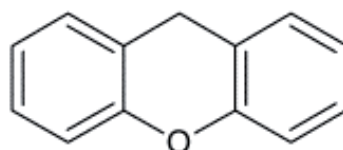
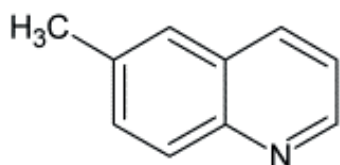
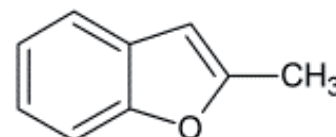
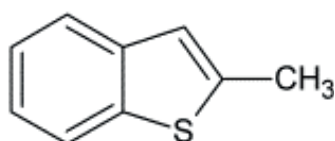
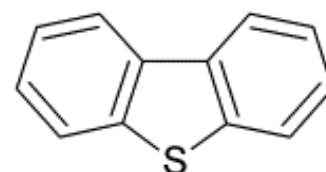
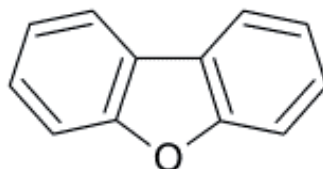
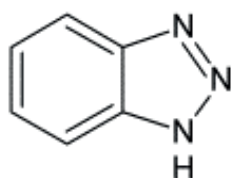
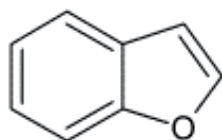
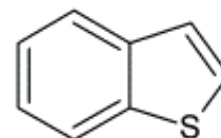
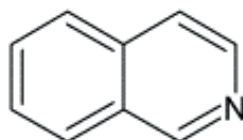
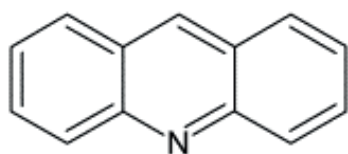


Altlasten

Stoffinformationen

„NSO-Heterozyklen (NSO-HET)“



Altlasten

**Stoffinformationen
„NSO-Heterozyklen (NSO-HET)“**

Wiesbaden, 2016

Impressum

Altlasten Stoffinformationen „NSO-Heterozyklen (NSO-HET)“

Dieses Dokument wurde von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, der folgende Mitglieder angehörten:

DIETER BINDER	Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitssicherheit und Umwelt Frankfurt
DR. JAN BRODSKY	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
KATJA WELLSTEIN	Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitssicherheit und Umwelt Frankfurt
MICHAEL WOLF	Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitssicherheit und Umwelt Wiesbaden

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-111
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: post@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

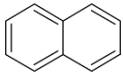
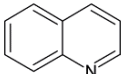
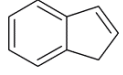
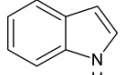
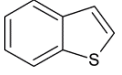
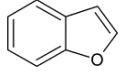
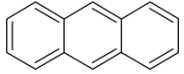
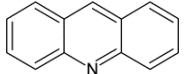
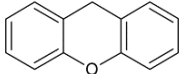
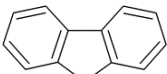
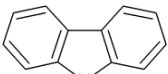
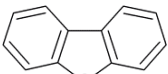
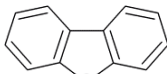
1 Definition und Vorkommen	4
2 Eigenschaften und Umweltverhalten	5
3 Untersuchung.....	7
4 Bewertung.....	8
5 Abreinigung.....	9
6 Literatur und Abkürzungen.....	9
Anhang: Stoffeigenschaften ausgewählter NSO-Heterozyklen	11

1 Definition und Vorkommen

NSO-Heterozyklen (abgekürzt NSO-HET) sind ein- oder mehrkernige zyklische Kohlenwasserstoffverbindungen, bei denen mindestens ein Kohlenstoffringatom durch Stickstoff, Schwefel oder Sauerstoff ersetzt ist.

In der nachfolgenden Tabelle wird beispielhaft die Strukturanalogie der NSO-Heterozyklen zu den entsprechenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) aufgezeigt [2]:

Tab. 1: Strukturanalogie der NSO-Heterozyklen

PAK-Analogon	N-HET	S-HET	O-HET
Naphthalin 	Chinolin 		
Inden 	Indol 	Benzothiophen 	Benzofuran 
Anthracen 	Acridin 		Xanthen 
Fluoren 	Carbazol 	Dibenzothiophen 	Dibenzofuran 

NSO-HET sind häufig gemeinsam mit PAK nachzuweisen, die durch Teer oder Teeröl bzw. mineralölstämmige Produkte verursacht wurden (siehe hierzu auch Abb. 1, [2]).

