



PCB ist die Abkürzung für **polychlorierte Biphenyle**

Askarel bezeichnet Elektroisolierflüssigkeiten die aus PCB, bzw. aus Mischungen von PCB und Chlorbenzolen bestehen.

Die bekanntesten Handelsnamen lauten:

- Clophen** und Elanol (Bayer, Deutschland)
- Pyralene und Phenoclor (Prodelec, Frankreich)
- Delor (Chemko, CSSR)
- Aroclor (Monsanto, USA)

- PCB** – kommt ursprünglich in der Natur nicht vor.
- wurde 1864 erstmals durch labortechnische Synthese hergestellt.
 - wurde seit 1929 industriell für einen breiten Anwendungsbereich hergestellt.
 - wurde 1978 in Deutschland in der Verwendung beschränkt.
 - wurde ab 1983 in Deutschland (Bayer) nicht mehr hergestellt.
 - wurde 1989 in Deutschland in der Herstellung und Verwendung verboten.

Eigenschaften von PCB:

- leicht löslich in Ölen, Fetten und Lösemitteln
- gering, bzw. nicht löslich in Wasser
- gute Alterungsbeständigkeit und chemische Stabilität
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- gute Wärmeleitung
- greift Metalle nicht an
- Feuerfestigkeit und Schwerentflammbarkeit

Aufgrund dieser außergewöhnlichen Eigenschaften wurde PCB vor allem im Elektrosektor als Isolier- und Kühlmittel eingesetzt.

Weitere Einsatzgebiete waren: Hydraulikanlagen, dauerelastische Fugenmassen, Weichmacher für Kunststoffe, Wachse und Klebstoffe, Farben, Imprägnier- und Flammschutzmitteln, Druckfarben, Nagellack, kohlefreies Durchschreibpapier, Thermopapiere, Pflanzenschutzmittel, Wärmetauscher (Ölradiatoren), Schmiermittel, Zusatz für Kitte, Spachtel- und Vergussmassen, Schweröl in Ringwaagen, Sperrflüssigkeit in Messgeräten mit aggressiven Medien



PCB in Deutschland und Europa

Seit Ende des 19. Jahrhunderts ist der Stoff PCB bekannt – erste industrielle Produktion von PCB (Arochlors der Firma Swann Research Inc.) in den Jahren 1929/30.

Günstige Eigenschaften wie gute Kühleigenschaft, gute Isolierfähigkeit, hohe Flammwidrigkeit und hohe Stabilität beschleunigten die Verbreitung und Produktion.

Im Jahr 1966 wurden die ersten Erkenntnisse über die schädigende Wirkung von PCB gewonnen (S. Jensen, Schweden).

Bei den bekannten Unfällen 1968 in Japan (Yusho, PCB in Reisöl), 1977 Kanada (Adelaide), 1978 Nähe Stockholm, 1981 Binghamton (New York) und 1982/83 in Seveso stellte sich die Brisanz der Dioxine und Furane bei der PCB-Anwendung heraus. (Dioxin war die Hauptverunreinigung im Agent Orange.)

Diese führten zu durchgreifenden gesetzlichen Regelungen. So wurden vom Rat der OECD 1973 und vom Rat der EG 1967 Richtlinien zur Einschränkung von der Herstellung und Verwendung von PCB erlassen.

In Deutschland wurde daraufhin 1978 im Bundesimmissionsschutzgesetz, 1989 in der PCB-Verbotsverordnung und zuletzt in der Gefahrstoffverordnung von 1993 konkrete Beschränkungen und Verbote erlassen.

So mussten Kondensatoren (mit PCB-Füllungen > 1 l) bis zum 31.12.1993 entsorgt sein. Die Verwendungsfrist für Transformatoren und kleine Kondensatoren lief am 31.12.1999 aus. Desweiteren ist der Grenzwert für PCB-kontaminierte Geräte auf 50 mg PCB pro Kilogramm Öl herunter gesetzt worden. Für Geräte mit geringen PCB-Kontaminierungen war unter bestimmten Auflagen ein einmaliger Ölwechsel oder eine Ölbehandlung möglich. Das Besitzen von PCB-haltiger Geräten ist nicht erlaubt!

Seit dem 29.06.2000 sind, durch die Änderung der Gefahrstoffverordnung, Ölwechsel mehrfach erlaubt.



In den meisten europäischen Ländern sind ähnliche Regelungen getroffen, die alle auf den europäischen Richtlinien basieren. Geringe Unterschiede gibt es bei den Verwendungsfristen und Grenzwerten (Übergangsfristen bis 2005 oder 2010).

