

Bewertung von PAK bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch

1. Grundlagen und Begründung der Prüfwertvorschläge
- Pause...
2. Erlasse
- 2b. Prüfung der Gemischzusammensetzung
- 2c. RV-Untersuchungen



Foto: Andreas Zeddel

Dr. Andreas Zeddel

Obmann des ALA-Gesprächskreises "Schadstoffbewertung"

SH 
Schleswig-Holstein
Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume

1

Gesprächskreis Schadstoffbewertung...

SH 
Schleswig-Holstein
Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume

- | | |
|--|--------------------------|
| ■ Herr Dr. M. Biersack / Herr Dr. Hofmann | Bayern |
| ■ Frau C. Hillmert, | Baden-Württemberg |
| ■ Herr Dr. S. Feisthauer / Herr Dr. Brodsky, | Hessen |
| ■ Herr Dr. G. Schmiedel, | Rheinland-Pfalz |
| ■ Frau Dr. A. Haedicke / Herr W.-D. Bertges, | NRW |
| ■ Frau G. Klemm / Frau Anje Sohr, | Sachsen |
| ■ Frau M. Salzmann, | Niedersachsen |
| ■ Herr Dr. J. Utermann, | UBA |
| ■ Frau A. Nebelsiek, | Hamburg |
| ■ Herr Dr. A. Zeddel (Obmann), | SH |

Ich bedanke mich beim Altlastenausschuss (ALA) der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), in dessen Auftrag der Gesprächskreis 'Schadstoffbewertung' des ALA Grundlagen für die ALA-Entscheidung und die Erlasse zu PAK erarbeiten können. Ich bedanke mich bei den Mitgliedern des Gesprächskreises Schadstoffbewertung für die intensiven Diskussionen und Anregungen auch für Veröffentlichungen und Vorträge!



... des ALA

PAK - eine ‚natürliche‘ Belastung !?

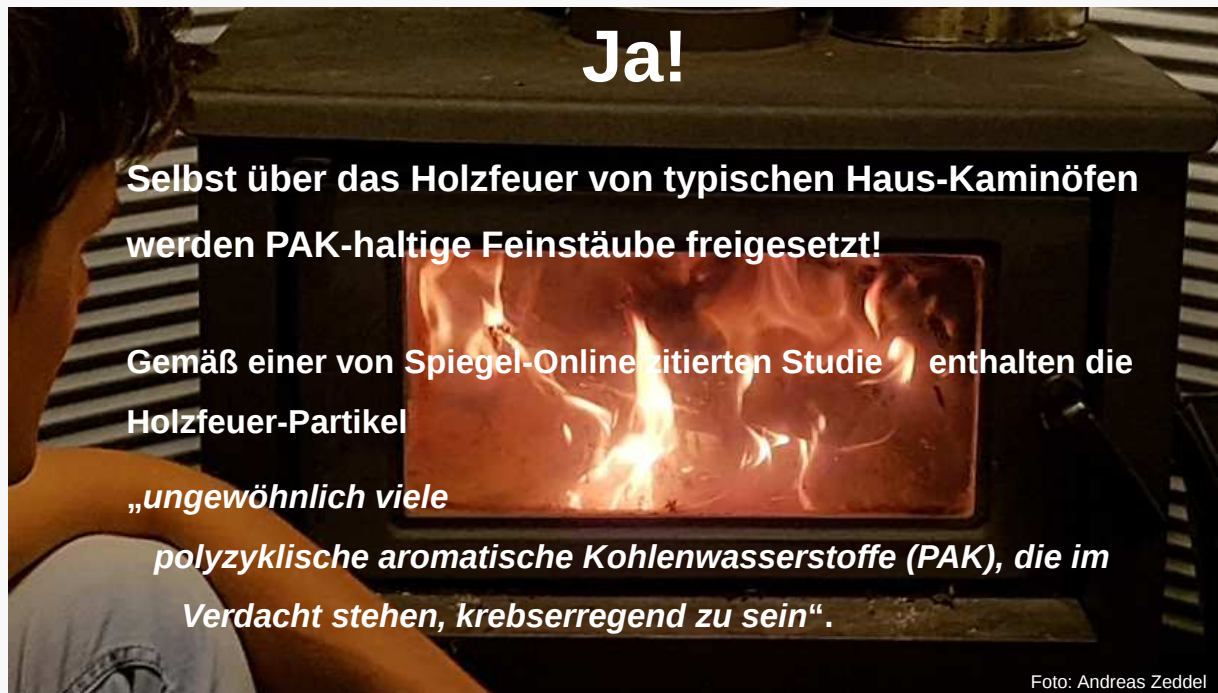


Foto: Andreas Zeddel

(<http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/kamine-holzfeuer-setzen-gefaehrlichen-feinstaub-frei-a-743678.html>)



Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

3

PAK sind sowohl industrielle Erzeugnisse als auch unerwünschte Nebenprodukte aus thermischen Prozessen. Bei einem Verbrennungsprozessen wird kohlenstoffhaltiges Material idealerweise vollständig in CO_2 und H_2O umgesetzt. Praktisch treten PAK jedoch im Mikrobereich auf, wenn Sauerstoffmangel herrscht und dadurch die Bildung von PAK in Nebenreaktionen ermöglicht wird. Die Menge der entstehenden PAK hängt vom Durchmischungsgrad des Brennstoffes mit Luft, dem Aggregatzustand des Brennstoffes, der Verbrennungstemperatur und anderen Faktoren ab. Die Bildung von PAK verläuft zumeist über Radikale, die sich bei hohen Temperaturen rasch zusammenfügen. Diese hochreaktiven Übergangsspezies werden stabilisiert durch Ringschluss, Kondensation, Dehydrierung und andere Reaktionsmechanismen (s. Bild 2-3).

Entstehung von PAK bei thermischen Prozessen

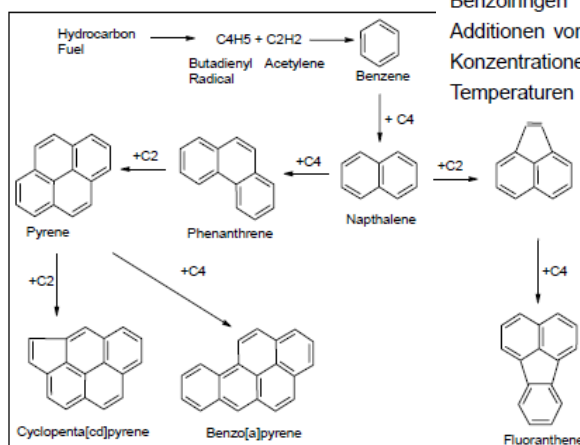


Bild 2-3: Beispiel für die Entstehung von Fluor und BaP

Bei Temperaturen ab 500 °C entstehen Acetylen- und 1,3 Butadienradikale, die zu Benzolringen mit Alkylresten weiterreagieren können. Es kommt zu weiteren Additionen von Radikalen, die zu größeren PAK-Molekülen führen. Maximale PAK-Konzentrationen findet man bei 1000 °C und in sauerstoffarmen Bereichen. Bei Temperaturen unter 1000 °C entstehen vorwiegend 3- bis 4- kernige PAK.

Aus: Immissions-, Depositions-, und Diesel-motoremissionsmessungen von PAK, Nitro-PAK und 3-Nitrobenzanthron

vorgelegt von Master of Engineering Sanghun Kim, Berlin 2005



Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

4

z. B. Gaswerke – eine typische Altlast

(www.hamburg.de/flaechenrecycling/142820/gaswerk-bahrenfeld/)

Projekt/Teilprojekt: Gasstr. 2a

Allgemeine Daten

Anschrift: Gasstraße 2a
Bezirk: Altona
Eigentümer: PRI
Gemarkung: Ottensen
Kostenträger: FHH/PRI

Beschreibung der Altlast

Art der Altlast: AST - Altstandort
Spezifizierungen: GKO - Gaswerk, Kokerei
Schadstoffinventar: BTEX - Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
KW - Kohlenwasserstoffe
PAK - Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
Belastete Medien: f. Grundwasserleiter
Oberboden
Gefährdungspotenzial: Wirkungspfad Boden - Grundwasser
Wirkungspfad Boden - Mensch
Nutzung vor der Sanierung: Gewerbe/Industrie
Nutzung nach der Sanierung: Gewerbe/Industrie
Grünfläche
Wohnen



Gaswerk Bahrenfeld

In Hamburg - Bahrenfeld an der Gasstraße befindet sich das ehemalige Gaswerk Bahrenfeld. Durch die langjährige Nutzung des Geländes ist teilweise eine erhebliche Kontamination an gaswerktypischen Schadstoffen (u.a. BTEX, PAK Cyanide, Phenole) entstanden.

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

5

Die Belastung des Menschen

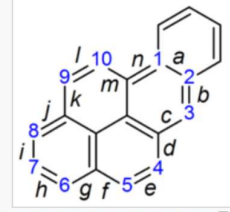
PAK werden u.a. gebildet bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material, aber auch beim Grillen, Räuchern von Lebensmitteln sowie beim Rauchen von Tabakerzeugnissen (z.B. Zigaretten). **Fast die Hälfte der durchschnittlichen PAK-Belastung bei Menschen wird durch kontaminierte Nahrungsmittel verursacht.** Eine überhöhte Belastung von geräucherten Lebensmitteln, wie z.B. Rauchfleisch und geräucherte Fische, kann durch unsachgemäße Räucherverfahren verursacht werden. Auch Trocknungsverfahren über offenem Feuer führen zu überhöhten PAK-Gehalten in Lebensmitteln. (www.cvuas.de)

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

6

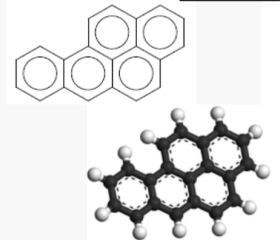
Anhang 2, 1.4

Prüfwerte in [mg/kg TM] Stoff	Kinderspiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- u. Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbe
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1.000	2.000
Cadmium	10 / 2	20 / 2	50	60
Cyanide	50	50	50	100
Chrom	200	400	1.000	1.000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Aldrin	2	4	10	-
Benzo(a)pyren *	2	4	10	12
DDT	40	80	200	-
Hexachlorbenzol	4	8	20	200
Hexachlorcyclohexan (HCH- Gemisch oder β -HCH)	5	10	25	400
Pentachlorphenol	50	100	250	250
Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	0,4	0,8	2	40



Benzo(a)pyrene, showing the base pyrene ring and numbering and ring fusion locations according to IUPAC nomenclature of organic chemistry.

,BaP'
,BP'



www.wikiwand.com/de/Benzo(a)pyren

(* auch: Benzo[a]pyren, 1,2-Benzpyren, Benzo[*pqr*]tetraphen, Benzo[*def*]chrysen)

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Dezernat Altlasten 7

Die Ableitung des Prüfwertes BaP

Benzo(a)pyren **F 123**

...

Für die orale Aufnahme von B(a)P allein wurde von der EPA (1995) ein unit risk in Höhe von

7,3 (mg/kg · d)⁻¹

1 mg/kg*d

stellt Risiko von 7,3 dar

0,000014 mg/kg*d

stellt ein Risiko von 10⁻⁵ dar (= 1,4 ng/kg*d)

abgeleitet



11.1 Szenario „Kinderspielflächen“

Orale Bodenaufnahme

Nichtkanzerogene Wirkung

Entfällt, da kein TRD-Wert abgeleitet werden konnte.

Kanzerogene Wirkung

$$\text{Prüfwert [mg/kg]} = \frac{\text{Dosis bei Risiko } 10^{-5} \cdot F_{(\text{Gef})} \cdot \text{Expositionszeitfaktor } L}{\text{Bodenaufnahmerate}}$$

$$= \frac{1,4 \frac{\text{ng}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \cdot 5 \cdot 8,75}{33 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{d}}} = 1,9 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Dezernat Altlasten 8

Die Ableitung des Prüfwertes BaP

Benzo(a)pyren **F 123**

...

Für die orale Aufnahme von B(a)P allein wurde von der EPA (1995) ein unit risk in Höhe von

7,3 (mg/kg · d)⁻¹

abgeleitet



11.1 Szenario „Kinderspielflächen“

Orale Bodenaufnahme

Ergebnis der Plausibilitätsprüfung

Aus den Berechnungen sowie Plausibilitätsüberlegungen ergeben sich folgende Prüfwerte für die Exposition gegenüber Benzo(a)pyren (das Risiko durch Exposition gegenüber anderen vorliegenden PAK ist dabei nicht berücksichtigt):

Prüfwerte für Benzo(a)pyren	
Nutzung	Prüfwert
Kinderspielflächen	2 mg/kg
Wohngebiet	4 mg/kg
Park- und Freizeitflächen	10 mg/kg
Industrie- und Gewerbeflächen	12 mg/kg

BBodSchV 1999: Analytik von BaP ? → „16 PAK (EPA)“ !

Tabelle 5
Analyse organischer Schadstoffgehalte

Untersuchungsparameter	Verfahrenshinweise	Methode
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): 16 PAK (EPA) Benzo(a)pyren *) empfohlene Methode	1) Soxhlet-Extraktion mit Toluol, chromatographisches Clean-up; Quantifizierung mittels GC-MS *)	Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW, 1994 *)
	2) Extraktion mit Tetrahydrofuran oder Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/F *)	Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW, 1994 *)
	3) Extraktion mit Aceton, Zugabe von Petrolether, Entfernung des Acetons, chromatographische Reinigung des Petroletherextraktes, Aufnahme in Acetonitril; Quantifizierung mittels HPLC-UV/DAD/F	E DIN ISO 13877: 06.95
	4) Extraktion mit einem Wasser/ Aceton/ Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl; Quantifizierung mittels GC-MS oder HPLC-UV/DAD/F	VDLUFÄ-Methodenbuch, Band VII; Handbuch Altlasten Bd. 7, LfU HE

„PAK“ (engl. „PAH“)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind eine Substanzklasse von **mehreren hundert Einzelverbindungen**.

Die Verbindungen bestehen aus miteinander verbundenen aromatischen Benzolringsystemen.

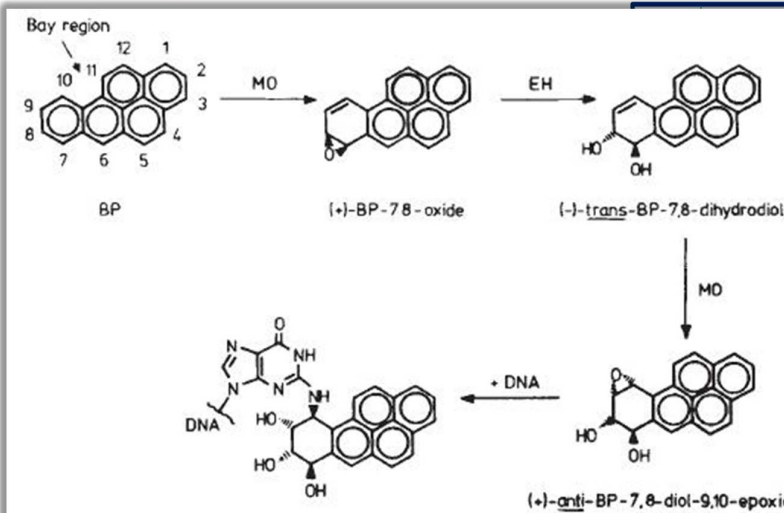
Analytisch erfasst und aufsummiert werden oft (nur) die 16 so genannten **„EPA-PAK“ (PAK₁₆)**, von Naphthalin mit zwei Ringen bis zu den höher molekularen PAK mit 5 und 6 Ringen – siehe Anlage 1.

n: Anzahl der Ringe, WL: Wasserlöslichkeit (µg/l);
gering mobile PAK mit WL < 70 µg/l in grau;
TEF: Toxizitätsäquivalentfaktor als Hinweis auf das
kanzerogene Potential im Verhältnis zu BaP

Abkürz.	Stoffname	Formel	n	WL	TEF
Naph	Naphthalin		2	31700	
Acy	Acenaphthylen		3	3930	0,01
Ace	Acenaphthen		3	1930	
Flu	Fluoren		3	1700	
Phen	Phenanthren		3	1200	
Anth	Anthracen		3	76	0,01
FluA	Fluoranthren		4	260	0,01
Pyr	Pyren		4	77	
BaA	Benzo(a)anthracen		4	13	0,1
Chry	Chrysen		4	3	0,01
BbF	Benzo(b)fluoranthren		5	1,2	1
BkF	Benzo(k)fluoranthren		5	0,8	0,1
BaP	Benzo(a)pyren		5	2,3	1
BghiP	Benzo(ghi)perylen		6	0,3	0,01
I123P	Indeno(1,2,3-cd)pyren		6	62	0,1
DBaH	Dibenzo(ah)-anthracen		5	0,5	1



Wirkung von BaP und anderen PAK



‘Biological activity and environmental removal of Benzo(a)pyrene, the most carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbon’

(<http://cheminfo2010.wikispaces.com/Danielle+Fagnani-+final+project>)

Stoffname	Formel	n	WL	TEF
Naphthalin		2	31700	
Acenaphthylen		3	3930	0,01
Acenaphthen		3	1930	
Fluoren		3	1700	
Phenanthren		3	1200	
Anthracen		3	76	0,01
Fluoranthren		4	260	0,01
Pyren		4	77	
Benzo(a)anthracen		4	13	0,1
Chrysen		4	3	0,01
Benzo(b)fluoranthren		5	1,2	1
Benzo(k)fluoranthren		5	0,8	0,1
Benzo(a)pyren		5	2,3	1
Benzo(ghi)perylen		6	0,3	0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren		6	62	0,1
Dibenzo(ah)-anthracen		5	0,5	1



Bundesratsverfahren zur BBodSchV:
Drucksache 244/99 (Beschluß)
(Grunddrrs. 780/98)

3. Die Bundesregierung wird gebeten, zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Liste der Prüf- und Maßnahmenwerte des Anhangs 2 der Bodenschutz- und Altlastenverordnung für den Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt) insbesondere um folgende relevante Schadstoffe zu erweitern:

BTEX-Aromaten (Einzelstoffe),

LHKW (Einzelstoffe),

PAK,

Kobalt, Chrom (VI).

z. B. !

