

# PAK

= polyzyklische  
aromatische  
Kohlenwasserstoffe

Dipl.-Chem. Heiner Mokroß,  
Sachverständigenbüro Mokroß

15.5.2019

# Wo kommen PAK vor?

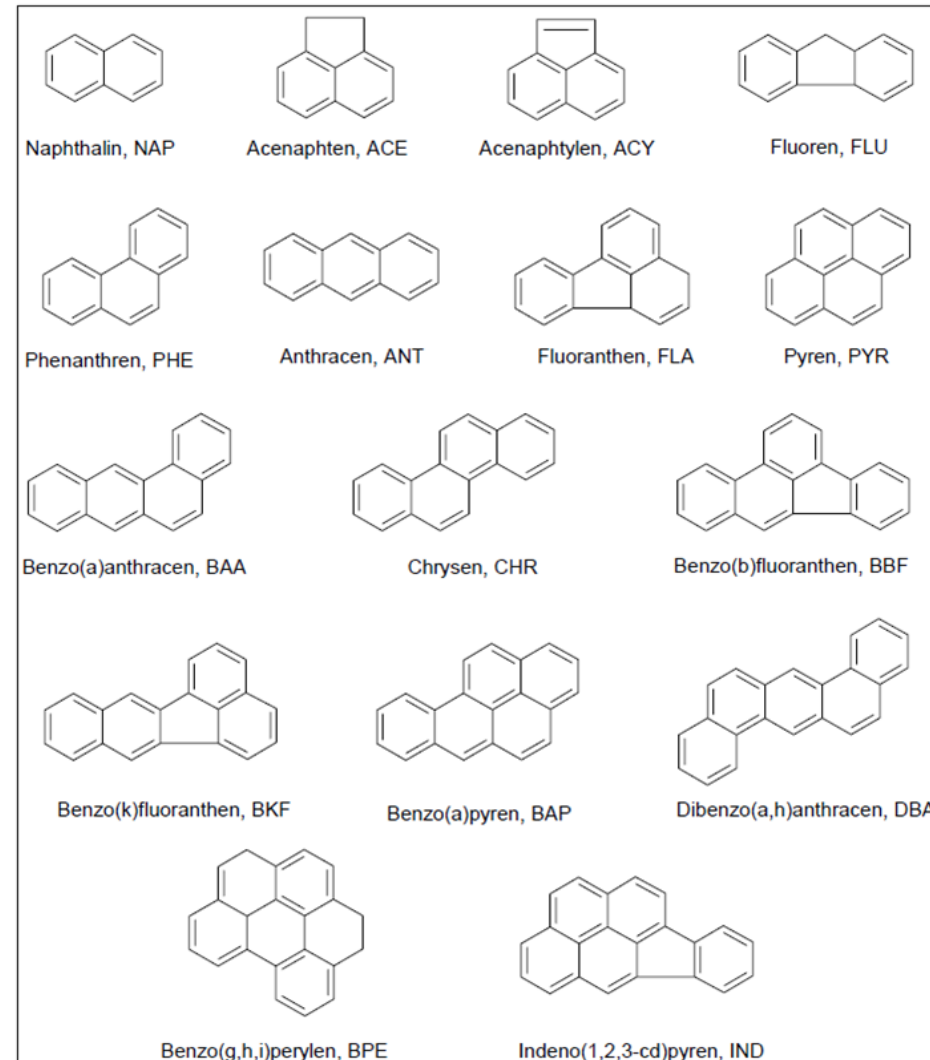
- ▶ PAK sind in Teerprodukten enthalten
- ▶ Teerprodukte sind im Baubereich vielfach eingesetzt worden:
  - Straßenbau
  - Bauwerksabdichtung
  - Holz- und Bautenschutz
  - **Klebstoffe für Parkett und Holzpflaster**u.v.m.
- ▶ PAK sind geruchsintensiv und gesundheitsschädlich (Krebsrisiko)
- ▶ PAK-Belastung möglich durch
  - Staub
  - Raumluft

# Was sind PAK?

## Kohlenwasserstoffe aus mindestens zwei miteinander verbundenen Benzolringen

(teilweise ersetzt durch Fünfring)

Stoffgruppe aus über hundert  
verschiedenen Einzelstoffen



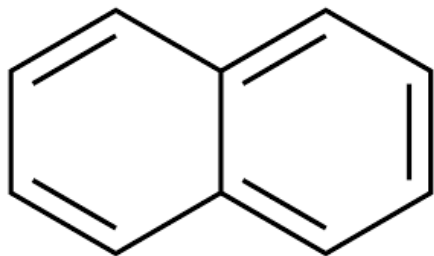
16 EPA-PAK, Liste der Priority Pollutants (1977)

# Unterteilung der PAK

## Niedermolekulare PAK

(2 oder 3 Ringe, bi- und trizyklisch):

überwiegend gasförmig,  
flüchtig (Raumluft)

