

# PCB in Fluoreszenzlampen

## Nur sieben Prozent der Vorschaltgeräte werden umweltgerecht entsorgt

Von 1950 bis 1983 wurden in der Schweiz insgesamt acht Millionen PCB-belastete Vorschaltgeräte für Fluoreszenzlampen installiert. Rund die Hälfte dieser Geräte befindet sich heute noch in Betrieb und wird in den kommenden zwölf Jahren entsorgt werden. Dies entspricht einer Menge von 270 t reinen PCB-Öls. Laut Elektronikschrott-Verordnung muss die Elektrobranche die umweltgerechte Entsorgung dieses gefährlichen Umweltgifts gewährleisten. Die Autoren dieses Beitrags schlagen einen Entsorgungsweg vor, der Elektronunternehmen bei dieser Aufgabe unterstützen kann.

### Stabilität und Einsatz von PCB

PCB steht als Abkürzung für polychlorierte Biphenyle. Es handelt sich hierbei um eine synthetische Chemikalie, die für viele Einsatzbereiche ausgezeichnete funktionale Eigenschaften aufweist. So wurde PCB auf Grund seiner schwe-

#### Adresse der Autoren

Dr. Elmar Kuhn und Roland Arnet  
Kantonales Laboratorium Aargau, Sektion  
Chemiesicherheit und Stoffe, 5000 Aarau

ren Brennbarkeit und hohen chemischen Stabilität in vielen Bereichen seit 1929 eingesetzt. Wegen seiner Gefährlichkeit wurde Anfang der siebziger Jahre vorerst der offene Verbrauch verboten. Im Jahre 1986 folgte ein Totalverbot für PCB in der Schweiz, und die Ausserbetriebnahme von PCB-haltigen Kondensatoren und Transformatoren mit mehr als 1 kg Gesamtgewicht wurde auf den 1. August 1998 festgelegt.

### Gefährdung von Mensch und Umwelt

PCB besitzt neben seiner chemischen und physikalischen auch eine hohe biologische Stabilität, weshalb erhebliche Umweltbelastungen auftraten. Auf Grund seiner hohen Fettlöslichkeit wird PCB zudem in der Nahrungskette angereichert. Es kommt deswegen bereits in der Muttermilch zu bedenklich hohen Konzentrationen dieses Umweltgifts. Der

Fischotter ist mittlerweile auch in der Schweiz ausgestorben, weil die Tiere durch eine zu hohe PCB-Belastung unfruchtbar geworden waren.

Im Falle eines Brandes oder einer Explosion werden aus PCB die hochgiftigen «Sevesogifte», die Furane und Dioxine (polychlorierte Dibenzofurane und polychlorierte Dibenzodioxine), gebildet und freigesetzt. Personen ohne Schutzausrüstung sind dadurch bei der Brandbekämpfung zusätzlich gefährdet. Nach solchen Schadereignissen, aber auch nach Leckagen oder Überhitzungen von elektrischen Geräten mit PCB-Öl können Räume oder ganze Gebäude so stark kon-

taminiert sein, dass extrem aufwendige Spezialreinigungen erforderlich sind.

PCB-haltige Elektrogeräte gelangen heute hauptsächlich zusammen mit den Altmetallen in die Entsorgung. Wie Altautos werden in der Schweiz auch Elektrogeräte zumeist in Shreddern verwertet. Aus 300 000 t Material fallen bei diesem Verfahren ungefähr 50 000 t Resh (nicht wiederverwertbare Reststoffe aus Shreddern) an. Verschiedene Studien belegen die Präsenz von PCB im Resh, wobei relativ grosse Konzentrationsunterschiede ermittelt wurden: 45–200 mg/kg in einer Studie des Umweltschuttlabors Basel-Land [1] und 20–210 mg/kg in einer deutschen Studie [2]. Deutlich tiefere Gehalte ergaben allerdings zwei andere Studien: 2–17 mg/kg in einer Aargauer Untersuchung (interne Information) und 5–14 mg/kg in einer anderen deutschen Untersuchung [3]. Im Sinne einer Übergangslösung wird Resh in Kehrlichtverbrennungsanlagen verbrannt, wobei die Präsenz von PCB unerwünscht ist. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil des PCB nach dem Shreddern und Entfernen von Resh in der Metallfraktion zurückbleibt. Bei der thermischen Weiterverarbeitung der PCB-belasteten Metallfraktion können hochtoxische «Sevesogifte», insbesondere polychlorierte Dibenzofurane, gebildet werden.