Relevante Branchen:

Gaswerke, Tankstellen, Raffinerien, Flughäfen, Heizöltanks, Holzimprägnierung, Rußfabriken; Herstellung von: Eisen- und Mauerwerksschutzanstrichen, Dachpappen, Briketts, Kohlenstoffelektroden, Korrosionsschutzmittel, Gießereipech, Tontauben, Straßenteer [3].

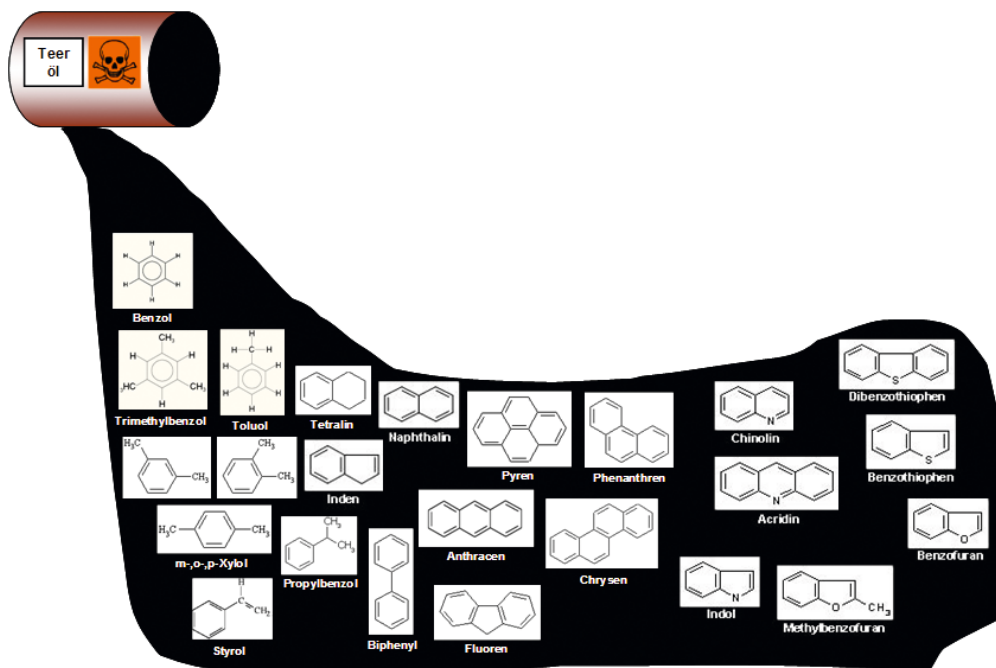




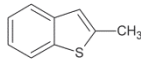
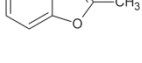
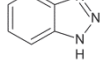
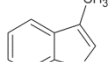
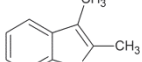
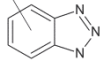
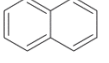
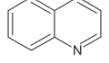
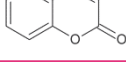
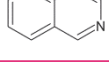
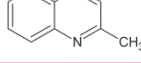
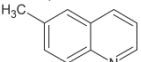
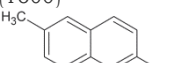
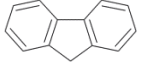
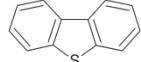
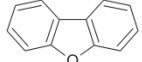
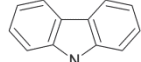
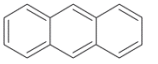
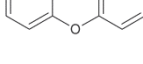
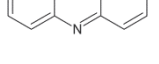


Abb. 1: Teeröl als Substanzgemisch [2]

