

Abfall / Luft

Richtlinie

Entsorgung von Abfällen in Zementwerken

April 1998



Bezugsquelle

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Dokumentationsdienst
3003 Bern

Fax ++41 (0)31 324 02 16

E-Mail: docu@buwal.admin.ch

Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/d/>

© BUWAL 1998

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	Seite	5
2.	Anwendungsbereich der Richtlinie		7
3.	Anforderungen an die zugelassenen Abfälle		7
3.1	Grundsätze		7
3.2	Welche Abfälle sind zugelassen?		8
-	Tabelle 1: Richtwerte für Schadstoffgehalte in Abfällen		9
4.	Anforderungen an die Qualität des Klinkers, des Zements und der Abluft		10
4.1	Klinker- und Zementqualität		10
-	Tabelle 2: Richtwerte für die im Klinker respektive Zement enthaltenen Schadstoffe	11	
4.2	Abluftqualität		11
5.	Weitere Anforderungen		12
5.1	Betrieb, Kontrollen und Transport		12
5.2	Entsorgung von Sonderabfällen in Zementwerken		13
6.	Spezielle Anforderungen für die Zubereitung und Entsorgung von sogenannten "Festen Ersatzbrennstoffen" ("Combustibles solides de substitution CSS")		14
Anhang I	- Positivliste A), Abfallbrennstoffe		18
	- Positivliste B), Rohmehl-Ersatzstoffe		20
	- Positivliste C), Zumahlstoffe		22
	- Positivliste D), Betriebshilfsstoffe		23
Anhang II	Anforderungen an die Entsorgung von Sonderabfällen als feste Ersatzbrennstoffe (Combustibles solides de substitution CSS)		25
Anhang III	(erhältlich ab 2. Jahreshälfte 1998) Statistische Interpretation der Richtwerte und Beurteilung, wann ein unzulässiges Auffüllen von Richtwerten (Klinker/Zement) oder Grenzwerten (LRV) vorliegt.		

1. Einleitung

Zur Herstellung von Portlandzement wird das Rohmaterial - zur Hauptsache Kalkstein und Mergel oder Ton - gemischt und zusammen mit den für die richtige Zement-Rezeptur nötigen Korrekturstoffen zum sogenannten "Rohmehl" aufbereitet. Das Rohmehl gelangt kontinuierlich über einen Vorwärmer in den Drehrohfen des Zementwerks und wird dort im direkten Kontakt mit den heissen Verbrennungsgasen des Brenners etwa 20 Minuten bei Temperaturen zwischen 850 und 1450 °C gebrannt. Dabei wird aus dem Kalkstein CO₂ ausgetrieben; die im Rohmehl vorhandenen Calcium-, Aluminium-, Silizium- und Eisenverbindungen verbinden sich zum Zementklinker. Nach Abkühlung wird der Klinker zusammen mit rund 10 % Anteil an Gips und Zumahlstoffen zum Produkt "Portlandzement" gemahlen.

Sowohl die Rohstoffe als auch die fossilen Energieträger (meist Steinkohle oder Schweröl) lassen sich zum Teil durch Abfälle mit geeigneter Zusammensetzung ersetzen. Dies ist unter dem Aspekt des schonenden Umgangs mit Ressourcen wünschenswert. Es muss dabei aber sichergestellt sein, dass die Entsorgung respektive Verwertung von Abfällen in Zementwerken ökologisch sinnvoll durchgeführt wird. Die Produkte Klinker und Zement sollen nach wie vor sowohl material- als auch bautechnisch eine einwandfreie Qualität aufweisen und nicht als Senke für Schwermetalle missbraucht werden. Letztere sind wenn immer möglich anderweitig mit geeigneten technischen Mitteln zu konzentrieren und zu rezyklieren. Auch auf der Abgasseite soll die Verwendung von Abfällen in Zementwerken nicht zu wesentlich erhöhten Emissionen von Schadstoffen führen. An die eingesetzten Abfälle sind deshalb Qualitätsanforderungen zu stellen, und in spezifischen Fällen ist der Einsatz von Abfällen zu beschränken.

Die Zementindustrie in der Schweiz hat zum Ziel erklärt, einen grossen Teil ihres Bedarfs an thermischer Energie mit geeigneten brennbaren Abfällen zu decken. Sie ist auch an geeigneten nicht-brennbaren Abfällen als Ersatz für mineralische Rohstoffe interessiert. Die Möglichkeit der Zementwerke, grosse Mengen von Abfällen, insbesondere solche mit hohem Heizwert, zu übernehmen, beeinflusst die Abfallplanung von Bund und Kantonen. Gesamtschweizerisch gesehen besteht demnächst in den bestehenden und den in Realisierung begriffenen neuen Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) genügend Kapazität zur Verbrennung der Siedlungsabfälle. Einige Kehrichtverbrennungsanlagen, vor allem in den grossen städtischen Agglomerationen, sind heute schlecht ausgelastet. Dies wird sich aber nach Inkraftsetzen des Deponieverbotes für brennbare Abfälle ab 1.1.2000 ändern.

Auch einzelne Sonderabfall-Verbrennungsanlagen (SAVA) für vorwiegend feste und pastöse Sonderabfälle melden teilweise freie Kapazität. Gleichzeitig würden aber ohne den Beitrag der Zementindustrie Engpässe bei der Entsorgung flüssiger Sonderabfälle (Altöl, Lösungsmittel) entstehen. Die verschiedenen in der Schweiz zur Verfügung stehenden Verbrennungswege ergänzen sich somit, stehen manchmal aber auch in Konkurrenz zueinander. Bei der Entsorgung von Abfällen in Zementwerken müssen diese Gegebenheiten der schweizerischen Abfallwirtschaft mitberücksichtigt werden.

Um einen einheitlichen Vollzug und die Koordination der Abfallplanung zu gewährleisten, legt die vorliegende Richtlinie mit klaren Vorgaben fest, welche Arten von Abfällen in Zementwerken entsorgt werden dürfen und welche Anforderungen dabei einzuhalten sind. Die Richtlinie stützt sich auf die Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Anhang 2, Ziffer 111 (Änderung vom 15.12.1997). Anlässlich der nächsten Revision der Technischen Verordnung über Abfälle

(TVA) wird das BUWAL zudem prüfen, ob Vorschriften zur Abfallentsorgung in Zementwerken in die TVA zu integrieren sind.

1993 hatte das BUWAL eine Arbeitsgruppe "Abfälle in Zementwerken" mit Vertretern der Kantone, der Zementindustrie, der Abfallwirtschaft, Umweltorganisationen und Eidgenössischen Forschungsanstalten eingesetzt. Sie erarbeitete einen Bericht, dessen erster Teil mit Vorschlägen zu Anforderungen betreffend Alternativbrennstoffe 1994 als Entwurf veröffentlicht wurde. Der vollständige Bericht, unter dem Namen "Thesenpapier"¹ bekannt, wurde im Juni 1997 als Nr. 70 der BUWAL-Umweltmaterialien veröffentlicht. Er enthält technisch-naturwissenschaftliche Grundlagen, ökologische Zielsetzungen und konkrete Vorschläge für Anforderungen über die Entsorgung von Abfällen in Zementwerken.

