# Technische Anforderungen an die Reinigung und Entsorgung von Transformatoren mit PCB-haltiger oder PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthetischer Isolierflüssigkeit

1. Dezember 1999

***ungültig!!***

[Technische Anforderungen an die Reinigung und Entsorgung von Transformato­ren mit PCB-haltiger oder PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthe­tischer Isolierflüssigkeit 1](#_Toc44475229)

[1. PCB-Bestimmung/Kennzeichnung 1](#_Toc44475230)

[2. Anwendungsbereich 1](#_Toc44475231)

[3. Weiterbetrieb von Transformatoren 1](#_Toc44475232)

[4. Entsorgung von Transformatoren 2](#_Toc44475233)

[5. Quellenangaben 4](#_Toc44475234)

### 1. PCB-Bestimmung/Kennzeichnung

Im Hinblick auf die Verbote gemäß Abschnitt 13 des Anhangs der Chemikalien-Verbotsverordnung [1] und § 15 i. V. mit Anhang IV Nr. 14 der Gefahrstoffverordnung [2] wie auch hinsichtlich der Kennzeichnungspflicht gemäß Anhang III, Nr. 11 der Gefahrstoffverordnung ist bei Transformatoren festzustellen, ob die Isolierflüssigkeit PCB oder PCT im Sinne der Gefahrstoffverordnung enthält.

Hierzu wird der PCB-Gehalt über eine Bestimmung nach DIN 51 527, Teil 1 Ausgabe Mai 1987 (Bestimmungswert) ermittelt. Der fünffache Bestimmungswert entspricht dem PCB-Gehalt[[1]](#footnote-1).

Für die Einordnung von Transformatoren gemäß des Anhangs der Chemikalien-Verbotsverordnung, Abschnitt 13, können auch geeignete chlorspezifische Schnelltests herangezogen werden. Ist der Schnelltest positiv, so ist der genaue PCB-Gehalt nach der DIN-Methode zu ermitteln. Auch für die spätere Entsorgung der Isolierflüssigkeit ist die genaue PCB-Bestimmung nach der DIN-Methode erforderlich.

Ein Schnelltest ist nur von fachkundigen Personen durchzuführen. Über jede erfolgte Analyse (Ermittlung des Bestimmungswertes sowie Schnelltest) ist ein Prüfbericht zu erstellen. Dabei sind die DIN EN 45001, 45002 und 45011 zu beachten. Die Prüfberichte sind zu dokumentieren und mindestens 10 Jahre aufzubewahren. Schnelltests eignen sich nach dem bisherigen Kenntnisstand nicht für die Untersuchung von Isolierflüssigkeiten auf Silikonöl- oder Esterbasis.

Im Einzelnen ist die Bekanntmachung des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit "Analytische Verfahren zur Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) und polychlorierten Terphenylen (PCT)" vom 06.12.1989 anzuwenden (GMBl. 1989, S. 789).

### 2. Anwendungsbereich

Die folgenden Hinweise beziehen sich auf die Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) von Transformatoren, deren Isolierflüssigkeiten PCB-Gehalte von größer 50 mg/kg aufweisen. Diese Transformatoren dürfen gemäß § 54 Abs. 4 der Gefahrstoffverordnung längstens bis zum 31.12.1999 verwendet werden.

Nach Außerbetriebnahme sind sie unverzüglich als Abfall zu entsorgen (s. Ziff. 4).

### 3. Weiterbetrieb von Transformatoren

Für die Transformatoren, die einen PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit von mehr als 50 mg/kg aufweisen, müssen spätestens bis zum 31.12.1999 die nachfolgend beschriebenen Behandlungen zur Reduzierung des PCB-Gehaltes, wie Neubefüllung, PCB-Zerstörung, Reinigung und Nachreinigung, abgeschlossen sein. Darunter fällt auch die unter Ziff. 3.1 angeführte Kontrollmessung nach sechs Monaten Betriebszeit.

Die nach der Gefahrstoffverordnung vorgesehenen Behandlungsmöglichkeiten sind gestaffelt nach den PCB-Gehalten in der Isolierflüssigkeit. Als Besonderheit ist darauf hinzuweisen, dass für PCB-Gehalte von 1.000 - 2.000 mg/kg beide unter Ziff. 3.1 bzw. 3.2 angeführten Behandlungsmöglichkeiten zulässig sind.

Es ist ersichtlich, dass die unter Ziff. 3.1 und 3.2 beschriebenen Behandlungsmaßnahmen nicht mehr begonnen werden können. Die zeitliche Abfolge der Behandlungen und der Kontrollmessungen ist in Anlage 1 dargestellt.

