

Objekt: [REDACTED]

Innenraummessung: Untersuchung auf PAK

Bericht 80982-01 B vom 26.10.2010

1 Gegenstand der Untersuchungen

Der öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige Dr. Busch wurde durch Frau [REDACTED] beauftragt, durch geeignete Untersuchungen herausfinden, ob und in welchem Ausmaß in dem von Ihr vermieteten Haus [REDACTED] eine Innenraumbelastung durch PAK (PAK: polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) vorhanden ist.

Anlass für die Untersuchungen war eine entsprechende Reklamation der Mieter, die der Vermieterin zusammen mit dem Analysenergebnis einer Parkettkleberprobe vorgelegt worden ist.

2 Ortstermin

Die Untersuchungen fanden anlässlich eines Ortstermins am 12.10.2010 durch den Unterzeichner im Beisein von Frau ■■■ (Vermieterin), Frau ■■■ (Mieterin) und ihrer Bekannten statt.

3 Feststellungen und Untersuchungen

Bei dem Haus ■■■■■■■■■■ handelt es sich um ein Einfamilienhaus aus dem Jahr 1956 mit einer Wohnfläche von 87,20 m² (laut Eingabeplan). Im EG befinden sich das Wohnzimmer und die Küche, im 1. OG das Bad, ein Raum auf der SW-Seite (12,10 m², genutzt als Schlafzimmer), ein Raum auf der SO-Seite (18,10 m², genutzt als Abstellraum) und ein Raum auf der NO-Seite (8,25 m², genutzt als Abstellraum).

Die Räume im 1. OG und das Wohnzimmer im EG sind mit einem Eichenparkett aus der Bauzeit ausgestattet, das mit einem schwarzen Kleber auf dem Estrichboden verklebt ist. Nach den Angaben der Mieterin wurden die Parkettböden vor 8 Jahren von ihr selbst abgeschliffen und neu versiegelt, wobei überall die ursprünglich vorhandenen Randleisten entfernt und nicht wieder angebracht worden sind. Seither fehlen in den Räumen die Fußbodenleisten. Mit Ausnahme dieser Randbereiche ist das Parkett – soweit sichtbar – in einem guten Zustand und ohne größere Fugen verlegt, an einigen Stellen gibt es Fugen bis maximal 1 mm Breite. Im Randbereich ist an mehreren Stellen der Parkettkleber sichtbar (Foto 1).

Nach den Angaben wohnen die Mieter derzeit nicht in den Räumen. Das Schlafzimmer sei etwa 24 Stunden vor dem Ortstermin kurz für etwa 15 Minuten gelüftet worden und ab dann geschlossen gewesen.

In den Räumen war jeweils ein eher unauffälliger „Wohnungsgeruch“ feststellbar, wobei auffiel, dass jeder Raum etwas anders roch, ein typischer Teergeruch war in den Räumen

nicht erkennbar. Das Schlafzimmer roch deutlicher als die anderen Räume abgestanden und muffig. Derzeit lag dort vor dem Fenster eine Matratze mit Kissen auf dem Boden (für den Hund), daneben ein Lattenrost als Bett. An den Wänden hingen einige Kleidungsstücke, Möbel waren keine aufgestellt. Im Schlafzimmer war ein Teergeruch erst wahrnehmbar nachdem für die Materialprobenahme ein Parkettholz ausgebaut worden war, wobei der anhaftende Parkettkleber teilweise abgerissen ist. Der Geruch kam von den frischen Kleberrissen.

Zum Geruch gab Frau Stein an: Es hätte in der Vergangenheit immer wieder einen Geruch gegeben, unterschiedlich in den Räumen, eher scharf, aber nie ein Teergeruch. Seit vor einem Jahr neue Fenster eingebaut worden sind hätten die Gerüche eher zugenommen. Lediglich vor ein paar Wochen nach dem Anheben einer länger auf dem Boden im südöstlichen Raum in der NO-Ecke gestandenen Kiste sei ihr dort erstmalig ein Teergeruch aufgefallen.