Den gewählten Kriterien liegt der Gedanke der kleinsten Gesamtbelastung des Oekosystems bei gleichzeitig optimaler Ressourcenbewirtschaftung zugrunde. Die Arbeitsgruppe hat versucht, die komplizierte Güterabwägung zwischen ganzheitlichem Umweltschutz, Abfall- und Ressourcenpolitik, Abfallwirtschaft und CO₂-Problematik, vorzunehmen. Das Vorgehen ist praxisorientiert. Insbesondere die **Positivliste**, welche für spezifische Abfälle Ausnahmen zulässt, soll aus abfallwirtschaftlicher Sicht auf den Spezialfall Schweiz mit seinen 28 KVA und 5 SAVA zugeschnitten sein. Die resultierenden Anforderungen sollen möglichst einfach und handhabbar sein und die Entsorgung von Abfällen im Zementwerk in Hinblick auf das ökologische Gesamtinteresse (so gut wir dies heute verstehen) optimieren. Dabei entspricht es dem Willen aller Beteiligten, dass das abfallverwertende Zementwerk ein Zementwerk bleibt, d.h. dass sich weder die umweltrelevanten Emissionen noch die betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen des Werks aus dem Rahmen dessen entfernen, was für produzierende Zementwerke typisch ist. Nachstehend sind die entsprechenden Grundsätze und Rahmenbedingungen aus dem Thesenpapier (Kapitel 6.1) aufgeführt.

Grundsätze des Thesenpapiers:

Abfälle dürfen dann in Zementwerken entsorgt werden, wenn dies

- ökologisch vorteilhafter ist als irgend eine andere Art der Entsorgung und
- im Einklang mit der Abfallplanung der Kantone und des Bundes steht und
- eine ökologischere Ressourcenbewirtschaftung nicht konkurrenziert

Rahmenbedingungen des Thesenpapiers:

- Die Entsorgung im Zementwerk muss einen *Verwertungs-Sinn* machen, d.h. tatsächlich benötigte Brenn-, Grund-, Zuzahl- oder Betriebshilfsstoffe substituieren.
- Die bei der Verwertung unumgängliche Verdünnung von *systemfremden Stoffen* ist zu minimieren.
- Die Verwertung soll für den entsprechenden Abfall eine Gesamtlösung bieten, dh. keine Folge-Entsorgungsprobleme für die Allgemeinheit verursachen.

¹ "Abfallentsorgung in Zementwerken, Thesenpapier", Umweltmaterialien Nr. 70, BUWAL, Dokumentationsdienst, CH-3003 Bern, 1997

Das BUWAL wird die Richtlinie, insbesondere die Positivliste des Anhangs I, periodisch revidieren. Es setzt dafür eine Expertengruppe mit Vertretern der Kantone, der Zementindustrie und der Abfallwirtschaft ein, die mindestens einmal jährlich zusammentreten soll.

2. Anwendungsbereich der Richtlinie

Die Richtlinie legt fest, welche Abfälle gemäss Ziffer 111 von Anhang 2 der LRV¹ für die Herstellung von Zementklinker bzw. von Portlandzement gemäss SIA 215.002 in schweizerischen Werken der Zementindustrie geeignet sind. Zusätzlich enthält die Richtlinie Anforderungen an die Verwendung dieser Abfälle.

Je nach ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften können Abfälle bei der Zementherstellung zu unterschiedlichen Zwecken verwendet werden:

- a. Verwendung als **Brennstoff**, und zwar entweder in der Hauptfeuerung beim Klinkerauslauf des Drehrohrs oder in der Zweitfeuerung beim Rohmehleinlauf des Drehrohrs.
- b. Verwendung als **Rohmehlersatzstoff**; darunter fällt sowohl die eigentliche Substitution eines Teils des normalen Rohmaterials als auch der Einsatz als Korrekturstoff für eine allfällig notwendige Anpassung der Elementarzusammensetzung des Rohmehls.
- c. Verwendung als **Zumahlstoff** bei der Vermahlung des Klinkers zu Portlandzement.
- d. Verwendung als **Betriebshilfsstoff**, d.h. wässrige Abfälle, die z.B. zur Flammenkühlung zwecks NO_x-Minderung eingesetzt werden. Von zunehmender Bedeutung sind auch wässrige ammoniakhaltige Abfälle, die zur Stickoxid-Reduktion eingesetzt werden.

Bemerkung: Viele Brennstoffe, insbesondere heizwertärmere, enthalten wesentliche Anteile nicht brennbarer, anorganischer Bestandteile, welche im Zementofen vollumfänglich in das Produkt eingehen, d.h. als Rohmehlersatzstoffe genutzt werden (Kombination der vorerwähnten Punkte a. und b.).

3. Anforderungen an die zugelassenen Abfälle

3.1 Grundsätze

- a) In Zementwerken dürfen grundsätzlich nur einheitlich zusammengesetzte, schadstoffarme Massenabfälle aus Industrie und Gewerbe entsorgt werden, die aufgrund ihrer stofflichen Zusammensetzung dazu geeignet sind. Sie sind insbesondere dann geeignet, wenn ihre Qualität mit den üblicherweise bei der Herstellung von Portlandzement eingesetzten Brenn- respektive Rohstoffen vergleichbar ist.

¹ Luftreinhalte-Verordnung (LRV) SR 814.318.142.1 mit Änderung vom 15.12.1997

- b) Siedlungsabfälle und nachträglich aussortierte Anteile von Siedlungsabfällen (z.B. BRAM d.h. "Brennstoff aus Müll") sowie andere Abfälle, die bezüglich Herkunft, Materialeigenschaften, chemisch-physikalischem Verhalten und chemischer Zusammensetzung mit Siedlungsabfällen vergleichbar sind, dürfen nicht in Zementwerken entsorgt werden, sofern sie nicht in der Positivliste (Anhang I) aufgeführt sind (in der Positivliste z.B. sind: Altpapier, Altkarton).
- c) Stark schadstoffhaltige oder sonst problematische Sonderabfälle nach VVS¹, die die Anforderungen nach Abschnitt 3 nicht einhalten, sowie andere Abfälle, die wegen ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer Materialeigenschaften oder wegen der von ihnen ausgehenden Gefahren die Sicherheit oder den Betrieb eines Zementwerkes gefährden oder deren Entsorgung im Zementwerk zu wesentlichen Zusatzbelastungen der Umwelt führt, dürfen nicht in Zementwerken entsorgt werden.

3.2 Welche Abfälle sind zugelassen?

In Zementwerken dürfen unter Vorbehalt der weiteren Anforderungen des Kapitels 5 dieser Richtlinie folgende Abfälle als Brenn- oder Rohstoffe verwendet werden:

- a. Die in der **Positivliste (Anhang I)** aufgeführten Abfälle sind zugelassen. Falls es sich dabei um Sonderabfälle nach VVS handelt, müssen sie zusätzlich die Anforderungen nach **Abschnitt 5.2.2** einhalten.
- b. Abfälle, die nicht in der Positivliste aufgeführt sind, dürfen in Zementwerken entsorgt werden, falls ihr Gehalt an Schadstoffen die **Richtwerte² der Tabelle 1** einhält. Handelt es sich um Sonderabfälle nach VVS, gelten zudem die Anforderungen nach **Abschnitt 5.2.2**.
- c. Nötigenfalls ist der Mengendurchsatz von Abfällen zu beschränken, wenn als Folge der Entsorgung von Abfällen die Schadstoffgehalte im Klinker oder Zement die **Richtwerte² in Tabelle 2** überschreiten oder die Konzentration bestimmter Stoffe wesentlich erhöht wird (vgl. Abschnitt 4.1).

¹ Verordnung vom 12. Nov. 1986 über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS), SR 814.014

² Vgl. vorgesehener Anhang III

Tabelle 1: Richtwerte für Schadstoffgehalte in Abfällen, die nicht auf der Positivliste aufgeführt sind.

