

MORE

Aktualisierung der Daten zu PAK -
Polyzyklische
Aromatische
Kohlenwasserstoffe

Bezugsjahr 2010

(Bilanzzeitraum 2007 bis 2010)

Simon Wodarz
Felix Tettenborn
Frank Marscheider-Weidemann

Dezember 2012

Inhaltsverzeichnis

1	PAK-Emissionen aus Punktquellen	4
1.1	Kommunale Kläranlagen.....	4
1.2	Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Bayern.....	5
1.3	EPA-PAK ₁₆ in deutschen Klärschlämmen	7
1.3.1	Ablaufkonzentration	9
1.3.2	EW-Wert Jahresfracht.....	10
1.4	Industrielle Einleitungen	10
2	PAK-Emissionen aus diffusen Quellen.....	13
2.1	Atmosphärische Deposition - Messnetzabfrage 2007.....	13
2.2	Stahlwasserbau	13
3	Quellen.....	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ablaufkonzentrationen PAK ₈ und PAK ₆ aus SN 2007-2009	4
Tabelle 2:	Gemeldete Einträge Kläranlagenablauf, Borneff PAK ₆	5
Tabelle 3:	Werte der PAK-Gehalte nach Klärschlammanalyse kommunaler Kläranlagen in Bayern (Bezugsjahr 2009).	6
Tabelle 4:	EPA PAK ₁₆ -Gehalte in Klärschlamm.....	6
Tabelle 5:	Gemeldete Einträge Wasser direkt, Borneff PAK ₆	10
Tabelle 6:	Einträge Wasser indirekt, Borneff PAK ₆ (PRTR 2010)	11
Tabelle 7:	Einträge Wasser indirekt, Anthrazen (PRTR 2010)	12
Tabelle 8:	Einträge Wasser indirekt, Naphtalin (PRTR 2010)	12

1 PAK-Emissionen aus Punktquellen

1.1 Kommunale Kläranlagen

Die PAK-Konzentrationen im kommunalen Abwasser sind analytisch schwierig zu erfassen, häufig liegen bereits die Zulaufkonzentrationen unter der Bestimmungsgrenze. Nach Literaturlauswertungen (IVASHECHKIN, 2005 und GETTA, 2005) liegen bislang gemessene Konzentrationen im Bereich zwischen $<0,1$ und $0,8 \mu\text{g/L}$ (umgerechnet auf EPA-PAK₁₆), eine mittlere Konzentration kann allerdings aufgrund der geringen Zahl an Messwerten nicht abgeschätzt werden.

Aufgrund mittlerweile gesenkter Bestimmungsgrenzen wurden für eine mögliche Aktualisierung der MoRE-Eingangsdaten von PAK-Konzentrationen in kommunalen Kläranlagen Daten aus einem Sondermessprogramm für PAK₈ aus den Bundesländern Bremen (HB), Hamburg (HH), Saarland (SL) und Sachsen (SN) aus den Jahren 2004-2009 ausgewertet. Aufgrund der schwachen Datenlage für die meisten der betrachteten Bundesländer und aufgrund der Zielsetzung einer Aktualisierung, konnten für die weitere Betrachtung lediglich Daten aus den Jahren 2007-2009 aus SN verwendet werden.

Tabelle 1: Ablaufkonzentrationen PAK₈ und PAK₆ aus SN 2007-2009

	PAK ₈			PAK ₆		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Anzahl	47	24	36	47	24	36
Mittelwert	0,013	0,012	0,012	0,010	0,007	0,008
Min	0,004	0,001	0,004	0,003	0,003	0,003
Max	0,037	0,056	0,048	0,034	0,022	0,033
Median	0,011	0,008	0,009	0,007	0,006	0,0055

Eine Umrechnung auf EPA-PAK₁₆ (PAK₆*2,3 bzw. PAK₈*1,85) ergibt Ablaufkonzentrationen von $0,02 \mu\text{g/l}$.

