

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

**Bericht der Bundesregierung zu der EntschlieÙung des Bundesrates
zur Verordnung zur Durchsetzung von EWG-Verordnungen über Stoffe
und Zubereitungen und zur Änderung der Gefahrstoffverordnung**

Bundesministerium
für Arbeit und Sozialordnung
IIIb 4-35132-6

Bonn, den 10. Juni 1994

An den
Präsidenten des Bundesrates

In der 661. Sitzung des Bundesrates am 15. Oktober 1993 wurde zu der Verordnung zur Durchsetzung von EWG-Verordnungen über Stoffe und Zubereitungen und zur Änderung der Gefahrstoffverordnung folgende EntschlieÙung verabschiedet: *)

"Die Bundesregierung wird gebeten, dem Bundesrat bis zum 1. Juli 1994 einen Bericht vorzulegen, in dem die zu erwartenden Auswirkungen der vom Bundesrat am 9. Juli 1993 beschlossenen Änderung der Gefahrstoffverordnung in bezug auf Cadmium und bestimmte Cadmiumverbindungen ausführlich dargestellt werden. Insbesondere sollte dargelegt werden, wie die Exposition gegenüber den genannten Stoffen an den entsprechenden Arbeitsplätzen aussieht und für welche Stoffe und für welche Produktionsbereiche kurz-, mittel- und langfristig gesundheitsverträgliche Alternativlösungen erkennbar sind. Die Ergebnisse dieses Berichts sollen als Grundlage für ausführliche Beratungen zu der Frage dienen, ob und in welchem Umfang die Gefahrstoffverordnung hinsichtlich der genannten Stoffe geändert werden muß. Angesichts der gravierenden toxischen Eigenschaften dieser Stoffe ist ein solcher Bericht unerläÙlich."

*) Drucksache 649/93 (Beschluß)

Die Bundesregierung legt folgenden Bericht entsprechend der o.g. EntschlieÙung dem Bundesrat vor:

Jeder Umgang mit Cadmium und seinen Verbindungen unterliegt, soweit sie bioverfügbar sind, den besonderen Vorschriften für krebserzeugende Stoffe in der Gefahrstoffverordnung. Danach hat der Arbeitgeber jede Verwendung von Cadmium und seinen Verbindungen der zuständigen Behörde anzuzeigen. In der Anzeige ist u.a. darzulegen:

- eine Beschreibung des Herstellungs- oder des Verwendungsverfahrens oder der Verwendung einschließlich der durchzuführenden Tätigkeiten, des Verwendungszwecks, der Verwendungsart sowie der vorgesehenen Funktion des Gefahrstoffes,
- die getroffenen Schutzmaßnahmen und falls vorgesehen, Art und Qualität der zu verwendenden Schutzausrüstung,
- das Ergebnis der Ermittlung hinsichtlich möglicher Ersatzstoffe (§ 36 Abs. 1) und begründete Angabe warum keine Substitution möglich ist bzw. das Auftreten des Gefahrstoffes am Arbeitsplatz nicht zu vermeiden ist,
- die Zahl der Arbeitnehmer, die mit dem Gefahrstoff umgehen,
- Art und Ausmaß der Exposition durch den Gefahrstoff, insbesondere MeÙergebnisse.

Darüber hinaus hat der Arbeitgeber die Verpflichtung

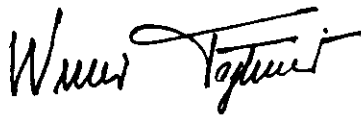
1. die Menge der krebserzeugenden Gefahrstoffe am Arbeitsplatz soweit wie möglich zu begrenzen
2. die Zahl der in den betroffenen Arbeitsbereichen jeweils tätigen Arbeitnehmern so gering wie möglich zu halten
3. Arbeitnehmer dürfen Cadmium und seinen Verbindungen nur ausgesetzt werden, wenn dies nach dem Stand der Technik unvermeidbar ist.