Element		Richtwerte [mg/kg als Trockensubstanz]			
		Kolonne A für brennbare Abfälle (links: in mg/MJ; rechts: in mg/kg, bezogen auf einen Heizwert H_u von 25 MJ/kg)		Kolonne B für Abfälle, die als Rohmehlersatz dienen	Kolonne C für Abfälle, die als Zumahlstoffe bei der Herstellung von Portlandzement dienen
		mg/MJ	mg/kg (bei 25MJ/kg)	mg/kg	mg/kg
Arsen	As	0.6	15	20	30
Antimon	Sb	0.2	5	1	5
Barium	Ba	8	200	600	1000
Beryllium	Be	0.2	5	3	3
Blei	Pb	8	200	50	75
Cadmium	Cd	0.08	2	0.8	1
Chrom	Cr	4	100	100	200
Kobalt	Co	0.8	20	30	100
Kupfer	Cu	4	100	100	200
Nickel	Ni	4	100	100	200
Quecksilber	Hg	0.02	0.5	0.5	0.5
Selen	Se	0.2	5	1	5
Silber	Ag	0.2	5	-	-
Thallium	Tl	0.12	3	1	2
Vanadium	V	4	100	200	300
Zink	Zn	16	400	400	400
Zinn	Sn	0.4	10	50	30
TOX, org. Stoffe	Kein allgemeiner Richtwert. Spezielles Vorgehen gemäss LRV Anhang 2 Ziff. 719 und dem Minimierungsgebot, wenn Verdacht auf Stoffe wie PCB, Dioxine oder ähnlich toxischen Verbindungen besteht. Für PCB in Abfällen gelten die im Abschnitt 5.2.2 resp. in der Positivliste festgehaltenen Werte. Für org. Stoffe allg. ist der Abschnitt 4.2 zu beachten.				

Erläuterungen zur Tabelle 1

Kolonne A gilt für Abfälle, die als **Brennstoffe** entweder in der Hauptfeuerung beim Klinkerauslauf des Drehrohrs oder in der Zweitfeuerung beim Rohmehleinlauf des Drehrohrs eingebracht werden. Die Richtwerte der Kolonne A in [mg/MJ] beziehen sich auf den Heizwert H_u des Abfalls. Aus Gründen der Anschaulichkeit sind als Beispiel auch die für einen Heizwert H_u von 25 MJ/kg geltenden Richtwerte in [mg/kg Abfall] angegeben. 25 MJ/kg entsprechen dem Heizwert einer typischen Steinkohle. Wenn der Heizwert des Abfalls kleiner oder grösser ist als 25 MJ/kg, verändern sich die zulässigen Schwermetallgehalte proportional.

Kolonne B gilt für Abfälle, die als **Rohmehlersatzstoff** bzw. **Rohmehlkorrekturstoff** bei der Herstellung von Klinker eingesetzt werden. Sie ersetzen einen Teil des normalen Rohmaterials oder dienen zur Korrektur der Rohmehlzusammensetzung, namentlich des Gehaltes an Calcium, Eisen, Silizium oder Aluminium. (gemäss Erläuterungen auf Seite 46 des Thesenpapiers)

Kolonne C gilt für Abfälle, die als **Zumahlstoff** bei der Herstellung von Portlandzement eingesetzt werden. Portlandzement besteht aus 90 - 95% gemahlenem Zementklinker sowie 5 - 10% Gips und Zumahlstoffen. (gemäss Erläuterungen auf Seite 27 und 28 im Thesenpapier)

Bemerkung: Die Tabelle 1 enthält keine allgemeine Richtwerte für **Betriebshilfsstoffe**. Diese sind demnach nur dann zulässig, wenn sie in der Positivliste aufgelistet sind.

4. Anforderungen an die Qualität des Klinkers, des Zements und der Abluft

4.1 Klinker- und Zementqualität

Um den Gehalt an Schadstoffen im Klinker respektive im Portlandzement zu begrenzen, enthält die Richtlinie in Tabelle 2 Richtwerte. Nötigenfalls ist der Mengendurchsatz der eingesetzten Abfälle zu reduzieren, falls diese Richtwerte überschritten werden¹. Das Zementwerk muss gemäss Abschnitt 5.1.b. Ziffer (2) die relevanten Parameter kontrollieren. Für die mit einem Stern (*) bezeichneten Elemente (Be, Cd, Hg und Tl) darf zudem als Folge des Einsatzes von Abfällen keine wesentliche Erhöhung der Schadstoffkonzentration im Klinker beziehungsweise im Zement erfolgen (kein Auffüllen)¹.

Die Richtwerte für die Schwermetallgehalte des Klinkers in der Tabelle 2 basieren auf Rohmaterialien aus Steinbrüchen, die zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieser Richtlinie in der Schweiz bewirtschaftet wurden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass im Ausland oder inskünftig auch in der Schweiz Steinbrüche für die Rohmaterialbeschaffung abgebaut werden, die wegen des erhöhten natürlichen Gehaltes an gewissen Mineralien die Einhaltung eines Richtwertes der Tabelle 2 verunmöglichen. Eine solche Überschreitung wird durch die Richtlinie nicht erfasst. Abfälle, welche die überschrittenen Werte im Klinker noch zusätzlich erhöhen, wären aber bei diesem Zementwerk nicht mehr zuzulassen.

¹ vgl. vorgesehener Anhang III

Tabelle 2: Richtwerte für die im Klinker resp. Zement enthaltenen Schadstoffe¹

Element		Richtwert (mg/kg)	
		für Klinker	für Portlandzement
Arsen	As	40	-
Antimon	Sb	5	-
Beryllium	Be	5 *	-
Blei	Pb	100	-
Cadmium	Cd	1.5	1.5 *
Chrom	Cr	150	-
Kobalt	Co	50	-
Kupfer	Cu	100	-
Nickel	Ni	100	-
Quecksilber	Hg	kein Richtwert für Klinker (wird nicht eingebunden)	0.5 *
Selen	Se	5	-
Thallium	Tl	2	2 *
Zink	Zn	500	-
Zinn	Sn	25	-
Chlor (anorg.)	Cl	-	1000
Schwefel	S	-	3.5% SO ₃

Bei den mit * bezeichneten Elementen darf der Einsatz von Abfällen zu keiner wesentlichen Erhöhung des Gehaltes im Klinker beziehungsweise im Portlandzement führen (kein Auffüllen)¹.

4.2 Abluftqualität

a. Grundsätze

1. Die LRV² enthält die Anforderungen an die Emissionen von Zementwerken. Die allgemeinen Emissionsbegrenzungen befinden sich im Anhang 1 der LRV und die ergänzenden und abweichenden Bestimmungen sind im Anhang 2 Ziffer 11 enthalten. Beim Einsatz von Abfällen in Zementwerken gilt zusätzlich die Bedingung für die Quecksilberemission des nachstehenden Absatzes b.
2. Für periphere Anlagen wie z.B. Zwischenlager, Umschlagplätze und Zuführungen in den Zementofen gelten die LRV-Bestimmungen von Anhang 1.

b. zusätzliche Bedingung für die Quecksilberemission

Zementwerke, die Abfälle entsorgen, müssen beim Quecksilber den Emissionsgrenzwert von 0.1 mg Hg/m³ einhalten.

