



Justus-Liebig-Universität  
Gießen

# UNIVERSITÄTSKLINIKUM GIESSEN UND MARBURG GMBH



Philipps-Universität  
Marburg

Arbeits- und Sozialmedizin, Aulweg 129/III, D-35392 Gießen

## **Institut und Poliklinik Für Arbeits- und Sozialmedizin**

Kommissarischer Leiter: Priv.-Doz. Dr. J. Schneider

Aulweg 129/III  
35392 Gießen

### **Toxikologische Analytik:**

Priv.-Doz. Dr. Dr. Udo Knecht  
Tel.: (0641) 99-41320; Fax: (0641) 99-41309  
e-mail: Udo.Knecht@arbmed.med.uni-giessen.de

## **PAH-Massegehalt und zum temperaturabhängigen Emissionsverhalten von Trinidad-Epure` unter standardisierten Bedingungen.**

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen sollen Aussagen zu dem Anteil von polycyclischen aromatischen Verbindungen (PAH) in Trinidad-Epure` machen und das Emissionsverhalten dieses Naturasphalts bei vorgegebenen Temperaturen beschreiben. Dazu wurde eine Materialprobe dieses Asphalts von der Fa. C. Ungewitter TRINIDAT LAKE ASPHALT GmbH, Bremen zur Verfügung gestellt.

Die Vorgehensweise des Versuchsablaufs orientierte sich dabei detailliert an bereits früher mit handelsüblichen Bitumensorten vorgenommenen Untersuchungen\*, sodass eine Komparabilität der erhaltenen Ergebnisse gewährleistet werden kann.

### Ergebnisse der Material-Untersuchungen

Bei der Aufarbeitung des Trinidad Asphalts zur quantitativen chemischen Analyse auf PAH mittels einer jeweils 12-stündigen Soxhlet-Extraktion mit Cyclohexan und Toluol konnte ein nicht-extrahierbarer Anteil ermittelt werden. Aus 5 Versuchsserien resultierte ein durchschnittlicher Rückstand von

$$\bar{X} \pm s = 40,3 \pm 3,4 \%$$

---

\* Bezüglich einer ausführlichen Versuchsbeschreibung sei auf die Zeitschrift

*Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft* 59; Nr. 11/12, 429-434 (1999)

Dieser mittlere Wert wurde bei der PAH-Berechnung in der Materialprobe und den Emissionsversuchen zugrunde gelegt.

Die quantitative PAH-Bestimmung erfolgte anhand diverser interner deuterierter Standards mit der hochauflösenden Gaschromatographie und Massenspektrometrie bei einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/kg (= 0,01 ppm). Als interne Standards wurden u. a. deuteriertes Naphthalin, Benzo[k]fluoranthen und Dibenz[ah]anthracen eingesetzt.

Tabelle 1 zeigt die sich aus 3 Versuchsreihen ergebenden mittleren Massengehalte der einzelnen sowie aufsummierten PAH im extrahierbaren Anteil des Trinidad-Asphalts.

**Tab. 1:** In dem Cyclohexan / Toluol extrahierbaren Anteil einer Trinidad-Asphalt-Charge durch dreifach Messungen ermittelten PAH-Massengehalte.

Trinidad Epure`	PAH [mg/kg Trinidad-Naturasphalt ]			$\bar{X} \pm s$
	Probe 1	Probe 2	Probe 3	
Naphthalin	n. n.	n. n.	n. n.	
1-Benzothiophen	n. n.	n. n.	n. n.	
Acenaphthylen	n. n.	n. n.	n. n.	
Acenaphthen	n. n.	n. n.	n. n.	
Fluoren	n. n.	n. n.	n. n.	
Dibenzothiophen	n. n.	n. n.	n. n.	
Phenanthren	n. n.	n. n.	n. n.	
Anthracen	n. n.	n. n.	n. n.	
Fluoranthen	3,5	2,8	3,2	3,2 ± 0,4
Pyren	2,0	2,3	1,5	1,9 ± 0,4
Benzo[b]naphtho[2,1-d]- thiophen	n. n.	n. n.	n. n.	
Benz[a]anthracen	3,0	3,3	5,0	3,8 ± 1,1
Chrysen	9,3	8,7	8,0	8,7 ± 0,7
Benzo[b+k]fluoranthen	4,3	5,7	3,2	4,4 ± 1,3
Benzo[e]pyren	6,2	6,8	6,3	6,4 ± 0,3
Benzo[a]pyren	1,3	2,2	2,5	2,0 ± 0,6
Indeno[1,2,3-cd]pyren	4,2	2,8	3,2	3,4 ± 0,7
Dibenz[ah]anthracen	n. n.	n. n.	n. n.	
Benzo[ghi]perylen	n. n.	n. n.	n. n.	
<b>Σ PAH</b>	<b>33,8</b>	<b>34,6</b>	<b>32,9</b>	<b>33,8 ± 0,9</b>

