

PCB

Bestandteile, Analytik und Bedeutung für
abfalltechnische Untersuchungen

Inhaltliche Schwerpunkte

1. PCB - Verbindungen + Nomenklatur
2. PCB - Bestimmung
3. Ergebnisangabe in Regelwerken
4. Zusammenfassung und Hinweise

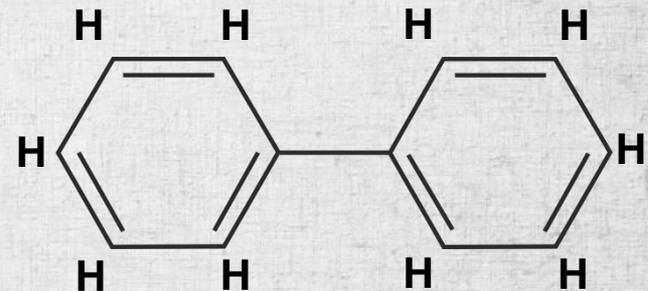
1. Verbindungen + Nomenklatur

Was sind PCB chemisch

Allgemeine Beschreibung:

- zwei Benzolringe, die über eine Einfachbindung verknüpft sind (Biphenyl) und bei denen Wasserstoffatome durch Chloratome ersetzt sind
- die Chloratome können in verschiedener Anzahl und an unterschiedlichen Positionen der Ringe platziert sein

P oly	mehrfach
C hlorierte	Chlor
B iphenyle	2 Phenylringe



Biphenyl

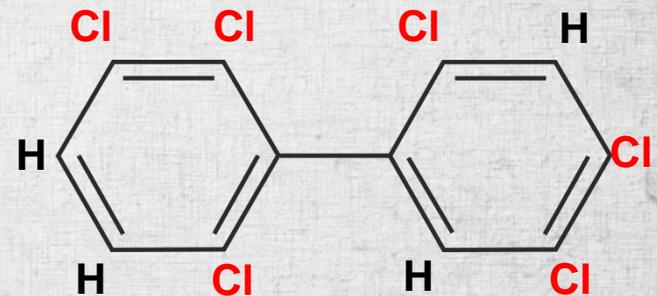
1. Verbindungen + Nomenklatur

Was sind PCB chemisch

Allgemeine Beschreibung:

- zwei Benzolringe, die über eine Einfachbindung verknüpft sind (Biphenyl) und bei denen Wasserstoffatome durch Chloratome ersetzt sind
- die Chloratome können in verschiedener Anzahl und an unterschiedlichen Positionen der Ringe platziert sein

P oly	mehrfach
C hlorierte	Chlor
B iphenyle	2 Phenylringe



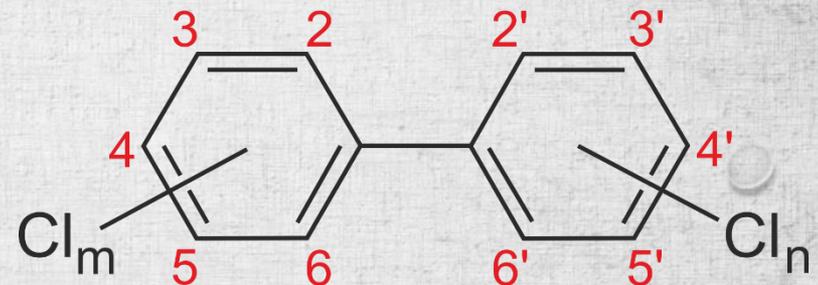
1. Verbindungen + Nomenklatur

Was sind PCB chemisch

Allgemeine Beschreibung:

- zwei Benzolringe, die über eine Einfachbindung verknüpft sind (Biphenyl) und bei denen Wasserstoffatome durch Chloratome ersetzt sind
- die Chloratome können in verschiedener Anzahl und an unterschiedlichen Positionen der Ringe platziert sein

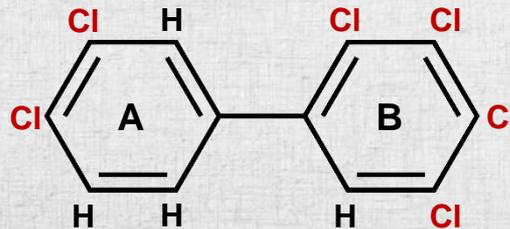
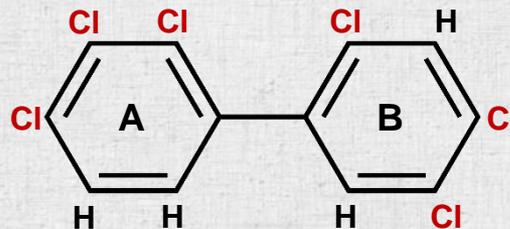
P oly	mehrfach
C hlorierte	Chlor
B iphenyle	2 Phenylringe



