



Amt der Tiroler Landesregierung  
Abteilung Wasserwirtschaft

## **Klärschlammverwertung in Tirol**

Konzept für eine landesweite Strategie

Erläuterungsbericht

Revision 0

März 2021

732-ad-201\_r0\_210303



di harald karl winkler

staatlich befugter und beeideter ingenieurkonsulent für verfahrenstechnik  
eingetragener mediator

a-6460 imst • römerweg 2  
T 05412 63721 • F 05412 63772  
hkW@hkWinkler.com  
www.hkWinkler.com

## Revisionsverzeichnis

0	03. 03.2021	Erste Ausgabe	Winkler Widmann Schwärzler-Baret	hkw
Rev.	Datum	Ausgabe/Änderung	Bearbeitet	Geprüft

## Kurzfassung

Die kommunalen Tiroler Kläranlagen produzieren derzeit jährlich circa 18.600 Tonnen Trockensubstanz (TS) Klärschlamm. Davon werden circa 14 % direkt an Tiroler Kompostierungsanlagen abgegeben. Der Großteil der Schlämme (86%) wird von den Kläranlagenbetreibern an externe Unternehmen zur Verwertung übergeben. Die Verwertungsunternehmen entscheiden über die Art der Klärschlammverwertung (Kompostierung, Mitverbrennung, Monoverbrennung, etc.).

Trotz praktisch gleichbleibender Verwertungsmengen sind die Klärschlammverwertungskosten für die Kläranlagenbetreiber in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Die Tarife wurden durchschnittlich deutlich stärker angehoben (ca. 5%/a von 2014 bis 2016 und ca. 10%/a von 2018 bis 2020) als z.B. durch indexbedingte Kostensteigerungen gerechtfertigt.

Im Bundesabfallwirtschaftsplan 2017 werden die „*Monoverbrennung von Klärschlamm und die Phosphorrückgewinnung aus der Verbrennungsrückgewinnung*“ als Strategie zur zukünftigen Klärschlambewirtschaftung für Kläranlagen mit über 20.000 EW, bzw. 50.000 EW formuliert. In Tirol sind davon 11 Kläranlagen >50.000 EW (63% des Klärschlammes), bzw. 32 Kläranlagen >20.000 EW (95% des Klärschlammes) betroffen.

Dementsprechend besteht in Tirol Handlungsbedarf im Sinne einer zukunftssicheren Klärschlammverwertung zu angemessenen und nachvollziehbaren Kosten.

Die Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie wird auf Basis des aktuellen Klärschlammfalls in Tirol und der Vorgaben des Bundesabfallwirtschaftsplans 2017 ausgearbeitet.

Die Klärschlämme aus den Bezirken Lienz und Reutte (ca. 1.600 toTS/a, bzw. 9% des Tiroler Klärschlammes) werden wie bisher außerhalb Tirols verwertet, bzw. in Tirol kompostiert. Das Hauptaugenmerk liegt hier also auf der Optimierung bestehender Strukturen.

Die restlichen Klärschlämme (ca. 17.000 toTS/a aus den Bezirken I, IL, IM, KB, KU, LA, SZ) werden in einer Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KSMVA) verbrannt. Die KMVA ist (bei Bedarf inklusive einer Klärschlamm-trocknungsanlage (KSTRO)) Teil einer zentralen Klärschlammverwertungsanlage (KVA).

Sie wird vorzugsweise an einem Standort mit Anbindung an ein leistungsfähiges Fernwärmesystem (z.B. Wärmeschiene Wattens – Innsbruck) errichtet, um die in der KMVA erzeugte Wärme ganzjährig verwerten zu können.

Circa 8.000 to/a Klärschlamm-Asche aus der KMVA enthalten 400 bis 800 to Phosphor. Diese Asche wird zwischengelagert und kann bei Bedarf als Rohstoff für das Phosphorrecycling eingesetzt werden.

Die zentrale Tiroler KVA kann je nach Ausführung um circa 19 - 24 Mio. € errichtet werden. Die Betriebskosten liegen bei etwa 1,3 bis 1,7 Mio. € pro Jahr. 5 bis 6 Mitarbeiter werden für den Betrieb der Anlage benötigt.

Die Verwertungskosten in der zentralen Tiroler KVA liegen unter 300 €/toTS für mechanisch entwässerten Klärschlamm und unter 80 €/toTS für Trockengranulat und damit um 20-30% unter den derzeitigen Verwertungskosten.

Die zentrale Tiroler KVA wird von einer Projekt-GmbH, deren Gesellschafter die Kläranlagenbetreiber sind, errichtet und betrieben.

Sie kann, nach dem Abschluss der Vorarbeiten, in circa vier bis sechs Jahren (je 2 bis 3 Jahre für Genehmigung und Errichtung inklusive Vergabeverfahren) realisiert werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>KLÄRSCHLAMM AUS KOMMUNALEN KLÄRANLAGEN .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Kommunale Kläranlagen in Tirol .....</b>	<b>12</b>
2.1.1	Abwasserbehandlungskapazitäten .....	12
2.1.2	Klärschlammverwertung der Tiroler Kläranlagen .....	15
2.1.3	Kläranlagenstandorte mit externer Klärschlammverwertung .....	16
2.1.4	Betreiber der Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung.....	18
<b>2.2</b>	<b>Klärschlammmengen .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Gesamt mengen .....	21
2.2.2	Klärschlammmengen aus den einzelnen Kläranlagen.....	23
<b>2.3</b>	<b>Klärschlammqualitäten .....</b>	<b>25</b>
2.3.1	Entwässerungsgrad.....	25
2.3.2	Schadstoffbelastungen .....	26
<b>3</b>	<b>AKTUELLE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Aktuelle Abfuhrpraxis aus den Kläranlagen .....</b>	<b>27</b>
3.1.1	Praktische Erfahrungen der Kläranlagenbetreiber.....	28
3.1.2	Abhängigkeit von den Verwertungspartnern .....	29
<b>3.2</b>	<b>Klärschlammverwertungskosten.....</b>	<b>30</b>
3.2.1	Gesamtaufwand aller Tiroler Kläranlagen .....	30
3.2.2	Klärschlammverwertungstarife der einzelnen Kläranlagen.....	31
3.2.3	Spezifische Klärschlammverwertungskosten .....	34
<b>4</b>	<b>ZUKÜNFTIGE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Rahmenbedingungen in Tirol .....</b>	<b>37</b>
4.1.1	Tiroler Feldschutzgesetz 2000.....	37
4.1.2	Bundesabfallwirtschaftsplan 2017.....	37
<b>4.2</b>	<b>Rahmenbedingungen in Österreich .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3</b>	<b>Rahmenbedingungen in der Schweiz und in Deutschland.....</b>	<b>39</b>
4.3.1	Schweiz .....	39
4.3.2	Deutschland.....	40
<b>4.4</b>	<b>Verwertungsoptionen für den Tiroler Klärschlamm .....</b>	<b>41</b>
4.4.1	Stoffliche Verwertung.....	41
4.4.2	Thermische Behandlung .....	41
4.4.3	Thermische Verwertung.....	41
4.4.4	Optimierung bestehender Strukturen .....	42
4.4.5	Etablierung neuer Strukturen .....	42
<b>5</b>	<b>TECHNISCHE ASPEKTE.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Zukünftige Klärschlammverwertungspfade.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2</b>	<b>Thermische Verfahren.....</b>	<b>44</b>
5.2.1	Übersicht .....	44

5.2.2	Klärschlammvorbehandlung .....	45
<b>5.3</b>	<b>Thermochemische Umwandlung .....</b>	<b>46</b>
<b>5.4</b>	<b>Ausführungsbeispiele – Referenzanlagen .....</b>	<b>48</b>
5.4.1	Klärschlammpyrolyse.....	48
5.4.2	Klärschlammvergasung .....	49
5.4.3	Monoverbrennung – Rostfeuerung .....	50
5.4.4	Monoverbrennung – Wirbelschichttechnologie.....	51
<b>5.5</b>	<b>Weitere Verfahren zur Klärschlamm-Monoverbrennung .....</b>	<b>52</b>
5.5.1	Etagenofen und Etagenwirbler.....	52
5.5.2	Staubfeuerung .....	53
5.5.3	Drehrohrofen .....	53
5.5.4	Schlussbemerkung .....	53
<b>6</b>	<b>RECHTLICHE UND ORGANISATORISCHE ASPEKTE .....</b>	<b>54</b>
<b>6.1</b>	<b>Rechtlicher Rahmen (der Klärschlammverwertung) .....</b>	<b>54</b>
<b>6.2</b>	<b>Möglichkeiten der interkommunalen Zusammenarbeit.....</b>	<b>55</b>
6.2.1	Öffentlich-rechtliche Zusammenschlüsse.....	55
6.2.1.1	Verbände nach TAWG bzw. Gemeindeverbände.....	55
6.2.1.2	Verwaltungsgemeinschaft .....	57
6.2.1.3	Verbände nach Wasserrechtsgesetz .....	57
6.2.2	Privatrechtliche Zusammenschlüsse.....	58
6.2.2.1	Aktiengesellschaft .....	58
6.2.2.2	Gesellschaft mit beschränkter Haftung .....	59
<b>6.3</b>	<b>Vergaberechtliche Aspekte .....</b>	<b>60</b>
6.3.1	Inhouse-Privileg.....	60
6.3.2	Öffentlich-Öffentliche Kooperation .....	62
<b>6.4</b>	<b>Gegenüberstellung und Empfehlung .....</b>	<b>63</b>
6.4.1	Rechtsform Gemeindeverband .....	63
6.4.2	Rechtsform Wasserverband .....	64
6.4.3	Rechtsform Kapitalgesellschaft - GmbH und AG .....	64
<b>7</b>	<b>DIE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNGSSTRATEGIE .....</b>	<b>66</b>
<b>7.1</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>66</b>
7.1.1	Ausgangssituation .....	66
7.1.2	Vorgaben des BAWP 2017 .....	66
7.1.3	Interkommunale Zusammenarbeit .....	67
<b>7.2</b>	<b>Klärschlamm Verwertungskonzept .....</b>	<b>69</b>
<b>7.3</b>	<b>Gemeinsame Tiroler Klärschlammverwertung .....</b>	<b>70</b>
7.3.1	Potenzielle Kooperationspartner .....	70
7.3.2	Klärschlammengen .....	70
7.3.3	Wirtschaftliche Aspekte .....	72
<b>7.4</b>	<b>Realisierungsszenarien.....</b>	<b>73</b>
7.4.1	Allgemeines .....	73
7.4.2	Szenario MEKS .....	74
7.4.2.1	Massenbilanz .....	74
7.4.2.2	Energiebilanz .....	75

7.4.3	Szenario MEKS+TG .....	76
7.4.3.1	Massenbilanz .....	77
7.4.3.2	Energiebilanz .....	77
7.4.4	Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO.....	78
7.4.4.1	Massenbilanz .....	79
7.4.4.2	Energiebilanz .....	79
<b>7.5</b>	<b>Standorte für die Klärschlammbehandlungsanlagen.....</b>	<b>80</b>
<b>7.6</b>	<b>Vorgangsweise für die Umsetzung.....</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT .....</b>	<b>81</b>
<b>8.1</b>	<b>Zielsetzung der Untersuchung .....</b>	<b>81</b>
<b>8.2</b>	<b>Methodik.....</b>	<b>81</b>
8.2.1	Allgemeine Methodik .....	81
8.2.2	Finanzmathematische Aufbereitung der Zahlungen .....	82
8.2.3	Finanzierung & Förderung .....	83
<b>8.3</b>	<b>Darstellung der untersuchten Szenarien .....</b>	<b>84</b>
8.3.1	Investitions- und Betriebskostenschätzungen .....	84
8.3.1.1	Klärschlamm-trocknungsanlagen .....	84
8.3.1.2	Klärschlammverwertungsanlagen .....	87
8.3.2	Ergebnisse Szenarien.....	91
8.3.3.1	Sensitivität bezüglich Investitionskosten.....	96
8.3.3.2	Sensitivität bezüglich Betriebskosten.....	97
8.3.3.3	Sensitivität bezüglich angelieferter Klärschlammmenge .....	98
8.3.3.4	Sensitivität bezüglich Menge bzw. Preis der verkauften Wärme .....	99
<b>8.4</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>100</b>
<b>9</b>	<b>ZEITSCHIENE FÜR DIE UMSETZUNG .....</b>	<b>101</b>
<b>10</b>	<b>RESÜMEE.....</b>	<b>102</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufteilung der Tiroler Abwasserreinigungskapazitäten auf die Bezirke .....	13
Tabelle 2: Aufteilung der Tiroler Abwasserbehandlungskapazitäten nach den Größenklassen der Kläranlagen .....	13
Tabelle 3: Aufteilung des Tiroler Klärschlammanfalls auf die Bezirke .....	17
Tabelle 4: Kommunale Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung .....	20
Tabelle 5: Investitionskosten von Klärschlamm-trocknungsanlagen .....	84
Tabelle 6: Betriebskosten (OPEX) von Klärschlamm-trocknungsanlagen .....	85
Tabelle 7: Investitionskosten (CAPEX) der Klärschlammverwertungsanlagen .....	88
Tabelle 8: Betriebskosten (OPEX) der Klärschlammverwertungsanlagen .....	89
Tabelle 9: Nutzbare Wärmemengen .....	90
Tabelle 10: Dynamische Gestehungskosten (DGK) .....	91
Tabelle 11: DGK mit Wärmeertrag bei TG .....	92
Tabelle 12: DGK mit anteilig verteilten KSTRO-Kosten .....	92
Tabelle 13: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO: Vergleich der Verwertungskosten für die Teilströme zur KVA.....	93
Tabelle 14: Szenario MEKS+TG: Vergleich der Verwertungskosten für die Teilströme zur KVA .....	94

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kommunale Kläranlagen in Tirol .....	12
Abbildung 2: Abwasserreinigungskapazitäten der Tiroler Kläranlagen.....	14
Abbildung 3: Klärschlammbehandlung und -verwertung in Tirol.....	15
Abbildung 4: Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung .....	16
Abbildung 5: Klärschlammanfall nach Bezirken .....	17
Abbildung 6: Rechtsform der Kläranlagenbetreiber nach Anzahl der Kläranlagen.....	18
Abbildung 7: Rechtsform der Kläranlagenbetreiber nach Klärschlammanfall.....	19
Abbildung 8: Tiroler Klärschlammmengen 2014 – 2019 .....	21
Abbildung 9: Vergleich der DIGIPROT-Daten mit den Daten aus den Statusberichten .....	22
Abbildung 10: Verteilung des Klärschlammanfalls in toTS/a (Quelle: DIGIPROT) .....	23
Abbildung 11: Verteilung der abtransportierten Klärschlammmengen in to/a Originalsubstanz.....	24
Abbildung 12: TS-Gehalt im verwerteten Klärschlamm (OS)   2014 bis 2019 .....	25
Abbildung 13: Verteilung der Klärschlammqualitäten (TS-Gehalt)   Quelle: DIGIPROT.....	26
Abbildung 14: Aktuelle Tiroler Klärschlammverwertungspfade   Quelle: DIGIPROT & Kläranlagenbetreiber .....	27
Abbildung 15: Klärschlammverwertung in Tiroler Kompostieranlagen (Quelle: Tiroler Abfallstatistik) .....	28
Abbildung 16: Praktische Erfahrungen mit der Klärschlammabfuhr (Quelle: Kläranlagenbetreiber) ...	29
Abbildung 17: Abhängigkeit von Verwertungspartnern (Quelle: Kläranlagenbetreiber) .....	30
Abbildung 18: Entwicklung der Klärschlammverwertungskosten.....	31
Abbildung 19: Tarifsteigerungen (2016-2018) in Deutschland.....	32
Abbildung 20: Klärschlammverwertungstarife der kommunalen Tiroler Kläranlagen (Quelle: Betreiber) .....	33
Abbildung 21: Spezifische Klärschlammverwertungskosten (Quelle: DIGIPROT und Betreiber).....	34
Abbildung 22: Umfrage zur Klärschlammverwertung in Niedersachsen .....	35
Abbildung 23: Entwicklung der spezifischen Klärschlammverwertungskosten in Niedersachsen .....	36
Abbildung 24: Klärschlammverwertungspfade nach dem aktuellen Stand der Technik .....	43

Abbildung 25: Thermische Behandlung und Verwertung von Klärschlamm .....	44
Abbildung 26: Thermische Klärschlammverwertung in Deutschland .....	45
Abbildung 27: Klärschlammvorbehandlung zur Heizwertanpassung .....	46
Abbildung 28: Thermochemische Umwandlung von Klärschlamm .....	47
Abbildung 29: Pyrobuster ARA Tobl.....	48
Abbildung 30: PYREG – Verfahren .....	48
Abbildung 31: Kopf-Syngas Klärschlammvergasung .....	49
Abbildung 32: AWINA-Schleuderradtechnologie - Emter GmbH .....	50
Abbildung 33: Wirbelschichtfeuerung für die Klärschlamm-Monoverbrennung .....	51
Abbildung 34: Wirbelschicht-Verbrennungsanlage mit Heißwasserkessel und Fernwärmeverkauf ....	52
Abbildung 35: Rechtsform Gemeindeverband .....	63
<i>Abbildung 36: GmbH: Empfohlene Rechtsform für den KVA Eigentümer &amp; Betreiber .....</i>	<i>65</i>
Abbildung 37: Klärschlamm-Kooperation im Kanton Zürich.....	67
Abbildung 38: Klärschlamm-Kooperation Mecklenburg-Vorpommern GmbH.....	68
Abbildung 39: Konzept für die zukünftige Tiroler Klärschlammverwertung.....	69
Abbildung 40: Potenzielle Kooperationspartner für die interkommunale Zusammenarbeit .....	70
Abbildung 41: Klärschlammmanfall   toTS/a - Verteilung.....	71
Abbildung 42: Klärschlamm zur Verwertung in to/a - Verteilung.....	71
Abbildung 43: Tarifsteigerungen für die Klärschlammverwertungen 2014 - 2020 .....	72
Abbildung 44: Szenario MEKS – Schema.....	74
Abbildung 45: Szenario MEKS – Massenbilanz .....	75
Abbildung 46: Szenario MEKS – Energiebilanz .....	75
Abbildung 47: Szenario MEKS+TG – Schema.....	76
Abbildung 48: Szenario MEKS+TG - Massenbilanz.....	77
Abbildung 49: Szenario MEKS+TG – Energiebilanz .....	77
Abbildung 50: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO – Schema .....	78
Abbildung 51: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO - Massenbilanz .....	79
Abbildung 52: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO – Energiebilanz .....	79
Abbildung 53: Spezifische Klärschlamm Trocknungskosten .....	86
Abbildung 54: Dynamische Gestehungskosten vs. spezifische Klärschlammverwertungskosten.....	94
Abbildung 55: Sensitivität der DGK auf eine Änderung der Investitionskosten (CAPEX).....	96
Abbildung 56: Sensitivität der DGK auf Änderung der Betriebskosten .....	97
Abbildung 57: Sensitivität der DGK auf Änderung der angelieferten Klärschlammmenge .....	98
Abbildung 58: Sensitivität der DGK auf Änderung des Wärmeverkaufsertrags .....	99
Abbildung 59: Realisierungszeiträume für Klärschlammverwertungsanlagen mit Wirbelschichtöfen	101

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BAWP	Bundesabfallwirtschaftsplan
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
BVergG	Bundesvergabegesetz
BVG	Bundesverfassungsgesetz
BWL	Brennstoffwärmeleistung
CAPEX	Investitionskosten
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DACH	Region Deutschland-Österreich-Schweiz
DGK	Dynamische Gestehungskosten
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
EDM	Elektronisches Datenmanagement – Umwelt des BMNT/BMK
ERZ	Entsorgung + Recycling Zürich
EuGH	Europäischer Gerichtshof
EW	Einwohnerwert
FW	Fernwärme
GK	Größenklasse (von Kläranlagen lt. 1.AEV für kommunales Abwasser)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
I	Stadt Innsbruck
IL	Bezirk Innsbruck Land
IM	Bezirk Imst
KA	Korrespondenz Abwasser oder Kläranlage
KB	Bezirk Kitzbühel
KKMV	Klärschlamm Kooperation Mecklenburg-Vorpommern GmbH
KMVA	Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage
KS	Klärschlamm
KSTRO	Klärschlamm-trocknungsanlage
KU	Bezirk Kufstein
KVA	Klärschlammverwertungsanlage

LA	Bezirk Landeck
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (in Deutschland)
LZ	Bezirk Lienz
MEKS	Mechanisch entwässerter Klärschlamm
OPEX	Betriebskosten
OS	Originalsubstanz (MEKS oder TG)
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
P	Phosphor
RE	Bezirk Reutte
RFG	Rechts- und Finanzierungspraxis der Gemeinden (Fachzeitschrift)
SCR	selective catalytic reduction
SNCR	selective non-catalytic reduction
SN	Schlüsselnummer (in der AbfallverzeichnisVO)
SZ	Bezirk Schwaz
TAWG	Tiroler Abfallwirtschaftsgesetz
TG	Trockengranulat
TGO	Tiroler Gemeindeordnung
TKSVS	Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie
TM	Trockenmasse
TR	Trockenrückstand
TS	Trockensubstanz
TVM	Thermische Verwertung Mainz GmbH
VO	Verordnung
VPI	Verbraucherpreisindex
VRV	Voranschlags- und Rechnungsabschlussverordnung
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen
VwGH	Verwaltungsgerichtshof
WRG	Wasserrechtsgesetz
WRG-ON	Kommentar zum WRG (Oberleitner/Berger, Manz)
WÜ	Wärmeübergang

## 1 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Die Tiroler Landesregierung hat beschlossen, ein Konzept als Grundlage für eine landesweite Strategie zur zukünftigen Klärschlammverwertung in Tirol in Auftrag zu geben.