**3.1 „Neubefüllung“ von Transformatoren bei PCB-Gehalten in der Isolierflüssigkeit größer 50 bis kleiner/gleich 2.000 mg/kg**

Gefahrstoffverordnung Anhang IV Nr. 14 Abs. 2 Nr. 6

- Ablassen der Isolierflüssigkeit, einmaliges Neubefüllen der Transformatoren mit einer PCB-freien Isolierflüssigkeit.

- Nach 6 Monaten Betriebszeit ist durch eine Messung (nach DIN 51 527, Teil 1 i. V. mit der unter Ziffer 1 genannten Bekanntmachung des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) die Einhaltung des PCB-Grenzwertes von 50 mg/kg Isolierflüssigkeit zu überprüfen. Die Maßnahme gilt damit als abgeschlossen, und die Transformatoren können in diesem Fall als PCB-freie Transformatoren im Sinne der Gefahrstoffverordnung eingestuft werden. Sie sind entsprechend den Vorschriften der Gefahrstoffverordnung, Anhang III Nr. 11, Abs. 4 zu kennzeichnen.

Liegt der überprüfte PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit über 50 mg/kg, so dürfen die Transformatoren längstens bis zum 31.12.1999 verwendet werden.

Aufgrund der o. a. Fristensetzung musste eine Neubefüllung spätestens am 30.06.1999 abgeschlossen sein.

**3.2 „Reinigung“ von Transformatoren bei PCB-Gehalten in der Isolierflüssigkeit größer 1.000 mg/kg**

Gefahrstoffverordnung Anhang IV Nr. 14 Absatz 3

Es sind zwei unterschiedliche Möglichkeiten einer Reinigung zugelassen. Außerdem besteht die Möglichkeit einer Nachreinigung.

1. Ablassen der Isolierflüssigkeit, Reinigung der Geräte mittels Lösemitteln, Neubefüllen mit einer PCB‑freien Isolierflüssigkeit.

2. Reinigung der Isolierflüssigkeit im Kreislaufverfahren (unmittelbare Zerstörung der PCB).

Nach Abschluss des Reinigungsverfahrens und nach einer Betriebszeit von einem Jahr ist durch eine Messung (gemäß Ziff. 3.1) die Einhaltung des PCB-Grenzwertes von 50 mg /kg Isolierflüssigkeit zu überprüfen.

Liegt der PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit über 50 mg/kg ist eine einmalige Nachreinigung ohne Neubefüllung möglich. In diesem Fall muss nach weiteren sechs Monaten Betriebszeit erneut eine Überprüfung des PCB-Gehaltes erfolgen.

Da ein Wiederanstieg der PCB-Konzentration durch Diffusionsvorgänge nach längerer Betriebszeit nicht ausgeschlossen werden kann, ist nach einer Betriebszeit von 4 Jahren eine erneute Messung des PCB-Gehaltes notwendig (Gefahrstoffverordnung Anhang IV Nr. 14 Abs. 3 Nr. 5). Das Messergebnis ist der Behörde mitzuteilen.

Die Transformatoren sind entsprechend den Vorschriften der Gefahrstoffverordnung, Anhang III Nr. 11, Abs. 4 zu kennzeichnen.

**3.3 Entsorgung vor Ablauf der Fristen**

Wird ein Transformator nach einer Behandlung gemäß Ziff. 3.1 oder 3.2 - aber vor Ablauf der dort genannten Fristen - entsorgt, so gilt der Transformator als PCB-haltig; selbst bei einem PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit von kleiner 50 mg/kg.

### 4. Entsorgung von Transformatoren

Errichtung und Betrieb von ortsfesten (§ 1 der 4. BImSchV [4]) Anlagen zur Behandlung (z. B. Entleerung sowie Zwischenlagerung) zum Zwecke der Entsorgung bedürfen einer Genehmigung nach § 4 oder § 16 BImSchG [3] i. V. mit Nr. 8.10 des Anhangs zur 4. BImSchV. Für bereits bestehende Anlagen gelten die abfallrechtlichen Zulassungen als immissionsschutzrechtliche Genehmigungen weiter (§ 67 Abs. 7 BImSchG).

Die Empfehlungen der „Technische Anforderungen an die Entsorgung von PCB-haltigen Abfällen" der LAGA (in der jeweils neuesten Fassung) sowie die folgenden Hinweise sind zu beachten:

- Bei Außerbetriebnahme von Transformatoren sind die PCB-Gehalte in den Isolierflüssigkeiten zu ermitteln.