Die Produktion von PCB wurde in der Großbritannien und USA 1977 und in Deutschland 1983 eingestellt.

Eingesetzte Mengen in Deutschland

Gesamt ca. 83.000 t	davon	47.000 t Askarel in elektrischen Geräten
	und	13.000 t Askarel im Bergbau
	und	23.000 t in offenen Anwendungen

Die weltweite Produktion umfasste ca. 1.000.000 t PCB (andere Quellen sprechen von 1.200.000 t bis zu 2.000.000 t PCB).

GIFT: PCB + Dioxine und Furane

Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD + PCDF) sind den polychlorierten Biphenylen in ihrer chemischen Struktur sehr ähnlich. Sie waren nie das Ziel einer industriellen Produktion, sind aber herstellungsbedingt als Verunreinigung im PCB enthalten.

PCDD + PCDF entstehen vor allem bei der Zersetzung von PCB durch Hitze (Verbrennung bei 300 bis 1000 °C) und Luft (Sauerstoff).

Während reines PCB nur **mindergiftig** ist, gelten PCDD und PCDF als **Ultra-Gifte**.

Zu berücksichtigen bleibt aber, dass die vielen verschiedenen Dioxine und Furane unterschiedlich giftig sind. Die herstellungstechnisch bedingt im PCB vorhandenen PCDD und PCDF sind dem "Seveso-Gift" nicht gleichzusetzen.

Dennoch ist bei unsachgemäßem Umgang mit Schädigung der Leber, Chlorakne, Haarausfall, Blindheit, Gelbsucht, Durchfall, Juckreiz, verstärkte Hautpigmentierung und Bronchitis zu rechnen. Auch kann ein krebserzeugendes Potential nicht ausgeschlossen werden.



Die Gefahr durch Einatmen von PCB ist aufgrund des niedrigen Dampfdruckes relativ gering. Eine Inhalation tritt nur in Verbindung mit vorhandenem (Öl-) Nebel oder Staubpartikeln auf.

Die Aufnahme durch Verschlucken oder durch die Haut ist die Folge einer mangelnden Hygiene am Arbeitsplatz, oder des Nichtbeachtens von Schutzvorkehrungen und Nichttragens von persönlicher Schutzausrüstung.

Da sich PCB nur sehr schlecht abbaut und in Fettgeweben leicht anreichert, ist der Eintrag in die Umwelt unbedingt zu vermeiden. Bis 1970 sind weltweit ca. 30.000 t in die Luft, 60.000 t in die Oberflächenwässer und ca. 300.000 t PCB in die Böden verschwunden. Über die Anreicherung durch die Nahrungsmittelkette (Luft - Pflanzen - Tiere) werden die Menschen am Ende der Kette ständig belastet.

Nur die ordentliche, ordnungsgemäße und allen Regeln der Technik entsprechende Entsorgung der PCB (auch kleinster Mengen) kann hier Abhilfe schaffen.

PCB – Bestimmung

Es gibt zwei gängige Verfahren zur PCB-Bestimmung:

① Schnelltest-Verfahren

Zum Beispiel: Clor-N-Oil oder KWIK-SKRENE

Grenzwerte: 10, 20, 50, 100 oder 500 ppm (Gesamt-PCB-Gehalt)

Schnelltests sind chemische Nachweismethoden mit Farbreaktion. Mit ihnen lässt sich nur ein bestimmter Grenzwert testen (unter- oder überschritten). Die Untersuchungsmethode bestimmt verfahrensbedingt nur Chlorid. Daher können diese Verfahren Überschreitungen anzeigen, obwohl die Grenzwerte nicht erreicht werden.

② PCB - DIN - Analyse

Bezeichnung: Prüfung DIN 51 527 - 01 - PCB - GC - ECD

Gaschromatographische Bestimmung mittels Kapillarsäule und Elektronen-Einfang-Detektor



Von 209 theoretisch vorkommenden chlorierten Biphenylen werden sechs häufig auftretende Isomere gemessen (Ballschmitter-Bezeichnung PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-153, PCB-138 und PCB-180).

Um dann von dieser Auswahl auf den wahrscheinlichen Gesamt-PCB-Gehalt zu kommen, wird die Summe der sechs Werte (**DIN-Wert**) mit dem Faktor 5 multipliziert (aufgrund der LAGA-Empfehlung \Rightarrow **LAGA-Wert**).