Das Konzept wird in enger fachlicher Abstimmung mit der Abteilung Wasserwirtschaft ausgearbeitet. Zuständiger Sachbearbeiter ist Dr. Stefan Wildt.

In diesem Konzept sollen insbesondere die folgenden Themen behandelt werden:

- Überblick über Quantitäten und Qualitäten der Klärschlämme kommunaler Kläranlagen in Tirol
- - Überblick über aktuelle Entsorgungswege für Klärschlämme kommunaler Kläranlagen in Tirol
- Darstellung der Lösungsoptionen im österreichischen Kontext und im Umfeld der Nachbarstaaten vor dem Hintergrund der Tiroler Strukturen, einschließlich Aspekten von Energie und Klärschlammtransport
- Begründeter Vorschlag einer landesweiten Klärschlamm-Strategie für die Verwertung der kommunalen Tiroler Klärschlämme mit
  - *erforderlichen Strukturen und Anlagen (Technologien, Standorte, Betreiberformen bzw. Organisationsmodell etc.)*
  - Kostenrahmen und Kostenträger
  - Abschätzung der Zeitschiene zur Umsetzung bei Vorliegen einer entsprechenden Entscheidung der Tiroler Landesregierung

Die für die Ausarbeitung des Konzepts erforderlichen Daten für die einzelnen Kläranlagen werden vom Land über die DIGIPROT-Datenbank aus dem Tiroler Kläranlagenportal zur Verfügung gestellt.

Bei Bedarf kann das Land Daten aus weiteren Datenquellen (EDM) zur Verfügung stellen.

Daten, die nicht über das Kläranlagenportal verfügbar sind, werden direkt bei den Kläranlagenbetreibern erhoben.

Derzeit ändern sich europaweit die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen für die Klärschlammverwertung.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen in Hinblick auf die Anforderungen bezüglich der Phosphorrückgewinnung aus kommunalen Klärschlämmen wurden zum Beispiel in Deutschland und der Schweiz kürzlich novelliert. In Österreich gibt es dazu Vorschläge im Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP 2017).

Dementsprechend sollen bezüglich technischer Lösungen und geeigneter Organisationsmodelle und Betriebskonzepte insbesondere auch Erfahrungen mit Referenzprojekten in Deutschland und der Schweiz berücksichtigt werden.

## 2 KLÄRSCHLAMM AUS KOMMUNALEN KLÄRANLAGEN

### 2.1 Kommunale Kläranlagen in Tirol

#### 2.1.1 Abwasserbehandlungskapazitäten

Die kommunalen Abwässer in Tirol werden in 53 kommunalen Kläranlagen mit insgesamt 2.158.162 EW (Stand 2019) wasserrechtlich genehmigter Behandlungskapazität behandelt.

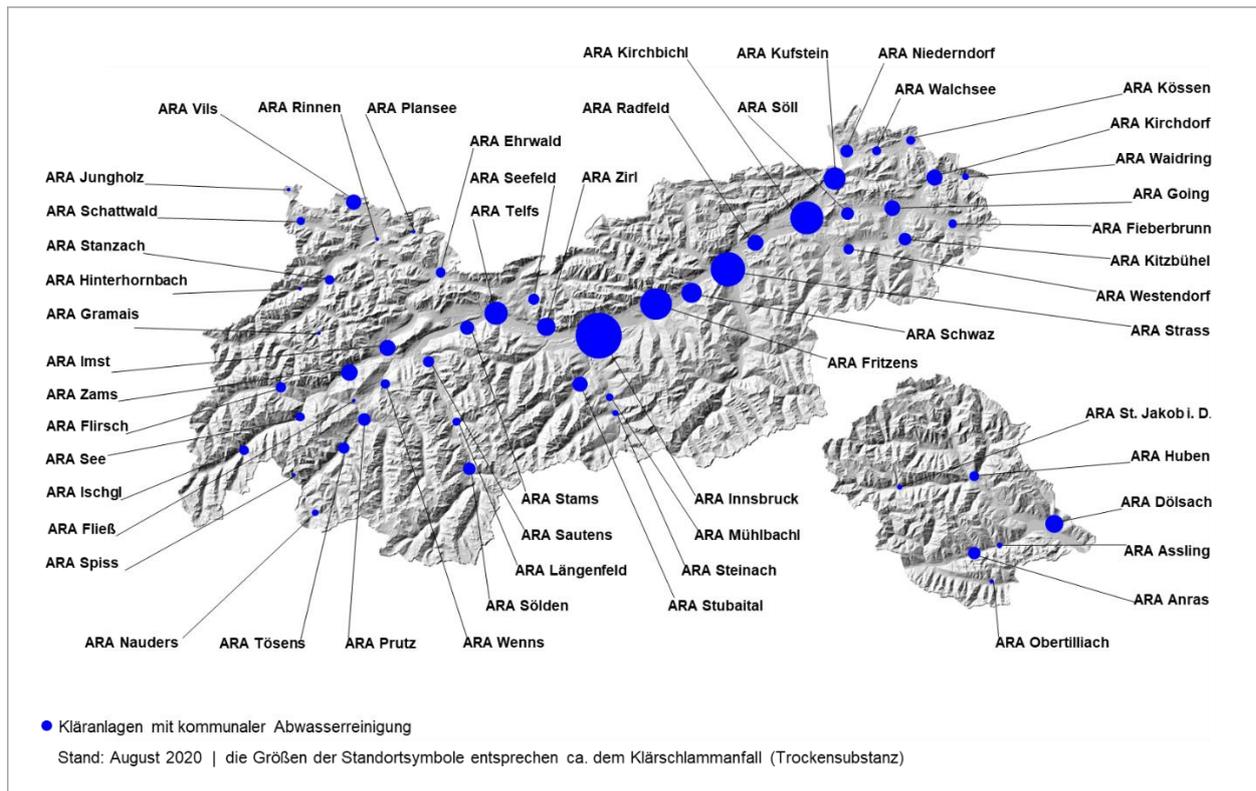


Abbildung 1: Kommunale Kläranlagen in Tirol

Die kommunalen Kläranlagen verteilen sich wie folgt auf die Tiroler Bezirke.

*Tabelle 1: Aufteilung der Tiroler Abwasserreinigungskapazitäten auf die Bezirke*

Bezirk	Anzahl	Gesamtkapazität	Anteil in Tirol
I	1	400 000 EW	18,53%
IL	7	317 500 EW	14,71%
IM	6	229 700 EW	10,64%
KB	7	239 120 EW	11,08%
KU	6	257 550 EW	11,93%
LA	9	201 437 EW	9,33%
LZ	6	119 200 EW	5,52%
RE	9	141 655 EW	6,56%
SZ	2	252 000 EW	11,68%
<b>Tirol</b>	<b>53</b>	<b>2 158 162 EW</b>	<b>100%</b>

43 der 53 Kläranlagen (98,9% der wasserrechtlich genehmigten Behandlungskapazitäten) entsprechen den Größenklassen III und IV gemäß Anlage A der 1. AEV für kommunales Abwasser.

*Tabelle 2: Aufteilung der Tiroler Abwasserbehandlungskapazitäten nach den Größenklassen der Kläranlagen*

GK	Anzahl	größer als	nicht größer als	Gesamtkapazität	Anteil in Tirol
<b>I</b>	1	50 EW	500 EW	300 EW	0,14%
<b>II</b>	9	500 EW	5 000 EW	23 285 EW	1,08%
<b>III</b>	33	5 000 EW	50 000 EW	927 607 EW	42,98%
<b>IV</b>	10	50 000 EW		1 206 970 EW	55,93%
<b>Tirol</b>	<b>53</b>			<b>2 158 162 EW</b>	<b>100%</b>

Die wasserrechtlich genehmigten Behandlungskapazitäten für die kommunalen Tiroler Abwässer verteilen sich also wie folgt auf die einzelnen Kläranlagen.

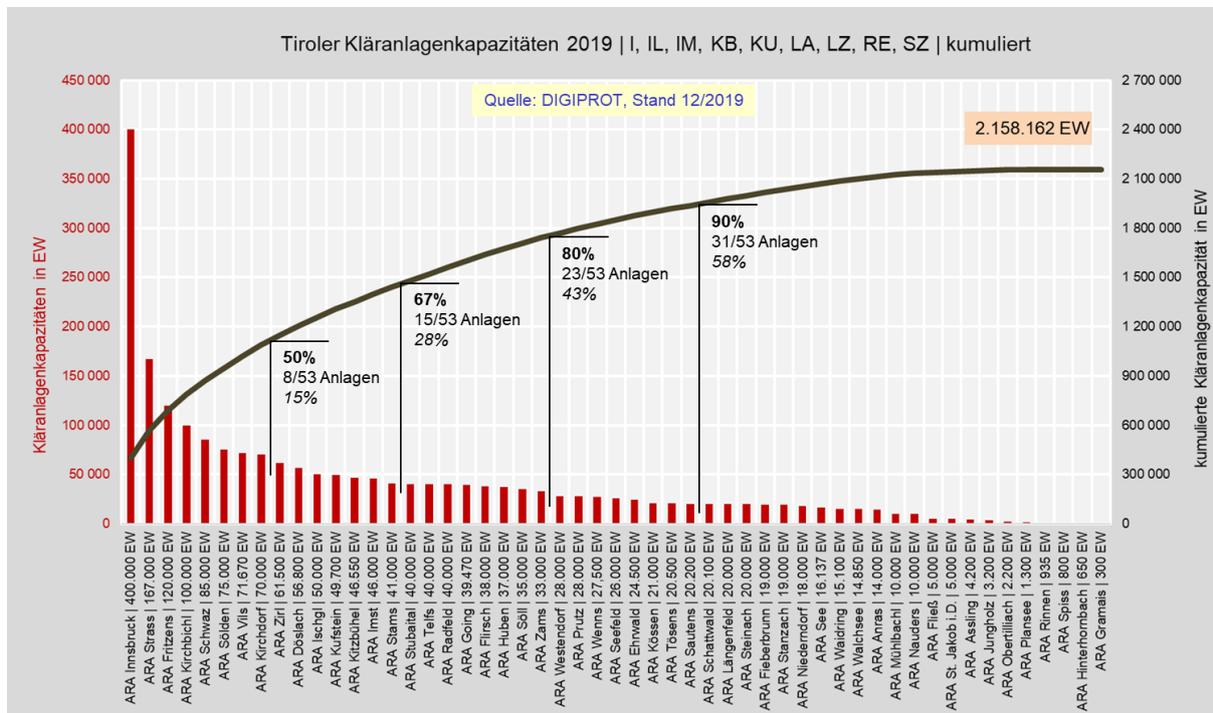


Abbildung 2: Abwasserreinigungskapazitäten der Tiroler Kläranlagen

## 2.1.2 Klärschlammverwertung der Tiroler Kläranlagen

Sieben der 53 Kläranlagen verwerten ihre Klärschlämme nicht selbst, sondern übergeben sie an kooperierende Kläranlagen.

Diese behandeln und verwerten die übernommenen Klärschlämme gemeinsam mit dem eigenen Klärschlamm.

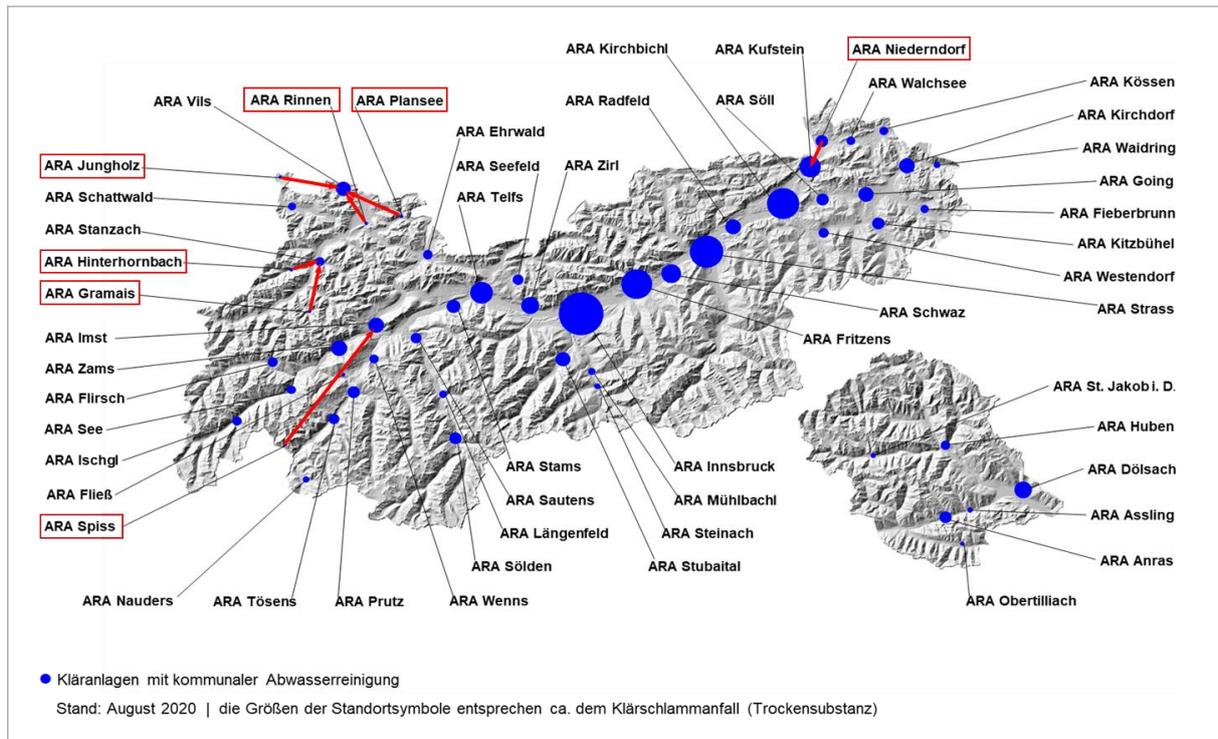


Abbildung 3: Klärschlammbehandlung und -verwertung in Tirol

Insbesondere übergeben die folgenden Kläranlagen ihre Klärschlämme wie folgt an die kooperierenden Kläranlagen:

- ARA Niederndorf nach ARA Kufstein
- ARA Spiss nach ARA Imst
- ARA Plansee nach ARA Vils
- ARA Jungholz nach ARA Vils
- ARA Rinnen nach ARA Vils
- ARA Gramais nach ARA Stanzach
- ARA Hinterhornbach nach ARA Stanzach

Die Klärschlämme dieser sieben Kläranlagen sind dementsprechend in den verwerteten Klärschlammengen der kooperierenden Kläranlagen (ARA Kufstein, ARA Imst, ARA Vils und ARA Stanzach) enthalten.

Damit verbleiben in Tirol 46 kommunale Kläranlagen, die ihre Klärschlämme individuell und in der Regel über externe Partner verwerten müssen.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf die Klärschlammverwertung für diese 46 Kläranlagen.

### 2.1.3 Kläranlagenstandorte mit externer Klärschlammverwertung

Im Jahr 2019 wurden von diesen 46 Kläranlagen insgesamt 18.608 toTS Klärschlamm extern verwertet, also an Dritte zur Verwertung übergeben.

