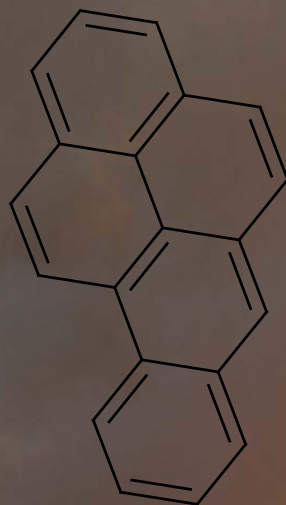
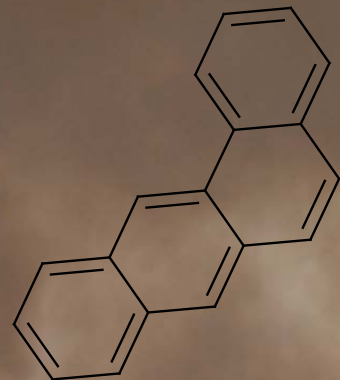
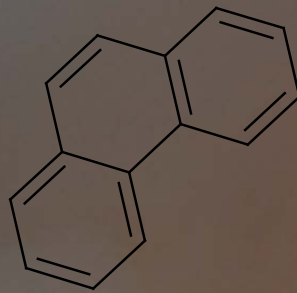


# POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE

- Umweltschädlich! Giftig! Unvermeidbar?



## Impressum

**Herausgeber:** Umweltbundesamt  
Pressestelle  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau

**E-Mail:** [pressestelle@uba.de](mailto:pressestelle@uba.de)  
**Internet:** [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**Stand:** November 2012

**Gestaltung:** UBA

**Titelfoto:** © Claudia\_Hautumm / Pixelio.de

## **Inhalt**

<b>1.</b>	<b>Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Problemchemikalien?</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Wo kommen PAK her?</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Was macht PAK so besorgniserregend?</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Der Weg der PAK in die Umwelt und zum Verbraucher</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Welche Produkte können PAK enthalten?</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Welche gesetzlichen Regelungen für PAK existieren schon?</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>Eine deutsche Initiative - PAK-Grenzwert für alle Verbrauchererzeugnisse</b>	<b>18</b>
<b>8.</b>	<b>Was kann jede und jeder Einzelne tun?</b>	<b>19</b>
<b>9.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>20</b>
<b>10.</b>	<b>Summary</b>	<b>21</b>
<b>11.</b>	<b>Glossar und Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>22</b>
<b>12.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>23</b>

# 1. POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE - PROBLEMHEMIKALIEN?

Ob in Mousepads, Spielzeugen oder Badeschuhen – „Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe“ (PAK) sind allgegenwärtig. Oft sind es die preisgünstigen, markenlosen Produkte, die negativ auffallen, doch auch Produkte namhafter Firmen können PAK enthalten. PAK begegnen uns als Luftschadstoffe verursacht durch Kleinf Feuerungen (z.B. Kamine und Öfen in Haushalten), den Verkehr, durch Industrieprozesse und Tabakrauch. Auch sind sie in Nahrungsmitteln, besonders beim sommerlichen Grillvergnügen oder in geräucherten Produkten, nachweisbar.

Was sind eigentlich Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe und welche Gefahr geht von ihnen aus? Warum finden sich PAK immer wieder in Alltagsgegenständen und warum werden wir tagtäglich mit ihnen konfrontiert? Was wird gegen das Problem getan und was kann jeder und jede Einzelne tun?

Diese und andere Fragen möchte das Umweltbundesamt (UBA) mit dieser Veröffentlichung beantworten.

## INFOBOX 1: Was sind PAK – Chemischer Aufbau einer problematischen Stoffgruppe

Zur Stoffgruppe der PAK gehören alle Verbindungen, die aus zwei bis sieben Ringen von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind (siehe Abbildung 1).

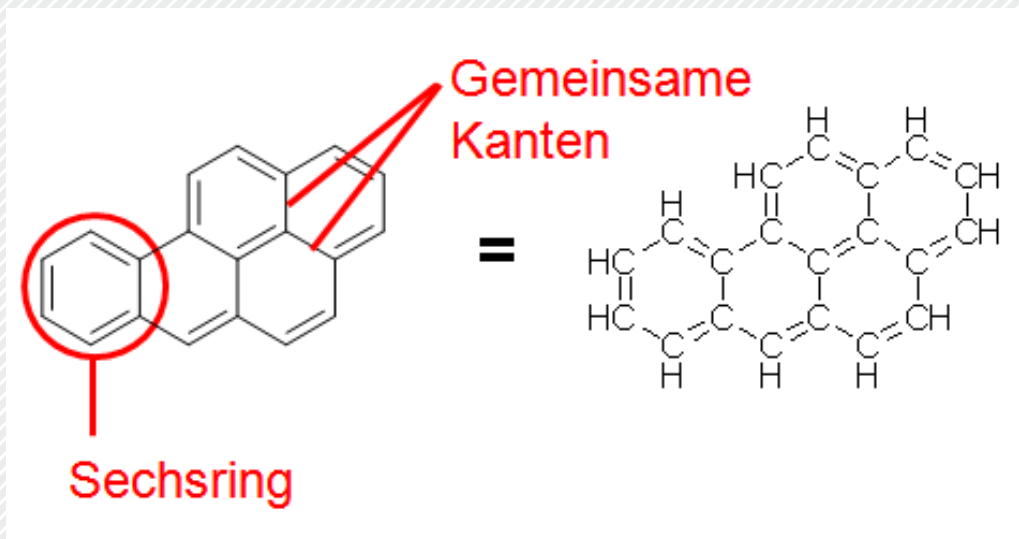


Abbildung 1: Aufbau der PAK am Beispiel Benzo[a]pyren (rechts mit Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen dargestellt)

Die meisten dieser Ringe bestehen aus sechs Kohlenstoff-Wasserstoff-Einheiten und sind über gemeinsame Kanten miteinander verbunden. Das Ringsystem führt zu einer speziellen Anordnung der Elektronen, die in der Chemie „aromatisch“ genannt wird und die für die besonderen chemischen Eigenschaften dieser Stoffgruppe verantwortlich ist. Zusätzlich zu dem variablen Aufbau des Ringsystems können die Moleküle verschiedene Seitenketten tragen. Deshalb ist diese Stoffgruppe sehr groß und umfasst geschätzte 10.000 Verbindungen. Die einzelnen Verbindungen haben häufig auch sehr ähnliche Eigenschaften. PAK treten fast immer als Gemische auf.

PAK sind bei Raumtemperatur fest und binden sich stark an Ruß-, Boden- oder Staubpartikel.

Die Eigenschaften der einzelnen PAK hängen von der Zahl der Kohlenwasserstoff-Ringe ab: Allgemein sind PAK lipophil, das heißt (d.h.) sie sind in Wasser schlecht, aber in Fetten oder Ölen gut löslich. Mit zunehmender Zahl von Ringen nimmt diese Tendenz zu, d. h. je mehr Ringe vorhanden sind desto fettlöslicher ist die Substanz und desto besser reichert sie sich im Fettgewebe von Organismen an.

## 2. WO KOMMEN PAK HER?

PAK entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material wie Holz, Kohle oder Öl. Allgemein gilt: Je niedriger die Temperatur des Feuers und je weniger Sauerstoff zur Verfügung steht, desto unvollständiger verbrennen die Materialien und desto mehr PAK entstehen. Ein großer Teil der PAK gelangt bereits durch Naturprozesse, wie Waldbrände oder Vulkanausbrüche, die nicht vom Menschen beeinflussbar sind, in die Atmosphäre. Auch die von Menschen verursachten Emissionen stammen hauptsächlich aus Verbrennungsprozessen: aus Kleinf Feuerungsanlagen, industriellen Prozessen, Feuerstellen oder Tabakrauch. Zudem ist diese Stoffgruppe ein natürlicher Bestandteil der fossilen Rohstoffe Kohle und Erdöl. Letzteres enthält zwischen 0,2 und 7% PAK (National Research Council, 2003). Durch Veredlungsverfahren<sup>1</sup>, wie der Verkokung von Kohle oder der Raffination von Erdöl durch Cracken, entstehen Produkte wie Koks, Teer, Benzine, Wachse oder Öle.

Die dabei entstehenden Schlacken werden verbrannt oder als Baustoff im Straßenbau verwendet. Werden PAK aus dem Schlackenabfall oder den Kokerei- und Raffinerieprodukten nicht entfernt, gelangen sie aufgrund ihrer Langlebigkeit auch auf diesem Weg in die Umwelt. Die Teeröle und bestimmte Öle aus der Erdölverarbeitung können zum Weichmachen Gummi und Kunststoffen beigemischt werden. Der größte Anteil der PAK, die den Verbraucher erreichen, stammt aus diesen Verwendungen.

## 3. WAS MACHT PAK SO BESORGNISERREGEND?

Für Mensch und Umweltorganismen sind PAK eine besorgniserregende Stoffgruppe. Viele PAK haben krebserregende, erbgutverändernde und/oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften (Crone and Tolstoy, 2010). Einige PAK sind gleichzeitig persistent, bioakkumulierend und giftig (toxisch) für Menschen und andere Organismen. Persistent heißt, dass die Stoffe sehr lange in der Umwelt verbleiben und dort kaum abgebaut werden. Bioakkumulierende Chemikalien reichern sich in Organismen an – auch im menschlichen Körper. Stoffe, die diese drei Eigenschaften verbinden, sind aus Umweltsicht besonders besorgniserregend. Die Fachleute sprechen hierbei von PBT-Stoffen (Persistente, Bioakkumulierende und Toxische Stoffe). Werden solche Chemikalien freigesetzt, können sie wegen ihrer Eigenschaften nicht mehr aus der Umwelt entfernt werden. Im Gegenteil: Sie reichern sich an und können dabei Pflanzen, Tiere und letztendlich den Menschen schädigen.

PAK binden an Staub- oder Rußpartikel und gelangen so auch in die Atmosphäre. Dort können sie wegen ihrer Langlebigkeit über weite Strecken transportiert werden. Durch Regen, Nebel oder Schnee gelangen die PAK-haltigen Stäube wieder zur Erdoberfläche, lagern sich auf dem Boden und auf Pflanzen ab oder gelangen in das Oberflächenwasser. Da PAK auch in abgelegene Gebiete der Erde transportiert werden, findet man sie auch weit ab von menschlichen Eintragsquellen, etwa in entlegenen Bergseen (Quiroz et al., 2010), in der Arktis und auch Antarktis.

