



BODENSCHUTZ

ALEX-INFORMATIONSBLATT 21

Hinweise zur Beurteilung von PAK – Gemischen in kontaminierten Böden

ALEX-Informationsblatt 21/2001
Mainz, Mai 2011

Hinweis: unveränderte Fassung von 07 / 2001

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz

© 2011

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

INHALTSVERZEICHNIS

1	Hinweise zur Beurteilung von PAK-Gemischen in kontaminierten Böden	4
2	Anhang	7
3	Quellenangabe	13

1 HINWEISE ZUR BEURTEILUNG VON PAK-GEMISCHEN IN KONTAMINIERTEN BÖDEN

Im Falle von PAK - Kontaminationen im Altlastenbereich hat man es immer mit einem Gemisch von PAK - Einzelsubstanzen zu tun.

Der zurzeit in der BBodSchV enthaltene Prüfwert für den Parameter Benzo[a]pyren (B[a]P) für den Wirkungspfad Boden - Mensch ist nur für die Einzelsubstanz B[a]P abgeleitet worden.

Die kanzerogene Wirkung weiterer im Gemisch der 1-16 EPA-PAK enthaltenen PAK - Einzelsubstanzen wurde bei der Ableitung des Prüfwertes nicht berücksichtigt. Daher darf zur Beurteilung von PAK - Gemischen, für deren Wirkung B[a]P als Bezugssubstanz steht, der zurzeit in der BBodSchV enthaltene Prüfwert für B[a]P für den Wirkungspfad Boden - Mensch nicht herangezogen werden.

1.1 Vorläufige Prüfwerte

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden nutzungsbezogene Prüfwerte für B[a]P für den Wirkungspfad Boden - Mensch toxikologisch abgeleitet, bei deren Ableitung auch die kanzerogene Wirkung weiterer PAK - Einzelsubstanzen aus dem Gemisch der 1-16 EPA-PAK berücksichtigt ist. Grundlage dieser Ableitung ist das PAK - Profil der ausgewerteten PAK - kontaminierten Bodenproben von Kokereien, Gaswerkstandorten und Teermischwerken/Teerölagern.

Wir empfehlen, die Prüfwerte aus diesem Vorschlag für die Übergangszeit, bis der Bund einen Prüfwert für **B[a]P zur Beurteilung des PAK - Gemisches** festlegt, anzuwenden.

Vorläufige Prüfwerte für B[a]P als Bezugssubstanz für die Wirkung des PAK-Gemisches für den Wirkungspfad Boden - Mensch		
Nutzung	B[a]P [mg /kg TM]	Achtung !!!! Anwendung nur wenn das Verteilungsmuster vergleichbar ist
Kinderspielflächen	0,5	
Wohngebiet	0,5	
Park- und Freizeitflächen	1,0	
Industrie- und Gewerbeflächen	5,0	

Diese Prüfwerte dürfen nur dann zur Beurteilung von PAK - Gemischen herangezogen werden, wenn das Profil des zu beurteilenden Gemisches einem der in den Tabellen 1-3 bzw. Abbildungen 1-3 aufgeführten PAK - Profile zugeordnet werden kann (siehe Anhang).

Das Profil des zu beurteilenden PAK - Gemisches erhält man, wenn das arithmetische Mittel des relativen Anteils jeder der 1-16 EPA - PAK - Einzelsubstanzen zu B[a]P grafisch dargestellt wird.

Die relativen Anteile werden folgendermaßen ermittelt:

Der Anteil jeder PAK - Einzelsubstanz der 1-16 EPA-PAK im Gemisch (Analysewert in mg oder µg/kg Boden) wird durch den B[a]P- Anteil (Angabe ebenfalls in mg oder µg/kg Boden) dividiert. Der erhaltene Quotient stellt den relativen Anteil jeder PAK - Einzelsubstanz zu B[a]P dar.

Sofern mehrere Proben analysiert werden, ist für jede Probe der relative Anteil der 1-16 EPA- PAK - Einzelsubstanzen zu B[a]P zu ermitteln. Danach ist das arithmetische Mittel der relativen Anteile zu bilden.

Die grafische Darstellung des arithmetischen Mittels des relativen Anteils jeder PAK - Einzelsubstanz zu B[a]P ergibt ein für das Gemisch spezifisches PAK - Profil.

