



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Abfall und Rohstoffe

KLÄRSCHLAMMENTSORGUNG IN DER SCHWEIZ

Klärschlammhebung 2012

Projektarbeit BMS-Praktikum

MELIKE TEZCAN

BUNDESAMT FÜR UMWELT

ABTEILUNG ABFALL UND ROHSTOFFE

SEKTION BAUABFÄLLE UND DEPONIEN

JULI 2013



Zusammenfassung

Im Jahr 2012 betrug die angefallene Menge an Klärschlamm in der Schweiz knapp 195'000 t Trockensubstanz (TS). Im Diagramm 1 sind die prozentualen Anteile der verschiedenen Entsorgungswege zusammengestellt. Der Anteil der Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) an der Klärschlamm Entsorgung war mit 53'000 t TS etwa gleich gross wie derjenige der Zementwerke mit 52'000 t TS. Am meisten Klärschlamm wurde in den Schlammverbrennungsanlagen SVA (Monoverbrennung) entsorgt, nämlich knapp 83'000 t TS. Ein kleiner Teil im Umfang von ca. 6'100 t TS wurde exportiert und im Ausland umweltverträglich entsorgt.

Im Vergleich mit den Vorjahren (2000-2010) hat sich die Gesamtmenge des anfallenden Klärschlammes nur geringfügig verändert. Die Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft wurde in der untersuchten Zeitspanne hingegen verboten, was zu einer starken Zunahme der thermischen Entsorgung führte.

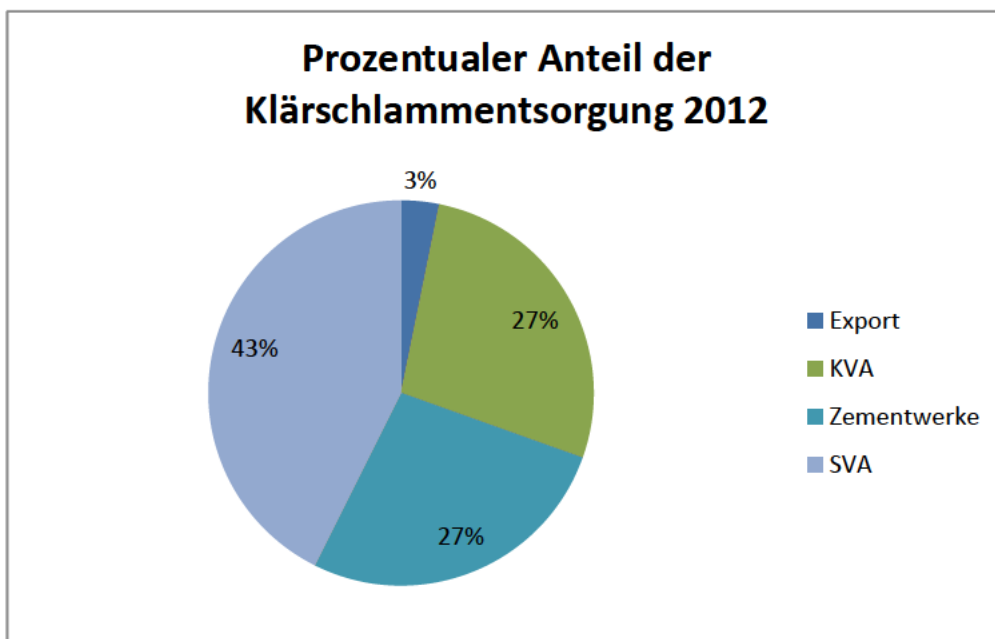


Diagramm 1: Prozentualer Anteil der Klärschlamm Entsorgung 2012

Entsorgungsanlage	t TS	%	Mittlerer TS-Gehalt entwässerter Klärschlamm (%)
Export	6'182	3	
Kehrichtverbrennungsanlage	53'073	27	27.9
Zementwerke	52'382	27	≥90
Schlammverbrennungsanlage	82'897	43	~30
Total	194'534	100	

Tabelle 1: Klärschlamm Entsorgung 2012 in Tonnen Trockensubstanz (t TS)



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Einleitung	4
2 Zielsetzung	4
3 Grundlagen und Methodik	5
3.1 Grundlagen.....	5
3.2 Datenerhebung.....	6
3.3 Klärschlammentsorgung	7
3.3.1 Vorbehandlung	7
3.3.2 Verbrennung von Klärschlamm	10
3.3.2.1 Kehrichtverbrennungsanlage.....	10
3.3.2.2 Schlammverbrennungsanlage - Monoverbrennung.....	11
3.3.2.3 Zementwerke.....	11
4 Ergebnisse	12
4.1 Erhebungen bei Kehrichtverbrennungsanlagen.....	14
4.1.1 Situation 2012.....	14
4.1.2 Entwicklungen seit 2000.....	16
4.2 Erhebungen bei Zementwerken.....	17
4.2.1 Situation 2012.....	17
4.2.2 Entwicklungen seit 2000	19
4.3 Erhebungen bei Schlammverbrennungsanlagen.....	20
4.3.1 Situation 2012.....	20
4.3.2 Entwicklungen seit 2000	21
4.4 Export	22
4.4.1 Situation.....	22
4.4.2 Entwicklungen seit 2000	23
5 Schlussfolgerung	24
6 Danksagung	24
7 Literaturverzeichnis	25
8 Abbildungsverzeichnis	26
9 Anhänge	28



1 Einleitung

Klärschlamm ist der in kommunalen und industriellen Einrichtungen zur Abwasserreinigung anfallende Schlamm, welcher bei der Reinigung der täglich 162 Liter Wasser, die jeder Einwohner in der Schweiz verbraucht [1], entsteht.

Klärschlamm enthält Pflanzennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff, jedoch auch Schwermetalle, Schadstoffe und potenzielle Krankheitserreger. Deshalb ist in der Schweiz die Verwendung von Klärschlamm als Dünger in der Landwirtschaft seit 2006 untersagt. Klärschlamm gilt als Abfall und muss gemäss der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) [2] entsorgt oder verwertet werden. Die Klärschlamm Entsorgung geschieht üblicherweise in einer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), in einer Schlammverbrennungsanlage (SVA) oder in einem Zementwerk und beinhaltet die Prozesse der Vorbehandlung (Faulung, Entwässerung, Trocknung) und der Verbrennung (Monoverbrennung, Verbrennung in Zementwerken und KVA).

Im Rahmen der Abfallstatistik wird die entsorgte Menge an Klärschlamm alle zwei Jahre neu erhoben. Nachfolgend werden die aktuellsten Daten aus dem Jahr 2012 in Form eines kurzen Berichtes zusammengestellt. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) erstellt diesen Bericht, um die Mengenangaben des gesamthaft in der Schweiz über die verschiedenen Entsorgungswege beseitigten Klärschlammes zu ermitteln. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Fragestellung, inwieweit sich die Entsorgungswege nach dem Ausbringverbot auf landwirtschaftlichen Flächen verändert haben.

2 Zielsetzung

Das Ziel des vorliegenden Berichtes besteht darin, die aktuelle und die aus heutiger Sicht absehbare Situation bei der Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz einzuschätzen und durch einen Vergleich mit den Klärschlamm Erhebungsdaten aus den Jahren 2000 - 2012 die Entwicklung der Klärschlamm Entsorgung aufzuzeigen.



3 Grundlagen und Methodik

3.1 Grundlagen

Zusammensetzung von Klärschlamm

Klärschlamm enthält einerseits Pflanzennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff, jedoch auch Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Kupfer und Zink. Zudem reichern sich im Klärschlamm persistente organische Verbindungen aus dem Siedlungsabwasser an - beispielsweise von Reinigungsmitteln, Körperpflegeprodukten oder Arzneimitteln - welche in den Kläranlagen nicht abgebaut werden können. Auch potentielle Krankheitserreger wie Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeier können im Klärschlamm auftauchen. Es wurde beispielsweise befürchtet, dass für BSE verantwortliche Prionen mit Klärschlamm in der Umwelt verbreitet werden könnten. Diese Schadstoffbelastungen sind auch der Grund, warum die direkte Ausbringung als Dünger in der Schweiz seit 2006 nicht mehr erlaubt ist.

Nachfolgend sind einige potentielle Schadstoffe im Klärschlamm aufgeführt:

- polychlorierte Biphenyle (PCB) und Dioxine
- polybromierte Diphenylether, Hexabromcyclododecane und andere bromierte Flammschutzmittel
- Chlorparaffine
- perfluorierte organische Stoffe wie Perfluoralkylsulfonate (z.B. PFOS), Perfluoralkylcarboxylate (z.B. PFOA) und deren Vorläufer
- Schwermetalle wie zum Beispiel Quecksilber, Cadmium, Chrom und Kupfer

Phosphorrückgewinnung

Klärschlamm enthält einen relativ hohen Anteil an Phosphor, einem wichtigen Pflanzennährstoff. Durch das Düngeverbot wird Phosphor dem Kreislauf entzogen, weil die Phosphate mit den Aschen und Schlacken aus den Verbrennungsanlagen abgelagert oder nach der Verwertung im Zementwerk in Baustoffe eingelagert werden. Im Sinne einer nachhaltigen Abfallwirtschaft befasst sich das BAFU deshalb bereits seit längerer Zeit mit Fragen des Phosphorrecyclings aus Klärschlamm. Schätzungen zeigen, dass das Phosphor-Rückgewinnungspotential aus dem Klärschlamm und der Klärschlamma-sche in der Schweiz rund 6000 t Phosphor jährlich beträgt [3]. Phosphor-Rückgewinnungsverfahren sollen langfristig etabliert werden, damit nur qualitativ hochwertiger Phosphor zur Düngerproduktion zurückgewonnen wird. Die gesetzlichen Grundlagen für das Recycling von Phosphor werden mit der Totalrevision der TVA geschaffen.