Darüber hinaus ergab eine Recherche im PRTR für 2010 für Frankfurt eine Meldung einer kommunalen Kläranlage zu PAK₆, vgl. Tabelle 2.

Die Elimination bei der kommunalen Abwasserbehandlung wird auf etwa 90% geschätzt, dabei gelangen die aus dem Abwasser abgetrennten PAK-Verbindungen überwiegend in den Klärschlamm (IVASHECHKIN, 2005). Da ausreichend Angaben zu den PAK-Konzentrationen in Klärschlämmen vorliegen, kann die Größenordnung der Einträge in Gewässer durch Rückrechnung anhand des Wirkungsgrades der Kläranlagen, der mittleren PAK-Gehalte im Klärschlamm in Deutschland von $5,5 \text{ mg } \Sigma \text{ EPA}$

PAK₁₆ pro Kilogramm Trockensubstanz (UBA 2007A) sowie der anfallenden Klärschlammmenge (1,9 Mio. Tonnen TS pro Jahr, BMU.DE 2012) abgeleitet werden (Details s.u.).

Tabelle 2: Gemeldete Einträge Kläranlagenablauf, Borneff PAK₆

Medium: Wasser direkt				
Berichtsjahr: 2010				
	PLZ	Ort	wirtschaftliche Haupttätigkeit	[kg/a]
Kläranlage Niederrad	60528	Frankfurt am Main, St.	Kommunale Abwasserbehandlungsanlage	5,4
			Σ PAK₆ (korrigiert)	5,4
			Σ PAK₁₆ (extrapoliert)	12,42

1.2 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in einzelnen Bundesländern

1.2.1 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Bayern

Für das Bezugsjahr 2009 wurden die Daten von 192 der rund 2700 kommunalen Kläranlagen in Bayern (LFU 2011) ausgewertet. Der mittlere Gehalt an PAK₆¹ lag bei 1,70 mg/kg mit einem Höchst- und Minimalwert von jeweils 14,80 mg/kg und 0,03 mg/kg. Der Median des PAK₆-Gehalt beläuft sich somit auf 1,33 mg/kg, vgl. Tabelle 3.

Zusätzlich wurde der Anthracen- und Naphthalingehalt bestimmt. Der mittlere Gehalt an Anthracen belief sich demnach auf 0,06 mg/kg (Median: 0,04 mg/kg, Höchstwert: 0,37 mg/kg, Mindestwert: 0,002 mg/kg) und der Gehalt an Naphthalin im Mittel auf 0,05 mg/kg (Median: 0,03 mg/kg, Höchstwert: 0,84 mg/kg, Minimalwert: 0,002 mg/kg).

¹ Benzo[a]pyrene, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthene, Fluoranthene, Indeno[1,2,3-cd]pyrene und Benzo[b]fluoranthene.

Tabelle 3: Werte der PAK-Gehalte nach Klärschlammanalyse kommunaler Kläranlagen in Bayern (Bezugsjahr 2009).

Bezugsjahr 2009	PAK ₆	Anthracen	Naphthalin	Ber. PAK ₁₆
Mittelwert [µg/kg]	1.696,3	62,2	53,9	3.901,4
Median [µg/kg]	1.330,2	39,6	31,6	3.059,4
Minimum [µg/kg]	25,1	2,1	1,9	57,8
Höchstwert [µg/kg]	14.800,0	370,0	840,0	34.040,0
Anlagen mit jew. Stoff im Klär- schlamm	192	189	192	192

Der Gehalt an Σ EPA-PAK₁₆² im Klärschlamm der bayerischen Kläranlagen lässt sich nach KOLLOTZEK ET AL. (1996) durch die Formel $2,3 \times \text{PAK}_6$ (TVO) = Σ EPA-PAK₁₆ ermitteln³. Es ergibt sich somit ein mittlerer Gehalt von 3,90 mg/kg (Median: 3,06 mg/kg). Dieser Wert ist deutlich niedriger (i.e. um ca. 30 % geringer) als der mit 5,5 mg/kg in UBA (2007A) angegebene Wert für die mittleren Σ EPA PAK₁₆-Gehalte im Klärschlamm in Deutschland. Andererseits sind für 2009 nur die Daten für Bayern verfügbar, was in einer bundesdeutschen Betrachtung nicht zu repräsentativen Ergebnissen führt, vgl. Tabelle 4. Bayern wird im Folgenden daher teilweise getrennt betrachtet.