Um das Profil des Gemisches einem der in den Abbildungen 1-3 aufgeführten Profile zuzuordnen zu können, empfehlen wir dringend, das arithmetische Mittel des relativen Anteils jeder der 1-16 EPA - PAK - Einzelsubstanzen bezogen auf B[a]P grafisch darzustellen.

Gemische, die von diesen Profilen abweichen, müssen einzelfallabhängig beurteilt werden. Hier empfehlen wir das Referat 62 (Altlasten und Bodenschutz) des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht einzuschalten (Einschaltung nur durch die zuständige Behörde).

1.2 Wirkung des PAK - Gemisches

Um den Beitrag der 1-16 EPA - PAK - Einzelsubstanzen zu der Wirkung des Gemisches abschätzen zu können, werden die relativen Anteile der 1-16 EPA - PAK - Einzelsubstanzen zu B[a]P mit den entsprechenden relativen Potenzen (TEF) nach OPPTS* (1992) multipliziert und die erhaltenen Toxizitätsäquivalente aufsummiert (siehe Anhang Tabellen 1-3).

* OPPTS, 1992

PAH Scoring Exercise. Coordinated by the EPA Office of Pesticides, Pollution Prevention and Toxics in: Brown, R., Mittelman, A.: Evaluation of Existing Methods to Rank the Relative Carcinogenicity of Polycyclic Aromatic Compounds (PAHs), Draft Office of Emergency and Remedial Response, Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency, 1993; zitiert in dem Bericht zum F+E Vorhaben 298 73 771