Viele PAK treten immer als variable Gemische auf. Deshalb werden bei der chemischen Analyse häufig „Stellvertreter“ der Stoffgruppe bestimmt. Die US-Umweltbehörde (EPA) nahm im Jahre 1977 16 PAK in die Liste der so genannten „Priority Pollutants“ („prioritäre Schadstoffe“) des US-Clean Water Acts auf (neun davon sind in Tabelle 1 aufgeführt). Diese 16 PAK wurden ausgewählt, da sie sehr giftig und leicht chemisch nachzuweisen sind, ein breites Spektrum der möglichen Strukturen umfassen und häufig in Gewässern gefunden wurden. Um den PAK-Gehalt von Produkten zu bestimmen, messen Chemikerinnen und Chemiker meist die Summe dieser 16 Verbindungen. Benzo[a]pyren dient dabei als Leitsubstanz,



Abbildung 2: Viele PAK gelangen durch Verbrennungsprozesse in die Atmosphäre und verteilen sich dadurch weiträumig.

Foto: © Reinhold Föger / Fotolia.de

<sup>1</sup> Dabei handelt es sich um die Behandlung eines Rohstoffes unter Luftabschluss bei hohen Temperaturen, Drücken und bzw. oder der Anwesenheit von Katalysatoren. Es handelt sich immer um unvollständige Reaktionen, da nicht ausreichend Sauerstoff vorhanden ist. Die Endprodukte sind gasförmige und flüssige Destillationsprodukte, bei der Verkokung auch feste kohlenstoffreiche Rückstände.

d.h. es wird stellvertretend für alle anderen PAK betrachtet. Der Gedanke dabei ist, dass PAK stets in Mischungen vorkommen: Ist Benzo[a]pyren in einer Substanz oder einem Produkt enthalten, so gilt das im Allgemeinen auch für alle anderen bedenklichen PAK, die sehr ähnliche Eigenschaften haben. Benzo[a]pyren wurde ausgewählt, weil diese Verbindung zudem besonders stark krebserregend ist. Allerdings gibt es auch Kritik an dieser Reduktion des Problems: Das Wissenschaftliche Gremium für Kontaminanten in der Lebensmittelkette bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat beispielsweise im Jahr 2008 ein Gutachten zu PAK in Lebensmitteln abgegeben, in dem sie zu dem Schluss kommen, dass Benzo(a)pyren allein kein geeigneter Marker für das Vorkommen PAK in Lebensmitteln ist. Am besten eignet sich laut EFSA die Kombination von vier spezifischen PAK als Indikator für den Gehalt an PAK in Lebensmitteln. Es handelt sich dabei um Benzo(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen und Chrysen.

**Tabelle 1: Einige ausgewählte PAK und ihre Eigenschaften:**

Gesundheitsgefährdend!



Umweltgefährdend!



Achtung



Name (CAS-Nr.)	Schmelzpunkt in °C	Siedepunkt in °C	Chemische Summenformel	Gefahrenkennzeichnung	Gefahrensymbol
Benz[a]anthracen (56-55-3)	160	435	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Benzo[b]fluoranthen (205-99-2)	168	481	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Benzo[j]fluoranthen (205-82-3)	166	480	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Benzo[k]fluoranthen (207-08-9)	217	481	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Benzo[a]pyren (50-32-8)	175	495	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, genetische Defekte verursachen, die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, und das Kind im Mutterleib schädigen, sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Benzo[e]pyren (192-97-2)	178	493	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Chrysen (218-01-9)	255	448	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, vermutlich genetische Defekte verursachen, sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Dibenz[a,h]anthracen (53-70-3)	267	524	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	Gefahr: Kann Krebs erzeugen, Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	
Naphthalin (91-20-3)	80.5	218	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	Achtung: Kann vermutlich Krebs erzeugen, Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	



## 4. DER WEG DER PAK IN DIE UMWELT UND ZUM VERBRAUCHER

PAK können auf vielfältige Weise in die Umwelt und zum Verbraucher gelangen. Nicht alle der hier beschriebenen Wege sind für die Emissionssituation in Deutschland relevant, denn die Einträge von PAK in die Luft unterscheiden sich nach dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand der Länder: In wirtschaftlich weniger entwickelten Ländern gehören die häusliche Verfeuerung von Holz, Kohle oder Stroh sowie Wald- und Steppenbrände zu den Hauptquellen von PAK. In Schwellenländern überwiegen die Emissionen aus der Kohleverbrennung zur Stromproduktion. In Industrieländern stammt die Luftverschmutzung durch PAK hauptsächlich aus Kleinf Feuerungsanlagen in Haushalten.

### GEWINNUNG, -TRANSPORT UND -VERARBEITUNG VON ERDÖL UND KOHLE

Große Mengen von PAK können durch Lecks oder Unfälle bei der Förderung, dem Transport oder der Raffination von Erdöl in die Umwelt gelangen. Bei Ölverlusten an Land bleibt die Belastung lokal begrenzt. Beim Eintrag großer Mengen an Öl in Flüsse oder Seen brechen ganze Ökosysteme zusammen, was auch auf die Belastung mit PAK aus dem Erdöl zurückzuführen ist. Ein besonders dramatisches Beispiel dafür ist das Niger-Delta in Nigeria, dem bevölkerungsreichsten Land Afrikas. Seit 1958 betreiben internationale Ölkonzerne hier Bohranlagen. Schätzungen von Umweltexperten zufolge sind bis 2006 etwa 1,5 Millionen Tonnen Öl ungewollt in die Umwelt gelangt (FME Nigeria et al., 2006). Das entspricht etwa 3.000 bis 105.000 Tonnen giftigen PAK. Die negativen Folgen für Natur und Menschen sind dramatisch.

Auch Ölunfälle in Meeren zerstören Ökosysteme großflächig. Im Jahr 2010 explodierte die BP-Bohrplattform „Deepwater Horizon“ im Golf von Mexiko und verursachte eine Ölpest. Geschätzte 600.000 Tonnen Öl sind dabei ins Meer geflossen (Crone and Tolstoy, 2010). Das sind umgerechnet etwa 1.200 bis 45.000 Tonnen hochgiftiger PAK, die den Golf von Mexiko auf Jahrzehnte schädigen.

Beim Abbau von Kohle gelangen PAK hauptsächlich über Stäube in die Umwelt. Auch das Haldenmaterial enthält teilweise PAK und belastet dadurch Böden, Gewässer und Grundwasser.

Bei der Verarbeitung von Kohle in Kokereien können PAK durch Abgase und Abwässer aus den Prozessen in die Umwelt gelangen. Auf den Geländen ehemaliger Gaswerke und Kokereien sind die Böden und das Grundwasser zumeist stark mit PAK belastet, insbesondere im Bereich von Teergruben sowie den Lagerflächen der Kohle und Abfallprodukte. Dort wo PAK Boden und Grundwasser verschmutzen, sind umfangreiche Sofortmaßnahmen oder eine aufwendige Altlastensanierung erforderlich.

### VERBRENNUNGSPROZESSE

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht vor allem in der Luftverschmutzung (durch Feuerungsanlagen und Verkehr), im Rauch von offenen Feuerstellen sowie im Tabakrauch Risiken für den Menschen, mit PAK in Kontakt zu kommen (WHO, 2010).



Abbildung 3: PAK-Emissionen durch Verbrennung  
Foto: © Bernd-von-Dahlen / Pixelio.de

Allein im Jahr 2004 wurden weltweit 530.000 Tonnen der 16 EPA-PAK in die Luft ausgestoßen. Spitzenreiter ist China mit 114.000 Tonnen, gefolgt von Indien mit 90.000 Tonnen und den USA mit 32.000 Tonnen (Zhang and Tao, 2009).

2010 wurden in Deutschland 191,5 Tonnen der vier PAK Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen und Indeno[1,2,3-cd]pyren in die Luft emittiert<sup>2</sup>, davon ca. 93% von kleinen und mittleren Feuerungen in Haushalten und im Gewerbe, knapp 5% kommen aus Industrieprozessen, der Rest aus Großfeuerungsanlagen und dem Verkehr (weniger als 1%).

<sup>2</sup> <http://www.uba.de/emissionen/publikationen.htm>

## PAK AUS INDUSTRIELLEN QUELLEN IN DEUTSCHLAND

PAK gehören zu den berichtspflichtigen Stoffen im deutschen Schadstofffreisetzungregister (PRTR, engl. Pollutant Release and Transfer Register). Im Jahre 2010 meldeten insgesamt 21 Betriebseinrichtungen Freisetzungen von insgesamt 4.170 kg in die Luft und 50,4 kg in das Wasser. Die folgende Tabelle ordnet die Meldungen den verschiedenen Branchengruppen im PRTR zu.

Tabelle 2: Auswertung PAK-Freisetzungen im PRTR (Berichtsjahr 2010)

Medium	Branchengruppe	Stoff	Anzahl	Freisetzung [kg/a]
Luft	Chemische Industrie	Naphthalin	1	651,0
Luft	Energiesektor	Naphthalin	1	242,0
Luft	Energiesektor	PAK	1	514,0
Luft	Metallindustrie	Naphthalin	1	121,0
Luft	Metallindustrie	PAK	1	117,0
Luft	Mineralverarbeitende Industrie	Naphthalin	7	1.441,0
Luft	Mineralverarbeitende Industrie	PAK	1	188,0
Luft	Sonstige Industriezweige (Herstellung von Kohlenstoff und Graphit)	PAK	2	896,0
Wasser	Abfall- und Abwasser- bewirtschaftung	Fluoranthren	3	12,2
Wasser	Abfall- und Abwasser- bewirtschaftung	PAK	1	5,4
Wasser	Energiesektor	PAK	1	8,8
Wasser	Metallindustrie	PAK	1	24,0

## EINTRÄGE IN DIE GEWÄSSER

PAK gelangen aus Kläranlagen und vielen diffusen Quellen in Gewässer. Das Umweltbundesamt hat die Einträge von PAK untersucht (Fuchs et al., 2010): Die atmosphärischen Einträge haben die größte Bedeutung. Neben der direkten Ablagerung auf Gewässeroberflächen werden auch Ablagerungen, die zunächst auf städtische Böden erfolgen, durch Erosion und Oberflächenabfluss in Gewässer gespült. Mehr als 80 % der PAK-Einträge in Gewässer werden somit durch atmosphärische Ablagerung beeinflusst.

## PAK IN UNSEREM ALLTAG

PAK gelangen durch Stäube, an die sie gebunden sind, sowie durch Abrieb von Gummiprodukten, zum Beispiel von Autoreifen, in die Umgebungsluft (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: PAK-Emissionen durch Verkehr. Nicht nur die Abgase können relevante PAK-Quellen sein, sondern auch der Abrieb der von Gummiprodukten  
Foto: © Rainer-Sturm / Pixelio.de



Es kann dazu kommen, dass wir sie einatmen. Im Ruß von Dieselmotorabgasen, etwa von Autos und LKWs, aber auch von Dieselmotoren, Schiffen oder großen Maschinen sind beispielsweise auch PAK enthalten<sup>3</sup>. Tabakrauch ist ebenfalls eine wesentliche Quelle für PAK. Auch Nahrungsmittel enthalten sie, zum Beispiel geräucherte und gegrillte Speisen oder Kakao und Schokolade. Teeröle, erdölbasierte Weichmacheröle und Industrieruße werden zum Teil in Produkten aus Gummi oder Weich-PVC verwendet. Deswegen befinden sich auch in solchen Produkten PAK.