3.2 Datenerhebung

Für die Erhebung der entsorgten Klärschlammengen wurden sämtliche Betreiber der Schlammverbrennungsanlagen in der Schweiz angeschrieben. Die Zahlen für die Verwertung in den Kehrichtverbrennungsanlagen wurden vom Verband der Schweizerischen Abfallverwertungsanlagen (VBSA) zur Verfügung gestellt, die Daten der Zementwerke sind im Jahresbericht 2012 der cemsuisse ersichtlich und Zahlen der Exportfirmen wurden aus der VeVA-Datenbank entnommen.

Mittels dieser Daten konnte die vollständige Menge des entsorgten Klärschlammes in Tonnen Trockensubstanz (t TS) im Jahr 2012 berechnet werden.

Angaben zur Klärschlamm Entsorgung vom Jahr 2012	
Anlagen total	48 (30 KVA, 6 ZW, 12 SVA)
Davon auswertbar	48 (100%)
Entsorgte Klärschlammmenge im Inland (t/TS)	188'352
Exportierte Klärschlammmenge (t/TS)	6'182
Total der entsorgten Klärschlammengen (t/TS)	194'534

Tabelle 2: Übersicht über die Klärschlammhebung 2012



3.3 Klärschlamm Entsorgung

3.3.1 Vorbehandlung

Seit dem Düngeverbot wird der Klärschlamm in der Schweiz in KVA, SVA und Zementwerken thermisch entsorgt. Nur ein kleiner Teil wird exportiert und im grenznahen Ausland umweltverträglich entsorgt. Die thermische Entsorgung des Klärschlammes setzt aber oft Vorbehandlungsstufen, wie die Eindickung, Faulung, Entwässerung und Trocknung voraus, mit denen die Verwertbarkeit sowie die Transport- und Lagerfähigkeit des Klärschlammes verbessert werden. Die Eindickung und Faulung führen zu einer Stabilisierung des Klärschlammes durch Entzug von Wasser und den Abbau von instabilen organischen Verbindungen unter anaeroben Bedingungen. Dabei entsteht Biogas, welches als erneuerbarer Energieträger genutzt werden kann. Die nachfolgende mechanische Entwässerung dient der Gewichtsreduktion des Schlammgemisches.

Der entwässerte Klärschlamm mit einem Trockensubstanzanteil zwischen 25% und 30% kann ohne zusätzliche Trocknung in KVA und SVA verbrannt werden. Für die Verwertung in Zementwerken muss der Wassergehalt in einem zusätzlichen Trocknungsschritt auf 90% Trockensubstanz (TS) reduziert werden.

Klärschlamm Trocknung

Die Trocknung geschieht in verschiedenen Trocknungsanlagen, welche im Folgenden kurz erklärt werden.

➤ **Wirbelschichttrockner**

Klärschlamm wird von unten durchströmt und durchmischt. Wenn er getrocknet ist, wird er durch die Luft ausgetragen. Dieses Verfahren wird z.B. in der ARA Bern angewendet; diese Anlage kann anschliessend den Klärschlamm auch verbrennen.

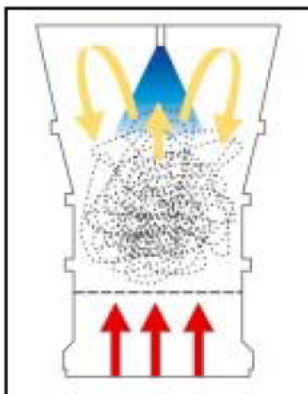


Abbildung 1: Prinzip des Wirbelschichttrockners



➤ **Trommeltrockner**

Für diese Trocknungsart gibt es verschiedene Modelle. Zuerst wird der Klärschlamm in den Trockner eingeführt und anschliessend mit Hilfe von Flügeln im Trommelmischer langsam nach vorne transportiert. Am Ende dieses Prozesses landet er getrocknet im Container.

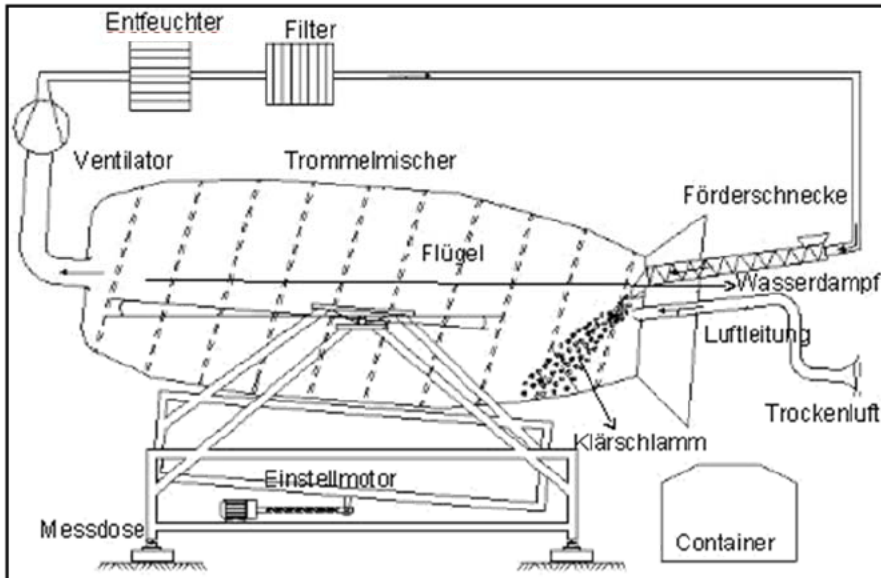


Abbildung 2: Trommeltrockner

➤ **Bandtrockner**

Der Schlamm wird auf die Trocknerbandbreite verteilt und im Extruder zu 8 - 12 mm dicken Strängen gepresst. Diese werden anschliessend auf dem oberen Trocknungsband durch den Trockner gefördert und vorgetrocknet. Der Klärschlamm wird am Trocknerende auf das untere Trocknungsband abgeworfen und erneut durch den Trockner gefahren und dabei von warmen Trocknungsgasen durchströmt.

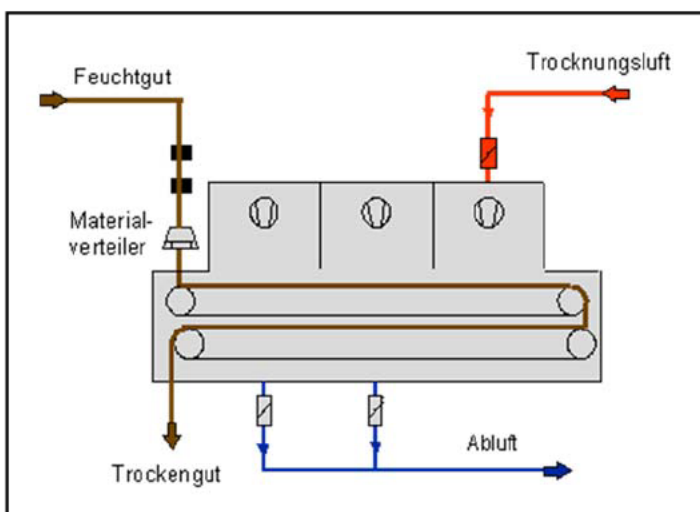


Abbildung 3: Bandtrockner



➤ Solartrockner

In einem Treibhaus wird der Schlamm durch die direkte und diffuse Sonneneinstrahlung erwärmt, wobei der Klärschlamm über 50% Trockensubstanzgehalt haben muss. Die Erwärmung erhöht den Dampfdruck im Schlamm gegenüber der darüberstehenden Luft und führt so zur Verdunstung des Wassers. Für einen kontrollierten Luftaustausch sorgt ein eingebautes Lüftungssystem. Die Trocknung ist ausschliesslich von der Zeit abhängig. Es ist deshalb die am längsten dauernde Lösung für die Trocknung, aber auch die umweltfreundlichste.

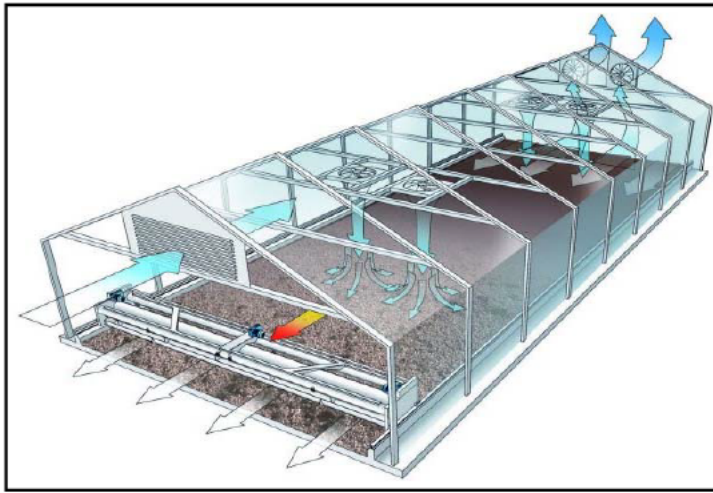


Abbildung 4: Solartrocknungsanlage

➤ Scheibentrockner

Der Klärschlamm wird in einem beheizten, rotierenden Drehrohr bewegt und die Hubleisten an den Zylinderwänden sorgen für die Durchmischung. Auch für dieses Verfahren muss die Trockensubstanz mindestens 50% betragen.