1. Verbindungen + Nomenklatur

Kongenere

- gleiche Grundstruktur (Biphenyl) + somit ähnliche chem. Eigenschaften
- Strukturformel ist unterschiedlich
- Summenformeln können gleich, aber auch verschieden sein



1. Verbindungen + Nomenklatur

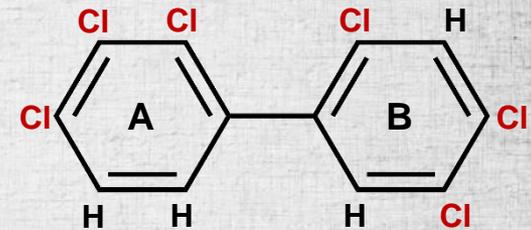
Nomenklatur

Beispiel

2,2',3,4,4',5' Hexachlorbiphenyl

IUPAC Regeln für die Bezeichnung der PCB-Kongenerere:

- Ring mit der größten Anzahl Chlor-Atome ist Ring A
- bei gleicher Anzahl von Chlor-Atomen ist Ring A derjenige mit der niedrigsten ersten Ziffer. Sind diese gleich entscheidet die niedrigste zweite Ziffer, etc.
- Nummerierung der Chlor-Atome erfolgt so, dass die kleinsten Ziffern gebildet werden
- die Stellungen der Chlor-Atome werden in der Formel nach aufsteigenden Ziffern benannt. Die ungestrichenen (aus Ring A) werden vor den gestrichenen (aus Ring B) aufgeführt



IUPAC = International Union of Pure and Applied Chemistry

1. Verbindungen + Nomenklatur

Nomenklatur

IUPAC-Formeln für praktischen Gebrauch umständlich



BZ-Nummer (Ballschmitter/Zell-Nummer)

Ballschmitter/Zell Fresenius Z. Anal. Chem. 302, S. 21 (1980)

1980 haben Karlheinz Ballschmitter und Manfred Zell vorgeschlagen, die PCB-Kongenere von 1 bis 209 zu nummerieren und diesen Nummern die IUPAC-Bezeichnungen zuzuordnen. Bei der Nummerierung gibt es folgende Regeln:

- Ordnung erfolgt nach steigender Anzahl der Chloratome in der Verbindung
- Innerhalb jeder Gruppe mit gleicher Anzahl von Chloratomen werden die mit der niedrigsten ersten Ziffer zuerst aufgeführt. Ist erste Ziffer gleich, entscheidet die zweite, etc.

PCB-Nummerierungssystem heute international anerkannt.

1. Verbindungen + Nomenklatur

Nomenklatur

IUPAC-Formeln für praktischen Gebrauch



BZ-Nummer (Ballschmiter/Zell Frensen)

1980 haben Karlheinz Ballschmiter und M. Zell von 1 bis 209 zu nummerieren und diese zuzuordnen. Bei der Nummerierung gibt

- Ordnung erfolgt nach steigender Anzahl
- Innerhalb jeder Gruppe mit gleicher Anzahl der niedrigsten ersten Ziffer zuerst an der zweitens entscheidet die zweite, etc.

PCB-Nummerierungssystem heute international

Table 2. Systematic numbering of PCB compounds. The number is used as a synonym for the corresponding PCB compound in tables and figures