- Die Transformatoren (gefüllt, entleert), einschließlich der abgelassenen Isolierflüssigkeit fallen bei der Entsorgung unter die Abfallschlüssel

13 03 01 Isolier- und Wärmeübertragungsöle oder –flüssigkeiten, die PCB oder PCT enthalten

oder

16 02 01 Transformatoren und Kondensatoren, die PCB oder PCT enthalten

und gelten gemäß § 41 Abs. 1 bzw. § 41 Abs. 3 Nr. 1, Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) [5], als besonders überwachungsbedürftiger Abfall. Zur Überwachung des Entsorgungsvorganges wird auf die Nachweisverordnung [6] verwiesen.

- Die gewerbsmäßige Beförderung zur Annahmestelle bedarf einer Genehmigung nach § 49 i. V. m. § 50 Abs. 2 KrW- /AbfG unter Beachtung des Befreiungstatbestandes nach 51 KrW-/AbfG, in Verbindung mit der Transportgenehmigungsverordnung [7].

- Die grenzüberschreitende Verbringung der Transformatoren ist nach der Verordnung (EWG) Nr. 259/93 des Rates zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft [8] genehmigungspflichtig.

- Weiterhin sind die Bestimmungen der TRGS 518 [9] sowie die Gefahrgutverordnungen [10] zu beachten (s. Anlage 2).

**4.1 Isolier-, Spül- und Reinigungsflüssigkeiten**

Die abgelassenen Flüssigkeiten sind entsprechend ihrem PCB-Gehalt gemäß § 64 KrW-/AbfG i. V. mit der Altölverordnung [11] und i. V. mit der Richtlinie 96/59/EG des Rates [13] zu verwerten oder einer sonstigen Entsorgung zuzuführen. Hierbei ist zwischen den verschiedenen Stoffklassen: Mineralöl, Askarel, Silikonöl und andere zu unterscheiden. Bei Reinigungsflüssigkeiten auf der Basis von halogenierten Kohlenwasserstoffen ist die "Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel" [12] zu beachten.

Bei der Außerbetriebnahme der nach Ziff. 3.2 gereinigten Transformatoren muss die dann abgelassene Isolierflüssigkeit verwertet werden (Gefahrstoffverordnung Anhang IV Nr. 14 Abs. 3).

**4.2 Entleerte Transformatoren**

Die Metallteile von außer Betrieb genommenen Transformatoren sind - soweit möglich - der Verwertung zuzuführen.

Solange es für den Einsatz von Metallen von solchen Transformatoren, die nicht als „PCB-frei“ i. S. Ziff. 2 bzw. Ziff. 3.3 eingestuft sind, in der Metallindustrie keine zugelassenen Anlagen gibt, müssen die Metallteile bei der Außerbetriebnahme von PCB gereinigt werden. Darunter fallen alle Transformatoren, deren abgelassene Isolierflüssigkeit einen PCB-Gehalt von mehr als 50 mg/kg aufweist. Die Reinigung der Metalle hat in einer dafür zugelassenen Anlage zu erfolgen.

Bei „PCB-freien“ Transformatoren können die Metallteile direkt - ohne dass sie weiter gereinigt worden sind - der Verwertung zugeführt werden.

Die Entfernung der Anhaftungen von PCB-haltiger Isolierflüssigkeit zur Reduzierung des PCB-Gehaltes bei der zu verwertenden Metallfraktion (Gehäuse, Kupferspule und Kernbleche) ist der wesentliche Behandlungsschritt der Reinigung. Hierfür sind extraktive Verfahren mit Lösemitteln oder solche mit vergleichbaren Reinigungseffekten anzuwenden. Bei den nachstehend beschriebenen Reinigungsverfahren sind insbesondere die Oberflächen der Kernbleche des Aktivteils der Behandlung zugänglich zu machen.

In Abhängigkeit von der ursprünglichen Befüllung des Transformators ergeben sich z. Z. folgende Möglichkeiten für eine Reinigung:

a) Transformatoren mit PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthetischer Isolierflüssigkeit

- Behandlung kritischer Einbauteile (Bleche des Aktivteils, papierisolierte Spulen) durch Entölung (z.B. mit Lösemitteln oder mit anderen geeigneten Flüssigkeiten).