Tabelle 4: EPA PAK₁₆-Gehalte in Klärschlamm

Ø (mg/kg TM)	Quelle:
6,7	Vgl. Mittelwert, MUNLV NRW 2004
3,9	Mittelwert Bayern, LFU 2011
5,5	Mittelwert Deutschland, UBA 2007A

² Zusätzlich Naphthalin, Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Phenantrene, Fluorene, Pyrene, Benzo[a]anthracen, Chrysen und Dibenz[ah]anthracene.

³ Messungen, die weniger als 16 PAK Vertreter erfassen, werden für eine bessere Vergleichbarkeit extrapoliert. Im Fall des Klärschlammes ist es möglich, Stoffmengenverhältnisse auf Grundlage vorhandener Messwerte abzuleiten. So kann anhand von Erhebungen durch KOLLOTZEK ET AL. (1996) für Klärschlämme ein mittleres Verhältnis von $2,3 \times \text{PAK}_6$ (TVO) = Σ EPA-PAK₁₆ ermittelt werden. Für die Extrapolation anhand eines PAK₈ Parameters steht keine entsprechende Datengrundlage zur Verfügung. Es wird daher ein mittleres Verhältnis von ca. $1,85 \times \text{PAK}_8$ = Σ EPA-PAK₁₆ abgeschätzt.

1.2.2 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Hessen

Für das Bezugsjahr 2010 wurden PAK16 an 20 Standorten Belebtschlammproben und Klärschlammproben am gleichen Tag untersucht. Bei vier Standorten fehlen nähere Angaben zum Standort.

Tabelle 5: PAK-Gehalte in Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen in Hessen (Bezugsjahr 2010)

Anzahl	20	
Median	3,14	mg/kg TM
Mittelwert	9,78	mg/kg TM
Min	0,35	mg/kg TM
Max	126	mg/kg TM

Die Werte liegen in der Größenordnung der für Gesamtdeutschland ermittelten Werte. Aufgrund der Einmaligkeit der Messung können allerdings keine bundeslandspezifischen Werte abgeleitet werden.

1.2.3 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Mecklenburg-Vorpommern

Für das Bezugsjahr 2012 liegen vier Messwerte zu PAK6 von 5 Standorten aus Mecklenburg-Vorpommern vor.

Tabelle 6: PAK-Gehalte in Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen in Mecklenburg-Vorpommern (Bezugsjahr 2012)

	PAK6	mg/kg TS	Umgerechnet auf PAK16
Gesamtmittelwert	1,423	mg/kg TS	3,93
Gesamtmedian	0,752	mg/kg TS	2,71
Gesamtmin	0,022	mg/kg TS	0,05
Gesamtmax	11,09	mg/kg TS	25,51

Die Werte liegen in der Größenordnung der für Gesamtdeutschland ermittelten Werte. Von der geringen Anzahl der Messungen in MV können allerdings keine bundeslandspezifischen Werte abgeleitet werden.

1.2.4 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Nordrhein Westfalen

Aus Nordrhein Westfalen liegen PAK-Messwerte von 17 Kläranlagen vor, allerdings ohne nähere Angaben zu Art der PAK (PAK6 oder PAK16) und zum Datum der Messung.

Tabelle 7: PAK-Gehalte in Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen in Nordrhein Westfalen (ohne Angabe eines Bezugsjahres)

Anzahl Messwerte gesamt	17	
Anzahl Messwerte über BG	11	
Median	1,10	mg/kg
Mittelwert	8,29	mg/kg
Min	0,39	mg/kg
Max	68,0	mg/kg

Die Werte liegen grob in der Größenordnung der für Gesamtdeutschland ermittelten Werte. Von der geringen Anzahl der Messungen in NRW können allerdings keine bundeslandspezifischen Werte abgeleitet werden.