¹ Vgl. vorgesehener Anhang III

²Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dez. 1985 (LRV, SR 814.318.142.1) mit Änderung vom 15.12.97

c. Kein "Auffüllen" von bestehenden Grenzwertunterschreitungen im Abgas

Zementwerke, die Abfälle entsorgen, müssen kontrollieren und gegenüber der zuständigen Behörde belegen, dass die Entsorgung von Abfällen zu keiner wesentlichen Erhöhung der Emissionen im Abgas führt (kein "Auffüllen" von bestehenden Grenzwertunterschreitungen im Abgas)¹.

d. Emissionen von organischen Stoffen

Zementwerke, die Abfälle entsorgen, müssen die Emissionen von organischen Stoffen aus dem Zementofen, allfälligen Zwischenlagern und Zugabesystemen regelmässig messen. Emissionen von organischen Verbindungen können sich dann quantitativ oder qualitativ wesentlich verändern, wenn Abfälle als Brennstoffe in ungeeigneter Weise in der Zweitfeuerung aufgegeben werden (unvollständiger Ausbrand) oder wenn aus den mit dem Rohmehl zugegebenen Abfällen organische Verbindungen beim Aufwärmen ausgetrieben werden. Falls nötig müssen die Emissionen von organischen Stoffen mit technischen Massnahmen vermindert werden.

5. Weitere Anforderungen**5.1 Betrieb, Kontrollen und Transport****a. Vermischen von Abfällen**

Das Vermischen von zugelassenen Abfällen ist nur gestattet, wenn die Schadstoffbelastungen jeder Einzelcharge des Gemischs die in der Richtlinie festgelegten Richtwerte einhalten (vgl. auch Art. 10 TVA² und für Sonderabfälle Art. 4 VVS³). Vorbehalten bleiben allenfalls abweichende spezielle Anforderungen für CSS im Anhang II.

b. Eingangskontrolle und Überwachung der Emissionen und der Qualitätsanforderungen

Zementwerke, welche zugelassene Abfälle entsorgen, müssen:

- (1) über das nötige qualifizierte Personal und die entsprechenden technischen Einrichtungen verfügen, damit eine sachgerechte Eingangskontrolle, Zwischenlagerung und Entsorgung der angenommenen Abfälle sichergestellt ist;
- (2) mit den nötigen Messungen und Stoffflussberechnungen sicherstellen, dass sowohl die Anforderungen an die Abluftqualität (Abschnitt 4.2) als auch die Anforderungen an die Qualität des Klinkers und des Zementes bezüglich Schadstoffgehalte (Richtwerte, Tabelle 2) eingehalten werden.
- (3) Eingangskontrollen mit den nötigen chemischen Analysen durchführen, um sicherzustellen, dass die zur Entsorgung angenommenen Abfälle den Anforderungen dieser Richtlinie und den Auflagen des Kantons entsprechen;
- (4) ein Verzeichnis der entsorgten Abfälle führen, das Auskunft gibt über Herkunft, Art, Menge, Zusammensetzung der Abfälle und die Belege der bei der Eingangskontrolle durchgeführten Analysen enthält.

¹ Vgl. vorgesehener Anhang III

² Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dez. 1990, SR 814.015

³ Verordnung vom 12. Nov. 1986 über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS), SR 814.014

c. Zwischenlagerung und andere periphere Anlagen (z.B. Zugabesysteme)

Die Zwischenlager und peripheren Anlagen, die ein Zementwerk im Zusammenhang mit der Entsorgung von Abfällen betreibt, müssen dem Stand der Technik entsprechen, den Anforderungen der TVA, Art. 37, genügen und insbesondere folgende Bedingungen erfüllen:

- (1) In den Abfällen enthaltene Schadstoffe dürfen nicht ins Abwasser gelangen;
- (2) die Abluft ist soweit zu erfassen und zu reinigen, dass die Anforderungen der LRV erfüllt werden;
- (3) Die nötigen Sicherheitsmassnahmen müssen getroffen werden (z.B. Rückhaltebecken, Brandschutzeinrichtungen).
- (4) Die Abfälle dürfen nur von dafür ausgebildetem Personal eingelagert und umgeschlagen werden.
- (5) Für bestehende Anlagen, welche die vorstehenden Bedingungen nicht erfüllen, setzt der Kanton eine im Rahmen der vorliegenden Richtlinie vertretbare Sanierungsfrist fest.

d. Transport von Abfällen

Transporte von Abfällen, die aufgrund ihrer Eigenschaften als "gefährliche Güter" gelten, sind gemäss den gültigen Vorschriften auszuführen.

5.2 Entsorgung von Sonderabfällen in Zementwerken**5.2.1 Zugelassene Sonderabfälle**

Sonderabfälle nach VVS müssen in geeigneten Anlagen entsorgt werden. Brennbare schadstoffreiche oder sonst problematische Sonderabfälle, die nicht stofflich verwertet werden, sind grundsätzlich in Sonderabfallverbrennungsanlagen zu verbrennen. In Zementwerken können die im Rahmen dieser Richtlinie zugelassenen Sonderabfälle entsorgt werden. Voraussetzung ist die entsprechende Bewilligung des Kantons nach Art. 16 VVS ("Empfängerbewilligung").

Zugelassen zur Entsorgung in Zementwerken sind Sonderabfälle, welche in dieser Richtlinie entweder in der Positivliste (Anhang I) aufgeführt sind oder die Richtwerte von Tabelle 1 einhalten. Es muss sichergestellt sein, dass die übrigen Anforderungen, insbesondere die nachstehenden zusätzlichen Anforderungen, erfüllt sind. Vorbehalten sind die Anforderungen für die Entsorgung von CSS nach Kapitel 6 bzw. Anhang II.

5.2.2 Zusätzliche Anforderungen an Sonderabfälle, die in Zementwerken entsorgt werden

- a. Sonderabfälle, die in Zementwerken entsorgt werden, dürfen nicht aus Herstellung, Zubereitung, Vertrieb oder Anwendung von hochwirksamen biologisch aktiven Stoffen (z.B. Pharmaproduktion) stammen oder in anderer Weise arbeitshygienisch problematisch sein.
- b. Wenn die Positivliste nicht etwas anderes festhält, darf der Gehalt der Sonderabfälle an organisch gebundenen Halogenen höchstens 1 Gewichtsprozent und der Gehalt an PCB/ PCT im Einsatz als Abfallbrennstoff höchstens 10 mg/kg betragen. Beim Einsatz als Rohmehlersatz-, Zuzahl- oder Hilfsstoff soll der PCB/PCT-Gehalt so tief wie möglich, auf keinen Fall höher als 1 mg/kg, sein. Der Kanton legt im Einzelfall die Bedingungen fest. Ein unverhältnismässiger Analysenaufwand ist dabei zu vermeiden.

c. Zementwerke dürfen zugelassene Sonderabfälle grundsätzlich nur von den nachstehenden Abgebern entgegennehmen:

- (1) Von Industriebetrieben, in welchen der Abfall entsteht, und nur, wenn er dort in grösseren Mengen direkt aus einem definierten Prozess anfällt. Die Erzeuger der Sonderabfälle dürfen solche grossen Einzelchargen mischen, wenn jede Charge für sich die festgelegten Richtwerte einhält und für das entstehende Gemisch ein expliziter VVS-Code besteht (z.B. Codes 1270 bis 1274). Für alles andere gilt das Vermischungsverbot, Art. 4 VVS und Art. 10 TVA).
- (2) Von Betrieben, die Sonderabfälle zur Behandlung entgegennehmen und über eine entsprechende Bewilligung des Kantons verfügen. Diese Betriebe dürfen für die Herstellung von Grosschargen, die an das Zementwerk geliefert werden, nur Sonderabfälle untereinander vermischen, die jeder für sich die festgelegten Kriterien bezüglich Schadstoffgehalt erfüllen. (Vermischungsverbot, Art. 4 VVS und Art. 10 TVA).

