

## **PAK in verbrauchernahen Produkten sollten so weit wie möglich minimiert werden**

Stellungnahme Nr. 039/2006 des BfR vom 29. Juni 2006

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind Stoffgemische, die bei unvollständiger Verbrennung von organischem Material wie Kohle, Kraftstoff, Tabak oder beim Grillen entstehen. Als giftige Umweltchemikalien sind die Substanzen allgegenwärtig und werden von Verbrauchern hauptsächlich über die Atemluft und die Nahrung aufgenommen. Verschiedene PAK wirken beim Menschen mit großer Wahrscheinlichkeit erbgutverändernd, die Fortpflanzung beeinträchtigend und krebserzeugend. Bereits in den 80er Jahren hat die amerikanische Bundesumweltbehörde aus den über hundert Einzelverbindungen 16 Substanzen in eine Liste der am häufigsten in Umweltproben nachgewiesenen PAK aufgenommen. Leitsubstanz ist das bisher am besten untersuchte Benzo[a]pyren, dessen gemessene Konzentration zur Abschätzung für die Umweltbelastung durch die gesamte Gruppe der PAK herangezogen wird. Durch die Verwendung PAK-haltiger Weichmacheröle für Kunststoffe können diese Verbindungen auch in verschiedenen verbrauchernahen Produkten enthalten sein.

Von der Stiftung Warentest wurden 2005 zum Teil hohe PAK-Werte in Werkzeuggriffen und Kabelummantelungen nachgewiesen. Zur Minimierung des Gesundheitsrisikos haben die Anbieter daraufhin Orientierungswerte für technisch unvermeidbare PAK-Gehalte vorgeschlagen, die auf freiwilliger Basis von den Herstellern eingehalten werden sollen. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurde gebeten, diese Orientierungswerte sowie den Einsatz von PAK in verbrauchernahen Produkten zu bewerten.

Das BfR kommt auf Grundlage verschiedener Messdaten unterschiedlicher Prüfinstitute zu dem Ergebnis, dass die vorgeschlagenen Orientierungswerte für Werkzeuggriffe und Kabelummantelungen technisch eingehalten werden können. Die Werte sollten aber nicht grundsätzlich auf andere Produkte und Produktgruppen übertragen werden, da die Herstellungsprozesse durchaus unterschiedlich sein können und somit sowohl niedrigere, in speziellen Fällen jedoch nur höhere technisch unvermeidbare Gehalte erreichbar sind. Zudem sollte bei der Festsetzung von Orientierungswerten neben der technischen Vermeidbarkeit auch immer die mögliche Exposition von Verbrauchern berücksichtigt werden. Denn nicht die PAK-Gehalte in einem Produkt sind für das Gesundheitsrisiko relevant, sondern die Mengen, die in die Luft ausdünsten oder bei Hautkontakt freigesetzt werden und vom Verbraucher aufgenommen werden. Generell sollten Hersteller die PAK-Gehalte in Produkten so weit wie möglich senken, da für einige PAK keine Schwellenwerte angegeben werden können, unterhalb derer ein Gesundheitsrisiko ausgeschlossen werden kann.

### **1 Gegenstand der Bewertung**

Die Stiftung Warentest hat im Jahr 2005 Werte zu Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoff (PAK)-Gehalten in Werkzeuggriffen und Kabelummantelungen veröffentlicht, nachdem Untersuchungen im Labor ergaben, dass diese Produkte zum Teil hohe PAK-Konzentrationen enthielten. Im Rahmen eines freiwilligen Konsens zur Risikominimierung haben Hersteller und Handelsunternehmen als Orientierungswerte folgende Höchstgehalte vereinbart: Für Kunststoffteile, die wie Werkzeuggriffe für den Hautkontakt vorgesehen sind, soll die Summe aller PAK 10 mg pro kg Kunststoff und der Gehalt an Benzo[a]pyren (BaP) 1 mg pro kg Kunststoff nicht überschreiten. Für Kunststoffteile, bei denen nur von kurzzeitigem Hautkontakt auszugehen ist (z.B. Kabelummantelungen), wurden Orientierungswerte von 200 mg PAK und 20 mg BaP pro kg Kunststoff festgesetzt. In den Summenparameter für

PAK gehen die 16 von der Umweltbehörde der USA (US-EPA) gelisteten Verbindungen ein (siehe unten).

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurde gebeten, diese Werte aus Sicht des vorsorgenden Verbraucherschutzes zu kommentieren und eine Stellungnahme zur Problematik der PAK in verbrauchernahen Produkten abzugeben. Das BfR erhielt dafür weitere Messergebnisse zu Gehalten von PAK in Verbraucherprodukten von verschiedenen Prüfinstituten und der Stiftung Warentest.