Durch die Gefahrstoffverordnung kann darüber hinaus für besonders gefährliche krebserzeugende Gefahrstoffe ein Expositionsverbot ausgesprochen werden. Dies kann in zahlreichen Branchen aufgrund des Standes der Technik für Cadmium und seine Verbindungen

...

nicht eingehalten werden. Zur Sicherstellung und Verbesserung des Arbeitsschutzes hat das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung den Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS) aufgefordert, die Ist-Situation in den betroffenen Branchen zu ermitteln und ein entsprechendes Minimierungskonzept für die Cadmium-Exposition zu erarbeiten. Die Ergebnisse werden in die Gefahrstoffverordnung bzw. in eine Technische Regel, die die Schutzmaßnahmen der Verordnung konkretisiert, übernommen. Der Bericht der zuständigen Arbeitsgruppe ist als Anlage beigefügt.

In Vertretung

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Werner Tegtmeier', with a stylized, flowing script.

Dr. Werner Tegtmeier

Anlage

Bericht

der Projektgruppe Cadmium im Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS)

1. Cadmium u. Cadmiumverbindungen 1,2,3)

Cadmium (chemisches Zeichen Cd) ist als Begleitmetall in NE-Metallkonzentraten (primäre Rohstoffe) und in NE-metallhaltigen Recyclingstoffen (sekundäre Rohstoffe) enthalten.

Zinkkonzentrate enthalten im Mittel 0,2 %, Bleikonzentrate bis 0,05 % Cadmium. Die mengenmäßig geringen Kupferkonzentrate aus Gangerzlagerstätten enthalten bis zu 0,05 % Cadmium. Die Kupferkonzentrate aus Porphyren, die den Großteil auf dem Weltmarkt bilden, enthalten ca. 0,003 % Cadmium. Recyclingstoffe sind nur bis zu etwa 2 % bis 7 % am Rohstoffeinsatz beteiligt.

In der Bundesrepublik Deutschland werden bei der Herstellung von Zink, Blei und Kupfer die Cd-Gehalte durch geeignete Verfahrensschritte dem weiteren Verhüttungsprozeß gezielt entzogen und zu metallischem Cadmium weiterverarbeitet oder der Enddeponie zugeführt.

Die Cadmiumerzeugung der Hütten betrug 1989 1146 t und 1992 941 t. Daneben wurden 568 t Cadmiummetall und 927 t Cadmium in Produkten importiert. Das Land verließen 733 t Cadmiummetall und 914 t Cadmium in Produkten.

Bei der Herstellung von Metallen kommt Cadmium in unterschiedlichen metallurgischen Verfahren vor:

- hydrometallurgische Zinkgewinnung mit zwei Varianten des Cadmiumausbringens (thermisch bzw. elektrolytisch) und thermische Zinkgewinnung mit Sekundärverhüttungsverfahren,
- Bleigewinnung mit Röst-Reduktionsverfahren als klassischem Schachtofenverfahren und als QSL-Verfahren bzw. mit Sekundärverhüttungsverfahren,
- kombinierte Zink-Blei-Gewinnung nach dem pyrometallurgischen Imperial-Smelting-Verfahren (IS-Verfahren),
- Kupfergewinnung,
- Verhüttung von edelmetallhaltigen Scheidgut.

Cadmium und seine Verbindungen sowie cadmiumhaltige Zubereitungen und Erzeugnisse werden in folgenden Industriezweigen bzw. Verfahren hergestellt bzw. verwendet:

- Metall
(Legierungen, Lote, Galvanotechnik, Lagermetalle),
- Chemie
(Pigment, Stabilisatoren, Kunststoffhalbzeuge und -fertigerzeugnisse),
- Feinmechanik und Elektrotechnik
(Kontakte, Batterien, Turbinen und Generatoren, Schmuckwaren)
- Glas und Keramik
(Spezialgläser, Farben, Glasuren)

Beispiele für die Anwendung von Cadmiumverbindungen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 gibt Hinweise über Cadmium in speziellen Legierungen und Loten sowie Amalgamen.

