

**Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz
in Hinblick auf die Rückgewinnung von Phosphor**
Erhebung der Daten 2017 im Auftrag des Bundesamts für Umwelt

Autor: B. Gaussen-Freidl, VBSA, freidl@vbsa.ch
Datum: 19. August 2019

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU

Die Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst.
Für den Inhalt sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.

Inhalt

1.	Zusammenfassung	2
2.	Ziel der Erhebung	4
3.	Datenerhebung	5
4.	Verwendete Abkürzungen und Kennzahlen	5
5.	Ergebnisse der Umfrage	6
5.1	Kanton Aargau AG	7
5.2	Kanton Appenzell-Innerrhoden AI.....	9
5.3	Appenzell-Ausserrhoden AR.....	10
5.4	Kanton Bern BE.....	11
5.5	Kanton Basel-Land BL	13
5.6	Kanton Basel-Stadt BS	14
5.7	Kanton Fribourg FR.....	15
5.8	Kanton Genève GE.....	16
5.9	Kanton Glaris GL	17
5.10	Kanton Graubünden GR.....	18
5.11	Kanton Jura JU	19
5.12	Kanton Luzern LU.....	20
5.13	Kanton Neuchâtel NE.....	21
5.14	Kanton Nidwalden NW	22
5.15	Kanton Obwalden OW	23
5.16	Kanton St. Gallen SG.....	24
5.17	Kanton Schaffhausen SH.....	26
5.18	Kanton Solothurn SO	27
5.19	Kanton Schwyz SZ.....	29
5.20	Kanton Thurgau TG.....	30
5.21	Kanton Ticino TI.....	31
5.22	Kanton Uri UR.....	32
5.23	Kanton Valais VS	33
5.24	Kanton Vaud VD.....	34
5.25	Kanton Zug ZG	35
5.26	Kanton Zürich ZH	36
5.27	Schweiz CH.....	37
5.28	Trocknungsanlagen.....	38
5.29	Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung	39
6.	Daten-Analyse	40
7.	Liste der Tabellen und Grafiken	44
8.	Quellen	44

1. Zusammenfassung

Abwasserreinigungs-Anlagen, Klärschlamm-Mengen, Entsorgungswege

Mehr als 98% der Schweizer Bevölkerung waren 2017 an 783 ARA angeschlossen. 40 dieser Anlagen, meistens sehr klein (Klein-ARA), stellten keine auswertbaren Daten zur Verfügung.

Die Datenerhebung umfasst daher 743 ARA und ergibt eine Schlammproduktion von ca. 178'000 T Klärschlamm (Trockensubstanz) für das Jahr 2017. Im Vergleich mit der Erhebung aus dem Jahr 2016 blieb die Klärschlamm-Menge trotz Bevölkerung-Zuwachs (+64'580 Einwohner, + 0.8%) konstant. Das durchschnittliche jährliche Pro-Kopf-Aufkommen liegt – wie im Jahr 2016 - bei 21.2 kg Klärschlamm Trockensubstanz.

Bei der Erhebung wurden die Abwasserreinigungsanlagen (ARA) gemäss ihrer Schlamm-Behandlung kategorisiert:

- ARA ohne Entwässerung (ARA oE): produziert Flüssigschlamm (ca. 3 – 8 % Trockensubstanz)
- ARA mit Entwässerung (ARA mE): produziert entwässerten Schlamm (ca. 23-30 % Trockensubstanz)
- ARA mit Trocknung (ARA mT): produziert getrockneten Schlamm (ca. 90 – 94 % Trockensubstanz)
- ARA x: anderweitige Schlamm-Behandlung (meist Schilfrohr-Kompostierung)

Zusätzlich wurden 3 Trocknungsanlagen, die nicht auf einem ARA-Standort stehen (ARA-unabhängige Trocknungsanlagen, TA) in die Schlamm-Bilanzierung mit einbezogen.

ARA* Typ	Anzahl	Angeschlossene Einwohner	Abgegebener Klärschlamm (Tonnen TS)	Typ Klärschlamm	Entsorgungswege
ARA oE	365	1'342'200 (16%)	27'600	flüssig (3-8 % TS)	ARA mE (75%) ARA mT (25%) KVA/SVA (< 0.2%)
ARA mE	335	5'943'364 (71%)	150'400**	entwässert (23-30% TS)	KVA (17%) SVA (74%) ARA mT (4%) TA (5%)
ARA mT	14	1'055'940 (13%)	33'000***	getrocknet (>90% TS)	Zementindustrie (92 %) KVA (0.6%) Nur entwässert an SVA (7%)
ARA x	29	18'766 (0.2%)	104	kompostiert	Reste aus Schilfrohr- Kompostierung in KVA
ARA	40	ca. 30'000	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Gesamt	783	ca. 8'390'000	ca. 178'000		

*Erklärung zu allen verwendeten Abkürzungen siehe Kapitel 4

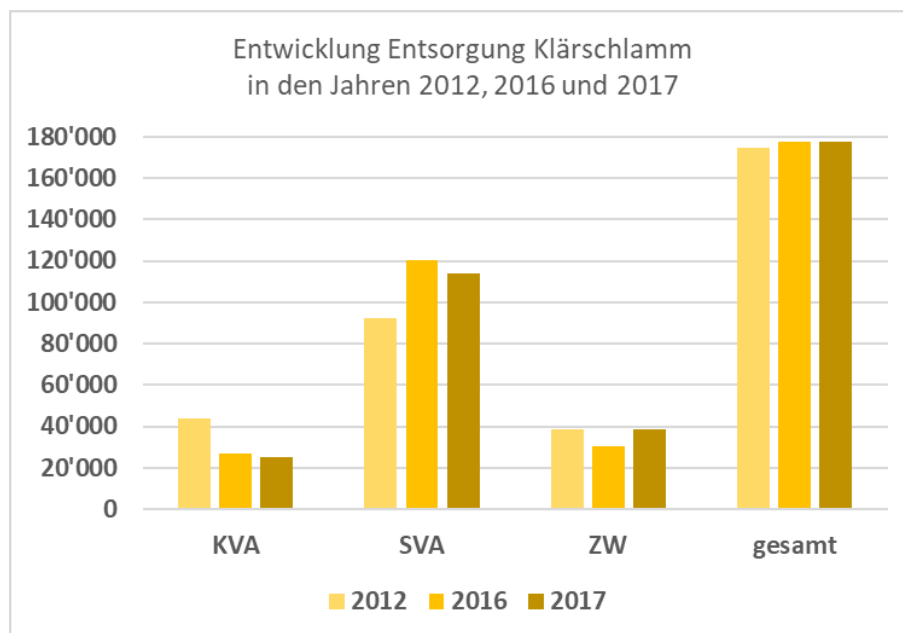
** inklusive 21'000 T aus ARA oE

***inklusive 6'600 T aus ARA oE und 6'200 T aus ARA mE

Tabelle [1.1]: ARA-Typen und ihre Klärschlamm-Mengen und deren Entsorgungswege

Die drei aktuellen Entsorgungswege für Klärschlamm in der Schweiz sind die Verbrennung in Schlammverbrennungsanlagen (SVA, 113'712 T TS), in thermischen Kehrrechtwertwertungsanlagen (KVA, 25'281 T TS) oder in Zementwerken (ZW, 38'451 T TS). Hier konnte gegenüber 2016 eine leichte Verschiebung der Mengen festgestellt werden, und zwar von der Monoverbrennung (-5% gegenüber 2016; ent-

spricht 6'500 T TS) und der KVA (-7% gegenüber 2016; entspricht -1'800 T TS) in Richtung Zementindustrie (+ 26% gegenüber 2016; entspricht + 7'900 T TS; alle in ZW bilanzierte Mengen exklusive Import-Schlamm).



Grafik [1.1]: Klärschlamm-Entsorgung 2012/2016/2017

Trocknungsanlagen

Der Schweizer Anlagenpark umfasst 17 Trocknungsanlagen mit einer Nennkapazität von ca. 56'000 T Trockensubstanz jährlich. 14 Trocknungsanlagen werden direkt auf ARA-Gelände betrieben, 3 Anlagen sind ARA-unabhängig aufgestellt. Die durchschnittliche Auslastungsrate belief sich im Jahre 2017 mit 40'500 T getrockneter Klärschlamm auf 72%. Dieser eher tiefe Auslastungswert wurde hauptsächlich durch 2 relativ grosse Anlagen (Kapazität ca. 7'500 T Landi Aachtal und 2'500 T IDA Foce) ausgelöst, die aus betrieblichen bzw. aus Alters-Gründen nur teilweise Klärschlämme annehmen bzw. nur Teillast fahren. Die ARA Bern verfügt zudem über eine Trocknungsanlage mit einer Kapazität von 12'000 T TS, nutzt momentan aber nur ca. 50% dieser Kapazität, was der Auslastung mit den gesamten Eigen-Schlämmen entspricht. Die ARA Bern hätte also noch ca. 6'000 T TS freie Trocknungskapazität für externe Schlämme.

Energieträger für die Trocknung der 40'500 T TS sind zu 84 % erneuerbare Energien (Abwärme Abwasser oder Blockheizkraftwerke der ARA, Biogas aus der Faulung, Abwärme oder Dampf aus KVA, Abwärme aus Zementindustrie, Solarenergie, etc.) und zu 16 % fossilen Ursprungs (Erdgas, Erdöl).

Bis 2025 sollen mindestens 8 dieser 17 Trocknungsanlagen stillgelegt werden, was die Trocknungskapazitäten in der Schweiz auf ca. 41'000 T TS reduzieren und geografisch in der Zentral- und Ost-Schweiz konzentrieren würde. Die 2017 getrocknete Menge von 40'500 T TS könnte aber immer noch mit den verbleibenden Anlagen gedeckt werden (vgl. Restkapazität der Trocknungsanlage der ARA Bern).

Phosphor-Projekte

Die Erhebung hat 7 mehr oder weniger ausgereifte Projekte aufgezeigt. Diese Projekte würden die Phosphor-Rückgewinnung für ca. 2/3 der Schweizer Klärschlamm-Mengen abdecken.

5 dieser Projekte (ca. 100'000 T TS) gehen den «Aschepfad», das heisst P-Rückgewinnung aus der Asche nach der Mono-Verbrennung des Klärschlammes.

2 Projekte (ca. 18'000 T TS) betreffen Verfahren, die die P-Rückgewinnung aus den Klärschlämmen vor deren Trocknung vorsieht.

Zwei dieser sieben Projekte haben die Labor- und Pilotierungs-Phasen bereits abgeschlossen:

- Das ZAR-Projekt mit der Technologie Phos4Life (Produktion von Phosphor-Säure aus der Klärschlamm-Asche) sieht eine Inbetriebnahme im Jahr 2027/2028 vor, der Zeitraum ist abhängig von der Verfügbarkeit des geplanten Standortes in Emmenspitz. Die geplante Kapazität liegt zwischen 40'000 – 80'000 Tonnen TS Klärschlamm (20'000 – 40'000 Tonnen Klärschlamm-Asche). Die behandelten Schlämme kämen hauptsächlich aus den Kantonen der teilnehmende Partner: ERZ Zürich (ZH), ZASE (SO), EPURA (VD), SAIDEF (FR) und ERZO Oftringen (AG) im Falle des Baus einer neuen SVA.
- Das ZAB-Projekt mit dem ZAB-Verfahren (Produktion von Min-Rec-Dünger aus Klärschlamm-Asche und Tierknochen-Asche nach Laugung mit Phosphor-Säure) sieht eine Inbetriebnahme für das Jahr 2022 auf dem Standort der ZAB Bazenhaid vor. Die geplante Kapazität liegt bei 20'000 T TS Klärschlamm. Die behandelten Schlämme kämen hauptsächlich aus den Kantonen SG, SH und TG.

Ein weiteres, relativ konkretes Projekt wird von der ERZO Oftringen vorangetrieben: ab Sommer 2019 ist ein 6-monatiger Gross-Versuch geplant, um die Klärschlämme mit Additiven im Drehrohr-Ofen so zu verbrennen, dass die Asche für die Düngemittelherstellung verwendet werden kann.

Das einzige Projekt, das den «Schlammfad» zur Phosphor-Rückgewinnung betritt, wird von der ARA Bern getragen. Der Bau einer Pilotanlage für die erweiterte Technologie ExtraPhos Plus ist für das Jahr 2020 geplant.

Für detaillierte Beschreibungen dieser verschiedenen Verfahren wird auf die EBP-Studie «Beurteilung von Technologien zur Phosphor-Rückgewinnung» verwiesen, die in Kürze auf der BAFU-Internetseite veröffentlicht werden wird.

2. Ziel der Erhebung

Ab dem ersten Januar 2026 muss Phosphor aus kommunalem Abwasser rückgewonnen und einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Artikel 15 der Abfallverordnung (SR 814.600) zählt drei Möglichkeiten auf, wie dieser Pflicht nachgekommen werden kann: Phosphor-Rückgewinnung direkt aus dem Abwasser, aus dem Klärschlamm oder aus der Asche nach der thermischen Behandlung von solchem Klärschlamm. Diese drei technischen Möglichkeiten haben einen Punkt gemeinsam: ihre Umsetzung wird Investitionen in neue Anlagen oder Anlageteile erfordern.

Um die absehbaren Mehrkosten für den Steuerzahler möglichst tief zu halten, muss die Planung dieser Investitionen mit grosser Sorgfalt vorgenommen werden. Insbesondere sollen die notwendigen Investitionen möglichst koordiniert erfolgen, um das erhebliche Synergiepotential zu nutzen und Überkapazitäten zu vermeiden.

Eine gute Investitionsplanung erfordert eine solide Faktengrundlage. Um diese Faktengrundlage zu schaffen, wurde der VBSA vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) beauftragt, die Klärschlamm-Mengen, ihre Qualität (gefault, nicht gefault, entwässert, getrocknet, etc.) sowie ihre aktuellen und geplanten Entsorgungswege in Hinblick auf die Pflicht der Phosphor-Rückgewinnung gemäss VVEA Art. 15 Abs. 1 schweizweit zu erheben. Diese Erhebung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Verband der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA.

3. Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurden alle kantonalen Gewässerschutzämter der Schweiz angeschrieben. Alle 26 Ämter haben geantwortet und ihre Daten geliefert. Für die Erhebung wurde jedem kantonalen Amt eine Excel-Tabelle zur Verfügung gestellt, die alle kommunalen ARA-Anlagen des betroffenen Kantons enthielt. Gefragt wurde nach Schlammqualität gemäss VSA-Codes, nach produzierten und weitergeleiteten, bzw. entsorgten Mengen sowie nach den Entsorgungsweg der Schlämme aus jeder ARA. Gleichzeitig wurden die Standorte, Kapazitäten, zukünftige Projekte sowie die Jahresmengen 2017 der existierenden Klärschlamm-Trocknungsanlagen abgefragt. Ein dritter Fragenkatalog betraf die Phosphor-Rückgewinnungsprojekte, deren Stand, die geplanten Kapazitäten sowie die vorgesehenen Technologien der Phosphor-Rückgewinnung.

Unklare Angaben wurden soweit wie möglich in anschliessenden Gesprächen entweder mit den Vertretern der kantonalen Gewässerschutzämter oder direkt mit Betreibern der ARA und Trocknungsanlagen geklärt. Zur Plausibilisierung der Zahlen wurde zudem die Einwohnermeldestatistik 2017 herangezogen, sowie die theoretische kantonale Klärschlamm-Produktion mit einem Durchschnittswert von 20 kg Schlamm/ Person/ Jahr angenommen.