Bei deren Gebrauch können sie über die Haut aufgenommen werden (siehe Abbildung 5). Anfang des 20. Jahrhunderts wurden in manchen Gegenden Trinkwasserrohre innen mit einer Teerschicht gegen Korrosion geschützt, wodurch PAK in das Trinkwasser gelangen konnten. In Deutschland wird dies seit vielen Jahrzehnten nicht mehr praktiziert, und PAK-belastetes Trinkwasser ist inzwischen sehr unwahrscheinlich. Die WHO rät schon seit Jahrzehnten aus gesundheitlichen Gründen von der Verwendung solcher Beschichtungen ab; in manchen Ländern bestehen sie jedoch noch in erheblichem Umfang (WHO, 2011). In der EU sind maximale Konzentrationen für PAK in Trinkwasser festgelegt (siehe Kapitel 6).



Abbildung 5: Hand (mit Feuchtigkeitscreme leicht eingecremt) nach einmaligem Anfassen eines gummiummantelten Hammerstiels. Unter UV-Licht fluoreszieren die Stellen, auf die durch den Kontakt mit dem Gummi PAK übertragen wurden. Löcher in der Ummantelung zeichnen sich ab.

Foto: © TÜV Rheinland Group

Das Umweltbundesamt hat in den Umweltsurveys die Belastung der Bevölkerung in Deutschland mit PAK auf repräsentativer Basis bestimmt (Schulz et al., 2007). Dazu wurden die Abbauprodukte (Metabolite) im Urin untersucht. In Abbildung 6 sind beispielhaft die Ergebnisse für die Leitsubstanz 1-Hydroxypyren aus dem zweiten (1990/92), dritten (1998) und vierten Umwelt-Survey (2003/06) im Vergleich für die „neuen“ und „alten“ Bundesländer dargestellt. Die Belastung der Erwachsenen mit PAK hat zwischen 1990 und 1998 insbesondere in den „neuen“ Bundesländern deutlich abgenommen. Vor allem die geringere Außenluftbelastung dürfte hierfür verantwortlich sein, denn nach der Wende wurden die Emissionen an PAK in den neuen Ländern deutlich reduziert. Aus Abbildung 6 wird darüberhinaus deutlich, dass Kinder stärker mit PAK belastet sind als Erwachsene. Ein Befund, den man auch für andere Schadstoffe zeigen kann und der dadurch begründet ist, dass Kinder im Verhältnis zum Körpergewicht mehr Schadstoffe aufnehmen als Erwachsene.

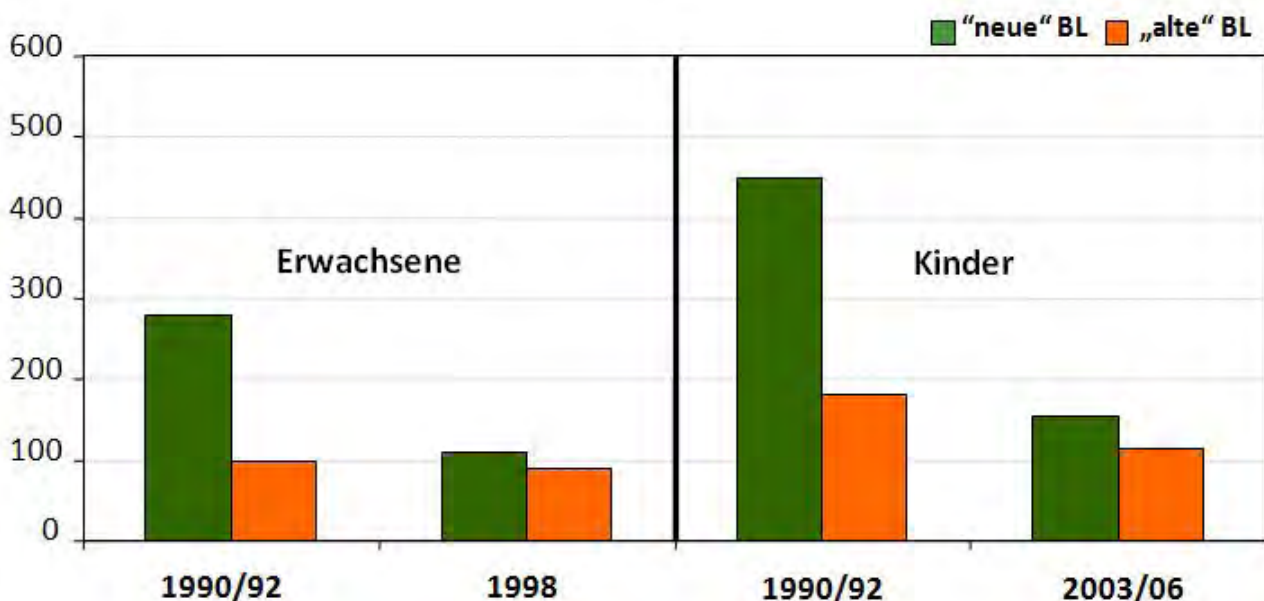


Abbildung 6: Konzentration an 1-Hydroxypyren im Urin von Erwachsenen und Kindern (ausschließlich Nichtraucher) in Deutschland („neue“ Bundesländer: dunkelgrüne Balken, „alte“ Bundesländer: orange). Angaben sind in Nanogramm pro Liter.

<sup>3</sup> Nach neuester Einschätzung der Experten des Forschungszentrums IARC in Lyon wirken die Rußpartikel aus Dieselabgasen dabei karzinogen auf Menschen: [http://press.iarc.fr/pr213\\_E.pdf](http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf).

## 5. WELCHE PRODUKTE KÖNNEN PAK ENTHALTEN?



Abbildung 7: Beispiel für ein gummihaltiges Produkt ist dieser Hammergriff  
Foto: © Rainer-Sturm / Pixelio.de

### PRODUKTE AUS GUMMI UND KUNSTSTOFF

Immer wieder weisen unabhängige Labore erhöhte PAK-Gehalte in Verbraucherprodukten nach. Dazu gehören Werkzeug- und Fahrradgriffe (siehe Abbildung 7), Schuhe oder Sportartikel (BfR, 2009); (Umweltbundesamt, 2010); (TÜVRheinland, 2009).

Ursache dafür sind Weichmacheröle, die dem Gummi – in der Regel zusammen mit Füllstoffen – zugesetzt werden, um die gewünschte Elastizität zu erreichen. In einigen Erzeugnissen werden Weichmacheröle eingesetzt, um spröde Kunststoffe wie PVC weich und biegsam zu machen. Diese Weichmacher, zum Beispiel das Teeröl, entstehen als Neben- oder Abfallprodukt bei der Kohle- und Erdölverarbeitung (siehe Kapitel 2). PAK-

haltige Weichmacheröle sind preiswert und machen die Produkte billig. Zwar sind Weichmacheröle mit reduziertem PAK-Gehalt und elastische Gummi und Kunststoffe ohne Weichmacheröle verfügbar, aber diese Produkte sind wegen der aufwändigeren Herstellung meist teurer. Deshalb sind es meist Produkte aus dem Billig- und Importsegment, die Weichmacheröle mit PAK enthalten. Das vermeintliche Schnäppchen ist also in Wahrheit oft mit Schadstoffen belastet.

Außerdem verwenden Produzenten oft Industrieruß, um Kunststoffe schwarz einzufärben. Doch auch der normale Ruß enthält PAK. Ein Umstieg auf PAK-freie Alternativen wäre häufig möglich. Wo das technisch nicht machbar ist, sollten Produzenten Ruß mit geringen PAK-Gehalten verwenden.

Leider lassen sich Produkte mit PAK nicht einfach am Aussehen erkennen und auch einen echten Schnelltest auf PAK-belastete Produkte gibt es nicht. Ein Hinweis ist jedoch ein starker, ölartiger Geruch, den man von der Tankstelle kennt. Einige Produkte verströmen diesen Geruch noch lange nach dem Erwerb.

In Tabelle 3 sind die PAK-Konzentrationen in Badeschuhen zusammengefasst, die das UBA in einer Studie exemplarisch messen ließ (Kalberlah et al., 2011). Diese Konzentrationen sind deutlich höher, als beispielsweise das Qualitätssiegel GS-Zeichen erlaubt.



Abbildung 8: Ein weiteres Beispiel für ein möglicherweise PAK-haltiges Produkt sind diese Badeschuhe  
Foto: © Rainer Sturm / Pixelio.de

Tabelle 3: Messergebnisse in Badeschuhen (Kalberlah et al., 2011)

PAK-Bestimmung in PVC			
Naphthalin	82 mg/kg	Benzo[a]anthracen	21 mg/kg
Acenaphthylen	<0,1 mg/kg	Chrysen/Triphenylen	32 mg/kg
Acenaphthen	<0,1 mg/kg	Benzo[b]fluoranthen	7,5 mg/kg
Fluoren	170 mg/kg	Benzo[a]pyren	8,7 mg/kg
Phenanthren	120 mg/kg	Benzo[j/k]fluoranthen	4,0 mg/kg
Anthracen	23 mg/kg	Indeno[123-cd]pyren	3,9 mg/kg
Fluoranthen	31 mg/kg	Dibenzo[ah]anthracen	1,3 mg/kg
Pyren	36 mg/kg	Benzo[ghi]perylen	5,9 mg/kg
<b>Summe PAK</b>	<b>546 mg/kg</b>		

## REIFEN

PAK-haltige Weichmacheröle wurden bis zum Jahr 2009 legal in Autoreifen eingesetzt (siehe Abbildung 9). Seit dem 1. Januar 2010 gilt jedoch ein EU-weiter Grenzwert für PAK-haltige Weichmacheröle in Autoreifen.



Abbildung 9: Für Reifen gelten niedrigere Grenzwerte als für Kinderspielzeug  
Foto: © Urs Flükiger / Pixelio.de

Dieser wurde durch eine Beschränkung in der Europäischen Chemikalienverordnung REACH (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) eingeführt. Die Beschränkung verbietet, Weichmacheröle für die Herstellung von Autoreifen oder Reifenteilen zu verwenden, wenn sie mehr als 1 mg/kg Benzo[a]pyren enthalten oder der Gehalt aller aufgeführten PAK zusammen mehr als 10 mg/kg beträgt. Überschreiten die hergestellten Reifen und Profile die angegebenen Grenzwerte, so dürfen sie seit Anfang 2010 auch für die Rundumerneuerung nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Diese Beschränkung gilt allerdings nicht für Reifen von Fahrrädern, Kinderrollern oder Kettcars.