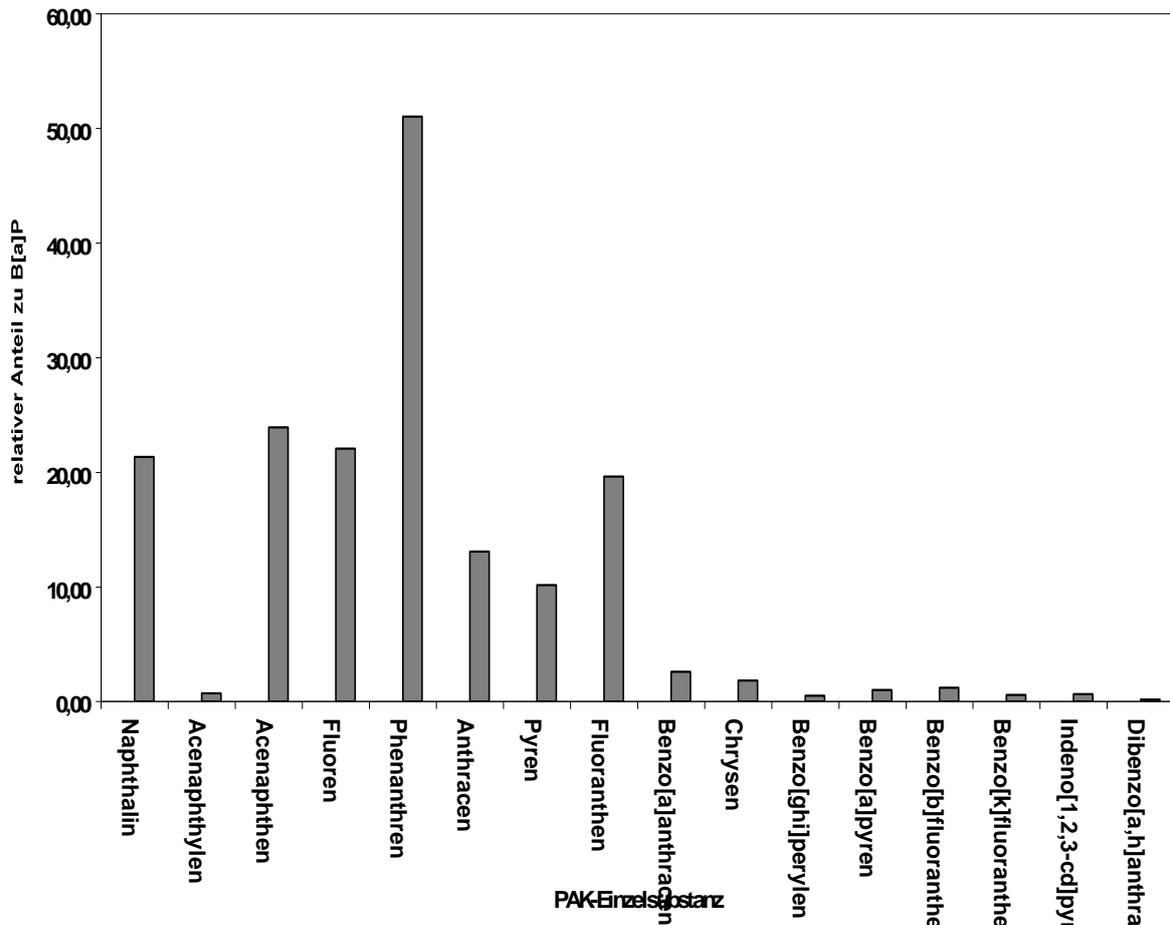
2 ANHANG

In den folgenden Tabellen und Abbildungen sind die relativen Anteile der Einzel - PAK für Böden von ehemaligen Kokereigeländen, Gaswerkstandorten und Teermischwerken/Teeröllagern aufgeführt.

Tabelle 1: Vorkommen von PAK in Proben von Kokereien (n=36) relativ zu B[a]P und Toxizitätsäquivalente (relative Potenzen (TEF) nach OPPTS*, 1992)

Substanz	Anteile einzelner PAK relativ zu B[a]P			TEF	AM x TEF
	Min.	Max.	Arithmetisches Mittel (AM)		
Naphthalin	0,05	155,15	21,33		0
Acenaphthylen	0,00	4,66	0,73	0,01	0.0073
Acenaphthen	0,07	95,15	23,92		0
Fluoren	0,02	111,34	22,06		0
Phenanthren	1,47	140,88	51,05		0
Anthracen	0,66	235,68	13,08	0,01	0,138
Pyren	1,80	27,11	10,16		0
Fluoranthen	2,90	52,19	19,63	0,01	0,1963
Benzo[a]anthracen	0,96	5,45	2,60	0,1	0,26
Chrysen	0,53	4,50	1,84	0,01	0,0184
Benzo[ghi]perylen	0,00	2,58	0,51	0,01	0,0051
Benzo[a]pyren	1,00	1,00	1,00	1	1
Benzo[b]fluoranthen	0,66	2,91	1,20	1	1,2
Benzo[k]fluoranthen	0,38	1,36	0,59	0,1	0,059
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,00	2,67	0,65	0,1	0,065
Dibenzo[a,h]anthracen	0,00	0,73	0,17	1	0,17
Summe					3,1119

Abbildung 1: PAK-Profile in Bodenproben von Kokereien



Aus dem Bericht zu den Auswertungen zu Bodenproben von Kokereistandorten (siehe Quellenangabe) ergibt sich im Mittel, dass

- die niedermolekularen PAK, insbesondere Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren und Fluoranthen, im Gemisch stärker vertreten sind als die höhermolekularen PAK.
- das Vorkommen der höhermolekularen PAK ist bezogen auf B[a]P relativ homogen. Die relativen Gehalte liegen im Mittel alle zwischen 0,17 und 2,6.
- werden die Toxizitätsäquivalente berechnet, um das Auftreten einzelner als kanzerogen eingeschätzter PAK zu beurteilen, so zeigt sich, dass die mengenmäßig stark vertretenen niedermolekularen PAK, hierzu einen nur geringen Beitrag leisten.
- den Hauptteil der Summe der Äquivalente liefern Benzo[a]pyren (32%) und Benzo[b]fluoranthene (39%), Benzo[a]anthracen und Dibenzo[a,h]anthracen tragen nur zu einem geringen Anteil bei.