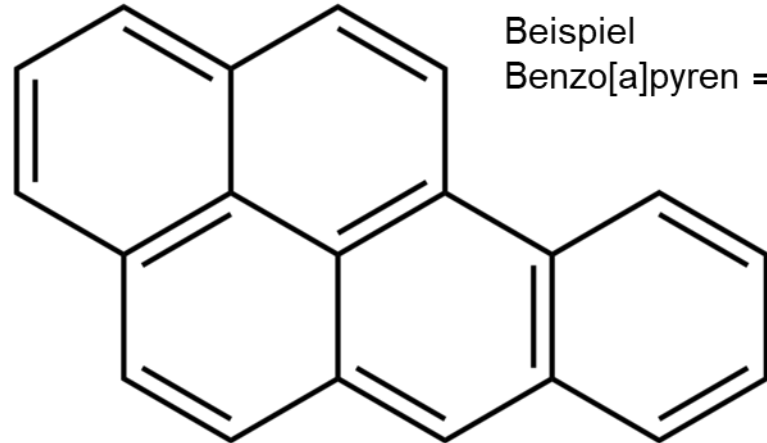


Beispiel Naphthalin

## Höhermolekulare PAK

(4 und mehr Ringe):

überwiegend partikelgebunden  
(Staub)



Beispiel  
Benzo[a]pyren = BaP

# PAK-Hinweise des DIBt

(DIBt-Mitteilungen 4/2000)

**„Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden“**

➤ **gesundheitliche Bewertung auf Grundlage Hausstaub (BaP-Gehalt)**

Verminderung der PAK-Belastung durch:

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

**Erfolgskontrolle:**

Nach ordnungsgemäßer Durchführung ... genügt eine ausreichende Reinigung des Raums.

**Messtechnische Kontrollen, z. B. Staubanalysen, sind nicht erforderlich.**

# Warum Messungen der flüchtigen PAK's?

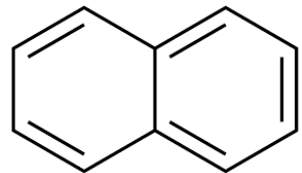
(für intakte, geschlossene Parkettoberflächen)

- Umfängliche gesundheitliche Bewertung auf Grundlage von Staubanalysen nicht möglich.
- staubdicht verbaute Teerprodukte können zu einer erheblichen PAK-Belastung der Innenraumlufte führen.
- **Überschreitungen von PAK-Richtwerten** für die Innenraumlufte sind auch dann möglich, wenn Staubanalysen gemäß PAK-Hinweisen keinen Handlungsbedarf anzeigen.
- **Eine belastbare Aussage ist nur über die Raumlufte messung von flüchtigen PAK's möglich → Richtwerte des AIR**

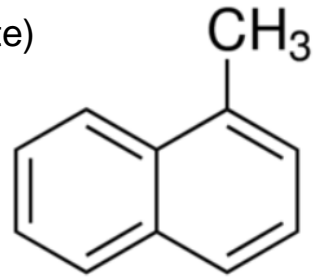
# Flüchtige PAK's

## Bicyclische PAK gemäß AIR

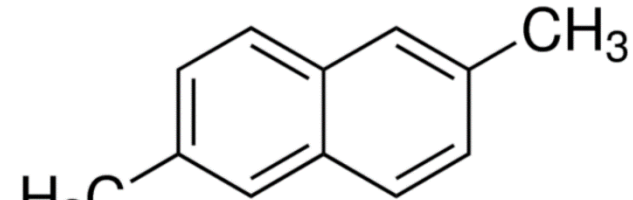
( = Ausschuss für Innenraumrichtwerte)



Naphthalin

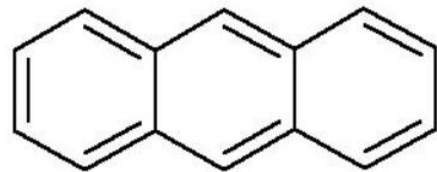


Methylnaphthalin/e

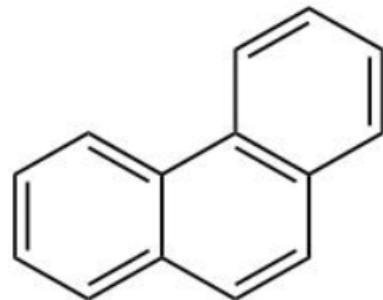


Dimethylnaphthalin/e

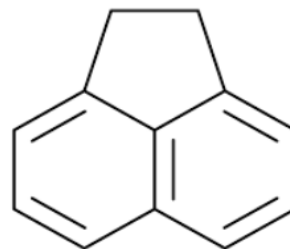
## Tricyclische PAK gemäß AIR



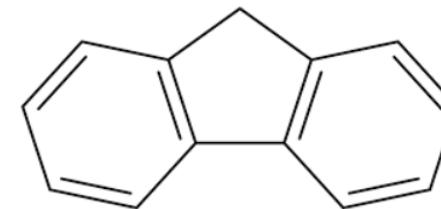
Anthracen



Phenanthren



Acenaphthen



Fluoren

# Richtwerte RW I und RW II des AIR für Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen in der Innenraumluf

Bundesgesundheitsbl 2013 · 56:1448–1459

Stoff / Stoffgruppe	RW I	RW II
Naphthalin	10 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>
Summe bityklische PAK	10 µg/m <sup>3</sup> *	30 µg/m <sup>3</sup> *
Summe bi- und trityklische PAK	10 µg/m <sup>3</sup> *	30 µg/m <sup>3</sup> *