4. Verwendete Abkürzungen und Kennzahlen

ARA	Abwasserreinigungs-Anlage
ARA oE	ARA ohne Entwässerung (gibt flüssigen Klärschlamm KS 5 ab)
ARA mE	ARA mit Entwässerung (gibt entwässerten Klärschlamm KS 30 ab)
ARA mT	ARA mit Trocknung (verfügt über eine eigene Trocknungsanlage und gibt getrockneten Klärschlamm KS 90 ab)
Eang	Anzahl der an die ARA angeschlossenen Einwohner
Einw 2017	Einwohneranzahl am 31.12.2017
KS	Klärschlamm
KS 5	flüssiger Klärschlamm mit Trockensubstanzgehalt von ca. 3 – 8 %
KS 30	entwässerter Klärschlamm mit Trockensubstanzgehalt von ca. 23 – 30 %
KS 90	getrockneter Klärschlamm mit Trockensubstanzgehalt von > 90%
KVA	thermische Kehrrechtverwertungsanlage
SVA	(Mono-)Schlammverbrennungsanlage
TA	Trocknungsanlage
TS	Trockensubstanzgehalt
ZW	Zementwerk
KS kg/Einw/a	Mittlere jährliche Schlammproduktion pro angeschlossenem Einwohner in Kilogramm Trockensubstanz

Tabelle [4] verwendete Abkürzungen

5. Ergebnisse der Umfrage

Alle Mengenangaben beziehen sich auf das Jahr 2017.

Die Ergebnisse der Umfrage werden in den folgenden Seiten kantonal dargestellt und kommentiert. Klärschlämme, die in einen anderen Kanton entsorgt werden, «verlassen» die kantonale Bilanz und werden im Kanton, der die Schlämme weiterbehandelt und entsorgt, bilanziert und dargestellt.

Klärschlämme, die aus Klein-ARA ohne Entwässerung (ARA oE) als Flüssigschlamm in andere Gross-ARA zur Entwässerung und/oder Faulung entsorgt werden, sind in den Abgabemengen dieser Gross-ARA bilanziert.

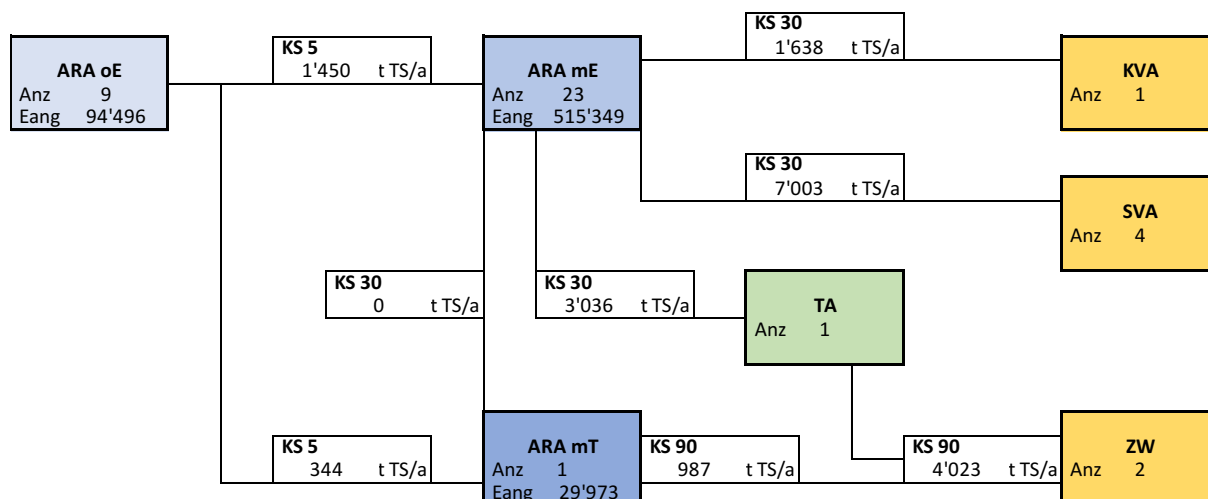
Entwässerte Klärschlämme, die aus Abwasserbehandlungen ohne oder mit Entwässerung (ARA oE, ARA mE) in eine ARA mit Trocknung (ARA mT) weitergeleitet werden, sind in den Abgabemengen der ARA mit Trocknung bilanziert.

Diese Art der Bilanzierung wurde auch explizit im Fragebogen der Erhebung beschrieben.

Alle Klärschlamm-Mengenangaben in diesem Bericht beziehen sich immer auf 100% Trockensubstanz. Auch in der Erhebung wurden konsequent für alle Klärschlamm-Arten immer die Mengen auf 100% Trockensubstanz bezogen abgefragt. Es ist zu beachten, dass diese Mengen dementsprechend jeweils mit einem mittleren Trockensubstanzgehalt berechnet wurden und somit die realen Schlamm-Mengen mit einer gewissen Ungenauigkeit widerspiegeln.

5.1 Kanton Aargau AG

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
667'286	12'664	19.8	1'638	7'003	4'023
Einw 2017 670'988					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 42 ARA betrieben.

Für 9 der insgesamt 42 kantonalen ARA (27'468 Einwohner, 4.1% der angeschlossenen Einwohner) liegen keine vollständigen Daten bezüglich der produzierten Schlamm-Mengen und ihrer Entsorgungswege vor. Die Berechnung der mittleren Pro-Kopf-Schlamm-Produktion (19.8 kg) wurde somit mit 639'818 angeschlossenen Anwohnern ausgeführt, da nur für diese Bewohner die Schlamm-Mengen und Entsorgungswege bekannt sind.

3 der 9 ARA oE liefern ihre Schlämme an eine ausserkantonale ARA mE (im Kanton LU) und anschliessender SVA. Es handelt sich um 632 Tonnen TS, somit um 43% der flüssigen Schlämme. Wird dieser Menge in der kantonalen Bilanz Rechnung getragen, dann erhöht sich die kantonale Klärschlammmenge von 12'664 T TS auf 13'296 Tonnen TS und die mittlere KS-Pro-Kopf-Produktion von 19.8 kg auf 20.8 kg [KS TS/angeschlossene Einwohner/Jahr].

13% der Schlämme werden in KVA, 55% in SVA und 32% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

3'036 Tonnen TS wurden in der Trocknungsanlage STRAG in Würenlingen mit der Abwärme des benachbarten Zementwerkes getrocknet und anschliessend in diesem Zementwerk verwertet. Die Trocknungsanlage nimmt entwässerte Schlämme aus 10 verschiedenen ARA an. Die Nennleistung der TA liegt gemäss Betreiber bei 3'500 T TS, könnte aber bei Umstellung von der heutigen Luftkühlung auf eine Flusswasser-Kühlung auf 5'000 T TS erhöht werden. Eine Verdoppelung dieser Kapazität auf 10'000 T TS wäre vorstellbar, falls vorab aus den Klärschlämmen über den Schlamm-Pfad in den Zulieferer-ARA der Phosphor zurückgewonnen wird.

Auf dem Kantonsgebiet wird eine weitere Trocknungsanlage direkt in der ARA Wohlen betrieben. Im Jahre 2017 wurden dort 987 T TS aus verschiedenen ARA getrocknet und in einem Zementwerk entsorgt. Die Anlage wird mit Erdgas betrieben. Gemäss Angabe des kantonalen Gewässerschutzamtes soll diese Trocknungsanlage in den nächsten Jahren (bis 2025) stillgelegt werden.

Phosphor-Rückgewinnung

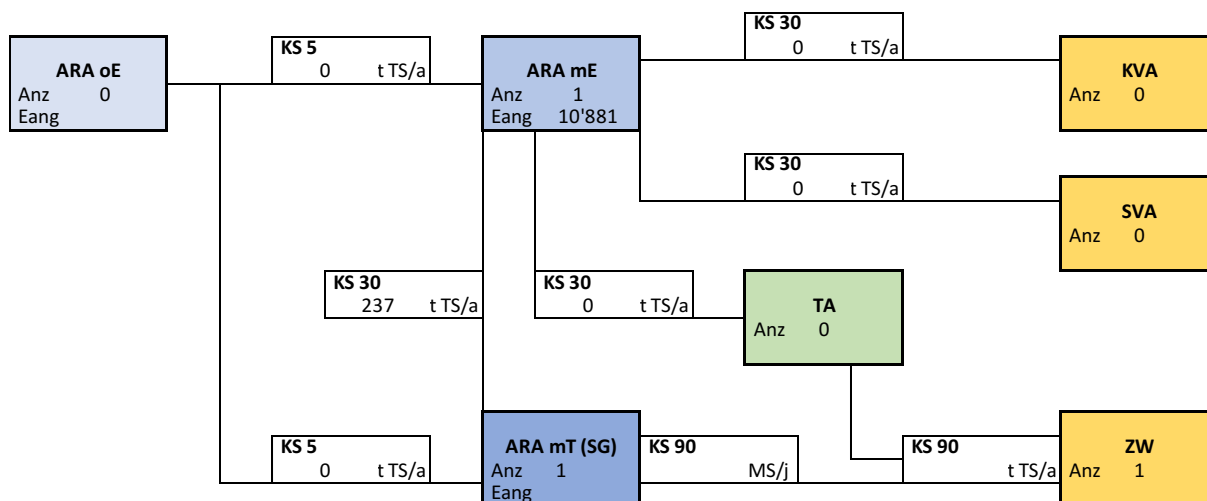
Konkrete Projekte der Phosphor-Rückgewinnung aus KS werden hauptsächlich in der SVA ERZO Oftringen verfolgt. In der bestehenden SVA (8'000 T TS, Dreh-Rohr mit Rauchgas-Reinigung über die KVA) soll über das EuPhoRe-Verfahren (Asche-Pfad) ein Bestandteil für einen Recyclingdünger produziert werden. Ein 6-monatiger Gross-Versuch ist ab Juli 2019 geplant, um die Technologie sowie die Verwertungs-Möglichkeiten der phosphor-reichen Asche zu testen.

ERZO plant in einem späteren Schritt den Bau einer neuen, grösseren SVA (20'000 – 30'000 T TS) ab 2027/2028. Die Phosphor-Rückgewinnung aus dieser KS-Asche würde in diesem Falle mit der Technologie Phos4Life (Säure aus Asche) stattfinden.

Der Bau einer Pilotanlage ExtraPhos, um Phosphor über den Schlamm-Pfad vor der Trocknung des Klärschlammes zurück zu gewinnen, wird vom Betreiber der Trocknungsanlage STRAG in Erwägung gezogen. Konkrete Zeitangaben zu diesem Projekt liegen jedoch nicht vor.

5.2 Kanton Appenzell-Innerrhoden AI

Einw ang. 10'881	KS gesamt t TS/a 237	KS in kg TS/Einw/a 21.8	t TS Entsorg. in KVA 0	t TS Entsorg. in SVA 0	t TS Entsorg. in ZW 0
Einw 2017 16'105					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt wird auf Kantonsgebiet 1 ARA betrieben.

Die entwässerten Schlämme der einzigen kantonalen ARA werden im Kanton St. Gallen in der ARA Altenrhein (ARA mT) weiterbehandelt.

100% der Schlämme werden somit in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

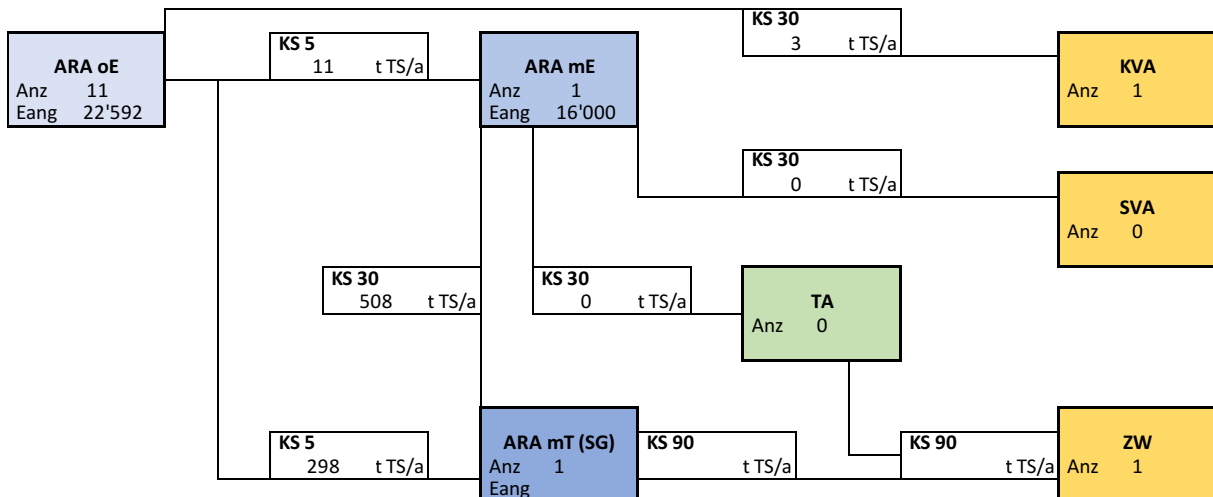
Auf dem Kantonsgebiet befinden sich keine Schlamm-Trocknungsanlagen.

Phosphor-Rückgewinnung

Momentan liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in der kantonalen ARA vor.

5.3 Appenzell-Ausserrhoden AR

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
38'592	809	21.0	3	0	0
Einw 2017 55'178					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 12 ARA betrieben.

Die im Kanton AR produzierten 809 Tonnen Klärschlamm wurden 2017 fast ausschliesslich (99.6%) im Kanton St. Gallen in der ARA Altenrhein (ARA mT) weiterbehandelt. Ca. 30% (300 t) werden dabei als Flüssigschlamm nach Altenrhein transportiert.

Für 3 ARA oE ist die Stilllegung geplant: 2 ARA (3'190 Eang) im Jahre 2018 und 1 ARA (2'676 Eang) im Jahre 2020.

Die Schlämme werden fast zu 100% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

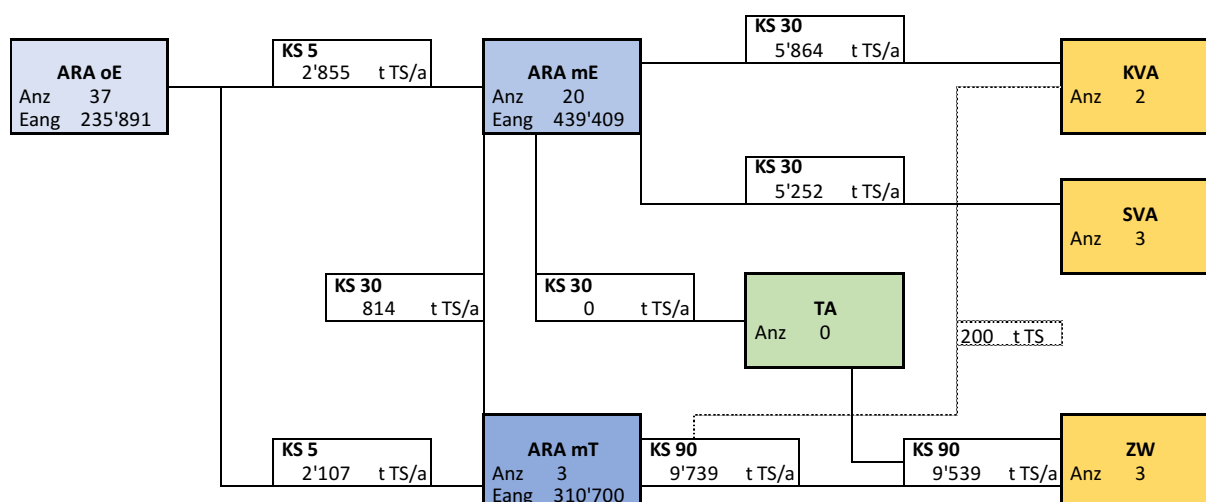
Auf dem Kantonsgebiet befinden sich keine Schlamm-Trocknungsanlagen.

Phosphor-Rückgewinnung

Momentan liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.4 Kanton Bern BE

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
986'000	20'855	21.2	6'064	5'252	9'539
Einw 2017 1'031'126					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 60 ARA betrieben.

Drei der 37 kantonalen ARA oE liefern ihre Schlämme in zwei ausserkantonale ARA mE (Kanton SO) mit KVA resp. SVA als anschliessenden Entsorgungsweg. Es handelt sich um 1'231 Tonnen TS, somit um 25% aller Flüssigschlämme. Wird dieser Menge in der kantonalen Bilanz Rechnung getragen, dann erhöht sich die kantonale Klärschlammmenge von 20'855 T TS auf 22'087 Tonnen TS und die mittlere KS-Pro-Kopf-Produktion von 21.2 kg auf 22.4 kg [KS TS/angeschlossene Einwohner/Jahr].