Entsorgungstechniken

Bis Ende der 80er Jahre gab es für die Entsorgung PCB-haltiger Geräte lediglich einen erlaubten Weg. Die hochkontaminierten Flüssigphasen mussten in die Hochtemperaturverbrennung (ca. 1.200 °C) einer Sonderabfallverbrennungsanlage. Niedrigere Kontaminierungsgrade (bis 1.000 mg/kg) durften zum Teil in der Zementindustrie als Zusatzbrennstoff eingesetzt werden. Für die Feststoffe blieb lediglich eine genehmigte Untertagedeponie zur Einlagerung übrig.

Da es für eine Vermeidung zu spät ist, und eine Verminderung schlecht möglich ist, wird die größtmögliche Verwertung angestrebt. So sind seit mehreren Jahren Verfahren im Versuchs- oder Erprobungsstadium, mit denen PCB-haltige Geräte vom PCB befreit werden sollen, um dann die Metalle in die normale Verwertung geben zu können oder um die Geräte wieder zum Einsatz zu bringen.

Eines der bekanntesten Verfahren ist die Verwendung von Natrium um die Chloratome vom PCB abzuspalten. Der Prozess ist sehr zeit- und kostenaufwendig und rentiert sich nur für sehr große Geräte oder außergewöhnliche Bauarten.

Alle anderen Verfahren basieren auf Spülvorgängen mit Reinigungsflüssigkeiten. Meist ist damit auch eine mechanische Zerstörung des Gerätes verbunden (z.B. Zerlegen des Transformatorkernes um eine bessere Spülwirkung erzielen zu können). Außerdem wird der Reinigungsvorgang teilweise mit erhöhten Temperaturen und/oder Ultraschall unterstützt. Hierbei spielt dann auch die ursprüngliche Kontaminierung eine große Rolle.



Zur Beseitigung bleiben derzeit nur noch Feststoffe über, die aufgrund ihrer Materialeigenschaften nicht zu reinigen sind. Diese müssen weiterhin in die Untertagedeponie eingelagert werden, oder in geeigneten Öfen eingesetzt werden.

Niedrig PCB-haltige Öle, können bei einigen Zementwerken oder Verbrennungsanlagen als Stützfeuer eingesetzt werden. Höher kontaminierte Öle oder reines PCB werden weiterhin in Sonderabfallverbrennungsanlagen bei Hochtemperatur beseitigt. Bei PCB-Kontaminationen ab 50 ppm ist nur die Beseitigung zulässig.

Gefahrgutverordnung Straße (GGVS und ADR) national

Straßen-Transport mit Ausnahme Nr. 58 (B, E, S) der GGAV und der "TR Dioxine 001"

Die "Ausnahme Nr. 58" der Gefahrgut-Ausnahmereverordnung in Verbindung mit der Technischen Richtlinie "TR Dioxine 001" ermöglicht den Transport von

- Transformatoren und Kondensatoren mit PCB-haltigen Füllungen,
- Flüssigkeiten, die diesen Geräten entstammen und
- Feststoffe, die mit vorgenannten Flüssigkeiten kontaminiert sind.

Die Klassifizierung ist danach wie folgt vorzunehmen:

1. Liegt der Gesamt-PCB-Gehalt zwischen 50 und 200.000 ppm (20%), und ist der Flammpunkt größer 61°C, so erfolgt die Einstufung in
 - ➔ Klasse 9, Ziffer 2b) für Flüssigkeiten (nur!), und
 - ➔ Klasse 6.1, Ziffer 25c), Ausn. Nr. 58 für Geräte (incl. Flüssigk.)
2. Liegt der Gesamt-PCB-Gehalt über 200.000 ppm Gesamt-PCB-Gehalt (20%), und ist der Flammpunkt größer 23°C, so erfolgt die Einstufung in
 - ➔ Klasse 6.1, Ziffer 25b), Ausnahme Nr. 58.

Die Verpackung muss dann den Anforderungen des ADR Kl. 6.1 Ziffer 25b) oder c), bzw. der "TR Dioxine 001" entsprechen.

In vorgenannten Fällen ist keine Fahrwegbestimmung erforderlich. Gemäß der "TR Dioxine 001" setzen wir für Transformatoren-Transporte flüssigkeitsdichte 20'-Stahlcontainer mit CSC-Zulassung ein. Kondensatoren



sind in zugelassene Deckelfässer aus Stahlblech oder in spezielle Blechcontainer zu verpacken.

Für andere PCB-kontaminierte Stoffe sind, zur Einstufung gemäß der GGVS und zum Umgang gemäß der Gefahrstoffverordnung, die Dioxin- und Furangehalte zu bestimmen.

Ist der Gesamt-PCB-Gehalt < 50 mg/kg, so unterliegen diese Stoffe nicht der GGVS/ADR, sofern sie nicht aufgrund ihrer sonstigen Eigenschaften eine Einstufung erfordern.