Ziel dieser Regelung ist es, die Luftbelastung mit PAK-haltigen Stäuben durch Abrieb zu verringern. In einem Prüfprogramm Europäischer Reifenhersteller von 2011 zeigte sich, dass die bestehenden gesetzlichen Beschränkungen vereinzelt von Herstellern und Importeuren nicht eingehalten bzw. überprüft wurde (European Tyre & rubber manufacturers association, 2011). Aktuelle Überprüfungen der zuständigen Länderbehörden in 2010 und 2011 ergaben in einer anderen Studie allerdings keine Hinweise auf Verletzung der Regelung<sup>4,5</sup>.

## RECYCLINGPRODUKTE AUS ALTREIFEN [z.B. SPORTPLATZBELÄGE]

Die Einführung strenger Grenzwerte für PAK-haltige Weichmacheröle in Reifen löst das durch Abrieb im Straßenverkehr bestehende PAK-Problem. Doch bis zu 20% der Altreifen werden recycelt. Recycling ist eigentlich gewünscht, aber dadurch bleibt auch das vor 2010 hergestellte, schadstoffhaltige Material im Umlauf, das noch höhere Konzentrationen von PAK enthalten kann. Altreifen werden beispielsweise auch zu Bodenbelägen verarbeitet, in dem das Recyclinggranulat unter die einzelnen Bestandteile gemischt wird. Seit mehreren Jahren gibt es aber Zulassungsanforderungen durch das deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) an Bodenbeläge in Aufenthaltsräumen, die eine solche Verwendung, zumindest in vielen Innenräumen ausschließen bzw. den Einsatz nur unter Deckschichten aus anderen Materialien zulassen. Seit einigen Jahren werden vermehrt Sportbeläge mit Recyclinggranulat hergestellt. Eine gängige Bauweise sind „Gummigranulatverfüllte Kunststoffrasenplätze“. Dabei wird zwischen die bis zu 5 cm langen Kunststofffasern ein Gummigranulat aus Recyclingmaterial gestreut. Untersuchungen in den USA (Zhang et al., 2008) haben gezeigt, dass die Kunststoffrasenplätze nicht abriebstabil sind und Sporttreibende – besonders Jugendliche – den PAK im Abrieb durch Stäube und Hautkontakt ausgesetzt sein können. Im Baubereich sind recycelte Reifen in Bautenschutzbahnen und platten enthalten, die zum Schutz von Abdichtungen oder für die Abdeckungen von Tunnelröhren dienen.

## SCHUTZANSTRICHE, BESCHICHTUNGEN UND KLEBSTOFFE

In vielen Farben oder Beschichtungen wird Kohleerpech verwendet, das als Abfallprodukt bei der Kohleweiterverarbeitung entsteht und besonders viele PAK enthält. Es handelt sich vor allem um Korrosionsschutzanstriche. Zum Beispiel werden viele Stahlkonstruktionen in der Industrie, wie hydraulische Geräte, Rohrleitungen, Spundwände in Häfen oder auch Schiffe mit solchen Anstrichen behandelt, um sie vor Wasser und damit Rostbildung zu schützen (European Chemicals Agency, 2009). Da normales Kohleerpech zu spröde ist, benutzt man harte Peche, um diese mit hoch erhitzbaren Teerölen zu mischen und dann mit Mineralstoffen, Asche, gemahlener Kohle oder Polymeren zu einem Anstrich zu verbinden. Der Gebrauch von pechhaltigen Korrosionsschutzbeschichtungen geht zurück, zumal Kohleerpech in Anstrichen für Schiffe oder Hafenanlagen europaweit verboten ist (European Chemicals Agency, 2009).

4 [http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/70147/Anlage2\\_Ergebnisse\\_Markttueberwachung\\_2010\\_-\\_Bereich\\_Chemikaliensicherheit.pdf?command=downloadContent&filename=Anlage2\\_Ergebnisse\\_Markttueberwachung\\_2010\\_-\\_Bereich\\_Chemikaliensicherheit.pdf](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/70147/Anlage2_Ergebnisse_Markttueberwachung_2010_-_Bereich_Chemikaliensicherheit.pdf?command=downloadContent&filename=Anlage2_Ergebnisse_Markttueberwachung_2010_-_Bereich_Chemikaliensicherheit.pdf)

5 <http://www.mulewf.rlp.de/gesundheitschemikaliensicherheit/pak-in-autoreifen/>

Da PAK auf Organismen wie Pilze giftig wirken, werden PAK auch als Wirkstoffe in Holzschutzmitteln verwendet. Besonders weit verbreitet ist dabei Kreosot, das aus Kohlenteer gewonnen wird. Als Holzschutzmittel wirkt es giftig auf Holzschädlinge; zudem verhindert es ein Austrocknen des Holzes. In Gärten, in Parks, auf Spielplätzen und in Innenräumen ist der Einsatz von mit Kreosot behandelten Hölzern verboten. Es darf jedoch noch für die Behandlung von Bahnschwellen, Telefon- und Strommasten sowie für Zäune und landwirtschaftliche Zwecke (z.B. Baumstützen, Hopfen- oder Rebstangen) verwendet werden.

Die PAK-Emissionen aus mit Kreosot behandeltem Holz können vor allem bei warmen Klimabedingungen erheblich sein. Durch Ausdünstung bzw. Trocknung des Holzes kann die flüchtige Fraktion der Teeröle in die Atmosphäre gelangen. Auch mit Kreosot behandelte Eisenbahnschwellen geben während ihrer durchschnittlichen Einsatzdauer von 26 Jahren ungefähr ein Drittel des Kreosots an die Umwelt ab, das nicht abgebaut wird (Kohler et al., 2000). Gebrauchte Bahnschwellen und mit Kreosot behandelte Althölzer dürfen daher nicht für andere Zwecke verwendet werden und sollen thermisch verwertet werden (s.u.).

**Bis in die 1950er Jahre wurden außerdem Parkettböden mit Teerklebstoffen (mit bis zu 8000 mg Benzo[a]pyren pro Kilogramm) verklebt. Dies hatte erhöhte Innenraumbelastungen zur Folge. Dort, wo solche schadstoffbelasteten Parkettböden noch vorhanden sind, müssen die Gebäude auch heute noch saniert werden.**

### **STRAßENBAUSTOFFE UND DACHABDECKUNGEN**

Für Straßenbeläge aus Asphalt, für Pflasterungen und für Dachbeläge werden Bitumen oder Teer als Bindemittel für die verwendeten Mineralien genutzt. Sie dienen als eigenständige Schutzschicht. Während Bitumen bei der Rohöl-Raffinerie entsteht, wird Teer bei der Kohleverarbeitung gewonnen. In den „alten“ Bundesländern wurde bis 1970, in den „neuen“ Bundesländern bis 1990 Asphalt mit PAK-haltigem Teer hergestellt. Mittlerweile setzen die meisten europäischen Länder Bitumen statt Teer ein, weil es wesentlich weniger PAK enthält. In alten oder nachgebesserten Straßenbelägen kann Teer noch häufig vorkommen. Auch bei speziellen Belägen wird Teer teilweise noch eingesetzt, beispielsweise bei Tankstellen oder Parkplätzen, etwa in den USA. Dächer wurden vor allem in den Jahren von 1970 – 1980 häufig mit Teer versiegelt, da Teer aufgrund seiner chemischen Eigenschaften guten Schutz gegen Nässe und die ultraviolette Strahlung der Sonne bietet. Die damals erhältlichen Teerpappen waren zudem einfach anzubringen und haltbar. Dachteere sind meist Mischungen aus Pech und gefiltertem Anthracenöl. Teer und Teerpappen kommen auch heute noch beim Dachbau zum Einsatz, doch im weitaus geringeren Maße, seitdem die krebserregende Wirkung des PAK-haltigen Teers bekannt wurde (European Chemicals Agency, 2009).

### **KOHLEBRIKETTS**

In der Industrie und in Wohngebäuden werden immer noch Kohlebriketts zum Heizen verwendet. Briketts bestehen aus verschiedenen PAK-haltigen Kohlearten wie Koks, Torf (in Europa nicht erlaubt) oder Holzkohle. Um die Briketts in Form zu halten, versetzen die Hersteller ihre Kohle meist mit einem Bindemittel wie Teer, Pech oder Bitumen. Die Bindemittel selbst enthalten auch PAK und können zwischen fünf und zwölf Masseprozent der Briketts ausmachen. Die krebserregenden Teere könnten durch andere Bindemittel, wie zum Beispiel Stärke oder Melasse ersetzt werden (European Chemicals Agency, 2009). In manchen Ländern wie Skandinavien oder Deutschland ist die Verwendung von Kohleteerpech verboten. Braunkohlebriketts können im sogenannten kalten Verfahren ohne Bindemittel geformt werden (European Chemicals Agency, 2009).

### **TONTAUBEN**

Sportschützen benutzen Tontauben als Zielobjekte. Da sie für Schussübungen in die Luft geschleudert werden, müssen sie stabil sein. Gleichzeitig sollen sie beim Beschuss in ihre Bestandteile zerfallen. Tontauben werden meist aus Kalk und einem Bindemittel wie Kohleteerpech gebrannt. Da dieses Pech rund 30% ausmachen kann, sind Tontauben auch eine PAK-Quelle. Pro Jahr werden in der EU nach Informationen der ECHA etwa 200 Millionen Tontauben hergestellt und genutzt. Nach dem Gebrauch entsorgen die Schützen ihre Tontauben meist nicht. Sie verbleiben in der Landschaft. In den Niederlanden gibt es ein Gesetz, das bestimmte Grenzwerte für PAK in Tontauben vorschreibt. Außerdem gibt es weniger problematische Alternativen, bei denen verschiedene Lehmarten oder Erdölpech genutzt werden. Sie sind aber vergleichsweise teuer (European Chemicals Agency, 2009).



## 6. WELCHE GESETZLICHEN REGELUNGEN FÜR PAK EXISTIEREN SCHON?

Es gibt verschiedene gesetzliche Regelungen, die die Begrenzung von PAK in bestimmten Produkten und in der Umwelt vorschreiben. Ebenso existieren Vorgaben für bestimmte technische Verfahren, um die PAK-Emissionen zu begrenzen. Ziel dieser Regelungen ist es, PAK-haltige Produkte langfristig zu ersetzen und technische Verbrennungsprozesse zu optimieren, um Mensch und Umwelt zu schützen.

### CHEMIKALIENRECHT [REIFEN, HOLZSCHUTZMITTEL, GEMISCHTE FÜR ENDVERBRAUCHER/INNEN]

Die EU-Chemikalienverordnung REACH regelt u.a. die Handhabung von PAK. Laut der Verordnung ist die Abgabe krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (CMR-Stoffe) an den Endverbraucher generell untersagt<sup>6</sup>. Die Regelung schließt damit die acht PAK mit ein, die schon als CMR-Stoffe eingestuft sind. Sie betrifft aber nur Stoffe oder Gemische, also beispielsweise Farben. Erzeugnisse, wie z. B. Spielzeuge oder Schuhe, sind hiervon nicht betroffen. Ferner sind Kreosot und andere Teeröl-basierte Destillate als Holzschutzmittel verboten. Kreosot darf für Hölzer im Innenraum, für Spielplätze, Gärten und Parks gar nicht genutzt werden. Es gibt aber Ausnahmen: In industriellen Verfahren (zum Beispiel Druckimprägnierung) darf Kreosot zur Behandlung von Bahnschwellen, Telefonmasten, Baumstützen für die Landwirtschaft und Rebpfählen eingesetzt werden<sup>7</sup>. REACH legt auch Grenzwerte für PAK-haltige Weichmacheröle in Autoreifen fest<sup>8</sup>.