- Gegebenenfalls Vorbehandlung vor der Demontage durch eine Spülung, sofern es aus Sicht des Arbeitsschutzes erforderlich sein sollte.

b) Askarel-Transformatoren (Askarel = Mischungen von PCB mit 20 - 40 % Chlorbenzolen)

- Vorbehandlung vor der Demontage durch eine intensive Spülung des Transformators mit einer Reinigungsflüssigkeit bei erhöhter Temperatur und anschließender Trocknung.

- Nachbehandlung kritischer Einbauteile (Bleche des Aktivteils, papierisolierte Spulen) durch extraktive Verfahren mit Lösemitteln bei erhöhter Temperatur.

Die PCB-belasteten Nichtmetallfraktionen (z. B. Papier, Holz, Kunstharze) sind als besonders überwachungsbedürftige Abfälle zu beseitigen.

Ist eine Verwertung nicht möglich, sind diese Transformatoren bzw. Teile davon in einer Untertagedeponie zu beseitigen oder thermisch zu behandeln.

**4.3 Sonstige Abfälle**

Bei der Neubefüllung bzw. der Reinigung von Transformatoren i. S. Ziff. 3 oder der Reinigung i. S. Ziff. 4.2 können weitere PCB-haltige Abfälle anfallen:

- Dechlorierungsrückstände,

- Destillationsrückstände,

- kontaminierte Betriebsmittel.

Bei der Entsorgung sind die Empfehlungen der „Technische Anforderungen an die Entsorgung von PCB-haltigen Abfällen" der LAGA (in der jeweils neuesten Fassung) zu beachten.

### 5. Quellenangaben

[1] Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Juli 1996 (BGBl. I S. 1151), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 22. Dezember 1998, (BGBl. I, S. 3956)

[2] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. Oktober 1993 (BGBl. I, S. 1782, 2049); zuletzt geändert durch die Verordnung vom 18. Oktober 1999(BGBl. I, S. 2059)

[3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 14. Mai 1990 BGBl. I, S. 880; zuletzt geändert durch Art. 1 Nr. 13 des Gesetzes vom 19. Okt. 1998, BGBl I, S. 3178

[4] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) vom 14. März 1997 BGBl. I S. 504; zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. 02. 1999, BGBl. I S. 186

[5] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27. Sept. 1994 BGBl. I, S. 2705; zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 25. 08. 1998, BGBl. I, S. 2455

[6] Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung - NachwV) vom 10. Sept. 1996 BGBl. I S. 1382

[7] Verordnung zur Transportgenehmigung (Transportgenehmigungsverordnung - TgV) vom 10. Sept. 1996, BGBl. I S. 1411

[8] Verordnung (EWG) Nr. 259/93 des Rates zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft vom 01. Febr. 1993 zul. geänd. durch VO (EG) N 2408/98 vom 06.11.98 (Abl. EG 1998, L 298 S. 19)

[9] Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 518: Elektroisolierflüssigkeiten, die mit PCDD oder PCDF verunreinigt sind BArbBl. Nr. 4/1994 S. 50

[10] Gefahrgutverordnungen

GGVBinSch: Gefahrgutverordnung Binnenschiffahrt in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1998; BGBl. I, S. 4049

GGVE: Gefahrgutverordnung Eisenbahn in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1998; BGBl. I, S. 3909

GGVSee: Gefahrgutverordnung See in der Fassung der Bekanntmachung vom 04. März 1998; BGBl. I, S. 419 zul. geänd. durch VO vom 23.06.1999; BGBl I, S. 1435 GGVS: Gefahrgutverordnung Straße in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dez. 1998; BGBl. I, S. 3994 zul. geänd. durch VO vom 23.06.1999; BGBl I, S. 1435

[11] Altölverordnung (AltölV) vom 27. Oktober 1987 BGBl. I, S. 2335

[12] Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel (HKWAbfV) vom 23. Okt. 1989 BGBl. I, S. 1918

[13] Richtlinie 96/59/EG des Rates vom 16. September 1996 über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 243/31 vom 24.09.1996

**6. Zusätzliche Hinweise zu den Behandlungen und Kontrollmessungen nach Ziff. 3.1 und 3.2**

**Anlage 1 zu den Technischen Anforderungen:**

**„Reinigung und Entsorgung von Transformatoren mit PCB-haltiger oder PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthetischer Isolierflüssigkeit“**