No.	Structure	No.	Structure	No.	Structure	No.	Structure
Monochlorobiphenyls		Tetrachlorobiphenyls		Pentachlorobiphenyls		Hexachlorobiphenyls	
1	2	52	2,2',5,5'	105	2,3,3',4,4'	161	2,3,3',4,5',6
2	3	53	2,2',5,6'	106	2,3,3',4,5	162	2,3,3',4',5,5',6
3	4	54	2,2',6,6'	107	2,3,3',4',5	163	2,3,3',4',5,6
		55	2,3,3',4	108	2,3,3',4,5'	164	2,3,3',4',5',6
Dichlorobiphenyls		56	2,3,3',4'	109	2,3,3',4,6	165	2,3,3',5,5',6
4	2,2'	57	2,3,3',5	110	2,3,3',4',6	166	2,3,4,4',5,6
5	2,3	58	2,3,3',5'	111	2,3,3',5,5'	167	2,3',4,4',5,5'
6	2,3'	59	2,3,3',6	112	2,3,3',5,6	168	2,3',4,4',5',6
7	2,4	60	2,3,4,4'	113	2,3,3',5',6	169	3,3',4,4',5,5'
8	2,4'	61	2,3,4,5	114	2,3,4,4',5		
9	2,5	62	2,3,4,6	115	2,3,4,4',6	Heptachlorobiphenyls	
10	2,6	63	2,3,4',5	116	2,3,4,5,6	170	2,2',3,3',4,4',5
11	3,3'	64	2,3,4',6	117	2,3,4',5,6	171	2,2',3,3',4,4',6
12	3,4	65	2,3,5,6	118	2,3',4,4',5	172	2,2',3,3',4,5,5'
13	3,4'	66	2,3',4,4'	119	2,3',4,4',6	173	2,2',3,3',4,5,6
14	3,5	67	2,3',4,5	120	2,3',4,5,5'	174	2,2',3,3',4,5,6'
15	4,4'	68	2,3',4,5'	121	2,3',4,5',6	175	2,2',3,3',4,5',6
		69	2,3',4,6	122	2',3,3',4,5	176	2,2',3,3',4,6,6'
Trichlorobiphenyls		70	2,3',4',5	123	2',3,4,4',5	177	2,2',3,3',4',5,6
16	2,2',3	71	2,3',4',6	124	2',3,4,5,5'	178	2,2',3,3',5,5',6
17	2,2',4	72	2,3',5,5'	125	2',3,4,5,6'	179	2,2',3,3',5,6,6'
18	2,2',5	73	2,3',5',6	126	3,3',4,4',5	180	2,2',3,4,4',5,5'
19	2,2',6	74	2,4,4',5	127	3,3',4,5,5'	181	2,2',3,4,4',5,6
20	2,3,3'	75	2,4,4',6			182	2,2',3,4,4',5,6'
21	2,3,4	76	2',3,4,5	Hexachlorobiphenyls		183	2,2',3,4,4',5',6
22	2,3,4'	77	3,3',4,4'	128	2,2',3,3',4,4'	184	2,2',3,4,4',6,6'
23	2,3,5	78	3,3',4,5	129	2,2',3,3',4,5	185	2,2',3,4,5,5',6
24	2,3,6	79	3,3',4,5'	130	2,2',3,3',4,5'	186	2,2',3,4,5,6,6'
25	2,3,4,5	80	3,3',5,5'	131	2,2',3,3',4,6	187	2,2',3,4',5,5',6
26	2,3',5	81	3,4,4',5	132	2,2',3,3',4,6'	188	2,2',3,4',5,6,6'
27	2,3',6			133	2,2',3,3',5,5'	189	2,3,3',4,4',5,5'
28	2,4,4'	Pentachlorobiphenyls		134	2,2',3,3',5,6	190	2,3,3',4,4',5,6
29	2,4,5	82	2,2',3,3',4	135	2,2',3,3',5,6'	191	2,3,3',4,4',5',6
30	2,4,6	83	2,2',3,3',5	136	2,2',3,3',6,6'	192	2,3,3',4,5,5',6
31	2,4',5	84	2,2',3,3',6	137	2,2',3,4,4',5	193	2,3,3',4',5,5',6
32	2,4',6	85	2,2',3,4,4'	138	2,2',3,4,4',5'	Octachlorobiphenyls	
33	2',3,4	86	2,2',3,4,5	139	2,2',3,4,4',6	194	2,2',3,3',4,4',5,5'
34	2',3,5	87	2,2',3,4,5'	140	2,2',3,4,4',6'	195	2,2',3,3',4,4',5,6
35	3,3',4	88	2,2',3,4,6	141	2,2',3,4,5,5'	196	2,2',3,3',4,4',5',6
36	3,3',5	89	2,2',3,4,6'	142	2,2',3,4,5,6	197	2,2',3,3',4,4',6,6'
37	3,4,4'	90	2,2',3,4',5	143	2,2',3,4,5,6'	198	2,2',3,3',4,5,5',6
38	3,4,5	91	2,2',3,4',6	144	2,2',3,4,5',6	199	2,2',3,3',4,5,6,6'
39	3,4',5	92	2,2',3,5,5'	145	2,2',3,4,6,6'	200	2,2',3,3',4,5',6,6'
		93	2,2',3,5,6	146	2,2',3,4',5,5'	201	2,2',3,3',4',5,5',6
Tetrachlorobiphenyls		94	2,2',3,5,6'	147	2,2',3,4',5,6	202	2,2',3,3',5,5',6,6'
40	2,2',3,3'	95	2,2',3,5',6	148	2,2',3,4',5,6'	203	2,2',3,4,4',5,5',6
41	2,2',3,4	96	2,2',3,6,6'	149	2,2',3,4,5',6	204	2,2',3,4,4',5,6,6'
42	2,2',3,4'	97	2,2',3',4,5	150	2,2',3,4,5',6'	205	2,3,3',4,4',5,5',6
43	2,2',3,5	98	2,2',3',4,6	151	2,2',3,5,5',6	Nonachlorobiphenyls	
44	2,2',3,5'	99	2,2',4,4',5	152	2,2',3,5,6,6'	206	2,2',3,3',4,4',5,5',6
45	2,2',3,6	100	2,2',4,4',6	153	2,2',4,4',5,5'	207	2,2',3,3',4,4',5,6,6'
46	2,2',3,6'	101	2,2',4,5,5'	154	2,2',4,4',5,6	208	2,2',3,3',4,5,5',6,6'
47	2,2',4,4'	102	2,2',4,5,6'	155	2,2',4,4',6,6'	Decachlorobiphenyl	
48	2,2',4,5	103	2,2',4,5',6	156	2,3,3',4,4',5	209	2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'
49	2,2',4,5'	104	2,2',4,6,6'	157	2,3,3',4,4',5'		
50	2,2',4,6			158	2,3,3',4,4',6		
51	2,2',4,6'			159	2,3,3',4,5,5'		
				160	2,3,3',4,5,6		

