



## **UMWELT-MATERIALIEN NR. 181**

**Abfall**



## **Klärschlamm- entsorgung in der Schweiz**

**Mengen- und  
Kapazitätserhebung**



**BUWAL Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft**



**UMWELT-MATERIALIEN  
NR. 181**

**Abfall**

**Klärschlamm-  
entsorgung  
in der Schweiz**

**Mengen- und  
Kapazitätserhebung**

**Herausgegeben vom Bundesamt  
für Umwelt, Wald und Landschaft  
BUWAL  
Bern, 2004**

**Herausgeber**

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
(BUWAL)

*Das BUWAL ist ein Amt des Eidg. Departements für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation  
(UVEK)*

**Autoren**

André Laube, BUWAL, 3003 Bern  
Armin Vonplon, 8917 Oberlunkhofen

**Zitierung**

LAUBE A., VONPLON A., 2004: *Klärschlamm-  
entsorgung in der Schweiz – Mengen- und  
Kapazitätserhebung*. Umwelt-Materialien Nr. 181,  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern,  
47 Seiten.

**Begleitung BUWAL**

André Laube, Marc Chardonens, Hans-Peter Fahrni

**Übersetzungen**

Sprachdienst BUWAL

**Gestaltung**

Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

**Titelfoto**

Anlieferung entwässerter Klärschlamm. Ofenrost KVA  
Linthgebiet. Wirbelschichtofen SVA (VBSA). Dreh-  
rohröfen Zementwerk (cemsuisse).

**Bezug**

BUWAL  
Dokumentation  
CH-3003 Bern  
Fax + 41 (0) 31 324 02 16  
docu@buwal.admin.ch  
www.buwalshop.ch

Bestellnummer / Preis:

UM-181-D / CHF 10.– (inkl. MWSt)

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache  
erhältlich (UM-181-F).

© BUWAL 2004

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>	<b>Anhänge</b>	<b>39</b>
<b>Vorwort</b>	<b>7</b>	A1 Wichtige Grundlagen	39
<b>Zusammenfassung</b>	<b>9</b>	A2 Projektspezifische Investitions- /Kostenabschätzungen	40
<b>1 Ausgangslage</b>	<b>11</b>	A3 Kontaktadressen	43
1.1 Einleitung	11	A4 Erhebung bei thermischen Entsorgungsanlagen	44
1.2 Rechtlicher Rahmen	11	A5 Abkürzungen	47
1.3 Planerische Aspekte	12		
1.4 Zielsetzung	12		
1.5 Rahmenbedingungen und Vorgehen	12		
<b>2 Mengen und Entsorgung von Klärschlamm</b>	<b>15</b>		
2.1 Situation in den Jahren 2000 und 2002	15		
2.2 Entwicklung	16		
2.3 Phosphor im Klärschlamm	17		
<b>3 Thermische Entsorgungswege in der Schweiz</b>	<b>18</b>		
3.1 Trocknung	19		
3.2 Schlammverbrennungsanlagen (SVA), industrielle Feuerungen	20		
3.3 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)	21		
3.4 Zementwerke (ZW)	22		
<b>4 Erhebung bei Kläranlagen</b>	<b>23</b>		
4.1 Situation im Jahr 2001	23		
4.2 Entwicklung ab 2003	25		
4.3 Kostenrelevanz Klärschlamm-Entwässerung	26		
<b>5 Erhebung bei Trocknungsanlagen</b>	<b>27</b>		
5.1 Situation im Jahr 2001	27		
5.2 Entwicklung und Kapazitäten	28		
<b>6 Erhebung bei Verbrennungsanlagen</b>	<b>30</b>		
6.1 Situation im Jahr 2001	30		
6.2 Entwicklung und Kapazitäten	30		
<b>7 Kapazitätsübersicht</b>	<b>33</b>		
<b>8 Schlussfolgerungen</b>	<b>35</b>		



# Abstracts

- E**
- Keywords:  
Sewage sludge, sludge incineration, disposal, sewage sludge volumes, disposal facilities.
- This report provides information on the available capacity for sewage sludge incineration in Switzerland (at present and projected for 2006). It is based on the waste volumes recorded in SAEFL waste statistics and on a specially commissioned survey involving the operators of sewage plants and facilities responsible for the disposal of sewage sludge. Details are given of sewage sludge volumes and disposal paths, as well as incineration options in Switzerland and the available capacity. On the basis of this assessment and the principles of Swiss waste management, conclusions are presented at the end of the report.
- D**
- Stichwörter:  
Klärschlamm, Schlammverbrennung, Entsorgung, Klärschlamm-mengen, Entsorgungsanlagen.
- Der Bericht gibt Aufschluss über die aktuellen und die für das Jahr 2006 absehbaren Kapazitäten thermischer Entsorgung von Klärschlamm in der Schweiz. Er stützt sich auf die im Rahmen der BUWAL-Abfallstatistik erhobenen Abfallmengen sowie auf eine im Auftrag speziell durchgeführte Erhebung bei Betreibern von Kläranlagen und von Klärschlamm entsorgenden Anlagen. Klärschlamm-mengen und deren Entsorgungswege werden aufgezeigt, thermische Entsorgungsoptionen in der Schweiz werden beschrieben und die entsprechenden Kapazitäten ausgewiesen. Auf Basis dieser Situationsanalyse und der Grundsätze schweizerischer Abfallwirtschaft ergeben sich die am Ende des Berichts aufgeführten Folgerungen.
- F**
- Mots-clés:  
Boues d'épuration, incinération des boues, élimination, quantités de boues, installations d'élimination.
- Le présent rapport donne des indications sur les capacités actuelles et futures (2006) d'élimination thermique des boues d'épuration en Suisse. Il se fonde sur les quantités de déchets relevées dans le cadre de la statistique des déchets de l'OFEFP ainsi que sur une enquête réalisée spécialement auprès d'exploitants de stations d'épuration et d'installations procédant à l'élimination des boues d'épuration. Il présente les quantités de boues d'épuration et les filières d'élimination, les possibilités d'élimination thermique en Suisse et les capacités correspondantes. Le rapport tire également des conclusions basées sur l'analyse de la situation et les principes de la gestion des déchets en Suisse.
- I**
- Parole chiave:  
Fanghi di depurazione, incenerimento dei fanghi, smaltimento, quantità di fanghi di depurazione, impianti di smaltimento.
- Il presente rapporto fornisce dati e informazioni sulle capacità di smaltimento termico dei fanghi di depurazione in Svizzera (situazione attuale e situazione prevedibile nel 2006). Lo studio si basa sia sulle quantità di rifiuti rilevate nell'ambito della statistica dei rifiuti dell'UFAPF che su un rilevamento specifico, effettuato su commissione presso gestori di impianti di depurazione e impianti di smaltimento dei fanghi di depurazione. Vengono illustrate in particolare le quantità dei fanghi di depurazione e le vie del loro smaltimento. Sono inoltre descritte le varie opzioni di smaltimento termico esistenti in Svizzera, con le relative capacità. Le conclusioni riportate alla fine del rapporto risultano da tale analisi della situazione e dai principi della gestione dei rifiuti in Svizzera.





# Vorwort

Mit dem Düngeverbot für Klärschlamm entfällt die Verwertungsmöglichkeit in der Landwirtschaft und damit gleichzeitig ein bis dahin bedeutender Entsorgungsweg für Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen. Auch in Zukunft muss die umweltgerechte Entsorgung des Klärschlammes in der Schweiz gesichert sein. Dafür verbleiben aus heutiger Sicht thermische Entsorgungswege als einzige Option.

Die vom BUWAL einberufene Arbeitsgruppe begleitet diese Änderung in der Ausrichtung der Klärschlamm Entsorgung beratend und beschliesst über notwendige übergeordnete Schritte. Massnahmen wie die Koordination und die Optimierung der Nutzung freier schweizerischer Verbrennungskapazitäten für Klärschlamm wurden bereits eingeleitet. Mit dem vorliegenden Bericht wird nun beabsichtigt, den interessierten Kreisen die aktuelle und die bis zum Jahr 2006 absehbare Kapazitätssituation bei Klärschlamm Entsorgungsanlagen sowie die grundsätzlichen Folgerungen daraus aufzuzeigen. Das geschieht insbesondere in Hinblick auf die wichtigen planerischen und politischen Entscheide, welche Kantone und Verbände bei der Klärschlamm Entsorgung zu fällen haben.

An dieser Stelle sei allen, die sich an der durchgeführten Klärschlammumfrage beteiligt haben, bestens gedankt. Unser Dank für die konstruktive Mitarbeit geht auch an die Mitglieder der Arbeitsgruppe Klärschlamm Entsorgung.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Abteilung Abfall

*Hans-Peter Fahrni*



# Zusammenfassung

Die Änderungen der Stoffverordnung und das damit stufenweise eingeführte Düngerverbot für Klärschlamm haben Auswirkungen auf die bisherige Ausrichtung der Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz. Die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft entfällt, thermische Entsorgungswege stehen somit endgültig im Vordergrund.

Jährlich fallen in den schweizerischen Kläranlagen etwa 4 Millionen Tonnen flüssiger Klärschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von rund 200'000 Tonnen an. Im Jahr 2000 wurden etwa 40 % dieser Menge in der Landwirtschaft verwertet im Jahr 2002 waren es - auch ohne staatliche Eingriffe - bereits nur noch rund 20%.

Bei vorgängiger Entwässerung kann Klärschlamm in speziellen Schlammverbrennungs- oder in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt werden. Wird der Schlamm nach der Entwässerung getrocknet, bietet sich die Verbrennung in Zementwerken an.

Resultate einer Erhebung bei schweizerischen Anlagen zeigen, dass im Jahr 2003 eine Verbrennungskapazität für Klärschlamm von 166'000 Tonnen zur Verfügung stand und im Jahr 2006 mit einer Verbrennungskapazität von rund 206'000 Tonnen gerechnet werden kann. Weiter ist bei jeder der thermischen Entsorgungsmöglichkeiten sowie bei den einzelnen Behandlungsschritten des Klärschlammes Potential für Optimierungen auszumachen. Je früher in der Entsorgungskette die entsprechenden Verbesserungsmassnahmen vorgenommen werden, desto weitreichender sind die Effekte auf die Entsorgung des Klärschlammes.

Die Mengen- und Kapazitätserhebung zeigt auf, dass die Voraussetzungen günstig sind, um die thermische Entsorgung des Klärschlammes in der Schweiz ab Ende 2006 sicherzustellen.



# 1 Ausgangslage

## 1.1 Einleitung

In den Kläranlagen der Schweiz fallen jährlich 4 Millionen Tonnen flüssiger Klärschlamm mit einem Gehalt an Trockensubstanz (TS) von rund 200'000 Tonnen an. Der Klärschlamm enthält zwar Pflanzennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff, aber auch eine ganze Reihe von Schadstoffen und Krankheitserregern aus Industrie, Gewerbe und Privathaushalten. Die landwirtschaftliche Klärschlammdüngung geriet deshalb in letzter Zeit immer mehr in Kritik. So wurden beispielsweise Befürchtungen laut, wonach für BSE verantwortliche Prionen mit Klärschlamm verbreitet werden könnten.

Der Einsatz von Klärschlamm in der Landwirtschaft sank in den letzten Jahren generell. Massgebend dafür ist nicht zuletzt die Politik der Grossverteiler, welche für ihre Qualitätslabel bei Fleisch- und Milchprodukten die Verwendung von Klärschlamm nicht mehr zulassen. Bei der Herstellung von Bioprodukten ist dessen Verwendung aufgrund einer bundesrätlichen Verordnung schon seit längerer Zeit untersagt. Die Nachfrage der Konsumenten nach solchen Bioprodukten nimmt weiterhin zu. Die schweizerische Landwirtschaft richtet sich daher vermehrt auf die Herstellung von Produkten mit Qualitätslabeln und auf Bioprodukte aus. Der Schweizerische Bauernverband hatte denn auch im Sommer 2001 seinen Mitgliedern empfohlen, ab 2003 auf den Einsatz von Klärschlamm zu verzichten.

## 1.2 Rechtlicher Rahmen

Die breite wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Auseinandersetzung mit der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung und möglichen Folgen wie Bodenschäden, Risiken für die Gesundheit sowie Beeinträchtigung der Qualität der Lebensmittel, führte schliesslich zum Entscheid des Bundesrates, die Stoffverordnung (StoV, SR 814.013) per 1. Mai 2003 zu ändern. Demnach darf Klärschlamm auf Futter- und Gemüseflächen nicht mehr als Dünger verwendet werden. Für die übrigen düngbaren Flächen gilt eine Übergangsfrist bis 2006. Die Kantone können diese Frist um höchstens zwei Jahre verlängern. Weitergehende Ausnahmen nennt die Stoffverordnung für Rückstände aus Kleinkläranlagen (Anh. 4.5 Ziff. 323 StoV). Mit dieser Regelung setzt der Bundesrat das Vorsorgeprinzip beim Boden- und Gesundheitsschutz um.