6. Spezielle Anforderungen für die Zubereitung und Entsorgung von sogenannten “Festen Ersatzbrennstoffen” (“Combustibles solides de substitution CSS”)

6.1 Ausgangslage

In der Schweiz betreibt die Firma Cridec SA in Eclépens (VD) eine Anlage zum Mischen bestimmter Sonderabfälle mit Sägemehl oder anderen zellulosehaltigen Trägermaterialien. Die so zubereiteten Ersatzbrennstoffe, die nach der Abkürzung ihrer französischen Bezeichnung als CSS (Combustibles solides de substitution) bekannt sind, werden einem benachbarten Zementwerk zur Verbrennung angeliefert. Eine neue Produktionsanlage wurde Ende 1995, d.h. vor in Kraft treten dieser Richtlinie, in Betrieb gesetzt.

Die meisten gemäss heutiger Praxis der Cridec zu CSS verarbeiteten Sonderabfälle sind nicht auf der Positivliste (Anhang I dieser Richtlinie) aufgeführt. Für diese Abfälle werden spezielle Anforderungen festgelegt, damit sich die Firma Cridec mit ihrer bestehenden Anlage den veränderten Rahmenbedingungen anpassen kann. Dies hat zur Folge, dass ungeeignete Abfallfraktionen aussortiert und anderweitig (z.B. in einer Sonderabfallverbrennungsanlage) entsorgt werden müssen, damit die vorgeschriebenen Limiten an Schadstofffrachten nicht überschritten werden. Das BUWAL wird seinerseits eine Richtlinie verfassen mit dem Zweck, dass die Annahmebedingungen von Abfällen zum Verbrennen in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) konkretisiert und gegenüber der heutigen Praxis verschärft werden.

6.2 Verbot neuer Anlagen

Neue Anlagen für die Herstellung von CSS dürfen nicht bewilligt werden. Einerseits stehen für die Entsorgung problematischer, schadstoffreicher Sonderabfälle spezialisierte Sonderabfallverbrennungsanlagen zur Verfügung und andererseits können schadstoffarme Massenabfälle wie Altöl oder wenig verschmutzte Lösemittelabfälle ohne vorherige Vermischung mit Sägemehl direkt in die Feuerung der Zementwerke eingebracht werden.

6.3 Anforderungen an die Zubereitung und Entsorgung von CSS

- a. Für Zementwerke, die CSS gemäss Anhang II entsorgen, gelten alle Anforderungen dieser Richtlinie bezüglich Qualität von Klinker und Zement, Abluftemissionen, sowie Betrieb und Kontrolle. Bezüglich Zusammensetzung der als Ersatzbrennstoffe zugelassenen Mischungen von Sonderabfällen gelten die speziellen Anforderungen von Anhang II.
- b. Anlagen, die CSS herstellen oder Sonderabfälle im Hinblick auf die Zubereitung von CSS mischen, müssen die speziellen Anforderungen von Anhang II dieser Richtlinie einhalten. Wenn der Anhang II nicht etwas anderes festhält, sind die Anforderungen von Abschnitt 5.2. massgeblich.

Anhang I

Positivliste

Die Positivliste führt bestimmte Abfälle auf, die in Zementwerken entsorgt werden können, obschon erfahrungsgemäss die Richtwerte der Tabelle 1 überschritten sind. Es handelt sich dabei um Abfälle, für die aus ökologischen Gründen, aus Gründen der Entsorgungssicherheit oder mangels anderen geeigneten Behandlungsanlagen die Entsorgung im Zementwerk zugelassen ist.

Das BUWAL wird die Positivliste periodisch daraufhin überprüfen, ob bestimmte Abfälle daraus entfernt oder ob neue Einträge vorgenommen werden sollen. Das BUWAL setzt dafür eine Expertengruppe mit Vertretern der Kantone, der Zementindustrie und der Abfallwirtschaft ein. Sie wird regelmässig, mindestens einmal pro Jahr, zusammentreten.

Die Expertengruppe soll gegenüber dem BUWAL auch Änderungen der Richtlinie selber vorschlagen, sofern sich solche aufdrängen.

Positivliste / A) Abfallbrennstoffe

Anhang I 1/6
Stand: März 1998

Nr	VVS-Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen	Ergänzungen	Richtwert ¹
A1	1440 1460	Hydrauliköle nicht chlorierte Isolieröle	Sie müssen die Richtwerte der Tabelle 1 Kolonne A einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen	org. gebundene Halogene PCB/PCT	1 Gew- 50 mg/kg
A2	1470 1480 1481	Motoren- und Getriebeöle Mineralölgemische übrige Schmieröle	Sie müssen die Richtwerte der Tabelle 1 Kolonne A einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen.	Blei Zink org. gebundene Halogene PCB/PCT	Pb 800 mg/kg Zn 1000mg/kg 1 Gew- 50 mg /kg
A3	-	Altholz	Abfallholz, z.B. von Baustellen, Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Renovationen, Möbeln und Verpackungen, Metalle und Grobverunreinigungen aussortiert. Unabhängig vom Einhalten der Richtwerte der Tabelle 1. Geeignete Probenahme und Analytik müssen die Kontrolle der Schadstoffeinträge in den Klinker und der Emissionen im Abgas sicherstellen.	---	
A4	-	Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen	Entsorgung unabhängig vom Einhalten der Richtwerte der Tabelle 1. Der Mengendurchsatz ist u.a. vom Einhalten der Klinker- und Zementqualität (Tabelle 2 der Richtlinie) abhängig. Das Auffüllverbot (keine wesentliche Erhöhung) für die relevanten Schadstoffe ist zu beachten.	---	
A5	-	Autoreifen und andere Abfälle aus Gummi	Pneus und industrielle Gummiabfälle wie Förderbänder, Stosspuffer oder Laufbänder von Rolltreppen können entsorgt werden, nicht aber Chlorkautschuk und andere chlorhaltige polymere Verbindungen oder Hg-haltige Sportplatzbeläge. Der Mengendurchsatz ist u.a. vom Einhalten der Klinkerqualität (Tabelle 2 der Richtlinie) abhängig. Autoreifen enthalten u.a. Zinkverbindungen. Der Richtwert für Zink in Klinker wirkt limitierend auf die verwendbare Menge.	---	
A6	-	Papier, Karton	Ausschliesslich Papier- und Kartonfraktionen aus der Separatsammlung sowie industrielle Papierabfälle, die wegen ihrer schlechten Qualität oder wegen Marktsättigung nicht stofflich verwertet werden können. Gemäss vorhandenen Daten liegen die Schadstoffgehalte im Altpapier und Karton im Rahmen der Richtwerte von Tabelle 1 der Richtlinie. In begründeten Fällen kann die zuständige kantonale Fachstelle Analysen verlangen und nötigenfalls die Verbrennung einschränken.	---	