Eine der 37 ARA oE entsorgt ihre Flüssigschlämme (235 Tonnen TS) über eine externe Biogasanlage, die die gefaulten Schlämme anschliessend in einer KVA entsorgt. Diese Biogasanlage wurde in der Mengenzahlung und im Schema einer ARA mE gleichgesetzt.

29% der Schlämme werden in KVA, 25% in SVA und 46% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Drei der 60 kantonalen ARA betreiben Trocknungsanlagen:

Die grösste mit einer Nennleistung von 12'000 Tonnen TS ist die ARA Region Bern (arabern). 2017 wurden hier 6'265 Tonnen Klärschlamm mit der Wärme der Energiezentral EWB getrocknet.

In der Trocknungsanlage ST Biel-Seeland im Verbund mit der ARA Biel wurden 3'438 Tonnen Klärschlamm mit Dampf aus der KVA Müve Biel getrocknet. Die Nennleistung dieser Anlage wurde mit 3'000 T TS angegeben.

Die ARA Meiringen betreibt eine eigene Trocknungsanlage mit einer Kapazität von 200 Tonnen TS. Als Energieträger für die Trocknung wird Strom benutzt. Diese getrockneten Schlämme werden in KVA entsorgt.

Für keine der drei Anlagen ist eine Still-Legung in den nächsten Jahren geplant.

Phosphor-Rückgewinnung

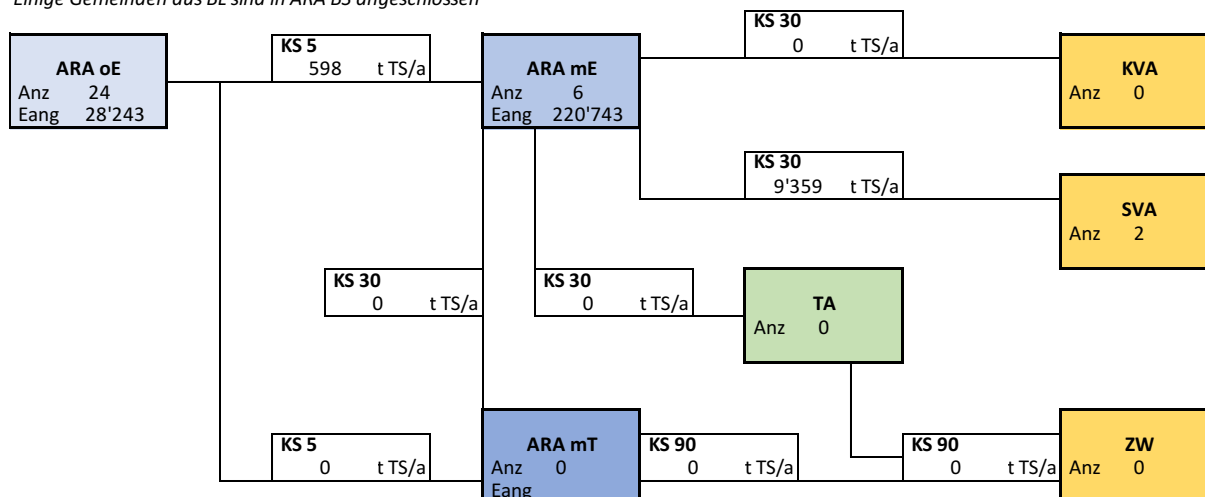
Konkrete Projekte der Phosphor-Rückgewinnung aus KS werden hauptsächlich in der ARA Region Bern verfolgt. Hier ist der Bau einer Pilotanlage geplant, um über das modifizierte ExtraPhos-Verfahren (ExtraPhos-Technologie, aber mit Verwendung von zusätzlichen Fällungsmitteln, um eine P-Rückgewinnungsrate von ca. 80% zu erreichen) den Phosphor vor der Trocknung aus dem Klärschlamm zurück zu gewinnen. Als Zeithorizont für die Inbetriebnahme der Pilotanlage wird das Jahr 2020 formuliert.

Die kantonalen Gross-ARA Lyss, Thun und Biel sind an diesem Projekt interessiert und würden sich nach der erfolgreichen Pilot-Phase der ARA Bern auch diesem P-Rückgewinnungspfad anschliessen. Die 4 Gross-ARA (Bern, Biel, Thun und Lyss) repräsentieren 47 % der angeschlossenen Bevölkerung (462'037 Eang) und 53% der produzierten Schlämme (11'155 T TS).

5.5 Kanton Basel-Land BL

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
248'986	9'359	37.6	0	9'359	0
Einw 2017 287'023					

Einige Gemeinden aus BL sind in ARA BS angeschlossen



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 30 ARA betrieben.

Die hohen Schlamm-Mengen pro Einwohner sind durch den zusätzlichen Schlamm aus den Industrie-Abwässern der ARA Rhein zu erklären. Von der gesamten Schlamm-Produktion der ARA Rhein (5'605 Tonnen) sind nur ca. 15% (850 Tonnen) kommunaler Klärschlamm (Quelle: Jahresbericht 2017 ARA Rhein). Würden die 4'755 Tonnen Industrie-Schlamm aus der Bilanz abgezogen, dann würde sich die kantonale Klärschlamm-Menge von 9'359 Tonnen auf 4'604 Tonnen und die mittlere KS-Pro-Kopf-Produktion von 37.6 kg auf 18.5 kg [KS TS/angeschlossene Einwohner/Jahr] verringern.

100% der Schlämme werden in SVA entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es werden aktuell keine Trocknungsanlagen auf dem Kantonsgebiet betrieben.

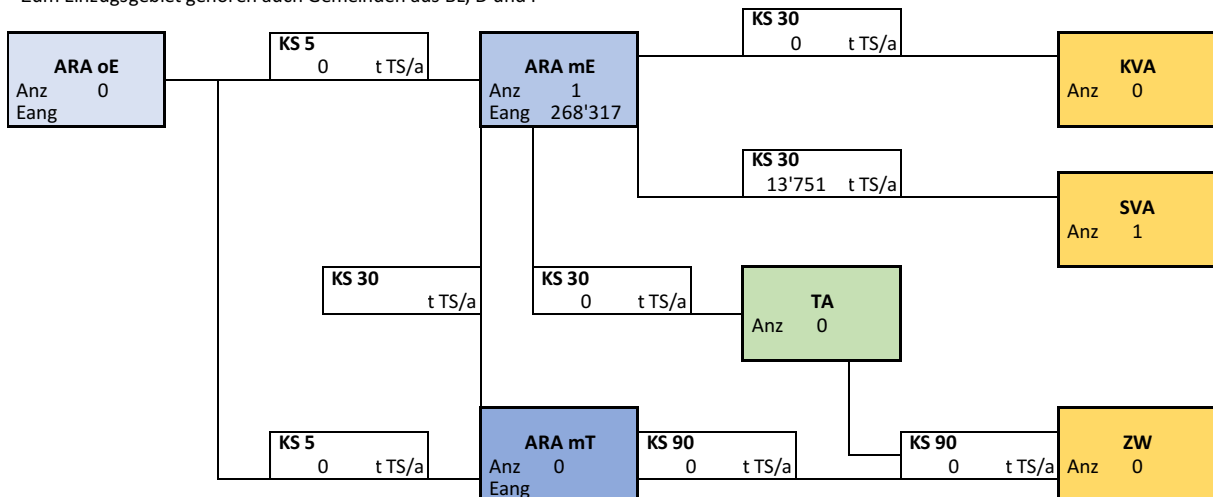
Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.6 Kanton Basel-Stadt BS

Einw ang.*	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
268'317	13'751	51.2	0	13'751	0
Einw 2017 193'908					

*Zum Einzugsgebiet gehören auch Gemeinden aus BL, D und F



ARA und Klärschlamm

Insgesamt wird auf Kantonsgebiet eine einzige Gross-ARA betrieben.

Die hohen Schlamm-Mengen pro Einwohner sind durch den zusätzlichen Schlamm aus den Industrie-Abwässern der ARA ProRheno zu erklären. Ausserdem werden die Schlämme der ARA nicht gefault. Allerdings ist eine Faulung aller Schlämme mit der neuen ARA geplant (Start Neubau September 2018). Die Inbetriebnahme dieser Faulung findet voraussichtlich im Jahr 2024 statt – damit würden sich die Schlamm-Mengen um etwa 25% reduzieren.

100 % der Schlämme werden in der SVA ProRheno entsorgt.

Trocknungsanlagen

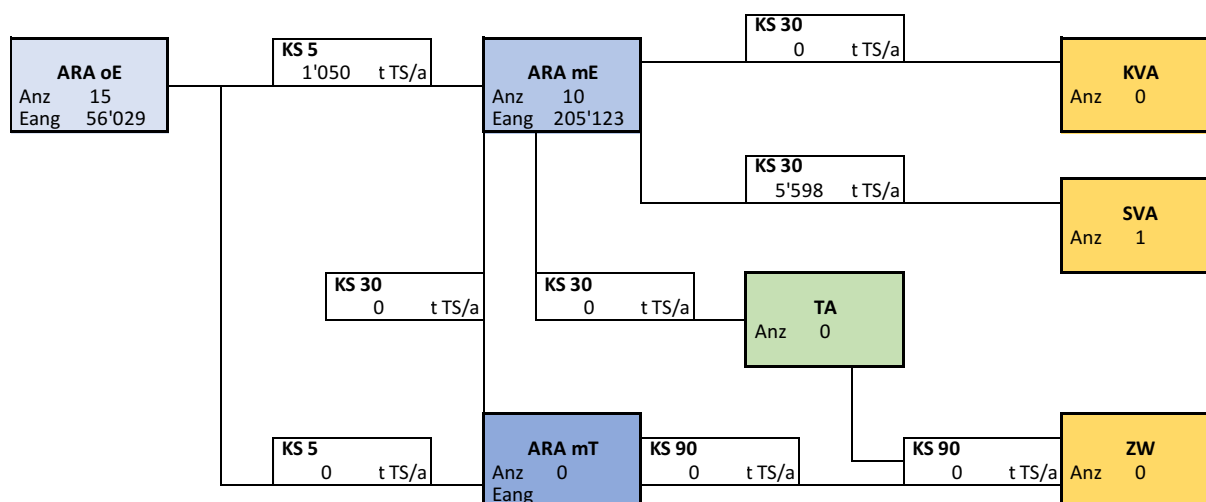
Es werden aktuell keine Trocknungsanlagen auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in der kantonalen ARA vor.

5.7 Kanton Fribourg FR

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
261'152	5'598	21.4	0	5'598	0
Einw 2017 315'074					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 25 ARA betrieben.

Die mit 21.4 kg leicht über dem Schweizer Mittelwert liegenden Schlamm-Mengen pro Einwohner sind vor allem durch den zusätzlichen Schlamm aus den Lebensmittel-Industrie-Abwässern der ARA in Estavayer-le-Lac zu erklären. Nimmt man diese Anlage aus der Schlamm-Bilanz, so würde sich die durchschnittliche Schlamm-Produktion auf 19.3 kg/Einwohner/Jahr vermindern.

Alle anfallenden Klärschlämme werden über die Mono-Schlammverbrennung in SAIDEF Posieux entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es werden aktuell keine Trocknungsanlagen auf dem Kantonsgebiet betrieben.

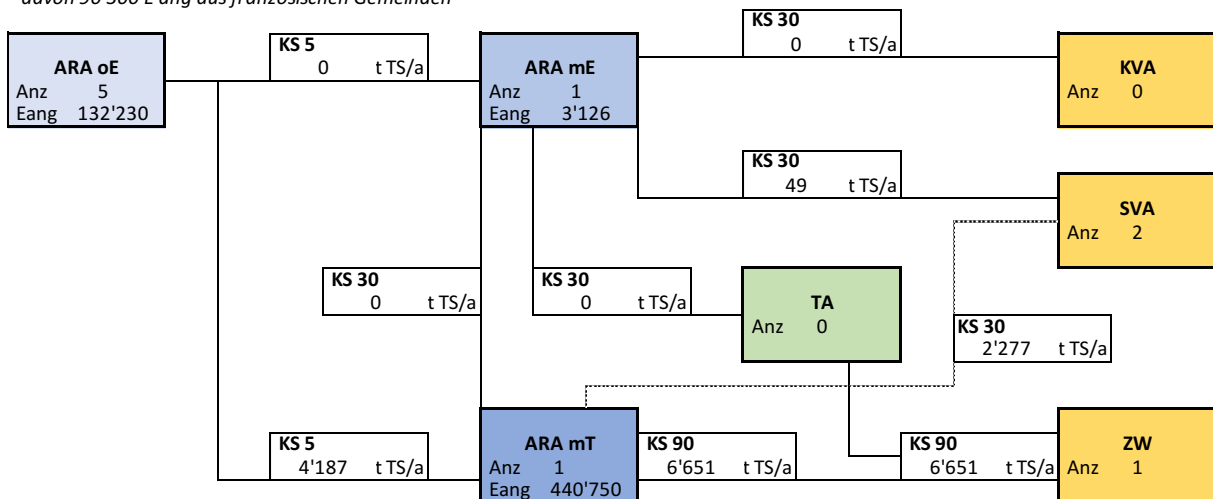
Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.8 Kanton Genève GE

Einw ang.*	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
576'106	8'977	15.6	0	2'326	6'651
Einw 2017 495'249					

*davon 90'300 E ang aus französischen Gemeinden



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 7 ARA betrieben.

Eine ARA oE (1'372 Eang) wurde 2018 stillgelegt und an eine grössere ARA oE angeschlossen. Trotz der Abwässer und Klärschlämme aus der auf Kantonsgebiet angesiedelten Fein-Chemie und über 100'000 täglicher Pendler aus dem nahen Grenzgebiet liegt die durchschnittliche Pro-Kopf-Produktion bei tiefen 15.6 kg. Die Schlamm-Faulungsrate von 100% kann eine Erklärung dafür sein.

26 % der Schlämme werden in SVA und 74% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

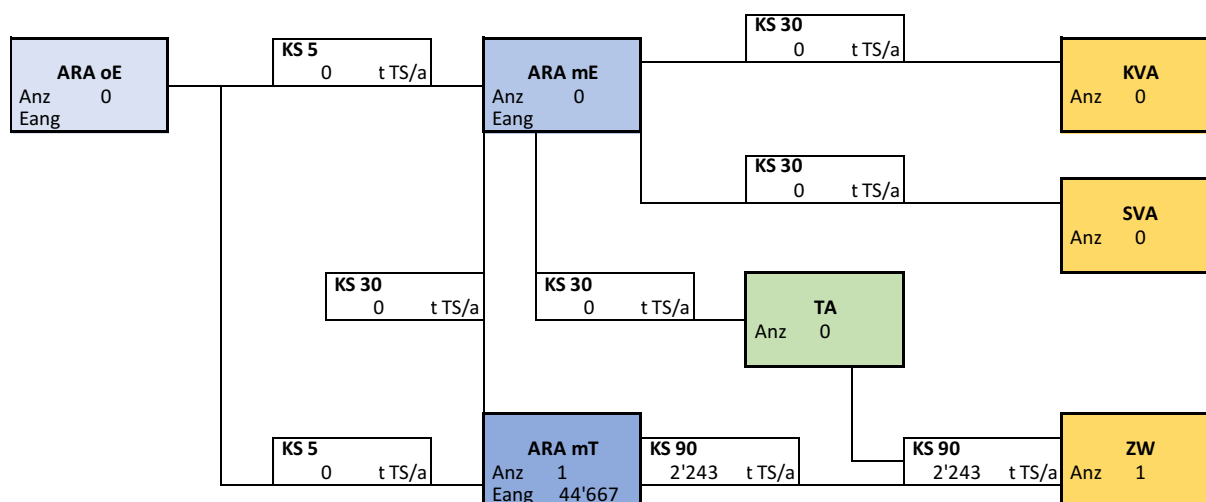
In der ARA mT UDS Aire wird eine 3-spurige Trocknungsanlage mit Biogas aus der Schlamm-Faulung als Energieträger betrieben. Die Kapazität wird mit 7'500 T TS angegeben. Die Still-Legung der Anlage ist aus Altersgründen bis 2025 geplant. Die Trocknungsanlage UDS Aire konnte im Jahr 2017 nur 6'651 T der anfallenden Klärschlämme trocknen. 2'277 Tonnen wurden nur entwässert und über SVA entsorgt.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor. Hingegen wurde ein Vorprojekt geführt, mit der Überlegung alle kantonalen Schlämme über eine kantonale Mono-Verbrennung zu entsorgen und die P-Rückgewinnung aus der Asche in einer überkantonalen Anlage zu bewerkstelligen.