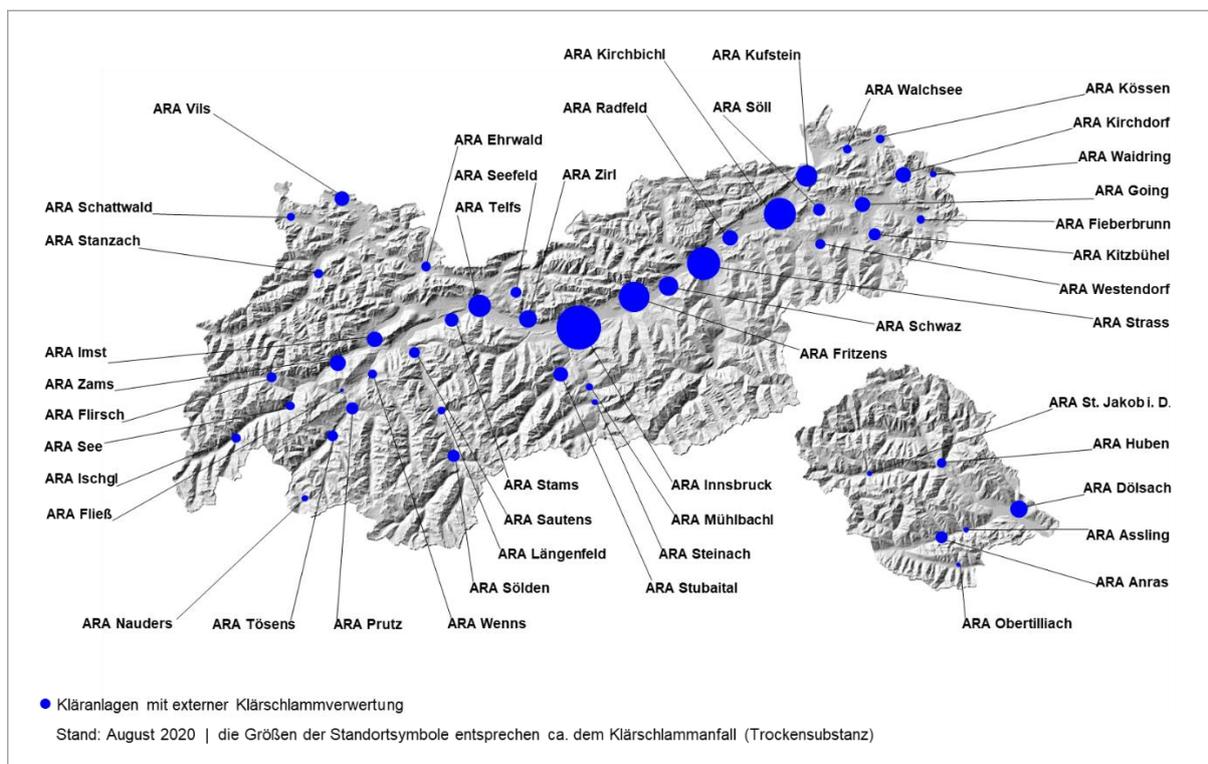


Abbildung 4: Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung

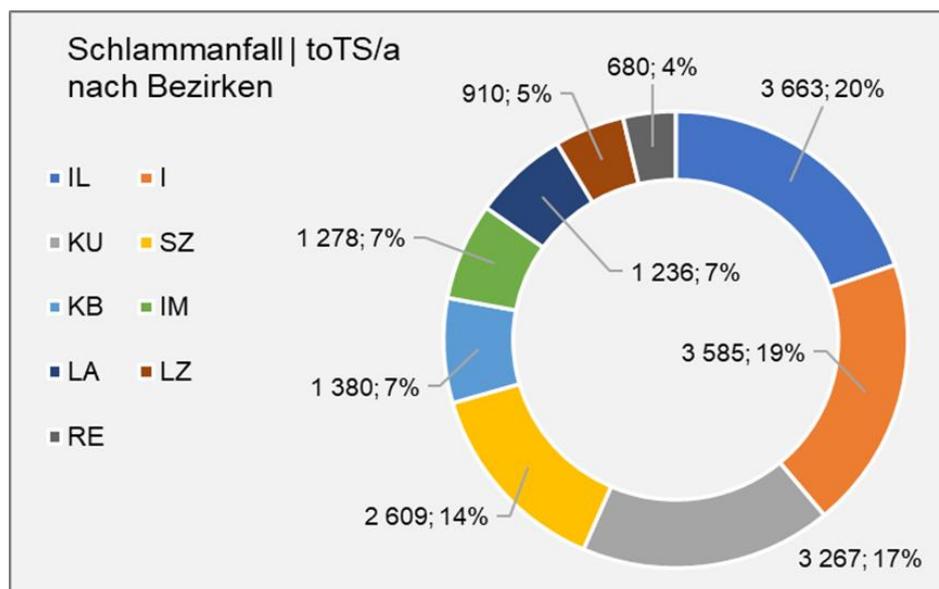
Der Klärschlamm der ARA Kirchbichl wird derzeit von der an die Kläranlage angrenzenden Kompostierungsanlage kostenfrei übernommen und verwertet.

Diese Form der Klärschlammverwertung wird in weiterer Folge als „externe Klärschlammverwertung“ behandelt, weil der Klärschlamm aus der Kläranlage zur Verwertung abtransportiert wird.

Der Tiroler Klärschlammanfall entspricht also den Klärschlammmengen, die aus den 46 Tiroler Kläranlagen zur externen Verwertung abtransportiert werden und verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Bezirke.

*Tabelle 3: Aufteilung des Tiroler Klärschlammanfalls auf die Bezirke*

Bezirk	Anzahl	Klärschlammanfall toTS/a	Anteil in Tirol
I	1	3 585 toTS/a	19,27%
IL	7	3 663 toTS/a	19,69%
IM	6	1 278 toTS/a	6,87%
KB	7	1 380 toTS/a	7,42%
KU	5	3 267 toTS/a	17,56%
LA	8	1 236 toTS/a	6,64%
LZ	6	910 toTS/a	4,89%
RE	4	680 toTS/a	3,65%
SZ	2	2 609 toTS/a	14,02%
<b>Tirol</b>	<b>46</b>	<b>18 608 toTS/a</b>	<b>100%</b>



*Abbildung 5: Klärschlammanfall nach Bezirken*

#### 2.1.4 Betreiber der Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung

Die Eigentümer und Betreiber der 46 Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung sind:

- 23 Verbände nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)
- 13 Verbände nach Wasserrechtsgesetz (WRG)
- 7 Einzelgemeinden
- 1 Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- 1 Aktiengesellschaft

Die Kläranlage Fieberbrunn wird von den Gemeinden Fieberbrunn, Hochfilzen und St. Jakob in Haus über eine Verwaltungsgemeinschaft betrieben.

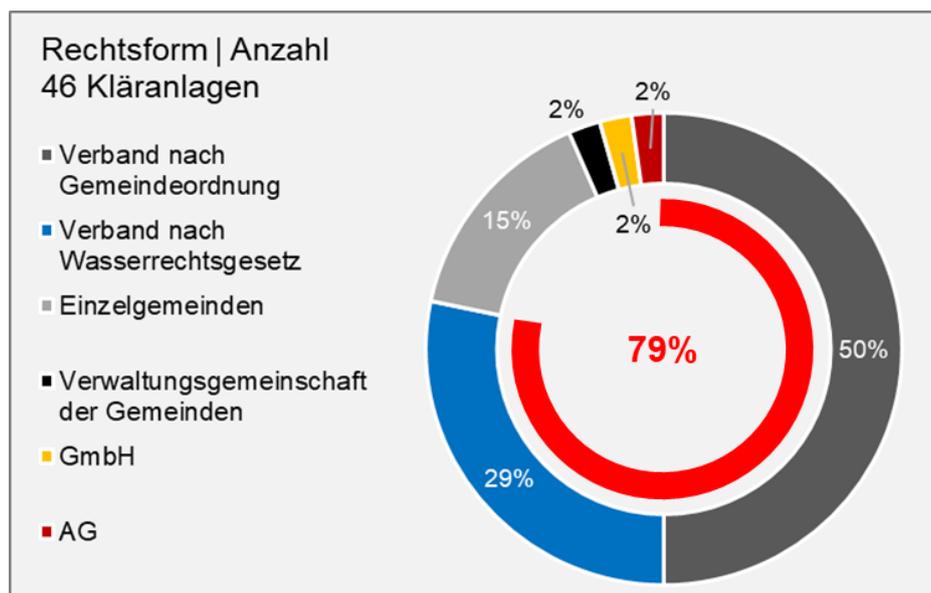


Abbildung 6: Rechtsform der Kläranlagenbetreiber nach Anzahl der Kläranlagen

Der Großteil der Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung (79%, das sind 36 der 46 Kläranlagen) wird von Verbänden betrieben.

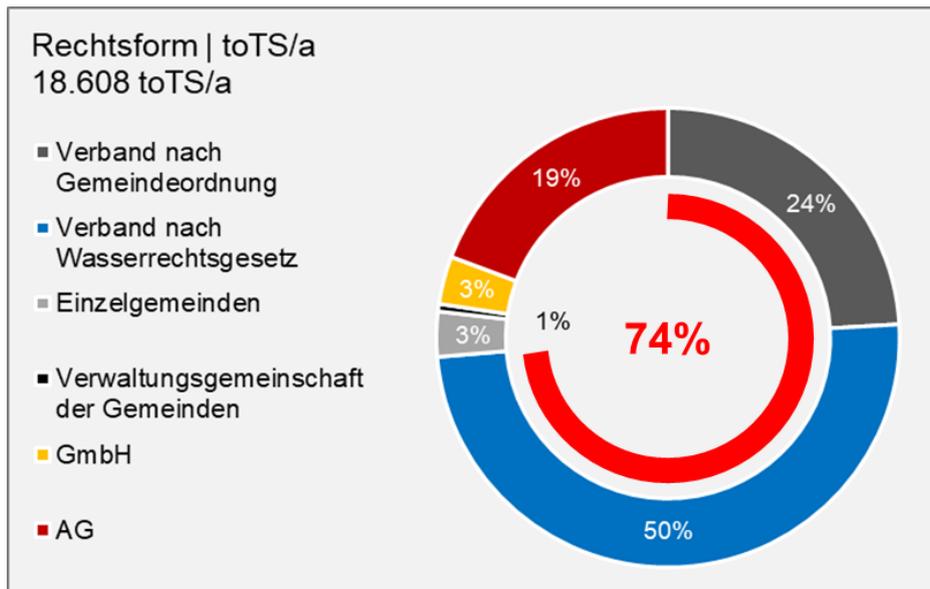


Abbildung 7: Rechtsform der Kläranlagenbetreiber nach Klärschlammfall

74% der Klärschlämme fallen in Verbandsanlagen (TGO und WRG) an.

Die Gemeinden (inklusive der Verwaltungsgemeinschaft Fieberbrunn, Hochfilzen und St. Jakob in Haus) betreiben 7 eher kleine Kläranlagen und produzieren ca. 4% des Tiroler Klärschlammes.

Die Innsbrucker Kläranlage erzeugt und verwertet ca. 19% des Tiroler Klärschlammes.

Tabelle 4: Kommunale Kläranlagen mit externer Klärschlammverwertung

Kläranlage	Eigentümer und Betreiber	Rechtsform	Bezirk
ARA Innsbruck	Innsbrucker Kommunalbetriebe AG	Aktiengesellschaft (AG)	I
ARA Fritzens	AWV Hall i.T. - Fritzens	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	IL
ARA Mühlbachl	AWV Unteres Wipptal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	IL
ARA Seefeld	Gemeinde Seefeld	Gemeinde	IL
ARA Steinach	AWV Oberes Wipptal	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	IL
ARA Stubaital	AWV Stubaital	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	IL
ARA Telfs	AWV Telfs u. Umgebung	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	IL
ARA Zirl	AWV Zirl u. Umgebung	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	IL
ARA Imst	AV Gurgltal - Imst - Inntal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	IM
ARA Längenfeld	Gemeinde Längenfeld	Gemeinde	IM
ARA Sautens	AWV Vorderes Ötztal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	IM
ARA Sölden	Gemeinde Sölden	Gemeinde	IM
ARA Stams	AWV Stams u. Umgebung	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	IM
ARA Wenns	AWV Pitztal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	IM
ARA Fieberbrunn	VG Fieberbrunn-Hochfilzen-St Jakob i.H.	Verwaltungsgemeinschaft der Gemeinden	KB
ARA Going	AWV Reither Ache	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KB
ARA Kirchdorf	AWV & AV Großsache Nord	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	KB
ARA Kitzbühel	AWV & AV Großsache Süd	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	KB
ARA Kössen	AWV Kössen - Schwendt	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KB
ARA Waidring	AWV Waidring - St. Ulrich a.P.	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KB
ARA Westendorf	AWV Brixen i.Th. - Westendorf	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KB
ARA Kirchbichl	AWV Wörgl - Kirchbichl u.U.	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	KU
ARA Kufstein	AWV Kufstein u.U.	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	KU
ARA Radfeld	AWV Brixlegg u.U.	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KU
ARA Söll	AWV Söll - Scheffau - Ellmau	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KU
ARA Walchsee	AWV Walchsee-Kössen/Kranzach	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	KU
ARA Fließ	Gemeinde Fließ	Gemeinde	LA
ARA Flirsch	AWV Oberes Stanzertal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LA
ARA Ischgl	AWV Oberpaznaun	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LA
ARA Nauders	Gemeinde Nauders	Gemeinde	LA
ARA Prutz	AWV Prutz u.U.	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	LA
ARA See	AWV Unterpaznaun	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LA
ARA Tösens	AWV Serfaus-Pfunds-Tösens	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	LA
ARA Zams	AWV Zams-Landeck u.U.	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LA
ARA Assling	AWV Unteres Pustertal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LZ
ARA Anras	AWV Oberes Pustertal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LZ
ARA Obertilliach	Gemeinde Obertilliach	Gemeinde	LZ
ARA Dölsach	AWV Lienzer Talboden	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	LZ
ARA Huben	AWV Hohe Tauern Süd	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	LZ
ARA St. Jakob i.D.	Gemeinde St.Jakob i. D.	Gemeinde	LZ
ARA Ehrwald	AW & BAV Ehrwald-Lermoos-Biberwier	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	RE
ARA Schattwald	AWV Tannheimertal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	RE
ARA Stanzach	AWV Lechtal	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	RE
ARA Vils	AWV Vils - Reutte u.U. - Pfronten	Verband nach Tiroler Gemeindeordnung (TGO)	RE
ARA Schwaz	Stadtwerke Schwaz GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)	SZ
ARA Strass	AV Achental - Inntal - Zillertal	Verband nach Wasserrechtsgesetz (WRG)	SZ

## 2.2 Klärschlammengen

### 2.2.1 Gesamtmengen

Die Tiroler Klärschlammengen wurden für den Zeitraum 2014 bis 2019 über die von den Anlagenbetreibern im Tiroler Kläranlagenportal dokumentierten Daten (DIGIPROT-Datenbank) ermittelt.

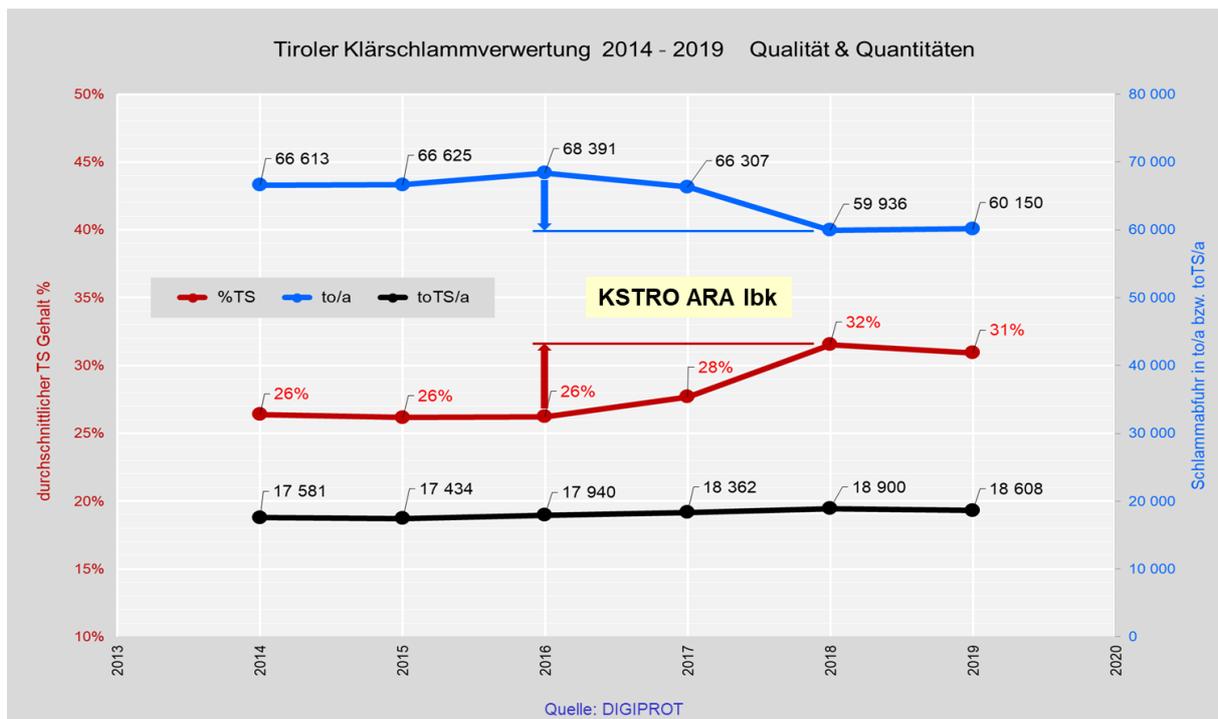


Abbildung 8: Tiroler Klärschlammengen 2014 – 2019

Die in DIGIPROT dokumentierten Klärschlammengen steigen von ca. 17.600 toTS/a im Jahr 2014 auf ca. 18.600 toTS/a im Jahr 2019 an.

Das entspricht einer mittleren jährlichen Steigerungsrate von ca. 1,1%.

Die Klärschlämme werden als mechanisch entwässerter Klärschlamm (MEKS) oder Trockengranulat (TG) von den Kläranlagen abgegeben und verwertet.

Im Jahr 2014 wurden die Tiroler Klärschlämme auf durchschnittlich 26%TS entwässert, dementsprechend wurden aus den Kläranlagen in Summe ca. 60.600 to/a „Originalsubstanz“ (OS) abtransportiert.

Die Inbetriebnahme der Klärschlamm-trocknungsanlage in der Kläranlage Innsbruck im Jahr 2017 verringerte den OS-Abtransport um ca. 8.000 to/a.

Damit verbunden erhöhte sich der durchschnittliche TS-Gehalt im Tiroler Klärschlamm von 26%TS im Jahr 2016 auf 32%TS im Jahr 2018.

Ab dem Jahr 2018 werden daher nur noch ca. 60.000 to/a OS aus den Kläranlagen abtransportiert.

Die Tiroler Klärschlammmengen (toTS/a) werden auch in Statusberichten der für die Abfallwirtschaft zuständigen Ministerien jährlich veröffentlicht.