## 2 Ergebnis

PAK kommen in der Umwelt als komplexe Gemische aus mehr als 100 einzelnen Verbindungen vor. Bei einigen PAK handelt es sich um im Tierversuch krebserzeugende Stoffe, die mit großer Wahrscheinlichkeit auch im Menschen entsprechend wirken. Für solche Stoffe können keine Schwellenwerte angegeben werden, unterhalb derer ein Risiko für die menschliche Gesundheit ausgeschlossen werden kann. Das BfR ist deshalb der Auffassung, dass die Gehalte an PAK in verbrauchernahen Produkten so weit wie möglich minimiert werden sollten und begrüßt alle Maßnahmen, welche die Exposition von Verbrauchern mindern.

Die Messdaten, die dem BfR übermittelt wurden, belegen, dass die vorgeschlagenen Orientierungswerte für Kabelummantelungen und Werkzeuggriffe und darüber hinaus auch für weitere Produkte eingehalten werden können. Das BfR weist jedoch darauf hin, dass die technisch unvermeidbaren PAK-Gehalte in verschiedenen Produkten durchaus unterschiedlich niedrig sein können. Orientierungswerte sollten sich deshalb auf bestimmte Produkte bzw. Produktgruppen beziehen. Die Orientierungswerte sollten neben der technischen Vermeidbarkeit auch die mögliche Exposition der Verbraucher berücksichtigen.

Für eine wissenschaftliche Expositionsabschätzung sind Daten zur Freisetzung der PAK aus den entsprechenden Produkten notwendig. Für Produkte oder Bestandteile von Produkten, die mit der Haut in Kontakt kommen (z.B. Werkzeuggriffe), sollte die Migration der PAK vom Produkt in ein Schweißsimulanz bestimmt werden.

## 3 Begründung

Die Gruppe der PAK umfasst über 100 Substanzen, die chemisch aus mehreren kondensierten Benzolringen aufgebaut sind. PAK entstehen durch unvollständige Verbrennung von organischen Materialien sowie beim Braten, Räuchern und Grillen von Lebensmitteln. PAK sind ferner im Tabakrauch vorhanden. Der bei der Verkokung von Steinkohle anfallende PAK-haltige Teer kann durch Destillation in Öle und Pech aufgetrennt werden. Teeröle werden auch als Weichmacher für Kunststoffe eingesetzt.

PAK sind ubiquitär vorhanden. Die US-EPA hat folgende 16 PAK benannt, die in Umweltproben relevante Anteile am Gesamtgehalt der PAK haben: Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo[*a*]anthracen, Chrysen, Benzo[*b*]fluoranthen, Benzo[*k*]fluoranthen, BaP, Dibenz[*a,h*]anthracen, Benzo[*g,h,i*]perylen und Indeno[1,2,3-*cd*]pyren. Diese Liste berücksichtigt hauptsächlich Umweltaspekte und Emissionen und beinhaltet eine Auswahl von leicht bis schwer flüchtigen Verbindungen. Die für die Bewertung von PAK-Belastungen herangezogene Leitkomponente ist BaP.

## 4 Exposition

Von der Stiftung Warentest wurden in Werkzeuggriffen und Kabelummantelungen unterschiedlich hohe Gehalte an PAK ermittelt [1]. Die Maximalwerte lagen bei 2.000 mg PAK und 87 mg BaP (Werkzeuggriffe) bzw. 142 mg BaP (Kabelummantelungen) pro kg Kunststoff. Um die Exposition von Verbrauchern abschätzen und eine gesundheitliche Bewertung vornehmen zu können, sind aber nicht die PAK-Konzentrationen im Kunststoff, sondern die PAK-Mengen relevant, die aus dem Kunststoff freigesetzt werden.

Während die aus Kabelummantelungen gegebenenfalls freigesetzten PAK die Innenraumluft belasten und damit über die Atmung aufgenommen werden können, ist bei Werkzeuggriffen überwiegend von einer dermalen Exposition auszugehen. Da valide Messdaten zur Exposition unter Anwendungsbedingungen fehlen, kann das BfR nur eine Schätzung vornehmen, die nicht alle Stoffe und alle Risiken durch PAK in verbrauchernahen Produkten abdeckt. Basierend auf den gemessenen Gehalten werden für beide Expositionspfade die folgenden „worst case“ Schätzungen für BaP als Leitsubstanz vorgenommen:

Unter der Annahme, dass aus der Ummantelung eines Gerätekabels mit einer Mantelmasse von 100 g und einem Gehalt von 142 mg BaP pro kg innerhalb von 24 Stunden 0,01 % BaP an die Innenraumluft abgegeben werden (Volumen eines Zimmers 50 m<sup>3</sup>) und die Luftwechselrate 0,5 Stunde beträgt, wird eine Innenraumluftkonzentration von 0,59 ng/m<sup>3</sup> BaP erreicht. Dies führt bei einem Erwachsenen zu einer zusätzlichen Aufnahme von 5,9 ng BaP entsprechend 0,1 ng/kg Körpergewicht (Aufenthalt über 24 h, Atemvolumen 10 m<sup>3</sup>, Körpergewicht 60 kg).