¹ Vgl. vorgesehener Anhang III

Positivliste / A) Abfallbrennstoffe

Anhang I 2/6
Stand: März 1998

A7	-	Petrolkoks	Petrolkoks wird wie Kohle seit langem in Zementwerken als Energieträger eingesetzt. Er erscheint in der Positivliste wegen seiner spezifischen Belastung mit Vanadium und Nickel. Für diese beiden Elemente gelten die nebenstehenden Richtwerte:	Vanadium Nickel	V Ni	1000 mg/kg 300 mg/kg
A8	-	Papierschlamm (auch aus der Altpapier-Aufbereitung)	darf in Zementwerken entsorgt werden, wenn die nebenstehenden Richtwerte bzw. für die übrigen Schadstoffe Tabelle 1 Kolonne A eingehalten sind. Der Mengendurchsatz ist u.a. vom Einhalten der Klinkerqualität (Tabelle 1 der Richtlinie) abhängig. Zur Begrenzung der Quecksilberemissionen auf max. 0.1 mg Hg/Nm ³ Abluft sind geeignete technische Massnahmen zu treffen. Das Auffüllverbot (keine wesentliche Erhöhung) für die relevanten Schadstoffe ist zu beachten.	Blei Cadmium Chrom Kobalt Kupfer Molybdän Nickel Quecksilber Zink	Pb Cd Cr Co Cu Mo Ni Hg Zn	500 mg/kg 5 mg/kg 500 mg/kg 60 mg/kg 600 mg/kg 20 mg/kg 80 mg/kg 5 mg/kg 2000 mg/kg
A9	-	Kunststoffe (sortenrein und Mischungen)	Saubere, d.h. nicht mit Siedlungsabfällen vermischte Kunststoffabfälle aus Separatsammlungen oder einheitliche Fraktionen von Kunststoffen aus Industrie, Gewerbe oder Landwirtschaft, soweit sie nicht stofflich verwertet werden können. Die Kunststoffabfälle müssen die auf den Heizwert bezogenen Richtwerte entsprechend Tabelle 1 Kolonne A einhalten.	---		
A10	-	Polyester, PET	Homogene Polyesterabfälle aus Industrie oder aus Rücknahmesystemen/Separatsammlungen, die nicht stofflich verwertet werden können. Die Polyesterabfälle müssen die Richtwerte der Tabelle 1 Kolonne A einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen ⁽¹⁾	Antimon Cadmium org. gebundenes Chlor	Sb Cd Cl	800 mg/kg 10 mg/kg 2 Gew-%
A11	-	Polyurethan, PUR-Schaum	Ausgepresste Rückstände aus der Entsorgung von Kühlgeräten (FCKW-geschäumte Isolationsmaterialien). Die Polyurethanabfälle müssen die Richtwerte entsprechend Tabelle 1 einhalten, mit Ausnahme der Ergänzungen. ⁽²⁾	Zink	Zn	1500 mg/kg

¹ *Antimonverbindungen* werden als Additive (Glanzmittel) bei der PET-Herstellung eingesetzt, deshalb ist eine Erhöhung des Richtwertes für dieses Element angezeigt. Der Wert von 10 ppm für *Cadmium* erlaubt es, auch mit weniger empfindlichen analytischen Methoden allfällige cadmiumhaltige Kunststofffraktionen auszuscheiden. Die Erfahrung zeigt, dass dies zur Unterscheidung cadmiumhaltiger von cadmiumfreien Fraktionen von PET genügt.

² Bei der Zerlegung von Kühlgeräten nach dem heutigen Stand der Technik resultiert eine PUR-Fraktion mit entsprechend erhöhtem Zinkgehalt.

Positivliste / B) Rohmehl-Ersatzstoffe (Korrekturstoffe)

Anhang I 3/6
Stand: März 1998

Nr	VVS-Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen	Ergänzungen	Richtwert
B1		Asche aus der Papierschlammverbrennung	Die verwendeten Aschen aus Papierschlammverbrennungsanlagen müssen die Richtwerte entsprechend Tabelle 1 Kolonne B einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen:	Blei Cadmium Kupfer Zink PCDD//PCDF	Pb 250 mg/kg Cd 5 mg/kg Cu 250 mg/kg Zn 2000 mg/kg 10 ng TEQ/kg
B2		Giessereiabfälle, d.h. Sande, Stäube, Schlacken und Feuerungsauskleidungen, soweit es sich nicht um Sonderabfälle nach VVS handelt	Sie müssen die Richtwerte der Tabelle 1, Kolonne B einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen. Das Auffüllverbot (wesentliche Erhöhung) für die relevanten Schadstoffe ist zu beachten.	Blei Chrom Kobalt Kupfer Nickel Glühverlust TOC	Pb 200 mg/kg Cr 600mg/kg ¹ Co 150 mg/kg Cu 200mg Kg Ni 150 mg/kg max. 8% max. 1%
B3	9100	Abfälle aus der Strassenreinigung	Strassensammlerschlämme und andere Abfälle aus dem Strassenunterhalt, unabhängig der Richtwerte, in Absprache mit dem betreffenden Zementwerk und nach Zuweisung durch den Kanton.		---
B4	2430	Verunreinigte Kalkrückstände aus dem Zinn-Recycling	Diese Rückstände dürfen entsorgt werden, wenn die Richtwerte für Abfälle der Tabelle 1 Kolonne B eingehalten sind, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen.	Blei Cadmium Chrom Zink Zinn	Pb 100 mg/kg Cd 5 mg/kg Cr 400 mg/kg Zn 1'500 mg/kg Sn 100 mg/kg
B5	3041 und 3042	Rückstände aus Bodenwaschanlagen und Erdreich, Betonbruch, Mischabbruch, hauptsächlich verunreinigt mit organischen Substanzen	Für diese Abfälle (VVS Code 3041 und 3042) kommen differenziertere Regelungen zur Anwendung. Es handelt sich um Rückstände aus der Sanierung von belasteten Standorten. Die zuständige Behörde muss jeweils im Einzelfall beurteilen, ob die Entsorgung im Zementwerk zulässig ist. Grundsätzlich können mit organischen Bestandteilen angereicherte Rückstände aus Bodenwasch- und -aufbereitungsanlagen in Zementwerken entsorgt werden, wenn sichergestellt ist, dass die organischen Bestandteile möglichst vollständig verbrennen und wenn das Zementwerk über eine für org. Stoffe geeignete Abgasreinigung (z.B. Aktivkohle) verfügt. Die Abfälle müssen die Anforderungen an Rohmehlersatzstoffe (Schadstoffkonzentrationen der Tabelle 1 Kolonne B) erfüllen, wobei folgende Ergänzungen gelten:		siehe Seite 4/6

¹ Die Verwendung dieser Abfälle darf im Klinker zu keiner wesentlichen Erhöhung des Chromat-Gehaltes führen

Positivliste / B) Rohmehl-Ersatzstoffe (Korrekturstoffe)

Anhang I 4/6
Stand: März 1998

Nr	VVS-Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen	Ergänzungen	Richtwert
	3041 und 3042	Rückstände aus Bodenwaschanlagen und Erdreich, Betonbruch, Mischabbruch, hauptsächlich verunreinigt mit organischen Substanzen	<p>Für eine Reihe von Schwermetallen werden gegenüber den Richtwerten der Tabelle 1 Kolonne B Ausnahmen festgelegt (s. Ergänzungen) In jedem Einzelfall dürfen ausschliesslich max. drei dieser Ausnahmen beansprucht werden. Ueberschreiten die Gehalte von vier oder mehr Schwermetallen die Richtwerte der Tabelle 1 Kolonne B, so ist die Entsorgung im Zementwerk nicht zulässig.</p> <p>Die gleichen Anforderungen gelten auch für kontaminierte Materialien, die aus technischen Gründen nicht aufbereitet werden können oder bei welchen eine Aufbereitung aus Gründen der Umweltverträglichkeit nicht sinnvoll ist und die deshalb direkt in ein Zementwerk mit geeigneter Abgasreinigung gelangen (z.B. verschmutzter Beton). Falls kontaminiertes Erdreich ohne vorherige Aufbereitung direkt im Zementwerk entsorgt werden soll, so muss sein Schadstoffgehalt auf den Feinkornanteil (Kornfraktion kleiner als 63 Mikrometer) umgerechnet werden. So weist beispielsweise sandiger Boden mit 50% Feinkornanteil und einem effektiven Chromgehalt von 90 ppm einen auf die Feinkornfraktion bezogenen Chromgehalt von 180 ppm auf ($100/50 \times 90$). Der so rechnerisch ermittelte, auf den Feinkornanteil bezogene Schadstoffgehalt muss die obenstehenden Regelungen bezüglich Schadstoffgehalte erfüllen.</p>	<p>Blei Cadmium Chrom Kobalt Kupfer Nickel Quecksilber Zink PCDD/PCDF PCB</p>	<p>Pb 500 mg/kg Cd 5 mg/kg Cr 500 mg/kg Co 100 mg/kg Cu 500 mg/kg Ni 500 mg/kg Hg 2 mg/kg Zn 1'500 mg/kg 10 ng TEQ/kg 50 mg/kg</p>