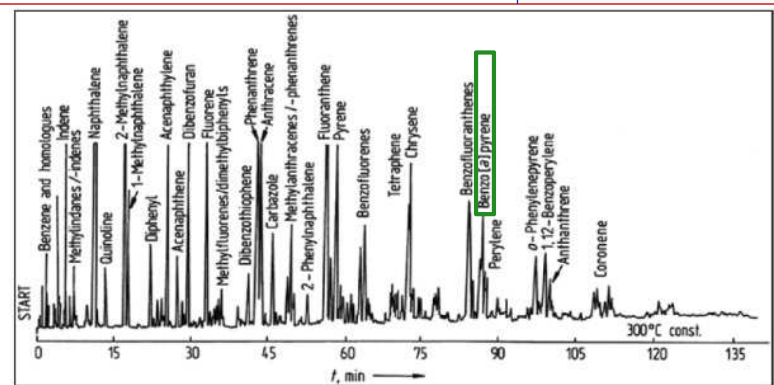


Abbildung 2: GC-MS-Chromatogramm eines Steinkohlenteers (Collin und Höke, 1986-2002)

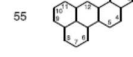
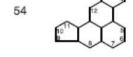
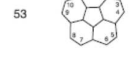
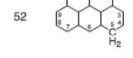
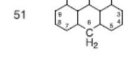
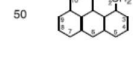
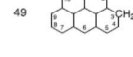
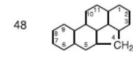
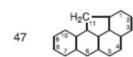
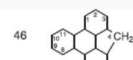
PAK ... hier 660 noch ohne Heteroatome

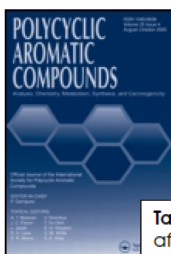
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Alphabetical Index)

[illegible]

<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/mml/csd/SP-922-Polycyclic-Aromatic-Hydrocarbon-Structure-Index-2.pdf>

(fett: IUPAC Name)





Polycyclic Aromatic Compounds

Publication details, including instructions for authors and subscription information:
<http://www.tandfonline.com/loi/gpol20>

Time to Say Goodbye to the 16 EPA PAHs? Toward an Up-to-Date Use of PACs for Environmental Purposes

Jan T. Andersson^a & Christine Achten^b 17 July 2015

Table 3: Proposed lists of oxy- and nitro-PAHs in the environment (10 Oxy-PAHs, 10 Nitro-PAHs) and additionally amino-PAH; x = affirmative, x? = possibly affirmative but not certain, (?) = doubtful, ? = unknown

Compound		Toxicity Equivalence Factor (Benzo(a)-pyrene = 1; max. value) (3)	Carcinogenicity (x = sufficient and limited evidence, 0 = inadequate evidence) (3)	Commonly occurring in the environment? Authors' evaluation	Analytical separation possible? Authors' evaluation
10 Oxy-PAHs					
1	1-Indanone			x	?
2	Fluoren-9-one		x	x	?
3	Phenanthrene-9,10-dione		x	x	?
4	2-Methylantracenedione			x	?
5	Cyclopenta(def)phenanthrenone			x	?
6	Benzo(a)fluorenone			x	?
7	Benzo(de)anthracene-7-one			x	?
8	Benzo(a)anthracene-7,12-dione			x	?
9	Naphthacene-5,12-dione			x	?
10	Benzo(cd)pyren-6-one			x	?
10 Nitro-PAHs					
1	2-Nitronaphthalene		x	x	?
2	3,7-Dinitrofluoranthene		x	x	?
3	3,9-Dinitrofluoranthene		x	x	?
4	1-Nitropyrene	0.1	x	x	?
5	4-Nitropyrene	0.1	x	x	?
6	1,6-Dinitropyrene	10	x	x	?
7	1,8-Dinitropyrene	1	x	x	?
8	6-Nitrochrysene	10	x	x	?
9	7-Nitrobenzo(a)anthracene		x	x	?
10	6-Nitrobenzo(a)pyrene		x	x	?
6 Amino-PAHs					
1	1-Aminonaphthalene		x	x	?
2	2-Aminonaphthalene		x	x	?
3	Aminophenanthrenes		x	x	?
4	2-Aminoanthracene		x	x	?
5	Aminofluoranthenes		x	x	?
6	Aminopyrenes		x	x	?

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
Dr. F. Kalberlah

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

FoBiG GmbH, 1999

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Juli 1999

Fachgrundlage für die Bewertung von PAK :

Teil A:

Tox. Bewertung von PAK (184 S.)

Anhänge mit Berechnungen und Risikoabschätzungen (66 S.)

Teil B (99 S.):

Profile von PAK

Ansätze / Methodische Probleme

Prüfwerte für PAK (als BaP)

Prüfwerte für Naphthalin

Erkenntnisse mit Teermischungen

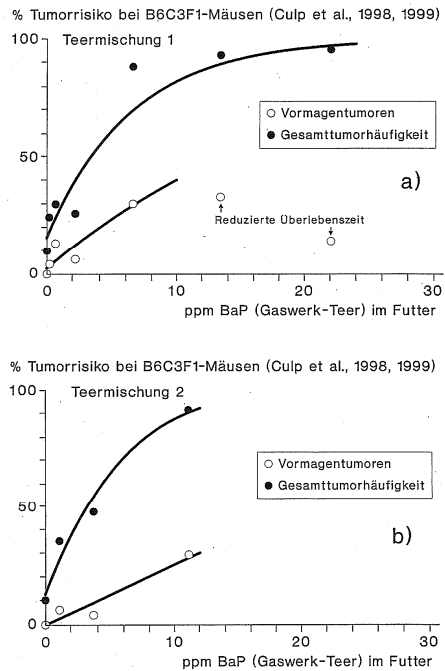
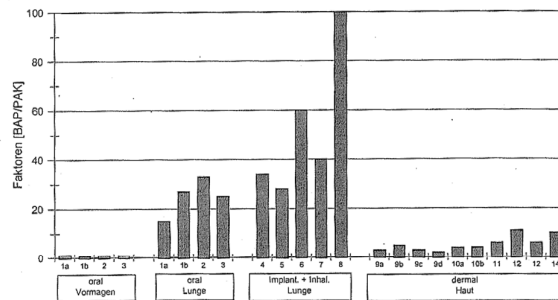


Abb. 2: Dosis-Risikobeziehungen nach oraler Aufnahme von Benzo[a]pyren als Bestandteil von Gaswerkteer in der Studie von Culp et al. (1998, 1999; Teermischung 1: Teilbild a; Teermischung 2: Teilbild b).

Bewertung von PAK-Kontaminationen 124 Teil A



- 1a: Culp et al., 1998; Steinkohleteer CTM1
1b: Culp et al., 1998; Steinkohleteer CTM2
2: Weyand et al., 1995; Gaswerkteer
3: Robinson et al., 1984, 1987; Steinkohleteerfarbe
4: Grimmer et al., 1987b; Diesellabgas Kond.
5: Grimmer et al., 1984; benzinbetr. Motor Kond.
6: Grimmer et al., 1987a; Rauchgaskondensat
7: Heinrich vs. Laskin; Steinkohleteer Kond.13: Deutsch-Wenzel et al., 1984; Rauchgas Kond.
8: Heinrich vs. Thyssen; Steinkohleteer Kond.
9a: Nesnow et al., 1983; Nissan Diesel Extrakt
9b: Nesnow et al., 1983; benzinbetr. Motor Extrakt
9c: Nesnow et al., 1983; Dachteer Extrakt; Tumorigen.
9d: Nesnow et al., 1983; Dachteer Extrakt; kompl. Kanz.
10a: Mangelsdorf et al., 1998; Teeröl 1
10b: Mangelsdorf et al., 1998; Teeröl 2
11: Grimmer et al., 1982; Maschinenöl
12: Grimmer et al., 1983; benzinbetr. Motor Kond.
13: Deutsch-Wenzel et al., 1984; Rauchgas Kond.
14: Grimmer et al., 1985; Rauchgas Kond.

Abbildung 11: Darstellung der Faktoren, um den die Potenz der Gemische über der Potenz liegt, die alleine aufgrund ihres Benzo[a]pyren-Gehalts zu erwarten wäre.

(FoBiG GmbH, 1999)

Vorgehen von FoBiG, 1999

- Keine Verwendung von TE-Faktoren zur Ableitung
- Bezugnahme auf die Untersuchung mit realen PAK-Gemischen und deren toxische Wirkung
- **Verwendung des Analyseergebnisses von Benzo(a)pyren ,als Marker‘, / ,als Indikator‘ / ,als Bezugssubstanz‘ / ,als Leitparameter‘ für das gesamte PAK-Gemisch und dessen Wirkung**
- Sicherstellung, dass dieser Bezug für typische Zusammensetzungen von PAK-Gemischen im Altlastenbereich ,passt‘
- Berücksichtigung der erhöhten Empfindlichkeit von Kleinkindern (im Gegensatz zur BaP-Ableitung)

Die Prüfwertableitung

FoBiG ermittelte auf Grundlage von **Untersuchungen zur kanzerogenen Wirkung von Steinkohleteergemischen** ein akzeptables zusätzliches Risiko bezüglich der kanzerogenen PAK bei einer Dosis von 0,87 ng BaP/kg·d [2].

Es liegen Hinweise vor, dass der jugendliche Organismus gegenüber gentoxischen Kanzerogenen eine besondere Empfindlichkeit besitzt. Nach Auswertung vorliegender Daten nimmt FoBiG für die orale Exposition einen Empfindlichkeitsfaktor von 5 an.

Gemäß der Formel für die orale Aufnahme von Boden durch Kleinkinder auf Kinderspielflächen (mit der Pauschalannahme von 0,5 g/Tag an 240 Tagen im Jahr) führt dies zu einem ersten rechnerischen Prüfwert („Rohwert“) von 0,23 mg BaP/ kg TM¹:

$$\text{Prüfwert [mg / kg]} = \frac{\text{Dosis bei Risiko } 10^{-5} \cdot F_{(\text{Gef})} \cdot \text{Expositionszeitfaktor } L}{\text{Bodenaufnahmerate} \cdot \text{Empfindlichkeitsfaktor}}$$

$$\text{Prüfwert [mg / kg]} = \frac{0,87 \frac{\text{ng}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \cdot 5 \cdot 8,75}{33 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \cdot 5}$$

$$\text{Prüfwert [mg / kg]} = 0,23 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

**Gefahrenbezogenes
tolerables Risiko:
5*10⁻⁵ (1:20000)**

**! Unter Berücksichtigung einer
gleichzeitigen dermalen Aufnahme:
Halbierung auf 0,12 mg BaP/kg**

„Rohwerte“



Plausibilitätsprüfung



1 Krebserkrankung auf 20000 Personen



... bis zu 20000 Leute sind jeden Tag auf den Gurten ...

Foto: Susanne Keller (<http://www.berneroberlaender.ch/region/bern/Gurtenfestival-wird-ueberwacht/story/20446565>)



Das Ergebnis mit Plausibilitätsprüfung

B.6.12 Plausibilitätsprüfung

FoBiG GmbH, 1999

Aus den Berechnungen zur oralen und inhalativen Bodenaufnahme resultieren folgende Rechenergebnisse für Benzo[a]pyren als Bezugssubstanz für PAK:

Kinderspielflächen	0,23 mg/kg
Wohngebiet	0,46 mg/kg
Park- und Freizeitflächen	1,15 mg/kg
Industrie- und Gewerbeflächen	5,6 - 11,1 mg/kg

„Rohwerte“

+ dermal:
0,12 mg /kg
0,24 mg /kg
0,60 mg /kg

Hintergrundwerte für BaP in Oberböden ...

Ergebnis der Plausibilitätsprüfung

Aus den Berechnungen sowie Plausibilitätsüberlegungen ergeben sich folgende Prüfwerte für die Exposition gegenüber PAK mit Benzo[a]pyren als Bezugssubstanz für die Wirkung des PAK-Gemischs:

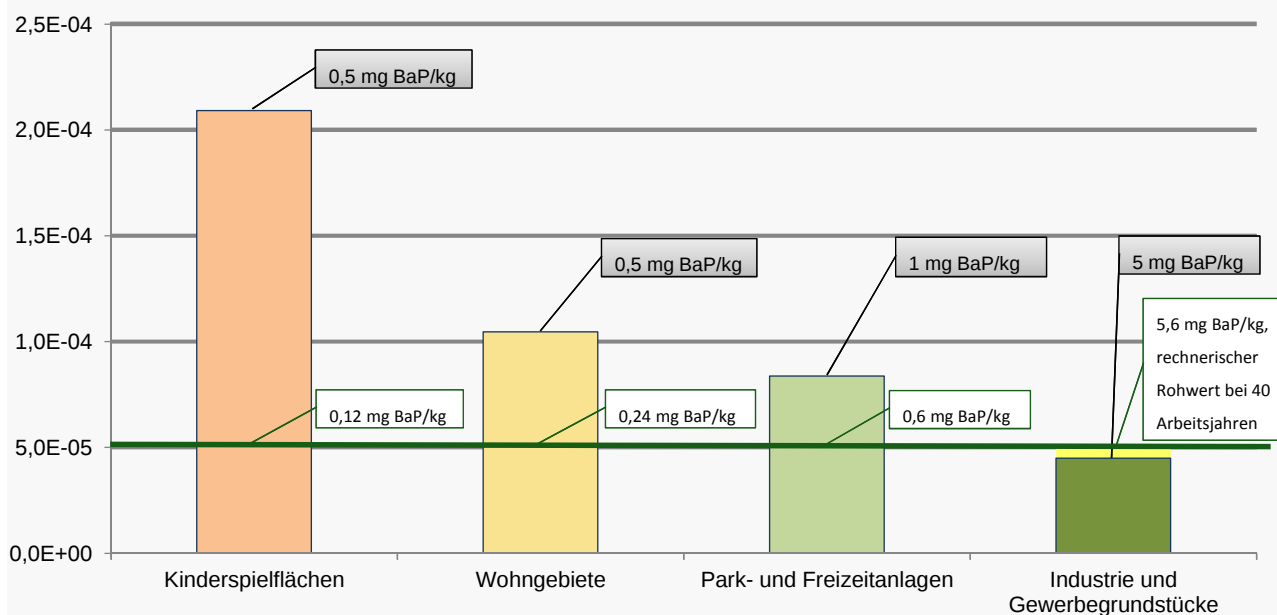
Prüfwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe		WBB 2001
Nutzung	Prüfwert	MantelV 2012:
Kinderspielflächen	0,5 mg BAP/kg	1 mg BAP/kg
Wohngebiet	0,5 mg BAP/kg	1 mg BAP/kg
Park- und Freizeitflächen	1 mg BAP/kg	1 mg BAP/kg
Industrie- und Gewerbeflächen	5 mg BAP/kg	5 mg BAP/kg

Dr. A. Zeddel

23

Risiko entsprechend den Prüfwertvorschlägen 0,5 - 0,5 - 1 - 5 mg BaP/kg

Risiko (z. B. 5,0E-05: Eine Krebserkrankung auf 20000 Personen
2,0E-04: Eine Krebserkrankung auf 5000 Personen)



(Prüfwertvorschlag 1 – 1 – 1 – 5 bitte gedanklich ergänzen ...)

Höheres Risiko $2 \cdot 10^{-4} = 1:5000$

5000 Studenten und Schüler demonstrieren friedlich in Freiburg

Sie fordern bessere Bildung und mehr Selbstbestimmung: Mehr als 5000 Menschen haben in Freiburg unter dem Motto Bildungstreik an einer Demonstration teilgenommen. Das Audimax blieb in der Zeit besetzt.



