

# **Ausschuss für Produktsicherheit (AfPS)**

## **GS-Spezifikation**

### **Prüfung und Bewertung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der Zuerkennung des GS-Zeichens**

**- Spezifikation gemäß § 21 Abs. 1 Nr. 3 ProdSG -**

AfPS GS 2019:01 PAK

Stand: 10. April 2020

Geschäftsführung:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

---

Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25

44149 Dortmund

Telefon: 02 31/90 71-0

Telefax: 02 31/90 71-23 64

## Inhalt

Vorbemerkung .....	3
1 Zweck.....	3
2 Grundlagen .....	3
3 Verfahren .....	3
3.1 Risikobeurteilung .....	4
3.2 Kategorisierung.....	4
3.3 Prüfung und Bewertung .....	6
4 Übergangsregelungen/-fristen .....	6
4.1 GS-Zeichen-Zertifikate, Ausstellungsdatum ab 1. Juli 2020 .....	6
4.2 GS-Zeichen-Zertifikate, ausgestellt vor dem 1. Juli 2020 .....	6
Anlage Prüfanweisung .....	7
1 Ziel und Zweck.....	7
2 Verfahren .....	7
2.1 Kurzbeschreibung .....	7
2.2 Geräte .....	7
2.3 Chemikalien und Lösungen .....	8
3 Vorbereitung und Durchführung.....	8
3.1 Probenaufarbeitung .....	8
3.2 Messverfahren .....	9
3.3 Besonderheiten.....	10
Anhang: Gaschromatographische Messbedingungen (informativ) .....	11

# **Prüfung und Bewertung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der GS-Zeichen-Zuerkennung**

## **Vorbemerkung**

Der Ausschuss für Produktsicherheit (AfPS) hat am 4. August 2014 die Anforderungen für die Prüfung auf PAK im Rahmen der GS-Zeichen-Zuerkennung als Spezifikation nach § 21 Abs. 1 Nr. 3 Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) ermittelt. Die Anforderungen wurden am 15. Mai 2019 überprüft und überarbeitet. Die GS - Spezifikation AfPS GS 2014:01 PAK wird durch dieses Dokument ersetzt. Die Umsetzung erfolgt mittels dieses PAK-Dokuments.

## **1. Zweck**

Ein GS-Zeichen darf nur zuerkannt werden, wenn die Voraussetzungen des § 21 Abs. 1 ProdSG erfüllt werden. Insbesondere müssen GS-zertifizierte Produkte, d.h. das geprüfte Baumuster i.S.v. § 21 Abs. 1 Satz 1 ProdSG, den Anforderungen nach § 3 ProdSG und im Fall von Verbraucherprodukten zusätzlich den Anforderungen nach § 6 ProdSG entsprechen.

Auf Grund der Generalklauseln (insbesondere § 3 Abs. 1 Nr. 2 und § 3 Abs. 2 Satz 1 ProdSG) ist die GS-Stelle verpflichtet, im Rahmen einer Risikobeurteilung des Produktes bekannte gesundheitlichen Gefährdungen zu ermitteln und zu bewerten. Dabei muss sie neben dem ProdSG auch andere anwendbare Rechtsvorschriften wie z. B. die Chemikalien Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) oder die §§ 30, 31 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) bzw. die REACH-Verordnung (EG) 1907/2006, insbesondere Anhang XVII, berücksichtigen.

Mit dem vorliegenden Dokument und insbesondere der Prüfanweisung (Anlage) wird diese Anforderung hinsichtlich des Gehaltes an PAK in Produkten konkretisiert. Zudem ist die Prüfmethodik für die Bewertung durch GS-Stellen harmonisiert.

## **2. Grundlagen**

Die Hauptursachen für PAK-Kontaminationen in Materialien sind die Verwendung von:

- PAK-kontaminierten Weichmacherölen in Gummi und flexiblen Kunststoffen (Weichkunststoffen)
- PAK-kontaminiertem Ruß als Schwarzpigment in Gummi, Kunststoffen und Lacken
- kohlenwasserstoffhaltigen Lösemitteln (z.B. Solvent Naphtha).

PAK-Kontaminationen waren bisher nicht nur in Gummi, sondern auch in verschiedenen Kunststoffarten, wie z. B. ABS, PP und in verschiedenen Kunstfasern, Naturlatex, Lacken sowie in mit Naphthalin behandelten Materialien enthalten.