Positivliste / C) Zumahlstoffe

Anhang I 5/6
Stand: März 1998

Nr	VVS-Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen	Ergänzungen	Richtwert
C1		Asche aus der Papierschlammverbrennung	Die als Zumahlstoff verwendeten Aschen aus Papierschlammverbrennungsanlagen müssen die Richtwerte entsprechend Tabelle 1 Kolonne C einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen.	Barium Blei Cadmium Kupfer Zink	Ba kein Wert Pb 250 mg/kg Cd 5 mg/kg Cu 250 mg/kg Zn 2000 mg/kg
C2	2440	Gips aus der Sulfatabscheidung von Rauchgasreinigungsanlagen (REA-Gips)	Die verwendeten Gipsabfälle müssen die Richtwerte entsprechend Tabelle 1 Kolonne C einhalten, mit folgender Ergänzung:	Selen	Se 20 mg/kg
C3		Glasartige Schmelzprodukte aus der Hochtemperatur-Abfallbehandlung	Schlacken aus Hochtemperaturprozessen wie DEGLOR, HSR, Thermoselect, Seiler, Plas-mox: Es müssen die Richtwerte der Tabelle 1 Kolonne C eingehalten sein, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen.	Chrom Kupfer Cr-VI im Eluat, gemäss TVA Test 2	Cr 2'000 mg/kg Cu 600 mg/kg 0.01 mg/l im Eluat

Positivliste / D) Betriebshilfsstoffe

Anhang I 6/6
Stand: März 1998

Nr	VVS-Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen	Ergänzungen (Ausnahmen)	Richtwert
D1		Ammoniakhaltige Abwässer	Bestimmte wässrige Abfälle können entsorgt werden, indem sie im Zement-Herstellungsprozess als Denox-Mittel oder zur Regulierung der Flammentemperatur verwendet werden. (Eindüsung im Temperaturbereich von 900 -950°C) Für Betriebshilfsstoffe besteht kein Eintrag in Tabelle 1 der Richtlinie. Sie werden als Einzelfälle in der Positivliste geregelt. Die zulässige Schwermetallbelastung richtet sich nach den nebenstehenden Richtwerten der geltenden Verordnung über Abwassereinleitungen SR 814.225.21. Insbesondere gilt dies für: ammoniakhaltiges Abwasser z.B. aus der Ammoniakstrippung von Abwasserreinigungsanlagen.	Arsen As Blei Pb Cadmium Cd Chrom-VI CrVI Chrom III CrIII Kobalt Co Kupfer Cu Nickel Ni Quecksilber Hg Silber Ag Zink Zn Zinn Sn	0.1 mg/l 0.5 mg/l 0.1 mg/l 0.1 mg/l 2.0 mg/l 0.5 mg/l 0.5 mg/l 2.0 mg/l 0.01 mg/l 0.1 mg/l 2.0 mg/l 2.0 mg/l
				TOC	kein Wert
D2	1240	Wässrige, mit nicht halogenierten Lösungsmitteln verunreinigte Abfälle	sind zugelassen als Denox-Mittel (Flammen-Kühlung, mit direkter Eindüsung). Für die Schwermetallgehalte gelten mit zwei Ausnahmen die Richtwerte von D1. Für die Ausnahmen und Ergänzungen gelten die nebenstehenden Richtwerte: Die Fracht an Schwermetallen im Klinker darf 10% des Inhalts im Klinker (ohne Abfall) nicht übersteigen.	Chrom VI CrVI Kupfer Cu Halogenorganische-Verbindungen z.B. halog. Lösungsmittel TOC	0.5 mg/l 1.0 mg/l 50 ppm bezogen auf TOC 250 mg Cl/l kein Wert
D3	1084 1087	Entwicklungsbäder (Photo-, bzw. Reprintentwickler, Bleich-, Stopp-, Sensibilisierbäder) und vermischte Photoabwässer	sind zugelassen als Denox-Mittel (Flammen-Kühlung, mit direkter Eindüsung). Für die Schwermetallgehalte gelten mit drei Ausnahmen die Richtwerte von D1. Schwermetallfrachten im Klinker dürfen nicht mehr als 10% der sonstigen Schwermetallfracht im Klinker ausmachen. Für die erwähnten Ausnahmen und zusätzlichen Ergänzungen gelten die nebenstehenden Richtwerte:	TOC Kupfer Cu Silber Ag Chrom VI CrVI Halogenorganische-Verbindungen z.B. PCB	kein Wert 1.0 mg/l 5 mg/l 0.5 mg/l 1 mg Cl/l

Anhang II

Anforderungen an die Entsorgung von Sonderabfällen als feste Ersatzbrennstoffe (Com- bustibles solides de substitution CSS)

1. Einleitende Bemerkungen

Dieser Anhang enthält die im Kapitel 6 der Richtlinie erwähnten speziellen Anforderungen an die Zubereitung und Entsorgung von CSS. Wo dieser Anhang nichts anderes festhält, gelten die allgemeinen Regelungen der Richtlinie.

2. Anforderungen an das Produkt CSS

a) Jahresfracht

Da CSS gezielt hergestellt wird, können seine Inhaltsstoffe beeinflusst werden. Mit den Anforderungen an das Produkt CSS wird die zulässige Jahresfracht an bestimmten Schwermetallen und anderen Schadstoffen begrenzt. Um eine Anpassung der Anlage und des Betriebes an die neuen Richtwerte zu ermöglichen, wird die zulässige Jahresfracht in zwei Schritten gemäss Tabelle AII/1 gesenkt. Für die hier nicht aufgeführten Schwermetalle gelten die Richtwerte der Tabelle 1, Kolonne A im Abschnitt 3.2 der Richtlinie.

Tab. AII/1: Zulässige Schadstofffrachten in CSS (Basis: 15'000 t CSS pro Jahr)

Schadstoff		max. Jahresfracht in t/a			Gehalte in ppm		
		bis 2000	bis 2004	nach 2004	bis 2000	bis 2004	nach 2004
Blei	Pb	12.0	9.0	6.0	800	600	400
Cadmium	Cd	0.15	0.075	0.075	10	5	5
Chrom	Cr	7.5	4.5	4.5	500	300	300
Kupfer	Cu	15.0	7.5	6.0	1000	500	400
Nickel	Ni	4.5	3.0	3.0	300	200	200
Zink	Zn	75.0	60.0	30.0	5000	4000	2000
organisch gebundene Halogene in [Gewichts-%]					ab sofort < 0.5 %		
Schwerabbaubare toxische Halogenorganische Verbindungen (z.B. PCB) in [ppm]					ab sofort < 10 ppm		

Die Jahresfrachten in [t/a] verringern sich proportional zur produzierten Menge CSS, wenn Cridec weniger als 15'000 t CSS pro Jahr herstellt. Die Gehaltsangaben sind als Richtwerte zu verstehen. Sie dienen zur Kontrolle der einzelnen Lieferungen.

b) **Qualitätskontrolle**

Qualitätskontrollen müssen garantieren, dass einerseits die in Tabelle AII/1 aufgeführten Jahresfrachten an Schadstoffen in den hergestellten Ersatzbrennstoffen nicht überschritten werden und andererseits das Zementwerk die vorgeschriebenen Abluftwerte und die Richtwerte für Klinker einhält. Die Qualität der einzelnen CSS-Lieferungen in das Zementwerk ist in geeigneter Form zu dokumentieren und mit Rückstellmuster zu belegen, so dass an Hand der Dokumente und allenfalls weiteren Analysen die Jahresfrachten nachvollzogen werden können. Die durchschnittlichen Monatswerte der einzelnen Schadstofffrachten sind periodisch, mindestens halbjährlich, vom zuständigen Kanton zu kontrollieren .