Da ab 2006 der Klärschlamm nicht mehr als Dünger verwertet werden darf, ist er gemäss der Technischen Verordnung über Abfälle (Art. 11 TVA, SR 814.600) in geeigneten Anlagen zu verbrennen respektive umweltverträglich thermisch zu behandeln.

### **1.3 Planerische Aspekte**

Aufgrund der Änderungen der rechtlichen Bestimmungen für Klärschlamm steht der so genannte erste Entsorgungsweg in Form der landwirtschaftlichen Verwertung ab 1. Mai 2003 teilweise und ab 1. Oktober 2006 generell nicht mehr zur Verfügung. Auch in Zukunft muss die Entsorgung des Klärschlammes gesichert sein. Die Ausrichtung der Klärschlamm Entsorgung orientiert sich dabei an den Grundsätzen der schweizerischen Abfallwirtschaft, welche insbesondere die umweltverträgliche Entsorgung im Inland anstrebt.

Für die Planung gilt es nun, aufgrund der Analyse bestehender sowie absehbarer Entsorgungskapazitäten den erforderlichen Handlungsbedarf abzuleiten. Entsprechende Grundlagen sind Inhalt dieses Berichtes.

Für die Entsorgung der Klärschlämme aus der öffentlichen Abwasserreinigung sind gemäss Umweltschutzgesetz die Kantone zuständig (Art. 31b Abs. 1 USG, SR 814.01). Sie können öffentlichrechtliche Körperschaften oder Private mit gewissen Aufgaben dieses Vollzugs betrauen (Art. 43 USG).

Um die Entsorgung des Klärschlammes sicherzustellen, müssen die Kantone gemäss Art. 18 der Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) einen Klärschlamm-Entsorgungsplan erstellen. Dieser Entsorgungsplan legt mindestens fest:

- wie der Klärschlamm der zentralen Abwasserreinigungsanlagen entsorgt werden soll;
- welche Massnahmen, einschliesslich der Erstellung und Änderung von Anlagen, die der Entsorgung des Klärschlammes dienen, bis zu welchem Zeitpunkt erforderlich sind.

### **1.4 Zielsetzung**

Mit vorliegendem Bericht soll primär die aktuelle und die aus heutiger Sicht absehbare Kapazitätssituation bis zum Jahr 2006 bei schweizerischen Klärschlamm-Entsorgungsanlagen aufgezeigt werden. Im Weiteren soll der Bericht als verlässliche Grundlage für die längerfristige Ausrichtung der Kapazitäten und für allfällige Investitionen im Rahmen der anstehenden planerischen sowie politischen Entscheide dienen.

### **1.5 Rahmenbedingungen und Vorgehen**

Das Verbot von Klärschlamm zu Düngezwecken zwingt viele Entsorgungskörperschaften, ihre Strategie neu auszurichten. Diese Umbruchphase ist zur Zeit intensiv im Gange. Eine Kurzumfrage bei den Kantonen Ende 2002 hatte gezeigt, dass die inländischen Verbrennungskapazitäten für die gesamte in der Schweiz anfallende Klärschlammmenge kurzfristig gesehen nicht ausreichen. Als Übergangslösung

können deshalb vom BUWAL unter gewissen Voraussetzungen Exporte in ausländische Verbrennungsanlagen bewilligt werden (vorwiegend Braunkohlekraftwerke in Deutschland).

**Arbeitsgruppe  
Klärschlamm Entsorgung**

Anfangs 2002 hatte das BUWAL eine schweizerische Arbeitsgruppe Klärschlamm Entsorgung – zusammengesetzt aus Kantonsvertretern und Vertretern von Abwasserverbänden und Entsorgungsanlagen – einberufen. Die Arbeitsgruppe widmet sich insbesondere den Aspekten Bedarfsanalyse (Entsorgungseingänge, -kapazitäten), Angebotsanalyse (Entsorgungsangebot) sowie der übergeordneten Entsorgungsplanung. Als Sofortmassnahme wurde u.a. mit [www.ks-plattform.ch](http://www.ks-plattform.ch) eine Internet-Informationenplattform eingerichtet, welche vorderhand die Nutzung freier Entsorgungskapazitäten für Klärschlamm gesamtschweizerisch koordinieren und damit optimieren soll.

**Erhebung bei Betreibern  
von Kläranlagen und  
Entsorgungsanlagen**

Um verlässliche Grundlagen für die langfristige Kapazitätsplanung im Sinne der Entsorgungsautonomie zu beschaffen, wurde auf Veranlassung der Arbeitsgruppe eine entsprechende Kapazitätserhebung bei Anlagenbetreibern in Auftrag gegeben.

Im Oktober 2002 wurden sämtliche Betreiber von Kehrrechtverbrennungs-, Schlammverbrennungs- (teilweise industrielle Feuerungen), KS-Trocknungsanlagen und von Zementwerken in der Schweiz mit Fragebogen angeschrieben. Da die bestehende Infrastruktur der Schlamm produzierenden Kläranlagen entscheidenden Einfluss auf die Wahl des thermischen Entsorgungsweges hat, wurden auch die Betreiber von rund 300 grösseren Kläranlagen (mit mehr als 10'000 EWG) in die Umfrage miteinbezogen.

Es wurden jeweils Angaben zur Situation im Jahr 2001 und zum Zeitraum ab 2003 erhoben. Die Umfrage bei den Kläranlagen betraf in erster Linie die Ausrüstung zur weitergehenden Schlammbehandlung und zum Entsorgungsweg des Klärschlammes sowie verschiedene Kennzahlen zum Betrieb. Bei den Trocknungs- und den Verbrennungsanlagen interessierten insbesondere die Durchsatzmengen, die Kapazitäten und weitere Betriebskennzahlen. Die Ergebnisse dieser Erhebung sind in einem Bericht festgehalten (Vonplon, 2003).

**Datenerhebung durch  
BUWAL**

Seit 1992 erhebt das BUWAL in Zusammenarbeit mit den Kantonen alle zwei Jahre die wichtigsten Daten zum Abfallaufkommen und zu den Abfallbehandlungsanlagen in der Schweiz. Auch per Ende 2002 wurden in diesem Rahmen Angaben zu den Klärschlamm mengen und den eingeschlagenen Entsorgungswegen bei den Kantonen erhoben. Die Grundlagen für den vorliegenden Bericht bilden einerseits diese im zweijährlichen Rhythmus durchgeführten Abfallstatistiken des BUWAL sowie die im Auftrag speziell erfolgte Erhebung bei Betreibern von Kläranlagen und von Klärschlamm entsorgenden Anlagen.

**Pro Memoria**

Es wurde versucht, die Angaben über die vorhandenen Mengen und bestehenden Kapazitäten so aktuell wie möglich zu halten, soweit dies aufgrund der derzeitigen Dynamik in der Planung der Klärschlammensorgung eben möglich ist.

Mengen und Kapazitäten werden in diesem Bericht grundsätzlich bezogen auf 100% Trockensubstanz (TS) angegeben. Dort, wo dies nicht der Fall ist, wird der Trockensubstanzgehalt speziell ausgewiesen.



## 2 Mengen und Entsorgung von Klärschlamm

In Anlehnung an die Definitionen des Umweltschutzgesetzes (USG) umfasst die Entsorgung des Klärschlammes nicht nur dessen Verwertung oder Ablagerung, sondern auch die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung (somit insbesondere auch die Verbrennung).

### 2.1 Situation in den Jahren 2000 und 2002

#### Übersicht Schweiz

Gelangten im Jahr 2000 noch 38% der rund 203'000 t Trockensubstanz (TS) des in der Schweiz (inkl. FL) anfallenden Klärschlammes in die Landwirtschaft, so reduzierte sich dieser Anteil bis im Jahr 2002 auf 21%. Diese Zahlen widerspiegeln den plötzlichen Einbruch beim landwirtschaftlichen Entsorgungsweg; u.a. eine Folge der BSE-Krise und der damit einhergehenden Konsumenten- und Produzentenstimmung gegenüber Produkten aus der mit Klärschlamm düngenden Landwirtschaft. Abbildung 1 verdeutlicht, dass im gleichen Zeitraum bei den anderen Entsorgungswegen eine Zunahme zu verzeichnen ist, am ausgeprägtesten beim Export und bei der Verbrennung in Schlammverbrennungsanlagen (SVA). Trotz dem seit anfangs 2000 geltenden Ablagerungsverbot für brennbare Abfälle auf Deponien wurden immer noch 2% des gesamtschweizerischen Klärschlammes deponiert. Dies lag wie im Falle der Exportzunahme an der noch begrenzten inländischen Verbrennungskapazität für Klärschlamm.

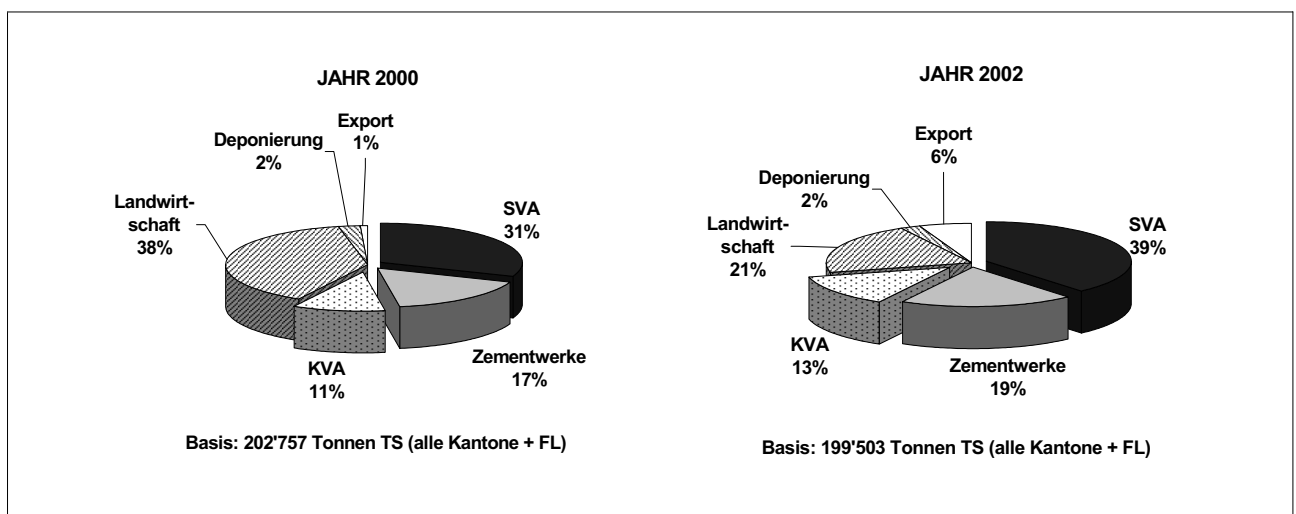


Abbildung 1:

KS-Gesamtmenge und Anteile der Entsorgungswegen in der Schweiz in den Jahren 2000 und 2002 (Abfallstatistik BUWAL).