Verbindung	Technische Verwendung
Cadmiumacetat	Katalysator bei der Herstellung von Vinylacetat, Keramische Industrie zur Herstellung von Lüstern und Tonwaren
Cadmiumbromid	Photographie, Sterndruck, Reproduktionstechnik
Cadmiumcyanid	Galvanotechnik
Cadmiumchlorid	Galvanotechnik, Photographie, Färberei, Stoffdruck
Cadmiumhydroxyd	Galvanotechnik, Herstellung von Ni-Cd - Akkumulatoren
Cadmiumcarbonat	Ausgangsstoff für Cadmiumpigmente
Cadmiumnitrat	Glas- Porzellan-Industrie, Fertigung von Ni-Cd-Akkumulatoren
Cadmiumoxid	Galvanotechnik, Katalysator in der chemischen Industrie, Sinterwerkstoff, Emailherstellung, Erzeugung von Metallüberzügen auf Kunststoffen, Herstellung von Ni-Cd - Akkumulatoren
Cadmiumstearat	Lichtstabilisator in Kunststofffenster
Cadmiumsulfat	Galvanotechnik, Ausgangsstoff für Pigment-Herstellung, Herstellung von Leuchtstoffen, Herstellung von Ni-Cd -Akkumulatoren
Cadmiumsulfid	Pigment

Tabelle 1: Technische Verwendung von Cadmium - Verbindungen

Legierung, Lote, Amalgame	Bemerkungen
Lagermetalle für schnelllaufende Motoren	97 % Cadmium sowie Nickel oder Silber und Kupfer als Legierungsbestandteil
Blei-Antimon-Zinn-Legierungen	können Cadmium als Zusatz zur Erhöhung der Festigkeit enthalten
Weichlot	Cadmium kann im Weichlot Zinn ersetzen
Blei-Cadmium-Zinn Lote	geeignet zum Löten von Aluminium
Silberhartlote	können neben Kupfer und Zink Cadmium enthalten
Kontaktlegierungen	Silber mit 20 % Cadmium
Leitkupfer	enthält 1 % Cadmium
Goldlegierungen in der Schmuckindustrie	Cadmiumzusatz wegen optischer Effekte
Niedrigsiedende Wismut-legierungen für Feuerschutz	cadmiumhaltig
Cadmium-Quecksilber-Amalgam	Herstellung von Normalelementen

Tabelle 2: Technische Verwendung von cadmiumhaltigen Legierungen, Loten, Amalgamen

Die Einträge in den Cadmium-Stoffstrom der Bundesrepublik Deutschland erfolgten im Jahre 1986 durch Erze, Cadmiumverbindungen, Cadmiummetall, Brennstoffe, sekundäre Rohstoffe, Düngemittel und Phosphaterze sowie durch diverse andere Rohstoffe (Tabelle 3).

Rohstoffe / Produkt	Cadmium in Tonnen
Erze	1359
Cd - Verbindungen	935
Cd - Metall	531
Brennstoffe	176
Sekundäre Rohstoffe	89
Düngemittel	22
Phosphaterze	10
Diverse Rohstoffe	34
Insgesamt	3206

Tabelle 3: Einträge in den Cadmium - Stoffstrom der BRD nach Bätcher/Böhm

626/94

Die Summe der Einträge lag im Jahre 1986 bei etwa 3200 t, im Jahre 1989 bei etwa 2900 t. Während sich im Betrachtungszeitraum die Einträge in Form von primären/sekundären Rohstoffen und Cadmiummetall verringerten, nahmen die Importe der Verbindungen zu.

Cadmium ist ubiquitär verbreitet. Seine durchschnittliche Konzentration in der Erdkruste bewegt sich zwischen 0,08 g/t und 0,5 g/t.

Soweit in Arbeitsbereichen primäre sowie sekundäre Rohstoffe Bedeutung haben und dort Cadmium entweder zwangsläufig vorhanden ist oder sogar gezielt eingesetzt wird, hat man in den letzten Jahren Messungen durchgeführt und kann erste Hinweise zur Cadmium-Exposition geben.

Davon muß man Arbeitsbereiche abgrenzen, wo Cadmium als nicht erwünschter Spurenstoff, etwa in Legierungen, unvermeidbar freigesetzt wird. Über diese Arbeitsbereiche sind derzeit Aussagen nicht möglich.

2. Umgang und Exposition

Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen liegen gegenwärtig insbesondere aus der hydrometallurgischen Zinkgewinnung, der thermischen Zink-, Blei- und Kupfergewinnung, der Batterieherstellung, der chemischen Industrie, der Keramischen und Glas-Industrie sowie von der Herstellung von Cadmiumpigmenten vor.