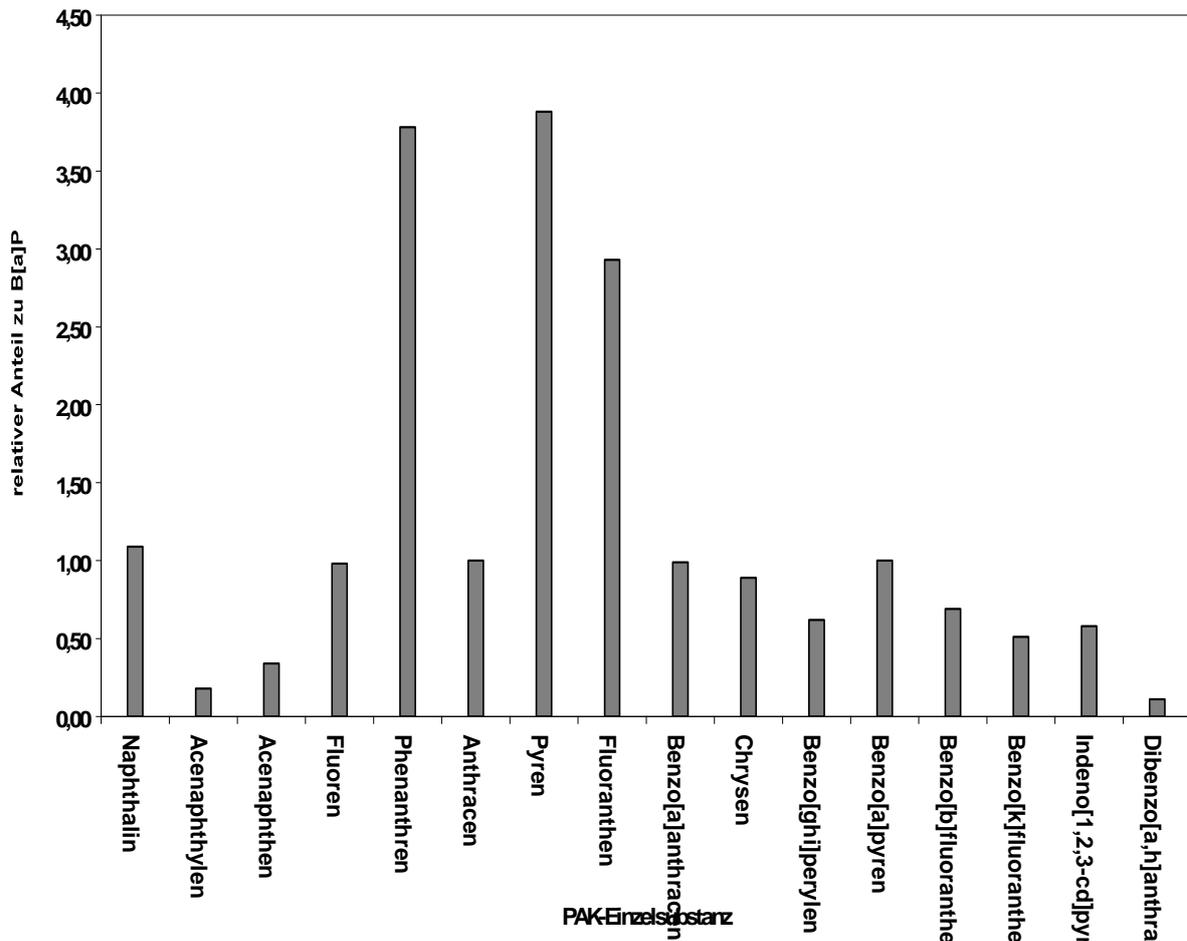
Tabelle 2: Vorkommen von PAK in Proben von Gaswerkstandorten (n=22) relativ zu B[a]P und Toxizitätsäquivalente (relative Potenzen (TEF) nach OPPTS*, 1992)

Substanz	Anteile einzelner PAK relativ zu B[a]P			TEF	AM x TEF
	Min.	Max.	Arithmetisches Mittel (AM)		
Naphthalin	0,00	5,08	1,09		0
Acenaphthylen	0,00	0,97	0,18	0,01	0.0018
Acenaphthen	0,00	2,00	0,34		0
Fluoren	0,02	3,74	0,98		0
Phenanthren	0,3	12,12	3,78		0
Anthracen	0,04	4,08	1,00	0,01	0,01
Pyren	0,32	29,33	3,88		0
Fluoranthen	0,96	8,18	2,93	0,01	0,0293
Benzo[a]anthracen	0,44	2,42	0,99	0,1	0,099
Chrysen	0,17	1,92	0,89	0,01	0,0089
Benzo[ghi]perylen	0,05	1,13	0,62	0,01	0,0062
Benzo[a]pyren	1,00	1,00	1,00	1	1
Benzo[b]fluoranthen	0,17	1,20	0,69	1	0,69
Benzo[k]fluoranthen	0,17	1,05	0,51	0,1	0,051
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,17	1,01	0,58	0,1	0,058
Dibenzo[a,h]anthracen	0,00	0,35	0,11	1	0,11
Summe					2,0642

* OPPTS, 1992

PAH Scoring Exercise. Coordinated by the EPA Office of Pesticides, Pollution Prevention and Toxics in: Brown, R., Mittelman, A.: Evaluation of Existing Methods to Rank the Relative Carcinogenicity of Polycyclic Aromatic Compounds (PAHs), Draft Office of Emergency and Remedial Response, Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency, 1993; zitiert in dem Bericht zum F+E Vorhaben 298 73 771