Foto 1 1. OG, Raum SO, Parkettboden mit Randfuge auf der W-Seite, teilweise ist der schwarze Parkettkleber sichtbar (Pfeil)

Probenahmen

Nach Angabe der Mieterin hatte ihr Mann die zur Untersuchung gegebene Probe aus dem offenen Randbereich von einem dort auf dem Estrich sichtbaren schwarzen Kleberrückstand entnommen (Raum auf der SO-Seite im 1. OG, Randbereich auf der W-Seite, etwa 1/3 von der Türe entfernt).

Für die derzeitige Untersuchung wurde daher eine Materialprobe des Klebers ebenfalls aus diesem Bereich entnommen. Weiter wurde in Übereinstimmung mit der Mieterin das Schlafzimmer im 1. OG als repräsentativer Probenahmeort festgelegt. In diesem Raum wurden Proben der Raumluft und des Hausstaubs zur Analyse auf PAK entnommen. Zur Feststellung, ob sich unter dem Parkett ein schwarzer Kleber befindet, wurde der Boden im Schlafzimmer in der SW-Ecke sowie im EG im Wohnzimmer in der NW-Ecke geöffnet.

Klimabedingungen während der Probenahme (registrierendes Messgerät Almemo 2590-9, Fa. Ahlborn, mit kalibriertem Temperatur- und Feuchtefühler, Kalibrierdatum 11.12.2009):
Schlafzimmer: Raumtemperatur 21,1 °C, relative Luftfeuchtigkeit: 61 % r.F.
Außen: 13,2 °C, 51 % r.F., Luftdruck 1010 hPa, windstill.

Untersuchte Proben:

Proben-Nr.	Probenart und -ort	Untersuchung auf
80982-1	Raumluftmessung, 1. OG Schlafzimmer, etwa Raummitte	PAK (Tenax, TD), leichtfl. PAK
80982-2	wie vor	PAK (PUF+GFF), 16 EPA
80982-3	Hausstaubmessung, 1. OG Schlafzimmer	PAK, 16 EPA
80982-4	1. OG Raum SO, Materialprobe aus Randbereich W-Seite, etwa 1/3 von der Türe entfernt	PAK, 16 EPA
80982-5	1. OG Schlafzimmer, Kleber aus SW-Ecke	Rückstellprobe
80982-6	EG Wohnzimmer, Kleber aus NW-Ecke	Rückstellprobe

Die Probenahmen auf chemische Inhaltsstoffe erfolgten in Anlehnung an die Richtlinien VDI 4300, Blatt 1 „Messen von Innenraumluftverunreinigungen: Allgemeine Aspekte der Messstrategie“, Blatt 2 "Messstrategie für PAH, PCDD, PCDF und PCB“ und Blatt 8 „Probenahme von Hausstaub“.

Da es bei der üblichen Bestimmung der PAK nach der VDI-Richtlinie mittels PUF (PUF: polyurethan foam) bei den leichtflüchtigen Verbindungen wie Naphthalin bekanntermaßen zu Minderbefunden kommt, wurden die leichtflüchtigen PAK zusätzlich noch mit der Methode Thermodesorption bestimmt.

Untersuchungsmethode:

Luftprobe (PUF+GFF):

Die Proben wurden mit Toluol am Soxhlet extrahiert. Die Analyse erfolgte mittels Kapillar-Gaschromatographie mit anschließender Massenspektroskopie (GC/MS-Kopplung). Quantifiziert wurde im Single-Ion-Monitoring des Massenspektrometers nach der Methode der Isotopenverdünnung, wobei acht deuterierte PAK als interne Standards verwendet wurden (EPA-Methode 1625).