## **3. Verfahren**

Folgende Schritte sind von der GS-Stelle sowohl bei neuen GS-Zeichen-Zuerkennungsverfahren

ren als auch im Rahmen der Überwachung bestehender GS-Zeichen-Zertifikate zu berücksichtigen:

1. Risikobeurteilung
2. Kategorisierung
3. Prüfung und Bewertung

### **3.1 Risikobeurteilung**

Die GS-Stelle muss eine Risikobeurteilung durchführen und dabei festlegen, welche relevanten Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen des Produkts für eine Prüfung in Betracht kommen und welche nicht, sowie dies dokumentieren (dies bedeutet, dass die GS-Stelle zunächst festlegen muss, auf welche Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen die Anforderungen des PAK-Dokuments anzuwenden sind (Festlegung der PAK-Relevanz)). Die Risikobeurteilung kann gegebenenfalls entfallen, wenn durch den jeweiligen Erfahrungsaustauschkreis (EK) bereits eine Vorgehensweise für das Produkt bzw. die Produktgruppe hinsichtlich der zu prüfenden Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen festgelegt worden ist. Der Verweis auf die EK-Festlegung ist entsprechend zu dokumentieren.

Unzugängliche oder ausschließlich unter Einsatz von Werkzeug zugängliche Materialien müssen nicht beurteilt werden, mit Ausnahme von geruchlich auffälligen Proben. Komponenten, die bei einfachen Wartungs- oder Erweiterungsarbeiten durch den Anwender nur selten und nur kurzzeitig zugänglich sind, müssen nicht berücksichtigt werden.

Grundsätzlich sind alle Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen zu berücksichtigen, die bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung (jedoch nicht bei Missbrauch) direkten Hautkontakt haben oder die dazu bestimmt sind, in den Mund genommen zu werden (bei Letzterem unabhängig von der Zugänglichkeit).<sup>1</sup>

### **3.2 Kategorisierung**

Je nach Ergebnis der Risikobeurteilung sind die entsprechenden Produktteile anschließend zu kategorisieren (siehe Tabelle 1) und auf den tatsächlichen Gehalt an PAK gemäß der u. g. Analysemethode zu untersuchen. Bereits vorliegende Prüfberichte können berücksichtigt werden, sofern der ZEK-Grundsatzbeschluss ZEK-GB-2012-01 rev.1 und die Anforderungen dieses PAK-Dokuments eingehalten werden. Die Kategorisierung kann entfallen, wenn durch den jeweiligen Erfahrungsaustauschkreis für ein Produkt bzw. eine Produktgruppe bereits eine Kategorisierung der Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen festgelegt worden ist.

Die einzuhaltenden Höchstgehalte für PAK in Materialien von Produkten sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Die Vorschriften dieses Dokuments hinsichtlich des PAK-Gehalts gelten nicht, soweit in anderen Rechtsvorschriften entsprechende oder weitergehende Anforderungen an den PAK-Gehalt vor-

---

<sup>1</sup> Um ein einheitliches und angemessenes Vorgehen bei der GS-Zeichen-Zuerkennung zu gewährleisten, sollten aber nicht generell alle frei zugänglichen Flächen untersucht werden. Intention des Dokuments ist es, dass tatsächlich nur relevante Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen betrachtet werden. Es ist nicht zielführend, „zur Sicherheit“ alle Produktteile oder -flächen zu prüfen.

gesehen sind. Dies gilt nur für das Material oder Bauteil bzw. die Baugruppe und nicht für das gesamte Produkt. Materialien und Teile des Produkts, die von anderen Rechtsvorschriften nicht erfasst werden, sind im Rahmen des GS-Zeichen-Zuerkennungsverfahrens entsprechend den Vorgaben des PAK-Dokuments zu bewerten.<sup>2</sup>

Es muss sichergestellt sein, dass die Bestimmungsgrenze von 0,2 mg/kg für jede PAK-Einzelkomponente mit dem Prüfverfahren tatsächlich erreicht werden kann.

Es sind dabei die Verfahrens- und Matrixeinflüsse, aber auch die Messunsicherheit, die Effizienz der Extraktion und Verluste bei der Aufreinigung zu betrachten.

In der Summe der 15 PAK werden nur die PAK-Komponenten berücksichtigt, die im Material ab 0,2 mg/kg quantifiziert wurden.

**Tabelle 1:** Einzuhaltende Höchst-PAK-Gehalte für Materialien von relevanten Kontakt-/Griff- und Betätigungsflächen, die auf Grund der Ergebnisse der Risikobeurteilung zu kategorisieren sind.