|  |  |
| --- | --- |
| CB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit kleiner/gleich 2000 mg/kg (Ziff. 3.1) | Neubefüllung  zu beachten ist:  Die Kontrollmessung muss spätestens bis zum 31.12.1999 erfolgt sein.  Eine Neubefüllung musste demnach bis zum 30.06.1999 abgeschlossen sein  größer 50 mg/kg  Entsorgung als PCB-Trafo  (bis zum 31.12.1999  Kontrollmessung  „PCB-frei“  kleiner/gleich 50 mg/kg  6 Monate Betriebszeit |
| PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit größer 1000 mg/kg (Ziff. 3.2) | größer 50 mg/kg Entsorgung als PCB-Trafo (bis zum 31.12.1999)  größer 50 mg/kg Entsorgung als PCB-Trafo  zu beachten ist:  1) Die Maßnahmen zur PCB-Zerstörung, Reinigung und Neubefüllung müssen spätestens bis zum 31.12.1999 abgeschlossen Nach einem Betriebsjahr, d.h. bis spätestens zum 31.12.2000 muss dann die Kontrollmessung A durchgeführt  2) Für den Fall, dass mit der Behandlung so spät begonnen wird, dass die Kontrollmessung A nach dem 31.12.1999 erfolgen muss, so ist durch eine zusätzlich Kontrollmessung Jahresende 1999 nachzuweisen, dass zu diesem Zeitpunkt der PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit 50 mg/kg nicht überschritten hat. Liegt bei dieser Kontrollmessung bzw. bei der dann Kontrollmessung A der PCB-Gehalt über 50 mg/kg, so kann die Nachreinigung ohne Neubefüllung gem. Gefahrstoffverordnung Anhang IV Nr. 14 Abs. 3 nach dem 31.12.1999 nicht Anwendung kommen, da eine Behandlung nach diesem Zeitpunkt nicht statthaft  6 Monate Betriebszeit  Kontrollmessung B  Nachreinigung ohne Neubefüllung  kleiner/gleich 50 mg/kg “PCB-frei“  Kontrollmessung C  kleiner/gleich 50 mg/kg  4 Jahre Betriebszeit  größer 50 mg/kg  Kontrollmessung A  1 Jahr  Betriebszeit  Reinigung, Neubefüllung  PCB-Zerstörung ggf. Neubefüllung |

**Zusätzliche Hinweise zur Beförderung PCB-haltiger Betriebsmittel**

**Anlage 2 zu den Technischen Anforderungen:**

**„Reinigung und Entsorgung von Transformatoren mit PCB-haltiger oder PCB-kontaminierter mineralölhaltiger oder synthetischer Isolierflüssigkeit“**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Abfall** | **PCB-Gehalt in der Isolierflüssigkeit [mg/kg = ppm]** | **Zuordnung gem. GGAV - Ausnahme Nr. 58** | **Einstufung nach GGVS / GGVE** |
| Isolierflüssigkeit  PCB-haltig | ≤ 50 | keine | kein Gefahrgut |
| > 50 bis ≤ 200.000 | Gruppe C | Kl. 9, Ziff. 2 b[[2]](#footnote-2) |
| > 200.000 | Gruppe B | Kl. 6.1, Ziff. 25 b |
| Betriebsmittel mit Isolierflüssigkeit (auch entleert und ungereinigt | ≤ 50 | keine | kein Gefahrgut |
| > 50 bis ≤ 1000 | keine | Kl. 9, Ziff. 3[[3]](#footnote-3) |
| > 1000 bis ≤ 200.000 | Gruppe C | Kl. 6.1, Ziff. 25 c |
| > 200.000 | Gruppe B | Kl. 6.1, Ziff. 25 b |

Allgemeine Hinweise:

Die Angaben in der Tabelle gelten für normal beanspruchte Geräte und die darin enthaltenen Isolierflüssigkeiten.

Alle Geräte und Isolierflüssigkeiten, die von o.g. Beanspruchung abweichen, sind einer Einzelfallbetrachtung zu unterziehen.

1. Die Verwendung der Begriffe "PCB-Gehalt" und "Bestimmungswert" wurde erforderlich wegen des Gebrauchs unterschiedlicher Quantifizierungsverfahren bei der Festlegung von Grenzwerten im internationalen Bereich, insbesondere im Rahmen der Grenzwertfestlegung des EG-Rechts. [↑](#footnote-ref-1)
2. Gemäß Mischungstabelle Rn 2002, Abs. 8, Fußnote 6, Einstufung in Kl. 9, Ziff. 2 b. [↑](#footnote-ref-2)
3. Festlegung durch das Bundesministerium für Verkehr, aufgrund einer VDEW-Reihenuntersuchung von PCB-haltigen Isolierflüssigkeiten (BMV A13/26.20.70 - 10 - 1/86 - 48 V a 91 vom 01.03.1991 [↑](#footnote-ref-3)