2. PCB - Bestimmung

Variante 1

Aussagen zur PCB-Belastung einer Probe/Material

Es werden alle der 209 möglichen Kongenere analysiert und aus den gemessenen Konzentrationen die Summe PCB errechnet.

- Ist mit heutiger Analysen- und Rechentechnik u.U. möglich
ABER: zeit- und kostenintensiv



Variante 1 fällt aus!

2. PCB - Bestimmung

Variante 2

Aussagen zur PCB-Belastung einer Probe/Material

Aus den 209 möglichen Kongenere werden einige ausgewählt, als „Leitparameter“ analysiert und festgelegt, wie das Ergebnis „*Summe PCB*“ anzugeben ist.



Welche Kongenere sollen als „Leitparameter“ dienen?

2. PCB - Bestimmung

Industrielle Herstellung

PCB' s sind nicht natürlichen Ursprungs

Zwei Bereiche der PCB-Entstehung

- **gezielt (absichtliche) durch technische Prozesse**



technische PCB

- **entstehen (unbeabsichtigt) als Nebenprodukte bei der Herstellung anderer Produkte (z.B. bei Farbpigmenten, Organochlorpestiziden)**



nicht technische PCB

„Untersuchung von Abfällen auf das Vorkommen nicht-technischer PCB-Kongenerer und DecaBDE“

Abschlussbericht von

Alexander Potrykus, Dr. Miriam Schöpel, Carina Broneder, Margit Kühnl, Maria Burgstaller
Ramboll Deutschland GmbH, München

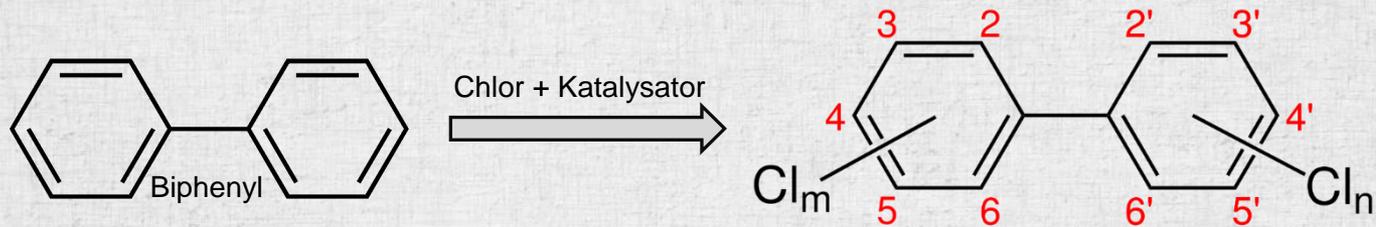
und

Dr. Martin Schlummer, Ludwig Gruber, David Bauer
Fraunhofer IVV, Freising

2. PCB - Bestimmung

Industrielle Herstellung

(technische PCB)



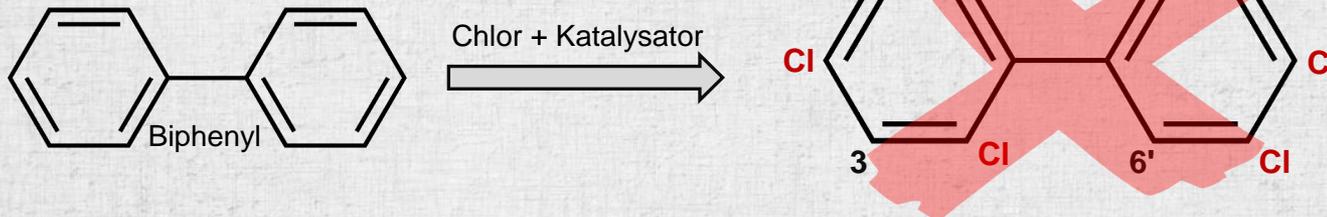
Chlorierung von Biphenyl (Katalysator Eisen bzw. Eisen(III)-chlorid).