Abbildung 2: PAK-Profile in Bodenproben von Gaswerkstandorten



Aus dem Bericht zu den Auswertungen zu Bodenproben von Gaswerkstandorten (siehe Quellenangabe) ergibt sich im Mittel, dass

- die niedermolekularen PAK auch hier unter den 16 EPA-PAK mengenmäßig dominieren, insbesondere Phenanthren, Pyren und Fluoranthren.
- Die Unterschiede zwischen den niedermolekularen und höhermolekularen PAK sind geringer als bei Kokereien.
- das Vorkommen der höhermolekularen PAK ist bezogen auf Benzo[a]pyren wiederum homogen. Die relativen Gehalte liegen im Mittel alle zwischen 0,11 und 0,99.
- werden die Toxizitätsäquivalente berechnet, um das Auftreten einzelner als kanzerogen eingeschätzter PAK zu beurteilen, so zeigt sich, dass wiederum die mengenmäßig stark vertretenen niedermolekularen PAK hierzu nur einen geringen Beitrag leisten.

- den Hauptteil der Summe der Äquivalente liefern Benzo[a]pyren (48%) und Benzo[b]fluoranthren (33%), geringe Anteile liefern Benzo[a]anthracen und Dibenz[a,h]anthracen.

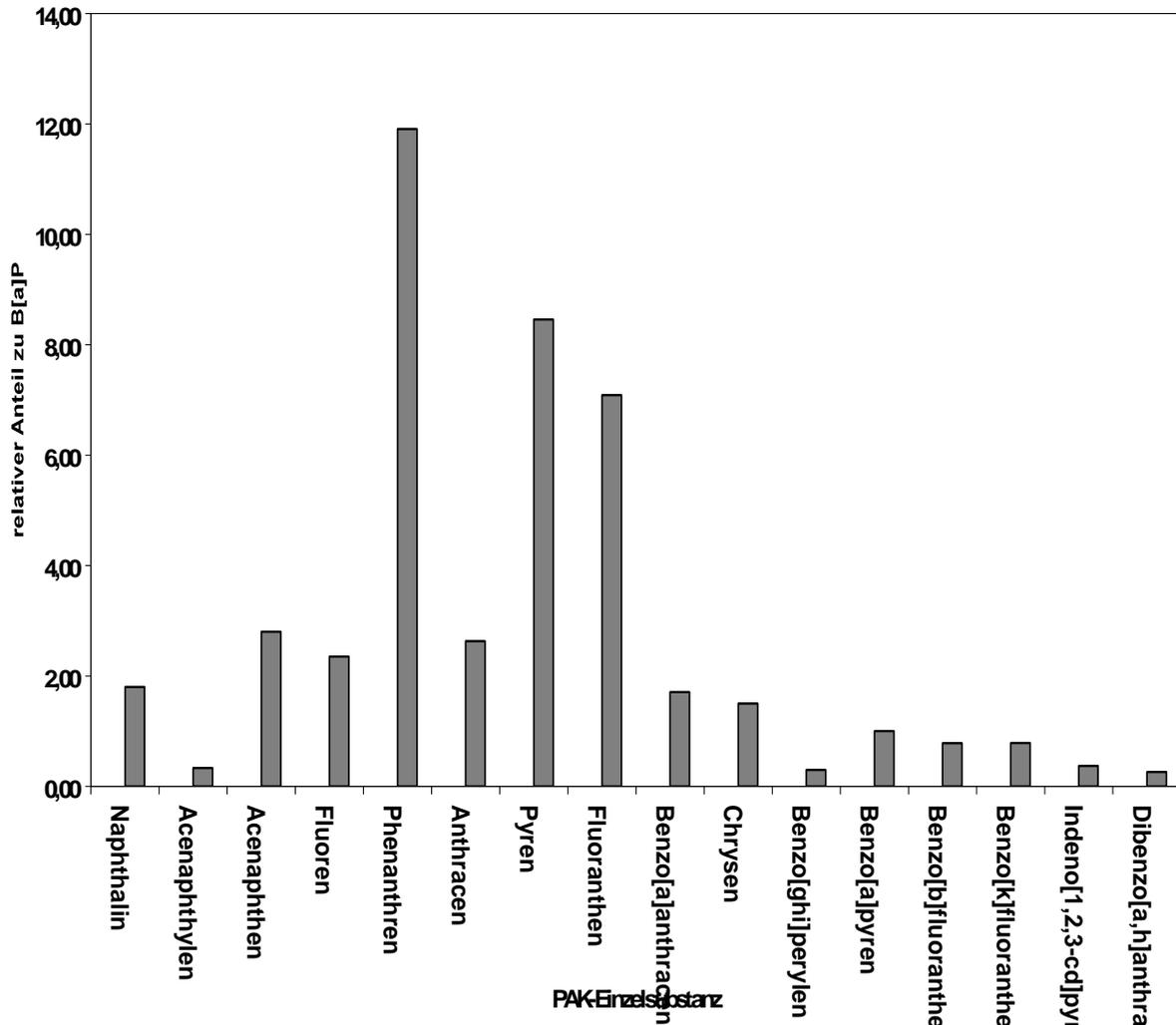
Tabelle 3: Vorkommen von PAK in Proben von Teermischwerken/Teerölagern (n=37) relativ zu B[a]P und Toxizitätsäquivalente (relative Potenzen (TEF) nach OPPTS*, 1992)