5.9 Kanton Glaris GL

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
44'667	2'243	50.2	0	0	2'243
Einw 2017 40'349					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt wird auf Kantonsgebiet eine einzige ARA betrieben.

Der Abwasserverband Glarnerland (AVG) übernahm im Jahr 2017 1'561 Tonnen Fremdschlamm (ca. 70% der Gesamtschlamm-Menge). Wird diesem Umstand in der Bilanz Rechnung getragen, so vermindert sich die mittlere Schlamm-Produktion auf 15.2 kg pro angeschlossenem Einwohner. Die Eigenklärschlämme werden gefault. Die Fremdschlämme werden nur für den Trocknungsprozess angenommen.

Ein Bruchteil der Fremdschlämme sind kantonale Hausklärschlämme. 591 Tonnen der Fremdschlämme (ca. 38% der Fremdschlämme) stammen aus dem Kanton Schwyz. 967 Tonnen (ca. 62% der Fremdschlämme) aus dem Kanton Sankt Gallen.

100 % der Schlämme werden in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

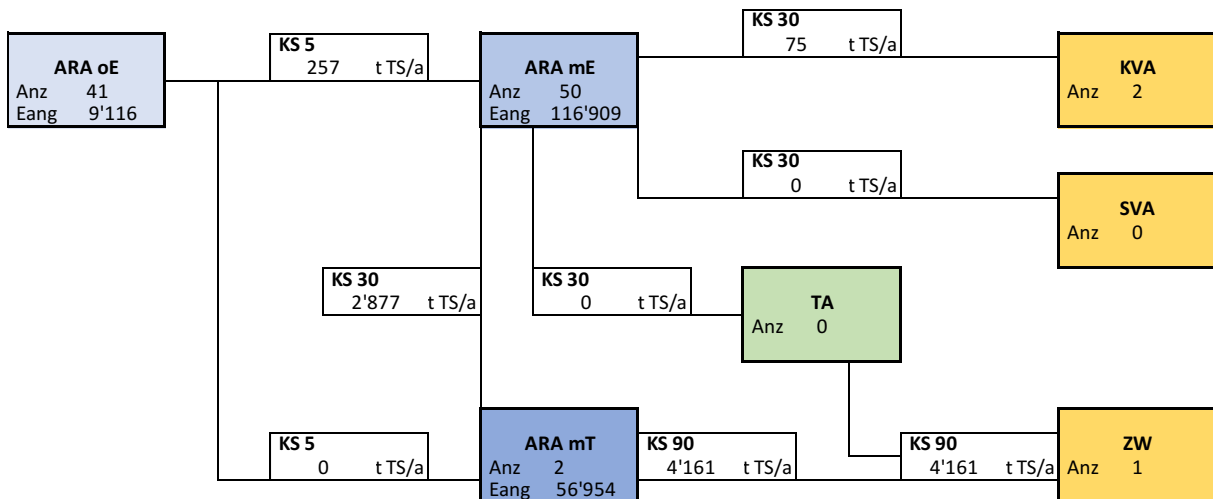
Es wird eine Trocknungsanlage mit solarer Vortrocknung und thermischer Endtrocknung mit Hack-schnitzel als Energieträger vom Abwasserverband Glarnerland betrieben. Die Kapazität wird mit 2'400 T TS angegeben. Eine Still-Legung der Anlage ist nicht geplant.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in der kantonalen ARA vor.

5.10 Kanton Graubünden GR

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
182'979	4'236	23.1	75	0	4'161
Einw 2017 197'888					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 114 ARA betrieben.

Eine der 41 ARA oE (195 Eang) entsorgt den Schlamm über Schilfrohrkompostierung.

Für 16 der abgebildeten 41 ARA oE liegen zwar die Schlamm-Mengen, aber keine Daten zur Anzahl der angeschlossenen Einwohner vor.

Für weitere 21 ARA des kantonalen Anlagenpools liegen nur lückenhafte Daten vor (Typ: oE oder mE? Anzahl der angeschlossenen Einwohner? KS-Mengen?). Es handelt sich dabei meist um sehr kleine Gemeinden. Diese 21 ARA sind nicht auf dem Schema abgebildet.

2% der Schlämme werden in KVA, 98% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es werden 2 Trocknungsanlagen auf dem Kantonsgebiet betrieben:

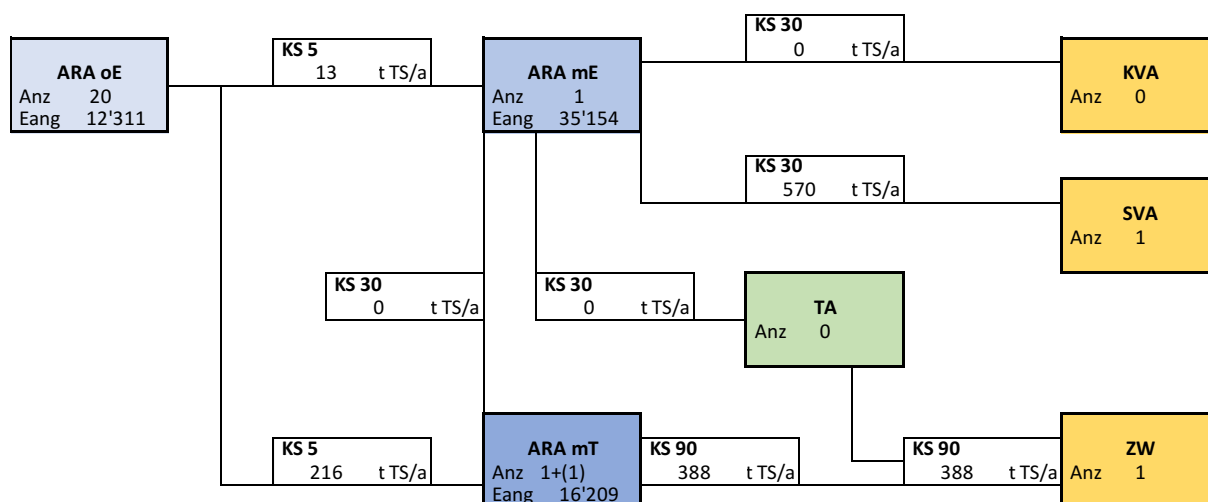
Eine kleine solare Trocknungsanlage (CADI) in Trun mit einer Kapazität von ca. 200 Tonnen. In Chur wird auf dem Gelände der ARA Chur eine Trocknungsanlage (TRAC) mit einer Gesamtkapazität von 6'000 Tonnen für den Grossteil der kantonalen Schlämme betrieben. Die Energieträger sind dabei zu ca. 60% Biogas aus der Schlamm-Faulung und ca. 40% Erdgas. Eine Still-Legung der Anlagen ist gemäss Erhebung nicht geplant.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.11 Kanton Jura JU

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
65'258	958	14.7	0	570	388
Einw 2017 73'290					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 28 ARA betrieben.

Sechs, im Schema nicht aufgeführte Klein-ARA (2.4 % der angeschlossenen Einwohner) behandeln ihren Klärschlamm über Schilfrohr-Kompostierung.

Fünf der 20 ARA oE liefern ihre Schlämme in eine ausserkantonale ARA mT im Kanton Bern. Es handelt sich um 117 Tonnen, also ca. 51% der Flüssigschlamm-Menge. Würde dieser «exportierten» Schlamm-Menge in der kantonalen Bilanz Rechnung getragen, so erhöht sich das Schlamm-Pro-Kopf-Aufkommen auf 16.5 kg.

60% der Schlämme werden in SVA und 40 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

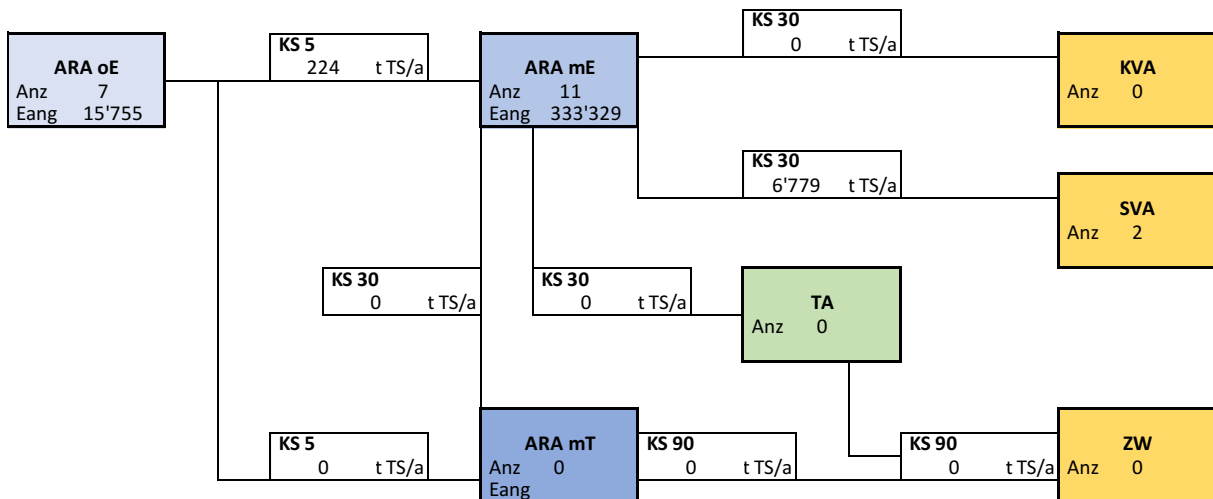
Es wird auf dem Kantonsgebiet eine solare Trocknungsanlage in der ARA von Porrentruy (SEPE) mit einer Kapazität von 500 Tonnen betrieben. Eine Still-Legung der Anlage ist gemäss Erhebung nicht geplant.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.12 Kanton Luzern LU

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
350'345	6'779	19.3	0	6'779	0
Einw 2017 406'506					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 19 ARA betrieben.

Eine im Schema nicht aufgeführte Klein-ARA (1'261 Eang, 0.6 % der angeschlossenen Einwohner) behandelt ihren Klärschlamm über Schilfrohr-Kompostierung.

Eine der 7 ARA oE entsorgt ca. 2 Tonnen Schlämme über eine ausserkantonale ARA im Kanton Aargau. Somit werden fast 100% der im Kanton anfallenden Schlämme über die Mono-Verbrennung entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

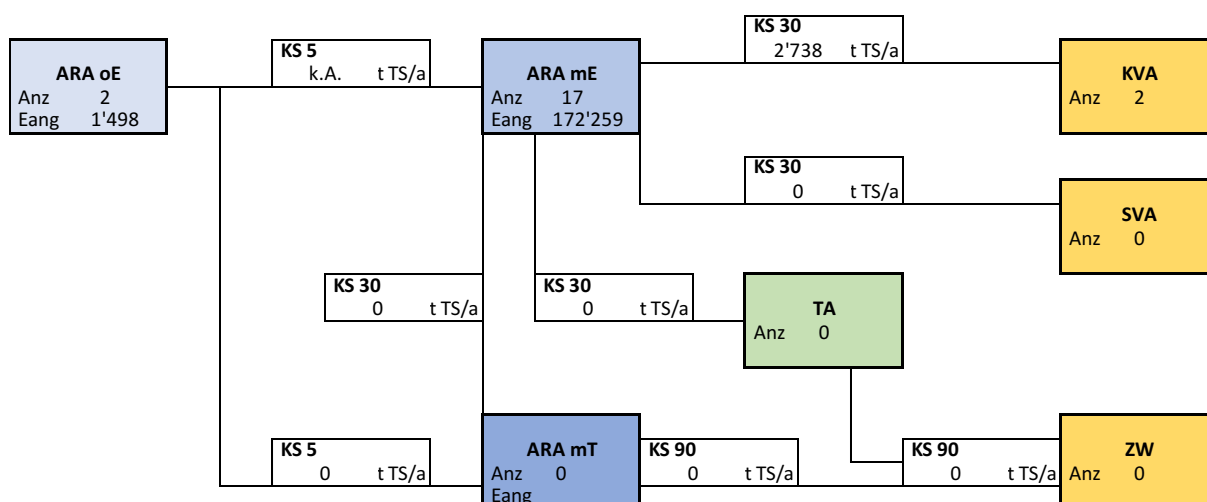
Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor. Es sind aber Überlegungen in Gange, um die Teilnahme an einem überkantonalen Projekt oder aber die Entwicklung eines kantonalen Projektes abzuklären.

Der Verbund REAL Luzern (ARA und SVA) scheint an einer Teilnahme am Phos4Life-Projekts des ZAR interessiert zu sein.

5.13 Kanton Neuchâtel NE

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
173'757	2'738	15.8	2'738	0	0
Einw 2017 177'964					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 19 ARA betrieben.

Eine der beiden ARA oE (1'022 Eang, 0.6 % aller angeschlossenen Einwohner) behandelt ihren Klärschlamm über Schilfrohr-Kompostierung.

Eine (737 Eang) der 17 ARA mE wurde inzwischen stillgelegt.

Somit werden 100% der im Kanton anfallenden Schlämme über die Verbrennung in KVA entsorgt.

Trocknungsanlagen

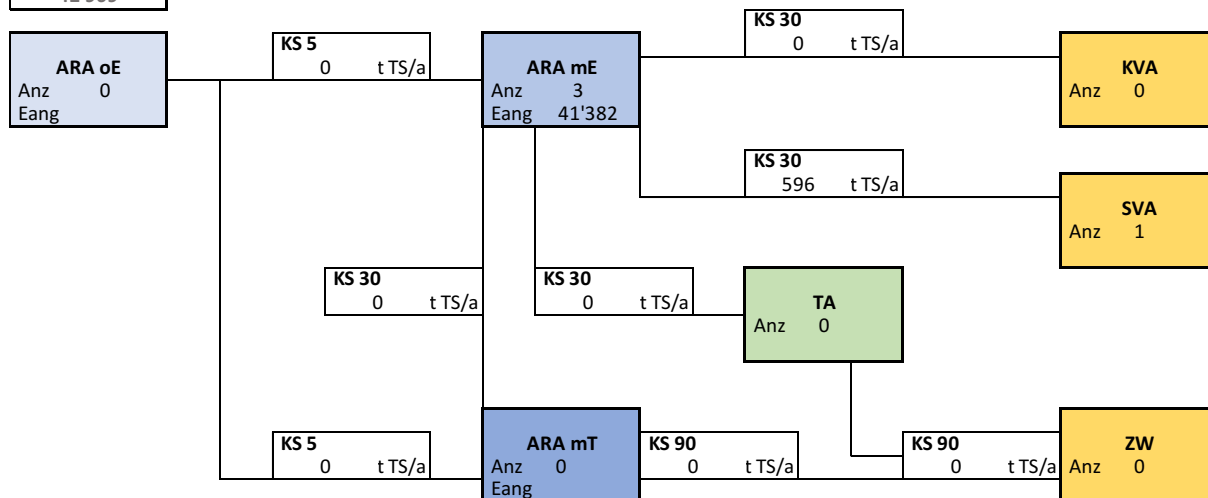
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.14 Kanton Nidwalden NW

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
41'382	596	14.4	0	596	0
Einw 2017 42'969					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 3 ARA betrieben.

Alle im Kanton anfallenden Schlämme werden über die Mono-Verbrennung im Kanton Luzern entsorgt.