2 Eigenschaften und Umweltverhalten

- N, S und O-Atome in der Ringstruktur führen zu erhöhter Polarität und damit zu höherer **Wasserlöslichkeit**. Mit zunehmendem Alkylierungsgrad und höherer Ringzahl der NSO-Heterozyklen nimmt die Wasserlöslichkeit ab. (Alkylierung bezeichnet das Vorhandensein von z.B. Methyl-, Ethyl-Gruppen an der Ringstruktur; s. a. Tab 2).
- Die höhere Polarität der NSO-HET führt zu **geringerer Adsorption am Bodenkörper**, in dessen Folge die **Mobilität** zunimmt.
- N Heterozyklen werden anaerob besser **biologisch abgebaut** als die vergleichbaren S- und O-Heterozyklen [9].
- Eine zunehmende **Alkylierung oder höhere Ringzahl** führt tendenziell zu erhöhter Persistenz und Verschlechterung des mikrobiellen Abbaus.
- Unter **reduzierenden Bedingungen** ist der **biologische Abbau** von NSO-HET eingeschränkt.
- NSO-HET werden gut unter aeroben Bedingungen mit Sauerstoff als Elektronenakzeptor abgebaut.
- Auch nach einer Quellensanierung ist eine **Rückentwicklung der Schadstofffahne** im Grundwasser kaum messbar [1].
- NSO-HET können nach bisherigen Erkenntnissen **Fahnenlängen** über 250 m Länge erreichen, insbesondere Methyl- und Dimethyldibenzofurane [4].
- Die **Dichte** von Teerölen ist meist größer als die von Wasser. Daher besteht die Gefahr, dass sie sich auf der Aquifersohle anlagern. Es kommt zur Ausbildung von **Blobs und Pools** in der wasser-gesättigten Bodenzone (Pool = zusammenhängende Flüssigphase; Blobs = fein verteilte Tröpfchen bei Residualsättigung).
- Unter Umständen bilden sich aufschwimmende **Leichtphasen**, die NSO-HET enthalten können [1].

Tab. 2: NSO-HET: Umweltverhalten¹⁾

PAK-Analogon	S-HET	O-HET	N-HET
Inden (300) 	Benzothiophen (130) 	Benzofuran (bis 530) 	Indol (bis 3600) 
	2-Methylbenzothiophen (52) 	2-Methylbenzofuran (160) 	Benzotriazol (20000) 
	3-Methylbenzothiophen (49) 	2,3-Dimethylbenzofuran (62) 	Methylbenzotriazol (5500) 
Naphtalin (32) 			Chinolin (6100) 
		Cumarin (1700) 	Isochinolin (3600) 
			2-Methylchinolin (2500) 
			6-Methylchinolin (bis 2500) 
			2,6-Dimethylchinolin (1800) 
Fluoren (1,7) 	Dibenzothiophen (1) 	Dibenzofuran (3,1) 	Carbazol (1,8) 
Anthracen (0,05) 		Xanthen (1,0) 	Acridin (38) 

(runde Klammer) = Wasserlöslichkeit in [mg/l]

höhere Polarität als PAK-> höhere Wasserlöslichkeit, höhere Mobilität

S-/O-HET anaerob geringer biol. abbaubar als N-HET

Kleinere Ringzahl, geringere Alkylierung -> höhere Wasserlöslichkeit

Höhere Ringzahl, zunehmende Alkylierung->erhöhte Persistenz, geringerer biol. Abbau

¹⁾Die Tabelle beschreibt lediglich das tendenzielle Verhalten der Stoffe in der Umwelt.

3 Untersuchung

In der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [7] wird die Analytik der NSO-Heterozyklen beim Parameter „PAK, gesamt“ in der Fußnote zu dem festgesetzten Prüfwert für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser aufgegriffen: „PAK, gesamt: Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline; in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z. B. Chinoline).“

Trotz der Analogie der NSO-Heterozyklen zur Stoffgruppe der PAK, liegen unterschiedliche physikochemische Eigenschaften vor. Daher sind die Verfahren zur Bestimmung der PAK nicht auf die meisten NSO-HET anwendbar.

Zurzeit existieren keine Normverfahren zur Analyse der NSO-HET im Wasser und im Boden bzw. Feststoff. Die in der Literatur [4, 5] beschriebenen Verfahren zur Bestimmung von NSO-HET im Wasser unterscheiden sich z.T. in der Extraktions- und Bestimmungsmethodik sowie im Umfang der untersuchten Einzelsubstanzen.

Im Jahr 2012 wurde im DIN eine Arbeitsgruppe konstituiert, die ausgehend von den bisherigen Kenntnissen ein Normverfahren erarbeiten soll.