1.2.5 Konzentration von PAK in Klärschlamm kommunaler Kläranlagen in Schleswig-Holstein

Für das Bezugsjahr 2006 wurden zwischen Ende August und Ende Oktober bei ca. 80 Anlagen PAK16 erfasst.

Tabelle 8: PAK-Gehalte in Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen in Schleswig-Holstein (Bezugsjahr 2006)

Anzahl	80	
Median	0,377	mg/kg TM
Mittelwert	1,060	mg/kg TM
Std.Abw.	1,494	mg/kg TM
Min	0	mg/kg TM
Max	7,21	mg/kg TM

Aufgrund der verhältnismäßig guten Datenlage und der niedrigen BG (10 µg/kg je PAK) können die Werte für das Bundesland Schleswig-Holstein verwendet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Median der Werte um einen Faktor 10 niedriger ist als die Werte aus Bayern 2009, die wiederum niedriger waren als die für Gesamtdeutschland

ermittelten. Dies lässt sich möglicherweise durch die eine niedrigere Deposition in diesem Bereich erklären, die aus EMEP 2009 hervorgeht.

1.3 EPA-PAK₁₆ in deutschen Klärschlämmen

Für die Berechnung der Stoffkonzentration im Kläranlagenablauf (C_{KA} , µg/L) wird ein mittlerer Gehalt von Σ EPA PAK₁₆ in Klärschlämmen von 3,9 mg/kg TM entsprechend den oben präsentierten Daten für Bayern und von 5,5 mg/kg TM entsprechend UBA 2007A für das restliche Deutschland angenommen. Ausgehend hiervon und von einem Klärschlammanfall von 1,9 Mio. Tonnen TS in Deutschland 2010 (BMU.DE 2012), wovon 0,273 Mio. Tonnen TS in Bayern angefallen sind (LFU.BAYERN.DE 2012), werden ca. 10,01 Tonnen EPA PAK₁₆ pro Jahr abgeschieden. Der Anteil der Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft in Deutschland beträgt im Jahr 2010 entsprechend BMU.DE 2012 30,0 % und 20 % in Bayern im Jahr 2009 entsprechend LFU 2011,⁴ wodurch mit 542.700 Tonnen Klärschlamm ca. 2,90 Tonnen EPA PAK₁₆ zurück in eine umweltoffene Anwendung gelangen.

Unter der Annahme eines Wirkungsgrades (W_{KA}) der vorhandenen Klärverfahren für PAK von mindestens 90 % (IVASHECHKIN, 2005) können 11,13 Tonnen PAK₁₆ pro Jahr im Zulauf der Kläranlagen in Deutschland ermittelt werden. Hiervon gelangen entsprechend Annahme maximal 10 % und somit etwa 1,11 Tonnen EPA PAK₁₆ pro Jahr in Gewässer.

1.3.1 Ablaufkonzentration

Der Eintrag durch Kläranlagen (E_{KA}) beträgt entsprechend Abschnitt 1.2.2 ca. 1,11 Tonnen EPA-PAK₁₆ pro Jahr. Es ergibt sich unter Verwendung der in Deutschland 2007 behandelten Abwassermenge (Q_{KA}) gemäß DESTATIS.DE (2007) von 10.070,8 Millionen Kubikmetern ($\sim 10,07 \times 10^{12}$ L pro Jahr) eine mittlere Ablaufkonzentration von 0,110 µg/L Σ EPA-PAK₁₆.

Für die Bundesländer Bayern und Schleswig-Holstein liegen die anhand der Klärschlammdaten abgeschätzten PAK₁₆-Ablaufkonzentrationen bei 0,08 bzw. 0,02 µg/l.