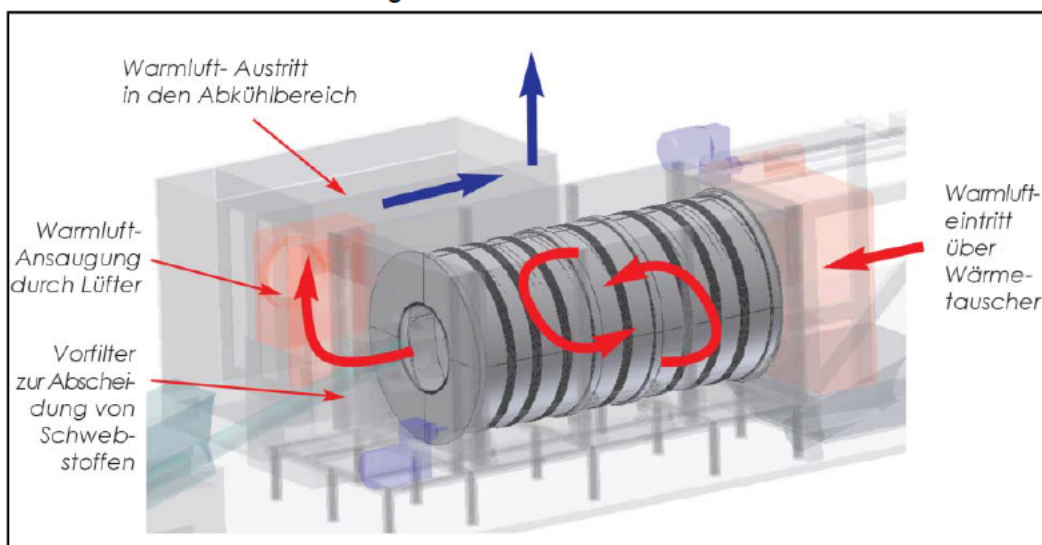


Abbildung 5: Scheibentrockner



3.3.2 Verbrennung von Klärschlamm

Gemäss Artikel 11 der TVA gibt es eine Verbrennungspflicht für Klärschlamm. Die Kantone sind dafür zuständig, dass alle brennbaren Abfälle – und somit auch Klärschlamm - soweit sie nicht verwertbar sind, in geeigneten Anlagen verbrannt werden. Eine umweltverträgliche Behandlung mit anderen thermischen Verfahren ist auch zulässig. In der heutigen Praxis wird Klärschlamm in drei verschiedenen Anlagentypen verbrannt [4]:

- Verbrennung des Klärschlammes in einer Kehrichtverbrennungsanlage
- Verbrennung des Klärschlammes als alternativer Brennstoff in einem Zementwerk
- Verbrennung des Klärschlammes in einer Schlammverbrennungsanlage - Monoverbrennung

Im Folgenden werden diese drei Wege detaillierter erklärt, um die Prozessabläufe genauer zu veranschaulichen. Im Kapitel 4 werden die erhobenen Daten zur jeweiligen Klärschlamm Entsorgungsart präsentiert.

3.3.2.1 Kehrichtverbrennungsanlage

Die Verbrennung von Klärschlamm in den Kehrichtverbrennungsanlagen war im Erhebungsjahr 2012 in 17 von insgesamt 30 solcher Anlagen in der Schweiz durchgeführt worden. Für die Verbrennung in KVA muss Klärschlamm entwässert werden und einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 25% haben. Durch die hohen Verbrennungstemperaturen werden organische Problemstoffe des Klärschlammes beseitigt. Der anorganische Anteil des Klärschlammes verbleibt am Ende in der Schlacke und der Asche. Nach einer entsprechenden Behandlung werden diese auf einer Deponie abgelagert.



Abbildung 6: KVA Basel



3.3.2.2 Schlammverbrennungsanlage - Monoverbrennung

Im Jahr 2012 wurde in 11 Schlammverbrennungsanlagen Klärschlamm verbrannt; die Anlage in Bioggio ist seit 2010 geschlossen. Dieser Entsorgungsweg von Klärschlamm wird am häufigsten verwendet. Die Verbrennung geschieht hauptsächlich in Wirbelschichtöfen mit nachgeschaltetem Dampfkessel und Abluftreinigung. Der Klärschlamm muss vorgängig entwässert werden und einen Trockensubstanzgehalt von 30% enthalten. Der anorganische Anteil des Klärschlammes bleibt schlussendlich in der Asche, welche dann in einer Deponie abgelagert wird. Diese Aschen weisen meistens geringere Schadstoffgehalte als die KVA-Schlacken.



Abbildung 7: ARA Visp

3.3.2.3 Zementwerke

In der Schweiz gibt es sechs Zementwerke, in welchen der Klärschlamm als Alternativbrennstoff und Rohstoffersatz verwendet werden kann. Damit er den geforderten Trockensubstanzgehalt von ca. 90% erreicht, muss der Klärschlamm nach der Entwässerung noch zusätzlich getrocknet werden. Der organische Anteil des Klärschlammes wird im Drehrohr des Zementofens verbrannt und der mineralische Anteil wird in den Klinker als Rohstoffersatz eingebunden. Durch den Einsatz von Alternativbrennstoffen kann der Kohleverbrauch bei der Zementherstellung verringert werden.



Abbildung 8: Holcim Untervaz



4 Ergebnisse

Im Jahre 2012 wurden **194'534 t TS Klärschlamm** entsorgt, 43% davon in SVA und je 27% in KVA und Zementwerken. Die restlichen 3% wurden exportiert.

Die absoluten Zahlen der Klärschlamm Entsorgung aus dem Jahr 2012 setzen sich wie folgt zusammen:

- 53'073 t TS Verbrennung in KVA
- 52'382 t TS Verbrennung in den Zementwerken
- 82'897 t TS Verbrennung in SVA
- 6'182 t TS Export

Diagramm 2 illustriert die Veränderung der Entsorgungswege von Klärschlamm seit dem Jahre 2000. Dabei zeigen sich klar die Folgen des seit 2006 geltenden Düngeverbotes; der Hauptentsorgungsweg verschob sich in dieser Zeitspanne von der Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen hin zur thermischen Verwertung. Die Zunahme der thermischen Entsorgung gilt für alle Anlagentypen, wobei sich die Entsorgungswege seit 2008 nicht mehr stark verändert haben. In Diagramm 3 sind die absoluten Mengen des entsorgten Klärschlamm zwischen 2000 und 2012 dargestellt; sie haben sich in der untersuchten Periode kaum verändert.