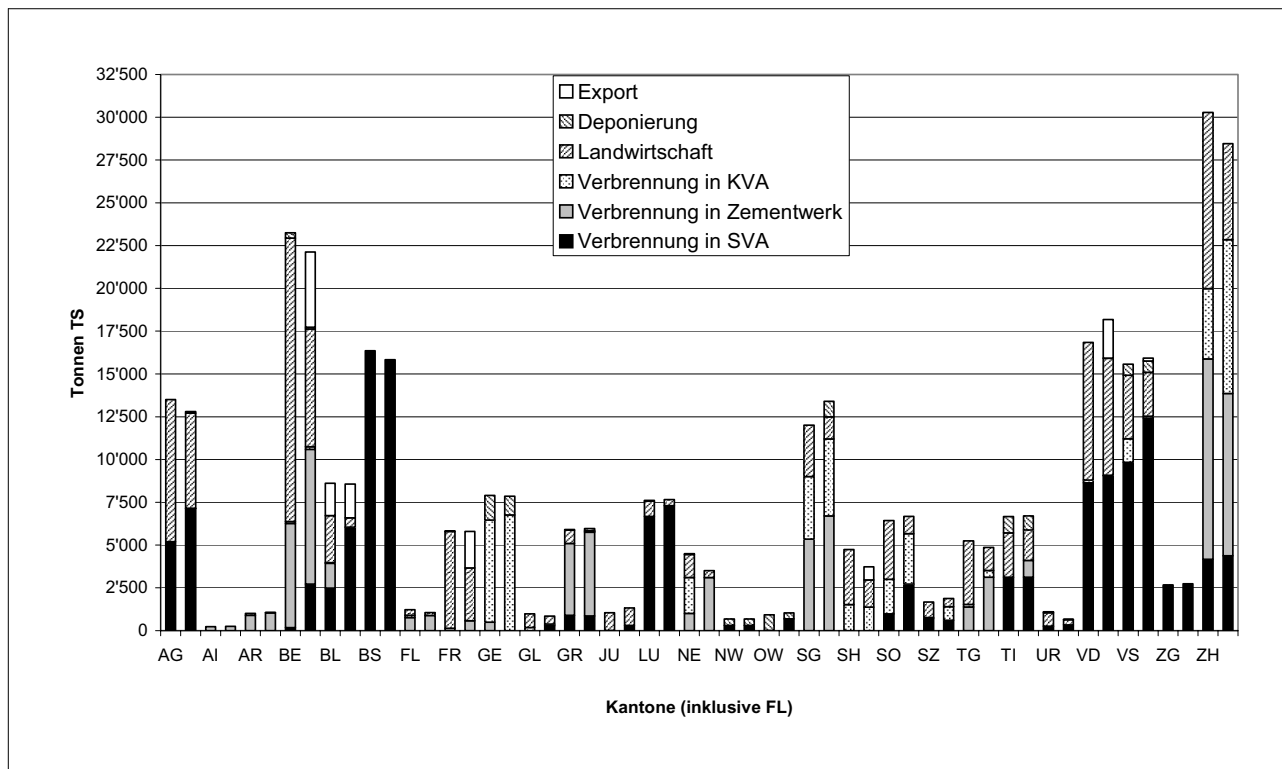


Abbildung 2: Klärschlammengen und Entsorgungswege kantonsweise in den Jahren 2000 (linke Säule) und 2002 (rechte Säule).

**Mengen und Entsorgungswege kantonsweise (inklusive FL)**

Der Anteil der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung hat bereits im Zeitraum 2000 bis 2002 in allen Kantonen, die diesen Entsorgungsweg kennen – auch ohne Verbot für Klärschlamm zu Düngezwecken – deutlich abgenommen.

Unterschiede bei den Klärschlammengen im Jahr 2000 gegenüber denjenigen im 2002 können durch das unterschiedliche Ausmass der Schlammstapelung bei den ARA sowie durch die Wetterverhältnisse bedingt sein.

## 2.2 Entwicklung

Der Anschlussgrad an kommunale Kläranlagen bezogen auf die schweizerische Einwohnerschaft beträgt 96% bis 97% und wird sich kaum mehr erhöhen. Generell ist aus heutiger Sicht mit keiner oder höchstens einer geringen Zunahme der Klärschlammmenge in der Schweiz zu rechnen. Für den Zeitpunkt des Inkrafttretens des generellen Verbots für Klärschlamm zu Düngezwecken im Jahr 2006 wird die anfallende Klärschlammmenge auf 204'000 Tonnen TS geschätzt.

Für die Klärschlammentsorgung stehen im Jahr 2003 grundsätzlich noch zwei Entsorgungswege offen. Klärschlamm kann entweder als Düngemittel – ausser auf Futter- und Gemüseflächen – eingesetzt werden oder er ist zu verbrennen respektive thermisch zu behandeln. Der Export von Klärschlamm ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich und muss durch das BUWAL bewilligt werden. Der Export von Klärschlamm ist lediglich als Übergangslösung zu betrachten, insbesondere bei Fehlen freier Verbrennungskapazitäten in der Schweiz, denn übergeordnetes Ziel ist die Entsorgung im Inland.

Ab 1. Oktober 2006 wird das generelle Verbot für Klärschlamm als Dünger gelten. Danach verbleibt nur noch der thermische Entsorgungsweg. Bis zu diesem Zeitpunkt sollen ausreichend inländische Entsorgungskapazitäten bereit stehen.

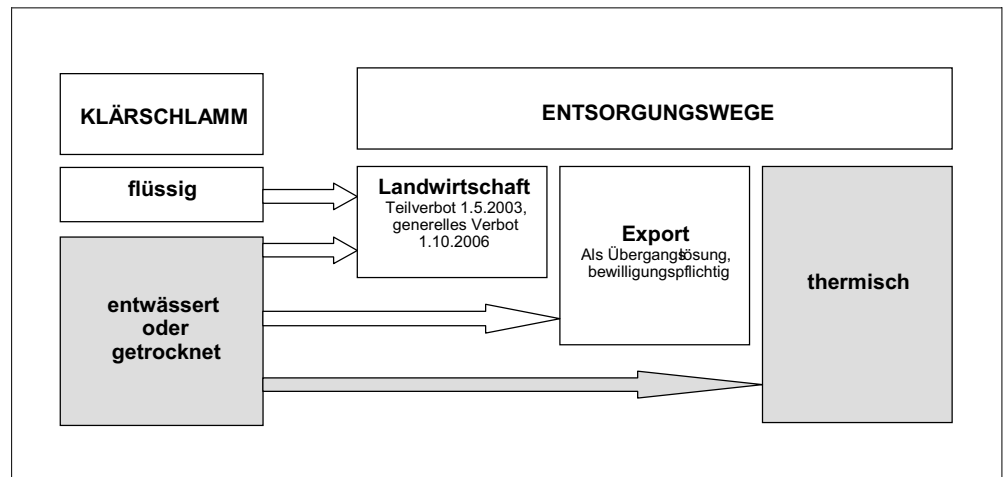


Abbildung 3:  
Aktuelle Entsorgungs-  
wege und angestrebter  
Entsorgungsweg in der  
Schweiz.

### 2.3 Phosphor im Klärschlamm

In Zukunft wird es darum gehen abzuklären, ob und auf welche Weise Phosphor aus Klärschlamm – oder anderen phosphorhaltigen Abfällen wie Fleisch- oder Knochenmehl – zurückgewonnen werden kann. Der in der Schweiz jährlich anfallende Klärschlamm enthält schätzungsweise rund 5'000 Tonnen dieses essentiellen Elements. Phosphor kann grundsätzlich aus dem Abwasser, dem Klärschlamm oder der Klärschlamm-Asche recycelt werden. Die entsprechenden Verfahren sind aber nach aktuellem Kenntnisstand weder technisch ausgereift noch kostendeckend. Für die Rückgewinnung aus Klärschlamm-Asche käme nur die Asche aus Mono-verbrennungsanlagen in Frage, was die potentielle P-Rückgewinnungsmenge deutlich reduziert. Um zu einer überzeugenden Lösung für die Rückgewinnung von Phosphor aus Abfällen zu gelangen, sind noch vertiefte Abklärungen notwendig.

### 3 Thermische Entsorgungswege in der Schweiz

Die thermische Entsorgung des Klärschlammes setzt mindestens die mechanische Entwässerung voraus. Für die Verbrennung in Zementwerken ist die anschliessende Trocknung des Klärschlammes bis zu einem TS-Gehalt von mehr als 90% eine unerlässliche Voraussetzung. In getrockneter Form kann der Klärschlamm beschränkt auch in KVA oder SVA verbrannt werden. Mit den Behandlungsstufen Faulung, Entwässerung und Trocknung des Klärschlammes lässt sich vor der Verbrennung eine wesentliche Gewichtsreduktion erzielen.

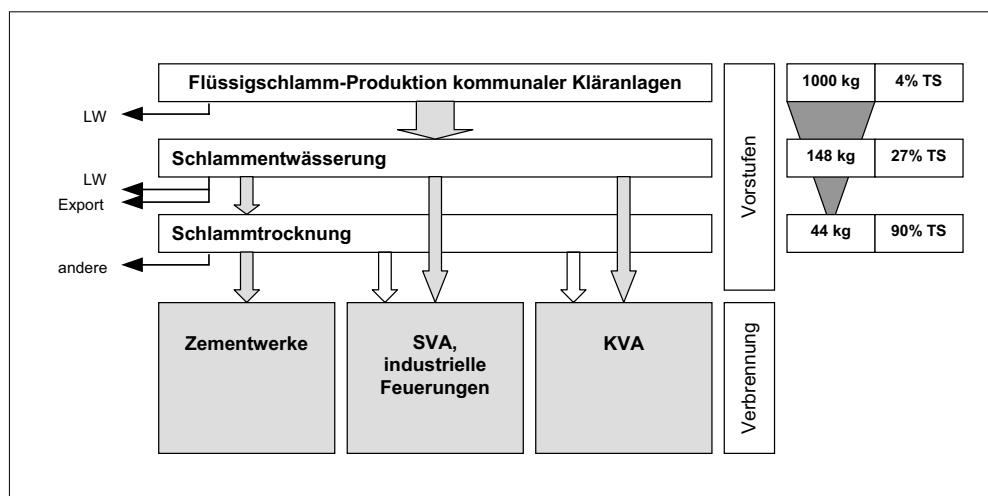


Abbildung 4:  
Thermische Entsorgungswege in der Schweiz und Behandlungsvorstufen mit entsprechender Mengenreduktion durch Steigerung des TS-Gehalts.

Andere thermische Verfahren wie die Pyrolyse- und Vergasungsverfahren befinden sich noch im Pilotstadium. Diese Alternativen zur Verbrennung von Klärschlamm werden heute in der Schweiz im grosstechnischen Massstab nicht angewendet. Kohlenstoffhaltige Materialien werden unter weitgehender Sauerstoffabwesenheit bei erhöhten Temperaturen thermisch zersetzt. Bei der Pyrolyse werden je nach Temperaturstufe unterschiedliche Phasen durchlaufen: Trocknung bis 110 °C, Aufheizung bis 200 °C, Verschmelzung bis 500 °C (Dreyhaupt, 1994). Als Rückstandsprodukte resultieren abhängig von den Reaktionsbedingungen Pyrolysegase, -öle sowie ein fester koksähnlicher Rückstand mit inerten Materialien. Heizwertreiche Pyrolyseprodukte können bspw. in Kohlekraftwerken zur Energieumwandlung genutzt werden. Obwohl beim Pyrolysieren keine Flugasche entsteht, dürften andere Faktoren wie z.B. der Aufwand für die Reinigung des Synthesegases und des dabei anfallenden Abwassers sowie der Aufwand für die Reststoffbehandlung dafür mitverantwortlich sein, dass sich das Pyrolyseverfahren in der Schweiz bisher im grosstechnischen Bereich nicht durchgesetzt hat.

### 3.1 Trocknung



Abbildung 5:  
Wibelschichttrockner

Der Klärschlamm wird durch heisse Trocknungsluft aufgeheizt wodurch Trockenklärschlamm entsteht. Vor der Aufgabe des Schlamms auf die Trocknungsanlage sollte der Klärschlamm möglichst hoch mechanisch entwässert werden, um den Trocknungsaufwand zu minimieren.

Trocknungsanlagen für Klärschlamm werden seit den 90-er Jahren gebaut und betrieben (hauptsächlich in Anlagen grösser 150'000 EW). Mittlerweile werden von verschiedenen Herstellern auch Anlagen für kleinere und mittlere Gemeinden angeboten, die verhältnismässig anspruchslos in Bezug auf Betriebsüberwachung und Wartung sind.

**Wichtige Eigenschaften  
des Trocknungsprozesses**

- Klärschlamm muss bei der Aufgabe entwässert sein.
- Erhöhung des Heizwertes des Produktes ermöglicht die Verbrennung im Zementwerk (TS-Gehalt >90%).
- Aufgrund der Reduktion von Gewicht, Volumen und Feuchte ergeben sich günstige Handling-, Transport- und Lagereigenschaften.
- Zur Trocknung einer Tonne entwässerten Schlamms (25% TS) zu Trockenschlamm (92% TS) ist thermische Energie von rund 500 kWh erforderlich. Diese wird sinnvollerweise durch Gasnutzung respektive Abwärme erbracht (z.B. ARA, KVA).