Geräte mit ölgefüllten Kondensatoren	Anzahl beurteilter Elektrogeräte	PCB-haltige Kondensatoren Anteil [%]	mittl. Gew. pro Gerät [g]
Kaffeemixer	2	0	
Mikrowellengeräte	1	0	
Tumbler	1	0	
Geschirrspüler	8	0	
Staubsauger	11	9	15
Waschmaschinen	50	18	380
Handmixer	6	33	20
Kochherde	3	33	150
Computer	3	33	2500
Stereoanlagen	3	33	10
Industriekühlschränke	6	50	380
Vorschaltgeräte	20	65	200
div. Elektrogeräte	66	18	310
Total	180	24	10–2500

Tabelle I PCB-haltige Kondensatoren in entsorgten Elektrogeräten

Berücksichtigt sind Geräte, deren PCB-Status mit dem PCB-Verzeichnis des Kantonalen Laboratoriums Aargau ermittelt werden konnte.

## PCB-haltige Kondensatoren

Das Kantonale Laboratorium Aargau versuchte abzuklären, woher die PCB-Einträge im Resh stammen. Im Rahmen einer Untersuchung wurde eine breite Palette von entsorgten Elektrogeräten mit folgendem Ergebnis überprüft:

Die meisten der beurteilten Elektrogeräte enthalten einen oder mehrere ölhaltige Kondensatoren. Bei rund 25% dieser Geräte sind diese mit reinem PCB gefüllt (Tab. I). Hinzu kommen weitere 10–15% der Geräte mit kontaminierten Kondensatoren (50–1000 mg PCB/kg Öl). PCB befindet sich hauptsächlich in Geräten mit den Baujahren 1950–1983. Es zeigte sich, dass vor allem langlebige Geräte PCB enthielten, wobei die Vorschaltgeräte von Fluoreszenzlampen auf Grund ihrer Häufigkeit sowie der PCB-Menge pro Gerät als besonders wichtig erscheinen.

## Kapazitive Vorschaltgeräte von Fluoreszenzlampen

Auf Grund der Voruntersuchungen konzentrierten sich die weiteren Erhebungen ausschliesslich auf Vorschaltgeräte von Fluoreszenzlampen (Bild 2). Unsere Abklärungen ergaben, dass 70% der in die Entsorgung gelangenden Vorschaltgeräte PCB-haltig sind (Tab. II). Nahezu alle kapazitiven Vorschaltgeräte der Baujahre 1950–1983 sind mit einem rund 200 g schweren, PCB-haltigen Kondensator bestückt. Der Markt für Vorschaltgeräte wurde in der damaligen Zeit im Kanton Aargau und wohl auch gesamtschweizerisch durch die Firmen Knobel und H. Leuenberger dominiert. Zu den weiteren Marktanbietern mit PCB-haltigen Vorschaltgeräten gehörten Trafag, BAG, E. Huber und Zumtobel. Die darin eingesetzten PCB-haltigen Kondensatoren stammten von den Firmen Frako, Knobel, Condis und Leclanché.

Gemäss unseren Berechnungen wurden auf dem Schweizer Markt über

Bild 1 Resh (nicht wiederverwertbare Reststoffe aus Shreddern) aus Elektrogeräteabfällen. Diese insbesondere den Kunststoffanteil enthaltende Fraktion ist mit Schwermetallen und PCB belastet.



Bild 2 Verschiedene Modelle von kapazitiven Vorschaltgeräten mit PCB-haltigen Kondensatoren. Nach dem Entfernen der Abdeckung kommt auch beim obersten und beim untersten Gerät je ein zylinderförmiger Kondensator zum Vorschein. Das oberste Gerät weist eine Länge von 40 cm auf.



