,64		<0,61
	I-131	37	0	3,5	2500	270	51
	Cs-134	38	38				<0,51
	Cs-137	38	1	1,1	31	5,2	3,9
	Sr-90	3	0	2,4	6,3	4	3,2
	U-234	3	0	14	57	35	34
	U-235	3	1	1	2,2	1,6	1
	U-238	3	0	14	45	29	27
Bremen	K-40	7	0	82	850	410	440
	Co-60	7	7				<1,1
	I-131	7	0	12	200	52	25
	Cs-134	7	7				<1,1
	Cs-137	7	1	3,1	16	7,7	3,2
	Sr-90	2	1	1,1	1,1		1,1
	U-234	2	0	9,7	28	19	19
	U-235	2	2				<2,3
	U-238	2	0	9,7	21	15	15
Nordrhein-Westfalen	K-40	37	0	62	410	190	140
	Co-60	37	37				<0,3
	I-131	36	0	1,1	420	80	46
	Cs-134	23	23				<0,36
	Cs-137	37	2	1,6	12	5,8	5,5
	Sr-90	3	0	5	19	14	17
	U-234	4	0	30	43	36	36
	U-235	4	0	0,96	1,7	1,3	1,2
	U-238	4	0	21	36	28	27
Hessen	K-40	14	0	100	260	170	160
	Co-60	14	14				<0,99
	I-131	12	5	23	130	63	<46
	Cs-134	14	14				<0,9
	Cs-137	14	4	1,9	17	7,8	4,8
	Sr-90	2	0	0,69	0,87	0,78	0,78
	U-234	2	0	42	130	87	87
	U-235	2	0	2,3	3,9	3,1	3,1
	U-238	2	0	32	86	59	59
Rheinland-Pfalz	K-40	17	0	99	280	170	150
	Co-60	17	17				<0,49
	I-131	17	4	1,5	270	62	18
	Cs-134	17	17				<0,44
	Cs-137	17	1	1,6	27	8,1	4
	Sr-90	2	0	1,3	3,9	2,6	2,6
	U-234	2	0	41	43	42	42
	U-235	2	0	1	1,4	1,2	1,2
	U-238	2	0	25	31	28	28