### 3.2 Schlammverbrennungsanlagen (SVA), industrielle Feuerungen

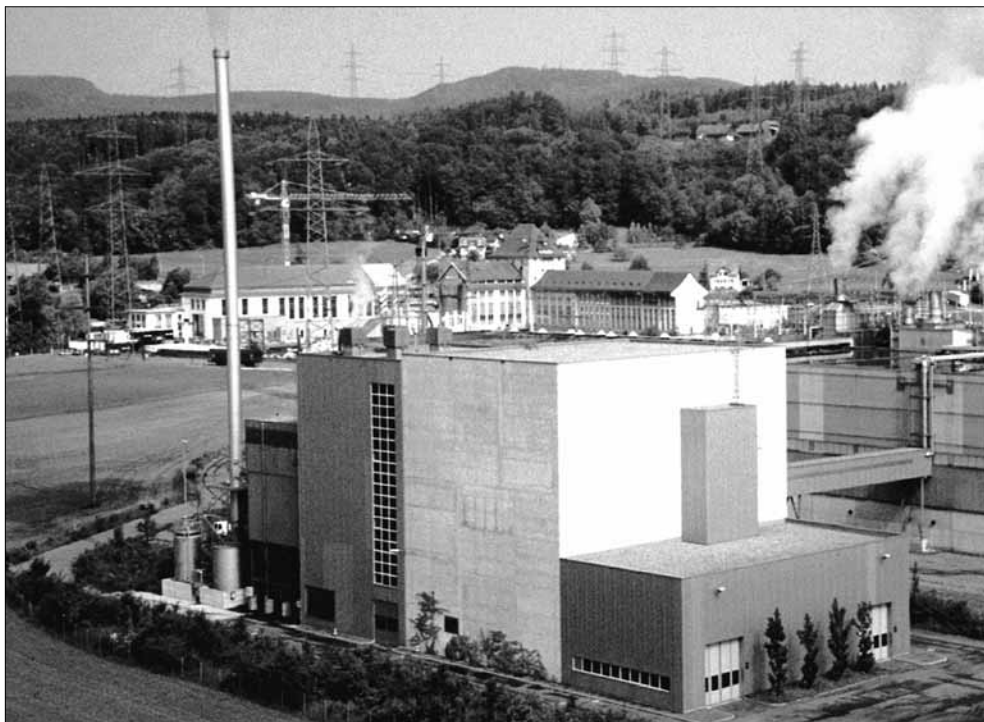


Abbildung 6:  
Regionale Entsorgungs-  
anlage Niedergösgen AG  
(RENI)

Für die Verbrennung von entwässertem Klärschlamm werden hauptsächlich Wirbelschichtöfen mit nachgeschaltetem Dampfkessel und Abluftreinigung eingesetzt. In den Wirbelschichtöfen können flüssige, pastöse oder feste Brennstoffe verbrannt werden. Der eingetragene Schlamm sollte soweit mechanisch entwässert werden, dass er selbstgänglich ist (ca. grösser 30% TS), d.h. dass keine fossilen Zusatzbrennstoffe benötigt werden. Sehr oft werden in den Wirbelschichtverbrennungen auch gleichzeitig andere Abfallstoffe mit höherem Heizwert verbrannt, um bei niedrig entwässertem Schlamm die notwendige Energie einzutragen.

#### **Wichtige Eigenschaften der Klärschlammver- brennung in SVA und industriellen Feuerungen**

- Klärschlamm muss bei der Aufgabe zumindest entwässert sein.
- Hohe Verbrennungstemperaturen gewährleisten Elimination organischer Problemstoffe des Klärschlammes.
- Bei Betrieb als Monoschlammverbrennung ist oft die Zugabe von fossilen Brennstoffen erforderlich, um die Verbrennungstemperaturen aufrecht zu erhalten.
- SVA sind mit Rauchgasreinigung ausgerüstet.
- Der anorganische Anteil des Klärschlammes (ca. 50% bezogen auf TS) verbleibt in der Asche und muss auf einer Deponie abgelagert werden. Aschen von KS-Monoverbrennungsanlagen weisen in der Regel geringere Schadstoffgehalte auf als Aschen von KVA.

### 3.3 Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Abbildung 7:  
Kehrichtverbrennungsan-  
lage Linthgebiet, Nieder-  
urnen



Die gemeinsame Verbrennung von Klärschlamm und Kehricht war im Umfragejahr 2001 bei 8 von 28 Kehrichtverbrennungsanlagen realisiert. Die entwässerten oder ausnahmsweise getrockneten (bspw. KVA Services Industriels de Genève) Schlämme werden dem Kehricht beigegeben und verbrannt. Die Verbrennung in KVA erfolgt auf Rostfeuerungen mit nachgeschaltetem Kessel und Abluftbehandlung.

Für die Mitverbrennung von Klärschlamm muss eine Schlammannahme und eine Zwischenlagerung von Klärschlamm mit entsprechenden Einrichtungen zur Geruchselimination und Sicherheitstechnik in der KVA realisiert werden. Zudem müssen Einrichtungen für die gleichmässige Aufgabe von Klärschlamm in die Verbrennungsanlage installiert werden. Die Klärschlammzugabe beträgt in der Regel 5–12% bezogen auf die Kehrichtmenge.

#### **Wichtige Eigenschaften der Klärschlamm- verbrennung in KVA**

- Klärschlamm muss bei der Aufgabe zumindest entwässert sein.
- Hohe Verbrennungstemperaturen gewährleisten Elimination organischer Problemstoffe des Klärschlammes.
- Spezielle Klärschlammannahme- und Aufgabereinrichtung erforderlich, Mitnutzung der in den KVA vorhandenen Einrichtungen insbesondere der weitergehenden Rauchgasreinigung.
- Aufgrund der im Kehricht enthaltenen Energie ist keine Zusatzenergie für die Verbrennung von entwässertem Klärschlamm erforderlich. Der Mengenanteil der KS-Mitverbrennung ist limitiert.
- Der anorganische Anteil des Klärschlammes (ca. 50% auf TS) verbleibt in der Schlacke und der Asche. Diese werden nach entsprechender Vorbehandlung auf einer Deponie abgelagert.

- Mögliche Auswirkungen sind die Erhöhung des Ascheanteils in den Filteranlagen und die Kesselverschmutzung. Dies kann zur Beeinträchtigung der Verbrennungsleistung führen.

### 3.4 Zementwerke (ZW)



Abbildung 8:  
Vigier Cement AG, Péry

Zementöfen sind Drehrohröfen mit stirnseitiger Hauptfeuerung. Der getrocknete Klärschlamm wird als Alternativbrennstoff und Rohstoffersatz dieser Hauptfeuerung zugegeben. Der Heizwert des getrockneten Klärschlamms beträgt etwa 10 MJ/kg (Braunkohle etwa 16 MJ/kg). Im Drehrohr des Zementofens wird der organische Anteil des Klärschlamms bei Temperaturen bis ca. 2000 °C vollständig verbrannt. Der mineralische Anteil wird in den Klinker eingebunden. Die Mitverbrennung von Klärschlamm bedingt Einrichtungen für die Annahme und die Zwischenlagerung von getrocknetem Klärschlamm im Zementwerk.

#### Wichtige Eigenschaften der Klärschlamm- verbrennung in ZW

- Klärschlamm muss bei Annahme getrocknet sein; TS-Gehalt >90%.
- Hohe Verbrennungstemperaturen gewährleisten die Elimination organischer Problemstoffe des Klärschlamms. Anforderungen, die bei der Entsorgung von Abfällen in ZW einzuhalten sind, regelt eine entsprechende BUWAL-Richtlinie (BUWAL, 1998).
- Der anorganische Anteil des KS ist Rohmehlsubstitut (Einbindung im Klinker).
- Spezielle Annahme- und Aufgabereinrichtungen erforderlich (z.B. Silos).
- Prozess- und marktbedingte Revisionsstillstände sollen industriintern überbrückt werden (Verträge).



## 4 Erhebung bei Kläranlagen



Abbildung 9:  
Ara Region Bern AG

Der Rücklauf beantworteter Fragebogen der rund 300 angeschriebenen Kläranlagenbetreiber betrug insgesamt 67%. 15% wurden nur teilweise ausgefüllt retourniert, 33% wurden gar nicht beantwortet. Die Betreiber, welche den Fragebogen zumindest bezüglich KS-Mengen und deren Entsorgungswege beantwortet hatten, produzierten im Jahr 2001 etwa 153'500 Tonnen TS Klärschlamm, was rund 75% der in der Schweiz jährlich anfallenden Gesamtmenge ausmacht.

### 4.1 Situation im Jahr 2001

#### Durchsatzmengen und Ausrüstung

Bis auf Anlagen mit kleinen Verarbeitungsmengen sind die Kläranlagen mit einer Klärschlamm entwässerung ausgerüstet, allerdings sind die Entwässerungsergebnisse teilweise kleiner 25% TS. Ein höherer Entwässerungsgrad wirkt sich gewichtsreduzierend und damit vorteilhaft auf Transport- und Entsorgungskosten aus.

Tab. 1: Angaben zu den befragten Kläranlagen.

<b>Anzahl Anlagen</b>	
Kläranlagen in Erhebung	299 (100%)
Davon zumindest teilweise auswertbar	201 (67%)
<b>Produzierte Schlammmenge</b>	
Schlammmenge von 196 auswertbaren Anlagen	153'500 t TS
<b>Anteil von 196 Betrieben, bei welchen folgende Ausrüstung vorhanden ist</b>	
Hygienisierung	33%
Faulung	90%
Entwässerung	84%
<b>Schlammstapelung</b>	
Schlammstapelvolumen flüssig	9'000 t TS
Schlammstapelvolumen entwässert	11'000 t TS

Das Schlammstapelvolumen der Anlagen beläuft sich auf ca. 9'000 t TS in flüssiger Form und ca. 11'000 t TS in entwässert Form. Ein angemessenes Stapelvolumen ist auch bei thermischer KS-Entsorgung sinnvoll, da damit saisonale Schwankungen beim KS-Aufkommen und allfällige Revisionsstillstände bei Verbrennungsanlagen überbrückt werden können.

**Entsorgungskosten –  
Stand Jahr 2001**

Die Berechnung der durchschnittlichen Kosten für die verschiedenen thermischen Entsorgungswege beruht auf den Angaben der Kläranlagenbetreiber. In den Fragebogen wurden die nicht näher spezifizierten Kosten pro Entsorgungsweg inklusive Transport von der Kläranlage zur Entsorgungsanlage angegeben.

Schliesslich lagen auswertbare Kostenangaben für eine entsorgte Menge von rund 60'150 t TS Klärschlamm vor. Die gewichteten mittleren Kosten pro t TS sind in Tabelle 2 ausgewiesen. Sie stellen eine Momentaufnahme der Situation 2001 dar und sind zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet (unterschiedliche Berücksichtigung von Vollkosten sowie des TS-Gehalts des zu entsorgenden Klärschlammes, unterschiedliche Transportdistanz von der Kläranlage zur Entsorgungsanlage).

Tab. 2: Mittlere Kosten pro t TS für die thermischen Entsorgungswege inklusive Transport zur Entsorgungsanlage aufgrund erhobener Kostenangaben bei Kläranlagen. Diese mittleren Kosten sind Abbild der Situation im Jahr 2001.

<b>Mittlere Entsorgungskosten pro Tonne TS inklusive Transport</b>		
<b>Entsorgungsweg</b>	<b>Mittlere Entsorgungskosten pro t TS, gewichtet</b>	<b>Erhobene KS-Menge mit auswertbaren Kostenangaben</b>
SVA	CHF 752	34'139 t TS
KVA	CHF 802	10'414 t TS
Trocknung/ZW	CHF 608	15'605 t TS

Die im Rahmen der Umfrage erhaltenen Kostenangaben bewegten sich bei jedem Entsorgungsweg innerhalb einer relativ grossen Bandbreite, was u.a. auf folgende Einflussfaktoren zurückzuführen ist:

- Vertragsverhältnis zwischen Kläranlagenbetreiber und Betreiber der thermischen Behandlungs- respektive Entsorgungsanlage,
- Auslastung der Anlagen und Grad der Vollkostenberücksichtigung,
- Synergien (Mitnutzung von Energie, Betriebsinfrastruktur etc.),
- Öffentlichrechtlicher oder privater Betreiber der thermischen Behandlungs-/Entsorgungsanlage,
- Berücksichtigung des mengenrelevanten Entwässerungsgrades des Klärschlammes,
- Kapazitäts- und Marktsituation generell.

Geht es um die Planung zukünftiger Entsorgungswege und die Entscheidungsfindung für Investitionsvorhaben, so sind neben qualitativen selbstverständlich auch quantitative Entscheidungsparameter erforderlich. Ergebnisse von Investitions- respektive Wirtschaftlichkeitsrechnungen bilden eine wesentliche Grundlage für solche Investitionsentscheide. Informationen zu projektspezifischen Investitions- und Kostenabschätzungen finden sich in Anhang 2.