8 Millionen PCB-haltige Vorschaltgeräte abgegeben und installiert. Auf Grund der Altersverteilung der in die Entsorgung gelangenden Geräte gehen wir von einer durchschnittlichen Lebensdauer von 26 Jahren aus. Dies bedeutet, dass ungefähr

die Hälfte der PCB-haltigen Vorschaltgeräte noch in Betrieb steht. Diese 4 Millionen Geräte haben ein Gewicht von 900 t und enthalten insgesamt 270 t PCB. Bei einer gleichmässigen Verteilung der Ausserbetriebnahme während 13 Jahren ergibt sich eine jährliche Entsorgungsfahrt von jeweils über 300 000 PCB-haltigen Vorschaltgeräten. Gewichtsmässig beläuft sich die entsprechende Jahresbilanz auf 70 t PCB-haltiger Kondensatoren mit einem Inhalt von 20 t reinem PCB.

Baujahr-Klasse	Vorschaltgeräte in Entsorgung 1996/97	
	Anteil PCB-haltig bez. aller Vorschaltgeräte [%]	Anteil PCB-haltig pro Baujahr-Klasse [%]
bis 1950	0	0
1951–1960	4	100
1961–1970	32	100
1971–1980	22	97
1981–1990	12	46
1991–1997	0	0
Total	70	70

Tabelle II Alter der in die Entsorgung gelangten Vorschaltgeräte. Zeitraum der Erhebung: 1996/1997.

## Entsorgung der Vorschaltgeräte

32 Elektroinstallationsbetriebe wurden bezüglich der Entsorgung von anfallenden Vorschaltgeräten befragt. Dabei zeigte sich, dass nur ungefähre Angaben

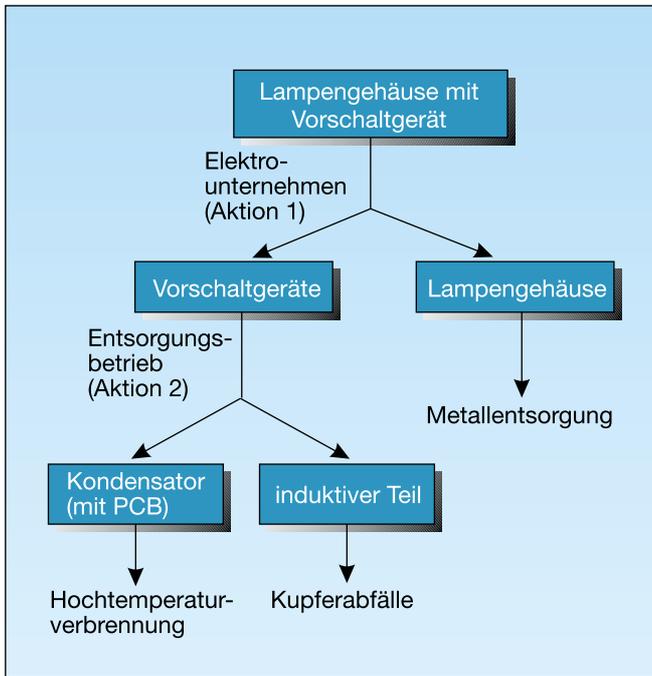


Bild 3 Vorschlag eines Wegs zur Entsorgung von Vorschaltgeräten

Kondensators vom induktiven Teil zweckmässigerweise in einem spezialisierten Entsorgungsbetrieb (Aktion 2). Die kupferhaltigen induktiven Teile der Vorschaltgeräte können der Wiederverwertung zugeführt werden.

Auch nicht PCB-haltige Vorschaltgeräte (kapazitive Geräte ohne PCB-Öl sowie die rein induktiven Geräte) sollten auf diesem Weg entsorgt werden, denn sie enthalten ebenfalls umweltbelastende Schwermetalle.