Derzeit (2020) sind die folgenden Berichte öffentlich abrufbar:

- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT):  
Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich,  
Statusbericht 2018 (Referenzjahr 2016)
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT):  
Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich,  
Statusbericht 2019 (Referenzjahr 2017)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK):  
Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich,  
Statusbericht 2020 (Referenzjahr 2018)

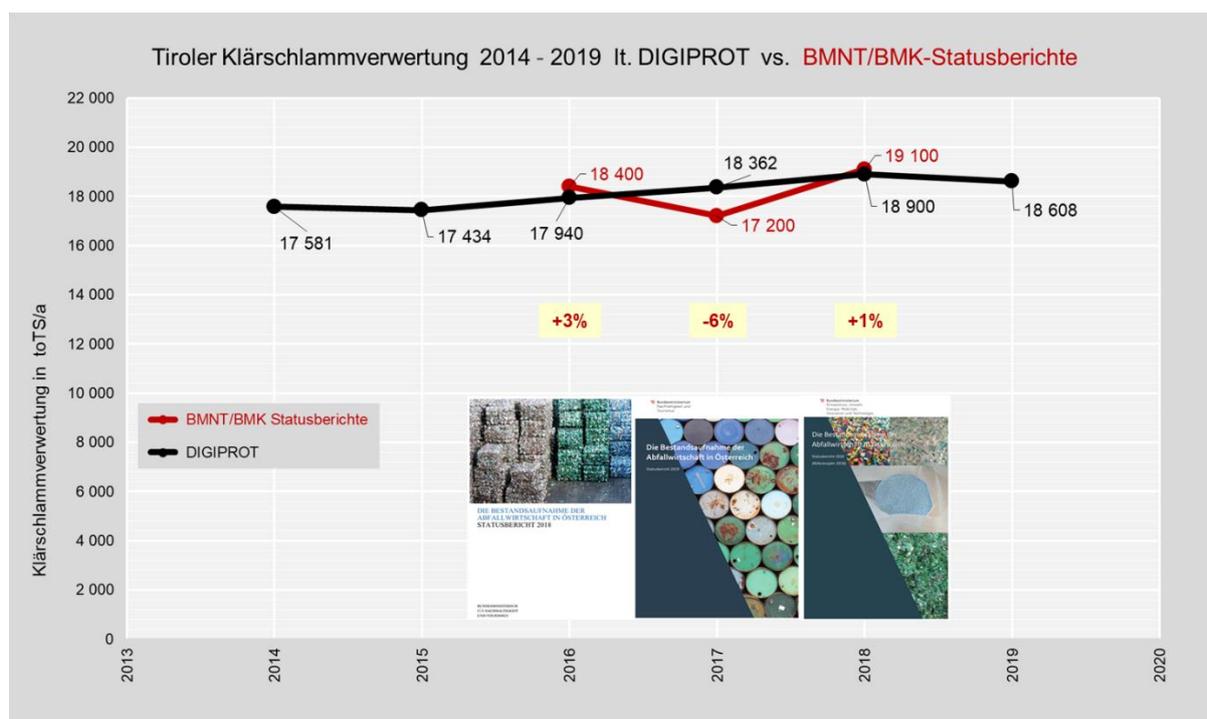


Abbildung 9: Vergleich der DIGIPROT-Daten mit den Daten aus den Statusberichten

Die Abweichungen der Jahresmengen liegen im Bereich zwischen +3% und -6% und sind damit für die weiteren Betrachtungen unerheblich.

## 2.2.2 Klärschlammengen aus den einzelnen Kläranlagen

Knapp die Hälfte des Tiroler Klärschlamms (9.020 toTS/a) wird in den vier größten Kläranlagen (Innsbruck, Strass, Kirchbichl und Fritzens) produziert.

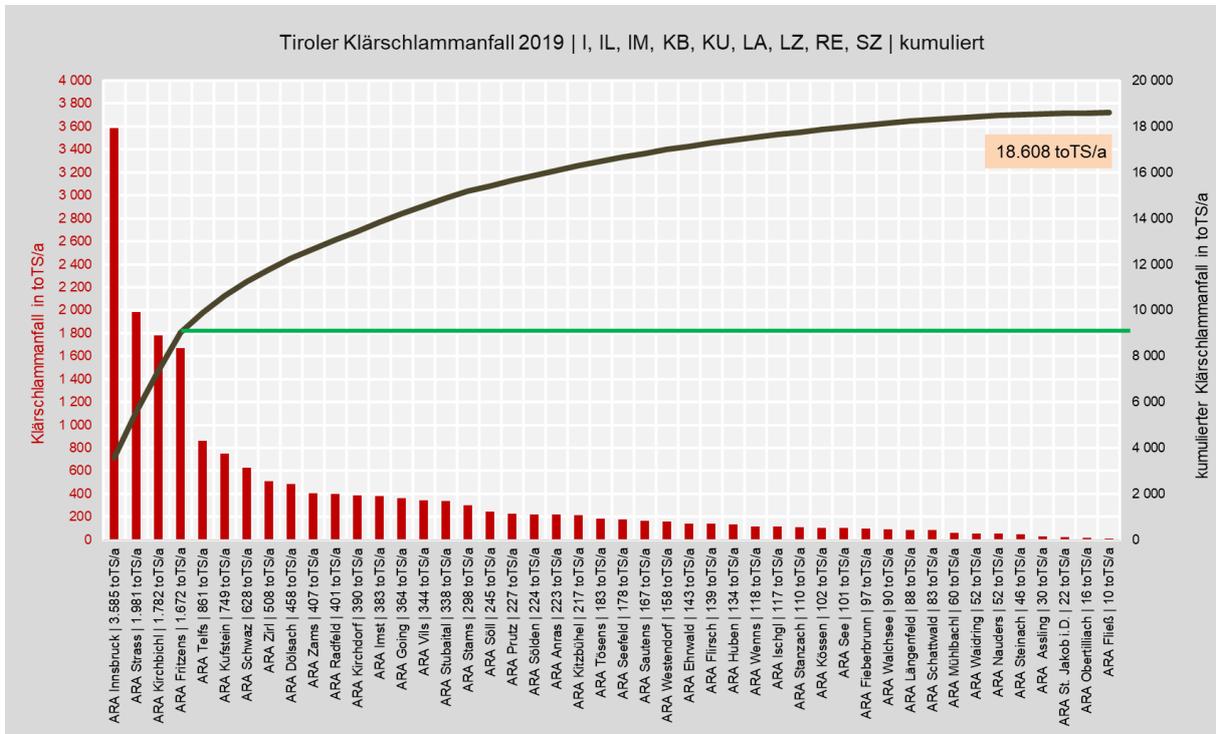


Abbildung 10: Verteilung des Klärschlammfalls in toTS/a (Quelle: DIGIPROT)

Die restlichen knapp 10.000 toTS/a werden von den verbleibenden 42 Kläranlagen produziert.

Die von den Verwertungspartnern aus den Kläranlagen abtransportierten Mengen hängen von der Qualität der Schlammwässerung in den einzelnen Kläranlagen ab.

Die Verteilung der aus den Kläranlagen abtransportierten Schlammengen (Originalsubstanz - OS) unterscheidet sich dementsprechend deutlich von der Verteilung der in den Kläranlagen anfallenden Schlammengen (Trockensubstanz - TS).

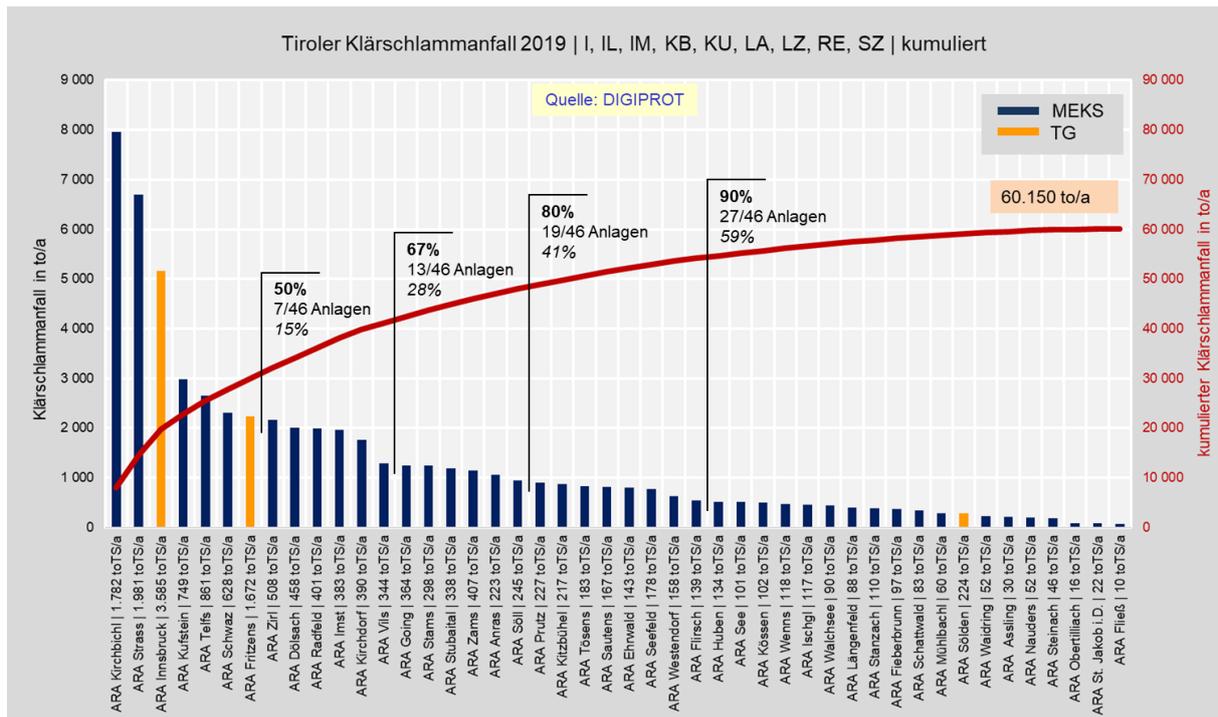


Abbildung 11: Verteilung der abtransportierten Klärschlammengen in to/a Originalsubstanz

Die Hälfte des Tiroler Klärschlammes (OS) wird aus den größten sieben Kläranlagen abtransportiert und die Summenkurve ist bei der OS-Verteilung deutlich weniger gekrümmt, als bei der TS-Verteilung.

Knapp 60%, bzw. die 27 größten der 46 Kläranlagen verwerten also ca. 90% der in Tirol produzierten Originalsubstanz.

In Summe ist die Verteilung der OS-Mengen also deutlich flacher als die Verteilung der TS-Mengen.

## 2.3 Klärschlammqualitäten

### 2.3.1 Entwässerungsgrad

Derzeit wird der Klärschlamm in drei Kläranlagen (Innsbruck, Fritzens, Sölden) thermisch auf ca. 80%TS bis 90%TS getrocknet.

In den anderen Kläranlagen wird der Klärschlamm auf ca. 20%TS bis 30%TS mechanisch entwässert, bevor er abtransportiert wird.

Die Entwässerungsqualität ist bei relativ kleinen Kläranlagen tendenziell geringer als bei relativ großen Kläranlagen.

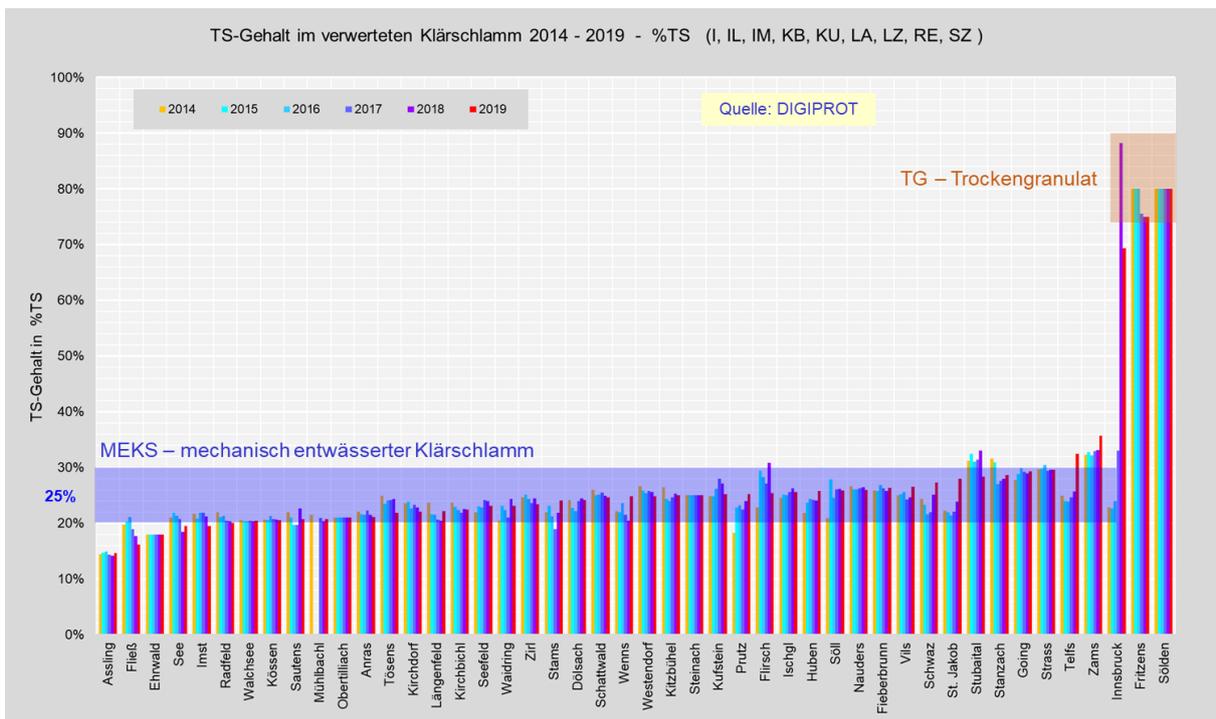


Abbildung 12: TS-Gehalt im verwerteten Klärschlamm (OS) | 2014 bis 2019

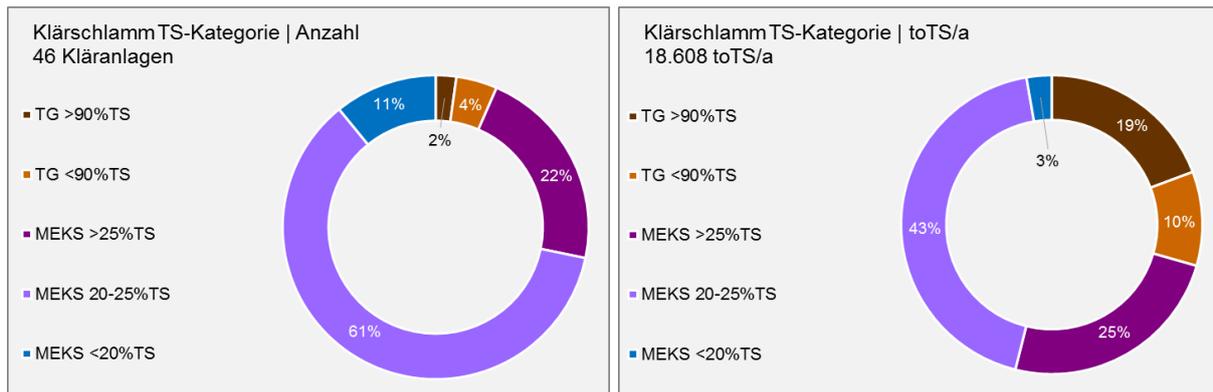


Abbildung 13: Verteilung der Klärschlammqualitäten (TS-Gehalt) | Quelle: DIGIPROT

Die meisten Kläranlagen (61%) entwässern ihren Klärschlamm auf 20%TS bis 25%TS.

Nur 11% der Kläranlagen entwässern ihren Klärschlamm auf unter 20%TS.

Insgesamt werden 97% des Tiroler Klärschlammes auf über 20%TS entwässert. Knapp 30% des Tiroler Klärschlammes werden thermisch getrocknet.

Grundsätzlich entwässern praktisch alle kommunalen Tiroler Kläranlagen ihren Klärschlamm nach dem Stand der Technik.

Für einzelne Kläranlagen sollte eine Erneuerung der mechanischen Klärschlammmentwässerung geprüft werden, insbesondere, wenn der TS-Gehalt im MEKS relativ niedrig ist oder in den vergangenen Jahren stark gefallen ist.

### 2.3.2 Schadstoffbelastungen

Die Tiroler Klärschlämme werden im Rahmen der Fremdüberwachung regelmäßig (Perioden abhängig von der Kläranlagengröße) umfassend analysiert.

Zusätzlich werden die Klärschlämme bei Bedarf und in der Regel auf Verlangen der Verwertungsunternehmen periodisch umfassend oder auf Einzelparameter untersucht.

Die Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen weisen auf Basis der vorliegenden Protokolle der Fremdüberwachung erfahrungsgemäß relativ geringe Schadstoffkonzentrationen auf.

Insbesondere sind die Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen grundsätzlich für die thermische Verwertung in Standardverbrennungsanlagen geeignet.

### 3 AKTUELLE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG

#### 3.1 Aktuelle Abfuhrpraxis aus den Kläranlagen

Derzeit existieren drei Pfade für die Abfuhr und Verwertung der Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen:

- Abfuhr durch externe Verwertungspartner, das sind in der Regel entsprechend befugte Entsorgungsunternehmen. Diese Unternehmen entscheiden über die weitere Behandlung, Verwertung oder Entsorgung des übernommenen Klärschlammes.
- Abfuhr durch externe Verwertungspartner, die selbst eine Klärschlammverwertungsanlage betreiben und den Klärschlamm in ihrer Anlage stofflich oder thermisch behandeln oder verwerten.
- Abfuhr zu Tiroler Kompostierungsanlagen.

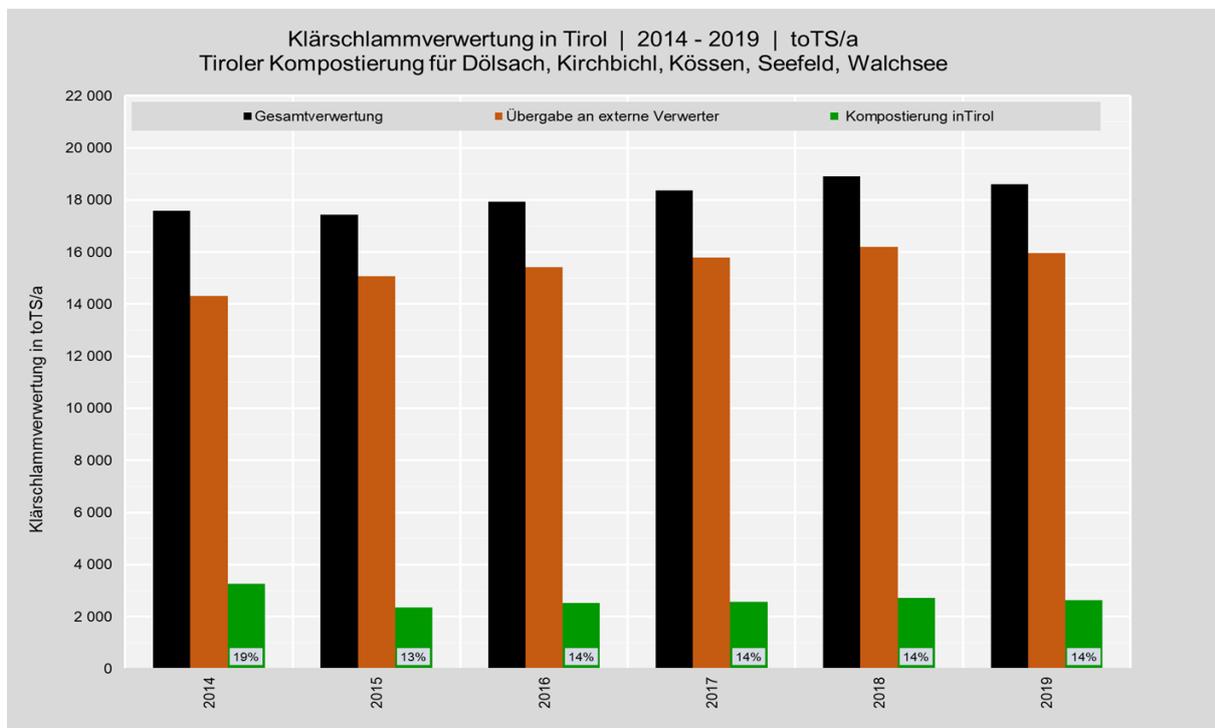


Abbildung 14: Aktuelle Tiroler Klärschlammverwertungspfade | Quelle: DIGIPROT & Kläranlagenbetreiber

Der Großteil der Klärschlämme wird also von externen Verwertungspartnern aus den Kläranlagen abgeholt und von diesen verwertet.