Nimmt man bei der Expositionsabschätzung für Werkzeuggriffe (Griffgewicht 200 g, Gehalt von 87 mg BaP pro kg) an, dass bei Hautkontakt innerhalb von einer Stunde 1 % des im Kunststoff enthaltenen BaP migriert<sup>1</sup>, ergibt sich pro einstündiger Anwendung eine externe Exposition von 174 µg BaP. Die Daten zur Hautpenetration von BaP und PAK differieren je nach Spezies, Individuum, Untersuchungsart (in vivo, in vitro, Auftragsstelle) und Matrix beträchtlich. Legt man eine Penetrationsrate von 10 % zugrunde, ergibt sich für einen Erwachsenen mit einem Körpergewicht von 60 kg eine interne Exposition von 17,4 µg bzw. 0,29 µg/kg Körpergewicht und Benutzung.

Die Sektion Toxikologie der Deutschen Gesellschaft für experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie (DGPT) schätzt die tägliche Aufnahme von BaP (als Referenzverbindung für PAK-Gemische) wie folgt ein [2]: Aufnahme mit der Atemluft 1 bis 100 ng (Außenluft) und 5 bis 450 ng (Innenraumluft), mit der Nahrung 200 bis 500 ng sowie durch

---

<sup>1</sup> Die Annahmen für den Übergang auf die Haut berücksichtigen folgende experimentelle Ergebnisse: Die Stiftung Warentest hat Untersuchungen zur Migration von PAK in Isooctan als Fettsimulanz vorgenommen. Für einen Fenstergriff mit einem PAK-Gehalt von 10.707 mg/kg wurden in der Summe für alle PAK Werte zwischen 89.924 µg/dm<sup>2</sup> und 131.014 µg/dm<sup>2</sup>, für die Einzelverbindung BaP Werte zwischen 4.673 µg/dm<sup>2</sup> und 7.417 µg/dm<sup>2</sup> in Abhängigkeit von Temperatur (20°C, 37°C) und Extraktionsdauer (20 bzw. 120 Minuten) ermittelt. Nimmt man für den Griff eine Masse von 100 g und eine Oberfläche von 1 dm<sup>2</sup> an, bedeutet dies, dass maximal ca. 12 % der PAK unter den Versuchsbedingungen migriert sind. Bei der Verwendung von Wasser als Extraktionsmittel verringert sich die Summe der maximal migrierten PAK auf 33,97 µg/dm<sup>2</sup> bzw. ca. 0,003 %. Beide Extraktionsmedien lassen jedoch nur bedingt eine Übertragung auf die Haut zu. Bei Untersuchungen des TÜV zum Übergang von PAK aus einem Werkzeuggriff auf einen mit Schweißsimulanz behandelten Latexhandschuh fanden sich 1,3 % des Gesamtgehaltes sowie 0,7 % des BaP-Gehaltes im Handschuh wieder. Für die Expositionsabschätzung geht das BfR im Rahmen einer worst-case Schätzung von einer Migration von 1 % aus.

Tabakrauchen 400 ng. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) nennt eine durchschnittliche tägliche Aufnahme für die allgemeine Bevölkerung von 0,001-0,005 µg/kg Körpergewicht [3], das Scientific Committee on Food (SCF) eine maximale tägliche Aufnahme von 0,42 µg/Person, was in etwa 0,006 µg/kg Körpergewicht entspricht [4].

Die zusätzliche Exposition gegenüber BaP aus Werkzeuggriffen kann unter ungünstigen Bedingungen für eine einstündige Benutzung also durchaus höher sein als die Menge, die ein Erwachsener täglich mit der Nahrung aufnimmt. Es muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass eine derartige Exposition über Werkzeuggriffe bei Verbrauchern nicht täglich erfolgt und die Mengen, die auf die Haut übergehen, während der Gebrauchsdauer des Werkzeuges abnehmen. Die inhalative Aufnahme dürfte, insbesondere für schwerflüchtige PAK, eine eher untergeordnete Rolle spielen. Leicht flüchtige PAK würden jedoch zu einer höheren Innenraumlufbelastung führen.

## 5 Gefährdungspotenzial und Risikocharakterisierung

Vertreter aus der Gruppe der PAK weisen kanzerogene Eigenschaften auf. Daher wurden Teer und Teeröle (Pyrolyseprodukte aus organischem Material) von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) als krebserzeugend in die Kategorie 1 eingestuft (die Kategorie enthält Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen und bei denen davon auszugehen ist, dass sie einen nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko leisten). Einige PAK, darunter auch BaP, können Hauttumoren induzieren. BaP ist außerdem als erbgutverändernd für den Menschen (EU-Kategorie M2) sowie beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen (EU-Kategorie RE2) eingestuft. PAK besitzen ferner ein hohes Potenzial, über die Haut aufgenommen zu werden (MAK-Markierung H) [5].