**Geruchsschwellenwert  
Naphthalin: 2,3 µg/m<sup>3</sup> !**  
(Lisow et al., 2015)

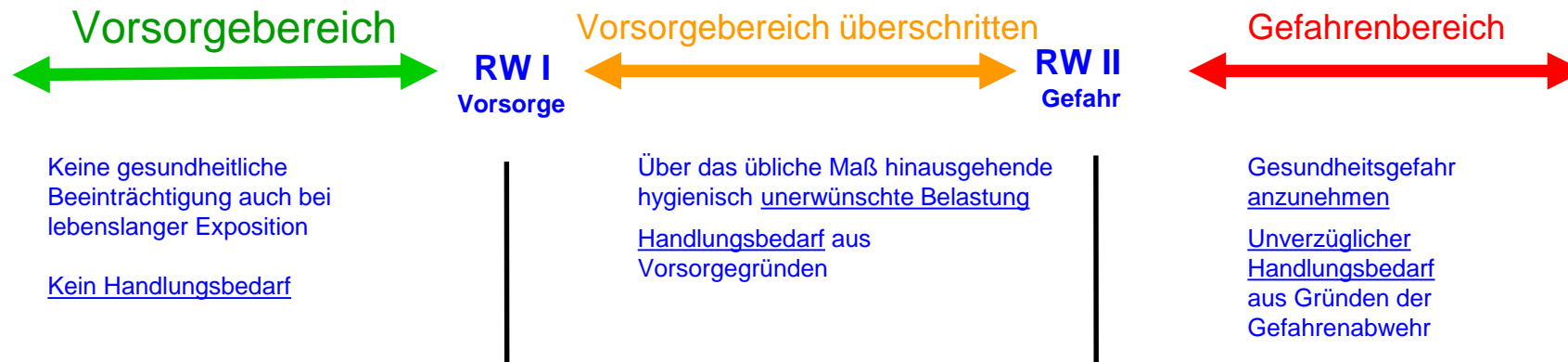
\* vorläufig

Hinweis: Angaben der Richtwerte in der Originalliteratur  
in mg/m<sup>3</sup> (RW I: 0,01 mg/m<sup>3</sup>, RW II: 0,03 mg/m<sup>3</sup>)



# Richtwerte RW I und RW II des AIR

(AIR: Ausschuss für Innenraumrichtwerte, früher Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA)



# Handreichung des AIR

„Zur Überprüfung der Über- oder Unterschreitung eines

Richtwertes hat gemäß dem Basisschema des AIR eine

**Kontrollmessung unter Nutzungsbedingungen**

**als Grundlage für die Veranlassung weiterer Maßnahmen**

**zu erfolgen.“**

„Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“,  
Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden,  
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2007, 50:990-1005, Springer Medizin Verlag

# Nutzungsbedingungen an Schulen

## Lüftung gemäß Empfehlungen des UBA

### Wie soll gelüftet werden?

Grundsätzlich durch Fensterlüftung. Dabei sind in den Unterrichtsräumen vor Unterrichtsbeginn und mindestens in jeder Pause (auch und gerade in den Fünfminutenpausen, in denen die Schüler in der Regel in der Klasse bleiben!) alle Fenster über die gesamte Pausenzeit weit zu öffnen (Stoßlüftung, Querlüftung). Eine Kipplüftung ist weitgehend wirkungslos, da durch sie kaum Luft ausgetauscht wird.

Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden  
UBA, 2008

# Raumluftmessung

gemäß VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1 und DIN EN ISO 16000-5

## standardisierte Lüftungsbedingungen

### ▶ Ausgleichsbedingungen

kompletter *Luftwechsel am Abend vor der Messung*

*Türen und Fenster vor der Messung mindestens 8 h verschlossen*



### ▶ Nutzungsbedingungen

Lüftung *vor Beginn der Messung*

während der Probenahmezeit *nach 45 min eine erneute Stosslüftung für jeweils 5 min*

(gemäß Empfehlung des UBA für Schulen)

# Ergebnisse von PAK-Raumluftmessungen GS An den Linden

Messung 27.02.2019  
Ausgleichsbedingungen

Raum	T [°C]	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
		Naphthalin	$\Sigma$ bitykl. PAK	$\Sigma$ bi- + tricyclische PAK
EG Raum B1-05	21,3	14,5	18,1	18,3
<b>Richtwert RW I</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Richtwert RW II</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Messung 18.04.2019  
Nutzungsbedingungen

Raum	T [°C]	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
		Naphthalin	$\Sigma$ bitykl. PAK	$\Sigma$ bi- + tricyclische PAK
EG Raum B1-05	20,4	6,4	8,3	8,5
1.OG Raum B2-02	20	2,9	3,8	3,9
EG Raum C1-02	19	3,8	4,9	5,1
<b>Richtwert RW I</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Richtwert RW II</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>