Trocknungsanlagen

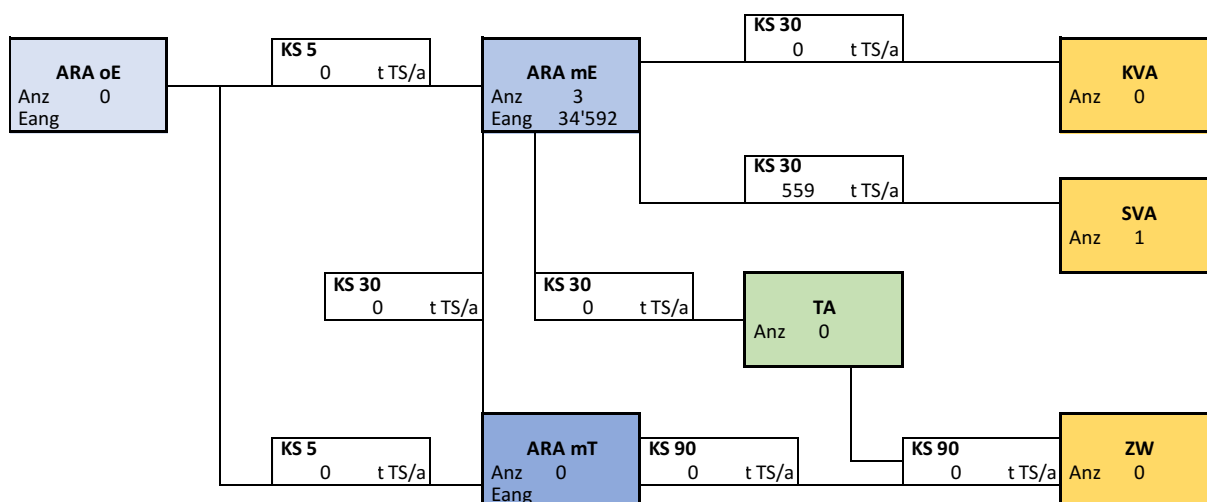
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.15 Kanton Obwalden OW

Einw. ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
34'592	559	16.2	0	559	0
Einw. 2017 37'575					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 3 ARA betrieben.

Alle im Kanton anfallenden Schlämme werden über die Mono-Verbrennung im Kanton Luzern entsorgt.

Trocknungsanlagen

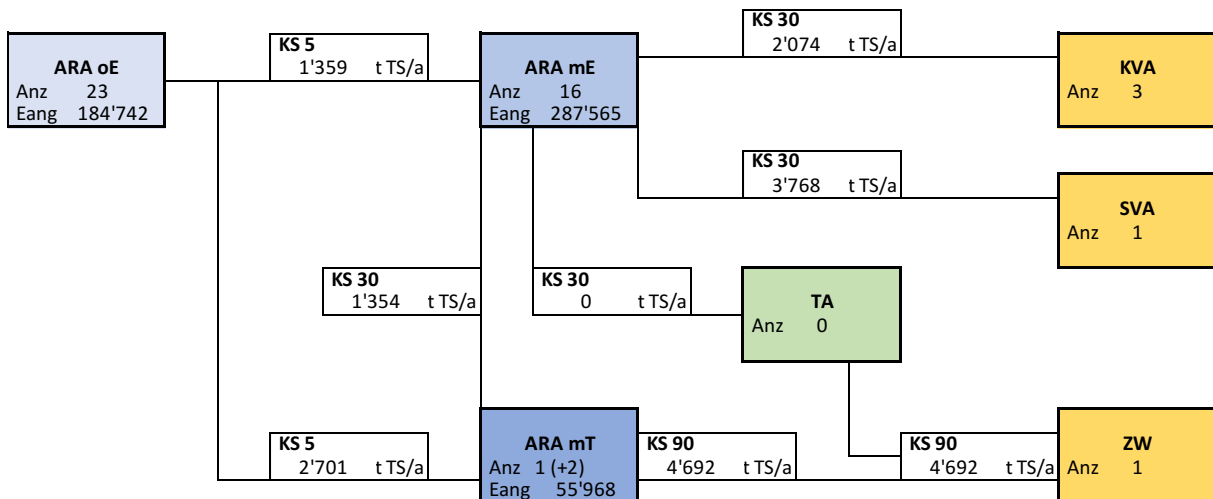
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.16 Kanton St. Gallen SG

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
528'275	10'534	19.9	2'074	3'768	4'692
Einw 2017 504'686					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 40 ARA betrieben.

Die Bilanz der kantonalen ARA mT (Altenrhein) enthält 1'043 Tonnen ausserkantonale Fremdschlämme. Davon kommen 237 Tonnen (ca. 23 %) aus dem Kanton AR und 806 Tonnen (ca. 77%) aus dem Kanton AI.

1'170 Tonnen aus 8 kantonalen ARA werden in 2 ausserkantonalen ARA mT getrocknet: 967 Tonnen über den Abwasserverband Glarnerland und 203 Tonnen in der ARA Chur (TRAC).

Das mittlere Pro-Kopf-Schlamm-Aufkommen ändert sich durch die sehr ausgeglichene zwischenkantonale Import/Export-Bilanz nicht und bleibt mit 19.9 kg nahe am Schweizerischen Durchschnittswert von 21.2 kg.

20 % der Schlämme werden in KVA, 36 % in SVA und 44 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Eine der 16 ARA mE unternimmt eine solare Trocknung der Schlämme vor Abgabe an die Mono-Verbrennung (482 Tonnen).

Die Trocknungsanlage der ARA Altenrhein besitzt eine Kapazität von 6'000 Tonnen und hat sich mit der Trocknungsanlage Landi in Oberaach (Kanton TG) und der Schlammverbrennung ZAB in Bazenheid zu einer Interessensgemeinschaft KIGO zusammengeschlossen. Werden die Klärschlämme aus der KIGO mitbilanziert, so wurden 5'166 Tonnen in der Anlage Altenrhein getrocknet und in der Zementindustrie verwertet. Als Energieträger wird für die Trocknung die Abwärme aus dem Abwasser über eine Wärmepumpe sowie die Abwärme der Blockheizkraftwerke der Faulung genutzt.

Phosphor-Rückgewinnung

Mit der Entwicklung des ZAB-Verfahrens liegt ein konkretes Projekt im Kanton SG zur Rückgewinnung von Phosphor über den Aschepfad vor: Klärschlamm und Tierknochen werden in der SVA Bazenheid energetisch verwertet. Die nach der Verbrennung zurückbleibenden phosphorreichen Aschen werden durch Aufschluss mit Phosphorsäure in einen Recycling-Dünger TSP Triple-super-phosphat umgewandelt. (Phosphor-Quelle zu 50% aus Phosphorsäure, 25% aus Knochenmehl, 25% aus Klärschlamm). Die Kapazität der Anlage soll für die Bearbeitung von ca. 20'000 Tonnen Klärschlamm ausgelegt werden. Labor- und Pilotphase des Projektes sind inzwischen schon abgeschlossen. Momentan wird noch geprüft, ob die Produktion eines Mehrnährstoffdüngers anstelle des TSP machbar und sinnvoller ist. Die Inbetriebnahme dieser Anlage zur Phosphor-Rückgewinnung ist für das Jahr 2022 geplant.

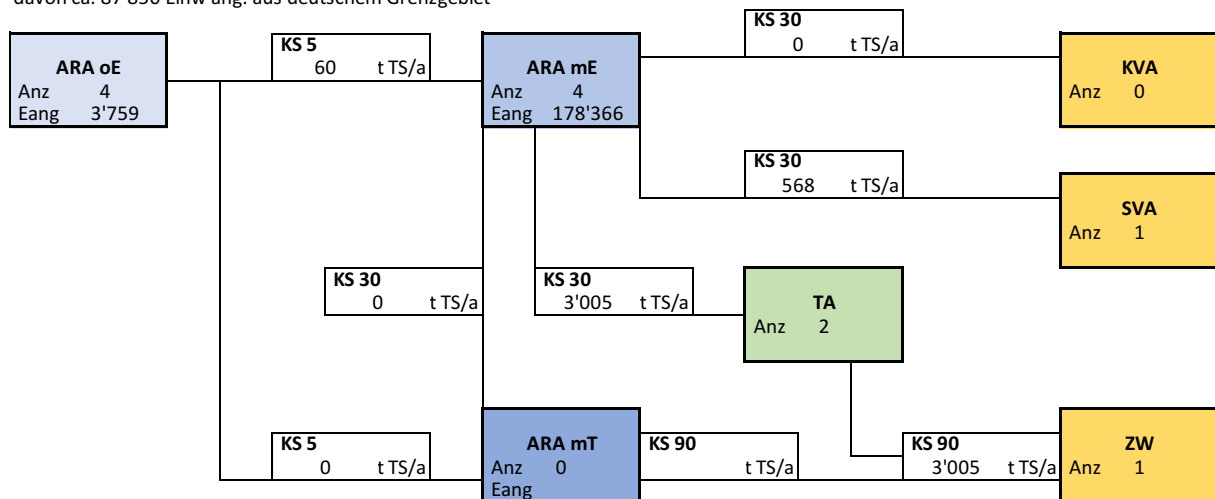
Als weiteres Projekt zur Phosphor-Rückgewinnung wird eine Machbarkeitsprüfung der Klärschlamm-pyrolyse «PyroPhos» angegeben. Ein Grossversuch ist für Frühjahr 2019 in Italien geplant.

Sollte sich diese Technologie bewähren, so würden die Schlämme der AVA Altenrhein an Stelle der heutigen Trocknung in einem Pyrolyse-Verfahren verbrannt, um anschliessend mit einer dem ZAB-Verfahren ähnlichen Technologie den Phosphor als Dünger oder Düngierzusatzmittel aus der Asche zurückzugewinnen.

5.17 Kanton Schaffhausen SH

Einw ang.*	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
182'125	3'573	19.6	0	568	3'005
Einw 2017 81'351					

davon ca. 87'850 Einw ang. aus deutschem Grenzgebiet



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 8 ARA betrieben. Fast 50% der angeschlossenen Einwohner siedeln auf deutschem Grenzgebiet.

16 % der Schlämme werden in SVA und 74 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Zwei Trocknungsanlagen – davon eine auf Kantonsgebiet - behandeln insgesamt 3'005 Tonnen kantonalen Klärschlamm.

Die Trocknungsanlage KBA Hard in Beringen (1'645 Tonnen, ca. 55% der getrockneten Schlämme) funktioniert mit der Abwärme des Blockheizkraftwerkes der Faulanlage, wird aber voraussichtlich im Juni 2019 stillgelegt werden. Diese Schlamm-Mengen sollen zukünftig über die SVA ZAB Bazenheid entsorgt werden.

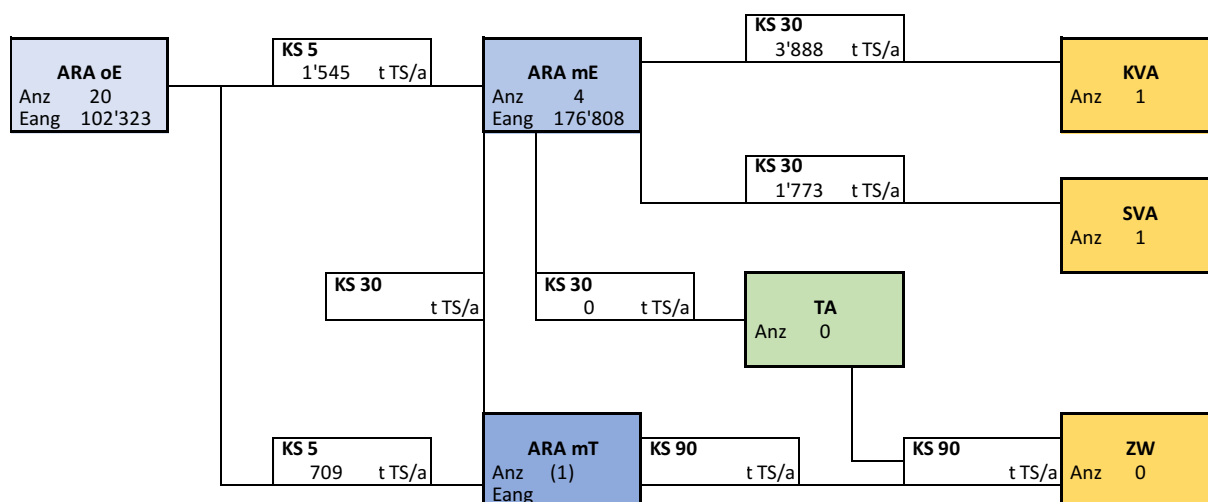
Die Trocknungsanlage Landi in Oberaach (Kanton TG) hat 1'360 Tonnen aus dem Kanton Schaffhausen entsorgt. Energieträger für die Trocknung ist im Sommer Erdgas, im Winter Tierfett. (Detaillierte Informationen zu dieser TA unter Kapitel 5.20 Kanton Thurgau)

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor. Die Schlämme des Kanton SH werden aber voraussichtlich über das ZAB-Verfahren im Kanton SG phosphor-entfrachtet werden.

5.18 Kanton Solothurn SO

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
279'131	5'661	20.3	3'888	1'773	0
Einw 2017 271'432					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 24 ARA betrieben.

9 der 20 ARA oE geben 178 Tonnen Schlämme in ausserkantonale ARA mE ab (13 T →BL, 87 T →BS und 78 T → BE).

Die auf dem Schema abgebildete ARA mT liegt im Kanton Bern (deshalb keine Angabe der angeschlossenen Einwohner): die dorthin abgegebene Menge (709 T) wird im Kapitel 5.4 Kanton Bern bilanziert.

Der Zweckverband ZASE (Zweckverband der Abwasserregion Solothurn-Emme, Zuchwil) nimmt neben 1'286 Tonnen Schlamm aus 9 kantonalen ARA auch ausserkantonalen Schlamm an: 2017 waren dies 760 Tonnen Fremdschlamm.

Die zwischenkantonale Export/Import-Bilanz ist relativ ausgeglichen. Diese Bilanz ergibt eine Schlamm-Eigenproduktion von 5'788 Tonnen und somit einen Mittelwert von 20.7 kg Schlamm/Eang/Jahr.

69% der Schlämme werden in KVA, 31 % in SVA entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

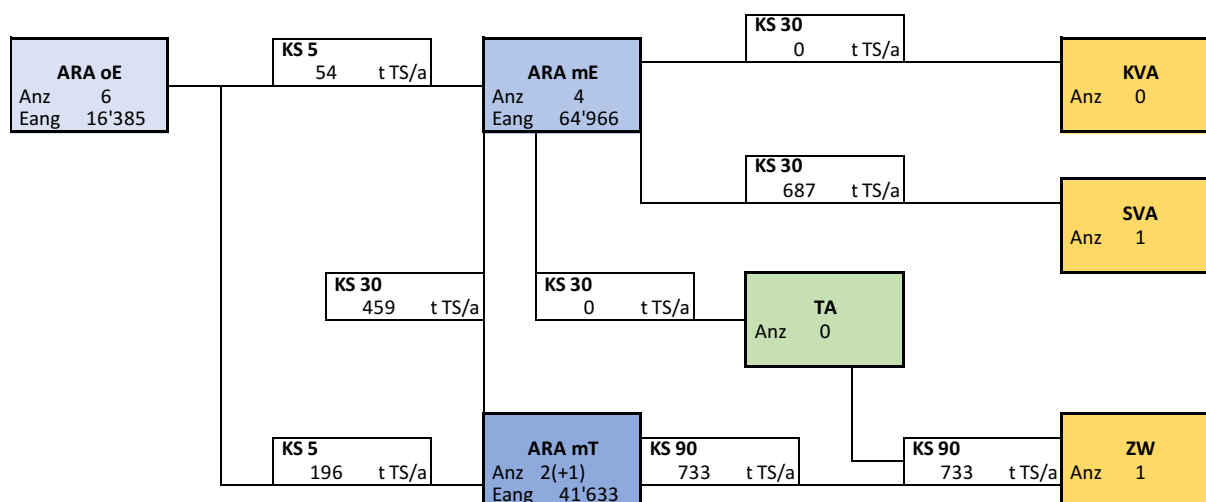
Phosphor-Rückgewinnung

Der Verband ZASE (Kt. SO) arbeitet aktiv mit der Stiftung ZAR an der Entwicklung der Technologie Phos4Life, mit dem Ziel über den Aschepfad marktfähige Phosphorsäure zu produzieren. Neben dem ZASE unterstützen auch die Entsorgungsverbände ERZ (Kt. ZH) und Epura (Kt. VD) dieses Projekt, das mit einer Ziel-Kapazität von ca. 20'000 – 40'000 Tonnen Klärschlamm-Asche (entspricht ca. 40'000-80'000 Tonnen Klärschlamm) ca. ein Drittel des nationalen P-Rückgewinnungspotentials ausschöpfen würde. Des Weiteren zeigen sich die SVA SAIDEF (Kt. FR), REAL Luzern (Kt. LU) und ERZO (Kt. AG, mit neuem SVA-Projekt 2027) an einer Teilnahme an Phos4Life interessiert.