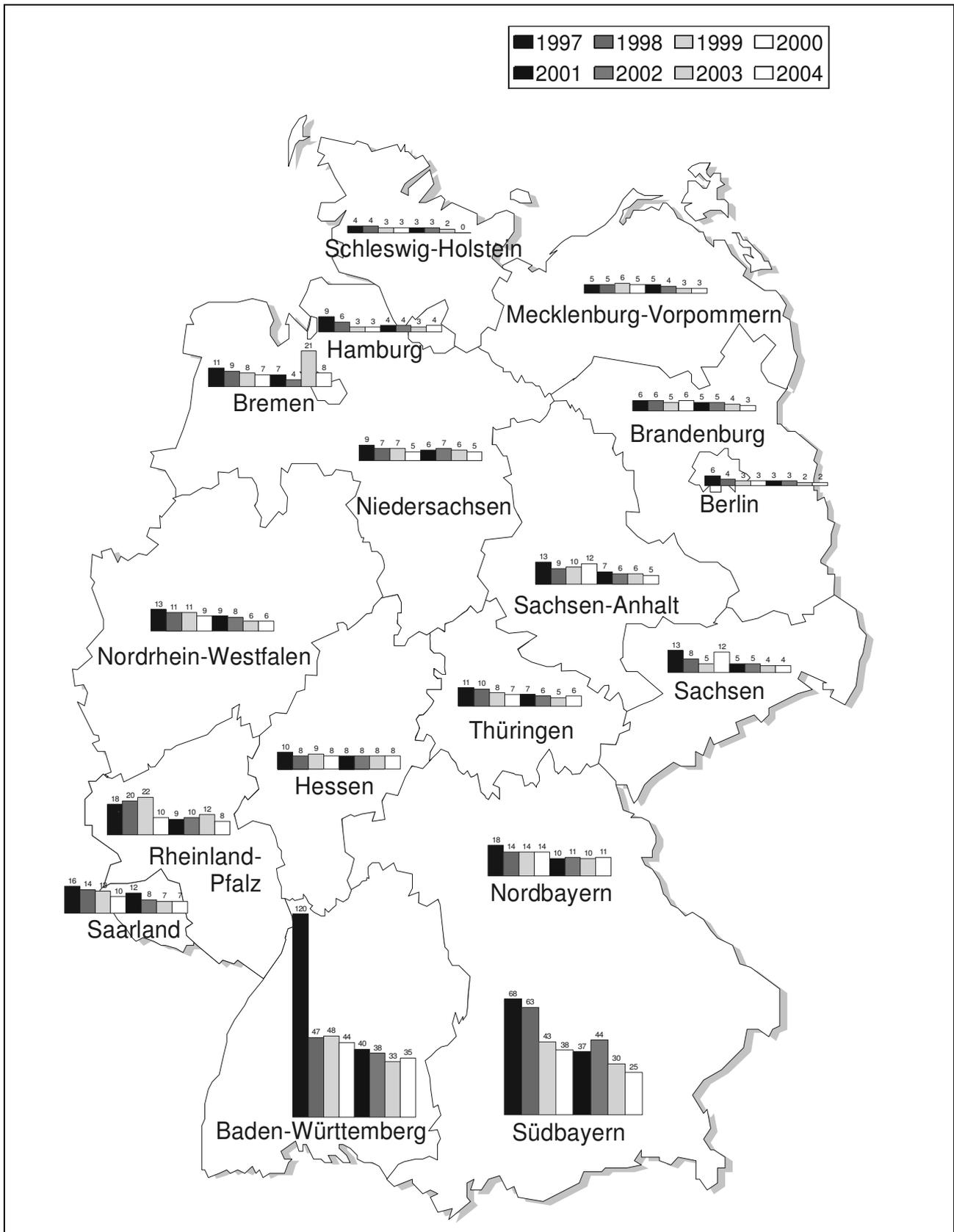
Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- Werte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/Kg TM)							
Baden-Württemberg	K-40	30	0	55	430	180	170
	Co-60	30	30				<0,9
	I-131	30	5	2,1	1700	170	25
	Cs-137	30	0	2,6	170	35	15
	Sr-90	2	1	2,3	2,3		2,3
	U-234	2	0	18	49	33	33
	U-235	2	2				<2,2
	U-238	2	0	14	40	27	27
Baden-Württemberg (West ²)	Co-60	20	20				<0,9
	Cs-137	20	0	2,6	56	15	9,1
	Sr-90	1	1				<0,7
Baden-Württemberg (Ost ³)	Co-60	10	10				<0,91
	Cs-137	10	0	13	170	74	71
	Sr-90	1	0	2,3	2,3	2,3	2,3
Bayern	K-40	37	0	60	600	270	250
	Co-60	37	37				<1,4
	I-131	35	0	6,4	480	88	37
	Cs-134	37	37				<1,4
	Cs-137	37	0	2	64	18	13
	Sr-90	4	0	3	8	5,3	5,1
	U-234	4	0	25	64	44	44
	U-235	10	0	1,6	10	5,2	4,8
	U-238	4	0	24	54	40	42
Bayern (Nord ²)	Co-60	18	18				<1,4
	Cs-134	18	18				<1,6
	Cs-137	18	0	4,8	31	11	8
	Sr-90	2	0	5,4	8	6,7	6,7
Bayern (Süd ³)	Co-60	19	19				<1,3
	Cs-134	19	19				<1,4
	Cs-137	19	0	2	64	25	22
	Sr-90	2	0	3	4,7	3,9	3,9
Saarland	K-40	8	0	170	350	250	240
	Co-60	8	8				<0,39
	I-131	8	0	2,6	93	39	30
	Cs-134	8	8				<0,37
	Cs-137	8	0	2,7	15	6,9	6,2
	Sr-90	4	1	3	3,7	3,4	3,5
	U-234	4	0	79	140	110	110
	U-235	4	0	2,7	4,3	3,8	4,1
	U-238	4	0	60	100	79	79
Berlin	K-40	14	0	47	120	83	75
	Co-60	14	14				<0,52
	I-131	12	0	37	480	150	110
	Cs-134	14	14				<0,54
	Cs-137	14	0	1,3	3,9	2,3	2
	Sr-90	4	0	1,5	1,8	1,7	1,7
	U-234	4	0	12	16	15	15
	U-235	4	0	0,33	0,56	0,44	0,43
	U-238	4	0	11	15	13	14
Brandenburg	K-40	18	0	47	150	100	110
	Co-60	18	18				<0,19
	I-131	18	0	3	120	42	33
	Cs-134	18	18				<0,19
	Cs-137	18	0	1	8,1	3,3	2,6
	Sr-90	8	0	2,3	3,2	2,8	2,7
	U-234	8	0	15	50	30	28
	U-235	8	0	0,6	3	1,5	1,4
	U-238	8	0	14	40	27	25