Parameter	Kategorie 1	Kategorie 2		Kategorie 3	
	Materialien, die dazu bestimmt sind, in den Mund genommen zu werden, oder Materialien mit längerfristigem Hautkontakt (länger als 30s) bei bestimmungsgemäßer Verwendung - in Spielzeug nach RL 2009/48/EG oder - für die Verwendung durch Kinder <sup>a,b</sup> bis zu drei Jahren	Materialien, die nicht in Kat. 1 fallen, mit längerfristigem Hautkontakt (länger als 30s) oder wiederholtem kurzfristigem Hautkontakt <sup>c</sup> bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung <sup>d</sup>		Materialien, die nicht in Kat. 1 oder 2 fallen, mit kurzfristigem Hautkontakt (bis zu 30 s) bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung	
		a. Verwendung durch Kinder	b. Sonstige Verbraucherprodukte	a. Verwendung durch Kinder	b. Sonstige Verbraucherprodukte
<b>Benzo[a]pyren</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Benzo[e]pyren</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1

<sup>2</sup> Beispiel: innenliegende, berührbare wasserführende Teile in Kaffeemaschinen, die in Kontakt mit Lebensmitteln (z. B. Wasser, etc.) stehen, unterliegen der Rechtsvorschrift LFGB und sind somit von der Anwendung des PAK-Dokuments ausgenommen. Griffflächen der Kaffeemaschine müssen jedoch weiterhin nach den Anforderungen des PAK-Dokuments bewertet werden.

<sup>a</sup> Juristisch definiert wird als „Kind“ eine Person vor Vollendung des 14. Lebensjahres.

<sup>b</sup> Verwendung durch Kinder schließt sowohl aktiven als auch passiven Direktkontakt durch Kinder ein.

<sup>c</sup> Formulierung „wiederholter kurzfristiger Hautkontakt“ aus REACH Anhang XVII Nr. 50 Ergänzung (VERORDNUNG (EU) Nr. 1272/2013)

<sup>d</sup> Gemäß Begriffsbestimmungen des ProdSG (Abschnitt 1 § 2 Nr. 28) ist vorhersehbare Verwendung die Verwendung eines Produkts in einer Weise, die von derjenigen Person, die es in den Verkehr bringt, nicht vorgesehen, jedoch nach vernünftigem Ermessen vorhersehbar ist.

<b>Benzo[a]anthracen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Benzo[b]fluoranthen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Benzo[j]fluoranthen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Benzo[k]fluoranthen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Chrysen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Dibenzo[a,h]anthracen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Benzo[ghi]perylen</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Indeno[1,2,3-cd]pyren</b> mg/kg	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 1
<b>Phenanthren, Pyren, Anthracen, Fluoran-then</b> mg/kg	< 1 Summe	< 5 Summe	< 10 Summe	< 20 Summe	< 50 Summe
<b>Naphthalin</b> mg/kg	< 1	< 2		< 10	
<b>Summe 15 PAK</b>	< 1	< 5	< 10	< 20	< 50

### 3.3 Prüfung und Bewertung

Die Schritte Probenvorbereitung, Extraktion der PAK, Aufreinigung des Extrakts, Identifizierung und Quantifizierung sind in der beigefügten Prüfanweisung beschrieben und müssen von allen durchführenden Prüflaboratorien gleichermaßen angewendet werden.

Die GS-Stelle bewertet das Prüfergebnis und entscheidet, ob das GS-Zeichen unter Einhaltung der sonstigen Anforderungen zuerkannt werden kann.

## 4. Übergangsregelungen/-fristen

Bei der Zuerkennung des GS-Zeichens bei Produkten ist dieses Dokument ab dem 1. Juli 2020 (Ausstellungsdatum des GS-Zeichen-Zertifikates) verbindlich anzuwenden.

Das Dokument AfPS GS 2014:01 PAK verliert nach dem 30. Juni 2020 seine Gültigkeit.

### 4.1. GS-Zeichen-Zertifikate, Ausstellungsdatum ab 1. Juli 2020

Verbindliche Anwendung dieser GS-Spezifikation ab 1. Juli 2020 (inkl. laufender Verfahren, die nach dem 1. Juli 2020 abgeschlossen werden).

### 4.2 GS-Zeichen-Zertifikate, ausgestellt vor dem 1. Juli 2020

Bestehende GS-Zeichen-Zertifikate behalten ihre Gültigkeit.