Die Labor- und Pilotphasen des Projektes sind abgeschlossen. Aus Gründen der Disponibilität des Baugeländes in Emmenspitz ist aber eine Inbetriebnahme der Anlage Phos4Life vor 2027 nicht wahrscheinlich.

5.19 Kanton Schwyz SZ

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
122'984	1'419	11.5	0	687	733
Einw 2017 157'301					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 12 ARA betrieben.

Drei dieser 12 ARA (38'973 Eang, 31.7 % der angeschlossenen Bevölkerung) geben 591 Tonnen Schlämme in die ausserkantonale ARA mT Glarnerland ab, die dementsprechend im Kanton GL bilanziert sind. Wird dieser Menge Rechnung getragen, so erhöht sich die kantonale Schlamm-Produktion auf 2'010 Tonnen mit einem Durchschnitt von 16.2 kg/Eang/Jahr.

48 % der im Kanton bilanzierten Schlämme werden in SVA und 52 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

2017 wurden auf dem Kantonsgebiet noch 2 Trocknungsanlagen auf ARA betrieben:

Die solare Trocknungsanlage der ARA mT Einsiedeln (13'390 E ang.; 250 T TS/a) wurde inzwischen stillgelegt.

Die Trocknungsanlage der ARA Schwyz produzierte 2017 533 Tonnen, die in der Zementindustrie verwertet wurden. Die Gesamtkapazität der Anlage beträgt 550 Tonnen. Eine Still-Legung ist gemäss kantonalem Gewässerschutzamt für 2019 vorgesehen, gemäss Geschäftsbericht 2017 der ARA Schwyz ist eine Still-Legung der TA eher für 2025 geplant. Als Energieträger für die Trocknung wird die Abwärme der Blockheizkraftwerke der ARA genutzt.

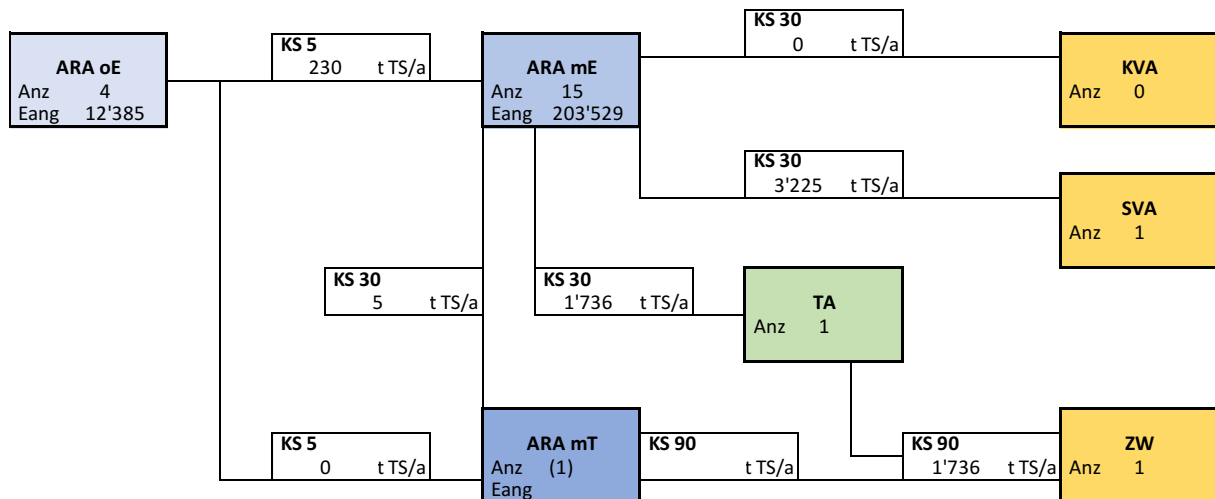
Es werden keine weiteren Trocknungsanlagen auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in den kantonalen ARA vor.

5.20 Kanton Thurgau TG

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
215'914	4'961	23.0	0	3'225	1'736
Einw 2017 273'801					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 19 ARA betrieben.

5 Tonnen werden ausserkantonale in die Anlage Altenrhein (SG) entsorgt. Der «Export» dieser Kleinstmenge Schlamm ändert den Durchschnittswert des kantonalen Schlammaufkommens nicht.

65 % der Schlämme werden in SVA und 35 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Die Trocknungsanlage Landi in Oberaach besitzt eine Kapazität von 7'500 Tonnen und trocknete im Jahre 2017 ca. 3'100 Tonnen Klärschlamm (1'360 Tonnen aus SH, 1'736 aus TG). Die Anlage wird saisonal auch für die Trocknung von landwirtschaftlichen Produkten verwendet.

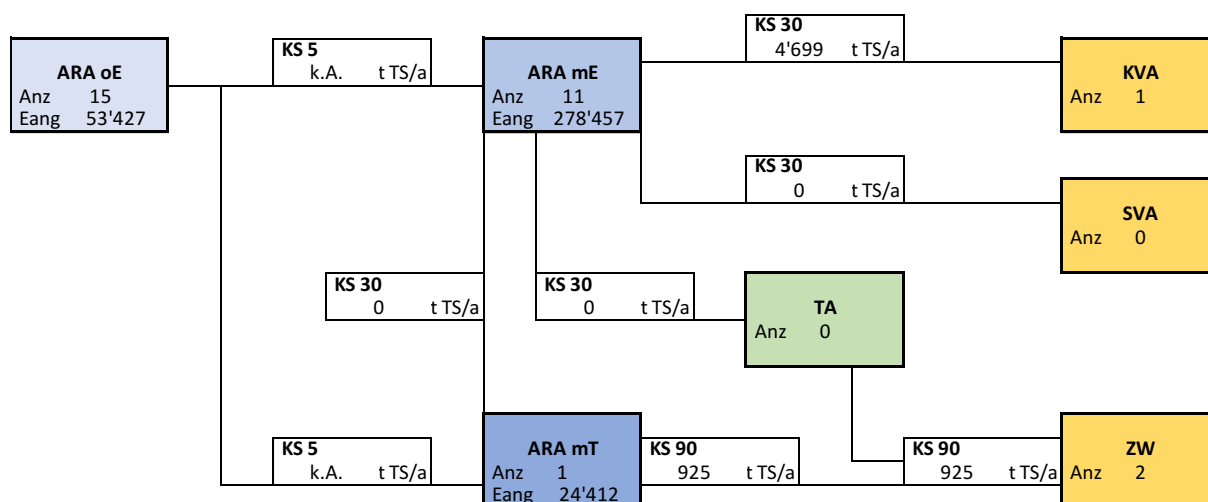
Energieträger für die Trocknung ist im Sommer Erdgas, im Winter Tierfett. Die Anlage wurde nach einem Brand renoviert und eine Still-Legung ist in nächster Zeit nicht geplant.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung neben der Teilnahme am ZAB-Projekt (siehe Kanton SG) über die Interessensgemeinschaft KIGO vor.

5.21 Kanton Ticino TI

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
356'296	5'623	15.8	4'699	0	925
Einw 2017 353'709					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 27 ARA betrieben.

Für 6 der 27 ARA gibt es keine Daten zu den angeschlossenen Einwohnern und zu den produzierten KS-Mengen.

84 % der Schlämme werden in KVA und 16 % in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Die Trocknungsanlage der ARA Foce Ticino besitzt zwar theoretisch eine Kapazität von 2'400 Tonnen, aus Altersgründen kann die Anlage aber nicht mehr unter Voll-Last betrieben werden. Da die Schlamm-Aufnahme-Kapazität der KVA ACR Giubiasco voll ausgelastet ist und momentan kein anderer Entsorgungsweg im Tessin für die Schlämme besteht, soll die Trocknungsanlage noch bis 2025 weiter im Einsatz bleiben.

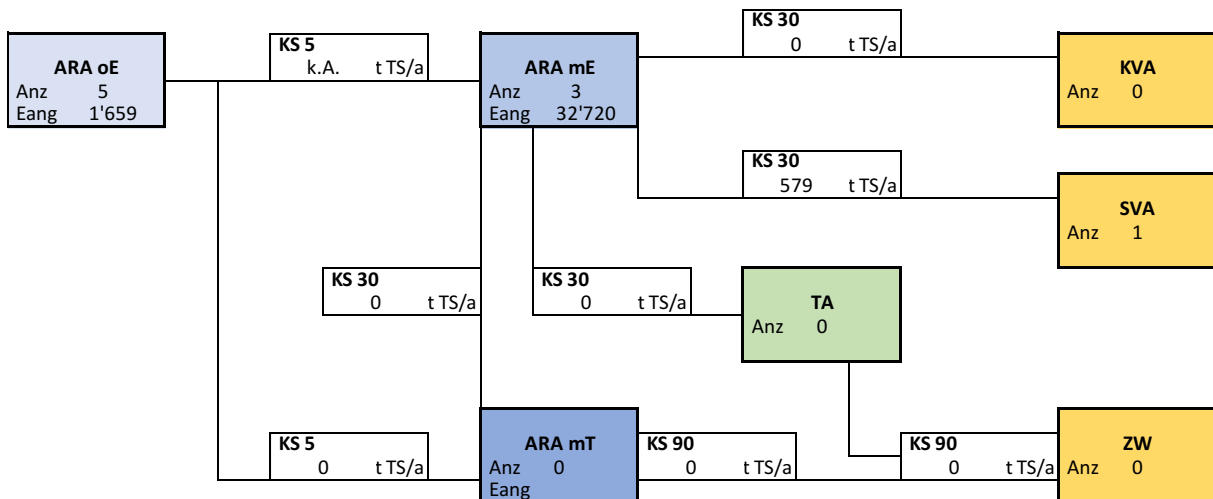
Energieträger der Trocknungsanlage ist Biogas.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung vor. In einer ersten Überlegung (Sitzung anberaumt für Frühjahr 2019) wägen die kantonalen Behörden den Bau einer Mono-Schlamm-Verbrennung ab, was für die P-Rückgewinnung den Aschepfad aufzeigen würde.

5.22 Kanton Uri UR

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
34'379	579	16.8	0	579	0
Einw 2017 36'299					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 8 ARA betrieben.

Sechs dieser acht ARA werden bis 2025 aufgegeben werden (3'365 E ang.; ca. 10% der Bevölkerung). Das Abwasser aus diesen sechs ARA wird dann in der ARA Altdorf gereinigt.

100 % der Schlämme werden in der SVA Real Luzern in Emmen Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

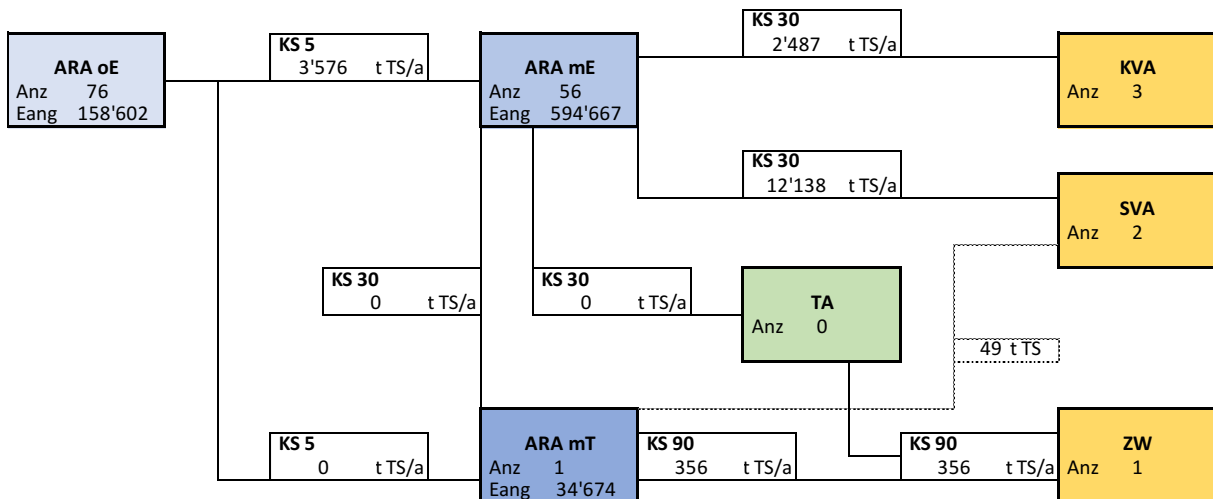
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung vor.

5.24 Kanton Vaud VD

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
801'321	14'981	18.7	2'487	12'138	356
Einw 2017 793'129					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 149 ARA betrieben.

16 (13'378 Eang; 1.7 % der angeschlossenen Bevölkerung; nicht im Schema aufgeführt) dieser 149 ARA betreiben Schilfrohr-Kompostierung und haben 104 Tonnen in KVA entsorgt.

17% der Schlämme werden in KVA, 81% in SVA und 2% in der Zementindustrie entsorgt.

Trocknungsanlagen

Es wird auf dem Kantonsgebiet eine Trocknungsanlage in der ARA Gland (APEC Association intercommunale pour l'épuration des eaux usées de la Côte) betrieben. Die Anlage besitzt eine Gesamtkapazität von 550 Tonnen. Eine Still-Legung ist gemäss kantonalem Gewässerschutzamt für 2025 vorgesehen. Der Energieträger ist Heizöl.

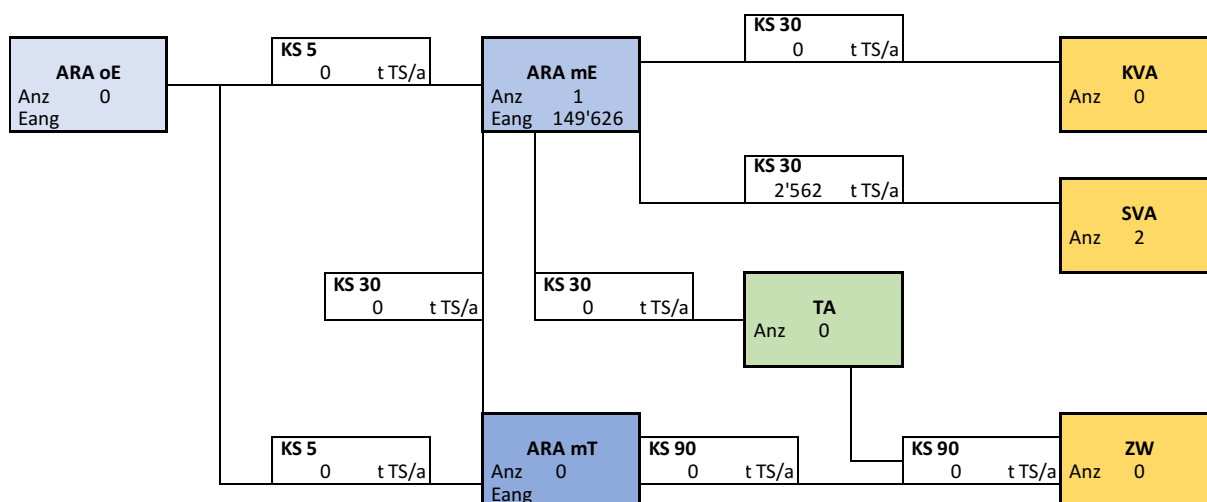
Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung in kantonalen ARA vor. Epura (Stadt Lausanne) zeigt sich an der Beteiligung am Projekt Phos4Life (siehe Kanton SO) interessiert.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die einzige Mono-Schlammverbrennung auf Kantonsgebiet (Epura, STEP Vidy, Kapazität ca. 9'000 T TS) mittelfristig (ca. ab 2021) erneuert werden soll. Ein Vorprojekt sieht eine geringe Kapazitätserweiterung um +10% vor.

5.25 Kanton Zug ZG

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
149'626	2'562	17.1	0	2'562	0
Einw 2017 125'421					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt wird auf Kantonsgebiet eine ARA betrieben.