Foto: Ingo Schneider (<http://www.badische-zeitung.de/freiburg/5000-studenten-und-schueler-demonstrieren-friedlich-in-freiburg--22645157.html>)



25

Noch höheres Risiko $4 \cdot 10^{-4} = 1:2500$



2500 Menschen wirken im Pop-Oratorium "Luther" mit

Foto: Peter Steffen (www.ruhrnachrichten.de)

... bei 1 mg BaP/kg auf Kinderspielflächen



26

Widerspruch und Einigung der Länder

„Es ist nicht akzeptabel, lokale urbane Hintergrundwerte, die über den ländlichen Hintergrundwerten liegen, als bundesweiten Bewertungsmaßstab und somit als Prüfwert heranzuziehen.“

Beauftragung des ALA-Gesprächskreises ,Schadstoffbewertung‘ 2013 / 2015

- ► Diskussion u. Empfehlung ,im Übergangsbereich‘ von Risikobewertung und Risikomanagement



ALA-Empfehlung an den BMUB

Unter Würdigung aller Sachverhalte empfahl der Altlastenausschuss der LABO (ALA) auf seiner 53. Sitzung im Jan. 2016 mehrheitlich die folgende Kombination der o.g. Prüfwertvorschläge zur Übernahme in die BBodSchV:

ALA-Empfehlung für Prüfwerte für PAK:

alle Werte in [mg BaP/kg]	KSP	WG	PFA	IGG
Prüfwertevorschlag für Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), vertreten durch Benzo(a)pyren (BaP) als Bezugssubstanz	0,5	1	1	5

KSP – Kinderspielflächen, WG - Wohngebiete, PFA - Park- und Freizeitanlagen, IGG - Industrie- und Gewerbegebiete



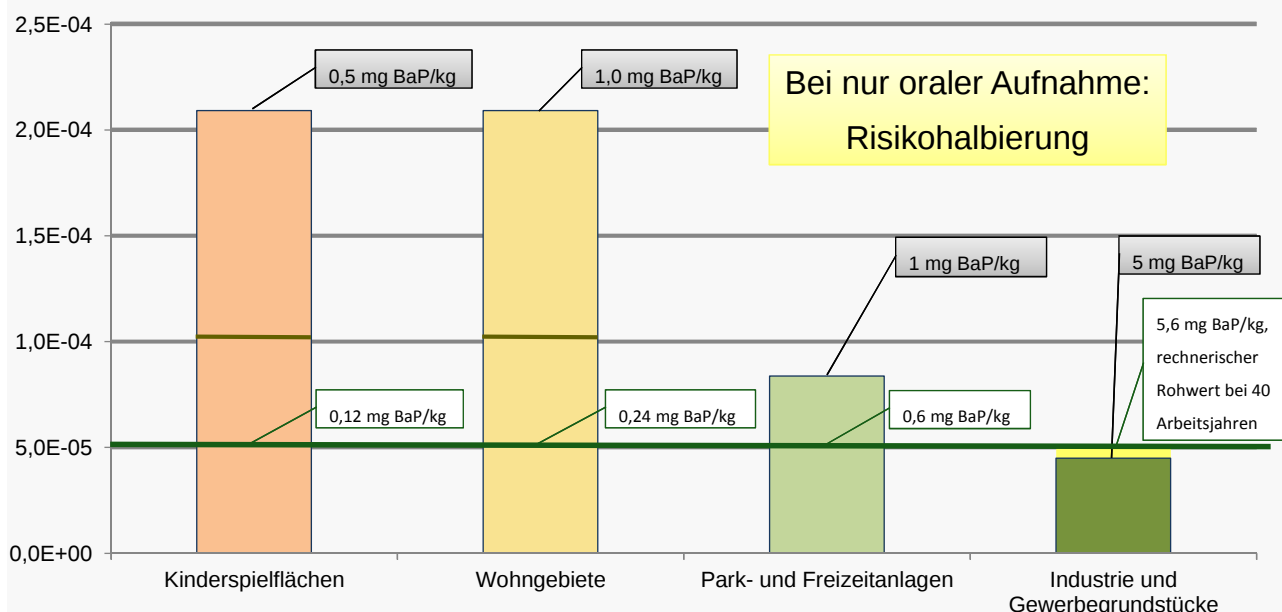
Der Beschluss des ALA beruht auf der Überlegung, dass das bei einem **Prüfwert von 0,5 mg BaP/kg für Kinderspielflächen** bereits anzunehmende zusätzliche Risiko das maximal vertretbare darstellt. Eine Erhöhung auf 1 mg BaP/kg ist daher abzulehnen.

Um erheblichen Umsetzungsproblemen durch die Prüfwerte entgegenzuwirken, soll jedoch der Prüfwert für **Wohngebiete mit 1 mg BaP/kg** einen ausreichenden Abstand zum Hintergrund aufweisen und entsprechend dem WBB-Vorschlag mit dem Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen gleichgesetzt werden. Dies ist insbesondere dort sachgerecht, wo Flächen in Wohngebieten auch von der Frequentierung dem der Park- und Freizeitflächen entsprechen (z. B. Abstandsgrün).



Risiko entsprechend den Prüfwertvorschlägen 0,5 - 1 - 1 - 5 mg BaP/kg

Risiko (z. B. 5,0E-05: Eine Krebserkrankung auf 20000 Personen durch PAK-Exposition – oral+dermal
2,0E-04: Eine Krebserkrankung auf 5000 Personen durch PAK-Exposition – oral+dermal)



Das Risiko von $1,1 \cdot 10^{-4}$ ist angesichts der bundesweiten Hintergrundbelastung mit PAK bei oraler Bodenaufnahme unvermeidbar. **Dieses Risikoniveau ist auch bei Expositionsszenarien im Einzelfall das Bezugs- / Zielniveau.**



Abschätzung der dermalen Aufnahme

Nach BBodSchV ist für die Ableitung der Prüfwerte ergänzend zur Betrachtung der oralen und inhalativen Bodenaufnahme auch zu prüfen, inwieweit eine dermale Aufnahme von insbesondere hautgängigen Substanzen (wie PCP) zu einer relevanten Belastung führen kann.

Für das Nutzungsszenario *Kinderspielfläche* wurden hierzu expositionsbeschreibende Parameter festgelegt (s. Tabelle 6), die im Wesentlichen den Vorschlägen der AGLMB (1995) entsprechen.

Tabelle 6: Expositionsannahmen zur Ableitung von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Mensch (dermale Aufnahme)

Parameter	Faktor/Annahme	Einheit
Spielflächen		
Alter der Nutzer	2-3	a
Körpergewicht der Nutzer	10	kg KG
Expositionshäufigkeit	240	d/a
Expositionszeit (Kontakt mit der Haut)	5	h/d
Bedeckte Körperoberfläche (von ca. 5000 cm ² gesamt)	2.100 *	cm ²
Bedeckung der Haut mit Boden	1,7	mg/cm ²
Expositionszeitfaktor L für kanzerogene Substanzen (70a/8a)	8,75	dimensionslos
Substanzspezifische Annahmen		
Resorption (z.B. PCP)	5	%

* Entspr. ca. 42% der Gesamtfläche (wobei n. Wikipedia bei Kindern gilt: Kopf 20 %, Arme 20 %, Beine 30 %, Rumpf 30 %)



Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der BBodSchV für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze, LANUV-Arbeitsblatt 22 (2014)

31

Prüfwerte ↔ Hintergrundwerte

Der ALA-Empfehlung liegt die Abwägung zwischen wünschenswerter Sicherheit durch die Prüfwertsetzung und einer ausreichenden Berücksichtigung der ubiquitären Belastungen in Deutschland zu Grunde.

Hintergrundwerte für BaP im urbanen Raum in mg/kg TM (90. Perzentil)

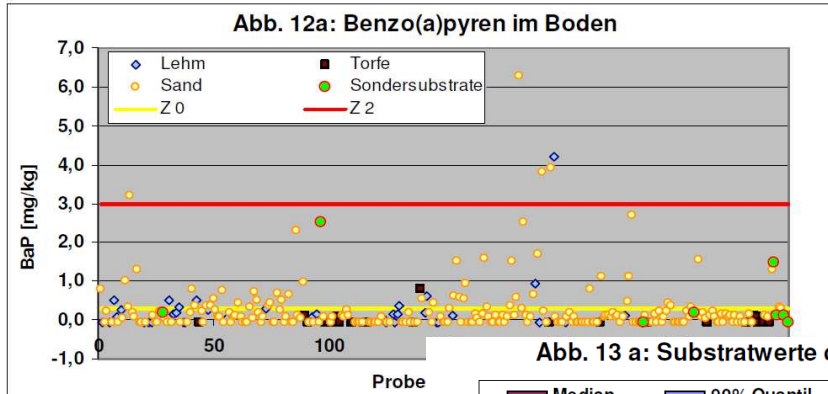
Niedersachsen	0,6
Sachsen	0,2
Hessen	0,2
Bayern	0,3
Sachsen-Anhalt	0,3
Schleswig-Holstein	0,4

Brandenburg	0,6
Mecklenburg-Vorpommern	0,7
Baden-Württemberg	0,9
NRW	1
Hamburg	1,2
Saarland	< 1,4



Hintergrundwerte – Stadtböden

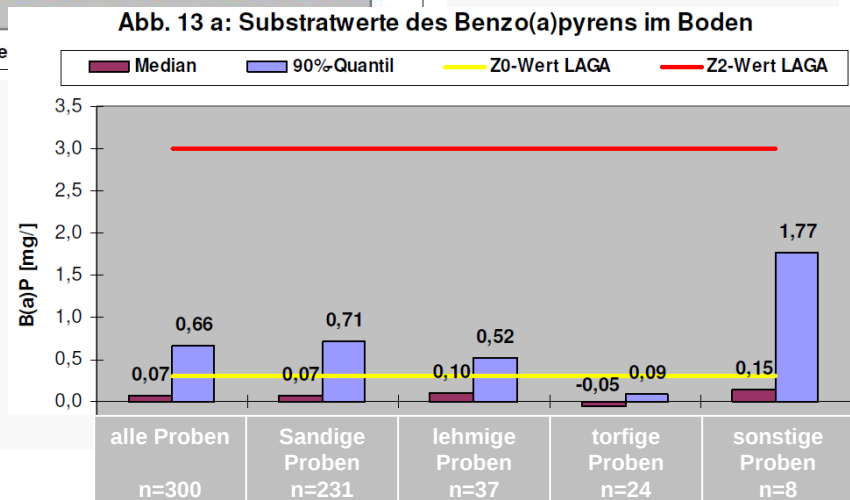
Abb.12: Organische Schadstoffe in urbanen Böden



**Viele der Proben
> 0,5 mg BaP/kg**

Sind auch > 1 mg/kg

z. B. 300
Stadtbodenproben
aus Mecklenburg-
Vorpommern:
(Städte Rostock, Schwerin,
Wismar, Stralsund,
Greifswald,
Neubrandenburg)



Hintergrundwerte – Siedlungsböden

Hintergrundwerte für BaP im urbanen Raum in Schleswig-Holstein in mg/kg TM (90. Perzentil)

Schleswig-Holstein *	0,4	Saarland	< 1,4
----------------------	-----	----------	-------

- 513 Bodenproben auf 350 Spielplätzen verteilt über ganz Schleswig-Holstein (nicht Spielsand, 0-10 cm, UFU-SH, Spielplatzstudie 1994).

Die Belastung von Hausgartenböden mit BaP wurde in SH 1996 in 4 Regionen untersucht (2x industrialisiert, 2x ländlich) und ergab ein 95-Perzentil von 1,3 mg BaP/kg (n=144, 90-Perzentil nicht ausgewiesen, Median: 0,05 mg BaP/kg)

Grundsatz: Überschreitungen der Prüfwerte bei lokalen Hintergrundgehalten für BaP in einer vergleichbare Größenordnung bestätigen keinen Altlastenverdacht!



Messpunkte außerhalb der Verdachtsflächen hinzuziehen

Hamburgs (Hintergrund-) Belastung

Originalarbeiten

Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Oberböden Hamburgs

Birgit Gras, Claudia Jaeger, Susanne Sievers

UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 12 (2) 75 – 82 (2000)

Tabelle 1: PAK-Gehalte in Hamburger Oberböden (mg/kg TM) (n = 108)

	PAK (19)	PAK (EPA)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)	PAK (TrinkwV)
Min. Wert	0,10	0,09	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06
Max. Wert	46,82	44,29	4,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,64
Mittelwert	6,80	6,38	1,97	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25
Median	3,95	3,62	1,97	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25
75. Perz.	8,21	7,64	4,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,67
90. Perz.	17,35	16,36	7,87	0,12	0,04	0,06	0,06	0,06	0,10	0,15	1,70

! Aktuelle LABO-Hintergrundgehalte sind deutlich niedriger – Folie v. Hr. Haupt!

	ANTH	FL	Pyren	BaA	Chrysen	BbF/BkF	BeP	BaP	IP	DBA	BghiP
Min. Wert	<0,001	0,01	0,01	<0,001	0,01	0,02	0,01	0,003	0,004	<0,001	0,01
Max. Wert	1,11	7,10	7,51	3,67	3,83	5,79	2,17	3,29	1,95	0,76	2,18
Mittelwert	0,12	1,02	0,95	0,54	0,64	0,99	0,37	0,49	0,33	0,13	0,36
Median	0,05	0,50	0,47	0,27	0,38	0,67	0,20	0,28	0,21	0,09	0,23
75. Perz.	0,12	1,24	1,08	0,71	0,83	1,40	0,51	0,71	0,42	0,18	0,45
90. Perz.	0,34	2,76	2,47	1,39	1,51	2,20	0,88	1,18	0,71	0,30	0,79

PAK(19): Summe der 16 PAK nach EPA, BeP, 1- u. 2-Methylnaphthalin
PAK(EPA): Summe der 16 PAK nach EPA
TrinkwV: Summe der 6 PAK nach TrinkwV (FL, BbF, BkF, BaP, IP, BghiP)

Tabelle 3: Median-, Mittel-, 90. Perzentil- und Maximalwerte für die Summe PAK (EPA) und BaP in Hamburger Oberböden für verschiedene Arten der Flächennutzung (mg/kg TM)

Flächennutzung	n	Marsch %	Medianwerte		Mittelwerte		90. Perzentil		Maximalwerte	
			PAK	BaP	PAK	BaP	PAK	BaP	PAK	BaP
Kleingärten	13	31	8,61	0,81	11,44	0,82	30,30	2,08	37,19	2,30
Wohngebiete	19	5	6,34	0,55	6,94	0,59	13,84	1,08	20,99	1,93

35

Aktuelle LABO-Hintergrundgehalte für HH

Erhebungszeitraum der Daten
organische Stoffe: 2010 - 2014

Datenherkunft
diverse Hintergrundwerte-Projekte, Boden-Dauerbeobachtung, ergänzende Untersuchungen geeigneter Proben aus dem Vollzug (BBodSchV); die Daten werden im LIMS des HU bzw. im BIS der Behörde für Umwelt und Energie vorgehalten

Organische Stoffe

		PCB ₆ ¹	PAK ₁₆ ²	BaP ³	HCB	p,p'- DDX*	
						µg/kg TM	
Oberböden, ohne Nutzungsdifferenzierung							
n= 70	Typ 0	n	119	68	70	72	68
		50. P.	5,0	1330	120	0,5	1,9
		90. P.	18,8	4220	380	1,6	6,2
n= 25	Typ B1	n	51	23	25	27	24
		50. P.	10,5	2910	300	0,7	2,1
		90. P.	21,6	4640	560	1,8	6,4
n= 45	Typ B2	n	68	45	45	45	44
		50. P.	3,6	940	90	0,4	1,9
		90. P.	10,6	3080	270	1,1	6,0

Ohne Gebietsdifferenzierung:
0,38 mg/kg

0,56 mg/kg

0,27 mg/kg

Erläuterungen zur Gebietsdifferenzierung

Typ 0: ohne Gebietsdifferenzierung, Gesamtbereich Hamburg; Typ A: ländlich geprägte Räume, keine Angaben; Typ B: Verdichtungsräume, B1: Ballungskern, B2: Ballungsrandzone

für alle Standorte Wichtung der Daten auf 0 - 30 cm Tiefe

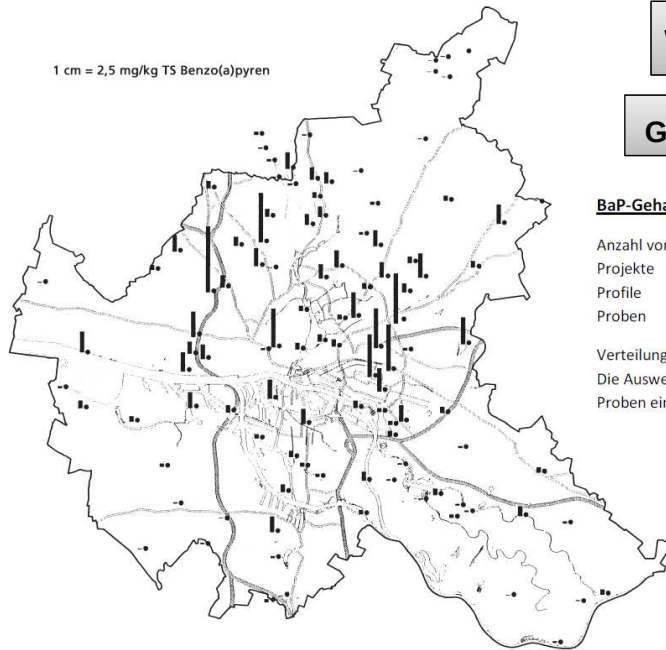


Abb. 1: Benzo(a)pyrengelalte in Hamburger Oberböden, n = 108

Originalarbeiten

Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Oberböden Hamburgs

Birgit Gras, Claudia Jaeger, Susanne Sievers

UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 12 (2) 75 – 82 (2000)

Was will /muss man wem zumuten?

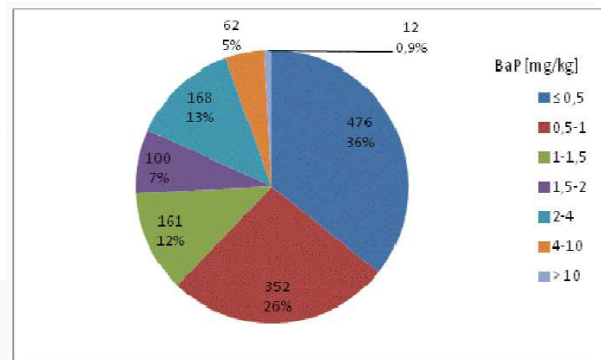
Gebietsbezogene Aussagen angemessener !

BaP-Gehalte auf Kleingartenflächen

Anzahl vorhandener Datensätze:

Projekte	47
Profile	713
Proben	1464, davon 133 bereits durch Bodenaustausch saniert / teilsaniert

Verteilung der BaP-Gehalte auf die einzelnen Gehaltsklassen (Anzahl Proben; prozentualer Anteil) / Die Auswertung schließt nur die 1331 nicht (teil-)sanierten bzw. auf geräumten Flächen befindlichen Proben ein.