## **Anlage Prüfanweisung**

### **Harmonisierte Methode zur Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Polymeren**

#### **1 Ziel und Zweck**

Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Polymerenproben.

#### **2 Verfahren**

##### **2.1 Kurzbeschreibung**

###### **2.1.1 Standardverfahren**

Aus dem Material wird eine repräsentative Teilprobe entnommen und mittels Schere, Seitenschneider, etc. in maximal 2 - 3 mm große Stücke zerkleinert. Davon werden 500 mg eingewogen und mit 20 ml Toluol, versetzt mit internem Standard, 1 h bei 60 °C im Ultraschallbad extrahiert. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wird aus dem Extrakt ein Aliquot entnommen. Bei Polymeren (z. B. Kunststoffe oder Gummiprodukte), bei denen während der Untersuchung Matrixprobleme auftreten, wird zusätzlich ein säulenchromatographischer Aufreinigungsschritt durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgt am Gaschromatographen mit massenspezifischem Detektor (GC-MSD) im SIM-Verfahren.

###### **2.1.2 Verfahren bei Mindermengen**

Sollte die Gesamtmasse des zu untersuchenden Materials 500 mg unterschreiten, gilt Folgendes: Identische Materialien des Produkts können vereint und als eine Probe betrachtet werden. Zusätzliche Produktmuster dürfen jedoch nicht verwendet werden.

Ist für einzelne Proben weniger als 50 mg Material verfügbar, werden diese nicht geprüft.

Beträgt die verfügbare Masse des zerkleinerten Materials nur zwischen 50 mg und 500 mg, dann ist die Probe nach 2.1.1 zu prüfen, und die Toluolmenge ist proportional umzurechnen bzw. anzupassen. Die tatsächliche Masse der Probe ist entsprechend im Prüfbericht aufzuführen.

#### **2.2 Geräte**

- Ultraschallbad: Mindest-Leistung 200 W bei einer Badfläche von 706 cm<sup>2</sup> entspricht 0,28 W/cm<sup>2</sup> ohne Korb mit internem oder externem Thermostat
- Gaschromatograph mit massenselektivem Detektor

## 2.3 Chemikalien und Lösungen

### 2.3.1 Chemikalien

- Toluol
- Interne Standards
  - Standard 1: Naphthalin-d8
  - Standard 2: Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
  - Standard 3: Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol

Es sind mindestens drei interne Standards zu verwenden, welche dem Extraktionsmittel Toluol zugesetzt werden.

- Externer Standard: 15 PAK-Substanzen gemäß Tabelle 1 bzw. Ausführungen unter Nr. 3.2, als Mix oder einzeln
- Petrolether
- Kieselgel
- Natriumsulfat

### 2.3.2 Kalibrierlösungen

Die Konzentrationen der Kalibrierlösungen sind so zu wählen, dass mit einer 3-Punktkalibrierung ein Arbeitsbereich bei den Proben von 0,1 bis 10 mg/kg abgedeckt ist. Dies entspricht einem Konzentrationsbereich bei den Kalibrierlösungen von 2,5 ng/ml bis 250 ng/ml.

## 3 Vorbereitung und Durchführung

### 3.1 Probenaufarbeitung

Aus dem Material wird eine repräsentative Teilprobe entnommen. Die Abmessungen der Teilchen, die aus der zu untersuchenden Probe durch Zerkleinerung (Scheren, Seitenschneider, Zangen etc.) erzeugt werden, sollen max. 2 - 3 mm betragen.

#### 3.1.1 Extraktion

500 mg Probe werden im Bördelglas mit 20 ml Toluol, welchem bereits die internen Standards zugesetzt sind, versetzt und 1 h im Ultraschallbad bei durchgehenden 60 °C extrahiert. Hierzu werden die Bördelgläser ohne Verwendung eines Korbes in das Ultraschallbad hineingestellt oder -gehängt. Anschließend werden die Bördelgläser herausgenommen und ein Aliquot des Extrakts nach Abkühlung auf Raumtemperatur und kurzem Aufschütteln entnommen und direkt oder nach Verdünnung mit Toluol gemessen.

#### 3.1.2 Säulenchromatographischer Extraktreinigungsschritt

Bei einigen Polymeren (z. B. Kunststoff- oder Gummiprodukte), insbesondere solchen, die unter den beschriebenen Extraktionsbedingungen mit Toluol weitestgehend gelöst werden, ist eine Reinigung des Extrakts durch Kieselgel-Adsorptionschromatographie erforderlich.