Bei der Ergebnisdarstellung sind niedrigster und höchster Expositionswert der ermittelten Cadmium-Konzentration angegeben sowie der 50%- und der 90%-Wert der Summenprozentlinie im Wahrscheinlichkeitsnetz. Die dem 50%- bzw. 90%-Wert zugeordnete Cadmium-Konzentrationen zeigen jeweils die Konzentrationsobergrenzen für 50% bzw. 90% des Stichprobenkollektivs. Bei den Messungen erfolgte die Probenahme entweder personenbezogen oder stationär.

2.1 Hydrometallurgische Zinkgewinnung

Aus zwei Betrieben mit thermischer bzw. elektrolytischer Cd-Gewinnung liegen aus den Jahren 1990-1992 insgesamt 165 Meßergebnisse vor:

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	1
Höchste Konzentration	77
50 % - Wert	2
90 % - Wert	21

Tabelle 4: Statistische Daten zur Cd-Exposition bei der hydrometallurgischen Zinkgewinnung

2.2 Thermische Zink-, Blei- und Kupfergewinnung

Aus 4 Betrieben mit thermischer Zink-, Blei- und Kupfergewinnung liegen insgesamt 614 Meßergebnisse vor:

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	1
Höchste Konzentration	> 50
50 % - Wert	20
90 % - Wert	45

Tabelle 5: Statistische Daten zur Cd-Exposition bei der thermischen Zink-, Blei- und Kupfergewinnung

2.3 Batterieherstellung

Aus 4 Betrieben der Batterieherstellung liegen 156 Meßergebnisse aus den Jahren 1983 - 1992 vor (Tabelle 6, I). Gleichzeitig liegen aus einem hochautomatisierten Betrieb 38 Meßergebnisse aus den Jahren 1991 und 1992 (Tabelle 6, II) vor.

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	I	II
Niedrigste Konzentration	0,5	4
Höchste Konzentration	550	120
50 % - Wert	20	20
90 % - Wert	85	50

Tabelle 6: Statistische Daten zur Cd-Exposition bei der Batterieherstellung

2.4 Keramische und Glas-Industrie

Aus den Jahren 1990-1993 liegen 248 Meßergebnisse aus über 50 Betrieben vor. Die Ergebnisse aus den Bereichen Malen/Spritzen auf Glas, Malen/Spritzen auf Feinkeramik sowie Auftragen von Farbglasuren auf Feinkeramik liegen im Mittel unter $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder geringfügig über diesem Wert.

626/94

Anders sieht es beim Einfärben von Spezialglasuren aus (Tabelle 7).

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	0,1
Höchste Konzentration	240
50 % - Wert	3,3
90 % - Wert	35

Tabelle 7: Statistische Daten zur Cd-Exposition im Bereich des optischen Spezialglases

2.5 Schweißen

Beim Schweißen Cd-haltiger Legierungen oder bei Verwendung Cd-haltiger Schweißhilfsmittel kann Cadmium am Arbeitsplatz auftreten.

Aus den Jahren 1990-1992 liegen von entsprechenden Arbeitsplätzen 12 Meßergebnisse aus 7 Betrieben vor (Tabelle 8).

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	< 1
Höchste Konzentration	540
50 % - Wert	20
90 % - Wert	212

Tabelle 8: Statistische Daten zur Cd-Exposition beim Schweißen

2.6 Löten

Beim Löten Cd-haltiger Legierungen oder bei Verwendung Cd-haltiger Löt Hilfsmittel kann Cadmium am Arbeitsplatz auftreten.

Aus den Jahren 1990 - 1992 liegen aus 40 Betrieben 70 Meßergebnisse von Lötplätzen vor (Tabelle 9).

Kenngröße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	< 1
Höchste Konzentration	550
50 % - Wert	< 1
90 % - Wert	130

Tabelle 9: Statistische Daten zur Cd-Exposition beim Löten

2.7 Cadmium-Pigment-Herstellung

Ein Hersteller von Cd-Pigmenten legte aus dem Jahre 1993 zehn Ergebnisse von Expositionsmessungen vor (Tabelle 10).