3. Anforderungen an die für CSS-Herstellung zugelassenen Abfälle

a) **Grundsätze**

Die zu CSS zu verarbeitenden Abfälle müssen grundsätzlich folgende Eigenschaften aufweisen: schwermetallarm, weitgehend halogenfrei, nur Spuren schwerabbaubarer halogenorganischer Verbindungen wie PCB, tiefer Gehalt an VOC (flüchtige organische Verbindungen wie z.B. Lösungsmittel), nicht selbstentzündlich, hoher Flammpunkt, toxikologisch und arbeitshygienisch unbedenklich. Zusätzlich sollten prinzipiell nur solche Abfälle zu CSS verarbeitet werden, welche aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nur mit einem unverhältnismässig hohen technischen Aufwand direkt einem Brenner zudosiert werden können.

b) **Zugelassene Abfälle**

Es dürfen nur Sonderabfälle für die Produktion von CSS eingesetzt werden, die in der Tabelle AII/4 aufgeführt sind. Zusätzlich gelten die allgemeinen Einschränkungen der nachfolgenden Tabellen AII/2 und AII/3.

Tab. AII/2: Allgemeine Einschränkungen für Problemstoffe in Sonderabfällen, die für die Herstellung von CSS verwendet werden

Organisch gebundene Halogene	max. 1 Gewichtsprozent
Schwerabbaubare halogenierte organische Verbindungen (z.B. PCB)	max. 50 ppm
Lösungsmittelgehalt	unter 15%
Flammpunkt	über 55 °C
Die Sonderabfälle dürfen nicht aus Herstellung, Zubereitung, Vertrieb oder Anwendung von hochwirksamen, biologisch aktiven Stoffen stammen oder in anderer Weise arbeitshygienisch problematisch sein.	

Tab. AII/3: Richtwerte für maximal tolerierte Schwermetallgehalte in Abfällen, die zur Herstellung von CSS zugelassen sind.

Bezeichnung		Richtwert in [mg/kg]
Blei	Pb	600
Cadmium	Cd	10
Chrom	Cr	400
Kupfer	Cu	500
Nickel	Ni	300
Zink	Zn	4'000
alle übrigen Schwermetalle	gemäss Tabelle 1 der Richtlinie	

Für die in Tabelle AII/4 mit * bezeichneten Abfälle gelten die obenstehenden Richtwerte ab 1. Januar 2004

Mittels Qualitätskontrollen gemäss Kapitel 2, Abschnitt b) muss sichergestellt werden, dass die zulässigen Jahresfrachten der Tabelle AII/1 nicht überschritten werden.

4. Anforderungen an die Produktion und Verbrennung von CSS

a) Stand der Technik

Vorschriften bezüglich Gewässerschutz, Luftreinhaltung (z.B. Emissionen von organischen Stoffen) und Sicherheit (z.B. Explosionsschutz) müssen sowohl bei der Verarbeitung der Sonderabfälle zu CSS wie auch bei der Zwischenlagerung beim CSS-Hersteller und beim Zementwerk eingehalten sein. Offenes Schreddern und Mischen ohne Abluftbehandlung ist beispielsweise nicht Stand der Technik.

b) Eingangskontrollen, einschliesslich der nötigen chemischen Analysen, müssen sicherstellen, dass nur zugelassene Sonderabfälle zu CSS verarbeitet werden und dass problematische, stark schadstoffbelastete oder sonst ungeeignete Fraktionen in geeignete Sonderabfallverbrennungsanlagen geliefert werden.

c) Annahme von Vormischungen

Vormischungen von Abfällen mit Sägemehl sind nur dann zugelassen, wenn sowohl die verwendeten Abfälle, als auch die Herstellung und die Zusammensetzung der Vormischung den vorliegenden Regelungen genügt. Ausgenommen davon sind jedoch lösungsmittelhaltige Abfälle. Die Abfallcodes 1260, 1620, 1640 und 1641 sind somit für die Herstellung von Vormischungen nicht zugelassen. Bei Abgabe von Vormischungen sind Begleitscheinkopien der "Original-Abfälle" der Lieferung beizulegen. Aus Gründen des Kundenschutzes darf die Adresse und die Betriebsnummer des "Original-Abgebers" abgedeckt werden.

d) Verbrennung

CSS müssen direkt in die Primärfeuerung des Zementofens eingebracht werden.

Tab. AII/4: Sonderabfälle, die zur Herstellung von CSS zugelassen sind

VVS-Codes	Bezeichnung	Einschränkungen	
1260	Nicht wässrige, nicht halogenierte Destillationsrückstände aus der Aufbereitung von Lösungsmitteln	Lösungsmittelhaltige Abfälle (Lösungsmittelgehalt max. 15%) sind zugelassen, wenn die peripheren Anlagen des Zementwerkes (z.B. Zwischenlager, Zuführsysteme inkl. Transport zum Zementwerk) den Vorschriften der LRV, sowie bezüglich Sicherheit dem Stand der Technik entsprechen. Für bestehende Anlagen, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, setzt der zuständige Kanton eine angemessene Sanierungsfrist, längstens bis Ende 1999 .	
1472	Ölabscheider- und Benzinabscheiderabfälle		
1473	Tankreinigungs- und Ölschlämme		
1610*	Malerei-, Lack- und Klebstoffabfälle mit wässriger Phase (Emulsionen)		
1620*	Malerei-, Lack- und Klebstoffabfälle mit organischer Phase (mit Lösungsmitteln)		
1630*	Feste Malerei-, Lack- und Klebstoffabfälle		
1631*	Farbpulver		
1632*	Farben und Farbpasten, ausgehärtet		
1640*	Abfälle von Druckfarben oder von Farbstoffen mit organischer Phase (mit Lösungsmitteln)		Bedeutung des (*) siehe unten
1641*	Altfarben, Farbpasten		
1650*	Abfälle von Druckfarben oder Farbstoffen ohne organischer Phase (ohne Lösungsmittel)		
1740	Seifen, Fettstoffe, Schmiermittel oder Filmbildner pflanzlicher oder tierischer Herkunft		Für die Herstellung von Vormischungen gelten die Einschränkungen von Kapitel 4
2231	Feste Destillationsrückstände		
2240	Verkohlungsrückstände, teerartige Abfälle		
2840*	Rückstände von der Dekantierung, Filtration und Zentrifugierung (ausser Code-Nrn. 1500, 2450, 2910-2921, 3020, 3030)		
3050	Verunreinigte Verpackungen und Gebinde, die Sonderabfälle enthalten haben.		

- * Mit Information an die Abgeber und mittels Triage bei der Annahme sind schwermetallhaltige Fraktionen (z.B. Korrosionsschutzfarben oder Werkstattschlämme, die evtl. unter Code 2840 klassiert sind) auszuscheiden und in einer Sonderabfallverbrennungsanlage zu entsorgen oder, falls machbar, stofflich zu verwerten. Die jährlich zugelassenen Schadstofffrachten dürfen nicht überschritten werden. Die Triage ist so auszugestalten, dass die zeitlich abgestuften Schwermetallfrachten gemäss Tabelle AII/1 eingehalten werden.