Substanz	Anteile einzelner PAK relativ zu B[a]P			TEF	AM x TEF
	Min.	Max.	Arithmetisches Mittel (AM)		
Naphthalin	0,00	27,48	1,80		0
Acenaphthylen	0,00	3,19	0,33	0,01	0.0033
Acenaphthen	0,00	23,44	2,80		0
Fluoren	0,00	15,01	2,35		0
Phenanthren	0,93	54,39	11,91		0
Anthracen	0,29	7,34	2,63	0,01	0,0263
Pyren	2,97	27,00	8,46		0
Fluoranthren	1,55	26,29	7,09	0,01	0,0709
Benzo[a]anthracen	0,91	3,51	1,71	0,1	0,171
Chrysen	0,99	2,92	1,50	0,01	0.015
Benzo[ghi]perylen	0,00	1,07	0,30	0,01	0,003
Benzo[a]pyren	1,00	1,00	1,00	1	1
Benzo[b]fluoranthren	0,17	1,29	0,78	1	0,78
Benzo[k]fluoranthren	0,00	2,99	0,79	0,1	0,079
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,00	0,75	0,37	0,1	0,037
Dibenz[a,h]anthracen	0,00	1,24	0,26	1	0,26
Summe					2,4455

* OPPTS, 1992

PAH Scoring Exercise. Coordinated by the EPA Office of Pesticides, Pollution Prevention and Toxics in: Brown, R., Mittelman, A.: Evaluation of Existing Methods to Rank the Relative Carcinogenicity of Polycyclic Aromatic Compounds (PAHs), Draft Office of Emergency and Remedial Response, Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency, 1993; zitiert in dem Bericht zum F+E Vorhaben 298 73 771

Abbildung 3: PAK-Profile in Bodenproben von Teermischwerken/Teerölagern



Aus dem Bericht zu den Auswertungen zu Bodenproben von Teermischwerken und Teerölagern (siehe Quellenangabe) ergibt sich im Mittel, dass

- ähnlich wie bei Gaswerkstandorten Phenanthren, Pyren und Fluoranthen mengenmäßig dominieren.
- Die Unterschiede zwischen den niedermolekularen PAK und den höhermolekularen PAK sind geringer als bei Kokereien und höher als bei Gaswerkstandorten.
- das Vorkommen der höhermolekularen PAK ist bezogen auf Benzo[*a*]pyren wiederum homogen. Die relativen Gehalte liegen im Mittel zwischen 0,26 und 1,71.
- werden die Toxizitätsäquivalente berechnet, um das Auftreten einzelner, als kanzerogener eingeschätzter PAK zu beurteilen, so zeigt sich, dass wiederum die mengenmäßig stark vertretenen niedermolekularen PAK hierzu einen nur geringen Beitrag leisten.

- den Hauptteil der Summe der Äquivalente liefern Benzo[a]pyren (41%) und Benzo[b]fluoranthren (32%) sowie in geringem Umfang Benzo[a]anthracen und Dibenzo[a,h]anthracen.

3 QUELLENANGABE

Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bericht zum F+E Vorhaben 298 73 771

"Grundlagen für die Bewertung von Kontaminationen des Bodens mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen"

Teil B Ableitung von Prüfwerten

Bearbeitung: Dr. K. Schneider, Dr. U. S. Schuhmacher, J. Oltmanns und Dr. F. Kalberlah

Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe, FoBiG GmbH, Freiburg i. Br.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juli 1999