PAK in verbrauchernahen Produkten sind derzeit gesetzlich weitgehend unregelt. Gemäß dem Gesetz zur Neuordnung der Sicherheit von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten müssen Produkte den vorgesehenen Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit entsprechen und dürfen die Gesundheit von Verwendern und Dritten bei bestimmungsgemäßer Verwendung oder vorhersehbarer Fehlanwendung nicht gefährden, wenn sie in den Verkehr gebracht werden. Für Bedarfsgegenstände ist es gemäß § 30 des Lebens- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) verboten, diese derart herzustellen oder zu behandeln, dass sie bei bestimmungsgemäßem oder vorhersehbarem Gebrauch geeignet sind, die Gesundheit durch ihre stoffliche Zusammensetzung, insbesondere durch toxikologisch wirksame Stoffe oder durch Verunreinigungen, zu schädigen. Es ist ferner verboten, derartige Bedarfsgegenstände in den Verkehr zu bringen.

Stoffspezifische Regelungen für Teeröle oder PAK in Bedarfsgegenständen oder Produkten existieren nicht. Die Chemikalienverbotsverordnung sieht ein Anwendungsverbot für Teeröle in Holzschutzmitteln und Erzeugnissen aus Holz und Holzwerkstoffen vor, sofern diese nicht ausschließlich gewerblich oder industriell genutzt werden. Ferner dürfen Weichmacheröle nicht für die Herstellung von Reifen oder Reifenbestandteilen in den Verkehr gebracht und verwendet werden, wenn sie mehr als 1 mg BaP pro kg enthalten oder der Gehalt aller aufgeführten PAK zusammen mehr als 10 mg/kg beträgt (Richtlinie 2005/69/EG). Die Aromenverordnung enthält einen Grenzwert für BaP von 1 µg pro kg geräuchertem Fleischerzeugnis. Höchstmengen in verschiedenen Lebensmitteln liegen bei 1 bis 10 µg pro kg Feuchtgewicht (Richtlinie EC 208/2005).

An Arbeitsplätzen gelten Technische Richtkonzentrationen (TRK) von 0,002 mg BaP/m<sup>3</sup> Raumluft bzw. 0,005 mg BaP/m<sup>3</sup> Raumluft bei der Strangpechherstellung. Zubereitungen gelten gemäß Gefahrstoffverordnung als krebserzeugend, wenn ihr Anteil an BaP 0,0005

Gew% (5 ppm) erreicht oder überschreitet. Weiterhin gelten PAK nach dem UN/ECE-Protokoll von 1998 [6] als persistente organische Verbindungen (POP) und unterliegen somit der Verpflichtung zur Reduzierung der jährlichen Emissionsmengen.

## 6 Bewertung und Maßnahmen

Die dem BfR übermittelten Messdaten belegen, dass die angestrebten Orientierungswerte für Gehalte an PAK in Werkzeuggriffen und Kabelummantelungen eingehalten werden können. PAK können darüber hinaus in weiteren verbrauchernahen Produkten und Bedarfsgegenständen vorkommen. Auch für diese sollten die Gehalte nach dem Stand der Technik minimiert werden. Dabei wäre zu prüfen, ob die für Werkzeuggriffe und Kabelummantelungen vorgeschlagenen Orientierungswerte übernommen werden können, oder ob für bestimmte Produkte bzw. Produktgruppen gegebenenfalls höhere oder niedrigere Werte vereinbart werden müssen. Die Orientierungswerte sollten generell regelmäßig dem Stand der Technik angepasst werden.

Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit stoffbezogene Anforderungen an Produkte bezüglich der gesundheitlichen Unbedenklichkeit ergänzend im Rahmen von Normen oder auch durch BfR-Empfehlungen formuliert werden können.

## 7 Referenzen

- [1] Stiftung Warentest 2005: online vom 1.7.2005 und vom 17.8.2005
- [2] DGPT 2000: Stellungnahme der Sektion Toxikologie der Deutschen Gesellschaft für experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie (DGPT) zur möglichen Gesundheitsgefährdung durch erhöhte Konzentrationen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) im Trinkwasser
- [3] WHO 1998: Selected Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; Environmental Health Criteria 202
- [4] European Commission 2002: Scientific Committee on Food, Opinion on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food
- [5] Deutsche Forschungsgemeinschaft 2004: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitstoffe, MAK- und BAT-Werte-Liste 2004
- [6] UN/ECE-Protokoll 1998: SCADPlus. Protokoll von 1998 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend persistente organische Schadstoffe