## **4.2 Entwicklung ab 2003**

Die Auswertung der Fragebogen der Kläranlagen ergab in Bezug auf die Klärschlamm Entsorgung ab 2003, dass ca. 75% der Abwasserverbände bereits für den Zeitraum bis 2005 Verträge mit Entsorgungsunternehmen abgeschlossen haben. Einige Verbände wollen in diesem Zeitraum noch möglichst viel Schlamm landwirtschaftlich verwerten, haben aber zur Absicherung der verbleibenden Mengen ebenfalls entsprechende Vereinbarungen mit Betreibern thermischer Entsorgungsanlagen.

Die übrigen 25% der Verbände setzen nach wie vor auf landwirtschaftliche Verwertung und sind teilweise in Abklärung der zukünftigen Entsorgungsstrategie. Mehrere Verbände wollten zum Zeitpunkt der Umfrage abwarten, welche Vorschriften und Termine bezüglich der Klärschlammverwertung herausgegeben würden. Dies ist mittlerweile geklärt, sodass auch diese Verbände ihre Planung und Realisierung entsprechend durchführen können.

### 4.3 Kostenrelevanz Klärschlamm-Entwässerung

Wie kostenrelevant die Reduktion der KS-Menge durch optimale Entwässerung ist, soll folgendes Beispiel verdeutlichen:

Beispiel

Eine Jahresproduktion von 20'000 t Dünnschlamm mit 3% TS ergibt bei einer Entwässerung;

- auf 20% TS: 3'000 t/Jahr entwässerten Klärschlamm;
- auf 25% TS: 2'400 t/Jahr entwässerten Klärschlamm;
- auf 30% TS: 2'000 t/Jahr entwässerten Klärschlamm;
- auf 35% TS: 1'700 t/Jahr entwässerten Klärschlamm.

Angenommen der Preis für die thermische Entsorgung betrage CHF 200 pro t entwässerten Klärschlamm, so ergeben sich in diesem Beispiel beim niedrigen Entwässerungsgrad jährliche Kosten von CHF 600'000 und beim hohen Entwässerungsgrad CHF 340'000. Zudem wirkt sich die Mengen- respektive Gewichtsreduktion des Schlammes auch beim Transport von der Kläranlage zur thermischen Entsorgungsanlage kostenmindernd aus.

Mit optimierter Entwässerung lassen sich folglich bedeutend Kosten einsparen.

# 5 Erhebung bei Trocknungsanlagen

Die bei der Erhebung miteinbezogenen Anlagen und verschiedene Angaben zu deren Ausrüstung für die Klärschlammannahme gehen aus Anhang 4 hervor.

In die Ergebnisauswertung wurden ausschliesslich Anlagen miteinbezogen, bei welchen der Klärschlamm auf mehr als 90% TS getrocknet wird. Solartrocknungen und Trockner, welche als Vortrockner zu einer Schlammverbrennung eingesetzt werden, sind demnach nicht berücksichtigt worden.

Anlagen, welche nur einschichtig, oder mit einer Standby-Linie betrieben werden, sind entsprechend der in der Umfrage gemachten Angaben des Betreibers berücksichtigt.

## 5.1 Situation im Jahr 2001

Tab. 3: Angaben zu den befragten Trocknungsanlagen.

<b>Anzahl Anlagen</b>	
Trocknungslinien Volltrocknung in Betrieb 2001 (TS >90%)	25
<b>Verarbeitete Schlammengen (TS &gt;90%) und TS-Gehalt</b>	
Schlamm aus eigenen Kläranlagen	28'539 t TS
Mittlerer TS-Gehalt entwässerter Klärschlamm	25,3%
Schlamm aus fremden Kläranlagen	27'663 t TS
Mittlerer TS-Gehalt entwässerter Klärschlamm (von Dritten)	27,0%
Schlamm total	56'202 t TS
<b>Wasserverdampfung</b>	
Mittlere Wasserverdampfung effektiv	27,4 t/h
Mittlere Wasserverdampfung installiert, theoretisch	42,4 t/h
Ausnutzungsgrad (effektiv/theoretisch)	65%
<b>Betriebszeit</b>	
Mittlere Betriebszeit pro Trocknungslinie effektiv	4'193 h/Jahr
Betriebszeit theoretisch (24h an 5 Tagen und 48 Wochen)	5'760 h/Jahr
Ausnutzungsgrad (effektiv/theoretisch)	73%

Technischer und betrieblicher Ausnutzungsgrad in der Zusammenstellung der Umfrageresultate in Tabelle 3 zeigen, dass bei den Trocknungsanlagen noch Steigerungspotential vorhanden ist. Der durchschnittliche Ausnutzungsgrad der Wasserverdampfung beträgt 65% und die mittlere betriebliche Verfügbarkeit der Anlagen 73%. Prinzipiell könnten demnach einige Trocknungsanlagen mit einer höheren Auslastung respektive mit längeren Betriebszeiten betrieben werden. Dies liesse eine höhere Behandlungsmenge von Klärschlamm zu.

Eine Voraussetzung dafür ist die Ausrüstung der Trocknungsanlagen mit einer Annahmeeinrichtung für Drittschlämme in entwässerter und allenfalls in flüssiger

Form. Im Weiteren könnte eine Erhöhung der Betriebsstundenzahl durch einen 3 Schicht-Betrieb statt 2 Schicht-Betrieb erfolgen, entsprechende Bedingungen wie Betriebsbewilligung und langfristige Anlieferungsvereinbarungen vorausgesetzt. Die Möglichkeiten im Einzelfall sind sicher prüfenswert.

Geht man von einem zusätzlichen Verfügbarkeitspotential der bestehenden Trocknungsanlagen von 25% aus, so würde eine Behandlungskapazität von insgesamt rund 70'000 t TS pro Jahr resultieren. Aufgrund der Umfrageergebnisse 2001 lag aber gesamtschweizerisch eine realisierte Trocknungskapazität für Klärschlamm von nur 56'202 t TS vor.

Der Grossteil des getrockneten Klärschlammes gelangte im Jahr 2001 in die Zementwerke. Ein Anteil von 23,4% oder rund 13'000 t Tonnen wurden in KVA verbrannt.

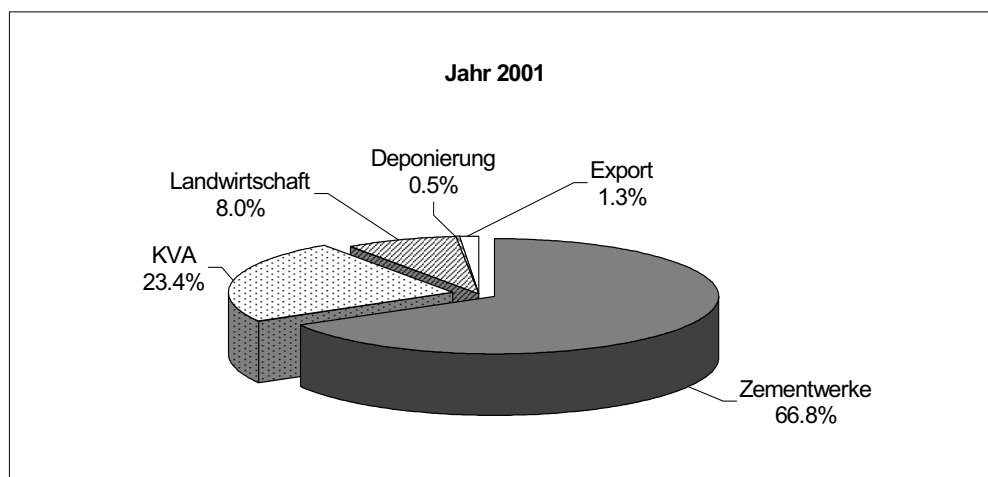


Abbildung 10:  
Entsorgungswege ge-  
trockneten Klärschlammes  
und deren Anteil von  
insgesamt 56'202 t TS im  
Jahr 2001.

## 5.2 Entwicklung und Kapazitäten

Im Jahr 2003 stehen gegenüber dem Stand 2001 zusätzliche Trocknungskapazitäten von rund 10'000 t TS zur Verfügung aufgrund der neuen Anlagen:

- Depurazione acque Locarno e dintorni (TI);
- Ara Region Bern AG (BE);
- BGS Rickenbach (ZH);
- Kläranlage Schwyz (SZ).

Tab. 4: Trocknungskapazitäten auf Basis der Erhebung bei Anlagenbetreibern.

Jahr	Trocknungskapazität in t TS	Bemerkungen
2001	56'000	Effektiv gemäss Umfrage
	(+ 14'000)	Bedingtes Steigerungspot. best. Anlagen
	56'000 (70'000)	Total effektiv (Total bedingt)
2003	+ 10'000	Kapazitätserweiterung neue Anlagen
	66'000 (80'000)	Total (Total bedingt)
2006	66'000 (80'000)	Total (Total bedingt)

Inwieweit das in der Erhebung 2001 festgestellte Steigerungspotential von rund 14'000 t TS (100% = 56'000 t TS) durch bspw. 3-Schicht- anstelle von 2-Schicht- betrieb im Jahr 2003 bereits realisiert worden ist oder bis 2006 noch umgesetzt werden wird, konnte nicht genau beurteilt werden.

# 6 Erhebung bei Verbrennungsanlagen

Die in der Erhebung miteinbezogenen Schlammverbrennungsanlagen, industriellen Feuerungen sowie die Kehrichtverbrennungsanlagen und Zementwerke in der Schweiz, welche Klärschlämme entsorgen, gehen aus Anhang 4 hervor.

## 6.1 Situation im Jahr 2001

Tab. 5: Angaben zu den befragten Verbrennungsanlagen. Die Zahlen in den Klammern stehen für die Anzahl Anlagen, die im Erhebungsjahr Klärschlamm verbrannten.

<b>Anzahl Anlagen in der Erhebung (davon Klärschlamm entsorgend)</b>	
Schlammverbrennungsanlagen und industrielle Feuerungen	14 (12)
Kehrichtverbrennungsanlagen	28 (8)
Zementwerke	8 (5)
<b>Verarbeitete Schlammengen</b>	
Schlammverbrennungsanlagen und industrielle Feuerungen	74'000 t TS
Kehrichtverbrennungsanlagen	19'000 t TS
Zementwerke	37'000 t TS
Schlammmenge total	130'000 t TS

## 6.2 Entwicklung und Kapazitäten

Für die Abschätzung zukünftiger Kapazitäten werden die im Zeitpunkt der Erhebung bestehenden Anlagen und die damals absehbaren Anlagenprojekte berücksichtigt. Die Wahrscheinlichkeit der Realisierung der seinerzeit bereits absehbaren Projekte wurden später nochmals überprüft und allenfalls in der Zwischenzeit bekannt gewordene Ausbauabsichten von Kapazitäten wurden zudem – soweit überhaupt in Erfahrung gebracht – ebenfalls mitberücksichtigt. Die Kapazitätsabschätzung bleibt mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, insbesondere weil mit dem Entscheid zur Änderung der rechtlichen Klärschlammbestimmungen im Frühling 2003 auf allen Ebenen die Planungsdynamik erst recht in Gang gesetzt worden ist.

### Schlammverbrennungsanlagen und industrielle Feuerungen

Im Jahr 2003 stehen gegenüber dem Stand 2001 zusätzliche Verbrennungskapazitäten von rund 22'000 t TS zur Verfügung. Sie sind auf diverse Kapazitätssteigerungen bei den nachfolgend aufgeführten bestehenden Anlagen zurückzuführen (Annahmeeinrichtungen, Bunkervergrößerung, Ausweitung Betriebszeit etc.):

- Pro Rheno, Basel (BS);
- ARA Rhein, Pratteln (BL);
- SVA Winterthur (ZH);
- SVA Limmattal, Dietikon (ZH);
- RENI AG, Niedergösgen (SO);
- LONZA AG, Visp (VS).



Tab. 6: Verbrennungskapazitäten SVA auf Basis der Erhebung bei Anlagenbetreibern.

Jahr	Kapazitäten SVA in t TS	Bemerkungen
2001	74'000	Effektiv gemäss Umfrage
2003	+ 22'000	Kapazitätzunahme bestehende Anlagen
	96'000	Total
2006	+ 10'000	Kapazitätzunahme durch neue Anlage
	(+ 24'000)	Bedingte Kapazitätzunahme bestehende Anlagen
	106'000 (130'000)	Total absehbar (Total bedingt)

Bis im Jahr 2006 sind weitere Kapazitätserhöhungen von 34'000 t TS absehbar, wovon bei 10'000 t TS die Realisierungswahrscheinlichkeit als gross eingestuft werden kann:

- IBS, Posieux (FR); betriebsbereit ab ca. 2006; Realisierungswahrscheinlichkeit gross;
- ARA Rhein, Pratteln (BL); betriebsbereit >2005; Wahrscheinlichkeit offen;
- Perlen Papier AG, Perlen (LU); betriebsbereit >2005; Wahrscheinlichkeit offen;
- Tela Kimberly AG, Balsthal (SO); betriebsbereit >2005; Wahrscheinlichkeit offen;
- Les Cheneviers (GE); Wahrscheinlichkeit offen.