Bei der Entwicklung eines Entsorgungssystems erscheint es uns vorteilhaft, wenn ein Zusammengehen des Sammelnetzes mit demjenigen von Leuchtstoffröhren oder demjenigen von Elektrogeräten aus Haushalten (z.B. SBB-Sammelstellen) angestrebt werden könnte. Die Elektrobranche ist aufgerufen, die erforderlichen Entsorgungswege aufzubauen und konsequent zu beschreiten.

\*

Weitere Angaben zu den Untersuchungen des Kantonalen Laboratoriums Aargau können dem detaillierten Bericht *PCB in Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen – eine Bilanzierung* vom Juni 1998 entnommen werden.

**Literatur**

[1] Bericht über die Untersuchung der stofflichen Zusammensetzung und des Auswaschverhaltens von Rückständen aus einer Shredder-Anlage (Resh) im Hinblick auf deren Entsorgung in Reaktordeponien. Umweltschutzzlabor des Kantons Basellandschaft, 1995.

[2] Altauutoentsorgung – Grossversuche zur Auswirkung von Vorentsorgungsmassnahmen auf den Gehalt an polychlorierten Biphenylen und Kohlenwasserstoffen in Shredder-Rückständen. Bundesministerium für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit, Bonn, 3. September 1991.

[3] V. Spanke: Aufbereitung der Shredderleichtfraktion aus der Altauutoverwertung. EP (1998)5, S. 26-34.

zur Menge der ausgebauten Geräte bestanden. Des weiteren kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein wesentlicher Anteil der Vorschaltgeräte auf den Baustellen direkt über Metall- oder Bauabfallmulden entsorgt wird.

Die Angaben zeigen aber deutlich, dass der grösste Teil der Vorschaltgeräte durch die Elektroinstallationsbetriebe leider noch zusammen mit den Metallabfällen entsorgt wird. Immerhin versuchten zwei der kontaktierten Betriebe einen konsequent umweltgerechten Entsorgungsweg einzuschlagen (7% der Geräte).

**Rückgabe- und Rücknahmepflicht**

PCB-haltige Vorschaltgeräte von Lampen sind den Bestimmungen der schweizerischen Elektronikschrott-Verordnung (VREG) vom 14. Januar 1998 unterworfen. Wer sich eines solchen Gerätes entledigt, muss es einem Händler, Hersteller,

Importeur oder einer Entsorgungsunternehmung zurückgeben (Rückgabepflicht). Händler müssen Geräte aller Art, die sie im Sortiment führen, zurücknehmen (Rücknahmepflicht). Weitere diesbezügliche Details sind in Art. 4 der VREG festgehalten. Da PCB-haltige Kondensatoren zu den besonders schadstoffhaltigen Bestandteilen gehören, müssen diese getrennt sowie umweltverträglich entsorgt werden (Art. 6 VREG).

**Vorschlag für künftigen Entsorgungsweg**

Wir empfehlen, dass die Vorschaltgeräte bereits durch den Elektriker vom Lampengehäuse getrennt werden (Aktion 1 in Bild 3). Bei den kapazitiven Vorschaltgeräten erfolgt die Trennung des

Anteil der Betriebe [%]	Entsorgungsweg
73	Altmittelhandel, Shredderwerk
10	Metallmulde der Gemeinde
10	Spez. Entsorgungsbetriebe (bez. Kupferabfällen)
7	Ausbau durch Betrieb; Hochtemperaturverbrennung

Tabelle III Rücknahme und Entsorgung von Vorschaltgeräten

**PCB dans les lampes à fluorescence**  
**Seuls 7% des appareils de ballast sont éliminés dans le respect de l'environnement**

De 1950 à 1983, au total huit millions d'appareils de ballast à PCB sont venus en Suisse équiper des lampes à fluorescence. A peu près la moitié de ces appareils se trouvent aujourd'hui encore en service et seront éliminés au cours de ces douze prochaines années. Cela correspond à un volume de 270 t de pure huile PCB. Selon l'Ordonnance sur les déchets électroniques, le secteur de l'électrotechnique doit s'occuper de l'évacuation écologique de ce dangereux poison. Les auteurs de cet article proposent une filière d'élimination susceptible d'aider les entreprises électrotechniques et électroniques à s'acquitter de cette tâche.