Eisenbahntransport durch die Deutsche Bahn AG

Ein Bahntransport ist für PCB-haltige Kleingeräte gemäß GGVE Klasse 6.1 Ziffer 25b), in Verbindung mit der Ausnahme Nr. 58 (B, E, S) und der "TR Dioxine 001", ebenfalls möglich. Bei Bedarf geben wir Ihnen hierzu gern weitere Informationen.

Beachten Sie bitte, dass bei Transporten mit der Deutschen Bahn AG immer (Einzel-) Entsorgungsnachweise erforderlich sind.

Hinweis zum internationalen Verkehr nach ADR oder RID

Da im ADR (für die Straße) und RID (für die Schiene) andere Dioxin- und Furangrenzwerte zur Einstufung festgelegt sind, werden PCB-haltige Stoffe international der Klasse 9 Ziffer 2 b) oder 3 zugeordnet. Die entsprechende UN-Nummer lautet dann 2315. Die dortigen Vorschriften für den Transport und die Verpackung sind denen der Ausnahme 58 (B, E, S) sehr ähnlich.

Weitere Hinweise

finden Sie in: der TRGS 518
den LAGA-Merkblättern
Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall



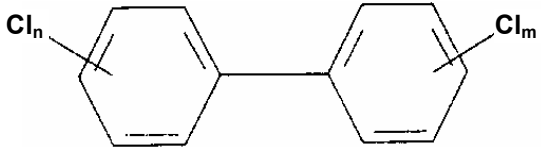
4. Stoffbeschreibung

- (1) Stoffname: Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- (2) Handelsbezeichnungen: z.B. Apirolio, Arochlor, BP-Olex-SF-D 0204, Clophen, Elaol VI, HDF 15, HSD 25, Hyrocor 25 A 3, Kanechlor, Pyralene.
- (3) Beschreibung:
 1. Die flammwidrigen¹⁾, synthetischen Isolierflüssigkeiten, die aus polychlorierten Biphenylen (PCB) bzw. aus Mischungen polychlorierter Biphenyle mit chlorierten Benzolen - z.B. Trichlorbenzol - bestehen, fallen unter den Oberbegriff "Askarele".
 2. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind Gemische aus Isomeren des Biphenyls, bei denen mehrere Wasserstoffatome (H) durch Chloratome (Cl) ersetzt wurden. PCB sind sehr stabile Verbindungen.
 3. Je nach Chlorierungsstufe fallen bei der Produktion Gemische mit Chlorgehalten zwischen 21 und 68% an. Sie enthalten in sehr geringen Mengen als Verunreinigung polychlorierte Dibenzofurane (PCDF). Dabei ist zu beachten, dass bis etwa 1977 PCB verwendet wurden, die stärker mit PCDF verunreinigt waren.
 4. PCB sind wasserklare Flüssigkeiten, deren Konsistenz in Abhängigkeit vom Chlorgehalt zwischen dünn- und zähflüssig liegt. Ihre Wasserlöslichkeit ist gering und nimmt mit zunehmendem Chlorierungsgrad ab. Dagegen sind PCB in Fetten und Kohlenwasserstoffen löslich. Sie besitzen eine gute Wärmeübertragungsfähigkeit und hervorragende elektrische Eigenschaften.
 5. PCB kristallisieren nicht beim Abkühlen, sondern gehen am Stockpunkt in einen harzigen, quasi festen Zustand über. Der Flammpunkt ist abhängig vom Chlorgehalt und liegt zwischen 170 und 240 °C. Nach Entfernen der Zündquelle erlischt die Flamme wieder. PCB haben keinen Brennpunkt. PCB-Dämpfe sind schwerer als Luft. Wegen des niedrigen Dampfdruckes kondensieren sie rasch.

4.1 Physikalisch-chemische Eigenschaften

(Die nachfolgenden Daten beziehen sich auf ein dreifach chloriertes Biphenyl mit einem Chlorgehalt von ca. 42%. Da polychlorierte Biphenyle einen unterschiedlichen Chlorgehalt haben können,

variieren die chemisch-physikalischen Daten in Abhängigkeit des Chlorierungsgrades.)