#### INFOBOX 2: Die REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

Täglich kommen wir mit einer Vielzahl von Chemikalien in Berührung: Einzelstoffe (z. B. Lösungsmittel), Gemische (z. B. Lacke) oder Erzeugnisse (z. B. Textilien). Trotzdem lagen der Öffentlichkeit und den Behörden bisher von den wenigsten der ca. 130.000 in Europa verwendeten Chemikalien ausreichend Informationen über Wirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt vor.

Um diesen Missstand zu beenden, erließ die EU zum 1. Juni 2007 die REACH-Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien. Ein Ziel der Verordnung ist es, besonders besorgniserregende Chemikalien (SVHC) zu erkennen, angemessen zu kontrollieren und durch Alternativen zu ersetzen. So soll der Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umweltschutz beim Umgang mit chemischen Substanzen erhöht werden.

Alle Chemikalien-Produzenten, die mehr als eine Tonne von einer Substanz pro Jahr herstellen, sind verpflichtet, der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) in Helsinki bestimmte Informationen vorzulegen. Hierbei handelt es sich um Informationen zu Stoffeigenschaften, Verwendungsprozessen und Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Das gleiche gilt für Importeure chemischer Substanzen, die mehr als eine Tonne pro Jahr einführen. Nach dem Prinzip der Beweislastumkehr überträgt REACH so die Verantwortung der Chemikaliensicherheit von den bisher zuständigen nationalen Behörden auf die Hersteller und Importeure der Stoffe: Sie müssen künftig überzeugend darstellen, dass ihre Produkte sicher zu handhaben sind und weder die Gesundheit der Anwender oder Verbraucher noch die Umwelt in nicht vertretbarer Weise belasten.

Die Hersteller und Importeure geben die Informationen über die sicheren Verwendungsbedingungen in Form des Sicherheitsdatenblattes an alle ihre Abnehmer, die sogenannten nachgeschalteten Anwender, in der Lieferkette weiter. Die Stoffe, die als gefährlich oder sogar besonders besorgniserregend gelten, können neben der Registrierung weiteren regulatorischen Maßnahmen, wie Beschränkungen für bestimmte Verwendungen oder der generellen Zulassungspflicht für alle Verwendungen, unterworfen werden. Der Anhang XVII der REACH-Verordnung enthält schon jetzt eine Liste von Chemikalien mit Beschränkungen der Herstellung, der Verwendung oder des Inverkehrbringens.

<sup>6</sup> Einträge 28-30 des Annex XVII der REACH-Verordnung

<sup>7</sup> Eintrag 31 des Annex XVII der REACH-Verordnung

<sup>8</sup> Eintrag 50 des Annex XVII der REACH-Verordnung

## RICHTLINIEN UND VERORDNUNGEN ZU PAK IN UMWELTMEDIEN [LUFT, BODEN, TRINKWASSER]

Auch für die Umweltmedien Luft, Boden und Wasser sollen europäische Richtlinien und Verordnungen den Eintrag von PAK minimieren. So sind PAK im POP-Protokoll (POP, persistent organic pollutants) für ferntransportierte grenzüberschreitende Luftverschmutzung und in der EG- POP-Verordnung geregelt (Verordnung (EG) Nr. 850/2004).

Um die schädlichen Auswirkungen von PAK in der Luft, auf die menschliche Gesundheit und auf die Umwelt zu verringern, hat die EU außerdem einen Zielwert festgelegt, der bis zum 31. Dezember 2012 zu erreichen ist (Richtlinie 2004/107/EG über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel, und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft).

Bestehende Richtlinien sollen die aus der Feuerungsanlagen und aus sonstigen Industrieanlagen stammenden PAK Emissionen verringern: Die EU-Großfeuerungsanlagenrichtlinie 2001/80/EG (2001) setzt Grenzwerte für PAK, die bei Verbrennungen entstehen. Die deutsche „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA Luft, Ausgabe 2002) begrenzt die Emissionen an krebserregenden Stoffen wie Benzo[a]pyren auf 0,15 g/h oder 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1.BImSchV) gilt unter anderem für Öfen und Heizkessel in privaten Haushalten. Sie enthält zwar keine Grenzwerte für PAK, wohl aber für andere Schadstoffe, die bei einer unvollständigen Verbrennung entstehen. Durch die bessere Verbrennung werden auch die PAK-Emissionen verringert.

### PAK IN DER LUFT

Als Marker für PAK in der Luft dient wiederum Benzo[a]pyren, für das ein Zielwert von 1 Nanogramm/m<sup>3</sup> gilt. Für die Überwachung der Luftqualität wird Deutschland flächendeckend in Gebiete und Ballungsräume eingeteilt, in denen der Benzo[a]pyren-Gehalt im PM<sub>10</sub><sup>9</sup> an ca. 100 Stationen gemessen wird (siehe Abbildung 10). Seit 2008 werden Überschreitungen des Zielwerts an die Europäische Kommission übermittelt: Diese traten an vereinzelt Stationen auf (max. 6%), die in der Nähe des Straßenverkehrs oder von Industrieanlagen liegen. Verursacht durch Holzfeuerung in privaten Haushalten wurde der Zielwert auch im städtischen Hintergrund überschritten. Deutschland ist allerdings weit weniger belastet als andere europäische Staaten: Europaweit kam es 2009 an 37% aller Messstationen zu Zielwertüberschreitungen, die überwiegend im städtischen bzw. vorstädtischen Hintergrund registriert wurden<sup>10</sup>.

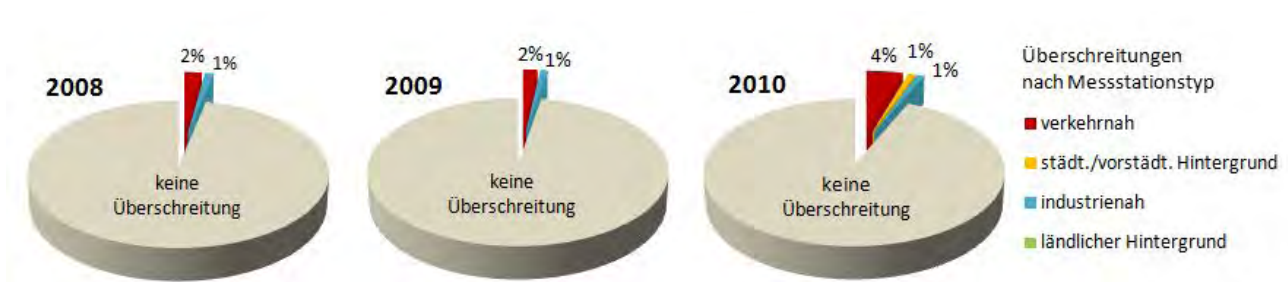


Abbildung 10: Anteil der Luftmessstationen in Deutschland mit Überschreitungen an B(a)P.

Anmerkung: Da keine Überschreitungen im ländlichen Bereich gemessen wurden, tauchen in den drei Diagrammen auch keine grünen Sektoren auf.

<sup>9</sup> PM (Particulate Matter): Teilchen in der Luft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen. Die Feinstaubteilchen werden je nach Korngröße in Fraktionen unterteilt. Unter PM<sub>10</sub> versteht man alle Staubteilchen, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer ist.

<sup>10</sup> Mol, W.J.A., Hooydonk P.R. van, Leeuw F.A.A.M. de (2011): European exchange of monitoring information and state of the air quality in 2009. ETC/ACC Technical Paper 2011/1. [http://acm.eionet.europa.eu/reports/ETCACM\\_TP\\_2011\\_1\\_EoI\\_AQ\\_meta\\_info2009](http://acm.eionet.europa.eu/reports/ETCACM_TP_2011_1_EoI_AQ_meta_info2009)



## PAK IM BODEN UND IM WASSER

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV, 12. Juli 1999) legt drei Werte zum Schutz der Böden vor Verunreinigungen fest: Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte. Die Vorsorgewerte sollen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen verhindern. Bei Überschreitung von Prüfwerten liegen konkrete Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung vor. Die Maßnahmewerte dienen dem Zweck der Gefahrenabwehr in Böden. Für PAK bestehen Werte für die Summe der 16 PAK der US-EPA und für die Einzelsubstanzen Benzo[a]pyren und Naphthalin.

Für den Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze gilt ein Prüfwert für Benzo[a]pyren von 1 mg/kg der Feinbodentrockenmasse (TM). Die Maßnahmewerte für Benzo[a]pyren betragen für Kinderspielflächen 2 mg/kg TM, für Wohnflächen 4 mg/kg TM, für Park- und Freizeitanlagen 10 mg/kg TM und für Industrie- und Gewerbegrundstücke 12 mg/kg TM. Als Vorsorgewerte für Benzo(a)pyren in Böden mit einem Humusgehalt > 8% gelten 1 mg/kg TM, in solchen < 8% auf 0,3 mg/kg TM.

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, RL 2000/60/EG (2000)) benennt in Anhang X „prioritäre Stoffe“. Für 33 prioritäre Stoffe, darunter acht PAK gelten europaweit Umweltqualitätsnormen. Die Umweltqualitätsnorm für Benzo[a]pyren beträgt 0,05 µg/l als Jahresdurchschnittswert. Darüber hinaus sind die PAK als „prioritär gefährliche Stoffe“ eingestuft, für die zusätzlich eine „phasing out“ Verpflichtung besteht. Diese Stoffe sollten in die Gewässer der Gemeinschaft zu einem noch festzulegenden Zeitpunkt nicht mehr eingetragen werden.

Für die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft existiert in Deutschland kein Grenzwert. Aktuell befindet sich allerdings eine Novelle der Klärschlammverordnung in Vorbereitung, die einen Grenzwert für Benzo[a]pyren von einem Milligramm pro Kilogramm Klärschlamm vorsieht. Dieser Wert entspräche dem Wert der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

## LEBENSMITTEL

Die Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln legt in der Europäischen Union die „Verordnung zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln“ (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006) fest. Als Leitsubstanzen für PAK dienen Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthene und Chrysen, für deren Summe Grenzwerte zwischen einem Mikrogramm pro Kilogramm für Säuglingsanfangsnahrung bzw. Folgenahrung und fünfundsiebzig Mikrogramm pro Kilogramm für geräucherte Muscheln festgelegt sind.