Hierzu wird eine Clean-up Säule mit Hahnschliff (ca. 220 x 15 mm) mit Glaswolle, 4 g Kieselgel und 1 cm Natriumsulfat gefüllt.

Das Kieselgel ist zuvor durch Zugabe von 10 % Wasser zu desaktivieren (das Kieselgel wird im Glaskolben mit der entsprechenden Menge Wasser versetzt und anschließend 1 h am Rotationsverdampfer bei Normaldruck und Raumtemperatur homogenisiert. Das Kieselgel kann dann im verschlossenen Glaskolben bei Raumtemperatur gelagert werden).

Die Konditionierung der gepackten Säule erfolgt mit 10 ml Petrolether.

Danach wird der Toluolextraktaliquot im Rotationsverdampfer auf ca. 1 ml eingeeengt und auf die Säule gegeben. Der Spitzkolben wird mit ca. 20 ml Elutionsmittel ausgespült, was ebenfalls auf die Clean-up Säule überführt wird. Die Elution erfolgt mit 50 ml Petrolether. Das aufgefangene Petrolethereluat wird mit 1 ml Toluol versetzt und unter Stickstoffstrom (z. B. am TurboVap) mit Stickstoff auf ca. 1 ml eingeeengt. Anschließend wird mit Toluol auf ein definiertes Volumen aufgefüllt und der Extrakt dann mittels GC-MS analysiert.

### **3.2 Messverfahren**

Die anzuwendende Bestimmungsmethode ist die Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor im SIM-Modus.

Zu bestimmen sind die 15 PAK:

- Naphthalin
- Phenanthren
- Anthracen
- Fluoranthen
- Pyren
- Chrysen
- Benzo[a]anthracen
- Benzo[b]fluoranthen
- Benzo[k]fluoranthen
- Benzo[j]fluoranthen
- Benzo[a]pyren
- Benzo[e]pyren
- Indeno[1,2,3-cd]pyren
- Dibenzo[a,h]anthracen
- Benzo[g,h,i]perylen

#### **3.2.1 Gaschromatographische Messbedingungen**

Die Geräteparameter (Temperaturen, Säulen, Massenspuren) sind dem jeweiligen Labor freigestellt bzw. durch die Analyten festgelegt.

### 3.2.2 Auswertung

Interne Standards: Verwendung von mindestens drei internen Standards. Die internen Standards sowie die Korrekturbereiche sind für diese drei Standards wie folgt festgelegt:

#### Parameter Interne Standards mit empfohlener Bezugnahme

Naphthalin	Naphthalin-d8
Phenanthren	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Anthracen	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Fluoranthren	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Pyren	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Benzo[a]anthracen	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Chrysen	Pyren-d10 oder Anthracen-d10 oder Phenanthren-d10
Benzo[b]fluoranthren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Benzo[k]fluoranthren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Benzo[j]fluoranthren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Benzo[a]pyren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Benzo[e]pyren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Dibenzo[a,h]anthracen	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol
Benzo[g,h,i]perylen	Benzo[a]pyren-d12 oder Perylen-d12 oder Triphenylbenzol

- Externe Kalibrierung: Für jeden Einzel-PAK ist eine mindestens 3-Punkt-Kalibrierung mit Bezug auf die oben aufgeführte interne Standardisierung durchzuführen. Hierbei wird ein Arbeitsbereich von 0,1 bis 10 mg/kg empfohlen.
- Konzentrationen oberhalb des Kalibrierbereichs können durch Verdünnen des Extrakts bestimmt werden.

### 3.2.3 Bestimmungsgrenze

Es muss sichergestellt sein, dass die Bestimmungsgrenze von 0,2 mg/kg für jede PAK-Einzelkomponente mit dem Prüfverfahren tatsächlich erreicht werden kann.