Bis im Jahr 2008 könnten die Kapazitäten insgesamt um weitere 7'000 bis 17'000 t TS zunehmen aufgrund folgender Projektabsichten:

- Bazenheid (SG); betriebsbereit ab 2007 (Planungskredit im November 2003 durch Delegierte des ZAB genehmigt); Wahrscheinlichkeit offen;
- IDA Bioggio (TI); evtl. Ersatz heutiger Anlage (erweitert); frühestens 2007; Wahrscheinlichkeit offen.

#### Kehrichtverbrennungsanlagen

Im Jahr 2003 stehen gegenüber dem Stand 2001 zusätzliche Verbrennungskapazitäten von rund 8'000 t TS zur Verfügung. Sie sind auf Kapazitätserweiterungen bei folgenden KVA zurückzuführen:

- KVA Linthgebiet, Niederurnen (GL);
- KVA Buchs (SG);
- KEBAG Zuchwil (SO);
- KEZO Hinwil (ZH).

Tab. 7: Verbrennungskapazitäten KVA auf Basis der Erhebung bei Anlagenbetreibern.

Jahr	Kapazitäten KVA in t TS	Bemerkungen
2001	19'000	Effektiv gemäss Umfrage
2003	+ 8'000	Kapazitätzunahme bestehende Anlagen
	27'000	Total
2006	+ 5'250	Kapazitätzunahme neue und best. Anlage
	32'250	Total absehbar

Bis im Jahr 2006 sind weitere Kapazitätserhöhungen von 5'250 t TS absehbar, und zwar durch:

- KVA Thun (BE); betriebsbereit ab 2004;
- SATOM Monthey (VS).

#### Zementwerke

Die Klärschlamm-Verbrennungskapazitäten bei Zementwerken im Jahr 2003 betragen 43'200 t TS. Die Kapazitäten werden kontinuierlich erhöht und sollen bereits ab dem Jahr 2005 rund 68'000 bis 118'000 t TS betragen. Die Spanne von 50'000 t TS ist bedingt verfügbar, d.h. in Wechselwirkung mit der Verbrennungskapazität für Tiermehl.

Tab. 8: Verbrennungskapazitäten Zementwerke auf Basis der Erhebung bei Anlagenbetreibern.

Jahr	Kapazitäten ZW in t TS	Bemerkungen
2001	37'000	Effektiv gemäss Umfrage
2003	43'200	
2006	68'000 (118'000)	Total absehbar (Total bedingt, d.h. in Wechselwirkung mit Verbrennung von Tiermehl)

# 7 Kapazitätsübersicht

Im Jahr 2001 wurden gesamtschweizerisch 130'000 t TS verbrannt. Für das Jahr 2003 stehen aufgrund der Erhebungsergebnisse Verbrennungskapazitäten von 166'000 t TS zur Verfügung. Diese sind auf wesentliche Kapazitätssteigerungen im Bereich bestehender SVA zurückzuführen. Mit der kontinuierlichen Kapazitätssteigerung bei den Zementwerken und der Realisierung der neuen Anlagen (KVA Thun, IBS Posieux) wird die totale Verbrennungskapazität nochmals erhöht.

Abbildung 11:  
Übersicht thermischer Entsorgungskapazitäten in der Schweiz für die Jahre 2003 und 2006 aufgrund der Erhebung bei den entsprechenden Anlagenbetreibern. Als bedingt sind Kapazitätswerte gekennzeichnet, wenn die Realisierungswahrscheinlichkeit zur Zeit als offen gilt. Bedingt bei Trocknungsanlagen; je nach Umsetzung des vorhandenen Steigerungspotentials. Bedingt bei Zementwerken; aufgrund der Wechselwirkung mit der Verbrennung von Tiermehl. Bedingt bei SVA; aufgrund der offenen Realisierungswahrscheinlichkeit.

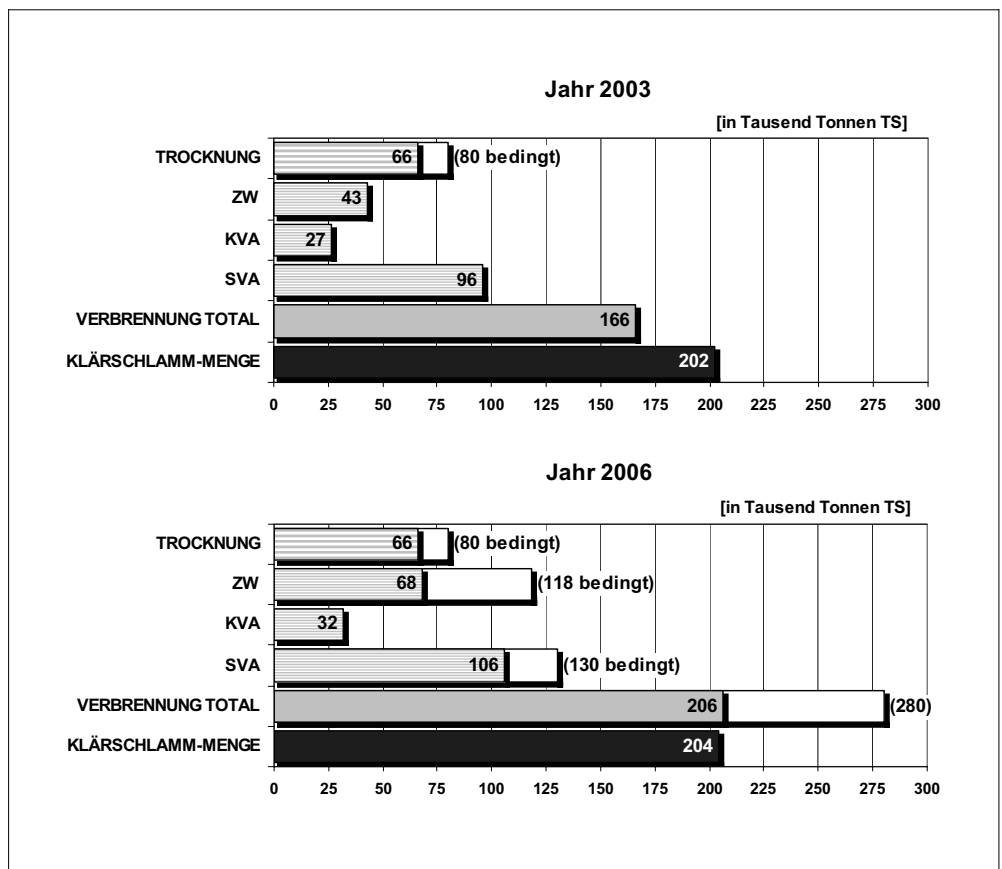


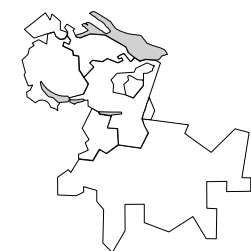
Abbildung 11 zeigt, dass die Kapazitäten für die ausschliessliche Verbrennung des Klärschlammes in der Schweiz ab 2006 vorhanden sein dürften. Voraussetzungen dafür:

- Die heute absehbaren geplanten Neuanlagen und Ausbauten bestehender Kapazitäten werden bewilligt und auch realisiert.
- Die Trocknungsanlagen stellen prioritär durch höhere Auslastung genügend Trockenklärschlamm bereit, damit die in den Zementwerken potentiell verfügbare Verbrennungskapazität genutzt werden kann.

## Kapazitätenbilanz Regionen

Die nachstehende Aufteilung in Regionen ist als planerisches Hilfsmittel zu betrachten. Selbstverständlich müssen „Produktionsregionen“ nicht zwangsläufig deckungsgleich mit den „Entsorgungsregionen“ sein. Eine Zusammenarbeit über die Regionengrenzen hinweg wird bereits heute praktiziert.

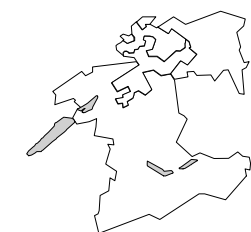
Tab. 9–13: Bilanzierung der Verbrennungskapazitäten pro Region; Minuswerte entsprechen Unterkapazitäten. Werte in Klammern sind bedingte Kapazitäten (SVA; Realisierungswahrscheinlichkeit der Anlagen ist nach heutigem Stand offen. ZW; Kapazität in Wechselwirkung mit Tiermehlverbrennung). Die bedingte Trocknungskapazität – Steigerungspotential von rund 25% gegenüber 2001 gesamtschweizerisch – ist nicht in der regionalen Verteilung berücksichtigt.



Ost [in t TS]	Jahr 2003	Jahr 2006
Trocknungsanlagen	36'000	36'000
ZW	12'000	18'000 (31'500)
KVA	15'000	15'000
SVA	8'500	8'500
<b>Verbrennungskapazität total</b>	<b>35'500</b>	<b>41'500 (55'000)</b>
<b>KS-Menge</b>	<b>61'500</b>	<b>62'000</b>
<b>Unterkapazität</b>	<b>-26'000</b>	<b>-20'500 (-7'000)</b>



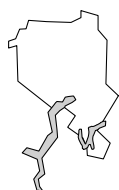
Zentral [in t TS]	Jahr 2003	Jahr 2006
Trocknungsanlagen	900	900
ZW	0	0
KVA	0	0
SVA	7'900	7'900 (17'900)
<b>Verbrennungskapazität total</b>	<b>7'900</b>	<b>7'900 (17'900)</b>
<b>KS-Menge</b>	<b>14'500</b>	<b>14'600</b>
<b>Unterkapazität / Freie Kapazität</b>	<b>-6'600</b>	<b>-6'700 (+3'300)</b>



Mittelland/NW [in t TS]	Jahr 2003	Jahr 2006
Trocknungsanlagen	18'000	18'000
ZW	30'000	38'000 (65'500)
KVA	6'000	9'000
SVA	52'900	52'900 (66'900)
<b>Verbrennungskapazität total</b>	<b>88'900</b>	<b>99'900 (141'400)</b>
<b>KS-Menge</b>	<b>68'000</b>	<b>69'000</b>
<b>Freie Kapazität</b>	<b>+20'900</b>	<b>+30'900 (+72'400)</b>



Romandie [in t TS]	Jahr 2003	Jahr 2006
Trocknungsanlagen	10'500	10'500
ZW	1'200	12'100 (21'000)
KVA	5'400	7'600
SVA	22'700	32'700
<b>Verbrennungskapazität total</b>	<b>29'300</b>	<b>52'400 (61'300)</b>
<b>KS-Menge</b>	<b>51'000</b>	<b>51'300</b>
<b>Unterkapazität / Freie Kapazität</b>	<b>-21'700</b>	<b>+1'100 (+10'000)</b>



Tessin [in t TS]	Jahr 2003	Jahr 2006
Trocknungsanlagen	1'100	1'100
ZW	0	0
KVA	0	0
SVA	4'000	4'000
<b>Verbrennungskapazität total</b>	<b>4'000</b>	<b>4'000</b>
<b>KS-Menge</b>	<b>7'000</b>	<b>7'000</b>
<b>Unterkapazität</b>	<b>-3'000</b>	<b>-3'000</b>

# 8 Schlussfolgerungen

Das Düngeverbot für Klärschlamm, das der Bundesrat mit der Änderung der Stoffverordnung per 1. Mai 2003 ausgesprochen hat, bewirkt eine tiefgreifende Umstellung in der Entsorgung des Klärschlammes. Künftig ist Klärschlamm zu verbrennen. Im Hinblick auf die flächendeckende Umsetzung des Düngeverbots bis im Jahre 2006 wurden Daten einerseits bei den Kläranlagen und andererseits bei thermischen Behandlungsanlagen erhoben. Daraus ergeben sich nachstehende Schlussfolgerungen.

## Grundsätze

Bei der Entsorgung des Klärschlammes sind folgende Grundsätze zu berücksichtigen:

- Die umweltverträgliche Entsorgung unter Berücksichtigung der Ressourcenschonung ist sicherzustellen.
- Die Entsorgung soll soweit möglich im Inland erfolgen.
- Optimierungspotentiale sind in der ganzen Entsorgungskette zu nutzen.
- Der Entsorgungssicherheit ist gebührend Rechnung zu tragen.
- Überkapazitäten bei den Entsorgungsanlagen sind durch die Koordination und die Zusammenarbeit zwischen Kantonen sowie Regionen zu vermeiden.
- Die Kosten der Klärschlamm Entsorgung sind insbesondere durch effizienten Betrieb der Anlagen und ein Mindestmass an Wettbewerb zu optimieren.