⁴ Für 2010 sind aus Bayern leider keine Daten verfügbar. Laut LFU.BAYERN.DE 2012 wurden 2011 allerdings 19 % des in Bayern in ca. 2700 kommunalen Kläranlagen anfallenden Klärschlammes in der Landwirtschaft verwendet, weshalb der Anteil des 2010 landwirtschaftlich verwerteten Klärschlammes als annähernd konstant mit Bezug auf 2009 zu 20 % angenommen werden kann.

Für Sachsen ist zu berücksichtigen, dass aus dem bundeslandspezifischen Messprogramm (s. Abschnitt 1.1) Werte hervorgehen, die einen Faktor 3-4 geringer ausfallen, als die für Gesamtdeutschland ermittelten Werte. Da noch nicht überprüft wurde, ob diese Werte ausreichend repräsentativ sind, ob bspw. eine umfassende Beprobung aller Kläranlagen oder lediglich einzelner technisch auf dem neusten Stand gebrachter Anlagen erfolgte, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt lediglich vermutet werden, dass die PAK-mittlere Ablaufkonzentration in Deutschland möglicherweise geringer ausfällt, als zurzeit auf Basis der genannten Daten berechnet werden kann.

1.3.2 EW-Wert Jahresfracht

Auf Grundlage einer Berechnung mit dem Modell MONERIS ergibt sich bei 78.112.000 angeschlossenen Einwohnern in Deutschland ein mittlerer Eintrag in Gewässer von 14,24 mg Σ EPA-PAK₁₆ pro Einwohner und Jahr (DeStatis.de 2007).

1.4 Industrielle Einleitungen

Für den Emissionspfad „industrielle Einleitungen“ können die Angaben des Europäischen Emissionsinventars „PRTR“ ausgewertet werden.

Industrielle Direkteinleitung in Gewässer

Die unter Beachtung des Berichtschwellenwertes von 5 kg/a berichteten Einträge aus industrieller Direkteinleitung in Gewässer lagen für das Berichtsjahr 2010 bei 32,22 kg (Borneff-PAK₆). Dabei entfallen 24 kg auf den Bereich Herstellung von Roheisen oder Stahl sowie 8,82 kg auf Kokereien (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Gemeldete Einträge Wasser direkt, Borneff PAK₆

Medium: Wasser direkt				
Berichtsjahr: 2010				
	PLZ	Ort	wirtschaftliche Haupttä-	[kg/a]
Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH	47259	Duisburg	Herstellung von Roheisen oder Stahl	24
ZKS - Zentralkokerei Saar GmbH	66763	Dillingen/Saar	Kokerei	8,82
			Σ PAK₆	32,82
			Σ PAK₁₆ (extrapoliert)	75,49

Für einen direkten Vergleich mit anderen Eintragungspfaden erfolgt entsprechend den in Klärschlämmen bestimmten Stoffmengenverhältnisses von $\Sigma\text{EPA-PAK}_{16}=\text{ca. PAK}_6 \times 2,3$ kann ein Eintrag durch industrieller Direkteinleitung von ca. 75,5 Kilogramm pro Jahr abgeschätzt werden.

Die Emittenten aus EPER 2004 (Degussa AG, InfraServ GmbH und BASF AG), die insgesamt zu einer 6x höheren berichteten Fracht beigetragen haben, tauchen in PRTR 2010 nicht auf.

Industrielle Indirekteinleitung in Gewässer

Die in PRTR berichteten indirekten Einträge von PAK in Gewässer betragen für das Berichtsjahr 2010 1.094 kg (Tabelle 10), wobei der überwiegende Teil auf den Bereich Mineralöl- und Gasraffinerien entfällt. Für einen direkten Vergleich mit anderen Eintragungspfaden erfolgt entsprechend 1.1 eine Extrapolation auf einen $\Sigma\text{EPA-PAK}_{16}$ -Summenparameter. Auf Grundlage des in Klärschlämmen bestimmten Stoffmengenverhältnisses von $\Sigma\text{EPA-PAK}_{16}=\text{ca. PAK}_6 \times 2,3$ kann ein Eintrag durch industrielle Indirekteinleiter in Abwasserreinigungsanlagen für das PRTR Berichtsjahr 2010 von etwa 2,5 Tonnen pro Jahr abgeschätzt werden, eine Reduktion von ca. 26% im Vergleich zum Berichtsjahr 2004.