Je nach Reaktionsbedingungen entstehen **Gemische** von unterschiedlich stark **chlorierten Biphenylen**.

2. PCB - Bestimmung

Industrielle Herstellung

(technische PCB)



Chlorierung von Biphenyl (Katalysator Eisen bzw. Eisen(III)-chlorid).

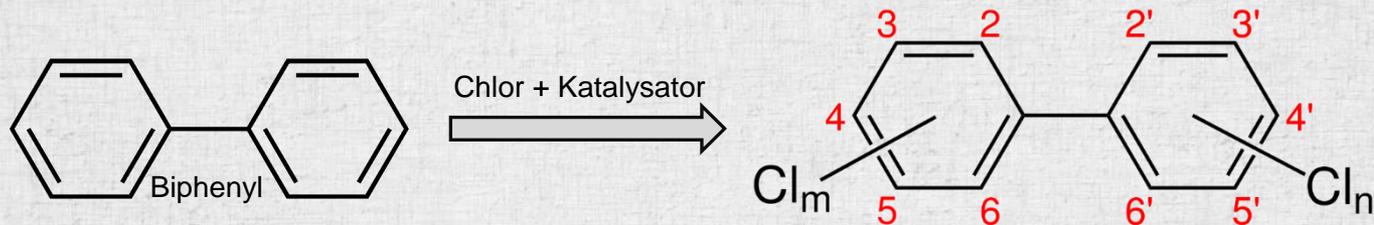
Je nach Reaktionsbedingungen entstehen **Gemische** von unterschiedlich stark **chlorierten Biphenylen**.

ABER: ungesteuerte Reaktion - kein Einfluss auf Bildung bestimmter Kongenere

2. PCB - Bestimmung

Industrielle Herstellung

(technische PCB)



Chlorierung von Biphenyl (Katalysator Eisen bzw. Eisen(III)-chlorid).

Je nach Reaktionsbedingungen entstehen **Gemische** von unterschiedlich stark **chlorierten Biphenylen**.

ABER: ungesteuerte Reaktion - kein Einfluss auf Bildung bestimmter Kongenere

- Chlorgehalt im Gemisch je nach Reaktionsbedingungen zwischen 20-60 %
- Gemische enthalten 50 bis 70 PCB-Kongenere - die meisten nur in geringen Konzentrationen.
- etwa **10 PCB-Kongenere bilden den Hauptanteil** in den Gemischen.

2. PCB - Bestimmung

Leit-Kongenerere

zur Ermittlung des PCB-Gehalts in Proben

PCB 28	2,4,4'-Trichlorbiphenyl	
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	
PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	
PCB 118	2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl	→ wird für bestimmte abfalltechnische Untersuchungen zusätzlich gefordert (dioxinähnliches-Kongener)

2. PCB - Bestimmung

Leit-Kongenerere

zur Ermittlung des PCB-Gehalts in Proben

PCB 28	2,4,4'-Trichlorbiphenyl
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl
PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl
PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl

Gesamtgehalt aller PCB-Kongenerere:
Summe PCB (28, 52, 101, 138, 153, 180)
x Faktor 5

Wurde ermittelt für ein Gemisch Clophen A30, A50, A60 im Verhältnis von 2:1:1. Bei anderen Gemischen schwankt Faktor zwischen 4,9 und 5,9.

Quelle: LAGA-Methodensammlung
Feststoffuntersuchung (FBU, Prof. Dr.
Terytze) , 04.07.2018

2. PCB - Bestimmung: Analytik Leitkongenere

Verfahrens-Beschreibung - allgemein

Feststoff-Proben

- schonende Trocknung der Probe (z.B. Lufttrocknung, Gefriertrocknung, Na_2SO_4)
- Extraktion der PCB mit organischen Lösungsmitteln
- Aufbereitung des Extrakte (Reinigung + Volumeneinstellung)
- **Eigentliche PCB-Bestimmung durch chromatographische Verfahren**
 - Trennung der PCB-Kongenere mittels Gaschromatographie
 - Detektion der getrennten Kongenere (ECD, MSD)
 - Konzentrationsermittlung (Eichverfahren)
- Ergebnisangabe
 - als Summe der 6 bzw. 7 PCB-Kongenere
 - als Summe der 6 PCB-Kongenere multipliziert mit Faktor 5 zur Angabe des Gesamt-PCB-Gehaltes
- NWG einzelner Kongenere bei 1 bis 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (matrix- und detektorabhängig)