Die Klärschlammmengen, die in Tiroler Kompostieranlagen verwertet werden sind auch über die [Tiroler Abfallstatistik](https://www.tirol.gv.at/umwelt/abfall/diagramm-kompostieranlagen-erhebung/#fancybox[19102]-1)<sup>1</sup> auf der Seite für die Kompostier- und Biogaserhebung ([https://www.tirol.gv.at/umwelt/abfall/diagramm-kompostieranlagen-erhebung/#fancybox\[19102\]-1](https://www.tirol.gv.at/umwelt/abfall/diagramm-kompostieranlagen-erhebung/#fancybox[19102]-1)<sup>2</sup>) abrufbar.

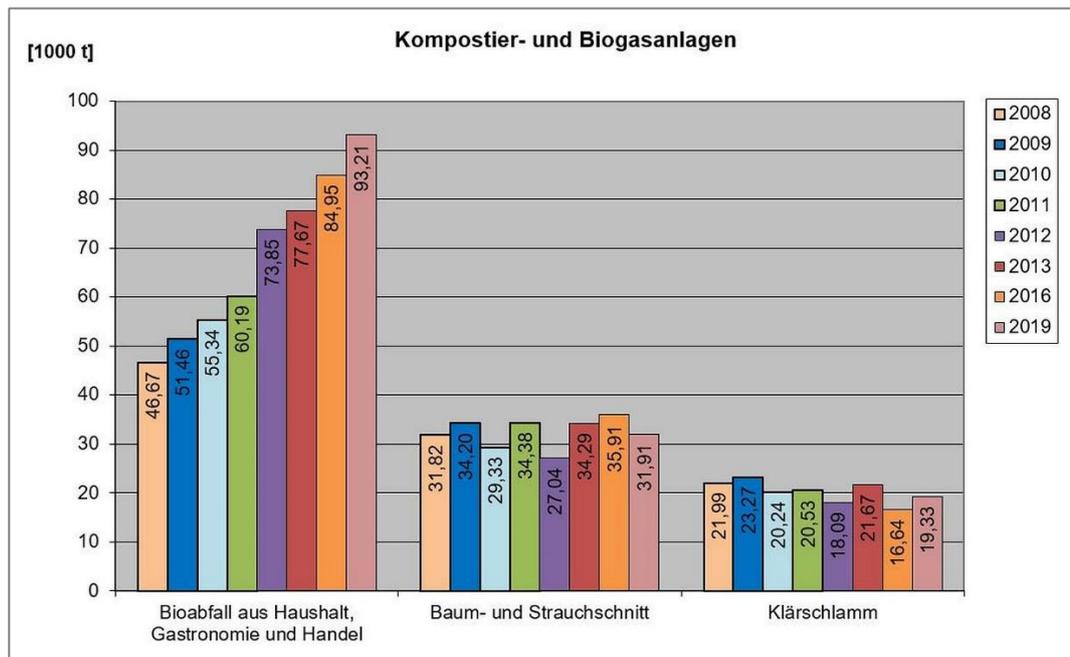


Abbildung 15: Klärschlammverwertung in Tiroler Kompostieranlagen (Quelle: Tiroler Abfallstatistik)

Die in der Tiroler Abfallstatistik ausgewiesenen ca. 20.000 to/a Originalsubstanz (OS) entsprechen bei ca. 20%TS bis 25%TS also in etwa 4.000 bis 5.000 toTS/a.

Die kommunalen Tiroler Kläranlagen geben ca. 2.500 bis 3.000 toTS/a direkt an die Betreiber der Tiroler Kompostieranlagen ab.

Auf dieser Basis verbleiben also ca. 1.500 bis 2.500 toTS/a, die von externen Verwertungspartnern der kommunalen Tiroler Kläranlagen an die Tiroler Kompostieranlagen geliefert werden.

### 3.1.1 Praktische Erfahrungen der Kläranlagenbetreiber

Grundsätzlich funktioniert die Verwertung der Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen in der aktuellen Form.

Kläranlagenbetreiber berichten, dass in Einzelfällen vereinbarte oder angefragte Abfuhrtermine von den Verwertungspartnern nicht wahrgenommen wurden und

<sup>1</sup> zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

<sup>2</sup> zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

die Kläranlagenbetreiber teilweise darüber auch nicht rechtzeitig informiert wurden.

Speziell für Kläranlagen mit begrenzten Kapazitäten für die Klärschlamm-Zwischenlagerung sind solche Situationen herausfordernd.

Wir haben die praktischen Erfahrungen der Kläranlagenbetreiber mit der Klärschlammverwertung telefonisch und via email abgefragt.

Fünf Kläranlagenbetreiber (11% der Kläranlagen, 17% des Klärschlamms) haben sich nicht zu ihren praktischen Erfahrungen geäußert.

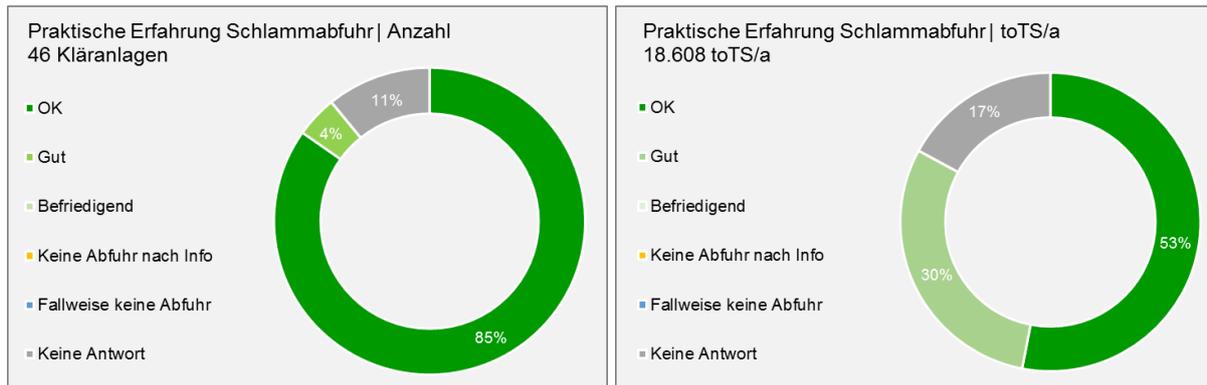


Abbildung 16: Praktische Erfahrungen mit der Klärschlammabfuhr (Quelle: Kläranlagenbetreiber)

### 3.1.2 Abhängigkeit von den Verwertungspartnern

Die Verträge der Kläranlagenbetreiber mit den Verwertungspartnern sind im Normalfall zeitlich befristet.

Die Betreiber kommunaler Kläranlagen sind öffentliche Auftraggeber im Sinne des Bundesvergabegesetzes und vergeben die Dienstleistung „Klärschlammverwertung“ dementsprechend periodisch und entsprechend den im BVergG vorgesehenen Prozeduren.

In der Praxis gelingt es Kläranlagenbetreibern oft nicht, vergleichbare Angebote von mehreren Bietern für die Klärschlammverwertung zu erhalten.

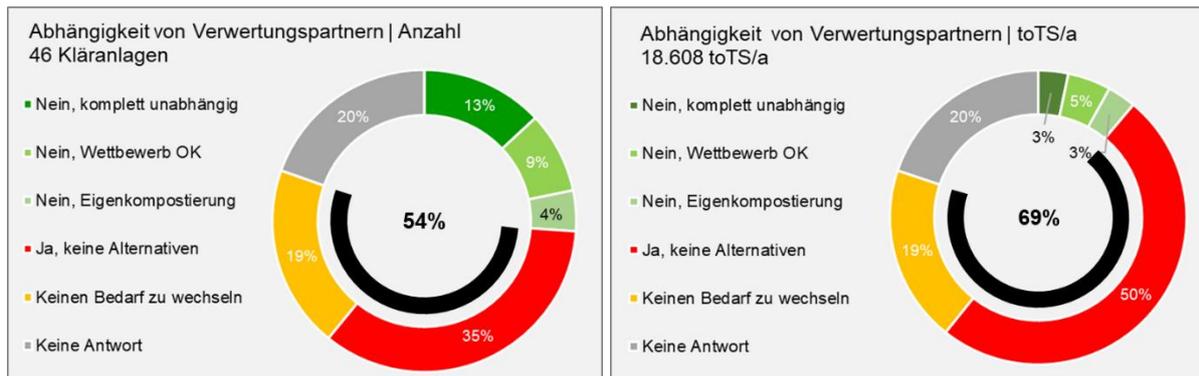


Abbildung 17: Abhängigkeit von Verwertungspartnern (Quelle: Kläranlagenbetreiber)

Lediglich gut ein Drittel der Kläranlagenbetreiber (36%), die 11% des Tiroler Klärschlammes produzieren, bezeichnen sich als komplett unabhängig von den Verwertungspartnern, berichten von normalem Wettbewerb nach Anfragen oder Ausschreibungen oder betreiben eine Eigenkompostierung.

Gut ein Drittel der Kläranlagenbetreiber (35%) die die Hälfte des Tiroler Klärschlammes produzieren, gibt an keine Alternativen zum aktuellen Verwertungspartner zu haben.

Ein Fünftel der Kläranlagenbetreiber hat keinen Bedarf den aktuellen Verwertungspartner zu wechseln und ein weiteres Fünftel hat sich nicht zu dieser Frage geäußert.

## 3.2 Klärschlammverwertungskosten

### 3.2.1 Gesamtaufwand aller Tiroler Kläranlagen

Alle Tiroler Kläranlagenbetreiber haben dankenswerterweise ihre Klärschlammverwertungskosten als Grundlage für die Ausarbeitung der Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie zur Verfügung gestellt.

Die folgenden Betrachtungen basieren auf den monatlichen Verwertungskosten und den dazugehörigen Verwertungstarifen aller kommunalen Tiroler Kläranlagen für den Zeitraum Jänner 2014 bis Dezember 2019.

Im November 2020 wurden die aktuellen Verwertungstarife aller kommunalen Tiroler Kläranlagen telefonisch erhoben.

Die Prognose für die Abfuhrkosten 2020 basiert auf diesen Tarifen und den für das Jahr 2019 in DIGIPROT dokumentierten Klärschlammabfuhrmengen.

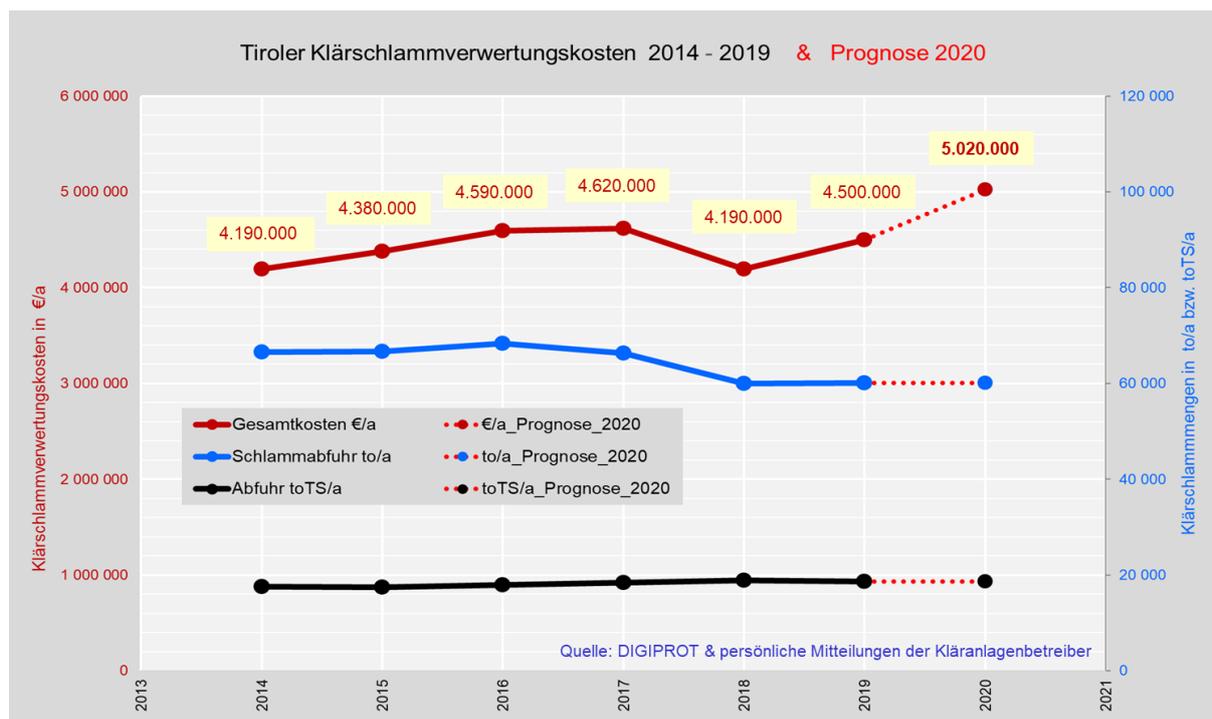


Abbildung 18: Entwicklung der Klärschlammverwertungskosten

Die Klärschlammverwertungskosten stiegen von 2014 bis 2016 um durchschnittlich ca. 5% jährlich.

Die Inbetriebnahme der Klärschlamm-trocknungsanlage in der Kläranlage Innsbruck im Herbst 2017 verringerte die Klärschlammverwertungsmengen (OS) und wirkt sich entsprechend auf die Klärschlammverwertungskosten aus.

Seit 2018 steigen die jährlichen Klärschlammverwertungskosten um knapp 10% pro Jahr.

### 3.2.2 Klärschlammverwertungstarife der einzelnen Kläranlagen

Derzeit kümmern sich die Betreiber der kommunalen Tiroler Kläranlagen individuell um die Klärschlammverwertung.

Dementsprechend unterscheiden sich die Randbedingungen und die Verwertungstarife gravierend für die einzelnen kommunalen Tiroler Kläranlagen.

Wie mit den Betreibern der kommunalen Tiroler Kläranlagen vereinbart werden alle tarif- und kostenbezogenen Daten, die dankenswerterweise für die Ausarbeitung der Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie zur Verfügung gestellt wurden anonymisiert verarbeitet.

Dies bezieht sich insbesondere auch auf vergleichende Darstellungen in Tabellen und Diagrammen.

Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Datenauswertung sind:

- 2020 variieren die Verwertungstarife zwischen 62 €/to und 145 €/to
- Ein Großteil der Tarife bewegt sich in der Bandbreite von 40 €/to zwischen 85 €/to und 125 €/to
- Praktisch alle Kläranlagen sind von den starken Tarifsteigerungen betroffen.

Vergleichbare Tarifsteigerungen werden auch in Deutschland beobachtet.

<b>Ergebnisse „eigener“ Ausschreibungen: Veränderung der Entsorgungskosten</b>			
	<b>2016</b> €/t entwässerter Schlamm, netto, incl. Transport	<b>2017</b> €/t entwässerter Schlamm, netto, incl. Transport	<b>2018</b> €/t entwässerter Schlamm, netto, incl. Transport
<b>Landwirtschaft</b>	<b>35-45</b>	<b>45-75</b> +12% bis +14%	<b>55-85</b> +12% bis +20%
<b>Thermik</b>	<b>55-70</b>	<b>65-100</b>	<b>80-120</b>

Abbildung 19: Tarifsteigerungen (2016-2018) in Deutschland

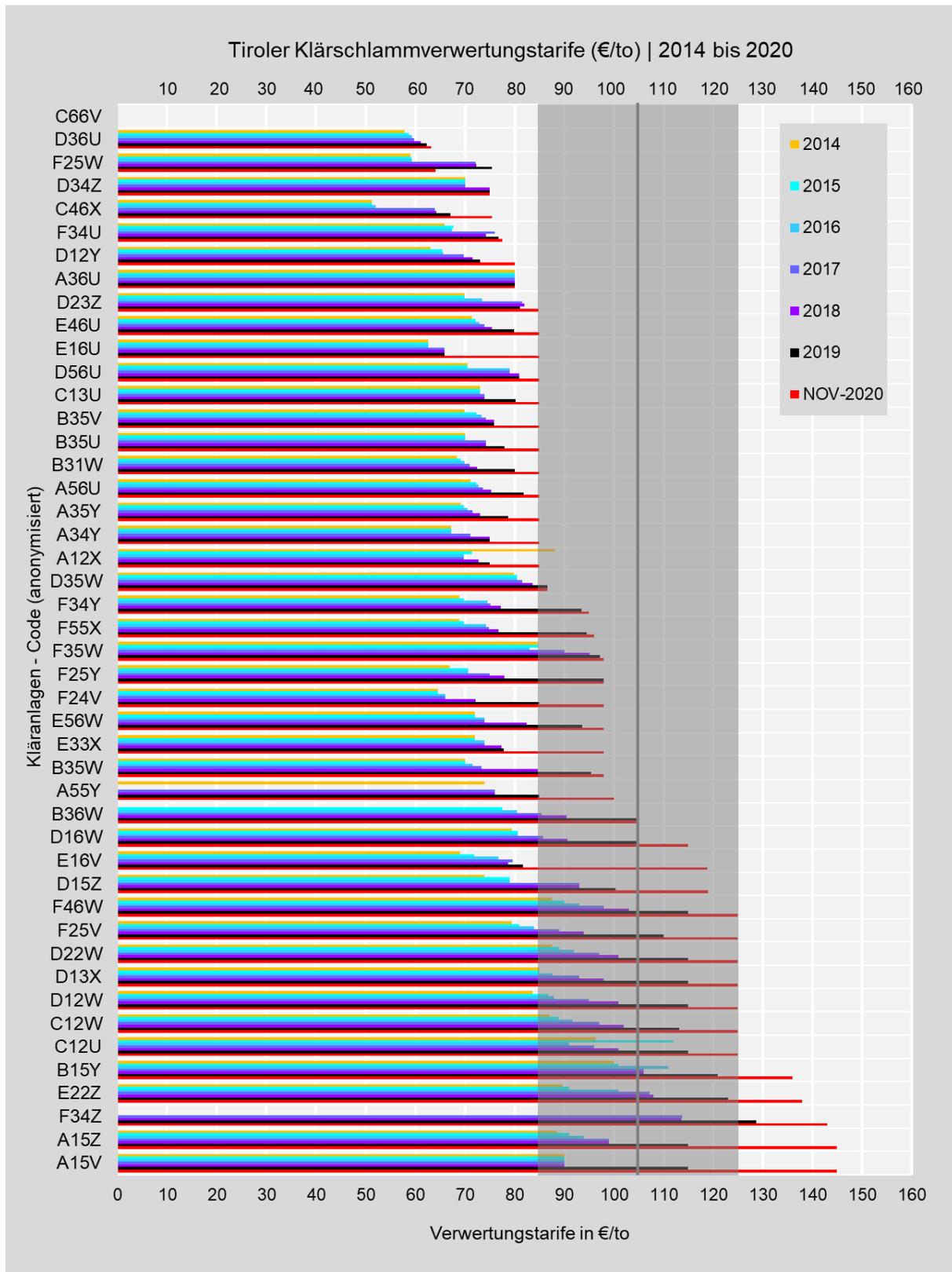


Abbildung 20: Klärschlammverwertungstarife der kommunalen Tiroler Kläranlagen (Quelle: Betreiber)

### 3.2.3 Spezifische Klärschlammverwertungskosten

Die spezifischen Klärschlammverwertungskosten [€/toTS] vom Verwertungstarif [€/to] und der Qualität der Klärschlammmentwässerung [%TS] ab.