Diese ARA hat zusätzlich 154 Tonnen Fremdschlamm angenommen. Ohne diese Schlamm-Menge reduziert sich das jährliche Pro-Kopf-Schlammaufkommen im Kanton auf durchschnittlich 16.1 kg.

100% des Schlammes werden in SVA entsorgt.

Trocknungsanlagen

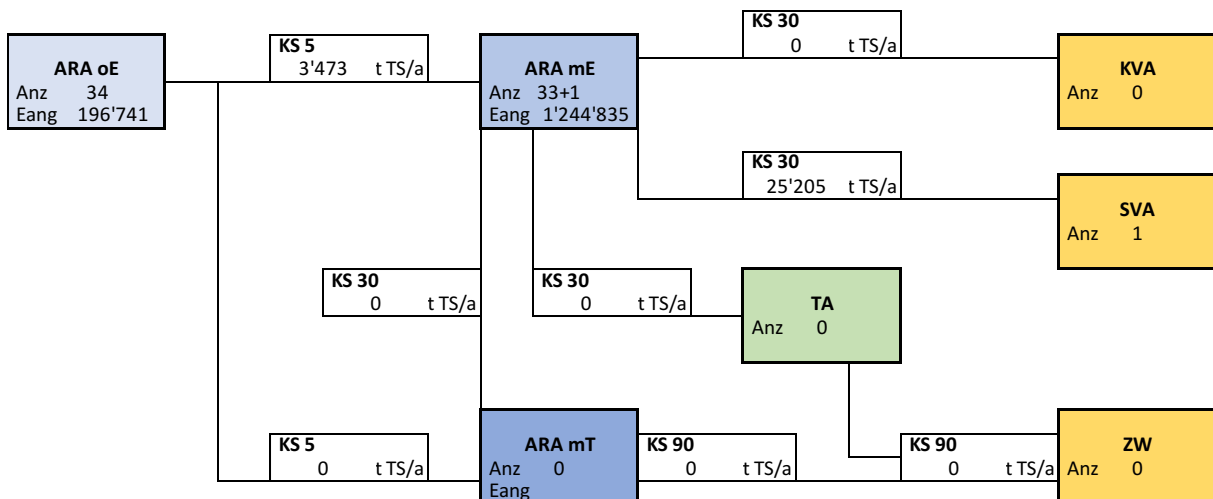
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Es liegen keine konkreten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung vor.

5.26 Kanton Zürich ZH

Einw ang.	KS gesamt t TS/a	KS in kg TS/Einw/a	t TS Entsorg. in KVA	t TS Entsorg. in SVA	t TS Entsorg. in ZW
1'441'576	25'205	17.5	0	25'205	0
Einw 2017 1'504'346					



ARA und Klärschlamm

Insgesamt werden auf Kantonsgebiet 67 ARA betrieben.

Fünf der 34 ARA oE liefern ihre Schlämme an eine zentrale Schlammfäulung (im Schema einer ARA mE gleichgesetzt, Eang 47'248, ca. 3% Bevölkerung; 1'368 T TS).

Zwei der 34 ARA oE liefern ihre Schlämme an ausserkantonale ARA mE (15'057 Eang, ca. 1% der Bevölkerung; 260 T TS). Die Bilanzierung dieser «exportierten» Mengen wird in den Schemata der Kantone TG und ZG vollzogen.

Auch wenn diesem Schlamm-Export Rechnung getragen wird, erhöht sich die mittlere kantonale Schlamm-Produktion kaum.

100 % der Schlämme werden in der SVA Werdhölzli entsorgt.

Trocknungsanlagen

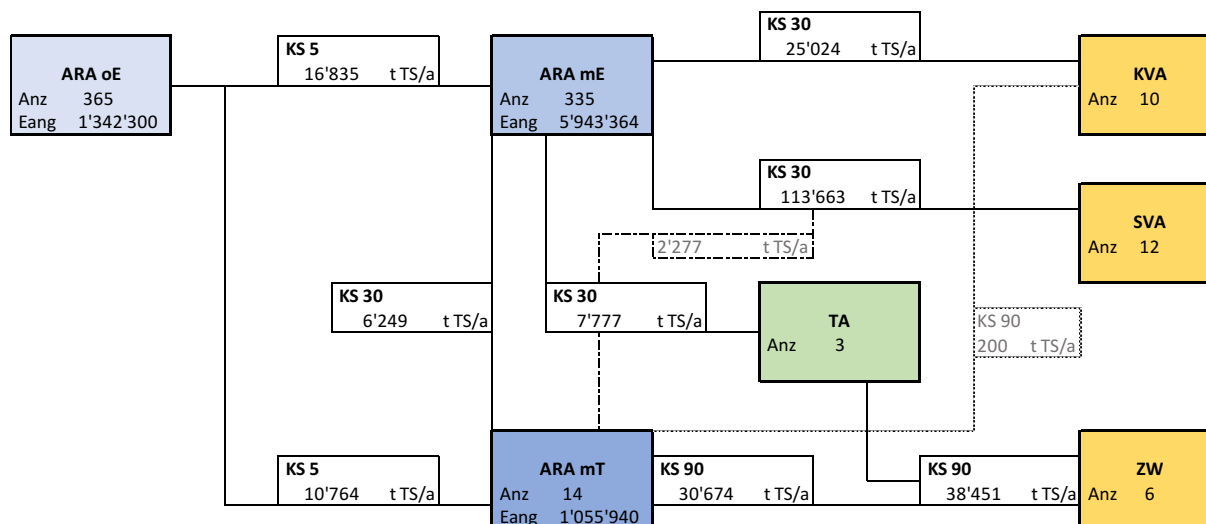
Es wird keine Trocknungsanlage auf dem Kantonsgebiet betrieben.

Phosphor-Rückgewinnung

Der ERZ (Entsorgung- und Recycling Zürich) beteiligt sich aktiv mit der Stiftung ZAR und dem Verbund ZASE (Kt SO) an der Entwicklung der Technologie Phos4Life, mit dem Ziel über den Aschepfad markt-fähige Phosphorsäure zu produzieren. (Details Kapitel 5.18. Kanton SO)

5.27 Schweiz CH

Einw ang.	KS gesamt T TS/a	KS kg/Einw/a	T KS in KVA	T KS in SVA	T KS in ZW	ARA -Park
8'387'838	177'443	21.2	25'330	113'663	38'451	783
Einw 2017 8'484'130	Erheb. 2016 (o. Import) 178'000		Erhebung 2016 27'000	Erhebung 2016 120'000	Erheb. 2016 (o. Imp.) 31'000	



ARA und Klärschlamm

Insgesamt wurden 2017 in der Schweiz 783 ARA betrieben.

Die Abwässer von ca. 16 % der angeschlossenen Bevölkerung werden in ARA ohne Entwässerung geklärt. (365 ARA oE, 1'342'300 angeschlossene Einwohner). Der Flüssigschlamm dieser ARA (ca. 500'000 Tonnen jährlich) wird meist auf dem Strassenweg, zum Teil aber auch über Pipelines in ARA mit Entwässerung oder in ARA mit Trocknung weitergeleitet.

ARA mit Entwässerung behandeln das Abwasser von ca. 71 % der Bevölkerung. (335 ARA mE, 5'943'364 angeschlossene Einwohner). 17% der entwässerten Schlämme werden in KVA und 74% in SVA entsorgt. Ca. 9% der Schlämme aus ARA mE werden in Trocknungsanlagen (4% in ARA mT und 5% in TA) weitergeleitet.

Die Abwässer von fast 16% der Bevölkerung fließen direkt in ARA, die mit Trocknungsanlagen ausgerüstet sind (14 ARA mT; 1'055'940 Eang). Über 99% dieser getrockneten Schlämme (30'674 T) werden anschliessend in Zementwerken verwertet. Ein Bruchteil (200 T) wird in KVA verbrannt. Eine grosse ARA mT (GE) konnte nicht die Gesamtheit ihrer Schlämme trocknen: 2'277 Tonnen Klärschlamm wurden hier nur entwässert und in einer SVA entsorgt.

0.6 % der angeschlossenen Bevölkerung entsorgt ihr Abwasser in ARA mit Schilfrohrkompostierung (29 ARA, 18'766 Eang). Der Restschlamm aus der Kompostierung wird alle paar Jahre in KVA entsorgt.

Für 40 ARA liegen keine auswertbaren Daten vor. Diese Anlagen stehen meistens in kleinen Gemeinden in ruralen Gegenden. Wir gehen davon aus, dass diese fehlenden Daten bei der Bilanzierung der gesamten Klärschlamm-Mengen nicht ins Gewicht fallen, da der Schlamm aus den Klein-ARA in Gross-ARA weitergeleitet wird und allein die abgegebenen Mengen (das heisst Eigenschlämme und Fremdschlämme) aus ARA mE und ARA mT in die Berechnung einfließen.

5.28 Trocknungsanlagen

Die Liste aller Anlagen, die 2017 in der Schweiz Klärschlämme getrocknet haben, beinhaltet 14 Trocknungsanlagen auf ARA-Gelände (ARA mT) sowie 3 ARA-externe Trocknungsanlagen (TA). Die hellgrün unterlegten Anlagen werden voraussichtlich bis spätestens 2025 stillgelegt werden, was die Anzahl der Anlagen von heute 17 auf 9 im Jahre 2025 reduzieren würde. Die heutige Gesamt- Nennkapazität von ca. 56'500 T (auf 100% Trockensubstanz Klärschlamm bezogen) würde sich auf ca. 41'300 T verringern.

Name der Anlage	Kt	Standort	Kapazität (t TS/a)	Menge 2017 (t TS)	Energieträger	Betriebsende / Erweiterung geplant?
STRAG	AG	5303 Würenlingen	3'500	3'038	Abwärme Zementherstellung (Klinkerkühlung)	Kapazität Anlage: 5'000 T TS falls Luftkühlung durch Flusswasser-Kühlung ersetzt wird
ARA Wohlen	AG	5611 Anglikon	1'000	984	Erdgas	ohne weitere Invest. altersbedingt: 2025
ARA Meiringen	BE	3860 Meiringen	200	200	Strom	-
ARA Region Bern	BE	3037 Herrenschwanden	12'000	6'265	Energiezentrale Bern (Wärme KVA)	-
ST Biel-Seeland AG	BE	2503 Biel	3'000	3'438	Sattdampf und Strom KVA Müve	-
UDS Aire	GE	1219 Aire	7'500	6'651	Biogas	2025
ARA Glarnerland	GL	8865 Bilten	2'400	2'243	Solar + Hackschnitzel	-
TRAC Chur	GR	7000 Chur	6'000	4'262	60% Biogas, 40% Erdgas	-
CADI (Trun)	GR	7166 Trun	200	127	Solar	-
SEPE	JU	2900 Porrentruy	500	354	Solar	-
AVA Altenrhein	SG	9423 Altenrhein	6'000	5'166	Wärmepumpe. Abwasser Abwärme BHKW	-
KBA Hard	SH	8222 Beringen	3'000	2'318	Abwärme BHKW	Juni 2019
ARA Schwyz	SZ	6440 Seewen	550	535	Abwärme Blockheizkraftwerk	2019 / 2025
ARA Einsiedeln	SZ	8840 Einsiedeln	200	199	Solar	Februar 2018
Landi Aachtal	TG	8587 Oberaach	7'500	3'407	Sommer: Erdgas, Winter: Tierfett	-
IDA Foce Ticino	TI	6601 Locarno	2'400	925	Biogas	spätestens 2025
APEC Gland	VD	1196 Gland	550	390	Erdöl	2025
Gesamt bis 2017			56'500	40'501		
Voraussichtlich ab 2025			41'300			

Tabelle [5.28] Liste aller Trocknungsanlagen 2017

Weitere Informationen zu den Trocknungsanlagen sind im Kapitel des jeweiligen Kantons zu finden.

5.29 Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung

Herkunft der Schlämme	Anlage Standort	Geplante Kapazität T TS KS	Technologie, Stand Projekt	Zeithorizont
AG	ERZO Oftringen	8'000	EuPhoRe (heutiger Drehrohr-Ofen, 8'000 T TS) Verarbeitung der Asche zu Phosphat-Konzentrat als Zusatz zu Handelsdünger; Testphase Juli 2019 – Dezember 2019	2020
AG	STRAG Würenlingen	10'000	ExtraPhos dezentralisiert in ARA und ARA Würenlingen, anschl. Trocknung der Schlämme bei STRAG; eventuell Pilotanlage ExtraPhos bei STRAG	k.A.
BE	ARA Bern	8'000	ExtraPhosPlus (+ weitere Fällungsmittel), anschl. Trocknung der Schlämme in ARA Bern; Laboruntersuchungen abgeschlossen; Pilotanlage für 2020	Pilot 2020
SG/AR	AVA Altenrhein	10'000	Pyrophos und anschliessend Weiterverarbeitung der Asche zu Dünger analog ZAB-Verfahren; Versuche zu Pyrophos-Verfahren Frühjahr 2019 in Italien. Falls Projekt realisiert wird --> Still-Legung der Trocknungsanlage	evtl. 2026
SG/SH/TG	ZAB Bazenheid	20'000	ZAB-Verfahren: Rückgewinnung von P aus KS-Asche durch Aufschluss mit Phosphorsäure à Recycling-Dünger TSP Triplesuperphosphat und/oder Mehrnährstoffdünger (Phosphor - Quelle zu 50% aus Phosphorsäure, 25% aus Knochenmehl, 25% aus KS), Labor- und Pilotphase abgeschlossen	Inbetriebnahme 2022
SO/VD/ZH/FR/AG/LU	ZAR Emmenspitz	40'000-80'000	Phos4Life (Phosphorsäure aus 20'000 – 40'000 T KS-Asche); Labor- und Pilotphase abgeschlossen	Inbetriebnahme 2027
VS (CIMO)	CIMO Monthey	600	Sepholix (nur Eigenschlämme)	k.A.

Tabelle [5.29] Zusammenstellung der Phosphor-Projekte Stand April 2019. Quellen: Direkte Kontakte mit Betreibern und Projektverantwortlichen.

Die aufgezeigten Projekte zur Phosphor-Rückgewinnung besitzen verschiedene «Reifegrade». Die vier blau unterlegten Projekte scheinen am weitesten vorangeschritten:

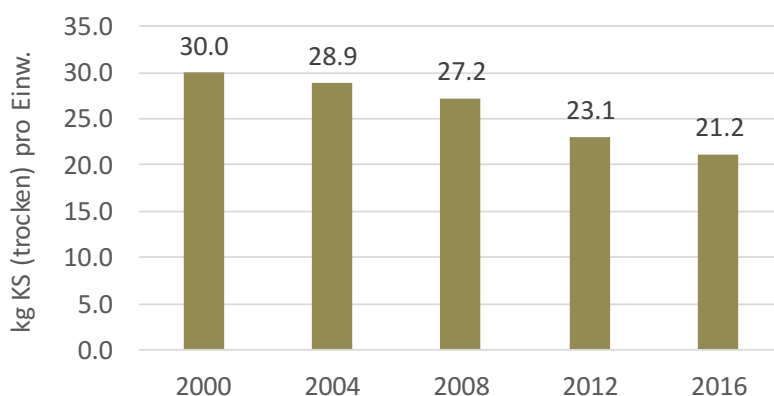
- Die ZAB- und ZAR-Projekte haben die Labor- und Pilotierungsphasen abgeschlossen.
- Das Projekt der ARA Bern sieht die Inbetriebnahme einer Pilotanlage im Jahre 2020 vor.
- Das Projekt der ERZO Oftringen startet diesen Sommer eine Testphase im reellen Betrieb (Verbrennung der Klärschlämme im Drehofen unter Zufügung von spezifischen Reaktionsmitteln und Qualitätskontrolle der Asche mit dem Ziel zur Verwendung in der Dünger-Herstellung).

6. Daten-Analyse

ARA, Klärschlamm-Mengen und Entsorgungswege

Tendenziell lassen sich Bemühungen der Gemeinden und Kantone feststellen, Klein-ARA stillzulegen und die Abwässer aus kleinen Gemeinden in grössere Anlagen zu leiten. In den kommenden Jahren wird sich die Anzahl an Klein-ARA voraussichtlich weiter verringern und somit auch der Transport von Flüssigschlamm. Diese Entwicklung wird aber nur einen geringen Einfluss auf die nationale Schlamm-Produktion und keinen Einfluss auf die Phosphor-Rückgewinnung haben.