2. PCB - Bestimmung: Analytik Leitkongenere

Prinzip Chromatographie - allgemein

Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen in ihre Bestandteile

erreicht durch

Verteilung der Bestandteile zwischen 2 Phasen

- Stationäre Phase
- Mobile Phase (darin enthalten ist Probe mit zu trennenden Bestandteilen)

Mobile Phase bewegt sich vorbei an stationärer Phase. Bestandteile in mobiler Phase werden von stationärer Phase mehr oder weniger stark „festgehalten“

- Starke Affinität zur stationäre Phase = Bestandteile bewegen sich langsam in mobiler Phase
- geringe Affinität zur stationäre Phase = Bestandteile bewegen sich schnell in mobiler Phase

Getrennte Bestandteile gelangen so zeitlich verzögert zum Ausgang der stationären Phase. Dort erfolgt dann ihre Detektion.

2. PCB - Bestimmung: Analytik Leitkongenere

Prinzip Gaschromatographie

Mobile Phase = gasförmig:

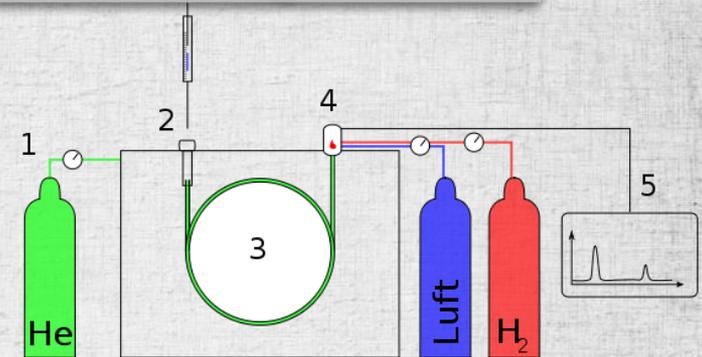
- Trägergas (Helium)
- Probe im gasförmigen Zustand

Stationäre Phase (in Ofeneinheit):

- Kapillarsäulen, z.B. mit folgenden Eigenschaften
 - Länge 25 m bis 50 m
 - Innendurchmesser < 0,5 mm
 - innen beschichtet mit unpolaren bzw. mittelpolaren Substanzen (Schichtdicke 0,1 µm bis 1 µm)

Detektion durch (z.B.):

- ECD (Elektronen-Einfang-Detektor)
- MSD (massenselektiver Detektor)



Quelle:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gaschromatograph.svg>

Quelle: privates Foto

2. PCB - Bestimmung: Analytik Leitkongenere

Prinzip Gaschromatographie

Mobile Phase = gasförmig:

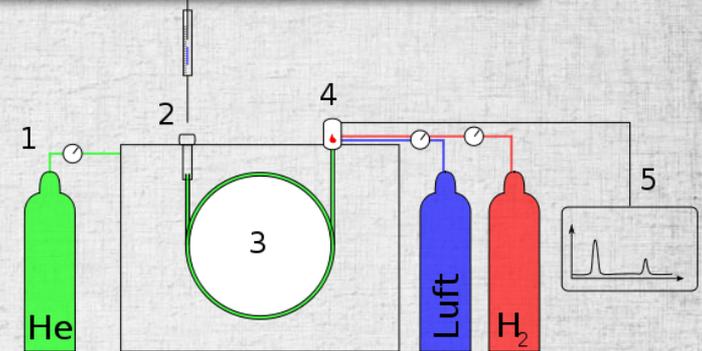
- Trägergas (Helium)
- Probe im gasförmigen Zustand

Stationäre Phase (in Ofeneinheit):

- Kapillarsäulen, z.B. mit folgenden Eigenschaften
 - Länge 25 m bis 50 m
 - Innendurchmesser < 0,5 mm
 - innen beschichtet mit unpolaren bzw. mittelpo (Schichtdicke 0,1 µm bis 1 µm)

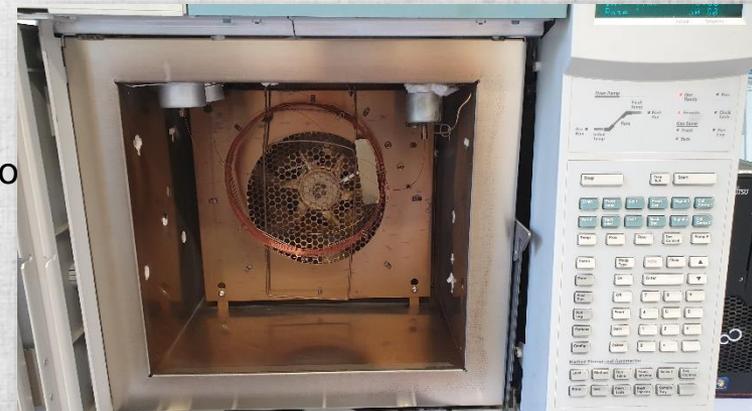
Detektion durch (z.B.):