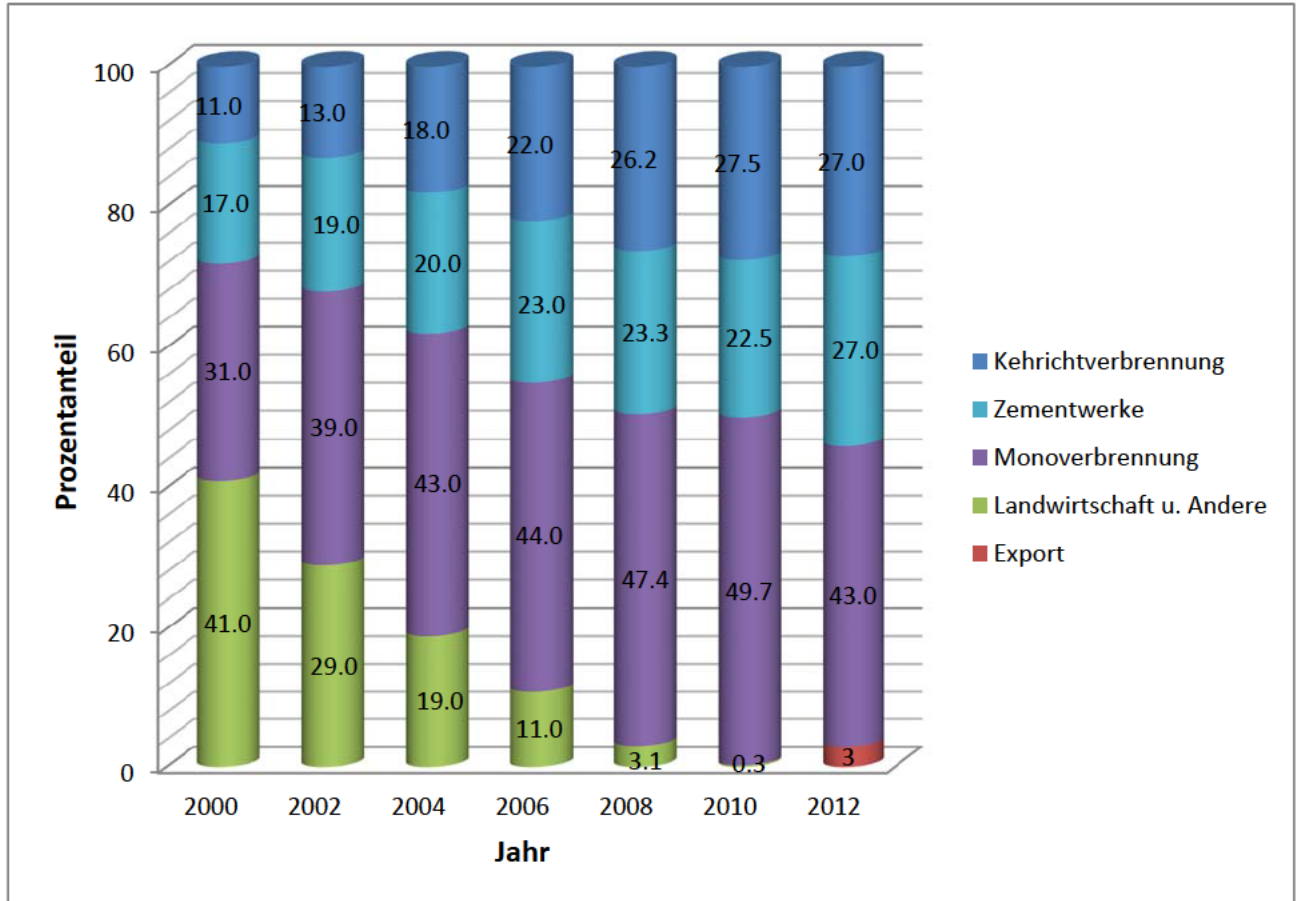


Diagramm 2: Prozentuale Anteile der entsprechenden Entsorgungswege

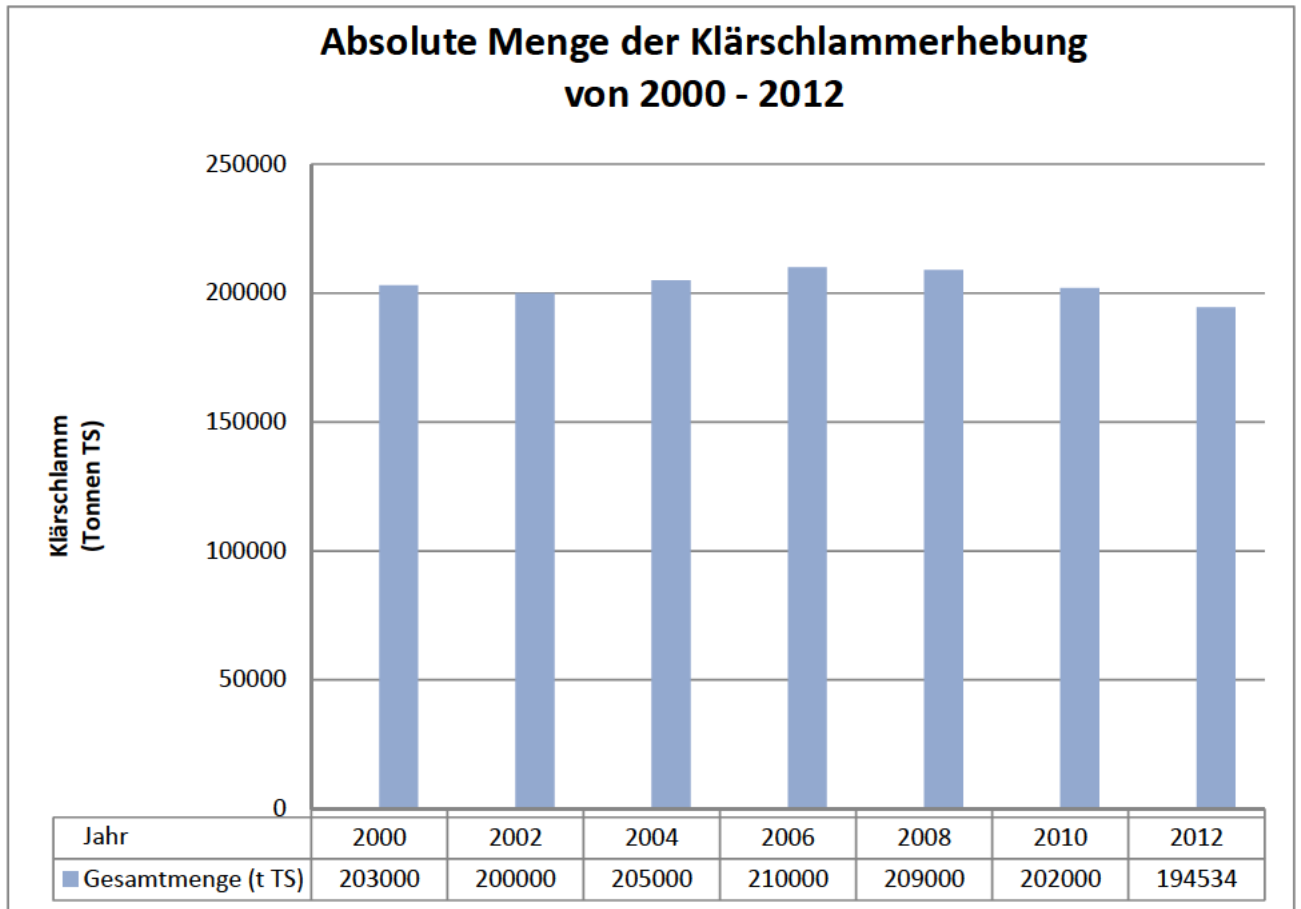


Diagramm 3: Absolute Menge der Klärschlammhebung von 2000 – 2012



4.1 Erhebungen bei Kehrichtverbrennungsanlagen

4.1.1 Situation 2012

In einer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) werden brennbare und nicht stofflich verwertbare Abfälle entsorgt. In der Schweiz gibt es 30 solcher Anlagen. Die KVA produziert nachhaltige Energie und versorgt somit viele Unternehmen bzw. Kunden mit Strom. Ein Beispiel ist die Energiezentrale Forsthaus in Bern. Sie produziert für etwa 450 Kunden Energie, wie zum Beispiel für das Inselspital, die Universität, den Bahnhof und andere private Unternehmen.¹ Diese Art zur Gewinnung von Energie wird als „thermische Verwertung“ bezeichnet.² Der Klärschlamm sollte für eine Verbrennung in einer KVA einen Trockensubstanzgehalt von mindestens 25% aufweisen.

Im Jahr 2012 wurden insgesamt 53'073 t TS Klärschlamm in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt. Von 30 KVA in der Schweiz wurde in 17 solcher Anlagen Klärschlamm entsorgt. Die 53'073 t TS umfassen 27% des entwässerten Klärschlammes.

Die Tabelle 3 listet die Mengen und Trockengehalte des Klärschlammes auf, welcher in den 17 KVA verbrannt wurde. Der prozentuale Anteil der Trockensubstanz liegt im Durchschnitt bei 28%.

Wie im Diagramm A1 (Anhang) ersichtlich ist, wurde 2012 im Kanton Zürich am meisten Klärschlamm verbrannt. Das liegt wahrscheinlich daran, dass Zürich die höchste Einwohnerzahl aller Schweizer Kantone aufweist (ZH: 1'408'200 Millionen)³ was zu einem entsprechend grossen Anfall an Klärschlamm führt.

¹ <http://www.forsthaus-west.ch/kva/bauprojekt>

² <http://www.avag.ch/ueber-uns/taetigkeitsfelder/thermische-verwertung.html>

³ http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/raeumliche_verteilung/kantone_gemeinden.html



Klärschlamm in KVA: Daten 2012

Kanton	Name KVA	Klärschlamm feucht CH [t]	TS [%]	Klärschlamm TS CH [t]
AG	Buchs (AG)	-		
AG	Oftringen	-		
AG	Turgi	5'242	30%	1'573
BE	Bern	-		
BE	Biel	231	30%	69
BE	Thun	18'556	25%	4'639
BS	Basel	-		
FR	Fribourg	1'997	28%	559
GE	Les Cheneviers	-		
GL	Niederurnen	-		
GR	Trimmis	-		
LU	Luzern	-		
NE	Colombier	13'433	28%	3'761
NE	La Chaux-de-Fonds	5'813	28%	1'628
SG	Bazenheid	26'080	25%	6'520
SG	Buchs (SG)	3'081	28%	863
SG	St. Gallen	5'697	28%	1'595
SO	Zuchwil	18'457	30%	5'537
TG	Weinfelden	-		
TI	Giubiasco	17'616	25%	4'404
VD	Tridel	1'354	28%	379
VS	Gamsen	-		
VS	Sion	9'541	28%	2'671
VS	Monthey	15'329	28%	4'292
ZH	Dietikon	-		
ZH	Hinwil	18'188	28%	5'093
ZH	Horgen	6'802	25%	1'701
ZH	Hagenholz	24'341	32%	7'789
ZH	Josefsstrasse	-		
ZH	Winterthur	-		
Alle Anlagen		191'757		53'073

Tabelle 3: Tabellarische Auflistung der KS-Mengen in KVA (VBSA Statistik)



4.1.2 Entwicklungen seit 2000

Der Vergleich mit der Erhebung anderer Jahre zeigt, dass die Verbrennung in KVA zwischen 2000 und 2008 kontinuierlich zugenommen hat, seitdem aber relativ stabil geblieben ist.