Der DIN-Arbeitskreis (DIN NA 119-01-03-02-20 AK „Analytik NSO-Heterozyklen“) hat auf der Basis von verschiedenen Kriterien wie GFS-Wert und technischer Machbarkeit sowie der Relevanz auf Grund von Stoff- und Standortbewertungen [9] folgende Substanzen in seine Liste aufgenommen:

Tab. 3: Vorläufiger Untersuchungsumfang für NSO-Heterozyklen in Wasser gemäß DIN-AK (Stand Juni 2014)

*) Substanzen mit GFS-Wert [5]

N-HET	Chinolin *
	Indol
	Acridin *
	Carbazol *
	2-Methylchinolin
	6-Methylchinolin
	7-Methylchinolin
	2,4-Dimethylchinolin
S-HET	2,6-Dimethylchinolin
	Benzothiophen *
	Dibenzothiophen
	2-Methylbenzothiophen
	3-Methylbenzothiophen
O-HET	5-Methylbenzothiophen
	Benzofuran
	Xanthen
	Dibenzofuran *
	2-Methylbenzofuran
	3-Methylbenzofuran
	2,3-Dimethylbenzofuran *
	2-Methyldibenzofuran
Cumarin *	

Diese Liste stellt eine Basis für die Auswahl der zu untersuchenden NSO-Heterozyklen in wässrigen Medien dar. Sie kann durch weitere NSO-HET erweitert werden, wobei die Eignung des Verfahrens für die zusätzlichen Substanzen nachzuweisen ist.

Wegen des häufigen Auftretens der PAK-Analogen Indan und Inden wird bei teerölkontaminierten Standorten auch eine Untersuchung auf diese Substanzen empfohlen [9].

Bis zum Vorliegen des Normverfahrens wird empfohlen, ein Analysenverfahren anzuwenden, mit dem die in der Tabelle 3 genannten Stoffe mit der erforderlichen Bestimmungsgrenze erfasst werden können. Das Verfahren ist nach den einschlägigen Regeln zu validieren. Bei Bedarf sind die Verfahrenskenngrößen vorzulegen. Bei der Auswahl der Untersuchungsstellen sind solche zu bevorzugen, die bereits geeignete akkreditierte Analysenverfahren in der Praxis einsetzen.

4 Bewertung

Bisher wurden durch die LAWA für die nachfolgenden 11 Einzelstoffe GFS-Werte abgeleitet.

Tab. 4: GFS-Werte für Einzelstoffe [5]

Name	GFS (µg/l)
Acridin	0,08
Benzothiophen	0,3
Benzofuran	1,8
Benzotriazol und Methylbenzotriazole	40
Carbazol	0,2
Chinolin	0,01
Cumarin	4,7
Dibenzofuran	0,4
Furan	0,35
Pyridin	0,5
2,3-Dimethylbenzofuran	0,3

Für alle weiteren NSO-Heterozyklen ist der Prüfwert für PAK gemäß BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) [7] bzw. der GFS-Wert für PAK nach LAWA [8] anzuhalten:

$$\Sigma (\text{PAK}^1) + \text{NSO-HET}^2) = 0,20 \mu\text{g/l}$$

¹⁾ Summe der PAK (EPA) ohne Naphthalin

²⁾ Summe der NSO-HET, für die kein GFS-Wert abgeleitet wurde

Dies ergibt sich aus den jeweiligen Fußnoten der BBodSchV [7] sowie der GWS-VwV [11] für den Parameter PAK.

In [9] werden Ergebnisse zu neuesten ökotoxikologischen Studien und zur Relevanz der einzelnen NSO-Heterozyklen vorgestellt, die u. a. als Grundlage für die Ableitung von GFS-Werten dienen können [9,10].

5 Abreinigung

Die im Wasser gelösten NSO-HET können gut an Aktivkohle adsorbiert werden. Im Allgemeinen zeigen die N-HET und O-HET eine geringere Adsorbierbarkeit als die verwandten homozyklischen PAK. Im Verbund mit anderen teerölspezifischen Schad-

stoffen sind BTEX und Phenole am schlechtesten adsorbierbar. Diese begrenzen damit die Filterlaufzeit, was bei der Dimensionierung von Adsorbereinheiten und deren Überwachung besonders berücksichtigt werden sollte [6].

6 Literatur und Abkürzungen

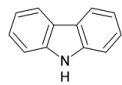
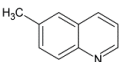