37

Zusätzlicher Hinweis zu erhöhten Hintergrundgehalten auf der 53. Sitzung am 27./28. Januar 2016 in Gotha

Beschluss – Punkt 3:

Durch folgende Fußnote [in der novellierten BBodSchV] sollte auf den Umgang mit urbanen ggf. höheren Hintergrundgehalten verwiesen werden:

„Bei nachgewiesenen großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten kann die zuständige Behörde diese gemäß § 15 Abs. 6 BBodSchV (gem. 3. AE MantelV) bei der Gefahrebeurteilung berücksichtigen und Ausnahmeregelungen auf der Grundlage einer gebietsspezifischen Beurteilung und unter Berücksichtigung der ermittelten Resorptionsverfügbarkeit treffen.“

14 : 0 : 1 (Enthaltung: Bund; Abwesenheit: HE, MV)

38

Hinweis Humusgehalt! ⇒ Vorsorgewerte

4.2 Vorsorgewerte für organische Stoffe (in mg/kg Trockenmasse, Feinboden)

BBodSchV 1999

Böden	Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	Benzo(a)pyren	Polycycl. Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK ₁₆)
Humusgehalt > 8 %	0,1	1	10
Humusgehalt ≤ 8 %	0,05	0,3	3

Tabelle 2: Vorsorgewerte für organische Stoffe

BBodSchV_{nov.} 2017

Stoff	Vorsorgewert bei TOC-Gehalt ≤ 4 %	Vorsorgewert bei TOC- Gehalt > 4 % bis 9 % ¹⁾
	[mg/kg]	
Summe aus PCB ₆ und PCB-118 ¹⁾	0,05	0,1
Benzo(a)pyren	0,3	0,86
Summe PAK ₁₆ ²⁾	3	1086

Humusgehalt von
8 % - 16 %:
0,6 mg/kg

„Typische“ Gartenböden weisen Humusgehalte von 4-8% auf.



Der „Erfinder“ der PAK-Prüfwertstaffelung

Betreff: AW: ALA-GK Schadstoffbewertung - Tischvorlage PAK

Lieber Herr Zeddel,

mit Interesse habe ich die Diskussion und Entscheidungsfindung hinsichtlich der neuen PAK-Prüfwerte verfolgt. In Ihrem Artikel wird dies anschaulich beschrieben.

Leider finde ich meine Person als „Erfinder“ der neuen Prüfwerte in Ihrem Artikel nicht entsprechend gewürdigt. Diesbezüglich möchte ich an das Protokoll der GK-Sitzung im Oktober 2012 erinnern; hier der entsprechende Ausschnitt:

Bei einem ‚Blitzlicht‘ zur Würdigung der bisherigen Diskussion werden ohne Bezug auf eine gemeinsame Empfehlung folgende fachlich Wunschvarianten genannt (Fachvotum, kein Ländervotum):

		KSF	WG	PFA	IGG
Herr Dr. Hofmann (BY)	Variante	0,5	0,5	1	5(6)
Herr Dr. Schmiedel (RP)	Variante	0,5	0,5	1	5(6)
Frau Salzmann (NI)	Variante	0,5	0,5	1	5(6)
Frau Dr. Haedicke (NRW)	Variante	1	2	5	10 (aus letzter Beratung des GK)
Herr Dr. Brodsky (HE)	Variante	0,5	1	1	5(6)
Frau Nebelsiek (HH)	Variante	1	1	1	5(6)
	bzw.	0,5	1	2,5	5(6)
Frau Hillmert (BW)	Variante	0,5	0,5	1	5
Herr Dr. Zeddel (SH)	Variante	0,5	1	2,5	5(6)
Frau Sohr (SN)	Variante	0,5	1	2,5	5(6)

So gesehen könnte man von sogenannten „Brodsky-Prüfwerten“ sprechen. Immerhin findet sich in der Überschrift zu Tabelle 3 Ihres Artikels ein versteckter Hinweis auf den „Erfinder“ der Prüfwerte: ... (53. ALA-Sitzung, Jan. 2016).

Im Sinne des Allgemeinwohls verzichte ich aber gern auf die Urheberschaft und überlasse sie dem ALA ☺.

Ich wünsche Ihnen schöne Weihnachtsfeiertage und ein gesundes, zufriedenes und erfolgreiches Jahr 2017.

Mit besten Grüßen aus Wiesbaden
Jan Brodsky



Pause Es folgen die Erlasse ...



Die Erlasse ... Niedersachsen / SH

◀ Zum Niedersachsen-Portal Ministerien Service ▼

Aktuelles ▼ Themen im Fokus Themen ▼ Umweltbericht ▼ Das Ministerium

STARTSEITE ► THEMEN ► BODEN ► ALTLASTEN ► ARBEITSSCHWERPUNKTE ► BEWERTUNG VON PAK

Bewertung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch

In der Regel ist davon auszugehen, dass - sofern erhöhte Benzo(a)pyren (BaP)-Gehalte im Boden andere (toxikologisch relevante) PAK in einem bestimmten Mischungsverhältnis vorliegen. Vor dem Altlastenausschuss (ALA) der LABO die Übernahme der folgenden Prüfwerte für Gemische von Kohlenwasserstoffen (PAK), vertreten durch Benzo(a)pyren (BaP) als Bezugssubstanz, bei der Nov. Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) empfohlen. Sie sind in Niedersachsen bis zu BBodSchV anzuwenden.

🔊 [PAK-Erlass \(24.08.2016\) - Download \(PDF, 0,67 MB\)](#)

🔊 [Begründung und Erläuterung der Prüfwerte für PAK - Download \(PDF, 0,12 MB\)](#)

🔊 [Anwendungshinweise für die Prüfwerte für PAK - Download \(PDF, 0,51 MB\)](#)

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Postfach 41 07, 30041 Hannover

**Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz**

Untere Bodenschutzbehörden
per Mail

Beantwortet von
Dr. Uwe Kallert
E-Mail-Adresse:
Uwe.Kallert
@mu.niedersachsen.de

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom
Mein Zeichen (Bei Antwort angeben)
36 - 62827

Durchwahl (0311) 120-
3259

Hannover
24.08.2016

Bewertung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch

§ 4 i. V. m. Anhang 2 BBodSchV enthält nähere Regelungen zur Bewertung der Ergebnisse von Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen, schädlichen Bodenveränderungen, altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. Soweit für einzelne Schadstoffe dort keine Prüf- oder Maßnahmenwerte festgesetzt sind, sind für ihre Bewertung die zur Ableitung der entsprechenden Werte in Anhang 2 BBodSchV herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu beachten (§ 4 Abs. 5 BBodSchV).

Sie sind in Niedersachsen bis zu einer Regelung durch die BBodSchV bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen anzuwenden:

Kinderspielflächen	0,5	mg BaP/kg TM
Wohngebiete	1	mg BaP/kg TM
Park- und Freizeitanlagen	1	mg BaP/kg TM
Industrie- und Gewerbegebiete	5	mg BaP/kg TM

Die Anwendung der höheren Prüfwerte für BaP als Einzelsubstanz erübrigt sich damit (auch wenn sie für die Einzelstoffbewertung für BaP ihre Gültigkeit behalten).

Dieser Erlass und eine entsprechende Begründung sowie Anwendungshinweise sind im Internetauftritt des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz im Bereich Bodenschutz eingestellt.

Im Auftrage

Dr. Kallert



<http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/altlasten.html#doc1921256bodyText1>

Altlasten

- ✓ Prüfwerte für B(a)p zur Bewertung von PAK-Gemischen
- ✓ Arbeitshilfen zur Sickerwasserprognose
- ✓ Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei der Altlastenbearbeitung (Positionspapier der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO))
- ✓ Arbeitshilfe "Hinweise zur Bearbeitung von Standorten ehemaliger Chemischer Reinigungen"
- ✓ Milzbrandstudie

Prüfwerte für B(a)p zur Bewertung von PAK-Gemischen

In Anhang 2 der BBodSchV sind für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) aus der Stoffgruppe der PAK bisher Prüfwerte für Benzo(a)pyren (BaP) als Einzelsubstanz festgelegt worden. Diese Prüfwerte berücksichtigen ausschließlich die toxikologische Wirkung von BaP. PAK liegen in der Umwelt jedoch immer als Gemisch vor. Für alle anderen PAK fehlen in der BBodSchV derzeit Bewertungsmaßstäbe. Mit der anstehenden Novellierung der BBodSchV wird nun die Aufnahme eines Prüfwertes angestrebt, der die toxische Wirkung von PAK-Gemischen abdecken soll.

Die vom Altlastenausschuss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) empfohlenen Werte werden im Vorgriff auf die überarbeitete BBodSchV bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen in Schleswig-Holstein zur Anwendung empfohlen. In einem Erlass des Umweltministeriums werden die Hintergründe näher erläutert und Anwendungshinweise für einen einheitlichen Vollzug gegeben.

➤ [Prüfwerteerlass Benzo\(a\)pyren zur Bewertung von PAK-Gemischen \(PDF 1MB, Datei ist nicht barrierefrei\)](#)



Der Erlass zur PAK-Bewertung in SH

Schleswig-Holstein
Der echte NordenSH Schleswig-Holstein
Ministerium für Energie,
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche RäumeMinisterium für Energie, Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume | Postfach 71 51 | 24177 KielLandrätin und Landräte,
Oberbürgermeister und Bürgermeister
der Kreise und kreisfreien Städte
des Landes Schleswig-Holstein
als untere Bodenschutzbehörden
gem. VerteilerLandesamt für Landwirtschaft, Umwelt und
ländliche Räume
als obere Bodenschutzbehörde
Hamburger Chaussee 25
24220 FlintbekArbeitsgemeinschaft der kommunalen
Landesverbände
Reventouallee 6
24105 KielIhr Zeichen:
Ihre Nachricht vom: /
Mein Zeichen: V 42-61547/2019
Meine Nachricht vom: /
Dort: Kuhn@melur.landsh.de
Telefon: 0431 988-7358
Telefax: 0431 988-615-7358

05. Januar 2017

Bewertung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bezüglich des Wirkungspfad Boden-Mensch

Dieser Erlass ergeht in Ergänzung des Erlasses V 462-5810.01-1.11-4 vom 07.01.2009, verlängert mit Erlass V 4162-58109.01-1.11-4 vom 28.02.2013.

§ 4 i. V. m. Anhang 2 BBodSchV enthält nähere Regelungen zur Bewertung der Ergebnisse von Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen, schädlichen Bodenveränderungen, altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. Soweit für einzelne Schadstoffe dort keine Prüf- oder Maßnahmenwerte festgesetzt sind, sind für ihre Bewertung die zur Ableitung der entsprechenden Werte in Anhang 2 BBodSchV herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu beachten (§ 4 Abs. 5 BBodSchV).

In Anhang 2 der BBodSchV sind für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) aus der Stoffgruppe der PAK bisher Prüfwerte für Benzo(a)pyren (BaP) als Einzelsubstanz festgelegt worden. Diese Prüfwerte berücksichtigen ausschließlich die toxikologische Wirkung von BaP als Einzelsubstanz. PAK liegen in der Umwelt jedoch immer als Gemisch vor. Für alle anderen PAK fehlen in der BBodSchV somit Bewertungsmaßstäbe.

Mit der anstehenden Novellierung der BBodSchV wird nun die Aufnahme eines Prüfwertes angestrebt, der die toxische Wirkung von PAK-Gemischen abdecken soll. Die toxikologischen Basisdaten dazu wurden in der Studie „Grundlagen für die Bewertung von Kontami-

Dienstgebäude: Mercatorstraße 3, 5, 7, 24106 Kiel | Adorf-Weidhof-Str. 4, 24143 Kiel | Telefon 0431 988-0 | Telefax 0431 988-7339 |
post@melur.landsh.de | www.melur.schleswig-holstein.de | E-Mail-Adressen: Kein Zugang für elektronisch verschlüsselte
Kommunikation.

- 2 -

nationen des Bodens mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen* im Auftrag des UBA erstellt.

In der Regel ist davon auszugehen, dass - sofern erhöhte BaP-Gehalte im Boden angetroffen werden - toxikologisch relevante PAK in einem bestimmten Mischungsverhältnis vorliegen. Auf dieser Grundlage wurden neue Prüfwerte vorgeschlagen, die eine Bewertung dieser PAK-Gemische zulassen. Bezogen sind die Prüfwerte erneut auf den BaP-Gehalt des Bodens, jedoch fungiert BaP nun als Bezugs- bzw. Leitsubstanz für die toxikologische Wirkung der gesamten Stoffgruppe der PAK.

Gemäß einer Empfehlung des Altlastenausschusses (ALA) der LABO sollen die folgenden Prüfwerte für PAK, vertreten durch BaP als Bezugssubstanz, bei der Novellierung der BBodSchV übernommen werden. Sie werden in Schleswig-Holstein im Vorgriff auf die Novellierung der BBodSchV bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen zur Anwendung empfohlen.

Kinderspielflächen	0,5 mg BaP/kg TM
Wohngebiete	1 mg BaP/kg TM
Park- und Freizeitanlagen	1 mg BaP/kg TM
Industrie- und Gewerbegebiete	5 mg BaP/kg TM

Die höheren Prüfwerte der BBodSchV von 1999 für BaP sind formal für die Einzelstoffbewertung weiter gültig. Die Bewertung der Stoffgruppe der PAK über die Bezugssubstanz BaP stellt jedoch offensichtlich den sensibleren Bewertungsmaßstab dar.

Die Prüfwerte für PAK können nur unter Beachtung der anliegenden Erläuterung, Begründung und insbesondere der Anwendungshinweise verwendet werden.

Dieser Erlass wird in die Liste der verbindlichen nicht veröffentlichten Erlasse des MELUR (Positivliste) aufgenommen und behält bis zum Inkrafttreten einer Neuregelung durch die BBodSchV seine Gültigkeit.

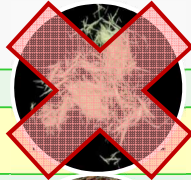
Quint
Dort Kuhn

Anlage:

- Erläuterung und Begründung der Prüfwerte für PAK
- Anwendungshinweise für die Prüfwerte für PAK



Und die Prüfwerte der BBodSchV?

alle Werte in [mg /kg]	KSP	WG	
Prüfwert Benzo(a)pyren als Einzelsubstanz (BBodSchV 1999)	2	4	
ALA-Empfehlung für Prüfwerte für PAK (Januar 2016):			
Prüfwerte für Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), vertreten durch Benzo(a)pyren (BaP) als Bezugssubstanz	0,5	1	

KSP – Kinderspielflächen, WG - Wohngebiete, PFA - Park- und Freizeitanlagen, IGG - Industrie- und Gewerbegebiete

Die höheren Prüfwerte der BBodSchV von 1999 für BaP sind formal für die Einzelstoffbewertung weiter gültig, ihre Anwendung erübrigt sich jedoch, da die Bewertung der Stoffgruppe der PAK über die Bezugssubstanz BaP offensichtlich den sensibleren Bewertungsmaßstab darstellt.



PAK-Bewertung in SH seit 2006:

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume |
Postfach 50 09 | 24062 Kiel

Landräte der Kreise und
(Ober-)Bürgermeister der kreisfreien Städte
als obere Bodenschutzbehörden
gem. Verteiler

Landesamt für Natur und Umwelt
als obere Bodenschutzbehörde
Hamburger Chaussee 25
24 220 Flintbek

Nachrichtlich:
AG der Kommunalen Landesverbände
Reventiuallee 6
24 105 Kiel

12.07.06

Ergänzende Bewertungshilfen für Schadstoffe in Altlasten bei der Gefährdungsabschätzung

§ 4 i.V.m. Anhang 2 BBodSchV enthält nähere Regelungen zur Bewertung der Ergebnisse von Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen, schädlichen Bodenveränderungen, altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. Soweit für einzelne Schadstoffe dort keine Prüf- oder Maßnahmenwerte festgesetzt sind, sind für ihre Bewertung die zur Ableitung der entsprechenden Werte in Anhang 2 BBodSchV herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu beachten (§ 4 Abs. 5 BBodSchV). Da im Vollzug ein dringender Bedarf an Prüfwerten für weitere in Anhang 2 BBodSchV nicht genannte Schadstoffe besteht, hat die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) im März 2006 beschlossen, dass sie die aktualisierte Fassung der Arbeitshilfe „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug“ (Stand: 21. März 2006) (s. Anl. 1) den Ländern als Arbeitshilfe für den Vollzug zur Verfügung stellt. Die Umweltministerkonferenz hat der Veröffentlichung zugestimmt und den Ländern zur Anwendung empfohlen.

Die Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug bitte ich daher künftig zu beachten.

Das Informationsblatt enthält stoffbezogene Berechnungen für 64 insbesondere altlastrelevante Stoffe und Stoffgruppen für den Wirkungspfad Boden-Mensch.

Die Tabellen des Informationsblattes wurden so zusammengestellt, dass vor allem die unterschiedlichen Datenqualität und die unterschiedlichen maßgeblichen Expositionsszenarien deutlicher dargestellt und mit eindeutigen und abgrenzenden Begrifflichkeiten versehen sind:

Dienstgebäude Mercatorstraße 3, 5, 7, 24106 Kiel | Telefon 0431 988-0 | Telefax 0431 988-7239 | poststelle@mlur.landsh.de
www.landesregierung.schleswig-holstein.de | E-Mail-Adressen: Kein Zugang für elektronisch signierte oder verschlüsselte Dokumente

- 2 -

Tabelle 1 Prüfwertvorschläge für nichtflüchtige Stoffe (stoffbezogene Berechnungen)
– Ableitung gemäß der Methoden und Maßstäbe (vgl. § 4 Abs. 5 BBodSchV).

Tabelle 2 orientierende Hinweise auf Prüfwerte für flüchtige Stoffe (stoffbezogene Berechnungen)
– Ableitung mit neuen, nicht in der BBodSchV explizit enthaltenen Expositionsszenarien mit hoher Abhängigkeit von den Randbedingungen des Einzelfalles; toxikologische Datengrundlagen jedoch fundiert / konsentiert. Als Nutzungskategorien werden ausschließlich Wohngebiete und Industrie- und Gewerbegebiete tabellarisch aufgeführt.