Das Klärschlamm-Aufkommen scheint sich nach einigen Jahren der Abnahme in den letzten Jahren in der Schweiz trotz Bevölkerungszuwachs zu stabilisieren. Die für 2017 erhobene Klärschlamm-Menge von 178'000 Tonnen ergibt ein durchschnittliches, jährliches Pro-Kopf-Aufkommen von 21.2 kg pro angeschlossenen Anwohner. Die 2016 durchgeführte Erhebung (Summe der 2016 verbrannten Schlamm-Mengen durch Schweizer Bevölkerung 2016) ergab einen identischen Wert:



Grafik [6a] Klärschlamm-Pro-Kopf-Produktion 2000 – 2016, Quelle: VBSA- Erhebung Klärschlämme 2016

Dieser Durchschnittswert von 21.2 kg ist ein arithmetischer Mittelwert und reflektiert die Realität aus mehreren Gründen nicht genau:

Die gesamten Klärschlamm-Mengen, einschliesslich die durch Tourismus und Pendler-Verkehr aus den Grenzgebieten (allein im Kanton Genf mehr als 100'000 Personen täglich) verursachte Schlamm-Produktion wird pro angeschlossene Einwohner berechnet. Die reale Pro-Kopf-Produktion liegt also in Wirklichkeit tiefer.

In ARA, die zusätzlich zu den kommunalen Abwässern grosse Mengen an industriellen Abwässern (Chemie, Lebensmittelindustrie, etc.) behandeln, kann das pro-Kopf-Schlamm-Aufkommen auf über 50 kg/Jahr steigen (siehe Kanton BL, BS, VS). In eher ländlichen Kantonen liegt die mittlere Schlammproduktion eher bei 15 kg/Jahr (JU, OW, NW).

Auch die Faulungsrate der Schlämme beeinflusst die Schlamm-Mengen direkt: Die Faulung der Schlämme reduziert die produzierten Schlamm-Mengen um ca. 25%. Leider differenzieren die in der Erhebung verwendeten VSA-Kategorien nur bedingt, ob die Schlämme gefault oder nicht-gefault aus den ARA abgegeben werden. Somit lässt sich die Faulungsrate der Schlämme auf Schweizer Ebene nicht berechnen. Aber Kantone wie Genf, die 100% der Schlämme faulen, liegen mit weniger als 16 kg pro-Kopf-Schlamm-Aufkommen klar unter dem nationalen Durchschnitt.

Gemäss einer vom Bundesamt für Energie beauftragten Studie aus dem Jahr 2012 (La digestion des boues d'épuration: situation et potentiel d'optimisation; Travail de Master 2012 par X. Chopy; publication OFEN) werden ca. 75% der Schlämme in der Schweiz gefault.

In Klein-ARA macht der Bau von Faulungsanlagen wirtschaftlich keinen Sinn. Einige Gross-Anlagen (z.B. in den Kantonen BL und BS) könnten aber ihre Schlamm-Mengen durch Faulung noch erheblich reduzieren. Falls dieses Potential noch genutzt wird, kann trotz Bevölkerungszuwachs, Tourismus und Berufs-Pendler aus den Grenzgebieten eine Stagnation der Schlamm-Mengen in den nächsten Jahren erwartet werden.

Der Entsorgungsweg über KVA bleibt ab 2026 nur noch möglich, falls der Phosphor vorab aus den Schlämmen/dem Abwasser zurückgewonnen wurde. Ohne diese vorherige Entfrachtung des P aus den Schlämmen müssten diese Schlamm-Mengen (ca. 25'000 T TS) über SVA entsorgt werden:

Die SVA haben 2017 knapp 114'000 T TS Klärschlämme verbrannt. Somit liefen die Anlagen mit einer Auslastung von knapp 80%. Mit den heutigen Kapazitäten könnten die SVA theoretisch die heute in KVA entsorgten Klärschlämme (25'000 T TS) vollständig übernehmen.

Aber die Anlage CIMO nimmt keine Fremdschlämme und läuft heute aus betrieblichen Gründen nur Teillast (< 50%). Lonza sieht vor, die heutige Fremdschlamm-Annahme massiv zu reduzieren und nur noch Eigenschlämme zu behandeln. Die Anlage der Model AG wird in den nächsten Jahren voraussichtlich stillgelegt. Somit wird sich die SVA-Kapazität in den kommenden Jahren auf ca. 132'000 T TS reduzieren – womit die heute in KVA verbrannten Mengen nicht mehr vollumfänglich von SVA übernommen werden könnten.

Name Anlage	Kt.	Verbrennung	Kapazität 2016 T TS/Jahr	2026
ERZO, Oftringen	AG	Drehrohr	8'000	20'000*
Ara Rhein AG, Pratteln	BL	Wirbelschicht	12'000	12'000
ProRhenno, Basel	BS	Wirbelschicht	32'000	32'000
SAIDEF, Posieux	FR	Wirbelschicht	12'000	12'000
REAL Luzern, Emmen	LU	Wirbelschicht	10'000	10'000
ZAB, Bazenheid	SG	Wirbelschicht	12'000	12'000
Model AG/ RENI, Niedergösgen	SO	Wirbelschicht	6'000	0
EPURA, STEP Vidy	VD	Wirbelschicht	9'000	10'000
CIMO, Monthey	VS	Wirbelschicht	6'000	2'000
Lonza AG, Visp	VS	Wirbelschicht	8'000	4'000
UTO, Uvrier	VS	Drehrohr	3'000	3'000
Werdhölzli, Zürich	ZH	Wirbelschicht	28'000	28'000
Gesamt Monoverbrennung 2016			146'000	145'000

Tabelle [6] : Schweizer Schlammverbrennungsanlagen Stand 2016

*neues Projekt; Wirbelschicht

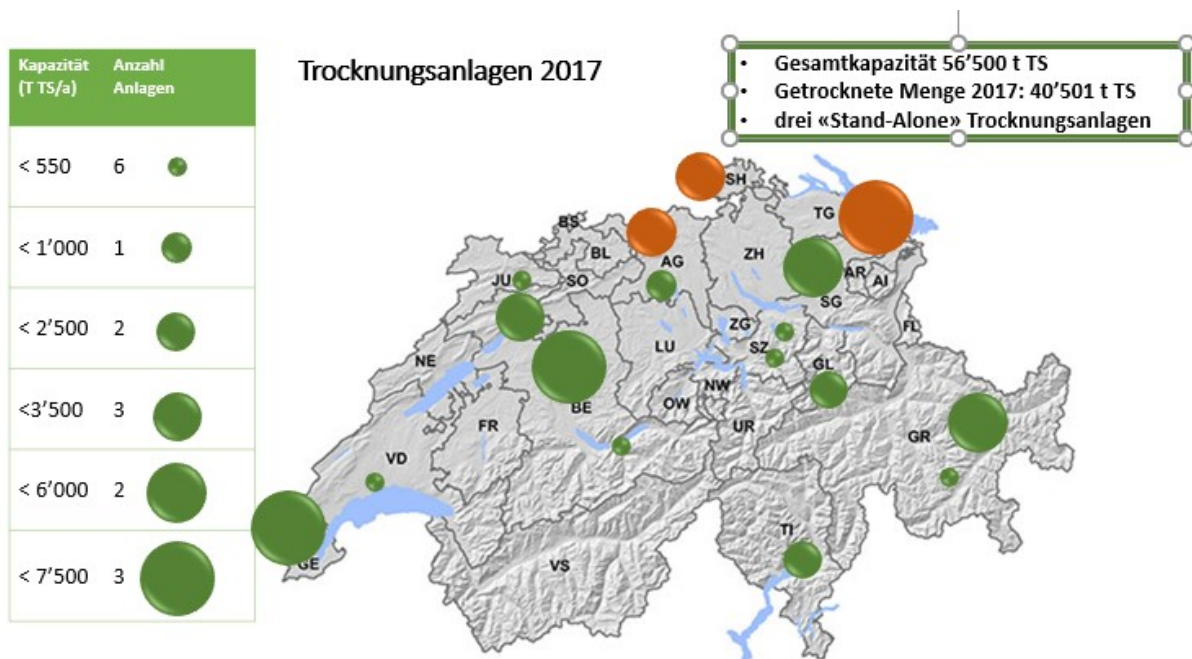
Es liegen aber auch einige – mehr oder weniger – konkrete Bau-Projekte von SVA vor: ERZO Oftringen plant in einem Zeithorizont von 2027/2028 den Neubau einer grossen SVA an Stelle der heutigen Anlage und sieht eine Kapazitäts-Steigerung auf 20'000, evtl. sogar 30'000 T TS vor.

EPURA Lausanne plant die bestehende SVA bis 2026 zu erneuern, aber die heutige Kapazität nur geringfügig zu erweitern (+10%).

Im Kanton Tessin und im Kanton Genf laufen Überlegungen, ihre kantonalen Klärschlämme in kantonalen, zentralen SVA zu verbrennen, um anschliessend den Phosphor über den Aschepfad zurückzugewinnen. Konkrete Bauprojekte liegen hinsichtlich dieser SVA jedoch noch nicht vor.

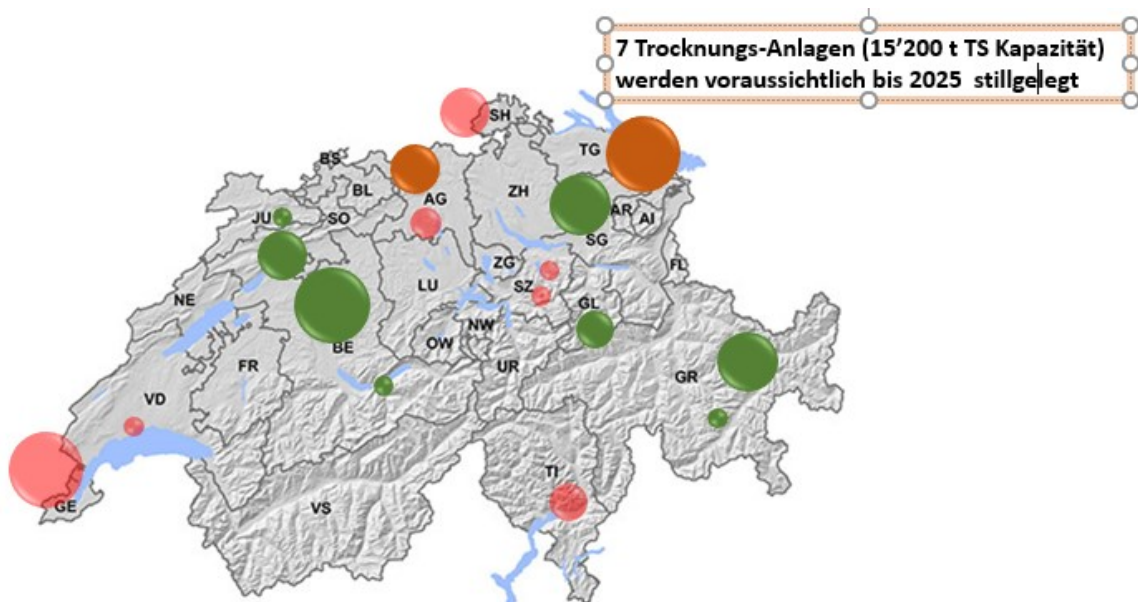
Trocknungsanlagen

Geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten 2017



Grafik [6b]: geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten 2017. Die orange markierten Anlagen stehen nicht auf einem ARA-Standort (stand-alone Trocknungsanlagen).

Voraussichtliche geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten im Jahre 2025:



Grafik [6c]: geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten 2025. Die rötlich-durchsichtig markierten Anlagen werden in den nächsten Jahren voraussichtlich stillgelegt.

14 der 17 Trocknungsanlagen werden auf ARA-Gelände betrieben. Viele dieser Anlagen erreichen in den nächsten Jahren ihr Lebensende und sechs dieser ARA-Trocknungsanlagen sollen bis 2025 stillgelegt werden. Die «stand-alone» Trocknungsanlage Hard (3'000 T TS) soll schon im Juni 2019 abgestellt werden.

Somit wird sich die verfügbare Trocknungs-Kapazität voraussichtlich von heute 56'500 T TS um 27% (15'200 T TS) auf ca. 41'000 T TS reduzieren.

Sollte das Pyrophos-Projekt der AVA Altenrhein (Trocknungskapazität 6'000 T TS) realisiert werden und somit diese Trocknungsanlage auch stillgelegt werden (Zeithorizont 2026/2027), würde sich die Kapazität sogar auf 35'000 T TS verringern.

Eine einzige Trocknungsanlage plant eine eventuelle Erweiterung: STRAG (Kt AG) würde die heutige Anlage (3'500 T TS) auf 10'000 T TS Kapazität erweitern, unter der Bedingung, dass die angelieferten Klärschlämme vorab Phosphor-entfrachtet werden. (z.B. durch ExtraPhos-Verfahren in ARA)

Phosphorprojekte

<i>Anlage</i>	<i>Kapazität T Klärschlamm</i>	<i>Technologie</i>	<i>Zeithorizont</i>
ERZO Oftringen	8'000	EuPhoRe	Inbetriebnahme 2020
STRAG Würenlingen	10'000	ExtraPhos	Keine Angaben
ARA Bern	8'000	ExtraPhosPlus	Pilot 2020
AVA Altenrhein	10'000	Pyrophos	evtl. 2027
ZAB Bazenheid	20'000	ZAB-Verfahren	Inbetriebnahme 2022
ZAR Emmenspitz	60'000	Phos4Life	Inbetriebnahme 2027
CIMO Monthey	600	Sepholix	Keine Angaben

Die aktuellen Projekte decken ca. 2/3 der Schweizer Klärschlamm-Mengen ab. Davon gehen 85% den Aschepfad und 15% den Schlamm-Pfad zur Phosphor-Rückgewinnung. Aber nur drei Projekten gelänge eine zeitgerechte Umsetzung der P-Rückgewinnungspflicht ab 1.1.2026. Diese Projekte (36'000 T TS) würden nur 20% der heutigen Klärschlamm-Mengen decken.

Für ein Drittel der Schweizer Klärschlämme hat die Umfrage keinerlei Lösung zur Phosphor-Rückgewinnung aufgezeigt.

7. Liste der Tabellen und Grafiken

Tabelle [1.1]	ARA-Typen und ihre Klärschlamm-Mengen und Entsorgungswege	Kap. 1.1
Grafik [1.1]	Klärschlamm-Entsorgung 2012/2016/2017	Kap. 1.1
Tabelle [4]	verwendete Abkürzungen	Kap. 4
Tabelle [5.28]	Liste aller Trocknungsanlagen 2017	Kap. 5.28
Tabelle [5.29]	Zusammenstellung der Phosphor-Projekte Stand April 2019	Kap. 5.29
Grafik [6a]	Klärschlamm-Pro-Kopf-Produktion 2000 – 2016	Kap. 6
Tabelle [6]	Schweizer Schlammverbrennungsanlagen Stand 2016	Kap. 6
Grafik [6b]	geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten 2017	Kap. 6
Grafik [6c]	geografische Verteilung der Trocknungskapazitäten 2025	Kap. 6

8. Quellen

- Ausgefüllte Fragebögen der 26 kantonalen Gewässerschutzämter
- VBSA Erhebung Klärschlamm-Mengen 2016, Mandat BAFU
- Bundesamt für Statistik, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/stand-entwicklung.assetdetail.5886166.html>, BFS-Nummer su-d-01.02.03.06
- Jahresberichte aller Anlagen, die Trocknungsanlagen betreiben
- Jahresberichte diverser ARA
- Direkte Kontakte (Telefon, E-Mail) mit Betreibern von ARA
- Direkte Kontakte (Telefon, E-Mail) mit Betreibern von Trocknungsanlagen
- Direkte Kontakte (Telefon, E-Mail) mit Betreibern von Schlammverbrennungsanlagen (Phosphorprojekte)
- La digestion des boues d'épuration : situation et potentiel d'optimisation ; Travail de Master réalisé au printemps 2012 par X. Chopy ; publication OFEN