## Entsorgungskapazitäten

Die Voraussetzungen sind günstig, um die Entsorgung des Klärschlammes in der Schweiz bis 2006 sicherzustellen. Mit der absehbaren Realisierung von zusätzlichen Entsorgungsanlagen wird im Jahre 2006 die benötigte Kapazität (206'000 Tonnen TS) für die Verbrennung des anfallenden Klärschlammes (204'000 Tonnen TS) in der Schweiz zur Verfügung stehen. Diese genügt aber kaum, um die Entsorgungssicherheit jederzeit, d.h. auch bei Ausfällen von Anlagen zu gewährleisten. Zudem ist die regionale Verteilung der Entsorgungskapazität unausgewogen und die Logistik noch optimierbar. Falls die grundsätzlich verfügbare Kapazität nicht voll ausreichen würde, besteht zur Überbrückung von temporären inländischen Engpässen die Möglichkeit des Exports von Klärschlamm. Dies setzt jedoch voraus, dass die betroffenen Kantone damit einverstanden sind und der Klärschlamm dann in geeigneten Anlagen verbrannt wird.

Die Analyse der regionalen Verteilung der Entsorgungsanlagen und der Behandlungskapazitäten führt zu folgenden Erkenntnissen:

- In der Region «Ost» hat es zur Zeit zu wenig Verbrennungskapazität für die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes. Hingegen ist die Trocknungskapazität relativ hoch. Sie könnte in Zukunft für die Entsorgung in Zementwerken in dieser Region vermehrt genutzt werden, vorausgesetzt, dass die entsprechende Verbrennungskapazität verfügbar sein wird.
- In der Region «Zentral» besteht zur Zeit ein Manko an Verbrennungskapazität. Bei einer Realisierung der Erweiterung der Verbrennungskapazität der Papierfabrik Perlen könnte diese Lücke bis 2006 ausgeglichen werden. Enge Zusammenarbeit sowohl mit der Region «Ost» wie mit der Region «Mittelland/NW» wird bereits heute praktiziert.

- In der Region «Mittelland/NW» steht zur Zeit ein Überschuss an Verbrennungskapazität zur Verfügung aufgrund hoher Kapazitäten bei SVA und Zementwerken. Diese Situation wird sich voraussichtlich bis 2006 noch akzentuieren. Die Trocknungskapazität in dieser Region reicht nicht aus, um die verfügbare Kapazität in Zementwerken zu nutzen.
- In der Region «Romandie» besteht zur Zeit ein Manko an Verbrennungskapazität. Die Inbetriebnahme der neuen SVA im Kanton Freiburg und Kapazitätzunahmen in KVA werden zu einer ausgeglichenen Situation in dieser Region führen.
- Das Tessin plant die Anpassung der bestehenden Anlagen bzw. die Schaffung neuer Behandlungskapazität in der künftigen KVA, damit der Kanton seine Entsorgungsautonomie sicherstellen kann.

#### Entsorgungsplanung

In der herrschenden Umbruchphase ist es wichtig, dass die Kantone ihre Grundlagen für die Entsorgung des Klärschlammes prüfen und bei Bedarf anpassen. Der interkantonalen Zusammenarbeit ist dabei besondere Beachtung zu schenken. Der Bund soll soweit notwendig für die Koordination sorgen.

Bis 2006 ist vor allem mit Kapazitätzunahmen sowohl bei den Zementwerken wie auch bei den Schlammverbrennungsanlagen zu rechnen. Sollten alle – zur Zeit noch offenen – Projekte realisiert werden, würde die Schweiz nach heutigem Kenntnisstand über eine jährliche Verbrennungskapazität für Klärschlamm von rund 280'000 t TS verfügen. Dazu ist Folgendes festzuhalten:

- Bei der Realisierung zusätzlicher Entsorgungsanlagen ist darauf zu achten, dass Überkapazitäten vermieden werden.
- Die Trocknungskapazitäten reichen gegenwärtig noch nicht aus, um die theoretisch mögliche Steigerung der Verbrennungskapazität bei den Zementwerken umzusetzen.
- Aus heutiger Sicht ist damit zu rechnen, dass ein Grossteil der tierischen Abfälle in den nächsten Jahren weiter verbrannt werden muss. Die BSE-Lage bedingt ein Weiterführen der Präventionsmassnahmen. Ein Teil der Gesamtverbrennungskapazität der Zementwerke ist damit voraussichtlich absorbiert.

#### Entsorgungswege

Bei jedem Entsorgungsweg wie auch bei den einzelnen Behandlungsschritten besteht ein Potential für Optimierungen. Je früher Verbesserungsmaßnahmen in der Entsorgungskette greifen, desto weitreichender sind die Effekte auf die Entsorgung des Klärschlammes.

#### Kläranlagen

- Es ist für eine möglichst effiziente Entwässerung des Klärschlammes zu sorgen. Solange der Klärschlamm für die landwirtschaftliche Verwertung bestimmt war, hatte dieser Aspekt nur eine zweitrangige Bedeutung. Sobald der Klärschlamm auf weitere Distanzen zur thermischen Entsorgung transportiert wird, spielt der Entwässerungsgrad eine gewichtige Rolle. Namhafte Einsparungen sind einerseits bei den Transportkosten und andererseits bei den Verbrennungskosten zu erzielen.

- Soweit möglich sollte die Entwässerung bei der Kläranlage erfolgen, um Transporte zu reduzieren. Ist dies aus ökonomischen oder sonstigen Gründen nicht möglich, können Entwässerungsstützpunkte aufgebaut werden, wie dies in einzelnen Kantonen bereits erfolgt ist.
- Die Faulung des Klärschlammes ist in verschiedener Hinsicht vorteilhaft und soll soweit möglich künftig beibehalten werden. Durch den Faulprozess nimmt der organische Anteil stark ab, der Schlamm verliert zwischen 25 und 30 Prozent an Gewicht. Der gefaulte Klärschlamm ist viel weniger geruchsintensiv und lässt sich einfacher stapeln.
- Auch wenn der Klärschlamm verbrannt werden muss und nicht mehr landwirtschaftlich verwertet werden darf, so ist eine Verschlechterung der Klärschlammqualität weiterhin zu vermeiden; dies mit Sicht auf den Gewässerschutz und auf die Entsorgung der Rückstände aus der Verbrennung (bspw. Schwermetalle).

#### **Trocknung**

- Bei bestehenden Trocknungsanlagen ist prioritär das Steigerungspotential zu prüfen, und nach Möglichkeit zu realisieren, insbesondere über die Erhöhung der Betriebszeiten (Übergang von 2- zu 3-Schicht Betrieb).
- Dem Energieaspekt bei der Trocknung kommt wesentliche Bedeutung zu. In jedem Fall ist die Energie-Mitnutzung im Zusammenhang benachbarter Anlagen zu fördern.

#### **Verbrennung**

- Bei allen Anlagentypen (KVA, SVA, ZW) sind die Annahmeeinrichtungen so zu konzipieren, dass ein möglichst problemloser Betrieb sichergestellt wird (Beförderungs-, Beschickungstechnik).
- Bei KVA bereitet getrockneter Klärschlamm Probleme im Betrieb der Anlagen, vor allem als Granulat (starke Kesselverschmutzung wegen Staubentwicklung). Die Verbrennung von entwässertem Klärschlamm ist weniger heikel.
- Die Gewährleistung von Entsorgungssicherheit bei privatrechtlichen Entsorgungsanlagen setzt langfristige Verträge voraus, die unter anderem die Überbrückung von Stillständen oder Entsorgungslücken bei diesen Anlagen regeln.

#### **Entsorgungskosten**

Die ermittelten Entsorgungskosten für die einzelnen thermischen Entsorgungswege basieren auf den erhobenen Daten bei den Kläranlagen. Sie widerspiegeln die Situation im Jahr 2001 und sind zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet.

Aktuelle Entsorgungspreise spielen beim Entscheid, ob neue Entsorgungsanlagen realisiert oder bestehende Kapazitäten genutzt werden, eine nicht zu unterschätzende Rolle. Planungen von Investitionsvorhaben setzen aber u.a. quantitative Entscheidungsgrundlagen voraus, welche auf sorgfältigen Investitions- respektive Wirtschaftlichkeitsrechnungen basieren. Kostenwahrheit und Kostentransparenz werden auch hier zu sachgerechten Entscheiden führen.





# Anhänge

## A1 Wichtige Grundlagen

Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (USG; SR 814.01)  
Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (GSchG; SR 814.20)  
Technische Verordnung über Abfälle vom 10. Dezember 1990 (TVA; SR 814.600)  
Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201)  
Verordnung über umweltgefährdende Stoffe vom 9. Juni 1986 (StoV; SR 814.013)

BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Kosten der Abwasserentsorgung. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 42, Bern, 2003. 48 Seiten.  
BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Abfallstatistik 2000. Mit Daten der KVA-Planung 2001. Umweltmaterialien Nr. 152, Bern, 2002. 95 Seiten.  
BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Klärschlamm. Von der Entsorgung zur Nutzung. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 31, Bern, 1999. 49 Seiten.  
BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Entsorgung von Abfällen in Zementwerken, Richtlinie mit rev. Positivliste Stand Mai 2003. Vollzug Umwelt, Bern, 1998. 16 Seiten und Anhang.  
BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Leitbild für die schweizerische Abfallwirtschaft. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 51, Bern, 1986. 41 Seiten.  
DREYHAUPT Franz Joseph: VDI-Lexikon der Umwelttechnik. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1994. 1349 Seiten.  
ERNST BASLER+PARTNER: Einsatz von Trockenklärschlamm in der Schweizer Zementindustrie. Ökonomische und ökologische Grundlagen. Arbeitsgruppe Neue Brennstoffe in der Zementindustrie. Zürich, 1998. 60 Seiten und Anhang.  
PUSCH: Wie weiter nach dem Klärschlammverbot? Entsorgungswege, Kapazitätsplanung, Nährstoffrecycling. Thema Umwelt 2/2003. Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch. Zürich 2003.  
SAIDEF: IBS. Avant-projet d'incinération des boues de STEP. Rapport de synthèse, Posieux, février 2003. 16 pages et annexe.  
TBF+PARTNER AG; Thermische Klärschlamm Entsorgung. Tagungsband zum TBF-Forum vom 8. November 2002. Zürich, 2002.  
VONPLON Armin: Verwertung von kommunalen Klärschlämmen in der Schweiz 2000 und mögliche Verwertungswege für die kommenden Jahre. Arbeitsgruppe Neue Brennstoffe für die Zementindustrie. Oberlunkhofen, 2001. 19 Seiten und Anhang.  
VONPLON Armin: Quo Vadis Klärschlamm, Erhebung 2001/2002. Trends und Kapazitäten bei der Behandlung und Entsorgung von kommunalem Klärschlamm in der Schweiz. Entwurf, Oberlunkhofen, Juli 2003. 32 Seiten.

## A2 Projektspezifische Investitions-/Kostenabschätzungen

### Avant-projet d'incinération des boues de STEP (IBS), SAIDEF Posieux (FR)

- Four à lit fluidisé,
- Synergie avec l'UIOM,
- Capacité de traitement 10'000 tonnes MS par an.

Taux d'intérêt des emprunts	5%
Investissements	CHF 30'000'000
Charges annuelles d'exploitation	CHF 2'320'000
Charges annuelles financières (y.c. fonds renouvellement)	CHF 2'600'000
Charges totales	CHF 4'920'000
Coût rapporté à la tonne de boues déshydratées (25% MS)	CHF 123
Coût par tonne MS (transport non compris)	CHF 492

Les charges financières ont été calculée avec précision en tenant compte des diverses durées d'amortissement des installations et méthodes de remboursement de la dette. Les équipements techniques principaux (four, système de séchage, traitement des gaz) sont amortis sur une période de 15 ans alors que les bâtiments le sont sur 25 ans, ceci pour tenir compte d'une planification adaptée aux installations et bâtiments de l'UIOM.

Quelle: SAIDEF: IBS. Avant-projet d'incinération des boues de STEP. Rapport de synthèse, Posieux, février 2003.

### **Klärschlammverbrennung in der KVA Thun (BE)**

- Mitverbrennung des Klärschlammes mit Kehricht,
- Synergien mit KVA,
- Jährliche Kapazität 2500 bis 3000 t TS.