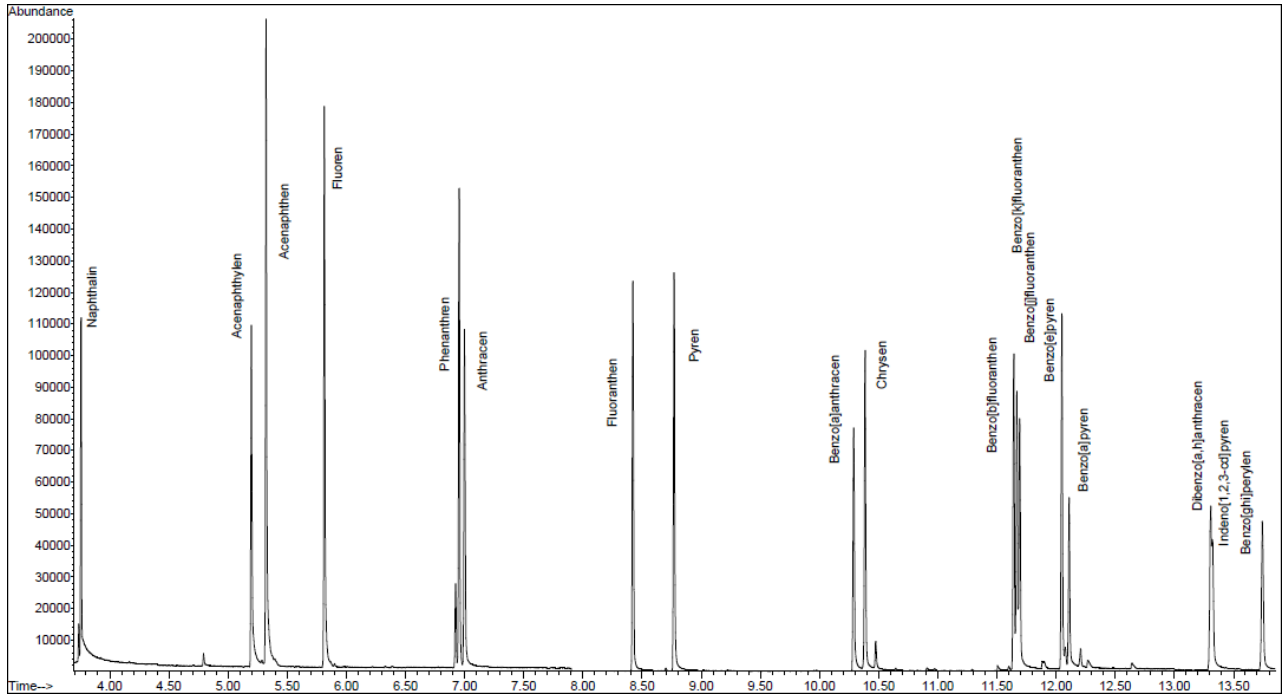
Es sind dabei die Verfahrens- und Matrixeinflüsse, aber auch die Messunsicherheit, die Effizienz der Extraktion und Verluste bei der Aufreinigung zu betrachten.

### 3.3 Besonderheiten

Auf Grund seiner relativen Flüchtigkeit gegenüber den anderen 14 PAK stellt Naphthalin einen schwierig zu beurteilenden Parameter bei hautnahen Produkten dar. Erfahrungen der Prüfinstitute zeigen, dass sowohl Abreicherungen von Naphthalin aus Materialien als auch Sekundärkontamination feststellbar sind. Das erhaltene Naphthalinergebnis gibt daher immer nur die momentane Situation des Prüfstücks zum Zeitpunkt der Messung wieder.

## Anhang: Gaschromatographische Messbedingungen (informativ)

Injizierte Menge: 1µl, pulsed splitless  
 Säule: Rxi-PAH, 40m, ID0.18 mm, Filmdicke 0.07µm  
 Trägergas: H<sub>2</sub>  
 Injektortemperatur: 290°C  
 Transferlinietemperatur: 340°C  
 Initialtemperatur: 90° C → 0.7 min.  
 Heizraten: 15°/min. → 120° C  
 40°/min. → 170° C  
 20°/min. → 340° C → 2.75 min.



Retention time (min.)	Substance	CAS RN
3.70	Naphthalene	91-20-3
6.95	Phenanthrene	85-01-8
7.00	Anthracene	120-12-7
8.45	Fluoranthene	206-44-0
8.80	Pyrene	129-00-0
10.30	Benzo[a]anthracene	56-55-3
10.40	Chrysene	218-01-9
11.62	Benzo[b]fluoranthene	205-99-2
11.66	Benzo[k]fluoranthene	207-08-9
11.70	Benzo[j]fluoranthene	205-82-3
12.05	Benzo[e]pyrene	192-97-2
12.15	Benzo[a]pyrene	50-32-8
13.35	Dibenzo[a,h]anthracene	53-70-3
13.40	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5
13.85	Benzo[g,h,i]perylene	191-24-2