### Ergebnisse der Emissionsmessungen

Unter Berücksichtigung des nicht extrahierbaren Anteils wurden für die Emissionsversuche jeweils 167 g des Naturasphalts eingesetzt und gemäß Vorgabe praxisorientierten Bearbeitungstemperaturen von 80, 180 und 250°C unterworfen. Bei jeder Temperatur erfolgten 3 Emissionsmessungen. Ermittelt wurden einerseits die dabei auftretenden Emissionen und zum anderen die darin nachweisbaren PAH-Komponenten. In der Tabelle 2 sind zunächst die auf eine Stunde normierten Emissionen aufgelistet.

Tab. 2: Unter praxisrelevanten Bearbeitungstemperaturen und standardisierten Bedingungen emittierte Anteile einer Probe von Trinidad-Naturasphalt Epure`.

Bearbeitungstemperatur [°C]	Emissionen [mg/h]		
	80	180	250
Trinidad-Asphalt	0,4 ± 0,3	42,6 ± 11,8	196,44 ± 34,9

Tabelle 3 sind die in den Aerosolen emittierten sowie die dampfförmig freigesetzten PAH-Verbindungen bei den unterschiedlichen Bearbeitungstemperaturen auf eine Stunde normiert sowie differenziert nach Filter-(gebundener Aerosolanteil) und Tenax-(adsorbierter dampfförmiger Anteil) Sammelphase zu entnehmen.

Tab. 3.

Temperatur [°C]	PAH-Emissionsrate [µg/h]					
	Trinidad-Naturasphalt					
	80		180		250	
	Filter	Tenax	Filter	Tenax	Filter	Tenax
Naphthalin	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
1-Benzothiophen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Acenaphthylen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Acenaphthen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Fluoren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Dibenzothiophen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Phenanthren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Anthracen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Fluoranthren	n. n.	n. n.	2,61 ± 1,52	0,22 ± 0,20	17,52 ± 3,63	2,79 ± 0,99
Pyren	n. n.	n. n.	2,34 ± 0,91	0,32 ± 0,12	13,97 ± 1,22	1,36 ± 0,83
Benzo[b]naphtho[2,1-d]thiophen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Benz[a]anthracen	n. n.	n. n.	0,97 ± 0,53	0,12 ± 0,13	10,32 ± 3,98	1,11 ± 0,56
Chrysen	n. n.	n. n.	2,32 ± 1,73	0,32 ± 0,22	11,98 ± 4,87	0,65 ± 0,41
Benzo[b+k]fluoranthren	n. n.	n. n.	0,34 ± 0,14	n. n.	6,98 ± 2,03	0,98 ± 0,33
Benzo[e]pyren	n. n.	n. n.	0,12 ± 0,03	n. n.	5,73 ± 1,22	0,31 ± 0,06
Benzo[a]pyren	n. n.	n. n.	0,09 ± 0,03	n. n.	3,68 ± 0,98	0,21 ± 0,09
Indeno[1,2,3-cd]pyren	n. n.	n. n.	0,48 ± 0,31	n. n.	1,76 ± 0,33	n. n.
Dibenz[ah]anthracen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Benzo[ghi]perylen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Σ PAH	n. n.	n. n.	9,27	0,98	71,94	7,41