Investitionen Entsorgung Klärschlamm in KVA	CHF 3'854'000
davon elektromechanische Teile	CHF 2'100'000
Voraussichtliche Kosten pro t entwässert (25%TS)	CHF 170
Voraussichtliche Kosten pro t TS (ohne Transport)	CHF 680

Quelle: Projekt Kehrichtverbrennungsanlage KVA Thun, Verpflichtungskredit.  
Mündliche Informationen AVAG, 2003

### **Klärschlammverbrennung in der KVA SATOM Monthey (VS)**

- Mitverbrennung des Klärschlammes mit Kehricht im Rahmen des Ersatzes der Ofenlinie 1,
- Synergien mit KVA,
- Jährliche Kapazität ca. 2250 t TS.

Investitionen für Klärschlamm Mitverbrennung (Teil des Projekts SATAM 03)	CHF 3'800'000
Voraussichtliche Kosten pro t entwässert (25% TS)	CHF 160
Voraussichtliche Kosten pro t TS (ohne Transport)	CHF 640

Quelle: Projekt SATAM 03, Ersatz Ofenlinie 1 KVA Monthey.  
Mündliche Informationen SATOM, 2003

### **Trocknungsanlage, Berechnungsbeispiel (Vonplon, 2003)**

Trocknungsanlage mit Wasserverdampfung von 1000 kg/h.

Jährliche Kapazität 1700 bis 2600 t TS (je nach TS-Gehalt des entw. Schlammes).

Zinssatz	4,5%
Investitionen	CHF 3'000'000
Jährliche Kosten Trocknung	CHF 670'186
Kosten pro t TS (falls entw. Schlamm 24% TS) (ohne Transport)	CHF 389
Kosten pro t TS (falls entw. Schlamm 32% TS) (ohne Transport)	CHF 256

→ zu diesen Kosten sind noch die Kosten der therm. Endentsorgung zu addieren (ZW; CHF 156 pro t TS).

Das Berechnungsbeispiel zeigt die mittleren Kosten für eine Trocknungsanlage mit einer Wasserverdampfung von 1000 kg/h. Selbstverständlich hängen diese Kostenangaben stark von den örtlichen Gegebenheiten, der Betriebsweise und der allfälligen Mitnutzung vorhandener Abwärme oder Biogas ab.

Quelle: Vonplon Armin: Quo Vadis Klärschlamm, Erhebung 2001/2002. Trends und Kapazitäten bei der Behandlung und Entsorgung von kommunalem Klärschlamm in der Schweiz. Entwurf Juli 2003.

**Dienliche Hinweise zu den Kosten der Klärschlamm Entsorgung sind auch zu finden im Tagungsband des TBF-Forums 2002 vom 8. November 2002, Thermische Klärschlamm Entsorgung.**

Quelle: TBF+PARTNER AG; Thermische Klärschlamm Entsorgung. Tagungsband zum TBF-Forum vom 8. November 2002. Zürich, 2002.

### **A3      Kontaktadressen**

BUWAL  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Abteilung Abfall  
3003 BERN  
Telefon 031 322 93 80, Fax 031 323 03 69  
E-Mail: [waste@buwal.admin.ch](mailto:waste@buwal.admin.ch)  
[www.umwelt-schweiz.ch](http://www.umwelt-schweiz.ch)

cemsuisse  
Verband der Schweizerischen Cementindustrie  
Marktgasse 53  
3011 BERN  
Telefon 031 327 97 97, Fax 031 327 97 70  
E-Mail: [info@cemsuisse.ch](mailto:info@cemsuisse.ch)  
[www.cemsuisse.ch](http://www.cemsuisse.ch)

VBSA-ASED-ASIR  
Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen  
Wankdorffeldstrasse 102  
Postfach 261  
3000 BERN 22  
Telefon 031 721 61 61, Fax 031 721 61 51  
[www.vbsa.ch](http://www.vbsa.ch)

VSA  
Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Strassburgstrasse 10  
Postfach 2443  
8026 ZÜRICH  
Telefon 043 343 70 70, Fax 043 343 70 71  
E-Mail: [sekretariat@vsa.ch](mailto:sekretariat@vsa.ch)  
[www.vsa.ch](http://www.vsa.ch)

Koordination/Infoplattform Klärschlamm  
c/o VBSA  
E-Mail: [ks@vbsa.ch](mailto:ks@vbsa.ch)  
[www.ks-plattform.ch](http://www.ks-plattform.ch)

## A4 Erhebung bei thermischen Entsorgungsanlagen

### Trocknungsanlagen

Betreiber	Standort	Kt.	KS-Annahme		KS-Anlieferung
			flüssig	entwässert	
Kläranlage Merenschwand	Merenschwand	AG	nein	nein	
Kläranlage Brugg-Birrfeld	Windisch	AG	ja bedingt		LKW_S
Avag AG für Abfallverwertung	Jaberg/Uttigen	BE	nein	ja	LKW
ARAGRAN	Biel Brügg	BE	ja über ARA	ja	LKW
Ara Region Bern AG	Bern Herrenschwanden	BE	ja		LKW/LKW_S
Kläranlage Reinach	Reinach	BL	Anlage stillgelegt (März 03)		
Station d'epuration d'Aire Genf	Aire	GE	ja	nein	LKW
ARA Glarnerland	Bilten	GL	Solar		
Ems AG	Domat/Ems	GR	Anlage stillgelegt		
Kläranlage TRAC Chur	Chur	GR	nein	ja	LKW/SBB
Kläranlage Trun Cadi	Trun	GR	Solar		
SAIOD	Colombier	NE	nein	ja	LKW
Kläranlage Altenrhein	Altenrhein	SG	ja	nein	LKW_S
Kläranlage St.Gallen	St. Gallen	SG	Anlage stillgelegt		
Attisholz	Luterbach	SO	Nur Vortrocknung für SVA		
OGO Obstverwertung Oberaach	Oberaach	TG	nein	ja	LKW/SBB
Depurazione acque Locarno e dintorni	Locarno	TI	ja	nein	LKW_S
SIGE Roche	Roche	VD	ja	ja	LKW/LKW_S
Monthey Station	Monthey	VS	Nur Vortrocknung für SVA		
BGS Rickenbach	Rickenbach-Attikon	ZH	nein	ja	LKW
Kläranlage Werdhölzli	Zürich	ZH	ja bedingt	ja bedingt	LKW
Kläranlage Bülach	Bülach	ZH	ja	nein	LKW_S
Kläranlage Dübendorf	Wallisellen	ZH	ja	ja	LKW/LKW_S
Kläranlagenverband Kloten Opfikon	Glattbrugg	ZH	ja	nein	LKW_S
KVA Horgen	Horgen	ZH	nein	ja	LKW
KEZO Hinwil Zweckverband	Hinwil	ZH	nein	ja	LKW

Anlieferung: LKW\_S = LKW-Silo

## Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

KVA, in welchen im Erhebungsjahr 2001 kein Klärschlamm verbrannt wurde.

Verband/Betreiber	Ort	Kt.	Bemerkungen
Gemeindeverband für Kehrichtbeseitigung Region Aarau-Lenzburg	Buchs	AG	keine Absicht KS zu verbrennen
Kehrichtverwertungsanlage	Turgi	AG	keine Absicht KS zu verbrennen
Gas-, Wasser- und Fernwärmeversorgung der Stadt Bern	Bern	BE	Kapazität ist voll ausgelastet mit Siedlungsabfällen
Müve Biel-Seeland AG	Biel	BE	keine Absicht KS zu verbrennen
Industrielle Werke Basel	Basel	BS	Kapazität ist voll ausgelastet mit Siedlungsabfällen
SAIDEF Entreprises: Electricque Fribourgeoises Production d'énergie	Posieux	FR	SVA vorgesehen in Synergie mit KVA ab ca. 2006
GEVAG Gemeindeverband für Abfallentsorgung in Graubünden	Untervaz Bahnhof	GR	Anlage z.Zt. überlastet. Keine Absicht KS zu verbrennen
Gemeindeverband für Kehrichtbeseitigung Region Luzern	Emmenbrücke	LU	Anlage z.Zt. überlastet. Keine Absicht KS zu verbrennen
S.A.I.O.D.	Colombier	NE	hat Absicht Schlamm zu verbrennen, wenn Pellet vorhanden
CRIDOR	La Chaux de Fonds	NE	keine Absicht KS zu verbrennen
Zweckverband Abfallverwertung Bazenheid	Bazenheid	SG	derzeit wird nur notfallmässig KS verbrannt
Verband KVA Thurgau	Weinfelden	TG	derzeit wird nur notfallmässig KS verbrannt
Service d'assainissement (siehe SVA Lausanne)	Lausanne	VD	Schlamm wird in SVA Lausanne verbrannt
Kehrichtverbrennungsanlage Oberwallis	Gamsen	VS	keine Möglichkeit Klärschlamm zu verbrennen
Kehrichtverbrennungsanlage der Gemeinde Zermatt	Zermatt	VS	Im Jahr 2002 stillgelegt
UTO, Usine de traitement des ordures du Valais central	Uvrier	VS	nicht ausgerüstet für KS Verbrennung
SATOM	Monthey	VS	verbrennt 2001 keinen KS
KVA Dietikon	Dietikon	ZH	Schlamm wird in SVA Dietikon verbrannt
Städtische Werke Winterthur / Kehrichtverbrennung	Winterthur	ZH	Im KVA Winterthur wird kein Klärschlamm entsorgt

## Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

KVA, in welchen im Erhebungsjahr 2001 Klärschlamm verbrannt wurde.

Verband/Betreiber	Ort	Kt.	KS-Annahme		
			flüssig	entwässert	trocken
Services Industriels de Genève	Aïre-la-Ville	GE			ja
KVA Linthgebiet	Niederurnen	GL	nein	ja	nein
VFA-Verein für Abfallentsorgung Buchs SG	Buchs	SG	nein	ja	nein
Entsorgungsamt der Stadt St. Gallen	St. Gallen	SG	nein	ja	nein
KEBAG	Zuchwil	SO	ja	ja	ja
KEZO Kehrichtverwertung Zürcher Oberland	Hinwil	ZH	nein		ja
ZV für Abfallverwertung im Bezirk Horgen	Horgen	ZH	nein	ja	ja
Entsorgung + Recycling Zürich	Zürich	ZH	nein	ja	nein

## Schlammverbrennungsanlagen (SVA)

Verband/Betreiber	Ort	Kt.	KS-Annahme		
			flüssig	entwässert	getrocknet
Tela Kimberly AG	Balsthal	SO	nur Notfälle		eventuell
Pro Rheno	Basel	BS	ja	ab Mai 03	nein
Brauchli Ziegelei AG	Berg	TG	nimmt keinen Klärschlamm an		
SVA Limmattal	Dietikon	ZH	nur Notfälle	ja	nein
GALU Gemeindeverband Region Luzern	Emmen	LU	nein	ja	nein
RENI AG	Niedergösgen	SO	nein	ja	nein
SVA Oftringen	Oftringen	AG	ja	ja	nein
Perlen Papier AG	Perlen	LU	nein	ja	nein
ARA Rhein AG	Pratteln	BL	ja	ja	nein
Lonza AG	Visp	VS	ja	ja	ja bedingt
SVA Winterthur	Winterthur	ZH	ja	nur Notfälle	nein
STEP Lausanne	Lausanne	VD	nein	ja	nein
CIMO	Collombey	VS	ja	ja	
IDA Bioggio	Bioggio	TI	nur Notfälle	ja	nein

## Zementwerke (ZW)

Besitzer/Betreiber	Ort	Kt.	KS-Annahme von TKS	KS-Anlieferung
Jura Cement Fabriken	Wildegg	AG	ja	LKW_S
Holcim (Schweiz) AG	Würenlingen	AG	ja	LKW_S/SBB
Vigier Cement AG	Péry	BE	ja	LKW_S/SBB
Holcim (Schweiz) AG	Untervaz	GR	ja	LKW
Holcim (Schweiz) AG	Eclépens	VD	ja	LKW_S/SBB
Jura Cement Juracime SA	Cornaux	NE	nein	
Holcim (Schweiz) AG	Brunnen	SZ	nein	
Holcim (Schweiz) AG	Thayngen	SH	nein	



## A5 Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
BSE	Bovine spongiforme Enzephalopathie (so genannter Rinderwahn)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
EW	Einwohnerwert
FL	Fürstentum Liechtenstein
IBS	Incinération des boues de STEP
IDA	Impianto depurazione acque
KS	Klärschlamm
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
LW	Landwirtschaft
Mio.	Millionen
MJ	Megajoule (Masseinheit für Energie, 3.6 MJ entsprechen 1 Kilowattstunde)
P	Phosphor
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
STEP	Station d'épuration
SVA	Schlammverbrennungsanlage
UIOM	Usine d'incinération des ordures menagères
t	Tonne(n)
TS	Trockensubstanz
ZW	Zementwerk