Auch für Anthracen und Naphthalin liegen Meldungen im PRTR vor, vgl. Tabelle 11 und Tabelle 12. Diese Frachten werden allerdings über die kommunale Abwasserbehandlung deutlich reduziert und sind im Emissionspfad „kommunale Kläranlagen“ mit enthalten.

Tabelle 10: Einträge Wasser indirekt, Borneff PAK₆ (PRTR 2010)

Medium: Wasser indirekt				
Berichtsjahr: 2010				
	PLZ	Ort	wirtschaftliche Haupttätigkeit	[kg/a]
Heinz GmbH & Co. KG	85368	Moosburg a.d.Isar	Abfallbeseitigung	5,38
KBS GmbH Werk Schwelgern	47166	Duisburg	Kokerei	42,4
Ruhr Oel GmbH Werk Scholven	45896	Gelsen- kirchen	Mineralöl- und Gasraffinerie	401
Ruhr Oel GmbH Werk Horst	45899	Gelsen- kirchen	Mineralöl- und Gasraffinerie	587
Rütgers Germany GmbH	44579	Castrop- Rauxel	Herstellung org. Gr.chem.	58,6
			Σ PAK₆	1094,4

			Σ PAK₁₆ (extrapoliert)	2517,1
--	--	--	--	---------------

Tabelle 11: Einträge Wasser indirekt, Anthrazen (PRTR 2010)

Medium: Wasser indirekt				
Berichtsjahr: 2010				
	PLZ	Ort	wirtschaftliche Haupttätigkeit	[kg/a]
Ruhr Oel GmbH Werk Scholven	45896	Gelsenkirchen	Mineralöl- und Gasraffinerie	1,67
			Σ Anthrazen	1,67

Tabelle 12: Einträge Wasser indirekt, Naphtalin (PRTR 2010)

Medium: Wasser indirekt				
Berichtsjahr: 2010				
	PLZ	Ort	wirtschaftliche Haupttätigkeit	[kg/a]
RUHR OEL GMBH Werk Scholven	45896	Gelsenkirchen	Mineralöl- und Gasraffinerie	335
Ruhr Oel GmbH Werk Horst	45899	Gelsenkirchen	Mineralöl- und Gasraffinerie	558
CURRENTA GmbH & Co. OHG	41538	Dormagen	Deponie	169
ISP Marl GmbH	45772	Marl	Herstellung sauerstoffhalt. KW	3260
			Σ Naphtalin	4322

2 PAK-Emissionen aus diffusen Quellen

2.1 Atmosphärische Deposition - Messnetzabfrage 2007

Aus EMEP 2009 stehen Daten zu Benzo[a]pyren (B(a)P) für Deutschland zur Verfügung. Unter der Annahme, dass B(a)P als PAK-Indikatorverbindung einen Anteil von 5 % der PAK₁₆ ausmacht kann eine Ermittlung der atmosphärischen Deposition von PAK₁₆ entsprechend $PAK_{16} = B(a)P * 20$ erfolgen. Die so ermittelten Werte bewegen sich in der Größenordnung der von Götz (2008), auf Basis einer bei den Bundesländern durchgeführten Messnetzabfrage von 2007, ermittelten Werte für mehrere Bundesländer.

Als Unsicherheitsfaktor ist hierbei zum einen der Umrechnungsfaktor anzusehen, zum anderen die Belastbarkeit der EMEP-Daten, die auf Basis von Einzelmessungen über eine Modellrechnung generiert werden. Insgesamt ist dieser Ansatz jedoch eine sinnvolle Annäherung regionalisierter Eingangsdaten.

2.2 Stahlwasserbau

Die Abschätzung für MONERIS erfolgt anhand von Daten der Bundesanstalt für Wasserbau für 2004 auf Basis einer Lebensdauer von 20 a. Hierbei ergaben sich Emissionen von 400 kg pro Jahr.