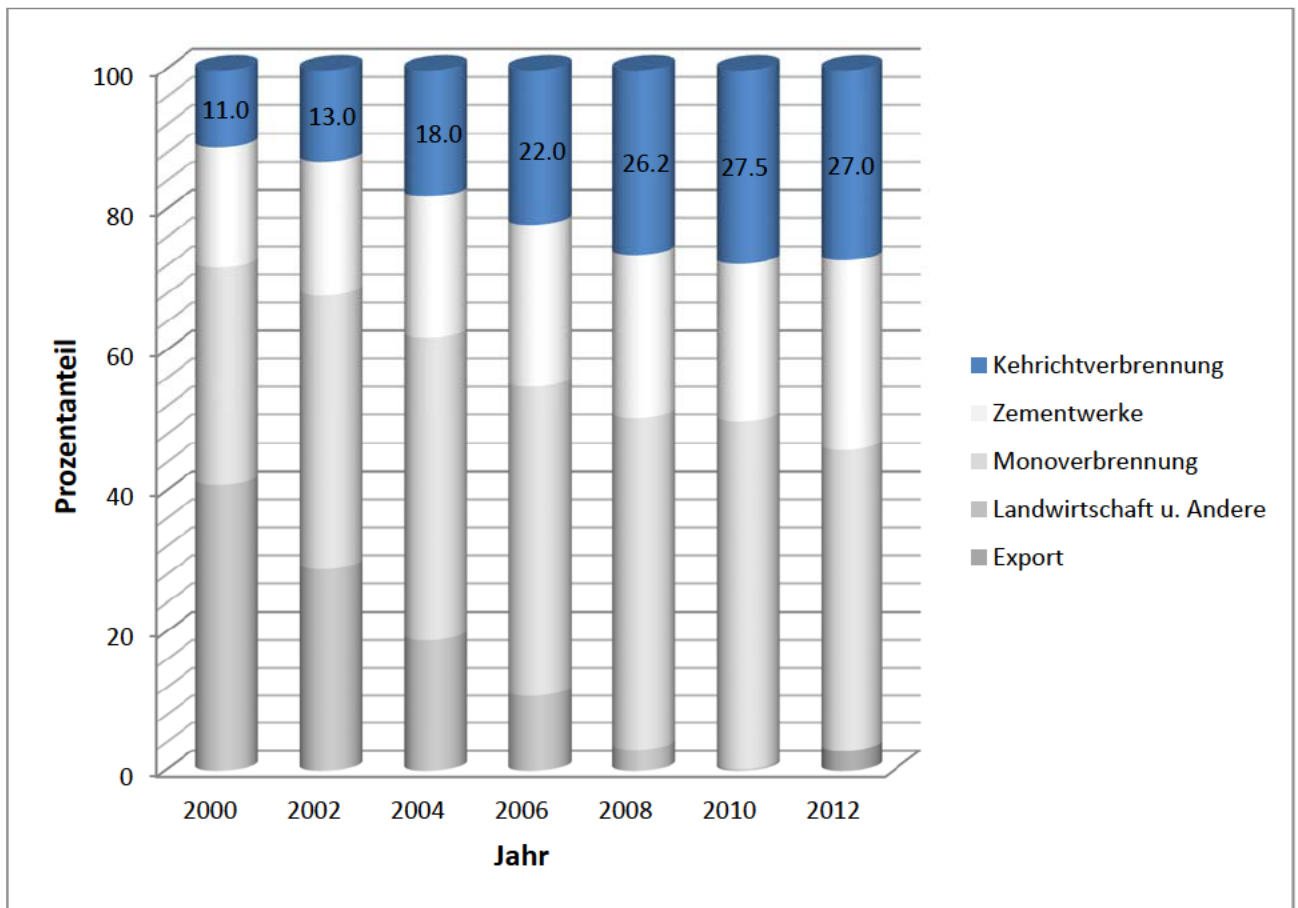


Diagramm 4: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „KVA“



4.2 Erhebungen bei Zementwerken

4.2.1 Situation 2012

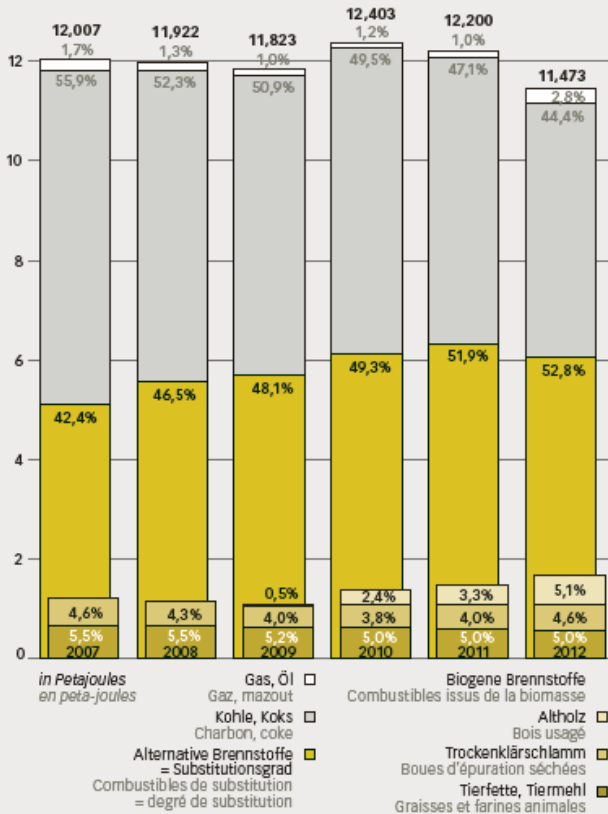
Zementwerke können grundsätzlich geeignete Abfälle mit hohen Energieinhalten als Brennstoffe verwenden. Der Einsatz von Abfällen bei der Zementherstellung darf die Schadstoffbelastung in den Abgasen des Zementofens nicht erhöhen und die Qualität des Zements nicht vermindern. Abfälle, wie beispielsweise Klärschlamm, Altöl usw. sind für den Gebrauch als Brennstoff geeignet. Damit der Klärschlamm in den Zementwerken als alternativer Brennstoff genutzt werden kann, muss er auf einen Trockengehalt von ca. 90% aufweisen.

Im Jahr 2012 wurden 52'382 t Trockenklärschlamm in Zementwerken entsorgt. Dies entspricht 17% aller alternativen Brennstoffe (vgl. Abb.9).

Generell nahm der Einsatz von Alternativbrennstoffen in der Klinkerproduktion zwischen 2007 und 2012 um rund 10% zu. 2012 wurden in Zementwerken insgesamt 308'130 t Alternativbrennstoffe eingesetzt. Davon waren 52'382 t TS Klärschlamm.



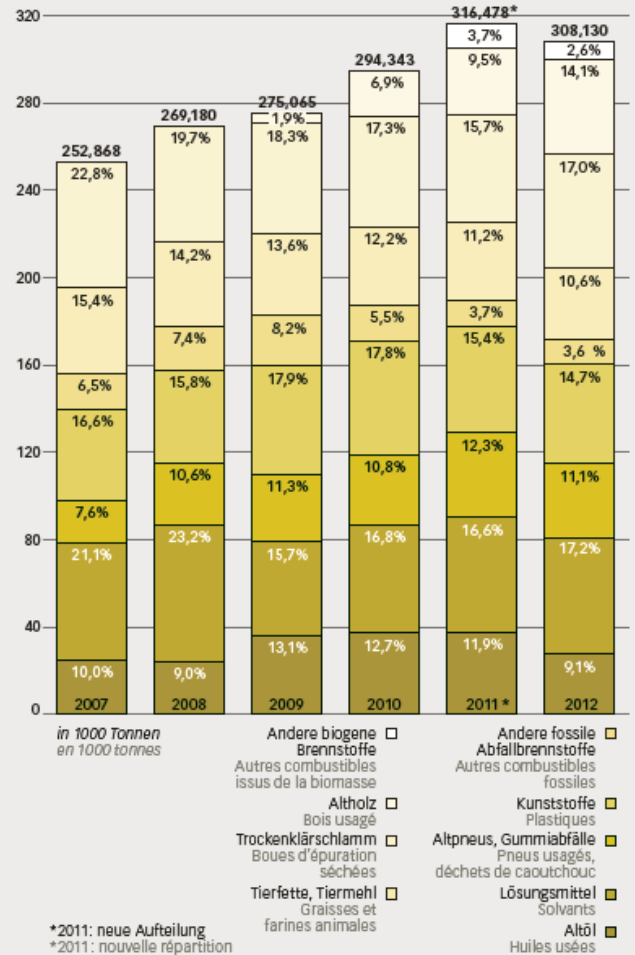
Brennstoffverbrauch zur Klinkerproduktion Combustibles utilisés pour la production de clinker



Der Substitutionsgrad konnte auf auf 52,8% gesteigert werden. Bei den biogenen alternativen Brennstoffen legte vor allem das Altholz zu.

Le taux de substitution a pu être augmenté à 52,8%. Dans les combustibles de substitution issus de la biomasse, c'est avant tout la part du bois usagé qui a augmenté.

Alternative Brennstoffe Combustibles de substitution



Der Einsatz von alternativen Brennstoffen ging mengenmässig zurück. Aufgrund der geringeren Zementproduktion nahm der Substitutionsgrad dennoch zu.

La part des combustibles de substitution a régressé quantitativement. La production de ciment ayant marqué le pas, le taux de substitution a néanmoins augmenté.

Abbildung 9: Grafik von cemsuisse – Kennzahlen vom Jahr 2012 / Jahresbericht 2013



4.2.2 Entwicklungen seit 2000

Die Verwertung in Zementwerken ist verglichen mit dem Jahr 2010 um etwa 5% gestiegen. Dies ist einerseits mit der Zunahme der Gesamtmenge an Ersatzbrennstoffen in dieser Zeitperiode erklärbar. Zudem scheint es, dass die rückläufige Verbrennung in den Schlammverbrennungsanlagen durch eine zunehmende Verwertung in Zementwerken kompensiert wurde.