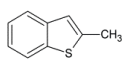

- [1] WERNER, P., BÖRKE, P., HÜSERS, N. (2008): Leitfaden „Natürliche Schadstoffminderung bei Teerölaltlasten“, Themenverbund 2, Gaswerke, Kokereien, Teerverarbeitung (Holz-) Imprägnierung im BMBF-Förderschwerpunkt „Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Boden (KORA)“ <http://www.natural-attenuation.de/download.html> (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [2] A. MÜLLER, H. SALOWSKY, C. ZAWADSKY, A. TIEHM „NSO-Heterozyklen – Analytik, Vorkommen, Abbauverhalten“, Vortrag im Rahmen der HLUJ Fortbildung am 24. Mai 2012, Stadthalle Flörsheim http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/altlasten/Archiv/Seminar2012/ASem12Mueller2012-05-24-Mueller_TZW_final.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [3] KERN, F., MÖHSER, H., REINHARD, M., SAGNER, A., SORG, K.-P., TIEHM, A. (2008): NSO-Heterozyklen – Vorkommen, Analytik, Beurteilung – Hinweise für die Praxis, Schriftenreihe des Altlastenforum Baden-Württemberg e.V. Heft 12, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- [4] LABO 2011: Altlastenbezogene Bewertungs- und Analyseempfehlung für kurzkettenige Alkylphenole (SCAP) und NSO-Heterocyclen (NSO-HET) – Modul 2 (Projekt-Nr. B 2.10) http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LABO/B_2.10/Projekt_LABO_B2.10_Abschlussbericht.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [5] LAWA 2010: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. NSO-Heterozyklen http://www.lawa.de/documents/Bericht_NS0_Heterozyklen_9f8.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [6] MÄNZ, J.S., Dissertation zum Thema „NSO-Heterocyclen und verwandte Verbindungen im Grundwasser von teerbelasteten Altlaststandorten und in angrenzenden Fließgewässern – Analytik, Vorkommen und Adsorption auf Aktivkohle“, Leuphana Universität Lüneburg, 26.06.2012 http://opus.uni-lueneburg.de/opus/volltexte/2013/14232/pdf/Dissertation_Maenz.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [7] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, BGBl. I S. 1554
- [8] LAWA 2004: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser http://www.lawa.de/documents/GFS-Bericht-DE_a8c.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [9] LABO 2014: Altlastenbezogene Bewertungs- und Analyseempfehlung für kurzkettenige Alkylphenole (SCAP) und NSO-Heterozyklen (NSO-HET) – Modul 3 (Projekt-Nr. B 2.11), http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LABO/B_2.11_und_B_2.11a/Projekt_B_2_11_Modul_3_TZW_Abschlussbericht_140528.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)


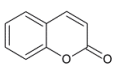
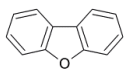
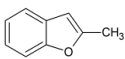
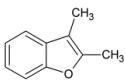
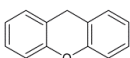

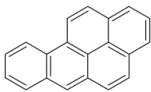

- [10] BRODSKY, J.: Altlastenbezogene Bewertungs- und Analyseempfehlung für kurzkettige Alkylphenole (SCAP) und NSO-Heterozyklen (NSO-HET), Modul 3 (LABO 2014), Altlasten-annual 2014, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2015 https://www.labo-deutschland.de/documents/34_Infoblatt_Altlasten_01092008_e69_34f.pdf (Abrufdatum: 12.02.2016)
- [11] Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV), Wiesbaden, 16. Februar 2011, StAnz. 10/2011 S. 475

Abkürzungen

BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN-AK	DIN-Arbeitskreis „Analytik NSO-Heterozyklen“
EPA	Environmental Protection Agency (US-amerikanische Umweltschutzbehörde)
GFS	Geringfügigkeitsschwelle
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
N-HET	Stickstoff-Heterozyklen
NSO-HET	NSO-Heterozyklen
O-HET	Sauerstoff-Heterozyklen
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
S-HET	Schwefel-Heterozyklen

Anhang : Stoffeigenschaften ausgewählter NSO-Heterozyklen [1,3,5]