Der Grenzwert für Trinkwasser beträgt nach der Trinkwasserverordnung für Benzo[a]pyren 10 Nanogramm pro Liter; 1 Nanogramm ist ein millionstel Milligramm. Vier weitere schwächer krebserzeugende Vertreter der PAK (WHO, 2011) dürfen im Trinkwasser zusammen 100 Nanogramm pro Liter nicht überschreiten. Die Überschreitungsraten in Deutschland betrug von 2005 bis 2007 weit weniger als ein Promille (Umweltbundesamt, 2011).

## SPIELZEUG

Für Spielzeuge gilt die Richtlinie über die Sicherheit von Kinderspielzeug (RL 2009/48/EG): Sie dürfen, bei bestimmungsgemäßem oder vorhersehbarem Gebrauch und unter Berücksichtigung des Verhaltens von Kindern die Sicherheit oder die Gesundheit der Benutzerinnen und Benutzer nicht gefährden. Diese Richtlinie verbietet ausdrücklich CMR-Stoffe oberhalb eines Grenzwertes. Für die acht PAK, die als krebserregend eingestuft sind, gelten die Konzentrationsgrenzen von 100 mg/kg. Bis zu diesen Grenzen dürfen diese PAK theoretisch in Spielzeug vorkommen. Für Benzo[a]pyren ist der Grenzwert somit hundertmal größer als für Weichmacheröle für Autoreifen<sup>11</sup>. Dies ist eine klare Inkonsistenz in der Gesetzgebung, die die EU korrigieren muss.

## KRAFTSTOFFE

Die EU-Richtlinie zur Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen (RL 98/70/EG ) gibt vor, dass die PAK-Konzentration acht Masseprozent in Dieselmotorkraftstoffen nicht überschreiten darf.

<sup>11</sup> [http://www.bfr.bund.de/cm/343/polyzyklische\\_aromatische\\_kohlenwasserstoffe\\_pak\\_in\\_spielzeug.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/polyzyklische_aromatische_kohlenwasserstoffe_pak_in_spielzeug.pdf)

## KOSMETIKA

Die Verwendung aller PAK mit CMR-Eigenschaften in Kosmetika ist verboten. Dies ist in der Verordnung über kosmetische Mittel (Verordnung (EG) Nr. 1223/2009) in Artikel 15 geregelt.

## HOLZSCHUTZMITTEL

Das PAK-haltige Holzschutzmittel Kreosot hat krebserregende Eigenschaften und ist in der Umwelt besorgniserregend, denn die Substanz hat langlebige, anreichernde und giftige Eigenschaften. Untersuchungen zeigen: ein hohes Risiko für die Organismen bei der Verwendung für Hölzer, die direkt mit dem Erdreich oder Wasser in Kontakt kommen.

Deswegen ist Kreosot als Holzschutzmittel (siehe Kapitel 5 – SCHUTZANSTRICHE, BESCHICHTUNGEN UND KLEBSTOFFE), in der REACH-Verordnung EG/1907/2006 und der Biozid-Verordnung geregelt. Die REACH-Verordnung verbietet die Verwendung von Kreosot für Verbraucherinnen und Verbraucher; eine Verwendung in Industrieanlagen und zu gewerblichen Zwecken ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich. 2011 wurde beschlossen, Kreosot ab dem 1. Mai 2013 in die Liste der EU-weit zulässigen Biozid-Produkt-Wirkstoffe (Anhang I der EG-Biozid-Richtlinie) aufzunehmen (Richtlinie 2011/71/EU), jedoch mit Einschränkungen: So ist die Genehmigung von Kreosot als EU-weit zulässigem Biozid-Produkt-Wirkstoff auf fünf Jahre befristet, zudem darf Kreosot nur in Biozid-Produkten verwendet werden, wenn keine geeigneten Alternativen verfügbar sind.

Derzeit sind Kreosot-haltige Biozid-Produkte noch im Rahmen von Übergangsregelungen ohne Zulassung auf dem Markt. Jedes Kreosot-haltige Biozid-Produkt muss bis zum 30. April 2015 eine Zulassung erhalten; Kreosot-haltige Biozid-Produkte ohne Zulassung dürfen ab 1. Mai 2015 nicht mehr gehandelt werden. Mitgliedstaaten, die Kreosot-haltige Biozid-Produkte zulassen, müssen dies gegenüber der EU-Kommission bis spätestens Juli 2016 in einem Bericht begründen und u.a. darlegen, wie die Entwicklung von Alternativen gefördert wird. Vor einer Verlängerung der EU-weiten Wirkstoff-Genehmigung ist Kreosot einer vergleichenden Bewertung mit anderen Holzschutzmitteln zu unterziehen.

Altholz, das mit Teerölen als Holzschutzmittel behandelt worden ist, ist in Deutschland gemäß Altholzverordnung in die Altholzkategorie A IV einzustufen. Es darf nur energetisch verwertet oder für die Herstellung von Synthesegas, Aktivkohle und Industrieholzkohle genutzt werden, ein Recycling als Holzwerkstoff ist ausgeschlossen.

## BAUBEREICH

In Deutschland gibt es im Baubereich verschiedene Regelungen, die PAK betreffen. Zum Beispiel existiert eine Richtlinie, die eine umweltverträgliche Verwertung von teer-/pechhaltigen Ausbaustoffen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau regelt (RuVA-StB 01, 2005). Straßenaufbruch, der einen PAK-Gehalt von weniger als 25 Milligramm/Kilogramm aufweist, wird als Ausbauasphalt bezeichnet und kann in ungebundener Form unter einer wasserundurchlässigen Schicht eingebaut werden. Bei weniger als 10 Milligramm PAK / Kilogramm kann der Ausbauasphalt sogar ohne besondere Anforderungen bzgl. Arbeits-, Boden- und Gewässerschutz verwertet werden. Ab einer Belastung von mehr als 25 Milligramm PAK/Kilogramm ist Straßenaufbruch als pechhaltig einzustufen. Bezüglich Verwertungsverfahren und Einbauweisen sind dann erhöhte Anforderungen zu beachten. Die Einstufung als besonders überwachungsbedürftiger/gefährlicher Abfall erfolgt erst ab 1000 Milligramm PAK / Kilogramm Straßenaufbruch.

Die „Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden“ (DIBt-Mitteilungen, 2000) enthalten einen Leitfaden für die Bewertung von PAK, die in Teerklebstoffen von Parkettböden eingesetzt werden. Außerdem beschreibt dieser, wie die PAK-Belastung in Gebäuden, in denen solche Parkettböden verlegt wurden, durch Renovierungen vermindert werden kann.

Bodenbeläge, die dauerhaft in Aufenthaltsräumen verlegt werden sollen, benötigen eine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik und dürfen nur in Ausnahmefällen Altreifenmaterial in der Unterschicht des Bodenbelags enthalten. In diesem Fall gelten 50 Milligramm PAK/Kilogramm und 5 Milligramm Benzo[a]pyren/Kilogramm als Obergrenze für das Recyclingmaterial. Sinken die PAK-Gehalte im Altreifenmaterial als Folge der EU-Beschränkung mit der Zeit, dann ist es ebenfalls möglich, die Grenzwerte für Bodenbeläge abzusenken. Heute beträgt der durchschnittliche PAK-Gehalt im Altreifenmaterial noch etwa 40 Milligramm/Kilogramm. Beim Abbruch eines Gebäudes sollte eine separate Entsorgung der Bodenbeläge aus Altreifenmaterial erfolgen, damit PAK-haltige Bauteile nicht in den Bauschutt verschleppt werden.

### **INFOBOX 3: Was haben Sie von REACH?**

Mit REACH haben potentielle Käuferinnen und Käufer erstmals die Möglichkeit, sich über besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of very high concern - SVHC) in Erzeugnissen zu informieren. Sie dürfen z. B. ihre Lieferanten, Baumärkte oder Kaufhäuser befragen, ob in bestimmten Erzeugnissen SVHC enthalten sind. Innerhalb von 45 Tagen müssen diese Ihre Frage beantworten – unabhängig vom Erwerb des Erzeugnisses.

Sie können die besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC) auf der so genannten Kandidatenliste finden. Die Liste ist im Internet unter [http://echa.europa.eu/chem\\_data/authorisation\\_process/candidate\\_list\\_table\\_en.asp](http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp) verfügbar. Auf dieser Liste findet sich bisher ein PAK (Anthracen) und mehrere Stoffe, die PAK enthalten (fünf Anthracenöle und „Pech, Kohlenteer, Hochtemperatur“). Durch die Liste und das Informationsrecht können sich Bürger durch den Kauf oder Nicht-Kauf eines Produktes gezielt für umweltfreundlichere Alternativen und Produkte ohne besonders besorgniserregende Stoffe entscheiden.

Zusätzlich hat ein Lieferant durch REACH die Pflicht, bei jeder Aktualisierung der Kandidatenliste seine Produkte auf eventuell enthaltene SVHC zu überprüfen. Enthält die erweiterte Liste neue SVHC, so ist der Lieferant verpflichtet, die Europäische Chemikalienagentur und seine gewerblichen Kunden aktiv zu informieren. Uns allen, den Endverbrauchern, ist diese Angabe auf Anfrage vom Handel mitzuteilen. Ihre Anfrage können Sie schnell und einfach über ein Online-Formular stellen. Sie brauchen dazu lediglich die Nummer unter dem Strichcode des Produktes. Oder Sie nehmen den Musterbrief des Umweltbundesamtes. Nutzen Sie Ihr gutes Recht.

Für eine Online-Anfrage hat das UBA unter <http://reach-info.de/verbraucheranfrage.htm> ein Formular und unter <http://www.reach-info.de/svhc.htm> einen Musterbrief bereitgestellt.

Weiterhin finden Sie Informationen über die verschiedenen möglichen Verwendungen von SVHC auf der Website [www.reach-info.de](http://www.reach-info.de).

Das UBA ist der Meinung, dass die Unternehmen ihre Verantwortung schon jetzt stärker wahrnehmen und auf besonders besorgniserregende Stoffe oder Stoffe mit vergleichbaren Eigenschaften verzichten sollten.

Neben der Kandidatenliste bietet REACH weitere regulatorische Maßnahmen, die helfen, Verbraucherinnen und Verbraucher, Beschäftigte und die Umwelt besser als bisher vor chemischen Problemstoffen zu schützen. Die Zulassung für besonders besorgniserregende Stoffe erlaubt eine Verwendung nur auf Antrag. Europaweite Beschränkungen schützen vor Verwendungen gefährlicher Stoffe, bei denen ein Risiko besteht.

## 7. EINE DEUTSCHE INITIATIVE - PAK-GRENZWERT FÜR ALLE VERBRAUCHERERZEUGNISSE

Eine Gesamtstrategie, um Mensch und Umwelt systematisch vor PAK zu schützen, gibt es in der EU bisher nicht. Derzeit existieren zwar viele Einzelregelungen. Doch es gibt keine EU-Grenzwerte für PAK in Alltagsprodukten. Die Europäische Chemikalienverordnung REACH könnte diese Regelungen zusammenführen:

Denn die Europäische Kommission kann für Stoffe, die krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend sind, in einem sehr einfachen Verfahren Grenzwerte bzw. Verbote zur Verwendung in Erzeugnissen festlegen. Dieses exklusive Recht der Europäischen Kommission regelt Artikel 68 Absatz 2 der REACH-Verordnung.