Luftprobe (Tenax TD):

Die zu untersuchenden Substanzen wurden von den beladenen Tenaxröhrchen thermisch desorbiert. Die quantitative Analyse erfolgte mittels Kapillar-Gaschromatographie und Massenspektrometer (GC-MS). Die einzelnen Substanzen wurden nach der Methode des Externen Standards über Vergleichsgemische quantifiziert.

Hausstaubprobe, Materialprobe:

Die Proben wurden mit Cyclohexan im Ultraschallbad extrahiert. Die Extrakte wurden bei Bedarf über eine Cyano/SiOH-Säule aufgereinigt und in Toluol überführt. Die Analyse erfolgte mittels Kapillar-Gaschromatographie mit anschließender Massenspektroskopie (GC/MS-Kopplung). Quantifiziert wurde im Single-Ion-Monitoring des Massenspektrometers nach der Methode der Isotopenverdünnung, wobei acht deuterierte PAK als interne Standards verwendet wurden (EPA-Methode 1625).

Die Analysen wurden von einem für Innenraumschadstoffe zertifizierten Labor ausgeführt.

4 Ergebnisse und Bewertung

Die Messergebnisse sind im Anhang in den folgenden Tabellen aufgeführt:

- Tab. 01: Quantitative Untersuchung auf flüchtige PAK
(Raumluftprobe aus dem Schlafzimmer)
- Tab. 02: Quantitative Untersuchung auf PAK (16 EPA-PAK)
(Raumluftprobe aus dem Schlafzimmer)
- Tab. 03: Quantitative Untersuchung auf PAK (16 EPA-PAK)
(Hausstaub- und Materialprobe)

Die Messergebnisse der untersuchten Materialprobe des schwarzen Parkettklebers zeigen, dass es sich dabei eindeutig um ein teerhaltiges Produkt (Steinkohlenteerpech) handelt, mit der für dieses Material typischen Konzentration und Zusammensetzung. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der von der Mieterin in Auftrag gegebenen Materialuntersuchung (Prüfbericht G 324/10 vom 16.09.2010, GfU Gesellschaft für Umweltchemie) zeigt, dass die Ergebnisse hinsichtlich der Konzentrationsverteilung nahezu identisch sind, bei etwas höheren Einzelkonzentrationen.

Für die Bewertung einer Belastung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) wurde vom Umweltbundesamt eine bundesweit anwendbare Vorgehensweise erarbeitet. Danach wird von den 16 Einzelsubstanzen der PAK, die nach Einschätzung der Umweltbehörde der USA (EPA) für die Umwelt von Bedeutung sind, als Leitkomponente Benzo(a)pyren (BaP) und deren Konzentration zur Beurteilung der Gesamtsituation herangezogen.

Für BaP wurden in den verschiedenen Einheiten folgende Konzentrationen bestimmt:

Luftprobe: ng/m³ (Nanogramm BaP je Kubikmeter Luft)

Hausstaub- bzw. Materialprobe: mg/kg (Milligramm BaP je Kilogramm Material)

	Konzentration BaP *)
Materialprobe Parkettkleber	2.350 mg/kg
Hausstaubprobe Schlafzimmer	< 0,5 mg/kg
Raumluftprobe Schlafzimmer	6 ng/m ³

*) siehe auch Tabelle 02 und 03 im Anhang

Anwendung der Empfehlungen des Umweltbundesamtes zu PAK in Wohnungen mit Parkettböden /1/:

Bei einem BaP-Gehalt im Parkettkleber von 10 bis 3000 mg/kg und einem BaP-Gehalt von weniger als 10 mg/kg im Hausstaub sind mittelfristige Maßnahmen zu ergreifen. Erst bei Staubgehalten von mehr als 10 mg/kg sind kurzfristig Maßnahmen zur Minimierung der Belastung zu treffen. Der Messwert BaP in der Hausstaubprobe lag im Schlafzimmer bei < 0,5 mg/kg (unterhalb der Bestimmungsgrenze), somit sind mittelfristig Maßnahmen zu ergreifen.