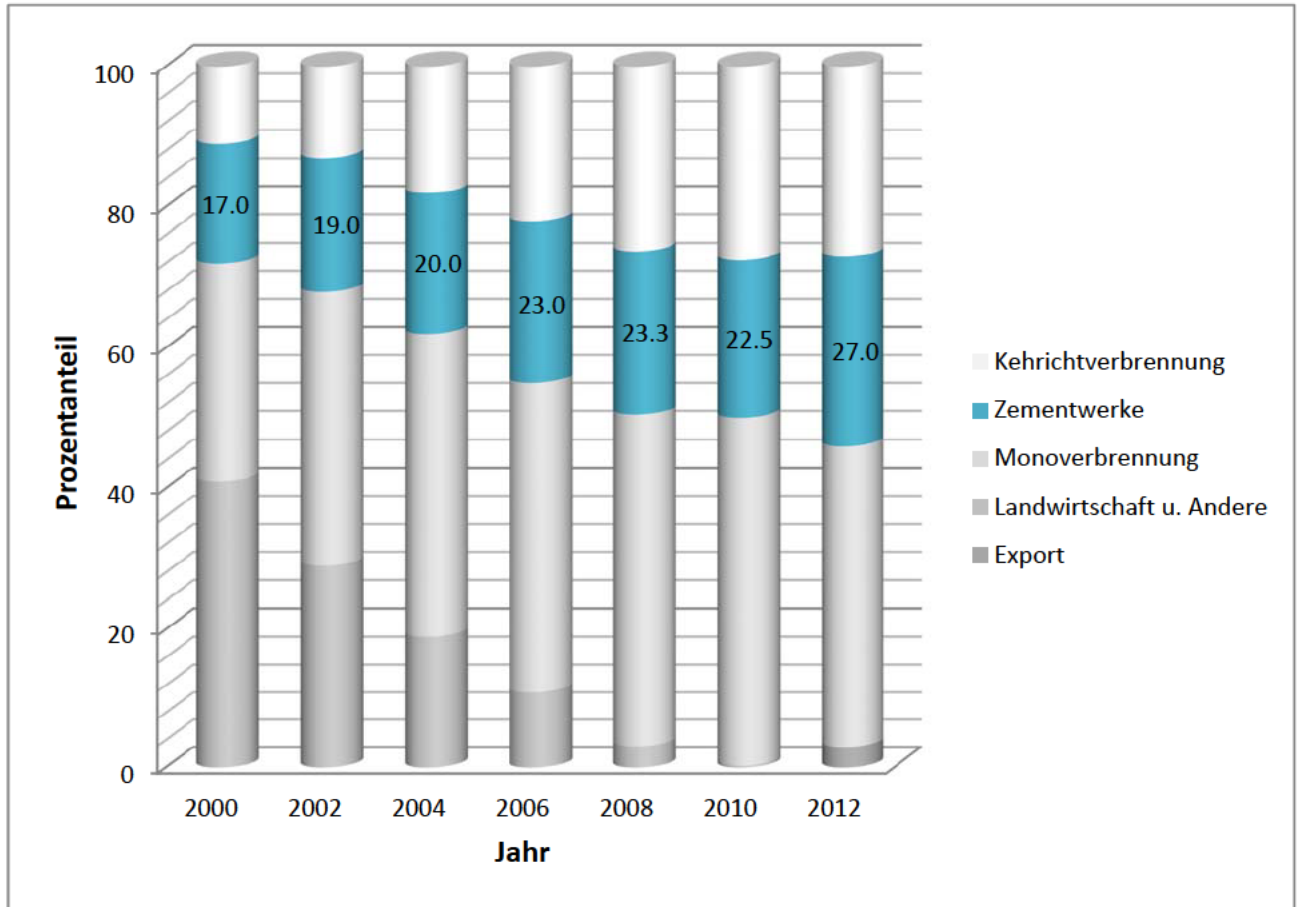


Diagramm 5: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Zementwerk“



4.3 Erhebungen bei Schlammverbrennungsanlagen

4.3.1 Situation 2012

Schlammverbrennungsanlagen sind Anlagen, die schlammartige Abfälle verbrennen. Zudem werden oft auch noch Ersatzbrennstoffe verwendet, um die organischen Schadstoffe zu zerstören.

Für die Verbrennung sollte der Klärschlamm einen Trockensubstanzgehalt von 30% aufweisen. Ein Vorteil der SVA ist die - im Vergleich zu den KVA-Schlacken - geringere Schadstoffkonzentration in den Verbrennungsrückständen. Zudem kann der in der SVA gebundene Phosphor wieder zurückgewonnen werden.

In 11 Schlammverbrennungsanlagen wurden 2012 mit insgesamt 82'897 t TS - im Vergleich mit den anderen Anlagentypen - am meisten Klärschlamm verbrannt.

Verbrennung von Klärschlamm in SVA - Angaben 2012

	Anlage	Menge in T (TS)
	erzo Entsorgung Region Zofingen	6'205
	RENI	6'654
	SAIDEF	10'073
<i>seit 2010 geschlossen</i>	IDA Bioggio	0
	STEP de Vidy	8'967
	ARA-Rhein AG	7'603
	Limeco	3'418
	cimo	3'279
	ProRhen	17'660
	SVA Emmen	8'547
	Lonza AG	7'476
	Stadtwerk Winterthur / Kläranlage Hard	3'015
Total	11 SVA	82'897

Tabelle 4: Verbrennung von Klärschlamm in SVA – Jahr 2012



4.3.2 Entwicklungen seit 2000

Zwischen 2000 und 2010 hat die Monoverbrennung ständig zugenommen, während im Jahr 2012 ein Rückgang ca. 7% beobachtet werden konnte. Der wahrscheinlichste Grund dafür ist die Schliessung der Anlage in Bioggio.

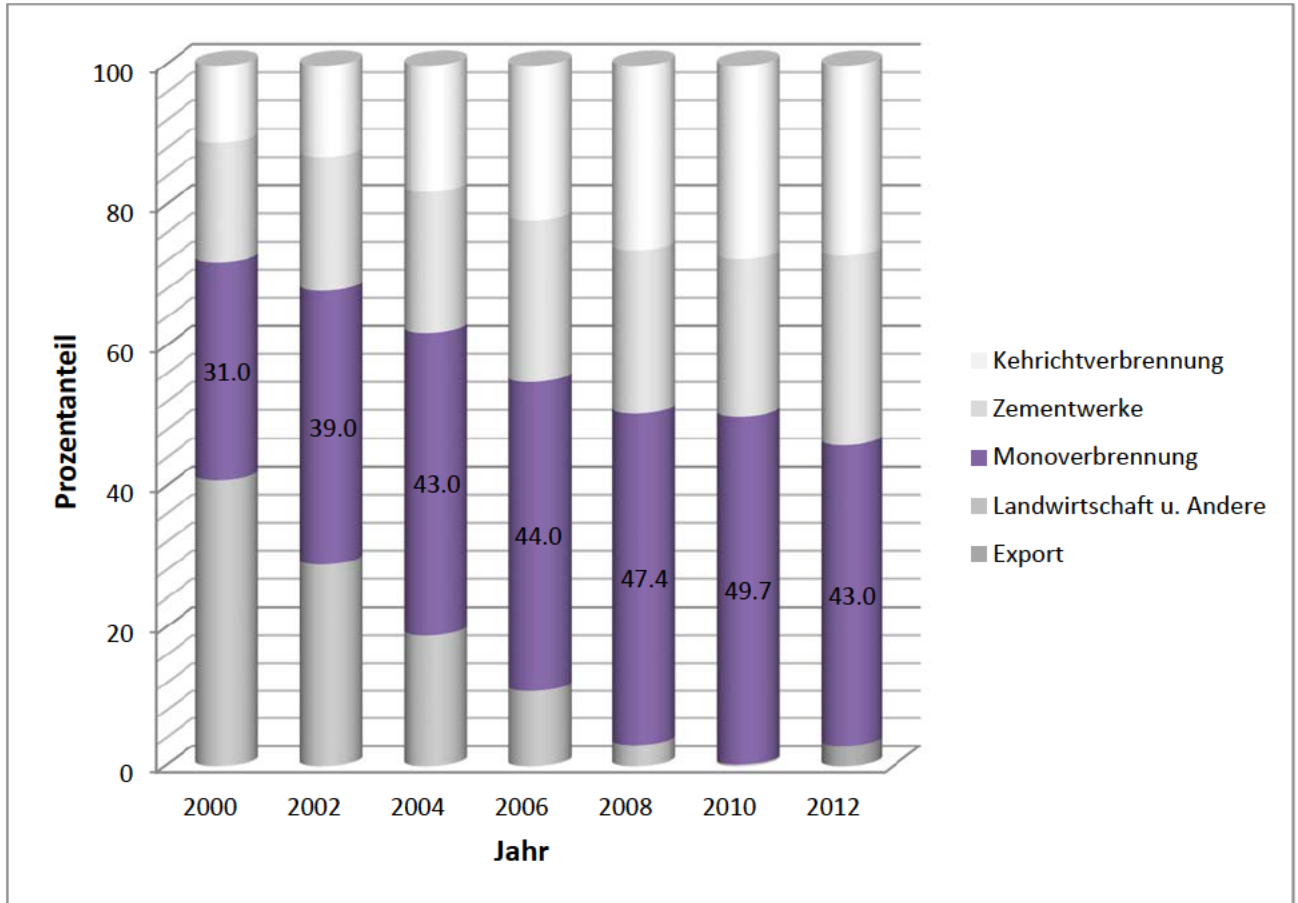


Diagramm 6: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Monoverbrennung“



4.4 Export

4.4.1 Situation

Obwohl es genug Entsorgungskapazitäten für Klärschlamm in der Schweiz gibt, wurde eine geringe Menge davon exportiert. Grundsätzlich ist es zwar verboten, Klärschlamm zu exportieren. Eine Ausnahme regelt Artikel 17 c der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) [5]. Dieser Artikel beschreibt die Voraussetzungen für eine Ausfuhrbewilligung, wenn die Ausfuhr im Rahmen einer vereinbarten regionalen grenzüberschreitenden Zusammenarbeit vorgesehen ist.

2012 wurden 6'182 t TS Klärschlamm von zwei grenznahen Schweizer Firmen nach Deutschland exportiert.

Art. 17¹ Voraussetzungen für die Ausfuhrbewilligung

Das BAFU bewilligt die Ausfuhr, wenn:

- a. der Entsorgungsweg der auszuführenden Abfälle bekannt ist;
- b. die Entsorgung umweltverträglich ist und dem Stand der Technik entspricht;
- c. die Entsorgung von Siedlungsabfällen, Kehrriechtschlacke, Abfällen aus dem öffentlichen Strassenunterhalt, der öffentlichen Abwasserreinigung sowie von brennbaren, vermischten Bauabfällen in der Schweiz nicht möglich ist oder die Ausfuhr der Abfälle im Rahmen einer vertraglich vereinbarten regionalen grenzüberschreitenden Zusammenarbeit vorgesehen ist;
- d. die Abfälle nicht zum Zweck der Ablagerung auf einer Deponie ausgeführt werden; ausgenommen ist die Ausfuhr von:
 1. Abfällen im Rahmen einer vertraglich vereinbarten regionalen grenzüberschreitenden Zusammenarbeit,
 2. Kehrriechtschlacke aus importierten Siedlungsabfällen, für welche die Rücknahme im Gesuch zur Einfuhr beantragt wurde,
 3. Abfällen zur Ablagerung in einer Untertagedeponie,
 4. unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial zur Ablagerung auf Deponien im grenznahen Ausland;
- e. die Zustimmungen des Einfuhrstaates und der Durchfuhrstaaten vorliegen, die nach dem Basler Übereinkommen und dem OECD-Ratsbeschluss erforderlich sind.