Strukturformel	Name [CAS-Nr.]	Dichte [g/cm ³] Schmelzpkt. [°C] Siedepkt. [°C]	Wasserlös- lichkeit [mg/l]	log K _{OW} log K _{OC} Dampfdr.	LD ₅₀ , Ratte, Oral LC ₅₀ Fisch Toxizität [1]	GFS [µg/l] [5]
N-Heterozyklen						
	Acridin [260-94-6]	1,1 1,06 346	38	3,4 4,11 –	2000 mg/kg – (M), (Ö)	0,08
	Benzotriazol [95-14-7]	1,36 100 350	20.000	1,14 – 5,3 Pa	560 mg/kg – –	40
	Methylbenzotriazol (5-Methylbenzotriazol) [136-85-6]	– (80-82) (210-212)	5.500 (6.000)	– – –	645-1.600 mg/kg – –	40
	Carbazol (Dibenzopyrrol) [86-74-8]	1,1 240-243 350-352	1,8	3,72 – 10 ⁻⁴ Pa	>5.000 mg/kg 0,93 mg/l (C), (M), (G)	0,2
	Chinolin [91-22-5]	1,1 -14,8 237,2	6.100	2,03 – 80 Pa	270 mg/kg 7,5 mg/l C, M, G-	0,01
	Isochinolin [119-65-3]	1,09 26,5 243	3.600	2,08 – 50 Pa	360 - 615 mg/kg 14 mg/l M, G	–
	2-Methylchinolin [91-63-4]	1,06 2 247	2.500	2,23 – <10 Pa	1.230 mg/kg k.A. C, M, G, Ö	–
	6-Methylchinolin [91-62-3]	1,065 -22 259	490 - 2.500	– – –	800 mg/kg – –	–
	2,6-Dimethylchinolin [877-43-0]	– 57-59 266-267	1.800 (2,4 DMC)	– – –	– – 7,96 mg/l	–
	Indol [120-72-9]	1,17 52 254	1500-3.600	– – 1,6 Pa	1000 mg/kg – –	–
S-Heterozyklen						
	1-Benzothiophen [95-15-8]	1,15 28-32 222	130	– – 133 Pa	1.700 mg/kg 13,6 mg/l (G), Ö	0,3
	Dibenzothiophen [132-65-0]	1,25 97-100 331-333	1	– – –	– 0,7 mg/l –	–
	2-Methylbenzothiophen [1195-14-8]	– 48-53 –	52	– – –	– 3,92 mg/l –	–
	3-Methylbenzothiophen [1455-18-1]	1,106 – 72-74	49	3,54 – –	– 3,92 mg/l Ö	–
O-Heterozyklen						
	Benzo(b)furan [271-89-6]	1,10 -18 173-175	224 - 530	2,67 – 58 Pa	500 mg/kg (Maus) 14 mg/l C, M, G	1,8
	Cumarin [91-64-5]	0,94 68-71 298-302	1.700	– – 130 Pa	293 mg/kg – –	4,7

Strukturformel	Name [CAS-Nr.]	Dichte [g/cm ³] Schmelzpkt. [°C] Siedepkt. [°C]	Wasserlös- lichkeit [mg/l]	log K _{OW} log K _{OC} Dampfdr.	LD ₅₀ , Ratte, Oral LC ₅₀ Fisch Toxizität [1]	GFS [µg/l] [5]
O-Heterozyklen						
	Benzo(b)furan [271-89-6]	1,10 -18 173-175	224 - 530	2,67 — 58 Pa	500 mg/kg (Maus) 14 mg/l C, M, G	1,8
	Coumarin [91-64-5]	0,94 68-71 298-302	1.700	— — 130 Pa	293 mg/kg — —	4,7
	Dibenzofuran [132-64-9]	1,3 79-82 287-289	3,1	4,12 — —	— 1,05-18 mg/l M, G	0,4
	2-Methylbenzofuran [4265-25-2]	1,057 — 197-198	160	3,22 — —	— k.A. k.A.	—
	2,3 Dimethylbenzofuran [3782-00-1]	1,034 — 101-102	62	3,67 — —	— k.A. (C), Ö	0,~
	Xanthen [92-83-1]	— 100 310-312	1,0		? — —	
PAK, Benzol (z. Vgl.)						
	Naphthalin [91-20-3]	1,14 80,3 218	32	3,29 2,97 6,6 Pa	>2.500 mg/kg 1,99 mg/l C, G, M, Ö	1
	Benzo(a)pyren [50-32-8]	1,28 180 495,5	0,0023	6,06 — —	100 mg/kg 0,03 mg/l C, G, M,	0,01
	Benzol [71-43-2]	0,88 5,5 80,1	1,77	2,13 1,79 10.000 Pa	3000 mg/kg 4,9-63,5 mg/l C, M, G	1

Legende:

CAS-Nr.	CAS = Chemical Abstracts Service; internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe
log K _{OC}	Dekadischer Logarithmus des Verteilungskoeffizienten zwischen organischem Kohlenstoff im Boden und Wasser
log K _{OW}	Dekadischer Logarithmus des n-Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten
LD ₅₀	Mittlere letale Dosis: mittlere Dosis einer Substanz bezogen auf kg Körpergewicht des Testorganismus, bei der die Hälfte der Testorganismen sterben.
LC ₅₀	Letale Konzentration: Umgebungskonzentration einer Substanz, bei der 50 % der Testorganismen sterben.