Zusätzlich wurde in dem Schlafzimmer die Raumlufte untersucht. Der Messwert für BaP lag bei 6 ng/m³. In Verbindung mit typischen Außenluftwerten wird auch für dieses Messergebnis nicht die Empfehlung des Ergreifens kurzfristiger Maßnahmen zur Minimierung der Belastung erreicht.

Hauptkomponente in der Raumlufte mit einem Anteil von größer 93 Prozent ist der Stoff Naphthalin. Gemessen wurde bei der ersten Messung entsprechend der VDI-Richtlinie mittels PU-Schaum (PUF) und Glasfaserfilter (GFF) eine Konzentration von 6,78 µg/m³. Die zweite Messung mittels Tenax und Thermodesorption ergab eine Konzentration von 12,7 µg/m³. Da bekannt ist, dass die erste Methode bei Naphthalin zu Minderbefunden führt, wird im Folgenden der zweite (höhere) Messwert für die Beurteilung herangezogen.

Naphthalin:

Für Naphthalin wurden von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden Richtwerte veröffentlicht.

/1/ Empfehlungen zu polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettfußböden. In: P. Dieckow, D. Ullrich, B. Seifert: Vorkommen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettfußböden, Umweltbundesamt, WaBoLu, Heft 2/99.

Zitat Umweltbundesamt zu: Richtwerte für die Innenraumluft:

Es gibt zwei Richtwert-Kategorien: Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Diese höhere Konzentration kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung sein. Je nach Wirkungsweise des Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein. Richtwert I (RW I) beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden...

Die Richtwerte für Naphthalin (zu den weiteren 15 Verbindungen der untersuchten PAK gibt es bislang keine Richtwerte):

	Richtwert II für Innenräume	Richtwert I für Innenräume	Messwert Schlafzimmer Raumluft
Naphthalin	20 µg/m ³	2 µg/m ³	12,7 µg/m ³

Danach ist der Richtwert I im Schlafzimmer deutlich überschritten. Da der Richtwert II aber eingehalten ist, ergibt sich daraus ebenfalls kein unverzüglicher Handlungsbedarf.

In den PAK-Hinweisen der ARGEBAU /2/ wird darauf hingewiesen, dass bei Vorliegen von Teerlebstoff unter dem Parkettboden der Zustand des Parketts zu beurteilen ist. Zitat:

Befindet sich der Parkettboden in einem ordnungsgemäßen Zustand, sind – unabhängig vom BaP-Gehalt des Klebstoffs – keine weiteren Untersuchungen oder expositions-mindernden Maßnahmen erforderlich.

Im vorliegenden Fall liegt ein schadhafter Boden vor, da die Randleisten nicht mehr vorhanden sind.

/2/ ARGEBAU (2000) Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerlebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise), Fassung April 2000. Umweltmedizinischer Informationsdienst 2/2000.

5 Zusammenfassung

Bei der Untersuchung des Hauses [REDACTED] hat sich herausgestellt, dass an den exemplarisch geöffneten Stellen des Parkettbodens im Schlafzimmer (1. OG) und im Wohnzimmer (EG) das Parkett mit einem teerhaltigen Kleber mit dem Untergrund verklebt ist. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Kleber überall unter den Böden mit Parkett befindet.

Wie die Materialuntersuchungen ergaben haben, handelt es sich bei dem Kleber eindeutig um ein teerhaltiges Produkt (Steinkohlenteerpech), mit der für dieses Material typischen Konzentration und Zusammensetzung.

Für die weitere Beurteilung der davon ausgehenden Belastung wurde in Übereinstimmung mit der Mieterin das Schlafzimmer im 1. OG als repräsentativer Probenahmeort festgelegt. Die dort entnommenen Hausstaub- und Raumluftproben haben eine relativ geringe Belastung mit der Leitkomponente Benzo(a)pyren BaP ergeben (Messwerte: Hausstaub: < 0,5 mg BaP/kg, Raumluft 6 ng BaP/m³). Nach Darstellung des Umweltbundesamtes zu PAK in Wohnungen mit Parkettböden wird dabei empfohlen mittelfristig Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung zu ergreifen.