Tabelle 3 beihilfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogene Berechnungen) für Explosivstoffe und deren Abbauprodukte
– keine ausreichenden toxikologischen Datengrundlagen.

Tabelle 4 beihilfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogene Berechnungen) für chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte
– aufgrund eines spezifischen Expositionsszenarios keine Nutzungsdifferenzierung.

Jede Tabelle wird mit einem vorangestellten Textblock erläutert.

Das Informationsblatt wird durch eine Liste mit den aktuellen Analyseverfahren für die im Informationsblatt genannten Parameter vervollständigt.

Da in der BBodSchV kein Prüfwert für PAK gesamt, sondern nur für Benzo(a)pyren enthalten ist, empfehle ich, neben dem Prüfwert für Benzo(a)pyren als Einzelsubstanz nach Anhang 2 Nr. 1.4 BBodSchV die Substanz Benzo(a)pyren auch als Leitparameter für andere kanzerogene PAK heranzuziehen. Entsprechende Grundlagen für die Bewertung liegen vor (Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe, FoBiG GmbH Juli 1999, UFOPLAN FKZ 298 73 771). Auf die Empfehlung des wissenschaftlichen Beirates Bodenschutz (s. Anl. 2), die unter vorbehaltlicher Berücksichtigung der Hintergrundbelastung einen Prüfwertvorschlag von 1 mg/kg für Benzo(a)pyren als Leitparameter für PAK gesamt (Kinderspielflächen, Wohngebiete und Park- u. Freizeitanlagen) aufführt, wird hingewiesen.

Zum Informationsblatt gebe ich folgende erläuternde Hinweise:
Die aufgeführten Werte in den Tabellen sind in ihrer Verbindlichkeit und insbesondere ihrer Rechtsverbindlichkeit unterschiedlich zu bewerten.

- 1. Prüfwertvorschläge für nichtflüchtige Stoffe (Tabelle 1)**
Ergeben Untersuchungen ein Unterschreiten eines Prüfwertvorschlags, ist insoweit der Verdacht einer Altlast ausgeräumt. Ist der dem Prüfwertvorschlag entsprechende Analysewert überschritten, ist in der Regel eine Detailuntersuchung erforderlich. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um noch nicht durch die BBodSchV festgesetzte Werte handelt. Daher ist grundsätzlich zu beachten, ob nicht Gegebenheiten des Einzelfalles zu einer Entlastung führen.
- 2. Orientierende Hinweise auf Prüfwerte für flüchtige Stoffe (Tabelle 2)**
Es wird darauf hingewiesen, dass ergänzende Ableitungsverfahren und -maßstäbe für flüchtige Stoffe zu orientierenden Hinweisen auf Prüfwertkonzentrationen führen, die

Anwendungshinweise ...

Begründung

1. Begründung

Die Begründung ist ein zentraler Bestandteil der Antragstellung. Sie soll die Notwendigkeit der Maßnahme darlegen und die angestrebten Ziele und Ergebnisse beschreiben. Die Begründung ist in drei Teilen gegliedert: 1. Zielsetzung, 2. Beschreibung der Maßnahme, 3. Beschreibung der Ergebnisse.

2. Zielsetzung

Die Zielsetzung ist der erste Teil der Begründung. Sie soll die Ziele und Ergebnisse der Maßnahme darlegen. Die Zielsetzung ist in drei Teilen gegliedert: 1. Zielsetzung, 2. Beschreibung der Maßnahme, 3. Beschreibung der Ergebnisse.

3. Beschreibung der Maßnahme

Die Beschreibung der Maßnahme ist der zweite Teil der Begründung. Sie soll die Details der Maßnahme darlegen, wie z.B. die Art der Maßnahme, die Dauer, die Kosten, die Personelleinsatz, etc.

4. Beschreibung der Ergebnisse

Die Beschreibung der Ergebnisse ist der dritte Teil der Begründung. Sie soll die angestrebten Ergebnisse der Maßnahme darlegen, wie z.B. die Verbesserung der Situation, die Erreichung der Ziele, etc.

5. Zusammenfassung

Die Zusammenfassung ist der vierte Teil der Begründung. Sie soll die wichtigsten Punkte der Begründung zusammenfassen und die angestrebten Ziele und Ergebnisse nochmals darlegen.

6. Anlagen

Die Anlagen sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

7. Anlagen 1

Die Anlagen 1 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

8. Anlagen 2

Die Anlagen 2 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

9. Anlagen 3

Die Anlagen 3 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

10. Anlagen 4

Die Anlagen 4 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

11. Anlagen 5

Die Anlagen 5 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

12. Anlagen 6

Die Anlagen 6 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

13. Anlagen 7

Die Anlagen 7 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

14. Anlagen 8

Die Anlagen 8 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

15. Anlagen 9

Die Anlagen 9 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

16. Anlagen 10

Die Anlagen 10 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

17. Anlagen 11

Die Anlagen 11 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

18. Anlagen 12

Die Anlagen 12 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

19. Anlagen 13

Die Anlagen 13 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

20. Anlagen 14

Die Anlagen 14 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

21. Anlagen 15

Die Anlagen 15 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

22. Anlagen 16

Die Anlagen 16 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

23. Anlagen 17

Die Anlagen 17 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

24. Anlagen 18

Die Anlagen 18 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

25. Anlagen 19

Die Anlagen 19 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

26. Anlagen 20

Die Anlagen 20 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

27. Anlagen 21

Die Anlagen 21 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

28. Anlagen 22

Die Anlagen 22 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

29. Anlagen 23

Die Anlagen 23 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

30. Anlagen 24

Die Anlagen 24 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

31. Anlagen 25

Die Anlagen 25 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

32. Anlagen 26

Die Anlagen 26 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

33. Anlagen 27

Die Anlagen 27 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

34. Anlagen 28

Die Anlagen 28 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

35. Anlagen 29

Die Anlagen 29 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

36. Anlagen 30

Die Anlagen 30 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

37. Anlagen 31

Die Anlagen 31 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

38. Anlagen 32

Die Anlagen 32 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

39. Anlagen 33

Die Anlagen 33 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

40. Anlagen 34

Die Anlagen 34 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

41. Anlagen 35

Die Anlagen 35 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

42. Anlagen 36

Die Anlagen 36 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

43. Anlagen 37

Die Anlagen 37 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

44. Anlagen 38

Die Anlagen 38 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

45. Anlagen 39

Die Anlagen 39 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

46. Anlagen 40

Die Anlagen 40 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

47. Anlagen 41

Die Anlagen 41 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

48. Anlagen 42

Die Anlagen 42 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

49. Anlagen 43

Die Anlagen 43 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

50. Anlagen 44

Die Anlagen 44 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

51. Anlagen 45

Die Anlagen 45 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

52. Anlagen 46

Die Anlagen 46 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

53. Anlagen 47

Die Anlagen 47 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

54. Anlagen 48

Die Anlagen 48 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

55. Anlagen 49

Die Anlagen 49 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

56. Anlagen 50

Die Anlagen 50 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

57. Anlagen 51

Die Anlagen 51 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

58. Anlagen 52

Die Anlagen 52 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

59. Anlagen 53

Die Anlagen 53 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

60. Anlagen 54

Die Anlagen 54 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

61. Anlagen 55

Die Anlagen 55 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

62. Anlagen 56

Die Anlagen 56 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

63. Anlagen 57

Die Anlagen 57 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

64. Anlagen 58

Die Anlagen 58 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

65. Anlagen 59

Die Anlagen 59 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

66. Anlagen 60

Die Anlagen 60 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

67. Anlagen 61

Die Anlagen 61 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

68. Anlagen 62

Die Anlagen 62 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

69. Anlagen 63

Die Anlagen 63 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

70. Anlagen 64

Die Anlagen 64 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

71. Anlagen 65

Die Anlagen 65 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

72. Anlagen 66

Die Anlagen 66 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

73. Anlagen 67

Die Anlagen 67 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

74. Anlagen 68

Die Anlagen 68 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

75. Anlagen 69

Die Anlagen 69 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

76. Anlagen 70

Die Anlagen 70 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

77. Anlagen 71

Die Anlagen 71 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

78. Anlagen 72

Die Anlagen 72 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

79. Anlagen 73

Die Anlagen 73 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

80. Anlagen 74

Die Anlagen 74 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

81. Anlagen 75

Die Anlagen 75 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

82. Anlagen 76

Die Anlagen 76 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

83. Anlagen 77

Die Anlagen 77 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

84. Anlagen 78

Die Anlagen 78 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

85. Anlagen 79

Die Anlagen 79 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

86. Anlagen 80

Die Anlagen 80 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

87. Anlagen 81

Die Anlagen 81 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

88. Anlagen 82

Die Anlagen 82 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

89. Anlagen 83

Die Anlagen 83 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

90. Anlagen 84

Die Anlagen 84 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

91. Anlagen 85

Die Anlagen 85 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

92. Anlagen 86

Die Anlagen 86 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

93. Anlagen 87

Die Anlagen 87 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

94. Anlagen 88

Die Anlagen 88 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

95. Anlagen 89

Die Anlagen 89 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

96. Anlagen 90

Die Anlagen 90 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

97. Anlagen 91

Die Anlagen 91 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

98. Anlagen 92

Die Anlagen 92 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

99. Anlagen 93

Die Anlagen 93 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

100. Anlagen 94

Die Anlagen 94 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

101. Anlagen 95

Die Anlagen 95 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

102. Anlagen 96

Die Anlagen 96 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

103. Anlagen 97

Die Anlagen 97 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

104. Anlagen 98

Die Anlagen 98 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

105. Anlagen 99

Die Anlagen 99 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

106. Anlagen 100

Die Anlagen 100 sind die Dokumente, die zur Begründung gehören, wie z.B. Pläne, Zeichnungen, etc.

Welche Muster sind „erlaubt“ ?

BODENSCHUTZ ALEX-INFORMATIONSBLETT 21

Hinweise zur Beurteilung von PAK – Gemischen in kontaminierten Böden

ALEX-Informationsblatt 21/2001
Mainz, Mai 2011
Hinweis: unveränderte Fassung von 07 / 2001

MESSEN
BEWERTEN
BERATEN

2 ANHANG

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

Tabelle 1: Vorkommen von PAK in Proben von Kokereien (n=36) relativ zu B[a]P und Toxizitätsäquivalente (relative Potenzen (TEF) nach OPPTS¹, 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	
Fluoranthren	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]fluoranthren	0,66	2,91	1,20	1	1,2
Benzo[k]fluoranthren	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

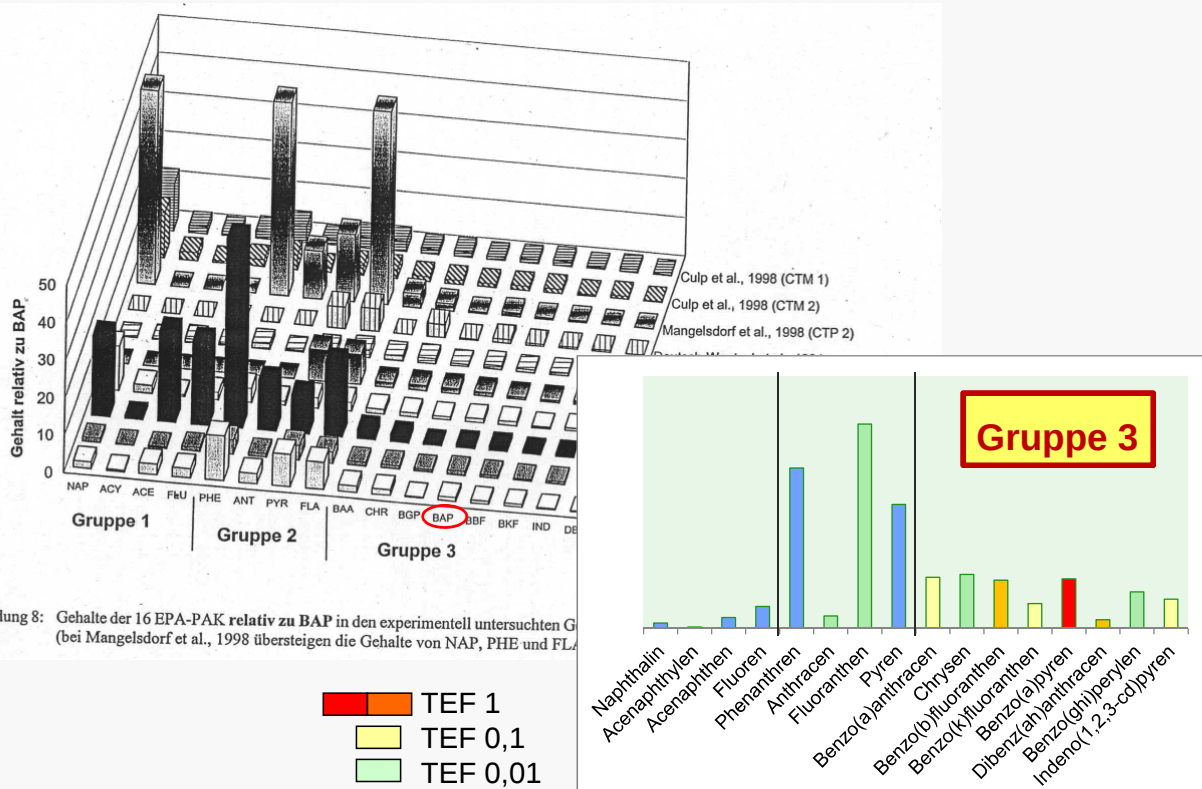
- Je nach Quellen und Alter differiert die Zusammensetzung von PAK-Gemischen in Böden. **Die Zusammensetzung in Bezug auf die für die Kanzerogenität wichtigen PAK bei den typischen altlastverdächtigen Standorten ehemaliger Kokereien, ehemaliger Gaswerksanlagen und ehemaliger Teermischwerke/ -öllager ist jedoch relativ homogen.**
- Der Ableitung der o. g. Prüfwerte liegen diese typischen PAK-Profile zu Grunde.
- **Bei der Anwendung der Prüfwerte muss sichergestellt sein, dass das PAK-Muster im zu bewertenden Einzelfall mit diesen vergleichbar ist.**

Analytisch ist daher nicht nur der Wert für BaP auszuweisen, sondern das gesamte Spektrum der PAK₁₆ ist zu bestimmen und für die nachfolgenden Prüfschritte heranzuziehen.

Grundlage dafür ist eine Analytik auf alle 16-EPA-PAK gemäß DIN ISO 18287 (05/2005) oder einer anderen vom Fachbeirat Bodenschutz (FBU) empfohlenen Methodik.



Die drei PAK-Gruppen nach FoBiG



..... Selbstverständlich sind damit wegen der Variabilität der Stoffgemische Unsicherheiten verbunden. Diese werden aber im Vergleich zu den Unsicherheiten anderer Bewertungsansätze (z.B. Prinzip der Summenbewertung mit relativen Potenzen) als klein angesehen. Gleichwohl ist es erforderlich, die Grenzen der Gemischbewertung bei der Anwendung in der Praxis zu berücksichtigen.

Dies könnte dadurch geschehen, dass versucht wird, die Gemischzusammensetzung bzw. relevante Abweichungen davon anhand der Ergebnisse der Auswertung in Kapitel 2.4 zu charakterisieren. Charakteristika der ausgewerteten Proben waren wie folgt:

- In der überwiegenden Zahl der Bodenproben war die Gruppe 3 der PAK (höhermolekulare, kanzerogene PAK) homogen aufgetreten. Homogenität heißt hierbei, dass die Gehalte der einzelnen PAK bezogen auf BAP zwischen 0,1 und 5 lagen.
- Einzelne PAK (alle Gruppen) waren in der Regel nicht so dominant sein, dass sie mehr als 50 % der Summe der 16 PAK nach EPA darstellen.

Die Überprüfung dieser Kriterien an einzelnen Standorten verursacht allerdings erhebliche Probleme. Es müsste festgelegt werden, welchen Umfang/Representativität die Probenahme haben muß, um derartige Schlußfolgerungen zuzulassen. Abweichungen vom typischen Profil in einzelnen Proben sind auch an typischen PAK-Standorten möglich. Zur Anwendung sind deshalb strikte Verfahrensregeln notwendig. Die Praktikabilität derartiger Kriterien wird deshalb kritisch gesehen.

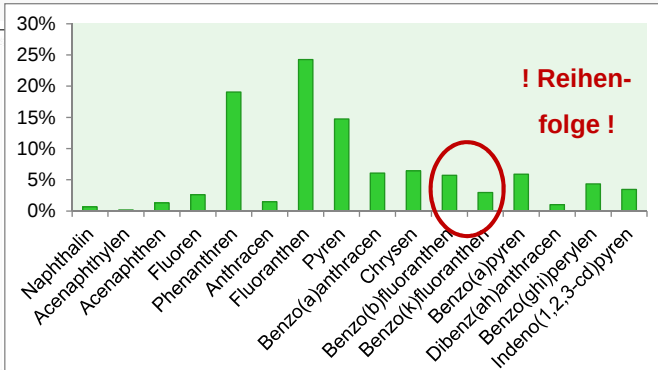
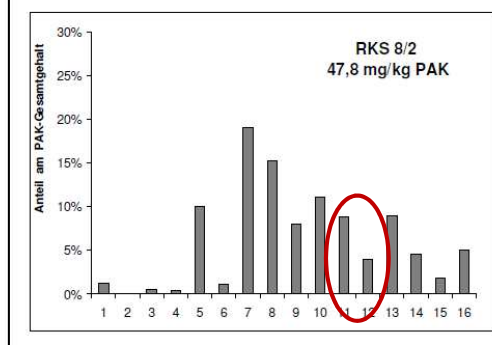
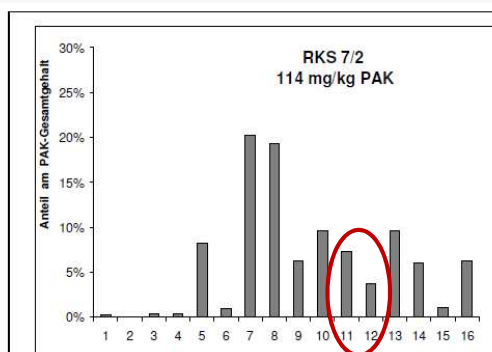
Eine Alternative besteht in der Einzelfallprüfung in den Fällen, in denen ein begründeter Verdacht auf besondere Gemischzusammensetzungen vorliegen. Ein derartiger Verdacht kann aus der historischen Erkundung oder ersten, nichtrepräsentativen Probenahmen resultieren. Sollten weitergehende Analysenergebnisse ergeben, dass einzelne PAK in besonderer Weise in der Bodenkontamination vertreten sind, so ist eine Einzelfallbeurteilung unter besonderer Berücksichtigung der Gemischzusammensetzung angezeigt.