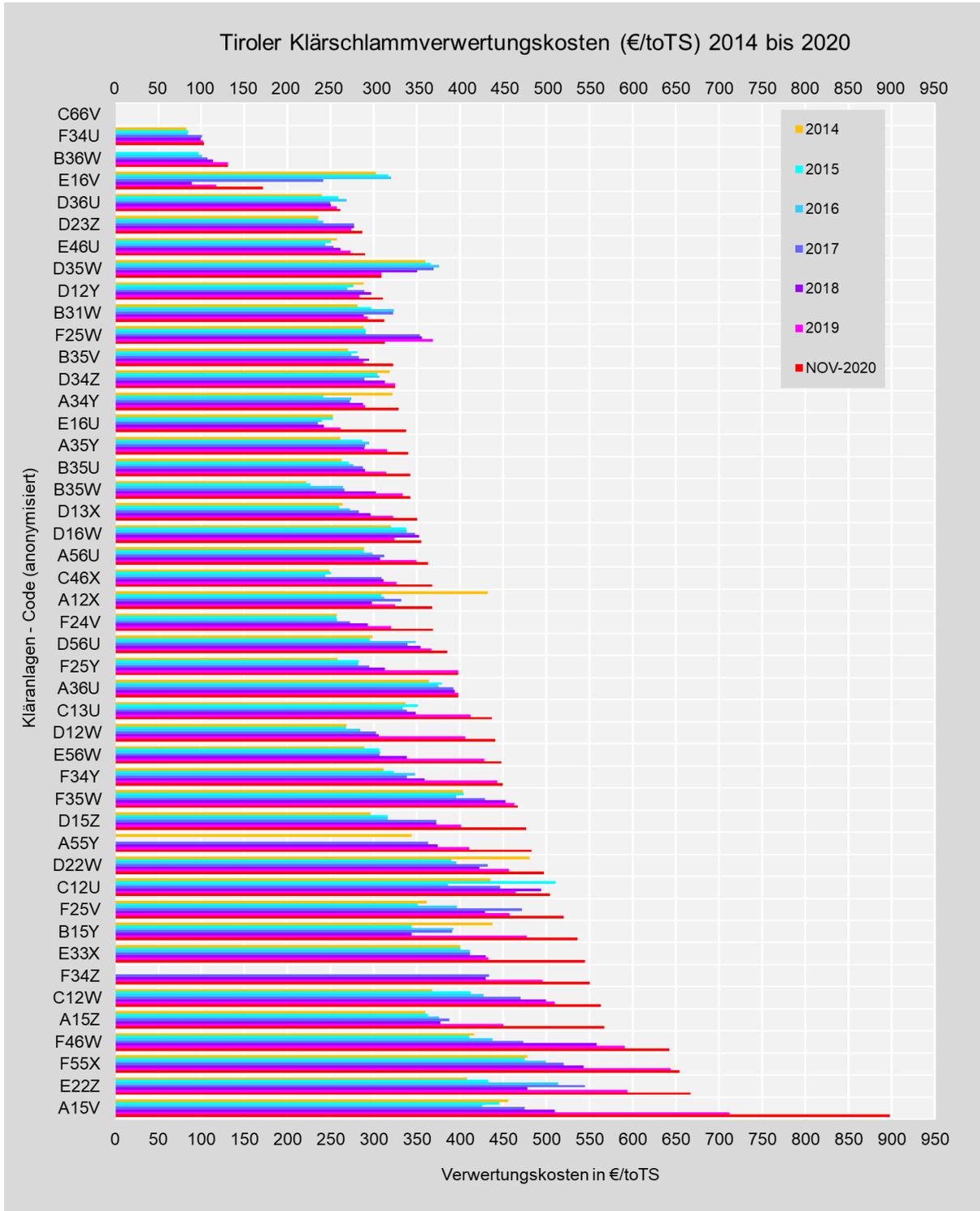


Abbildung 21: Spezifische Klärschlammverwertungskosten (Quelle: DIGIPROT und Betreiber)

Die aktuellen spezifischen Verwertungskosten der meisten Kläranlagen mit mechanischer Klärschlammwässerung liegen 2020 zwischen ca. 300 €/toTS und 550 €/toTS.

Kläranlagen mit Klärschlamm Trocknung liegen bei ca. 100 €/toTS bis 170€/toTS.

Kläranlagen, die ihren Klärschlamm in relativ geringem Ausmaß entwässern erreichen spezifische Schlammverwertungskosten von bis zu ca. 900 €/toTS.

Erhebungen in Niedersachsen<sup>3</sup> zeigen ähnliche spezifische Klärschlammverwertungskosten und Trends:

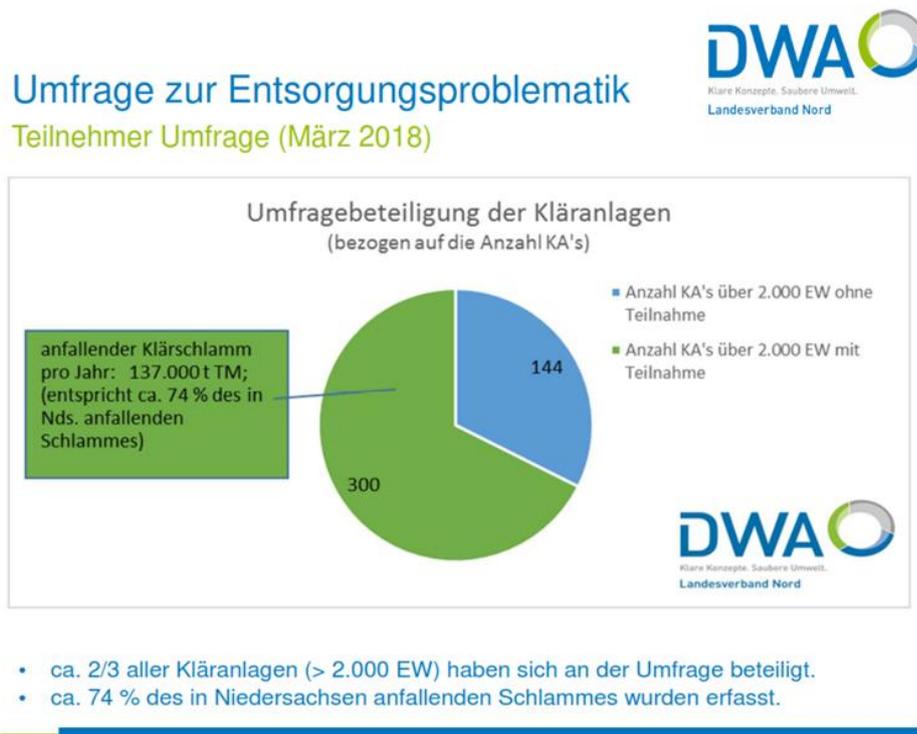


Abbildung 22: Umfrage zur Klärschlammverwertung in Niedersachsen

<sup>3</sup> Ralf Hilmer: Regionaler Entsorgungsnotstand in Niedersachsen, DWA Klärschlammstage Würzburg, 2019

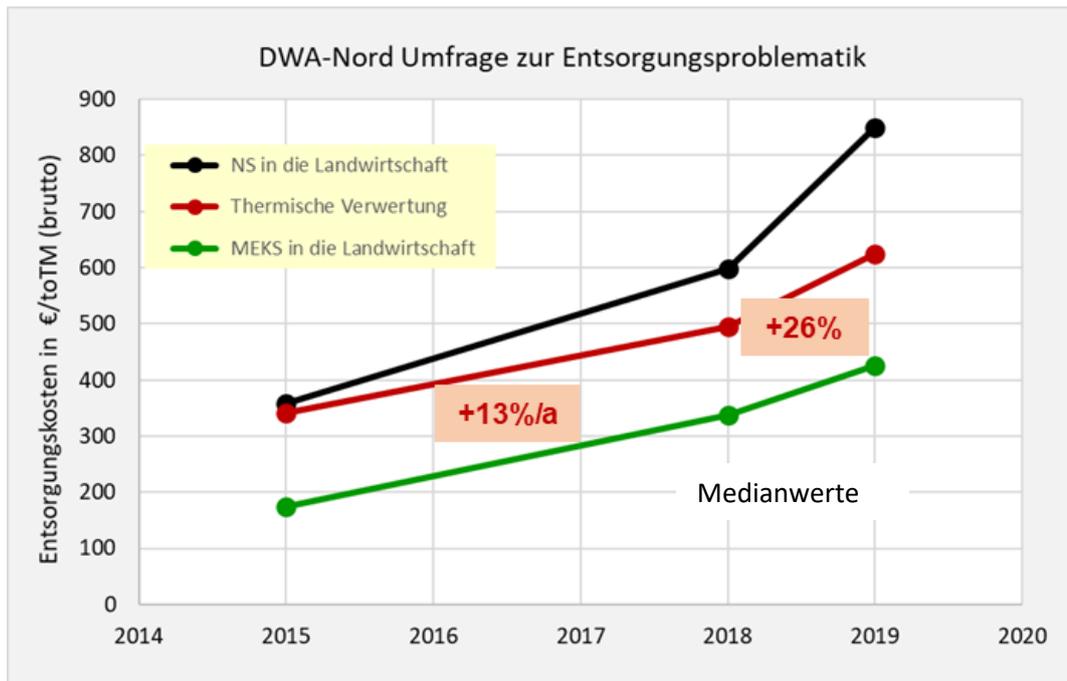


Abbildung 23: Entwicklung der spezifischen Klärschlammverwertungskosten in Niedersachsen

## 4 ZUKÜNFTIGE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG

### 4.1 Rahmenbedingungen in Tirol

#### 4.1.1 Tiroler Feldschutzgesetz 2000

Die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ist in Tirol gemäß § 8 (1) des Tiroler Feldschutzgesetzes nicht möglich:

*„Die Ausbringung von Klärschlamm und Produkten, die Klärschlamm enthalten, auf landwirtschaftliche Grundflächen ist verboten.“*

Klärschlammkomposte sind „Produkte, die Klärschlamm enthalten“ und dürfen dementsprechend nur für z.B. die Rekultivierung von Flächen, die nicht landwirtschaftlich genutzt werden eingesetzt werden.

Die derzeit über die Klärschlammkompostierung erzeugten Klärschlammkomposte können laut Betreiberinformationen „derzeit noch im Landschaftsbau untergebracht werden“.

Es wird daher davon ausgegangen, dass zukünftig keinesfalls mehr, sondern eher weniger Klärschlamm über die Tiroler Kompostschiene verwertet werden kann.

#### 4.1.2 Bundesabfallwirtschaftsplan 2017

Der aktuelle Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP 2017) wurde im Dezember 2017 vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) herausgegeben und ist voraussichtlich bis zur Herausgabe des BAWP 2023 gültig.

Die Strategie für die zukünftige Klärschlammverwertung in Österreich wird im BAWP 2017 in Kapitel 7.5 wie folgt erläutert<sup>4</sup>:

- Ausgangssituation
  - Phosphorit/Phosphor ist ein kritischer Rohstoff
  - Kommunaler Klärschlamm enthält relativ große Mengen an Phosphor
  - Eine Kreislaufführung des Phosphors ist anzustreben.
- Ziel der zukünftigen Klärschlammbewirtschaftung
  - Phosphorrückgewinnung aus kommunalen Klärschlämmen
  - Weitgehende Zerstörung bzw. Schaffung verlässlicher Senken für die im Klärschlamm enthaltenen Schadstoffe

---

<sup>4</sup> Hubert Grech: Die Klärschlammstrategie des BAWP, ÖWAV Klärschlammtagung Wels, 2018

- Was soll erreicht werden?
  - Bis 2030 sollen 65 bis 85 % des in Österreich anfallenden kommunalen Klärschlammes einer Phosphorrückgewinnung zugeführt werden.
- Wie soll es erreicht werden?
  - Durch Monoverbrennung von Klärschlamm und Phosphorrückgewinnung aus der Verbrennungsasche.
  - Zufeuerung mit Brennstoffen oder Abfällen zulässig mit einem wesentlichen P-Gehalt (z.B. Tiermehl) oder geringem Aschegehalt (z.B. Erdgas, Altöl) ohne relevante Erhöhung der Schadstoffkonzentrationen in der Asche.
- Betreiber von größeren Kläranlagen (jedenfalls die Anlagen größer 50.000 EW<sub>60</sub> Ausbaugröße), sind aufgerufen, zeitnah Planungsprozesse für deren zukünftige Phosphorrückgewinnung zu starten.
- Dabei sind selbstverständlich die bisherige individuelle Strategie der Klärschlammbewirtschaftung und die dazu erst in jüngerer Zeit getätigten Anlageninvestitionen zu berücksichtigen.
- Studie TU-Wien
  - insbesondere unterschiedliche Szenarien betreffend Ausbaugröße der Kläranlagen (20.000/50.000 EW<sub>60</sub>) und Struktur der Phosphorrückgewinnung (zentral/dezentral) werden betrachtet.

Für die zukünftige Tiroler Klärschlammstrategie sind die oben genannten Kapazitäts-Schwellenwerte bedeutend, weil unterschiedlich viele Kläranlagen in Tirol davon betroffen sind:

- *11 Tiroler Kläranlagen waren Ende 2019 für mehr als 50.000 EW wasserrechtlich genehmigt und erzeugen 63% des Tiroler Klärschlammes.*
- *32 Tiroler Kläranlagen waren Ende 2019 für mehr als 20.000 EW wasserrechtlich genehmigt und erzeugen 95% des Tiroler Klärschlammes.*

Im Rahmen der Novellierung der AbfallverzeichnisVO wurde bereits eine neue nicht gefährliche Schlüsselnummer für Klärschlammasche vergeben:

- „Asche aus der Verbrennung von kommunalem Klärschlamm“ (SN31318).

## 4.2 Rahmenbedingungen in Österreich

Grundsätzlich sind in Österreich die Bundesländer für die Klärschlammverwertung zuständig.

Dementsprechend können geeignete Tiroler Klärschlämme bei Bedarf außerhalb Tirols z.B. kompostiert und landwirtschaftlich verwertet werden, wenn dies im betreffenden Bundesland zulässig ist.

## 4.3 Rahmenbedingungen in der Schweiz und in Deutschland

Deutschland, Österreich und die Schweiz (DACH-Region) kooperieren z.B. über die Fachverbände (DWA, ÖWAV, VSA), Nachbarschaften und die KA Betriebs-Info eng im Bereich der Abwasserbehandlung und Klärschlammverwertung.

Die Rahmenbedingungen für die zukünftige Klärschlammverwertung in Deutschland und der Schweiz werden in diesem Sinne zur Orientierung kurz zusammengefasst.

### 4.3.1 Schweiz

Die aktuell gültige Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen ([Abfallverordnung, VVEA](#))<sup>5</sup> trat am 4. Dezember 2015 in Kraft und regelt in Artikel 15 – Phosphorreiche Abfälle, die Klärschlammverwertung wie folgt:

1. Aus kommunalem Abwasser, aus Klärschlamm zentraler Abwasserreinigungsanlagen oder aus der Asche aus der thermischen Behandlung von solchem Klärschlamm ist Phosphor zurückzugewinnen und stofflich zu verwerten.
2. In Tier- und Knochenmehl enthaltener Phosphor ist stofflich zu verwerten, soweit das Tier- und Knochenmehl nicht als Futtermittel verwendet wird.
3. Bei der Rückgewinnung von Phosphor aus Abfällen nach Absatz 1 oder 2 sind die in diesen Abfällen enthaltenen Schadstoffe nach dem Stand der Technik zu entfernen. Wird der zurückgewonnene Phosphor für die Herstellung eines Düngers verwendet, so müssen zudem die Anforderungen Anhang 2.6 Ziffer 2.2.4 ChemRRV<sup>6</sup> erfüllt sein.

In der VVEA 2015 werden insbesondere nur die Ziele der Maßnahmen grundsätzlich erläutert und keine technischen oder organisatorischen Vorgaben für die Umsetzung spezifiziert.

---

<sup>5</sup> <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2015/891/de>; zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

<sup>6</sup> Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2005/478/de>)  
zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

#### 4.3.2 Deutschland

Die aktuell gültige [Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung](#)<sup>7</sup> trat am 3. Oktober 2017 in Kraft und umfasst insgesamt 8 Artikel

Die wesentlichen Inhalte werden wie folgt zusammengefasst<sup>8</sup>:

- Grundsätzliche Pflicht zur Phosphorrückgewinnung, wenn P-Gehalte im Klärschlamm mehr als 20 g/kgTS
- Phosphorrückgewinnung kann aus dem Klärschlamm oder der Klärschlammasche (Verbrennungsrückstände; kohlenstoffhaltige Rückstände) erfolgen
- Asche kann vor Aufbereitung langfristig gelagert werden
- Anforderungen an P- Rückgewinnung:
  - aus Klärschlamm mindestens 50%
  - aus Klärschlammaschen mindestens 80%
- Fristen:
  - Für Kläranlagen ab 100 000 EW ab 01.01.2029
  - Für Kläranlagen ab 50 000 EW ab 01.01.2032
- Abweichungen für Kläranlagen bis zu 100 000 bzw. 50 000 EW.
  - Bodenbezogene Verwertung unabhängig vom P-Gehalt weiterhin möglich
- Mit der Klärschlammverordnung betritt der Ordnungsgeber an vielen Stellen Neuland.
- Vollzugsunterstützung bringt eine Auslegungshilfe der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), die Anfang 2020 fertiggestellt wurde.
- Diese Vollzugshilfe konzentriert sich vorrangig auf Fragen zur bodenbezogenen Verwertung.
- Ein wichtiger Schritt wird der von der Verordnung in Artikel 4 geforderte Bericht über die geplanten und eingeleiteten Maßnahmen zur Sicherstellung der ab 01.01.2029 durchzuführenden Phosphorrückgewinnung sein.
- Berichtspflichtig gegenüber den zuständigen Behörden sind die Klärschlammherzeuger, die 2023 eine Abwasserbehandlungsanlage betreiben (Vollzugshilfe enthält ein Berichtsformat, woran sich die Kläranlagenbetreiber orientieren können und dass den Behörden eine zielgerichtete Auswertung erlaubt).