Die relativ geringe Hausstaubbelastung erklärt sich dadurch, dass hier der Parkettboden auf einem festen Untergrund aufgeklebt ist, sodass eine Pumpwirkung, wie sie bei anderen teerhaltigen alten Parkettböden häufig auftritt, nicht vorhanden ist. Die PAK-Belastung erfolgt hier überwiegend durch die offenen Randfugen der nicht mehr vorhandenen Fußbodenleisten, deren flächenmäßiger Anteil den Fugenteil der Parketthölzer weit übersteigt.

Es wurde weiterhin festgestellt, dass der überwiegende Anteil der Raumluftbelastung (größer 93 %) von dem Stoff Naphthalin ausgeht. Der Vergleich mit den Innenraum-

grenzwerten hat gezeigt, dass der für den langfristigen Aufenthalt anzustrebende Zielwert (Richtwert I) überschritten ist, allerdings der Richtwert II als ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt, nicht erreicht wird, sodass sich auch vor diesem Hintergrund eine kurzfristige Handlungsweise nicht zwingend ableiten lässt.

Diese Beurteilungen werden auch bestätigt durch die Veröffentlichung des Bundesgesundheitsblattes zu PAK im Innenraum /3/, Zitat:

Was die PAH-Belastung durch teerhaltige Parkettkleber anbelangt, so konnte vor dem Hintergrund der Ambiente- und Biomonitoring-Daten keine (Gesundheits-) Gefahr im baurechtlichen Sinne abgeleitet werden. Deshalb war es nicht möglich, eine PAH-Richtlinie – z. B. analog der PCP Richtlinie– zu erstellen, nach der Hausbesitzer bei Überschreitung von definierten Grenzwerten gezwungen werden können, Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen [31]. Stattdessen wurden „PAK-Hinweise“ veröffentlicht, die bauaufsichtlich nicht verbindlich sind und lediglich empfehlenden Charakter haben. Danach sind in ...Wohnungen und wohnungsähnlichen Räumen bei Überschreitung von 10 mg BaP/kg Frischstaub [19] (Anmerkung: hier im Gutachten ist das die Literatur /2/)... expositions mindernde Maßnahmen empfohlen.

Betrachtet man das durch eine zusätzliche PAH-Exposition aus Parkettklebern evtl. mögliche zusätzliche Krebsrisiko, das selbst unter Worst-Case-Annahmen nur selten über 10^{-6} oder 10^{-5} liegt, so wird deutlich, dass es sich bei den Empfehlungen zur Expositions milderung im Innenraum um hygienische, nicht aber um toxikologisch begründbare Maßnahmen handelt.

Im vorliegenden Fall wurde nachgewiesen, dass eine PAK-Quelle im Innenraum vorhanden ist. Ein unmittelbares gesundheitliches Risiko lässt sich aus der Höhe der gemessenen PAK-Werte in der Raumluft und im Hausstaub jedoch nicht ableiten, siehe auch obiges Zitat.

Somit ist die Notwendigkeit der Nichtbewohnbarkeit der Wohnung nicht zu begründen.

Grundsätzlich gilt aber das Präventionsprinzip. Da als Quelle der Parkettkleber eindeutig ermittelt wurde, kann man daraus ein Gebot zur Minimierung ableiten.

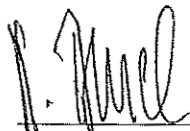
Hierzu kommen prinzipiell folgende Maßnahmen in Betracht:

- Verschließen von Fugen, Einbau von Fußbodenleisten und Neuversiegelung des Parkettbodens
- Abdichten mit einem neuen Bodenbelag
- Entfernen des Parkettbodens und Absperren des Teerklebstoffs,
- Entfernen des Parkettbodens und des Teerklebstoffs.