- ECD (Elektronen-Einfang-Detektor)
- MSD (massenselektiver Detektor)



Quelle:

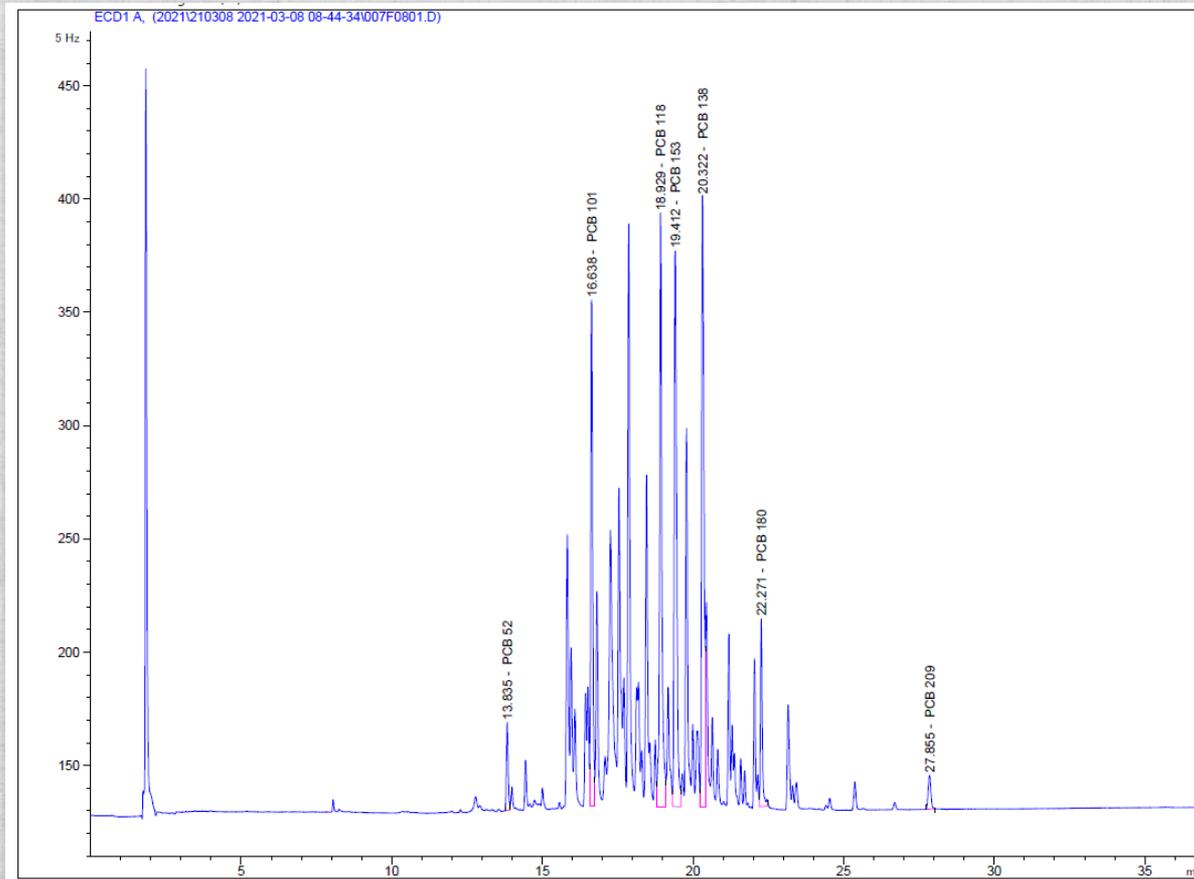
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gaschromatograph.svg>



Quelle: privates Foto

2. PCB - Bestimmung

GC-Spektrum Fugenmaterial



Detektor: ECD

Summe PCB (6) ca. 140 mg/kg
Extrakt 1:10 verdünnt

Peak-Trennung bei Ölproben
schlechter

Quelle:
Analysenspektrum einer
Laborprobe (anonymisiert)

2. PCB - Bestimmung: Analytik Leitkongenere

DIN-Normen (Auswahl)

Norm	Material	Bemerkungen	erwähnt in Regelwerk
DIN EN 17322: 2021-03	Boden, Schlamm, Sediment, Abfall, behandelter Bioabfall	Ersetzt folgende Normen: DIN EN 15308:2016-12 DIN EN 16167:2019-06 DIN EN 38414-20:1996-01	-
DIN EN 15308: 2016-12	feste Abfälle	zurückgezogen	DepV
DIN EN 16167: 2019-06	Boden, Schlamm, behandelter Bioabfall	zurückgezogen	
DIN EN 38414-20: 1996-01	Wasser, Abwasser, Schlamm, Sediment	zurückgezogen	BBodSchV, DepV, LAGA M20, AltholzV
DIN EN 12766	Mineralöl	gültig	AltöIV, POP-Verordnung (für Ergebnisangabe)
DIN ISO 10382: 2003-05	Boden	gültig	BBodSchV, LAGA M20
DIN 38407-3: 1998-07	Schlamm, Abwasser, Wasser	gültig	AbfKlärV, BBodSchV