Unterstellt man einen linearen Verlauf, sind die Emissionen für 2024 = 0 kg und 2014 = 200 kg.

2.3 Einträge von Schiffen

Keine Aktualisierung der bisherigen Eingangsdaten.

Variable: IN_VE_PAH

2.4 Drainagewasser & Grundwasser

Duijnsveld et al. (2008) dokumentieren 21 Sickerwasserproben von insgesamt 9 Standorten (5x Acker, 3x Forst und 1x Grünland) . Hierbei lagen alle PAK₁₆ Werte unterhalb der NWG von 0,01 µg/l. Daher erscheint eine Korrektur des Eingangswertes von 20 ng/l auf die Hälfte der bei Duijnsveld et al. (2008) genannten Nachweisgrenze von 5 ng/l sinnvoll.

Variablen: GW_CONC_PAH, TD_CONC_PAH

2.5 Oberbodengehalte

Im Rahmen eines UBA-Forschungsvorhaben zur Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung wurden in fünf Bundesländern insgesamt Bodenflächen beprobt, die mit Klärschlamm bzw. mit anderen Düngevarianten gedüngt wurden. „Kontrollflächen im strengen Sinn, das heißt Flächen komplett ohne Düngeraufbringung standen nicht zur Verfügung“ (Körderl et al. 2007). Die Auswahl der Flächen erfolgte auf Basis einer „räumlichen Nähe zu mit Klärschlamm gedüngten Flächen“.

Die in den Kontrollflächen ermittelten Werte bewegen sich größenordnungsmäßig im Rahmen der bislang in MoRE verwendeten Werte der Länderarbeitsgemeinschaft Boden von 2003. Eine Anpassung der bisher verwendeten Werte kann aufgrund fehlender Repräsentanz der alternativen Werte nicht erfolgen.

Variable: ER_CONT_topsoil_PAH

2.6 PAK-Oberflächenpotential der versiegelten Flächen

Zur Aktualisierung des PAK-Oberflächenpotentials liegen noch keine belastbareren Werte vor, als bislang in MoRE implementiert.

Variable: US_SL_PAH

3 Quellen

BMU.DE 2012:

http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klaerschlamm_landwirtschaft.pdf, Stand: April 2012 Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

DESTATIS.DE (2007): (Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007, Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 / Reihe 2.1: Umwelt Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, 10. Abwasserbehandlungsanlagen 10.1.).

DUIJNISVELD, W.H.M., GODBERSEN, L., DILLING, J., GÄBLER, H.-E., UTERMANN, J., KLUMP, G., SCHEEDER, G. (2008): Ermittlung flächenrepräsentativer Hintergrundkonzentrationen prioritärer Schadstoffe im Bodensickerwasser. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover. UBA-Forschungsvorhaben 204 72 264

KOLLOTZEK, D. ET AL. (1996): Technische, analytische, organisatorische und rechtliche Maßnahmen zur Verminderung der Klärschlammbelastung mit relevanten organischen Schadstoffen. FuE-Projekt 103 50 123 des Umweltbundesamtes.

KÖRDEL, W., HERRCHEN, M., MÜLLER, J., KRATZ, S., FLECKENSTEIN, J., SCHNUG, E., SARING, THOMAS, J., HAAMANN, H., REINHOLD (2007): Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung. Forschungsbericht 202 33 305 und 202 74 271. UBA Texte 30/07. ISSN 1862-4804

LFU 2011:

http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000006?SID=45390844&ACTIONxSESSxSHOWPIC%28BILDxKEY:lfu_abfall_00184,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF%29=Z, Stand: Mai 2011 Klärschlamm Entsorgung in Bayern - Planungshilfe für Kommunen, Bayerisches Landesamt für Umwelt.

LFU.BAYERN.DE 2012: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallgruppen/index.htm>, Stand: Oktober 2012 Klärschlamm - Entsorgungssituation, Bayerisches Landesamt für Umwelt.

UBA (2007A): UBA Texte 30/07, Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung, www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3295.pdf.