40 Beschäftigte sind direkt und indirekt Cadmium und löslichen Cadmiumverbindungen ausgesetzt.

Kenngroße	Cd-Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Niedrigste Konzentration	2
Höchste Konzentration	96
50 % - Wert	6
90 % - Wert	34

Tabelle 10: Statistische Daten zur Cd-Exposition bei der Cadmium-Pigment-Herstellung

2.8 Verzinkungsindustrie

Im Gesamtbereich Bandverzinkung ist eine Cadmiumexposition aufgrund des Einsatzes von Elektrolytzink auszuschließen.

In der Stückverzinkung werden ca 130.000 t Zink mit Maximalgehalten von 2.000 g Cd/t Zink eingesetzt.

Die Cd-Konzentrationen der Luft an Arbeitsplätzen liegen bei maximal $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dies betrifft ca. 5000 Beschäftigte.

2.9 Sinteranlagen (Stahlindustrie)

Beim Sintern von Erzen werden in Folge thermischer Prozesse Stäube freigesetzt, die über Filteranlagen abgeschieden werden. Die Filterstäube enthalten Cadmium (0,03 % - 0,06 %). Insbesondere bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an den Filtern und Redlern sowie beim Auswechseln von Trichtern und Austragungsvorrichtungen (Bänder) können die Beschäftigten mit cadmiumhaltigen Stäuben in Verbindung kommen. In 11 berücksichtigten Sinteranlagen können bis 650 Beschäftigte mit Cadmium in Verbindung kommen.

Bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten werden in der Regel persönliche Schutzmittel getragen. Repräsentative Expositionsdaten liegen noch nicht vor.

2.10 Stahlwerke

Beim Veredeln von Roheisen in Stahlwerken kann durch Zusetzen von Schrott in geringen Mengen Cadmium frei werden. Dies kann durch Pigmente in Farben, Stabilisatoren in Kunststoffen sowie Cadmium im verzinkten Material erfolgen. Man vermeidet, stark cadmiumhaltigen Schrott einzusetzen. Repräsentative Expositionsdaten liegen nicht vor.

Soweit Expositionsdaten zur Cd-Exposition bereits vorliegen, besitzen sie eine erhebliche Streubreite. Die Spannweite der 90 % - Werte liegt zwischen $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies kann kaum verwundern, da bei den hier aufgeführten Arbeitsbereichen nicht nur erhebliche Unterschiede in der Verfahrenstechnik vorliegen, sondern ebenso der jeweilige Stand der angewandten Technik verschieden weit entwickelt ist.

3. Zukünftige Entwicklung ^{1,2,3,)}

Es wird kurzfristig versucht, eine Technische Regel für Cadmium zur Konkretisierung der Gefahrstoffverordnung fertigzustellen, um den angesprochenen Industriebereichen möglichst schnell technische Orientierungslinien für die zukünftige Entwicklung geben zu können. Gegenwärtig sind die Erhebungen zur Exposition noch nicht abgeschlossen und ebenso liegen noch keine geschlossenen Erkenntnisse über die in Einzelfällen anzuwendenden technischen Maßnahmen vor. Daher werden im folgenden überwiegend Lösungswege in der Ersatzstofffrage angesprochen, von denen man annehmen darf, daß diese Eingang in die Technische Regel finden:

- Ersatz von Cadmium-Stabilisatoren im PVC
Um die potentielle Umweltbelastung durch PVC-Fenster zu mindern, sollte unbedingt darauf geachtet werden, daß nicht die bislang oft verwendeten Cadmium-Stabilisatoren, sondern die inzwischen technisch gleichwertigen, aber besonders unter Entsorgungsaspekten günstiger zu bewertenden Calcium-Zink-Stabilisatoren für die Profilherstellung eingesetzt werden.
- Ersatz von Cadmiumpigmenten in Kunststoffen
Ersatz von Cadmiumpigmenten in Kunststoffen durch Substitutionspigmente, außer in Spezialanwendungen.
- Ersatz von Cadmium in Hartloten
Cadmium wird in Hartloten als Legierungsbestandteil verwendet, um den Silberanteil und damit den Preis zu senken.
Heute wird bereits eine nach Arbeitstemperaturen abgestufte und die meisten Einzelfälle abdeckende umfangreiche Palette cadmiumfreier Silberlote angeboten. Fast alle diese Hartlote sind in DIN 8513 genormt. Nicht in allen Fällen kann jedoch auf die benetzungsfördernde Wirkung des Cadmiums verzichtet werden.
- Absenkung des Cadmiums im Primärzink
Erniedrigung des Cadmiumgehaltes im Primärzink von derzeit 2000 mg/kg auf 100 mg/kg. Bei einem Verbrauch von 130000 t/a an Primärzink für die Stückverzinkung vermindert sich der Cadmium-Eintrag von 252 t/a auf 12,6 t/a. Dies ist derzeit für die Euronormung vorgeschlagen.