¹ Fassung gemäss Ziff. I der V vom 11. Nov. 2009, in Kraft seit 1. Jan. 2010 (AS 2009 6259).

Abbildung 10: Artikel 17 der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen



4.4.2 Entwicklungen seit 2000

Die Ausbringung von Klärschlamm als Dünger, welche am Anfang des Jahrzehnts noch den wichtigsten Entsorgungsweg darstellte, ist mittlerweile verboten. Daher hat dieser Entsorgungsweg rasant abgenommen, während der Export zwischen 2010 und 2012 leicht zugenommen hat.

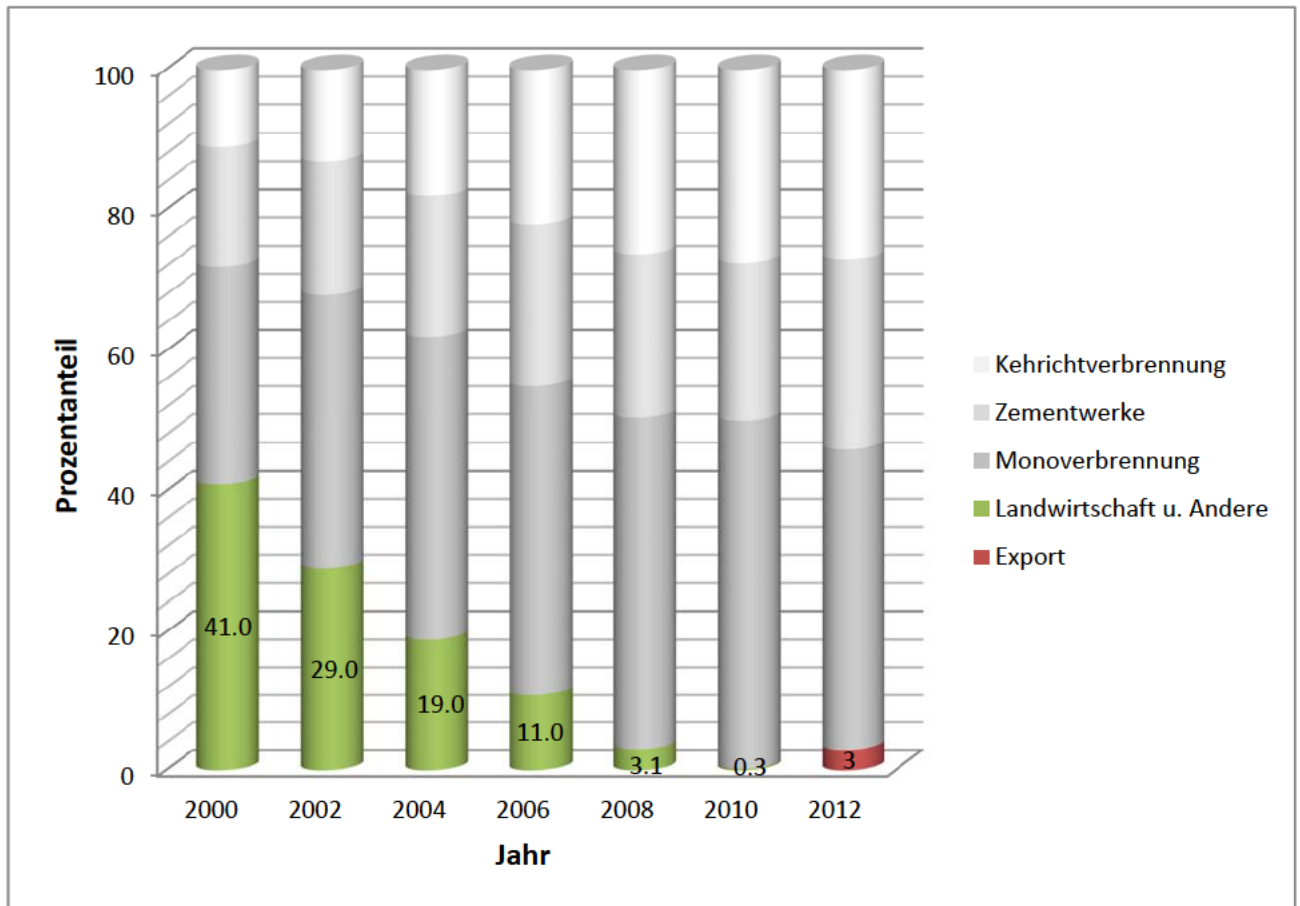


Diagramm 7: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Landwirtschaft u. Andere und Export“



5 Schlussfolgerung

Der Bericht stellt die Situation der Klärschlamm Entsorgung 2012 dar. Die Klärschlammmenge gemäss der Befragung, welche bei den zuständigen Betrieben durchgeführt wurde, ist unwesentlich geringer als in den Vorjahren. Generell zeigt sich, dass für die Klärschlamm Entsorgung nach dem Verbot der Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft genügend Kapazitäten in thermischen Anlagen zur Verfügung stehen. Aufgrund der in den letzten Jahren unveränderten Menge an Klärschlamm ist zudem auch in naher Zukunft nicht mit Kapazitätsengpässen zu rechnen. Ein wichtiges Projekt für die Zukunft stellt hingegen die Rückgewinnung von Phosphor aus dem Klärschlamm dar. Hier gilt es, neue Verfahren zu entwickeln.

6 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich zuerst bei Kaarina Schenk bedanken, die mir diesen spannenden Auftrag erteilt hat und mich während meiner Arbeit unterstützt hat. Ebenfalls bedanke ich mich bei David Hiltbrunner und Petar Mandaliev, die mir geholfen haben, den Bericht zu vervollständigen. Im Weiteren bedanke ich mich bei meiner Sektion und Abteilung, die mir geholfen hat, meine offenen Fragen zu beantworten. Zum Schluss noch möchte ich mich herzlich bei den Beteiligten bedanken, welche bereit waren die gewünschten Zahlen bzw. Daten bezüglich der Klärschlamm Erhebung zur Verfügung zu stellen.



7 Literaturverzeichnis

- [1] Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA & WWF (2012): Der Wasser-Fussabdruck der Schweiz: Ein Gesamtbild der Wasserabhängigkeit der Schweiz. In Zusammenarbeit mit IDANE Wasser.
- [2] BUND (SR 814.600): Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 1. Juli 2011)
- [3] Hermann Ludwig 2009: Rückgewinnung von Phosphor aus der Abwasserreinigung. Eine Bestandsaufnahme. Umwelt-Wissen Nr. 0929. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [4] LAUBE A., VONPLON A., 2004: Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz – Mengen- und Kapazitätserhebung, Umwelt-Materialien Nr. 181, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [5] BUND (SR 814.610): Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005 (Stand am 1. Januar 2010)



8 Abbildungsverzeichnis

Abbildungen Titelseite:

Für das Erstellen der Illustration auf dem Titelblatt wurden Abbildungen aus den folgenden Internet-Quellen verwendet (von oben nach unten):

- http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/080715-nano_in_klaeranlage/klaerschlamml.jpg?hires
- http://okalo24.de/news/files/2013/11/lakl_kr0367711-343x192.jpg
- http://www.srf.ch/var/storage/images/auftritte/news/bilder/node_1612922/13599714-2-ger-DE/bild_span12.jpg
- http://www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18972/una_bg_misc_008Medium.jpg

Abbildung 1: Prinzip des Wirbelschichttrockners	7
➤ http://www.lactosan.at/images_dynam/image_medium/1271086210921.jpeg	
Abbildung 2: Trommeltrockner	8
➤ http://www.klaerwerk.info/Schlammbehandlung/Cakir---Trocknungsverfahren	
Abbildung 3: Bandtrockner	8
➤ http://www.biomasse-vergasung.de/assets/images/autogen/a_Flie_bild-Trockner.gif	
Abbildung 4: Solartrocknungsanlage.....	9
➤ http://www.etz.de/1643-0-Solartrockner+fuer+eine+umweltfreundliche+Klaerschlammentsorgung.html	
Abbildung 5: Scheibentrockner	9
➤ http://www.distact.com/images/trommeltrockner_heissluft.png	
Abbildung 6: KVA Basel	10
➤ http://www.iwb.ch/media/KVA/BildhalbeBreite/kva_ansicht_400_400.jpg	
Abbildung 7: ARA Visp	11
➤ http://www.1815.ch/images/35597_1.jpg	
Abbildung 8: Holcim Untervaz	11
➤ http://v2.suedostschweiz.ch/var/upload/news/image/150855_640.jpg	
Abbildung 9: Grafik von cemsuisse – Kennzahlen vom Jahr 2012 / Jahresbericht 2013	18
➤ http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/ueberuns/publikationen/jahresberichte/index.html?lang=de	
Abbildung 10: Artikel 17 der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen	22
➤ http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021080/index.html#a14	
Abbildung A1: Standorte der Zementwerke in der Schweiz.....	30
➤ http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/ueberuns/standorte/index.html?lang=de	



Diagramm 1: Prozentualer Anteil der Klärschlamm Entsorgung 2012	2
Diagramm 2: Prozentuale Anteile der entsprechenden Entsorgungswege	12
Diagramm 3: Absolute Menge der Klärschlammhebung von 2000 – 2012	13
Diagramm 4: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „KVA“	16
Diagramm 5: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Zementwerk“	19
Diagramm 6: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Monoverbrennung“	21
Diagramm 7: Vergleich mit den Vorjahren vom Entsorgungsweg „Landwirtschaft u. Andere und Export“	23
Diagramm A1: Klärschlamm in KVA nach Kanton.....	29
Diagramm A2: Klärschlamm Entsorgung in SVA	30
Tabelle 1: Klärschlamm Entsorgung 2012 in Tonnen Trockensubstanz (t TS)	2
Tabelle 2: Übersicht über die Klärschlammhebung 2012	6
Tabelle 3: Tabellarische Auflistung der KS-Mengen in KVA (VBSA Statistik)	16
Tabelle 4: Verbrennung von Klärschlamm in SVA – Jahr 2012	21