Um Mensch und Umwelt besser zu schützen, haben das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), das Umweltbundesamt (UBA), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) im Sommer 2010 eine Initiative gestartet, europaweit den PAK-Gehalt in Verbrauchererzeugnissen gesetzlich zu begrenzen. Die deutschen Behörden schlagen einen verbindlichen Grenzwert für krebserregende PAK in Verbraucherprodukten vor. Unabhängig davon, ob diese in Europa hergestellt oder importiert worden sind.

Ziel des Vorschlags ist es, die Verwendung und Vermarktung von belasteten Erzeugnissen, wie zum Beispiel von Schuhen, Sportartikeln und Wasserspielzeug, zu beschränken. Das betrifft Erzeugnisse, die mehr als 0,2 Milligramm PAK pro Kilogramm aufweisen. Die Beschränkung bezieht sich lediglich auf acht PAK. Gäbe es einen Grenzwert für diese acht Einzelsubstanzen, dann wäre die Problematik der PAK in Verbrauchererzeugnissen gelöst, denn es wäre technisch anspruchsvoll und damit wirtschaftlich unrentabel, die acht Stoffe selektiv aus dem Gemisch der PAK zu entfernen (BAuA, 2010)<sup>12</sup>.

Im Juni 2011 präsentierte die Europäische Kommission einen eigenen Vorschlag: Nur Kinderspielzeug und Produkte für Kinder bis 14 Jahre sollen durch PAK-Grenzwerte beschränkt werden. Die dafür vorgeschlagene Obergrenze liegt bei bis zu 1 Milligramm PAK pro Kilogramm.

Doch dieser Vorschlag geht Deutschland und den anderen Mitgliedstaaten nicht weit genug: Sie wollen eine strengere und umfassende Beschränkung der PAK in Verbrauchererzeugnissen zum Schutz der ganzen Bevölkerung. Inzwischen hat die Kommission ihren Vorschlag nachgebessert. Er umfasst nun weitgehend die Erzeugnisse, die im deutschen Vorschlag geregelt werden sollten. Mit einem Abschluss des Rechtssetzungsverfahrens wird in 2013 gerechnet.

Um Mensch und Umwelt so wenig wie möglich mit PAK zu belasten, sollten die PAK-Emissionen begrenzt werden. Da PAK auch natürliche Stoffe und Verbrennungsprodukte sind, die sich nicht vollständig eindämmen lassen, ist ein komplettes Nullniveau nicht zu erreichen. Daher wird uns diese Stoffgruppe auch in Zukunft begleiten und es sind weitere Schritte nötig. Doch mit den schon geltenden Regelungen sind erste Schritte zum Erreichen dieses Ziels erfolgt. Die aktuell angestrebte, EU-weite, verbindliche Beschränkung von PAK in Verbraucherprodukten ist ein weiterer wichtiger Schritt zum Schutz der Menschen und der Umwelt.

---

<sup>12</sup> <http://www.reach-clp-helpdesk.de/de/Verfahren/Beschaenkung/Vorschlaege/Deutsche-Vorschlaege-zur-Beschaenkung.html>

#### INFOBOX 4: Das Vorsorgeprinzip der europäischen Umweltpolitik

Das Vorsorgeprinzip ist ein Grundsatz der Umweltpolitik. Die Vorsorge soll zur Erhaltung, zum Schutz und zur Verbesserung der Umweltqualität beitragen.

Bereits die Erklärung der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 in Rio de Janeiro konkretisiert das Vorsorgeprinzip in Kapitel 35 Absatz 3 der Agenda 21:

*„Angesichts der Gefahr irreversibler Umweltschäden soll ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Entschuldigung dafür dienen, Maßnahmen hinauszuzögern, die in sich selbst gerechtfertigt sind. Bei Maßnahmen, die sich auf komplexe Systeme beziehen, die noch nicht voll verstanden worden sind und bei denen die Folgewirkungen von Störungen noch nicht vorausgesagt werden können, könnte der Vorsorgeansatz als Ausgangsbasis dienen.“*

REACH trägt dazu bei, ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt sicherzustellen und den Umgang mit chemischen Substanzen möglichst sicher zu gestalten. Es muss – im Gegensatz zu früher – nicht mehr der letzte wissenschaftliche Nachweis erbracht werden, dass eine Substanz oder ein Produkt nicht sicher ist, ehe eine Regulierung überhaupt möglich wird.

## 8. WAS KANN JEDE UND JEDER EINZELNE TUN?

Menschen kommen mit PAK in Berührung: Beispielsweise durch Abgase, geräucherte bzw. verrußte Nahrungsmittel oder durch Tabakrauch. Jeder hat die Möglichkeit, die persönliche PAK-Belastung zu reduzieren. Beim Grillen sollte darauf geachtet werden, dass das Grillgut nicht schwarz, die Kohle durchgeglüht ist und auf ein Ablöschen verzichtet wird. Durch die Verwendung von Grillschalen kann vermieden werden, dass es zu unnötiger Rauchbildung durch ins Feuer tropfendes Fett kommt. Neben PAK-haltigen Alltagsprodukten kann man Tabakrauch (aktiv wie passiv) vermeiden.

Einen Hinweis auf ein PAK-haltiges Produkt kann Gummi- oder Weich-PVC durch seinen starken, ölartigen Geruch geben. Genauso können Produkte aus schwarzem Gummi oder Kunststoff unbehandelten PAK-haltigen Industrieruß enthalten. Güte- oder Qualitätssiegel wie bspw. das freiwillige GS-Zeichen oder der Blaue Engel bieten eine gewisse Orientierung. In Deutschland gibt es das Zeichen „Geprüfte Sicherheit“ (GS-Zeichen). Seit 2007 werden im Rahmen der Prüfung Produkte aus Gummi oder Kunststoff unter anderem auf ihren PAK-Gehalt geprüft. Je nach Kontaktzeit dürfen Kunststoffe maximal 10-200 Milligramm PAK/Kilogramm, bzw. 1-20 Milligramm Benzo[a]pyren/Kilogramm enthalten. Erst dann bekommt ein Produkt das GS-Siegel. Bei Babyspielzeugen ist ein PAK-Gehalt verboten (TÜV, 2007). Aber: Das GS-Zeichen ist ein freiwilliges Zeichen. Die Hersteller müssen entscheiden, ob sie einen Antrag auf Zuerkennung des GS-Zeichens stellen. Im Zweifelsfall sollte der Haut- und Mundkontakt vermieden oder andere Produkte verwendet werden.

Bei Unsicherheiten kann das neue Auskunftsrecht der REACH-Verordnung genutzt werden, um Informationen über besonders besorgniserregende Stoffe in Produkten zu erhalten. Es gilt aber nur für Stoffe, die bereits auf der Kandidatenliste aufgeführt sind. Bei den PAK sind das bisher nur Anthracen und fünf PAK-haltige Anthracenöle sowie „Pech, Kohlentee, Hochtemperatur“ (Stand Oktober 2012). Es ist die Aufgabe der Unternehmen, Strategien zu entwickeln, um PAK in Produkten und Industrieabgasen über die gesetzlichen Anforderungen hinaus zu reduzieren. Durch ihre bewussten Konsumententscheidungen können auch Sie auf die Politik der Unternehmen Einfluss ausüben.



## 9. ZUSAMMENFASSUNG

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen als Nebenprodukte bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material wie Holz, Kohle oder Erdöl sowie beim starken Erhitzen dieser Materialien unter Luftausschluss. PAK sind auch in Raffinerie- und Kokerei-Produkten enthalten. Chemisch gesehen sind PAK eine vielfältige Stoffgruppe aromatischer Verbindungen, die aus zwei bis sieben Kohlenwasserstoffringen aufgebaut sind. PAK lösen sich gut in Fetten, binden an Partikel und reichern sich in Organismen und in der Umwelt an.

PAK gelangen vor allem aus technischen und natürlichen thermischen Prozessen über die Luft in die Umwelt. Verbraucher kommen mit PAK durch belastete Gummi- und Kunststoffprodukte in Kontakt, ebenso durch Abrieb von Gummiprodukten, Bodenbelägen oder Holzschutzmitteln. Die Aufnahme von PAK in den Körper erfolgt über die Luft, den Tabakrauch und den Verzehr bestimmter belasteter Lebensmittel, wie in Räucherwaren. Viele PAK sind krebserregend, erbgutverändernd und/oder fortpflanzungsgefährdend. Durch ihre Langlebigkeit und die Bioakkumulation sind sie in der Umwelt stabil und reichern sich dort und in Organismen an.

Bisher existieren zahlreiche Einzelregelungen, um PAK in der Umwelt und in Produkten zu begrenzen. So bestehen zum Beispiel Grenzwerte für PAK in Luft, Wasser und Boden, in Lebensmitteln und im Trinkwasser, für PAK in Reifen und bestimmten Holzschutzmitteln, in Kraftstoffen, in Spielzeugen sowie verschiedene Regelungen im Baubereich. Die Umweltqualitätsnormen für PAK in Oberflächengewässern werden in deutschen Oberflächengewässern zum Teil nicht eingehalten. Auch kontaminierte Böden (Altlasten) weisen oftmals höhere Werte als die Prüfwerte auf. Für Verbraucherprodukte im Allgemeinen sind keine verbindlichen Grenzwerte festgelegt. Verbraucherinnen und Verbraucher, die PAK-haltige Produkte aus Gummi oder Weich-PVC vermeiden wollen, können sich, solange diese Grenzwerte fehlen, in erster Linie anhand von Qualitätssiegeln oder unabhängigen Produkttests orientieren, die häufig PAK umfassen.

Eine deutsche Initiative unter Mitarbeit des Umweltbundesamtes will erreichen, dass PAK in Verbrauchererzeugnissen europaweit beschränkt werden. Im Rahmen der neuen Chemikalienverordnung REACH hat Deutschland der EU-Kommission einen Beschränkungsvorschlag unterbreitet, der in einem verkürzten Verfahren behandelt werden soll. Dieser soll die Verwendung von den acht als krebserregend gekennzeichneten PAK in Erzeugnissen oberhalb einer Konzentration von 0,2 Milligramm je Kilogramm verbieten.

Das Umweltbundesamt plant weitere Schritte zur Begrenzung der Risiken für Mensch und Umwelt. Dazu gehört vor allem die Identifizierung von weiteren PAK als besonders besorgniserregende Stoffe im Sinne der europäischen REACH-Verordnung. Werden PAK als besonders besorgniserregende Stoffe eingestuft, so haben alle Bürgerinnen und Bürger das Recht, sich beim Handel zu erkundigen, in welchen Produkten PAK in welchen Konzentrationen enthalten sind. Dabei können sie erfragen, in welchen Konzentrationen die Stoffe vorkommen. Außerdem kann dann eine Zulassungspflicht für die Verwendung von PAK-haltigen Stoffen erlassen werden. Das heißt, es sind dann nur noch solche Anwendungen erlaubt, die unbedenklich oder ohne Alternative sind.