Die Prüfwertableitung nach BBodSchV ist auf die Berücksichtigung des ungünstigen Falls ausgelegt. Die Einzelfallbeurteilung in den Fällen, in denen Hinweise auf eine Abweichung von den getroffenen Annahmen vorliegen, z.B. dadurch, dass im PAK-Gemisch ganz überwiegend Vertreter der Gruppen 1 und 2 aufgefunden werden, kann dann zu einer weniger konservativen Bewertung führen.

Abweichungen bei der Gemisch- zusammen- setzung...



Dominanz einzelnen PAK (< 50%)



- 1: Naphthalin
- 2: Acenaphthylen
- 3: Acenaphthen
- 4: Fluoren
- 5: Phenanthren
- 6: Anthracen
- 7: Fluoranthen
- 8: Pyren
- 9: Benz(a)anthracen
- 10: Chrysen
- 11: Benzo(b)fluoranthene
- 12: Benzo(k)fluoranthene
- 13: Benzo(a)pyren
- 14: Indeno(1,2,3-cd)pyren
- 15: Dibenz(ah)anthracen
- 16: Benzo(ghi)perylene

Das Kriterium ist
nach meiner
Einschätzung ein
'Selbstläufer'

Abb. 5: PAK-Spektren ausgewählter Bodenproben



..... Selbstverständlich sind damit wegen der Variabilität der Stoffgemische Unsicherheiten verbunden. Diese werden aber im Vergleich zu den Unsicherheiten anderer Bewertungsansätze (z.B. Prinzip der Summenbewertung mit relativen Potenzen) als klein angesehen. Gleichwohl ist es erforderlich, die Grenzen der Gemischbewertung bei der Anwendung in der Praxis zu berücksichtigen.

Dies könnte dadurch geschehen, dass versucht wird, die Gemischzusammensetzung bzw. relevante Abweichungen davon anhand der Ergebnisse der Auswertung in Kapitel 2.4 zu charakterisieren. Charakteristika der ausgewerteten Proben waren wie folgt:

- In der überwiegenden Zahl der Bodenproben war die Gruppe 3 der PAK (höhermolekulare, kanzerogene PAK) homogen aufgetreten. Homogenität heißt hierbei, dass die Gehalte der einzelnen PAK bezogen auf BaP zwischen 0,1 und 5 lagen.
- Einzelne PAK (alle Gruppen) waren in der Regel nicht so dominant sein, dass sie mehr als 50 % der Summe der 16 PAK nach EPA darstellen.

Die Überprüfung dieser Kriterien an einzelnen Standorten verursacht allerdings erhebliche Probleme. Es müsste festgelegt werden, welchen Umfang/Representativität die Probenahme haben muß, um derartige Schlußfolgerungen zuzulassen. Abweichungen vom typischen Profil in einzelnen Proben sind auch an typischen PAK-Standorten möglich. Zur Anwendung sind deshalb strikte Verfahrensregeln notwendig. Die Praktikabilität derartiger Kriterien wird deshalb kritisch gesehen.

Eine Alternative besteht in der Einzelfallprüfung in den Fällen, in denen ein begründeter Verdacht auf besondere Gemischzusammensetzungen vorliegen. Ein derartiger Verdacht kann aus der historischen Erkundung oder ersten, nichtrepräsentativen Probenahmen resultieren. Sollten weitergehende Analysenergebnisse ergeben, dass einzelne PAK in besonderer Weise in der Bodenkontamination vertreten sind, so ist eine Einzelfallbeurteilung unter besonderer Berücksichtigung der Gemischzusammensetzung angezeigt.

Die Prüfwertableitung nach BBodSchV ist auf die Berücksichtigung des ungünstigen Falls ausgelegt. Die Einzelfallbeurteilung in den Fällen, in denen Hinweise auf eine Abweichung von den getroffenen Annahmen vorliegen, z.B. dadurch, dass im PAK-Gemisch ganz überwiegend Vertreter der Gruppen 1 und 2 aufgefunden werden, kann dann zu einer weniger konservativen Bewertung führen.

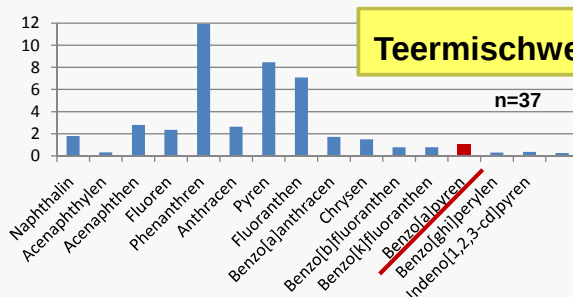
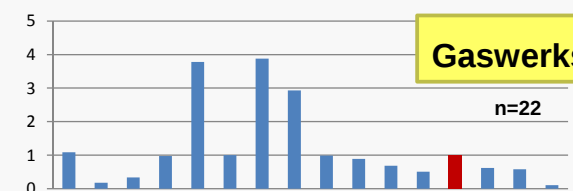
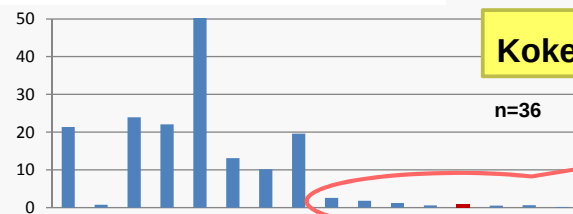
Abweichungen bei der Gemisch- zusammen- setzung...



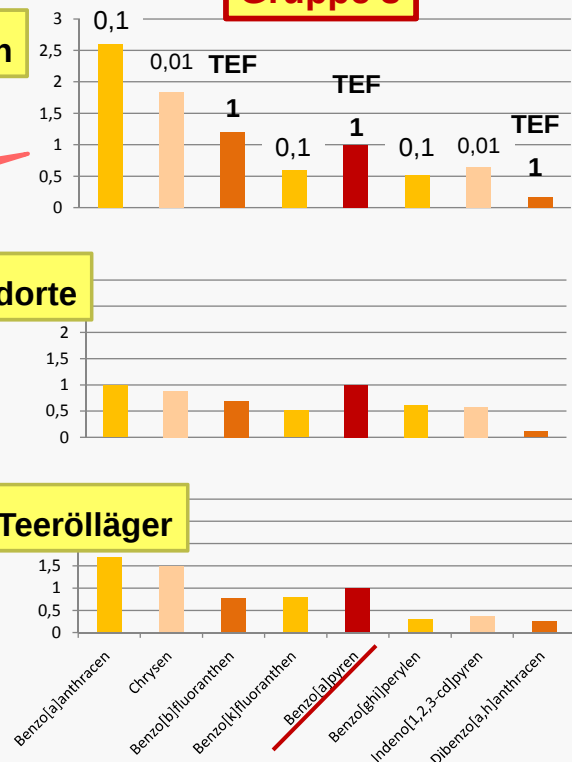
**Fluorenkontaminationen
aus der Farbstoff-
herstellung werden
andere PAK-Muster
aufweisen!**

Typische Altlasten mit PAK

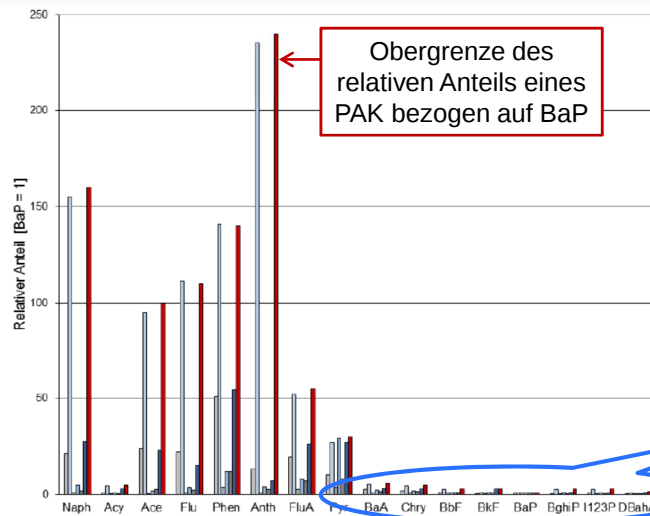
[Anteil der PAK an BaP (BaP=1) im Mittel]



Gruppe 3



Treten Überschreitungen der Obergrenzen **OP** auf,
ist zu prüfen, ob die Messdaten plausibel sind und
durch eine andere PAK-Quelle bedingt sein können.



Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBahA	1,5

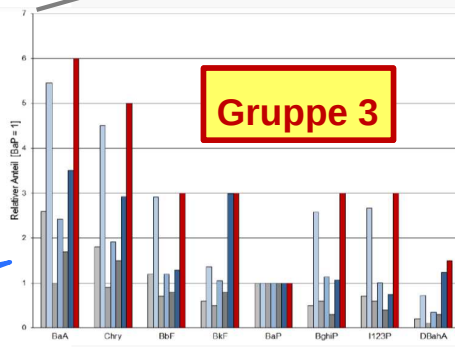


Abbildung 1: PAK-Muster an typischen Standorten (BaP = 1; K: Kokerei, G: Gaswerk, T: Teer, AM: arithmetisches Mittel, Max: Maximalwert, OP: Obergrenze PAK; [FoBiG 1999/2004, ALEX 2001])

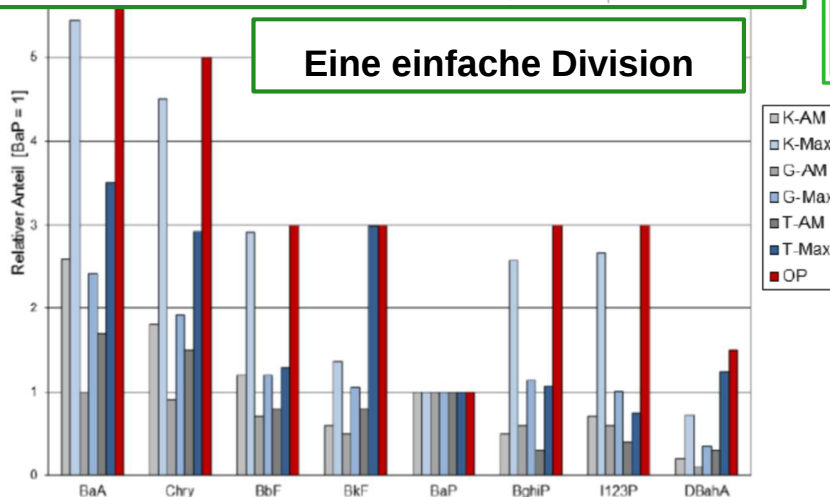
Abbildung mit freundlicher Genehmigung aus: LfU Bayern, Bewertungshilfe „Prüf- und Maßnahmenwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)“, Oktober 2014

Obergrenzen für Musterabweichungen

Abbildung 1: PAK-Muster an typischen Standorten (BaP = 1; K: Kokerei, G: Gaswerk, T: Teer, AM: arithmetisches Mittel, Max: Maximalwert, OP: Obergrenze PAK; [FoBiG 1999/2004, ALEX 2001])

$$\text{Relativer Anteil Einzel} - \text{PAK} = \frac{\text{Konzentration Einzel} - \text{PAK}}{\text{Konzentration BAP}}$$

Eine einfache Division



Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBahA	1,5

Maximales Vielfaches
eines PAK-Gehaltes
im Boden bezogen
auf den BaP-Gehalt
im Boden (BaP = 1);
das maximale
Vielfache ist die
Obergrenze einer
(noch) typischen PAK-
Zusammensetzung

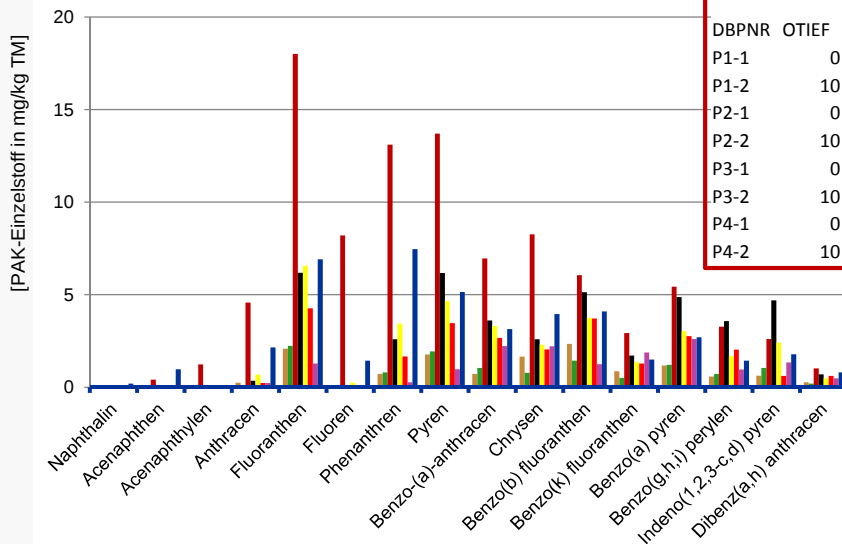
Abbildung 2: Muster höhermolekularer PAK an typischen Standorten
Abb. 1)

Beispielrechnung

Wohnbebauung am Rand des Kleingartengeländes ‚Einöde‘

Verdacht auf PAK-Belastungen / untergründige Müll- und Ascheneinlagerungen im Kleingartengelände

Mischprobenentnahme der vier randlich zum Gartengelände grenzenden (Wohn-) Gartenparzellen



Siehe Beiblatt:

IHRE
Einschätzung?!



Machen Sie eine Abschätzung ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Wohnbebauung am Rand des Kleingartengeländes Einöde																			
2	Verdacht auf PAK-Belastungen / untergründige Müll- und Ascheneinlagerungen im Kleingartengelände										Alle Werte in mg/kg TM									
3	Mischprobenentnahme der vier randlich zum Gartengelände grenzenden (Wohn-) Gartenparzellen																			
4																				
5	DBPNR	Naph	Acy	Ace	Flu	Phen	Anth	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBahA	PAK-16	OTIEF	UTIEF
6	P1-1	0,03	0,08	0,04	0,25	2,08	0,05	0,72	1,78	0,72	1,65	2,35	0,87	1,18	0,58	0,62	0,27	14,6	0	10
7	P1-2	0,00	0,01	0,04	0,10	2,24	0,03	0,81	1,94	1,05	0,78	1,44	0,51	1,22	0,73	1,04	0,20	12,9	10	30
8	P2-1	0,00	0,41	1,24	4,57	18,00	8,20	13,10	13,70	6,96	8,26	6,05	2,93	5,43	3,28	2,61	1,02	104,0	0	10
9	P2-2	0,08	0,06	0,06	0,35	6,18	0,09	2,59	6,17	3,61	2,60	5,14	1,71	4,87	3,57	4,69	0,70	45,8	10	30
10	P4-1	0,001	0,005	0,04	0,23	1,28	0,03	0,27	0,98	2,22	2,22	1,25	1,88	2,61	0,97	1,34	0,49	16,6	0	10
11	P4-2	0,20	0,97	0,00	2,16	6,91	1,44	7,46	5,15	3,14	3,95	4,10	1,50	2,70	1,44	1,78	0,81	46,1	10	30
12																				
13	Prüfung der Gehaltsverhältnisse (Muster) nach Normierung auf BaP:																			
14		Naph	Acy	Ace	Flu	Phen	Anth	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBahA			
15	P1-1									0,61	1,40	1,99	0,74	1,00	0,49	0,53	0,23			
16	P1-2																			
17	P2-1																			
18	P2-2																			
19	P4-1																			
20	P4-2																			
21																				
22	Maximal	160	5	95	110	140	240	55	30	6	5	3	3	(1)	3	3	2			
23																				

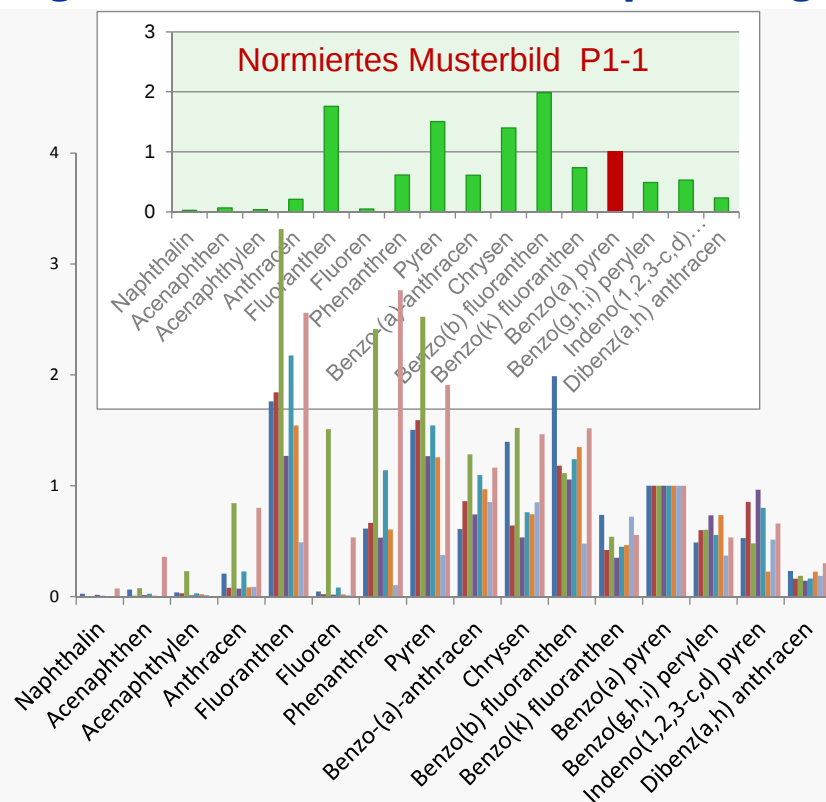
Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBahA	1,5

IHRE

Einschätzung?!