- Kreislaufwirtschaft

Stützung des von der Zinkindustrie etablierten Verbundsystem cadmiumhaltiger Rückstände, das sich durch Emissionsminderung, Verringerung des Cadmiumgehaltes in Nichteisenmetallen (Zink, Kupfer, Blei) und Rückgängen bei der Deponierung cadmiumhaltiger Abfälle bewährt.

Die Zinkindustrie ist eine Senke für cadmiumhaltige primäre und sekundäre Rohstoffe geworden.

Durch Mehreinsatz von Primärzinkqualitäten beim Verzinken wird der Cadmium-Kreislauf wesentlich beeinflusst. Langfristig kommt es in vielen Bereichen zu Expositions- und Emissionsminderung.

Gesondert zu betrachten sind in dieser Kreislaufwirtschaft die Umschmelzbetriebe. Es handelt sich um 15 Betriebe mit ca. 600 Beschäftigten. Bei einem Einsatz von 60000 t/a Altzink (z.B. Zinkbleche und Dachrinnen) werden insgesamt 50000 t/a Umschmelzzink erzeugt. Davon gehen 85 % in die Verzinkung, 5 % in Legierungen und 10 % in den Zinkoxidbereich. Das Recycling von Altzink und Aschen in Umschmelzwerken ist ein wichtiger Faktor in der Kreislaufwirtschaft.

Da in den Umschmelzwerken selbst kein Raffinationsprozeß nachgeschaltet ist, enthält das Umschmelzzink gegenüber Primärzink (aus Hütten und Elektrolysen) deutlich höhere Cad-

miumgehalte.

Zur Zeit wird von den Umschmelzbetrieben geprüft, welche Möglichkeiten der Reduzierung des Cadmiumgehaltes im Umschmelzzink sich anbieten (eigene Raffination, Fremdraffination, erschneiden mit Feinzink usw.).

- Ausschleusung aus dem Stoffstrom

Die wesentlichen Cadmiumstoffströme aus metallischen Primär- und Sekundärrohstoffen durchlaufen die Produktions- und Aufarbeitungsanlagen der Zinkindustrie. Das dabei gewonnene Cadmiummetall mit hohem Reinheitsgrad wird dem gezielten Cadmiumeinsatz (z.B. Batterien, Lagermetalle) zugeführt. Anfallende Cadmiumverbindungen müssen deponiert werden.

Im Hauptprodukt, dem Zinkmetall liegt der Cadmiumgehalt dann nur noch zwischen 1 - 50 ppm.

- Importe

In den letzten Jahren ist aus den "Ostblockländern" mit steigender Tendenz Zink mit hohen Cadmiumgehalten eingeführt worden. 1993 betrug die Einfuhr ca. 60.000 t.

Der Zinkproduktion in diesen Ländern ist teilweise kein Raffinationsprozeß nachgeschaltet.

Bei weiterer, unkontrollierter Einfuhr sind alle Maßnahmen der deutschen Industrie Cadmium auszuschleusen und damit den Cadmiumstoffstrom zu reduzieren, kaum erfolgreich.

Quellenverzeichnis

- [1] *Encyclopädie der technischen Chemie*
Ullmann
4., neubearbeitete und erweiterte Auflage Band 9
Seiten 51 - 63
- [2] *"Unterzeichnungen über die Auswirkungen geplanter gesetzlicher Beschränkungen auf die Verwendung, Verbreitung und Substitution von Cadmium in Produkten"*
K. Bätcher, E. Böhm, W. Tötsch
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Breslauer Str. 48
D - 7500 Karlsruhe 1,
Forschungsbericht Nr. 10408320
- [3] *"Verantwortung für die Zukunft"*
Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen.
Zwischenbericht der Enquete-Kommission
"Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft."
des 12. Deutschen Bundestages
Economica Verlag, Bonn