Private Haushalte können zur Reduzierung der PAK-Belastung in der Umwelt beitragen, indem sie ihre Öfen und Heizkessel für Holz oder Kohle schadstoffarm betreiben – Hinweise dazu finden sich in den jeweiligen Gebrauchsanweisungen.

Die Unternehmen sind gefragt, über die gesetzlichen Anforderungen hinaus weitergehende Strategien für die Minimierung von PAK in Industrieabgasen und Produkten zu entwickeln. Sie sind gefordert, mögliche PAK-Belastungen so weit wie möglich zu reduzieren.



## 10. SUMMARY

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) originate as by-products of incomplete combustion of organic materials, e.g. in processing of wood, petroleum and coal, when these materials are strongly heated in the absence of air and they also occur in refinery or coking plant products. From the chemical point of view they are aromatic substances made up of two to seven rings of hydrocarbon. The substance group is large and chemically manifold. PAH are good soluble in lipophilic substances, they bind strongly on particles and accumulate in organisms and the environment.

PAH to enter the environment mainly via the air either via industrial or via natural thermal processes. Consumers are affected by contact to polluted rubber or plastic articles, abrasion particles of rubber products or floorings, wood preservatives, as well as by air pollution, tobacco smoke or consumption of certain food stuff, e.g. smoked foods. Many PAH are carcinogenic, mutagenic or toxic for reproduction. Due to their chemical and biological stability and their potential for bioaccumulation they are persistent in the environment and magnify in the organism. They are regularly detected in certain consumer products.

Until now, only selected regulations aim for restriction of PAH in the environment or consumer products. Limits exist e.g. for food stuff and drinking water, car tires, certain wood preservatives, fuels, toys and in the field of construction. Finally, there are concentration limits for air, soils and water. The environmental quality objectives for PAH are sometimes missed in German surface waters. In contaminated soils (abandoned sites) sometimes concentrations above the guidance values are detected. No limits exist for consumer products in general. Meanwhile, consumers that want to avoid PAH-containing products of rubber or soft-PVC have to rely mostly on quality signs or independent product tests that often encompass PAH.

An initiative of German agencies aims at banning PAH in consumer products on an European level. A restriction procedure for PAH was proposed to the EU commission, referring to the new chemical legislation REACH, which aims at an extraordinary quick proceeding. This restriction will apply for the use and marketing of products with a concentration exceeding the detection limit of 0,2 mg PAH per kilogram. This applies for eight carcinogenic PAH as lead substances so far.

Next steps for the reduction of risks for man and environment due to PAH from anthropogenic sources shall be approached. They include, for example, the identification of further problematic PAH under the chemicals legislation REACH.

Private households can reduce their PAH emissions if they operate solid fuel stoves and boilers in a correctly according to the respective instruction manuals.

Meanwhile, companies are especially urged to develop strategies to minimize PAH emissions of industrial plants and consumer products. They have to decide if and how they want reduce possible PAH-contaminations.

# 11. GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

**BAuA:** Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

**Beschränkung:** Eine Beschränkung bezieht sich auf eine bestimmte Verwendung der Chemikalie, z. B. im Falle der PAK auf die Verwendung von PAK in Produkten für den Verbraucher oberhalb einer festgelegten Konzentrationsgrenze. Alle anderen Verwendungen der Chemikalie sind grundsätzlich erlaubt. Die Beschränkung einer Chemikalie kann sich auf deren Herstellung, Verwendung und Inverkehrbringen auch in Gemischen und Erzeugnissen beziehen. Somit können auch Chemikalien in importierten Erzeugnissen geregelt werden.

**Besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC):** Für die Identifizierung eines Stoffes als SVHC muss ein Dossier nach den Anforderungen des Anhangs XV der REACH-Verordnung von der ECHA oder einem Mitgliedsstaat der Europäischen Gemeinschaft erstellt werden. In diesem sogenannten Annex-XV-Dossier werden Informationen über die Stoffeigenschaften (z. B. Wasserlöslichkeit, Entzündlichkeit, Abbaubarkeit, usw.), Produktionsprozesse, Verwendungen und Effekte auf Organismen zusammengestellt und anhand dieser Daten das Risiko für Mensch und Umwelt bewertet. Wenn sich alle Mitgliedsstaaten über die Stoffbewertung einig sind, wird die Chemikalie auf die sogenannte Kandidatenliste aufgenommen.

**BfC:** Bundesstelle für Chemikalien

**BfR:** Bundesinstitut für Risikobewertung, eine der drei für REACH zuständigen Bundesoberbehörden mit Sitz in Berlin.

**CAS-Nr.:** die Chemical Abstracts Service Registry Number ist ein internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe

**CMR:** engl. carcinogenic, mutagenic or toxic to reproduction = krebserregend, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch

**ECHA:** Europäische Chemikalienagentur mit Sitz in Helsinki. Hier fließen alle Informationen über die circa 100.000 in der EU verwendeten Chemikalien zusammen.

**Erzeugnis:** Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt.

**EFSA:** engl. European Food Safety Authority. Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit in Parma. Sie ist zuständig für die Risikobewertung von Lebens- und Futtermitteln in der EU.

**Exposition:** Fachbegriff für den Kontakt bzw. Aussetzung gegenüber einem Schadstoff in der Toxikologie

**Gemisch:** Gemenge, Gemische oder Lösungen, die aus zwei oder mehr Stoffen bestehen.

**GS-Zeichen:** ist das Gütesiegel „Geprüfte Sicherheit“

**Kandidatenliste:** Liste der Chemikalien, die von der EU als besonders besorgniserregend bewertet werden. Für Stoffe, die auf der Kandidatenliste stehen, gelten besondere Auskunftspflichten der Hersteller und Importeure gegenüber ihren Kunden und dem Endverbraucher.

**PRTR:** engl. Pollutant Release and Transfer Register = Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. Online-Register, das über Schadstoffe, die von großen Industriebetrieben in Ihrer Region freigesetzt werden, informiert. Grundlage für das PRTR ist die Europäische PRTR-Verordnung und das deutsche PRTR-Gesetz.

**SVHC:** engl. substance of very high concern = besonders besorgniserregender Stoff (siehe dort)

**REACH:** engl. Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals = Verordnung 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Beschränkung und Zulassung von Chemikalien

**PBT:** persistent, bioakkumulierend und toxisch

**PVC:** Polyvinylchlorid, ein Kunststoff, der eigentlich hart und spröde ist. Durch Zugabe von sogenannten Weichmachern wird er weich und elastisch. Solche Weichmacheröle sind häufig PAK-haltig.

**TA-Luft:** Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

**UBA:** Umweltbundesamt, eine der drei für Gesundheit- und Umweltschutz zuständigen wissenschaftlichen Bundesoberbehörden mit Hauptsitz in Dessau-Roßlau

**WHO:** World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation) mit Hauptsitz in Genf/Schweiz

**Zulassungspflicht:** alle Verwendungen dieser Chemikalie werden in der EU verboten, es sei denn, jemand stellt für eine bestimmte Verwendung einen Antrag auf Zulassung und die EU-Kommission genehmigt diesen. Der Einsatz des Stoffes als Zwischenprodukt sowie der Import in die EU als Bestandteil von Erzeugnissen sind weiterhin von der Zulassung ausgenommen und bedürfen somit keiner Genehmigung.

## 12. LITERATURVERZEICHNIS

BAuA. 2010. PAK Beschränkungsvorschlag - Annex XV Restriction Report proposal for a Restriction.

BfR. 2009. PAK in verbrauchernahen Produkten müssen so weit wie möglich minimiert werden. Stellungnahme Nr. 025/2009 des BfR

Crone TJ, Tolstoy M. 2010 Oct. Magnitude of the 2010 Gulf of Mexico oil leak. Science 330(6004):634.

DIBt-Mitteilungen. 2000. Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise). DIBt-Mitteilungen 4/2000:114.

European Chemicals Agency. 2009. Support document for identification of Coal Tar Pitch, High Temperature as a SVHC because of its PBT and CMR properties. ECHA.

European Tyre & rubber manufacturers association. 2011. ETRMA high-PAH Oil Testing Programme – Q&A.

FME Nigeria, Nigeria Conservation Foundation, WWF UK, CEESP - IUCN. 2006. Niger Delta Natural Resource Damage Assessment and Restoration Project Phase 1 - Scoping Report.

Fuchs S, Scherer U, Wander R, Behrend H, Venohr M, Opitz D, Hillenbrand T, Marscheider-Weidemann F, Götz T. 2010. Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - UBA Texte 45/2010.

Kalberlah F, Schwarz M, Bunke D, Augustin R, Oppl R. 2011. Karzinogene, mutagene, reproduktionstoxische (CMR) und andere problematische Stoffe in Produkten - Identifikation relevanter Stoffe und Erzeugnisse, Überprüfung durch Messung, Regelungsbedarf im Chemikalienrecht. UBA Texte 18/2011

Kohler M, Künninger T, Schmid P, Gujer E, Crockett R, Wolfensberger M. 2000. Inventory and Emission Factors of Creosote, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH), and Phenols from Railroad Ties Treated with Creosote. Environ Sci Technol:4766-4772.

National Research Council. 2003. Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects.

- Quiroz R, Grimalt JO, Fernandez P. 2010. Toxicity assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from European high mountain lakes. *Ecotoxicol Environ Saf* 73:559-564.
- Schulz C, Conrad A, Becker K, Kolossa-Gehring M, Seiwert M, Seifert B. 2007. Twenty years of the German Environmental Survey (GerES): Human biomonitoring – Temporal and spatial (West Germany/East Germany) differences in population exposure.
- TÜV. 2007. Prüfung und Bewertung von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der GS-Zeichen-Zuerkennung.
- TÜVRheinland. 2009. Risikofaktor PAK: Konzentration in Produkten alarmierend hoch.
- Umweltbundesamt. 2010. Was sind Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), wie kann ich belastete Produkte erkennen?
- Umweltbundesamt. 2011. Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland, Berichtszeitraum 01. Januar 2005 bis 31. Dezember 2007.
- WHO. 2010. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO, Geneva.
- WHO. 2011. Guidelines for drinking-water quality, background document on polynuclear aromatic hydrocarbons in drinking-water.
- Zhang JF, Han IK, Zhang L, Crain W. 2008. Hazardous chemicals in synthetic turf materials and their bioaccessibility in digestive fluids. *J Expo Science Environ Epidemiol*:600-607.
- Zhang Y, Tao S. 2009. Global atmospheric emission inventory of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) for 2004. *Atmospheric Environment* 43:812-819.