Strukturformel:	$n + m \text{ ca. } 3$	
Summenformel:	$C_{12}H_7Cl_3$	
relative Molekülmasse:	257	
Farbe:	wasserhell	
Geruch:	charakteristisch	
Schmelzpunkt:	nicht anwendbar	
Stockpunkt:	-22 °C	
Siedepunkt:	> 330 °C	
Dichte (20 °C):	1,380 g/cm ³	
Dampfdichte (Luft = 1):	> 1	
Dampfdruck (20 °C):	$5,3 \cdot 10^3$ mbar	
Flammpunkt (o. c.) ²⁾ :	185 °C	
Brennpunkt ³⁾ :	bis zum Siedepunkt kein Brennpunkt	
Zündtemperatur:	640 °C	
Explosionsgrenzen	(Aerosol) (20 °C): untere: 100 g/m ³ obere: 330-820 g/m ³	
Sättigungskonzentration:	-	
Löslichkeit in Wasser:	0,30 mg/l	

4.2 Hinweise auf Gesundheitsgefahren

- (1) Chlorierte Biphenyle (Chlorgehalt 42% sowie 54%) sind in Anhang 3 zu TRGS 500⁴⁾ genannt als Stoffe, die einen begründeten Verdacht auf krebserzeugendes Potential besitzen (MAK-Kategorie III B).
- (2) Außerdem enthält die TRGS 900 folgende Grenzwerte:
MAK (Chlorgehalt 42%), 0,1 ml/m³ bzw. 1 mg/m³
MAK (Chlorgehalt 54%), 0,05 ml/m³ bzw. 0,5 mg/m³
PCB sind in die Kategorie II der Begrenzung von Expositionsspitzen eingeordnet. Es besteht die Gefahr der Hautresorption (MAK: H).
- (3) Schwangerschaft: Gruppe B (Anlage 3 zu TRGS 500⁵⁾).
Nach dem vorliegenden Informationsmaterial muss ein Risiko der Fruchtschädigung als wahrscheinlich unterstellt werden. Bei einer Exposition Schwangerer kann eine solche Schädigung des MAK-Wertes nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus besteht der Verdacht weiterer reproduktionstoxischer Effekte.
- (4) Flüssige und dampfförmige polychlorierte Biphenyle reizen Haut, Augen und Schleimhäute.



- (5) Alle polychlorierten Biphenyle können vom Körper durch die Haut sowie durch Atmungs- und Verdauungsorgane aufgenommen und im Fettgewebe eingelagert werden. Nach tierexperimentellen Beobachtungen sind bei anhaltender Einwirkung Organschädigungen, insbesondere der Leber, möglich.

4.3 Hinweise auf Umweltgefährlichkeit

- (1) Abhängig vom Chlorgehalt sind Polychlorbiphenyle sowie die als Verunreinigungen enthaltenen polychlorierten Dibenzofurane (PCDF) schwer abbaubare, bioakkumulierbare Stoffe, wobei die biologische Abbaubarkeit mit steigendem Chlorgehalt abnimmt.
- (2) Die mögliche Gefährdung des aquatischen Systems hat zur Aufnahme in den Katalog wassergefährdender Stoffe geführt (WGK 3 - stark wassergefährdend).

4.4 Einstufung/Kennzeichnung

Die Einstufung und die Kennzeichnung erfolgt nach den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung.

EG-Nr.: 602-039-00-4

CAS-Nr.: 1336-36-3

weitere CAS-Nr.: 53469-21-9 (42% Cl) und 11097-69-1 (54% Cl)

Symbol: Xn = mindergiftig

N = umweltgefährlich

Hinweise auf die besonderen Gefahren R 33-50/53

- R 33: Gefahr kumulativer Wirkungen

- R 50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern langfristig schädliche Wirkungen haben

Sicherheitsratschläge S (2)-35-60-61

- S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen

- S 35: Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden

- S 60: Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen

- S 61: Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen

Aufbewahrung nach § 24: Xn = mindergiftig



Die Kennzeichnung hat nach Anhang III Nr. 11 der Gefahrstoffverordnung zu erfolgen.

4.5 Sicherheitstechnische Bewertung

- (1) PCB zeigen gute dielektrische und thermische Eigenschaften sowie chemische Beständigkeit, vor allem aber Flammwidrigkeit.
 - (2) Unter Pyrolysebedingungen können in Anwesenheit von Sauerstoff aus PCB in einem Temperaturbereich zwischen 300 und 900 °C (z.B. Schwefelbrände) in Spuren sehr giftige chlorierte Dibenzo-p-dioxine sowie chlorierte Dibenzofurane entstehen.
-
- 1) Kein Brennpunkt nach DIN 51 376.
 - 2) nach DIN 51 376 bzw. ISO 2592.
 - 3) nach DIN 51 376 bzw. ISO 2592.
 - 4) Die TRGS 500 wurde im Juni 1994 aufgehoben. Es gilt nun die TRGS 905.
 - 5) Die TRGS 500 wurde im Juni 1994 aufgehoben. Es gilt nun die TRGS 905.