Ergebnis der Muster-Überprüfung

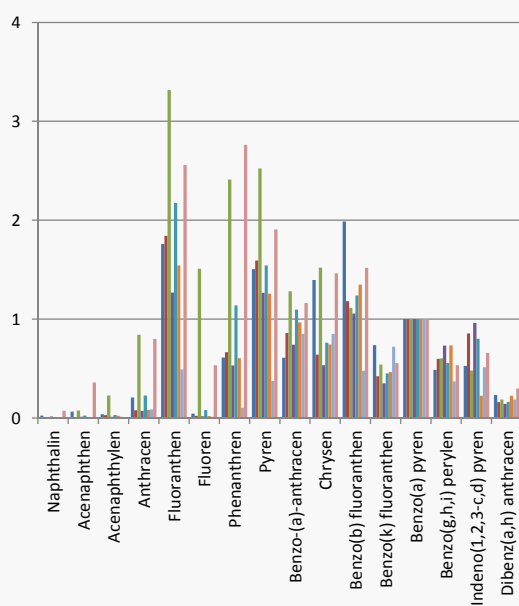


Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBahA	1,5

Maximales Vielfaches eines PAK-Gehaltes im Boden bezogen auf den BaP-Gehalt im Boden ($BaP = 1$); das maximale Vielfache ist die Obergrenze einer (noch) typischen PAK-Zusammensetzung

Ergebnis:
Keine Auffälligkeit

Ergebnis der Muster-Überprüfung



Bewertung von PAK-Kontaminationen 26

Teil B

Tabelle 10: Vorkommen von PAK in Proben von Gaswerkstandorten (n=22) relativ zu BAP und Toxizitätsäquivalente (relative Potenzen (TEF) nach OPPTS, 1992)

Substanz	Anteile einzelner PAK relativ zu BAP			TEF	AM x TEF
	Min.	Max.	Arithm. 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	0,30	12,12	3,78		0
Anthracen	0,04	4,08	1,00	0,01	0,01
Pyren	0,32	29,33	3,88		0
Fluoranthren	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]perylene	0,05	1,13	0,62	0,01	0,0062
Benzo[a]pyren	1,00	1,00	1,00	1	1
Benzo[b]fluoranthren	0,17	1,20	0,69	1	0,69
Benzo[k]fluoranthren	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

Zweiter Prüfschritt: Summe Tox.-Äquivalente und BaP-Anteil

Unter Verwendung der TEF aus Anlage 1 ist die Summe der Toxizitätsäquivalente einer Probe zu errechnen.

Der Anteil von BaP an dieser Summe sollte zwischen 30 - 60 % betragen.

Bei Anteilen unter 30 % führt die Anwendung des PAK-Prüfwertes vertreten durch BaP zu einer Risikounterschätzung, bei Anteilen über 60 % ggf. zu einer Risikoüberschätzung.

Beispiel einer typischen PAK-Zusammensetzung (nur PAK mit TEF>0):

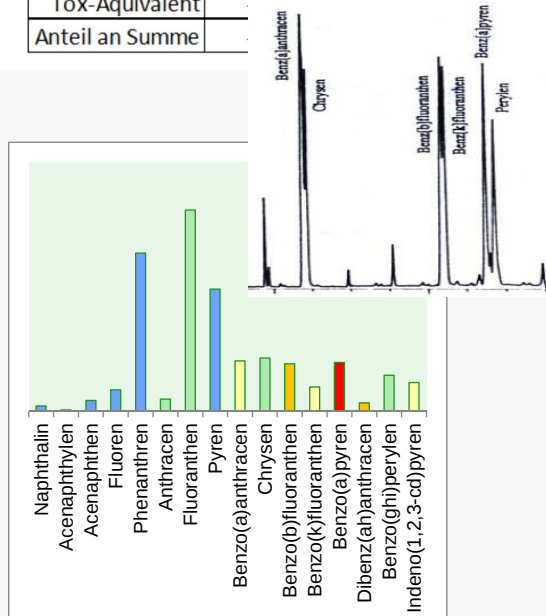
[mg/kg TM]	Acy	Anth	FluA	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBahA	Summe
TEF	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	1	0,1	1	0,01	0,1	1	Tox-Äqui-
Gehalt im Boden	<0,05	0,9	3	1,7	1,8	1,7	0,8	1,6	0,9	0,7	0,12	valente
Tox-Äquivalent	-	0,009	0,03	0,17	0,018	1,7	0,08	1,6	0,009	0,07	0,12	3,8
Anteil an Summe	-	0,2%	0,8%	4,5%	0,5%	45%	2,1%	42%	0,2%	1,8%	3,2%	



Plausibilitätscheck

Beispiel einer typischen PAK-Zusammensetzung (nur PAK mit TEF, Gehalt in mg/kg TM):

	Acy	Anth	FluA	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBahA	Summe
TEF	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	1	0,1	1	0,01	0,1	1	Tox-Äqui-
Gehalt im Boden	<0,05	0,9	3	1,7	1,8	1,7	0,8	1,6	0,9	0,7	0,12	valente
Tox-Äquivalent					0,018	1,7	0,08	1,6	0,009	0,07	0,12	3,8
Anteil an Summe					0,5%	45%	2,1%	42%	0,2%	1,8%	3,2%	



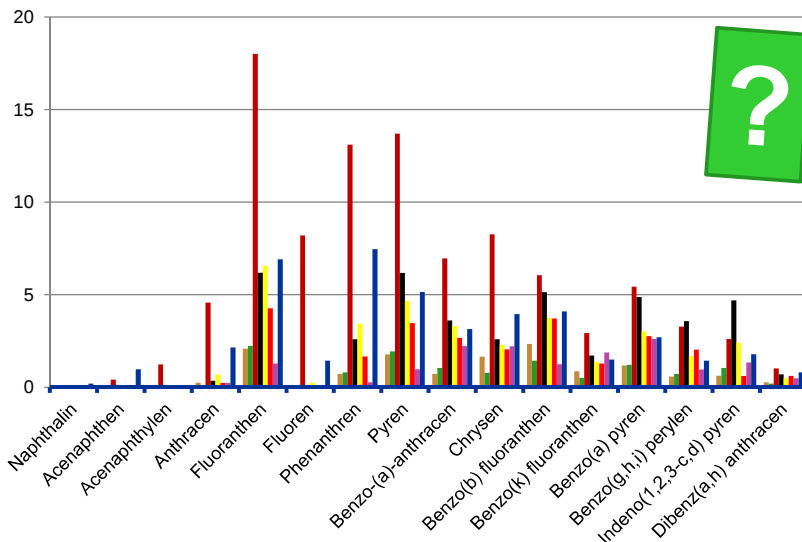
Es ist sinnvoll, in Fällen mit plausiblen Überschreitungen einer der oben genannten relevanten Obergrenzen für Musterabweichungen oder einem abweichenden Anteil von BaP an der Summe der Toxizitätsäquivalente einen toxikologischen Sachverständigen zur Bewertung hinzu zu ziehen und Kontakt mit den LLUR-SH / dem GAA Hildesheim (Fr. Salzmann) aufzunehmen.



Beispielrechnung Toxizitätsanteil

Wohnbebauung am Rand des Kleingartengeländes „Einöde“

Verdacht auf PAK-Belastungen / untergründige Müll- und Ascheneinlagerungen im Kleingartengelände
Mischprobenentnahme der vier randlich zum Gartengelände grenzenden (Wohn-) Gartenparzellen



„Mit einer Ausnahme liegt der Anteil von BaP an der Summe der Toxizitätsäquivalente in einem engen Bereich zwischen 30 und 60 %. Dies weist auf geringe Unterschiede im Auftreten der (bekannten) kanzerogenen PAK hin.“ FoBiG 1999



Machen Sie eine Abschätzung ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Wohnbebauung am Rand des Kleingartengeländes Einöde																			
2	Verdacht auf PAK-Belastungen / untergründige Müll- und Ascheneinlagerungen im Kleingartengelände													Alle Werte in mg/kg TM						
3	Mischprobenentnahme der vier randlich zum Gartengelände grenzenden (Wohn-) Gartenparzellen																			
4																				
5	DBPNR	Naph	Acy	Ace	Flu	Phen	Anth	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBaH	PAK-16	OTIEF	UTIEF
6	P1-1	0,03	0,08	0,04	0,25	2,08	0,05	0,72	1,78	0,72	1,65	2,35	0,87	1,18	0,58	0,62	0,27	14,6	0	10
7	P1-2	0,00	0,01	0,04	0,10	2,24	0,03	0,81	1,94	1,05	0,78	1,44	0,51	1,22	0,73	1,04	0,20	12,9	10	30
8	P2-1	0,00	0,41	1,24	4,57	18,00	8,20	13,10	13,70	6,96	8,26	6,05	2,93	5,43	3,28	2,61	1,07	104,0	10	10
9	P2-2	0,08	0,06	0,06	0,35	6,18	0,09	2,59	6,17	3,61	2,60	5,14	1,71	4,87	3,57	4,69	0,70	45,8	10	30
10	P4-1	0,001	0,005	0,04	0,23	1,28	0,03	0,27	0,98	2,22	2,22	1,25	1,88	2,61	0,97	1,34	0,49	16,6	0	10
11	P4-2	0,20	0,97	0,00	2,16	6,91	1,44	7,46	5,15	3,14	3,95	4,10	1,50	2,70	1,44	1,78	0,81	46,1	10	30
12																				

Und schätzen Sie bitte auch ab, was die Prüfung ergeben würde, wenn jedes PAK mit seinem Maximalgehalte (OP) in der Probe enthalten wäre ...

Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBaH	1,5

22	Maximal	160	5	95	110	140	240	55	30	6	5	3	3	(1)	3	3	2			
23																				

... auch ohne Excel ...

24	Prüfung der Toxizitätsäquivalente																			
25		Naph	Acy	Ace	Flu	Phen	Anth	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBaH	Tox-Σ	Anteil BaP	
26	P1-1																			
27	P1-2																			
28	P2-1						0,08	0,13		0,7	0,08	6,0	0,3	5,4	0,03	0,26	1,0	ca. 14	38%	im Mittel
29	P2-2																			
30	P4-1																			
31	P4-2																			
32	„Maximalgrenze“						2,4	0,5		0,6		3,0		1,0			2,0	> 10	< 10%	
33	Toxizitätsfaktoren	0,01					0,01	0,01		0,1	0,01	1	0,1	1	0,01	0,1	1			
34																				



Ergebnis des Prüfschrittes ,b)' (30-60%?)

BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	I123P	DBahA	Tox-Σ	Anteil BaP	
0,07	0,02	2,35	0,09	1,18	0,01	0,06	0,27	4,1	29%	
0,10	0,01	1,44	0,05	1,22	0,01	0,10	0,20	3,1	39%	im
0,70	0,08	6,05	0,29	5,43	0,03	0,26	1,02	14,1	39%	Mittel
0,36	0,03	5,14	0,17	4,87	0,04	0,47	0,70	11,8	41%	39%
0,22	0,02	1,25	0,19	2,61	0,01	0,13	0,49	4,9	53%	
0,31	0,04	4,10	0,15	2,70	0,01	0,18	0,81	8,4	32%	
0,1	0,01	1	0,1	1	0,01	0,1	1	Toxizitätsfaktoren		

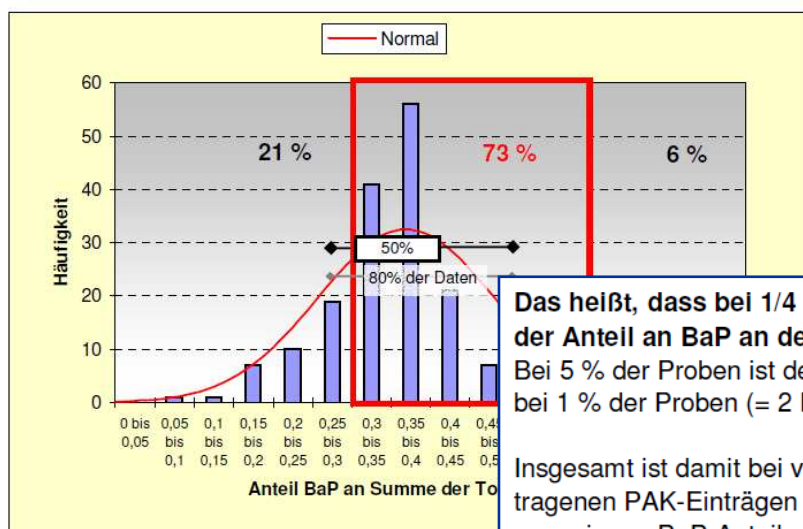
Ergebnis:

Die untersuchten Proben können mittels des Prüfwertes für PAK mit Leitparameter BaP bewertet werden.



Urbaner Hintergrund in SH

Häufigkeiten der Anteile BaP an Summe der Tox-Äquivalente bei PAK-Bodenproben urbaner Räume (nicht Hintergrundwertekollektiv)



FoBiG-Fenster: 30-60% rot markiert
(s. Bericht 1999, Teil B, Seite 44)

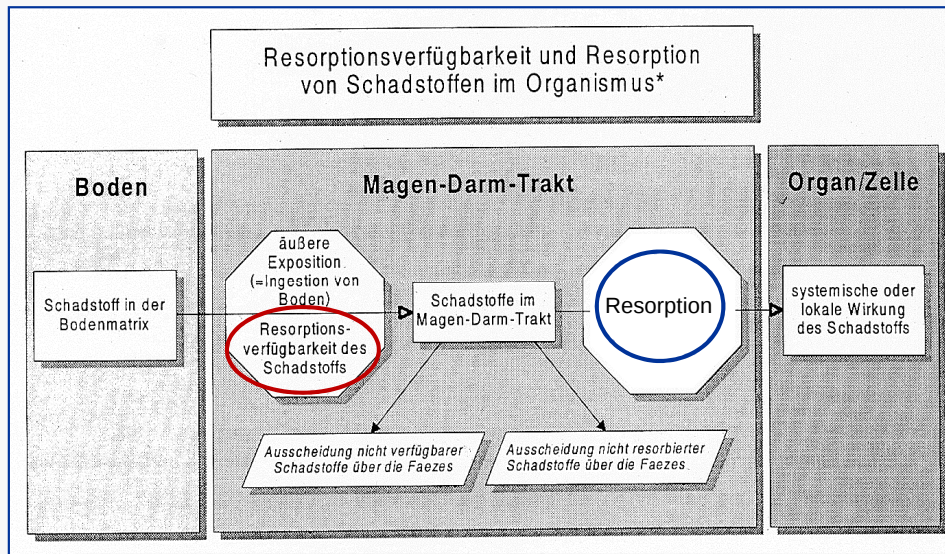
Bisher ist mir kein **Altlastenfall** bekannt, bei dem die Kriterien nicht erfüllt waren.

Das heißt, dass bei 1/4 der untersuchten Proben der Anteil an BaP an der Toxsumme < 31 % ist. Bei 5 % der Proben ist der Anteil < 20 %, bei 1 % der Proben (= 2 Proben) kleiner 15 %.

Insgesamt ist damit bei vermutlich eher Luft-/Asche-ge-tragenen PAK-Einträgen eine **leichte Verschiebung** zu geringen BaP-Anteilen an der Toxizität zu erkennen (d.h., man würde der realen Tox. durch PAK nicht ganz gerecht & entläßt ggf. 'fälschlich' aus dem Altlastenverdacht). Grundsätzlich andere Verteilungsverhältnisse sind jedoch **NICHT** zu erwarten! Insbesondere, wenn man das 'Fenster' auf 20-60% aus-weiten würde - um nicht noch mehr Prüfbedarf zu erzeugen.



Maßnahmenwerte & Resorptionsverfügbarkeit ...



Angenommene Resorption für BaP (kanzerogene Wirkung) :
100%

Angenommene Resorptionsverfügbarkeit für BaP (bei der Prüfwertableitung):
100%

Aus „Methoden und Maßstäbe der Ableitung ...“ Punkt 2.2:

Generell sollten sich Ableitungsmaßstäbe für Maßnahmenwerte auf die für den Menschen resorptionsverfügbaren Schadstoffanteile im Boden beziehen.