Eine Prüfung auf deren Anwendbarkeit für den vorliegenden Fall ist noch nicht erfolgt.

München, 26.10.2010

Gutachter:


Dr. D. Busch



Von der Industrie- und Handelskammer für München
und Oberbayern öffentlich bestellt und vereidigt
Sachverständiger
für
Innenraumschadstoffe, Gerüche und
Luftdichtheit von Gebäuden.

Anhang: Tabellen 01 - 03

Tab. 01: Quantitative Untersuchung auf flüchtige PAK
(Raumluftprobe aus dem Schlafzimmer)

	80982-1 Raumluft Schlafzimmer	Bestimmungs- grenze
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin	0,1	0,1
Naphthalin	12,7	0,1
2-Methylnaphthalin	1,8	0,1
1-Methylnaphthalin	0,7	0,1
Acenaphthylen	0,026	0,005
Acenaphthen	0,117	0,005

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in Mikrogramm Substanz pro Kubikmeter Luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; < BG: unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG); n.a.: nicht auswertbar. Geschätzter Analysenfehler: $\pm 30\%$, unterhalb der doppelten Bestimmungsgrenze $\pm 50\%$.

Tab. 02: Quantitative Untersuchung auf PAK (16 EPA-PAK)
 (Raumluftprobe aus dem Schlafzimmer)

	80982-2 Raumluft Schlafzimmer	Bestimmungs- grenze
	[ng/m ³]	[ng/m ³]
Naphthalin	6.780	10
Acenaphthylen	17	2
Acenaphthen	117	2
Fluoren	96	5
Phenanthren	156	10
Anthracen	13	10
Fluoranthren	34	2
Pyren	23	2
Benz(a)anthracen	12	5
Chrysen	15	5
Benzo(b)fluoranthren	9	5
Benzo(k)fluoranthren	8	5
Benzo(a)pyren	6	5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< BG	5
Dibenz(a,h)anthracen	< BG	5
Benzo(ghi)perylene	< BG	5
Summe der EPA-PAK	7.286	

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in Nanogramm Substanz pro Kubikmeter Luft [ng/m³];
 < BG: unterhalb der Bestimmungsgrenze; n.a. = nicht auswertbar;
 geschätzter Analysenfehler: ± 30%, unterhalb der doppelten Bestimmungsgrenze: ± 50%.

Tab. 03: Quantitative Untersuchung auf PAK (16 EPA-PAK)
 (Hausstaub- und Materialprobe)

	80982-3 Hausstaub Schlafzimmer	80982-2 Material Teerkleber	Bestimmungs- grenze Hausstaub	Bestimmungs- grenze Material
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Naphthalin	0,90	1.470	0,02	0,5
Acenaphthylen	< BG	151	0,05	0,5
Acenaphthen	< BG	1.100	0,05	0,5
Fluoren	0,07	2.470	0,02	0,5
Phenanthren	0,90	10.900	0,03	0,5
Anthracen	0,11	2.740	0,05	0,5
Fluoranthren	0,54	7.660	0,06	0,5
Pyren	0,42	5.450	0,04	0,5
Benz(a)anthracen	0,2	4.040	0,1	0,5
Chrysen	0,23	3.960	0,07	0,5
Benzo(b)fluoranthren	0,2	2.590	0,1	0,5
Benzo(k)fluoranthren	0,1	3.190	0,1	0,5
Benzo(a)pyren	< BG	2.350	0,2	0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< BG	1.030	0,3	0,5
Dibenz(a,h)anthracen	< BG	124	0,2	0,5
Benzo(ghi)perylen	< BG	823	0,3	0,5
Summe der EPA-PAK	3,67	50.048		

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in Milligramm Substanz pro Kilogramm Material [mg/kg];
 < BG: unterhalb der Bestimmungsgrenze; n.a. = nicht auswertbar;
 geschätzter Analysenfehler: ± 30%, unterhalb der doppelten Bestimmungsgrenze: ± 50%.