9 Anhänge

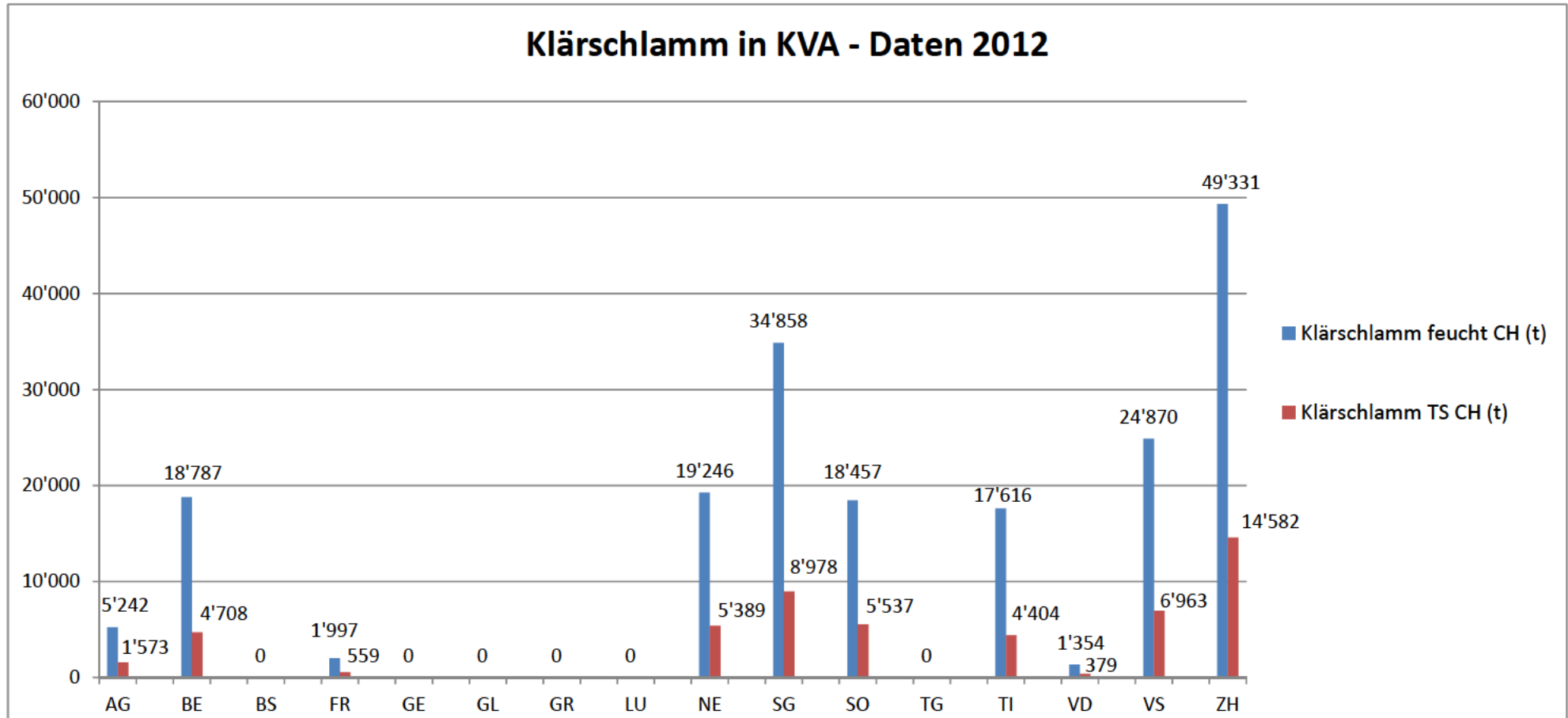


Diagramm A1: Klärschlamm in KVA nach Kanton



Standorte der Zementwerke

Auf der Karte sind die Zementwerke ersichtlich, welche Klärschlamm als alternativen Brennstoff brauchen.

- 1 Holcim (Suisse) SA, usine d'Eclépens
- 2 Jura Cement, usine de Cornaux
- 3 Vigier Cement AG, Péry
- 4 Jura Cement, Werk Wildegg
- 5 Holcim (Schweiz) AG, Werk Siggenthal
- 6 Holcim (Schweiz) AG, Werk Untervaz

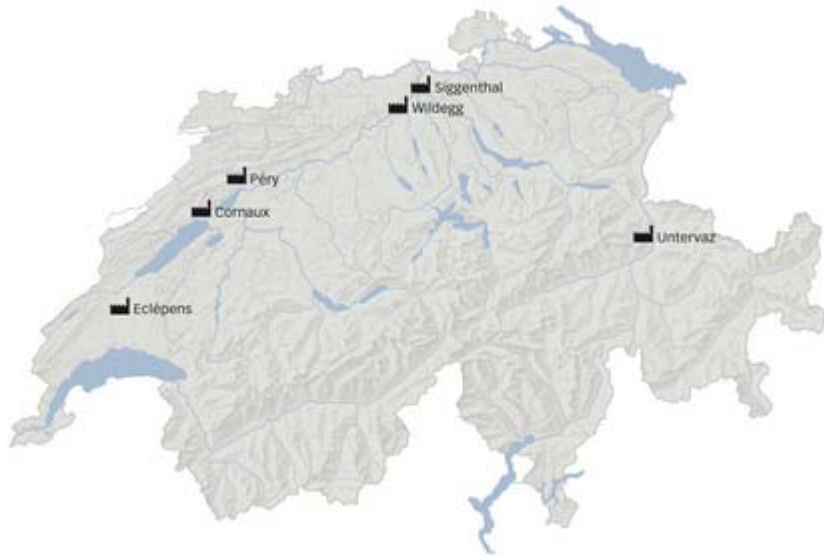


Abbildung A1: Standorte der Zementwerke in der Schweiz

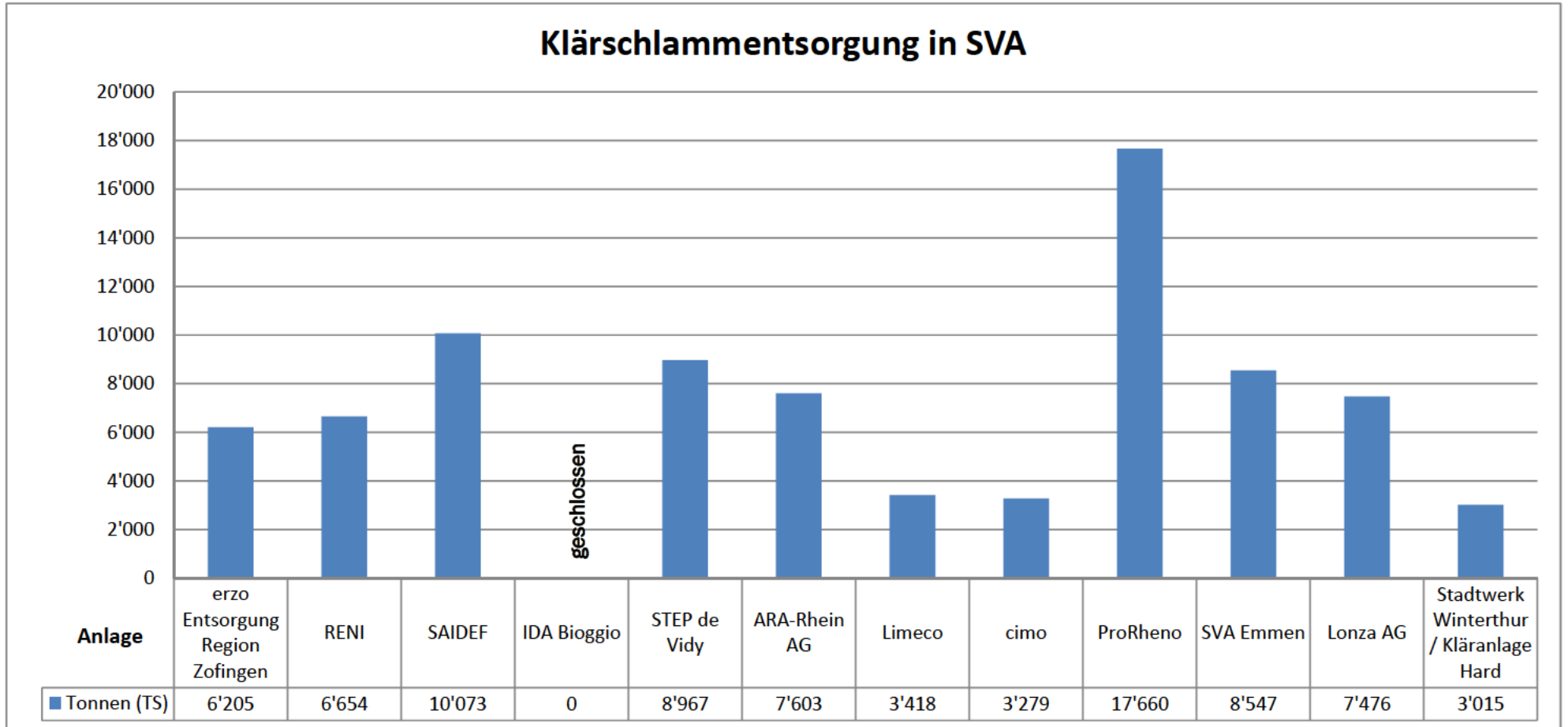


Diagramm A2: Klärschlammmentsorgung in SVA