---

7

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBl#\\_bgbl\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl117s3465.pdf%27%5D\\_1614781445832](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s3465.pdf%27%5D_1614781445832); zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

<sup>8</sup> Ewens: Neue Entwicklungen bei der Klärschlammverordnung, 3. Berliner Klärschlammkonferenz, 2020

Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung schreibt lediglich die Phosphorrückgewinnung, jedoch nicht das Recycling des zurückgewonnenen Phosphors vor.

Anders als im BAWP 2017 spezifiziert („*Betreiber von größeren Kläranlagen ... sind aufgerufen, zeitnah Planungsprozesse für deren zukünftige Phosphorrückgewinnung zu starten*“) müssen die Großkläranlagenbetreiber in Deutschland bis 2023 eine verbindliche Strategie für die Phosphorrückgewinnung vorlegen.

#### **4.4 Verwertungsoptionen für den Tiroler Klärschlamm**

Auf Basis der oben beschriebenen Rahmenbedingungen stehen zukünftig also grundsätzlich die folgenden Optionen für die Verwertung der Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen zur Verfügung.

##### **4.4.1 Stoffliche Verwertung**

- Kompostierung in Tirol und nicht-landwirtschaftliche Verwendung des Klärschlammkomposts in Tirol.
- Kompostierung in oder außerhalb Tirols und Verwendung des Klärschlammkomposts außerhalb Tirols.

##### **4.4.2 Thermische Behandlung**

Durch die thermische Behandlung soll der mechanisch entwässerte Klärschlamm weitestgehend mineralisiert werden.

Im Vordergrund steht also die Inertisierung des Klärschlammes.

Im Normalfall liefert die thermische Behandlung keinen verwertbaren Energieüberschuss.

##### **4.4.3 Thermische Verwertung**

Bei der thermischen Verwertung von Klärschlamm wird im Normalfall extern nutzbare Überschussenergie (Wärme, Strom) durch die Verbrennung von entsprechend vorbehandeltem Klärschlamm erzeugt.

Die Klärschlammvorbehandlung (in der Regel thermische Trocknung) richtet sich nach dem gewählten thermischen Verwertungsverfahren.

#### 4.4.4 Optimierung bestehender Strukturen

Fünf Tiroler Kompostieranlagen übernehmen direkt Klärschlämme aus Tiroler Kläranlagen zur Kompostierung:

- Kirchbichl (ca. 1.800 toTS/a)
- Dölsach (ca. 500 toTS/a)
- Seefeld (ca. 180 toTS/a)
- Kössen (ca. 100 toTS/a)
- Walchsee (ca. 90 toTS/a)

Diese Strukturen sollen erhalten bleiben und optimiert werden, solange der Klärschlammkompost in ausreichendem Maß in Tirol abgesetzt werden kann.

#### 4.4.5 Etablierung neuer Strukturen

Wenn der derzeit aus Tirol exportierte Klärschlamm zukünftig in Tirol verwertet werden soll, müssen neue Anlagen und Strukturen in Tirol geschaffen werden.

Auf Basis der im BAWP 2017 beschriebenen Randbedingungen wird dafür eine zentrale Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage zur gemeinsamen Verwertung von Tiroler Klärschlämmen erforderlich sein.

Ein Teil des derzeit anfallenden MEKS muss dann zusätzlich thermisch getrocknet werden, damit die für die für die Monoverbrennung erforderliche Klärschlammqualität bereitgestellt werden kann.

Die dafür erforderlichen Klärschlamm-trocknungsanlagen (KSTRO) können zentral in der Klärschlammverwertungsanlage (KVA) oder dezentral in geeigneten Kläranlagen errichtet werden.

Die Klärschlamm-Asche aus der Monoverbrennung wird mittelfristig in geeigneten Anlagen zwischengelagert und steht für die Phosphorrückgewinnung zur Verfügung, wenn entsprechende Anlagen (voraussichtlich außerhalb Tirols) in Betrieb gehen.

Die Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage sollte vorzugsweise in der Nähe eines potenten Wärmeverbrauchers mit ganzjährigem Wärmebedarf (Fernwärmenetz) errichtet werden, damit die in der Monoverbrennung erzeugte Wärme ganzjährig und zu wirtschaftlich tragfähigen Bedingungen verwertet werden kann.

## 5 TECHNISCHE ASPEKTE

### 5.1 Zukünftige Klärschlammverwertungspfade

Die kommunalen Tiroler Kläranlagen verwerten bereits derzeit ausschließlich stabilisierte und mechanisch entwässerte oder thermisch getrocknete Klärschlämme.

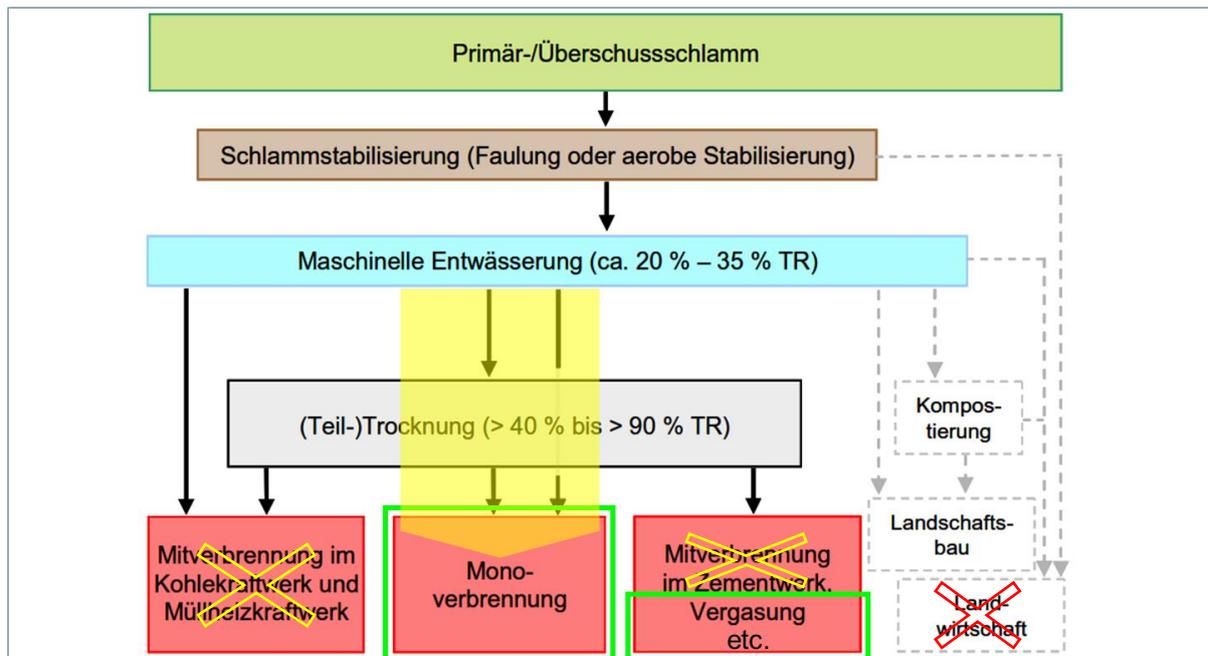


Abbildung 24: Klärschlammverwertungspfade nach dem aktuellen Stand der Technik<sup>9</sup>

Landwirtschaftliche Verwertung und Mitverbrennung von Klärschlamm in Kohlekraftwerken, Abfallverbrennungsanlagen und Zementöfen sind derzeit (insbesondere in Deutschland) gängige Verwertungspfade, die zukünftig für die kommunalen Tiroler Klärschlämme nicht mehr zur Verfügung stehen werden.

Gemäß BAWP 2017 müssen zukünftig alle Klärschlämme aus kommunalen Kläranlagen (ab einer derzeit noch nicht spezifizierten Ausbaugröße) thermisch behandelt und verwertet werden.

In Tirol fallen 95% des kommunalen Klärschlämme in Kläranlagen mit über 20.000 EW Ausbaugröße an.

Dementsprechend wird davon ausgegangen, dass praktisch alle Klärschlämme aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen zukünftig thermisch verwertet werden müssen.

<sup>9</sup> Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU): Klärschlamm Entsorgung in Bayern – Planungshilfe für Kommunen, April 2019

## 5.2 Thermische Verfahren

### 5.2.1 Übersicht

Für die thermische Klärschlammverwertung werden derzeit eine Reihe unterschiedlicher Verfahren eingesetzt.

In Deutschland sind das derzeit die folgenden Verfahren:

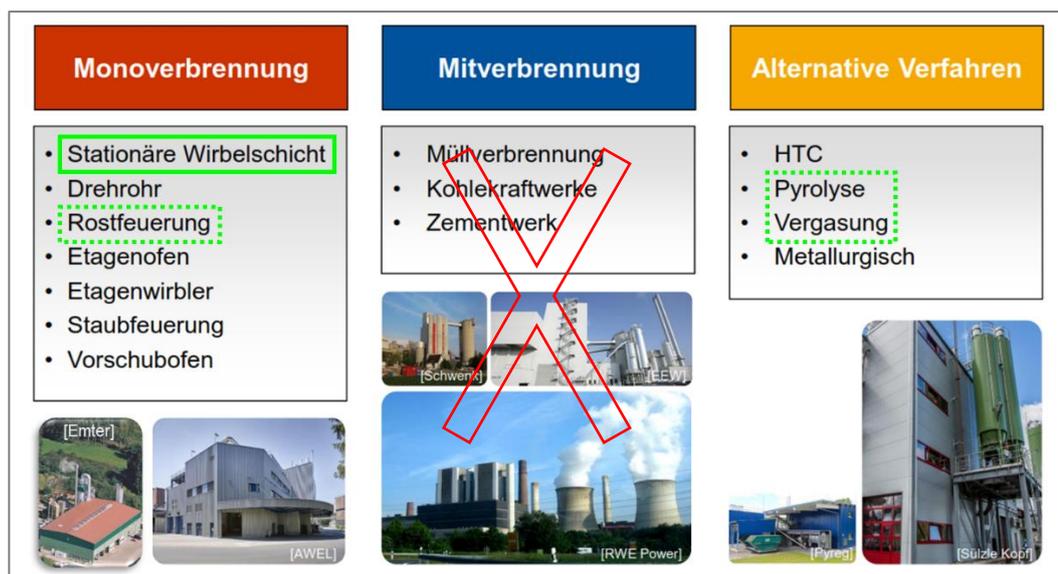


Abbildung 25: Thermische Behandlung und Verwertung von Klärschlamm<sup>10</sup>

Die Mitverbrennung wird, wie bereits erwähnt, zukünftig in Österreich nicht mehr möglich sein, wenn die Vorgaben des BAWP 2017 umgesetzt werden.

Von den verbleibenden Verfahren kommen insbesondere die stationäre Wirbelschicht und – mit Abstrichen – die Rostfeuerung für die thermische Verwertung der kommunalen Tiroler Klärschlämme in Frage.

Die alternativen Verfahren haben sich bisher im großtechnischen Einsatz nicht ausreichend bewährt und verbleiben als Option für Betreiber, die bereit sind Vorreiterrollen wahrzunehmen und die damit verbundenen technologischen Risiken in Kauf zu nehmen.

In Deutschland werden überwiegend stationäre Wirbelschichtanlagen für die Monoverbrennung eingesetzt.

Etagenöfen und Etagenwirbler sind Sonderverfahren, die in zwei relativ alten Anlagen (Frankfurt und Leverkusen) eingesetzt werden.

<sup>10</sup> Quelle: Peter Quicker, Ansätze zur alternativen thermischen Klärschlammbehandlung, 3. Berliner Klärschlammkonferenz, 2020

Die Rostfeuerung wird von der Emter GmbH in Altenstadt eingesetzt, die derzeit auch einen Teil der Tiroler Klärschlämme thermisch verwertet.

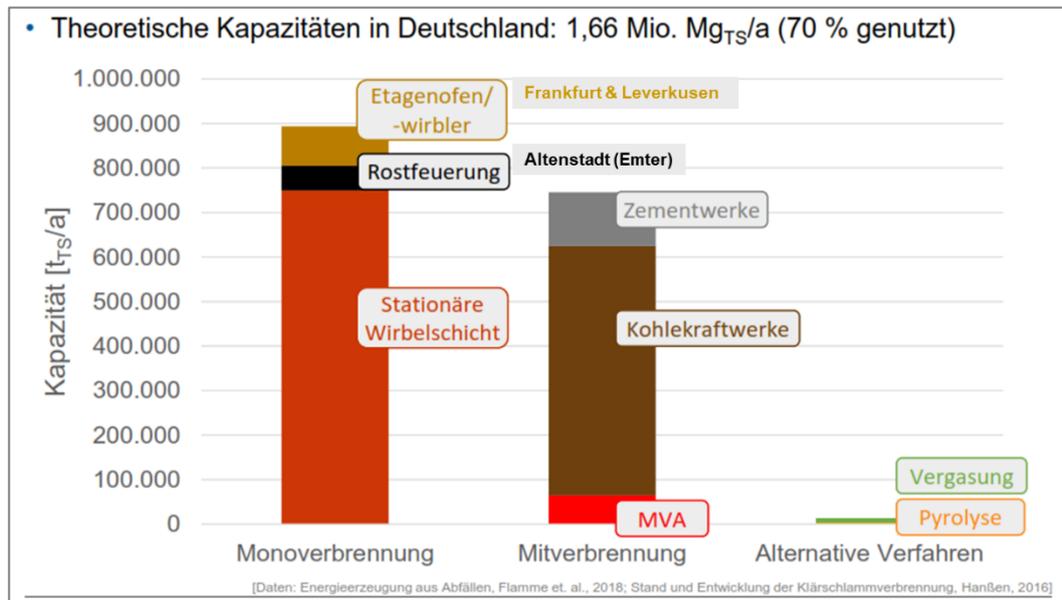


Abbildung 26: Thermische Klärschlammverwertung in Deutschland<sup>11</sup>

Ein Großteil der bestehenden Monoverbrennungsanlagen in Deutschland ist bereits relativ lange in Betrieb und muss mittelfristig stillgelegt und durch neue Anlagen ersetzt werden.

Zusätzlich werden sich die Mitverbrennungsmöglichkeiten in Kohlekraftwerken verringern, wenn Kohlekraftwerke sukzessive stillgelegt werden und die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung umgesetzt wird.

Derzeit werden in Deutschland praktisch ausschließlich stationäre Wirbelschichtanlagen für die Klärschlamm-Monoverbrennung geplant und errichtet.

### 5.2.2 Klärschlammvorbehandlung

Mechanisch entwässerter kommunaler Klärschlamm kann nicht direkt in einer Monoverbrennung oder alternativen Verfahren thermisch verwertet werden.

In der Regel muss MEKS zumindest zum Teil thermisch getrocknet werden, um die für das thermische Verwertungsverfahren erforderlichen kalorischen Eigenschaften zu erlangen.

<sup>11</sup> Quelle: Peter Quicker, Ansätze zur alternativen thermischen Klärschlammbehandlung, 3. Berliner Klärschlammkonferenz, 2020

Für die Monoverbrennung in der stationären Wirbelschicht braucht es im Input einen Heizwert von circa ein bis zwei kWh/kg.

Je nach organischem Anteil in der Trockensubstanz muss der Klärschlamm daher auf circa 40%TS bis 60%TS vorgetrocknet werden, bevor er der Monoverbrennung zugeführt wird.

Die alternativen Verfahren benötigen im Normalfall voll getrockneten Klärschlamm als Input.

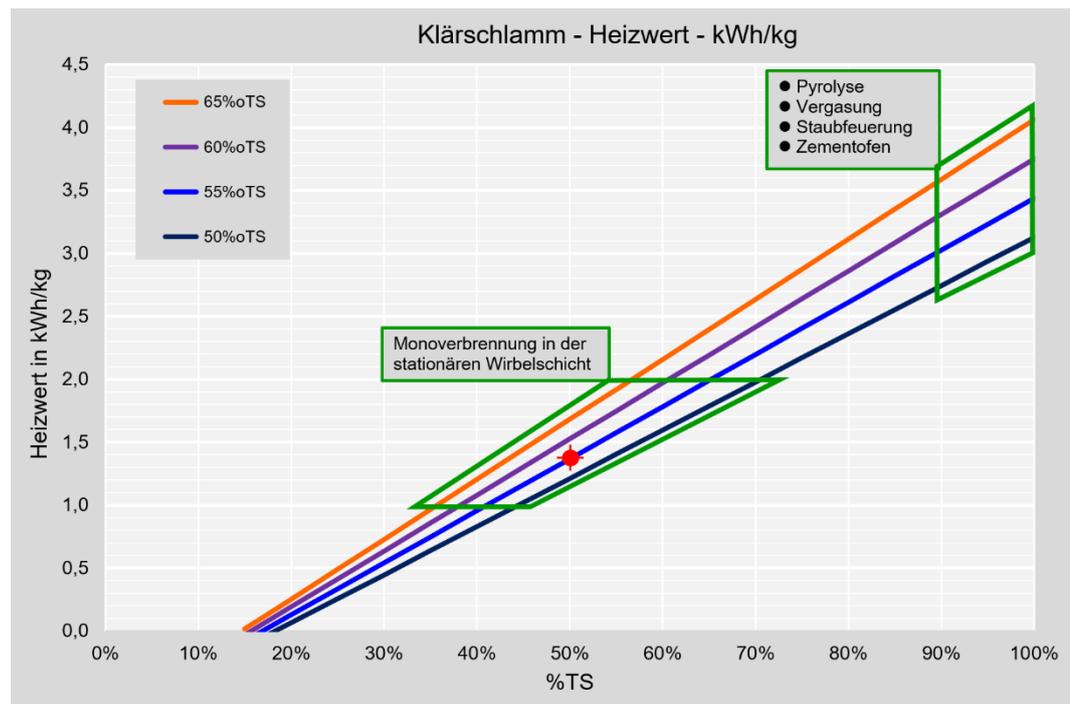


Abbildung 27: Klärschlammvorbehandlung zur Heizwertanpassung

### 5.3 Thermochemische Umwandlung

Die Klärschlamm-Monoverbrennung kann wie folgt als Wasserverdampfung und dreistufige thermochemische Umwandlung der Trockensubstanz beschrieben werden.

Diese thermochemischen Umwandlungsprozesse sind Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in Bezug auf die Sauerstoffzufuhr:

- Pyrolyse mit Wärmezufuhr und ohne Sauerstoffzufuhr ( $\lambda=0$ )
- Vergasung mit unterstöchiometrischer Sauerstoffzufuhr ( $0 < \lambda < 1$ )
- Verbrennung mit überstöchiometrischer Sauerstoffzufuhr ( $\lambda > 1$ )

Klärschlampyrolyse und -vergasung werden auch als eigenständige Alternativverfahren für die thermische Behandlung von Klärschlamm angeboten.

Die Klärschlamm TS wird in diesen Verfahren zu Pyrolysekohle oder Vergaserkoks konvertiert.

Als Nebenprodukt entstehen Pyrolysegas, eventuell Pyrolyseöl, (Teer) und Produktgas. Diese Nebenprodukte müssen jedenfalls nachbehandelt werden und werden in der Regel verbrannt.