3. Ergebnisangabe in Regelwerken

Regelwerk	Ergebnisangabe	Bemerkungen
KlärschlammV	PCB (6) als Einzelwerte	Keine Summenbildung
DepV	Summe PCB (7)	
LAGA	Summe PCB (6)	
BBodSchV	Summe PCB (6)	Wirkungspfad Boden-Mensch Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze Vorsorgewerte
	Summe PCB (6) multipliziert mit F=5	Wirkungspfad Boden-Grundwasser
EU-POP-VO	Summe PCB (6) multipliziert mit F=5	
AltholzV	Summe PCB (6) multipliziert mit F=5	
AltöIV	Summe PCB (6) multipliziert mit F=5	
Vollzugshinweise Spiegeleinträge	Summe PCB (6) multipliziert mit F=5	dient zur Einstufung gefährlich / nicht gefährlich

PCB (6) = PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180

PCB (7) = PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180

3. Ergebnisangabe in Regelwerken

LAGA TR Boden

Tabelle II. 1.2-1: Mindestuntersuchungsprogramm für Bodenmaterial bei un-spezifischem Verdacht

Parameter	Feststoff	Eluat
Kohlenwasserstoffe	X	
EOX	X	
PAK ₁₆	X	
TOC	X	
Korngrößenverteilung ³⁾	X	
Arsen	X	X ¹⁾
Blei	X	X ¹⁾
Cadmium	X	X ¹⁾
Chrom (gesamt)	X	X ¹⁾
Kupfer	X	X ¹⁾
Nickel	X	X ¹⁾
Quecksilber	X	X ¹⁾
Zink	X	X ¹⁾
Chlorid ⁴⁾		X ²⁾
Sulfat ⁴⁾		X ²⁾
pH-Wert ⁴⁾		X
elektrische Leitfähigkeit		X
sensorische Prüfung (Aussehen und Geruch)	X	

PCB fehlt

Quelle:
LAGA TR Boden Technische
Regeln für die Verwertung (2004)

3. Ergebnisangabe in Regelwerken

LAGA TR Boden

Tabelle II. 1.2-1: Mindestuntersuchungsprogramm für Bodenmaterial bei un-spezifischem Verdacht

Parameter	Feststoff	Eluat
Kohlenwasserstoffe	X	
EOX	X	
PAK ₁₆	X	
TOC	X	
Korngrößenverteilung ³⁾	X	
Arsen	X	X ¹⁾
Blei	X	X ¹⁾
Cadmium	X	X ¹⁾
Chrom (gesamt)	X	X ¹⁾
Kupfer	X	X ¹⁾
Nickel	X	X ¹⁾
Quecksilber	X	X ¹⁾
Zink	X	X ¹⁾
Chlorid ⁴⁾		X ²⁾
Sulfat ⁴⁾		X ²⁾
pH-Wert ⁴⁾		X
elektrische Leitfähigkeit		X
sensorische Prüfung (Aussehen und Geruch)	X	

NWG EOX = 0,5 bis 1 mg/kg

PCB fehlt

Quelle:
LAGA TR Boden Technische
Regeln für die Verwertung (2004)

EOX 0,5 mg/kg



Cl-Gehalt in PCB
ca. 55 %

PCB (6) 0,9 mg/kg

Z2-GW = 0,5 mg/kg

**Einstufung >Z2
nach LAGA**

4. Zusammenfassung

- Von den 209 möglichen Kongeneren werden 6 bzw. 7 Verbindungen als Leit-Kongeneren quantitativ bestimmt
- Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse ist in den verschiedenen Richtlinien nicht einheitlich geregelt. Sie erfolgt als
 - Angabe der Konzentration der einzelnen Kongeneren
 - Summe der Konzentrationen der Leit-Kongeneren, Summe PCB (6) oder Summe PCB (7)
 - Summe der Konzentrationen der Leit-Kongeneren PCB (6) multipliziert mit Faktor 5
- Zumindest bei mineralischen Abfällen sollte der Parameter PCB von Beginn an mit untersucht werden, weil der EOX-Wert aufgrund seiner NWG (0,5-1 mg/kg) keinen Hinweis auf PCB-Konzentrationen geben kann, die u.U. bereits im gefährlichen Bereich liegen.

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**