Das Verfahren zur Untersuchung der RV

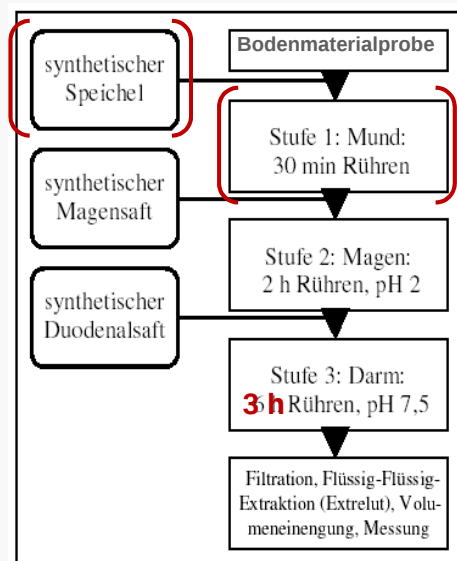
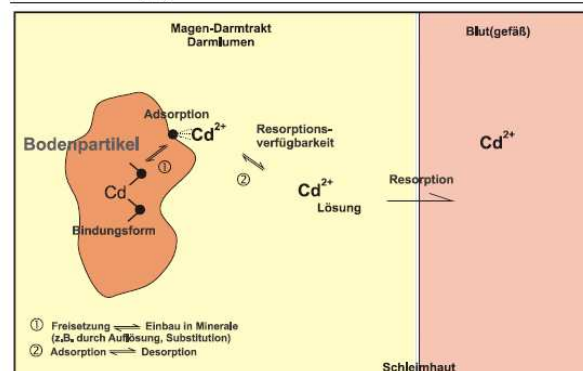


Abbildung 1: Schema der Bestimmung der digestiven Resorptionsverfügbarkeit.

Bei der Detailuntersuchung können Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit (RV) nach DIN 19738 (mit Milchpulver) sinnvoll und erforderlich sein.

Abbildung 1: Prozesse im Vorfeld der Resorption am Beispiel Cadmium verunreinigter Bodenpartikel



(© IFUA)

Bisher: DIN 19738: 2004-07

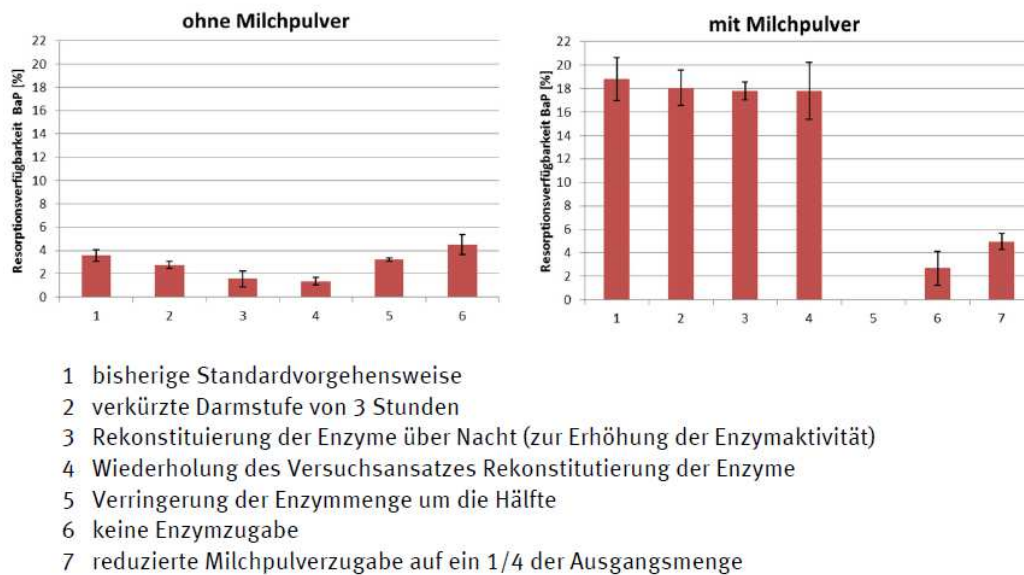
Robustheitsuntersuchung: UFO-Plan FKZ 3714712170



Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen zur weiteren Fortschreibung des Anhangs 1 der BBodSchV

www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_15_2016_untersuchungen_zur_resorptionsverfuegbarkeit.pdf

Abbildung 2: Resorptionsverfügbarer Anteil an Benzo(a)pyren (Variantenvergleich)



(© IME)

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

69

„Länderproben“ / Hintergrundbelastung

Im Rahmen des Vorhabens wurden zehn von den Bundesländern vorgeschlagene Flächen mit Benzo(a)pyren Gehalten auf dem Niveau der ubiquitären Hintergrundbelastung beprobt, weiterhin eine Fläche im Bereich einer Asche-Phenolhalde.

Tabelle 7: Resorptionsverfügbarkeit der Länderproben (Analytik gemäß DIN 19738 2007-04; mit Vollmilch)

lfd.-Nr.	Probenahmeort	Gesamtgehalt [mg/kg]*	Gehalt RV [mg/kg]*	RV [%]
1	Braunschweig	0,67	0,14	21,3
2	Oldenburg	0,48	0,12	25,9
3	Leipzig Am Rosenthal	0,94	0,13	13,4
4	Asche-Phenolhalde	0,07	n.b.	n.b.
5	Hamburg Tegelweg	0,59	0,16	27,9
6	Wuppertal Dorrenberg	1,20	0,20	16,5
7	Wuppertal Foresta	2,62	0,28	10,6
8	Duisburg Gartenstraße	0,79	0,16	20,8
9	Duisburg Kruppstraße	0,46	0,14	30,6
10	Köln Riehler Straße	0,79	0,16	20,0
11	Köln Rosenhügel	< 0,03	n.b.	n.b.

n.b. = nicht bestimmt; Gesamtgehalte > 1 mg/kg

* mg Benzo(a)pyren/ kg Trockenmasse

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat Altlasten, Dr. A. Zeddel

70

Vergleich der Resorptionsverfügbarkeit von BaP mit der anderer kanzerogenen PAK

Tabelle 12: Zusammenfassende Statistik der Gesamtgehalte und der resorptionsverfügbaren Anteile der 5 untersuchten PAK (Mittelwerte aus 3 Replikaten)

Gesamtgehalt [mg/kg TM]	Benzo(b)fluoranthen	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(a)pyrene	Benzo(g,h,i)perylene	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Gültige Fälle	9	9	9	9	9
Minimum	1,02	0,28	0,46	0,47	0,56
Maximum	4,99	1,49	2,62	2,29	2,88
resorptionsverfügbare Anteil [%]					
Gültige Fälle	9	9	9	9	9
Mittelwert	23,22	21,80	20,78	18,92	14,10
Median	23,80	22,80	20,80	18,90	15,30
Standardabweichung	8,53	8,23	6,62	6,58	5,73
Minimum	12,30	10,50	10,60	10,50	6,60
Maximum	36,30	33,90	30,60	28,10	24,50

Daten erhoben vom:



nach Probenahme in verschiedenen Bundesländern (2014) im Rahmen der Robustheitsuntersuchung zur DIN 19738 - im Auftrag des UBA (FKZ 3714712170)

< 50 %

Die Resorptionsverfügbarkeiten der dargestellten und kanzerogen wirksamen PAK sind vergleichbar – auf Grundlage dieser Daten ist eine **Aussage zur Resorptionsverfügbarkeit bezogen auf B(a)P auch für die kanzerogen wirksame Mischung vergleichbar zu erwarten.**



Zum Vergleich: Das bayerische Vorgehen (Okt. 2014)

2. Detailuntersuchung:

- Bei Überschreiten der Prüfwerte RV-Untersuchungen vornehmen, wenn keine anderen Schutzmaßnahmen ergriffen werden.
- Bestimmung der mittleren RV aus den RV-Daten der 15 EPA-PAK (ohne Naphthalin) je Probe
- Anwendung der gemittelten RV auf den BaP-Messwert und Bewertung anhand der oben genannten Prüfwerte (= Einzelfall-Maßnahmenwerte).



In Abwandlung* zum bayerischen Vorgehen wird empfohlen, das arithmetische Mittel der bei den gering mobilen PAK (→ grau) bestimmten RV auf die BaP-Messwerte anzuwenden und sie mit den Prüfwertvorschlägen für PAK zu vergleichen.

* Die Bestimmung der RV aller 15-EPA-PAK ist momentan **analytisch nicht durchführbar** – allenfalls die in grau unterlegten 8 PAK – setzen Sie sich im Einzelfall **mit dem Labor** zusammen und beteiligen Sie bitte das LLUR.

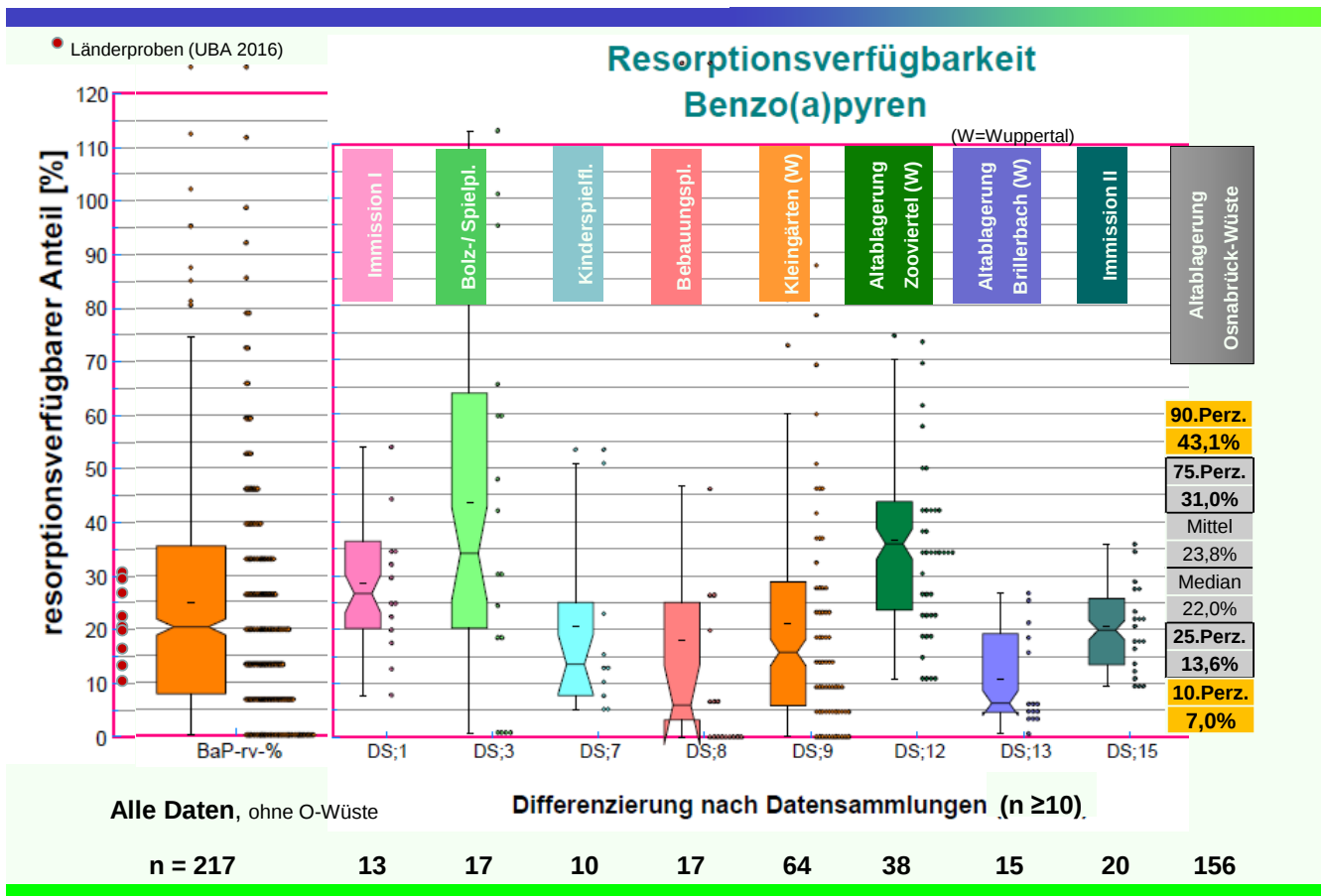
Benzo(a)anthracen	
Chrysen	
Benzo(b)fluoranthen	
Benzo(k)fluoranthen	
Benzo(a)pyren	
Benzo(ghi)perylene	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	
Dibenzo(ah)anthracen	



,Vorsichtige' Empfehlungen zur 19738

Hinweis zur DIN 19738:

- Die **jeweils aktuellen Erkenntnisse** zur Durchführung robuster Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit von PAK sind zu beachten.
- So ist z. B. nach den Erkenntnissen des UBA (UBA-Texte 15/2016) der Einsatz von **Vollmilchpulver obligatorisch** – und daher unter 3. explizit erwähnt –, wohingegen die (fakultative) Speichelstufe entfallen kann.
- Bisherige Untersuchungen haben häufig auf die **Bodenfraktion < 2 mm** abgehoben, die auch für die Bestimmung der Gesamtgehalte verwendet wird. Dieses Vorgehen wird in dem UBA-Bericht ebenfalls präferiert.
- Bei PAK-kontaminiertem Boden sind **Doppel- bei inhomogenen Materialien Dreifachbestimmungen** durchzuführen.
- Regelmäßige Untersuchungen** des nach der Mobilisierung verbleibenden **Sediments** sind zur Bestimmung der Wiederfindung notwendig – im UBA-Bericht wurden bei BaP Wiederfindungen > 70% erreicht.



Weitere Sachverhaltsermittlung

- Je nach Größenordnung der Überschreitung der PAK/BaP-Prüfwerte können Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit (RV) nach DIN 19738 (mit Milchpulver, ohne Speichelstufe) im Rahmen der Detailuntersuchung sinnvoll und erforderlich sein.
- Da die Resorptionsverfügbarkeit des PAK-Gemisches relevant ist, **wird empfohlen**, die **RV der 8 gering mobilen PAK (Anlage 1, grau)** bestimmen zu lassen.
- Die ‚vorsichtigen‘ Empfehlungen zur 19738 sind zu beachten

Der **arithmetische Mittelwert dieser RV-Anteile** wird dann mit dem BaP-Messwert multipliziert und mit den o. g. Prüfwerten für PAK verglichen.



Direkte Multiplikation der RV mit dem BaP-Gehalt!

Der arithmetische Mittelwert dieser RV-Anteile wird dann mit dem BaP-Messwert multipliziert und mit den o. g. Prüfwerten für PAK verglichen.

Damit stellen die Prüfwerte für PAK **gleichzeitig die Risikogrenzen** für die jeweiligen Szenarien dar. Mit dieser Vorgehensweise wird vermieden, dass es zu unterschiedlichen Risikohöhen bei Prüf- und Einzelfall-Maßnahmenwerten kommt.

Beispiel: Kinderspielfläche - OU-Untersuchung (Prüfwert **0,5 mg BaP/kg TM**)

PAK-Bewertung über Benzo(a)pyren im Oberboden – **1,5 mg BaP/kg TM**

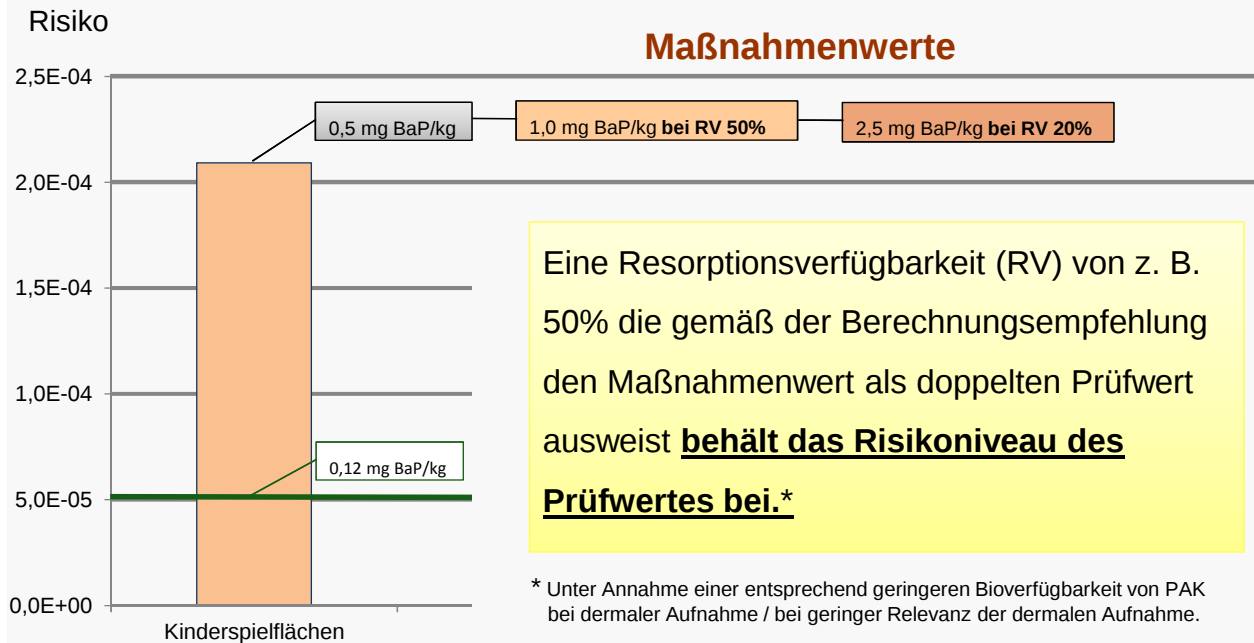
(> 0,5) Bestätigung des Altlastenverdachtes ⇒ Detailuntersuchung

Beispiel Kinderspielfläche - DU-Untersuchung: Resorptionsverfügbarkeit (RV) von BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, BghiP, I123P und DBahA sei **gemittelt 20 %**

BaP-Messwert ⇒ **1,5 mg BaP/kg TM * 0,2 = 0,3 mg BaP/kg TM (< 0,5)**

bzw. Überschreitung eines ‚Einzelfall-Maßnahmenwertes‘ 





Die Festlegung der ‚Risikogrenze für das jeweilige Szenario‘ ist nicht (stringente) Risikominimierung sondern **RISIKOMANAGEMENT!**



Foto: Andreas Zeddel

*Wir haben die Erde nicht von unseren Eltern geerbt –
sondern von unseren Kindern geliehen.*

Indianische Weisheit

Danke für die Aufmerksamkeit !

Fragen ...