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- werte ¹	Maximal- Werte ¹	Mittel-/ Einzelwerte ¹	Mediane
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/Kg TM)							
Mecklenburg- Vorpommern	K-40	18	0	61	230	110	110
	Co-60	18	18				<0,33
	I-131	18	1	23	390	120	100
	Cs-134	18	18				<0,29
	Cs-137	18	0	0,85	7,5	3,1	2,8
	Sr-90	4	1	2,7	6,1	3,9	2,8
	U-234	3	0	20	28	23	22
	U-235	3	0	0,6	3,5	1,6	0,63
	U-238	3	0	13	24	20	23
Sachsen	K-40	19	0	79	240	130	130
	Co-60	19	19				<0,66
	I-131	17	0	7,1	590	120	72
	Cs-134	4	4				<0,18
	Cs-137	19	2	1,1	11	4,1	2,8
	Sr-90	4	0	1,2	2,4	1,9	2,1
	U-234	4	0	25	34	31	31
	U-235	4	4				<1,4
	U-238	4	0	23	29	27	28
Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	91	240	150	160
	Co-60	20	20				<0,21
	I-131	20	0	0,93	310	60	44
	Cs-134	20	20				<0,2
	Cs-137	20	0	1,4	14	5,1	3,5
	Sr-90	4	2	1,3	2,4		<5
	U-234	4	0	21	110	61	58
	U-235	5	0	1,1	6	3,5	3,3
	U-238	5	0	19	93	51	55
Thüringen	K-40	16	0	110	440	250	240
	Co-60	16	16				<0,41
	I-131	13	0	1,3	420	64	37
	Cs-134	13	13				<0,45
	Cs-137	16	0	1,9	35	5,7	3,4
	Sr-90	2	0	2	2,7	2,3	2,3
	U-234	2	0	79	120	97	97
	U-235	2	0	2,2	2,7	2,5	2,5
	U-238	18	0	24	95	56	56
Bundesrepublik Deutschland	K-40	315	1	23	850	190	140
	Co-60	315	314	0,64	0,64		<0,56
	I-131	301	15	0,93	2500	110	41
	Cs-134	238	238				<0,44
	Cs-137	315	19	0,85	170	9,7	4,4
	Sr-90	53	6	0,69	19	3,5	2,7
	U-234	53	0	7	140	42	34
	U-235	60	11	0,33	10	2,6	2
	U-238	70	0	5,6	100	38	31
Bundesrepublik Deutschland (Nord ²)	Co-60	286	285	0,64	0,64		<0,47
	Cs-134	219	219				<0,39
	Cs-137	286	19	0,85	56	6,2	3,9
	Sr-90	50	6	0,69	19	3,5	2,6
Bundesrepublik Deutschland (Süd ³)	Co-60	29	29				<1,2
	Cs-134	19	19				<1,4
	Cs-137	29	0	2	170	42	32
	Sr-90	3	0	2,3	4,7	3,4	3

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.

2) Nördlich bzw. westlich der Linie Konstanz-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel

3) Östlich bzw. südlich der Linie Konstanz-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel



BfS	Cs-137 im Klärschlamm in Bq/kg TM, Jahresmittelwerte in den Bundesländern <i>(Cs-137 in sludge in Bq/kg dry weight, annual mean values in the Federal Länder)</i>	3.5-1
------------	--	--------------