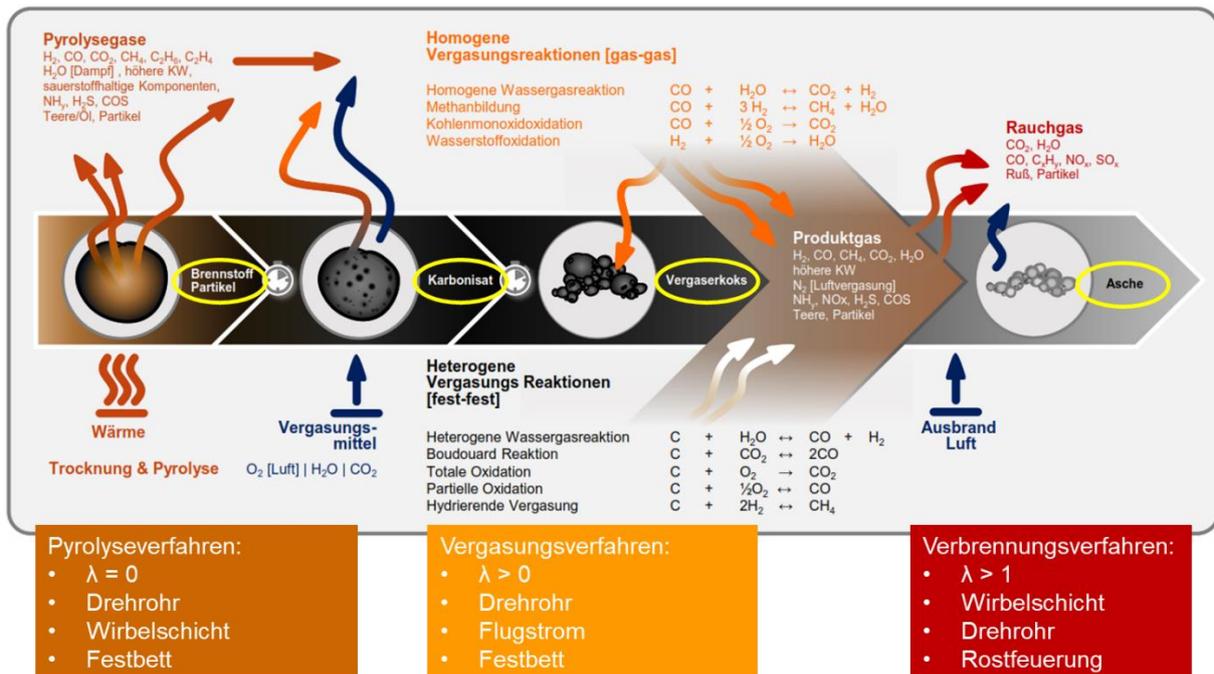


Abbildung 28: Thermochemische Umwandlung von Klärschlamm<sup>12</sup>

Klärschlampyrolyse und Klärschlammvergasung wurden bisher in relativ kleinem Maßstab realisiert und werden dementsprechend meist einzelnen Kläranlagen als Option für die thermische Klärschlammbehandlung angeboten.

<sup>12</sup> Quelle: Peter Quicker, Ansätze zur alternativen thermischen Klärschlammbehandlung, 3. Berliner Klärschlammkonferenz, 2020

## 5.4 Ausführungsbeispiele – Referenzanlagen

### 5.4.1 Klärschlammpyrolyse

In der Kläranlage Tobl in St. Lorenzen im Pustertal wird seit 2006 ein Pyrobuster der Firma Eisenmann betrieben. Der Pyrobuster nutzt einen dreistufigen Prozess (Pyrolyse, Vergasung und Nachverbrennung) um getrockneten Klärschlamm zu mineralisieren.

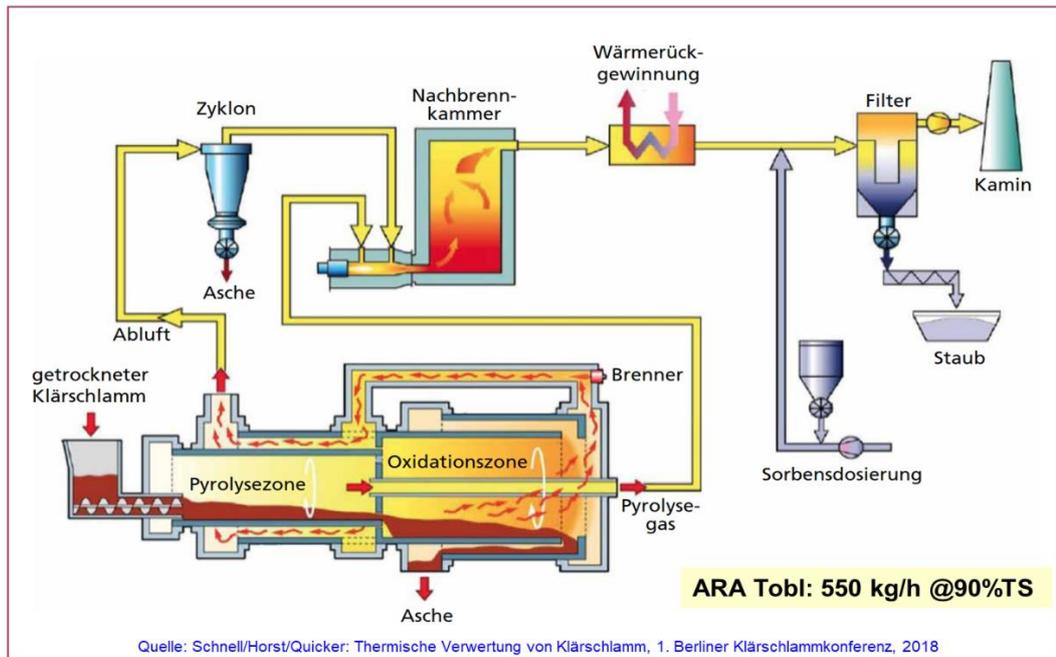


Abbildung 29: Pyrobuster ARA Tobl

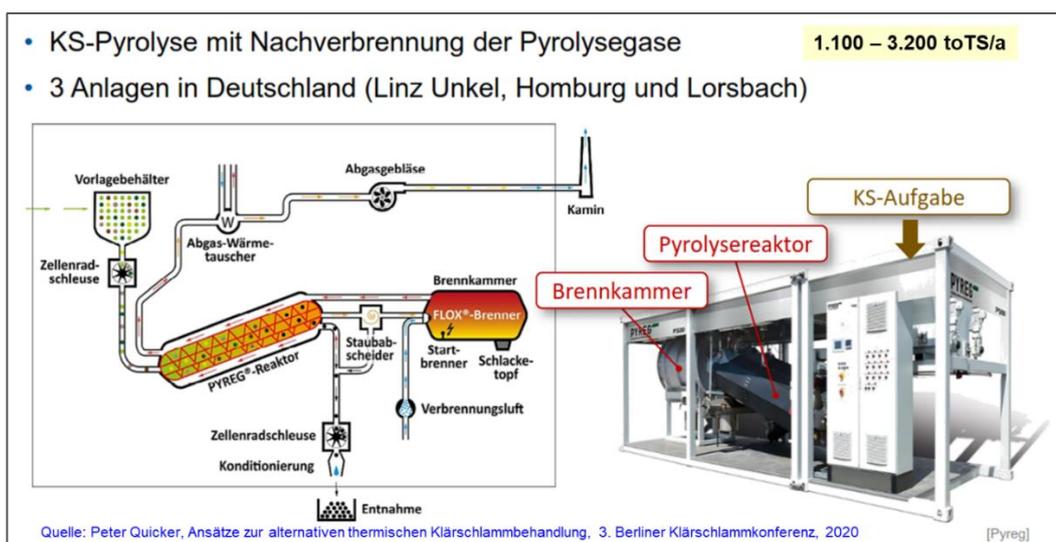


Abbildung 30: PYREG – Verfahren

Zusammenfassende Beurteilung (ref. Quicker, Berlin 2020):

- Prozess
  - prinzipiell einfacher Prozess
  - komplexe Abdichtsysteme erforderlich
  - Explosionsrisiko
  - Umwelt- und Gesundheitsgefährdung durch Pyrolysegase
- Produkt:
  - Erzeugung eines kohlenstoffreichen Karbonisats
  - Eignung als Düngemittel umstritten (Organik, P-Verfügbarkeit)
- Reststoffe/Nebenprodukte:
  - Abgase (enthalten Teere, organische Schadstoffe, Schwermetalle, Sauergerase)
  - Aufwändige Gasaufbereitung, Nutzung daher meist prozessintern zur Beheizung

5.4.2 Klärschlammvergasung

Kopf-Syngas GmbH & Co KG hat drei Klärschlammvergasungsanlagen in technischem Maßstab in Deutschland realisiert.

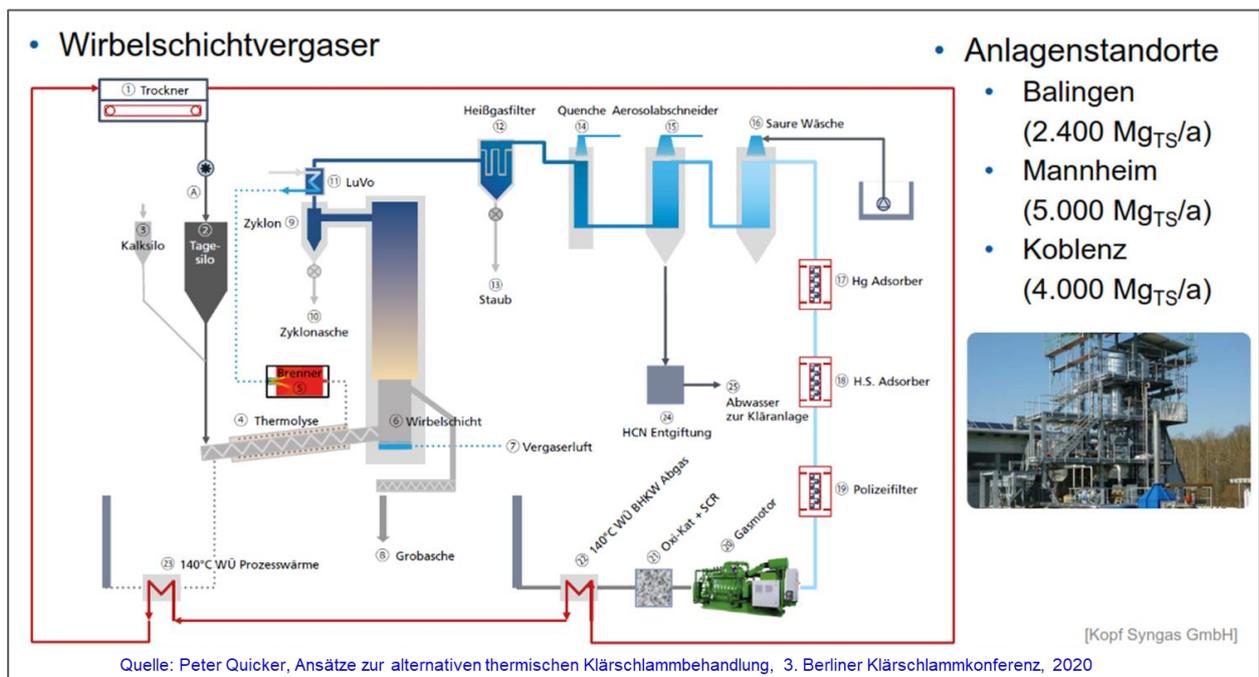


Abbildung 31: Kopf-Syngas Klärschlammvergasung

Zusammenfassende Beurteilung (ref. Quicker, Berlin 2020):

- Prozess
  - Homogene und kontrollierte Verteilung des Vergasungsmittels im heterogenen, aschereichen Klärschlamm erforderlich
  - Hoher technologischer und betrieblicher Aufwand
- Produkt
  - Produktgas (enthält Teere und Staub)
  - Zusätzlicher Aufbereitungs- und Reinigungsaufwand erforderlich
- Reststoffe/Nebenprodukte
  - Asche (bei unvollständiger Oxidation evtl. organische Schadstoffe möglich)
  - Zusätzliche Oxidationsstufe

#### 5.4.3 Monoverbrennung – Rostfeuerung

Die Firma Emter GmbH verwertet derzeit einen Teil der Tiroler Klärschlämme in ihrer Rostfeuerungsanlage in Altenstadt.

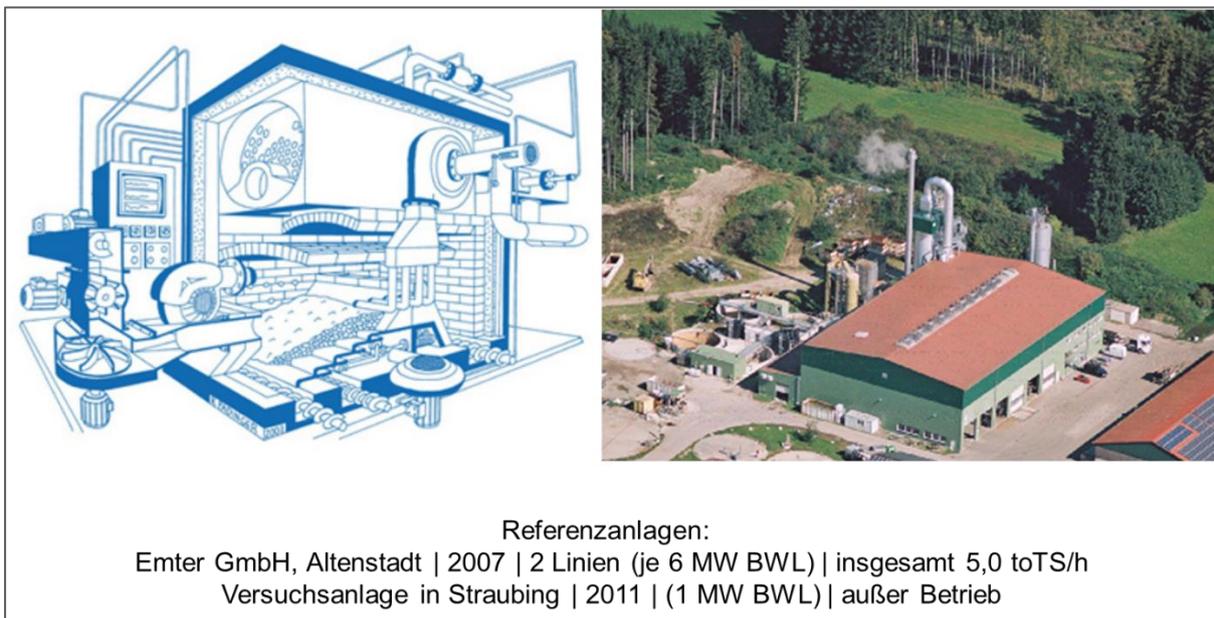


Abbildung 32: AWINA-Schleuderradtechnologie - Emter GmbH<sup>13</sup>

<sup>13</sup> <https://emter-gmbh.de/termverwertung.html>; <http://www.awina-technik.at/cms/index.php/de/>;  
zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

#### 5.4.4 Monoverbrennung – Wirbelschichttechnologie

Die stationäre Wirbelschicht ist das dominierende und am meisten eingesetzte Verfahren für die Klärschlamm-Monoverbrennung.

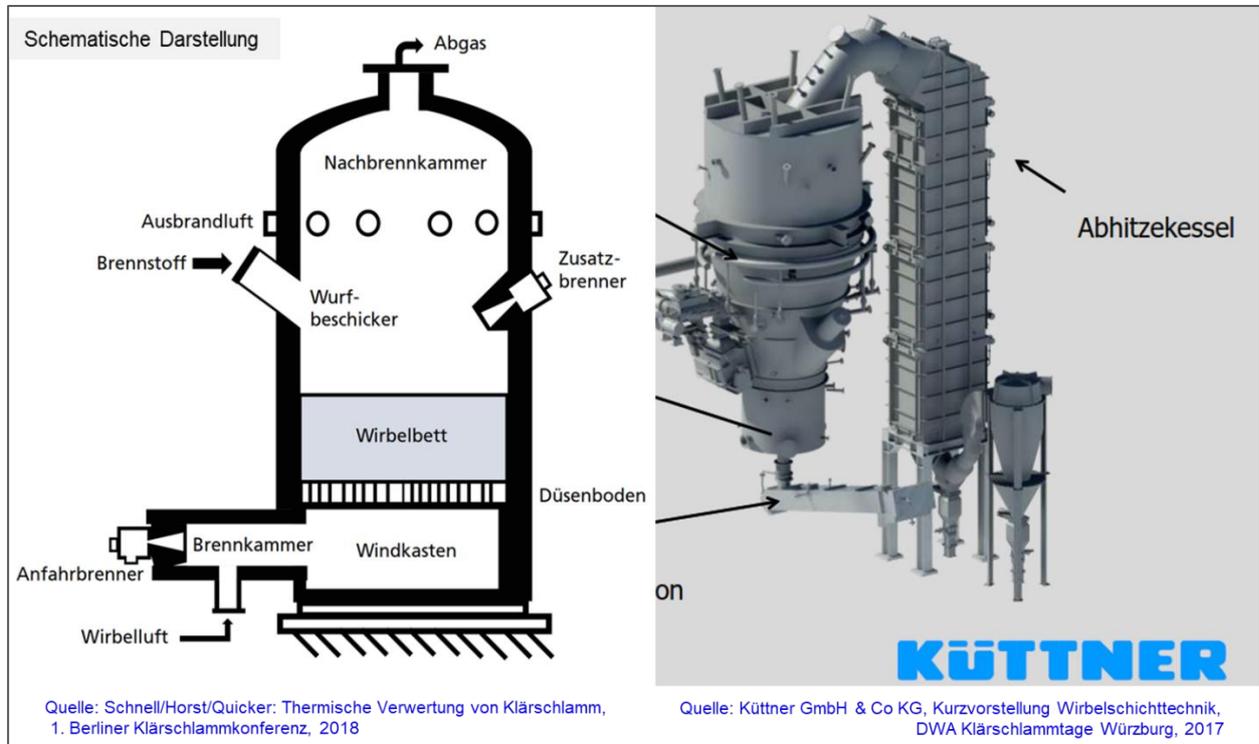


Abbildung 33: Wirbelschichtfeuerung für die Klärschlamm-Monoverbrennung

Die Verarbeitungskapazitäten der circa 20 derzeit in Deutschland betriebenen Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen reichen von 2.500 toTS/a (Rügen) bis 95.000 toTS/a (Lünen)<sup>14</sup>

In dem für die thermische Klärschlammverwertung in Tirol relevanten Kapazitätsbereich bestehen demnach in Deutschland die folgenden Anlagen:

- Karlsruhe – 20.000 toTS/a
- Gendorf – 10.000 toTS/a
- Neu-Ulm – 16.000 toTS/a
- Bonn – 8.000 toTS/a
- Düren – 14.000 toTS/a
- Bitterfeld-Wolfen – 15.200 toTS/a

<sup>14</sup> Six/Lehrmann/Heidecke: Übersicht bestehender Kapazitäten zur thermischen Klärschlammbehandlung und Einschätzung zum zukünftigen Bedarf und der Entwicklung der Verbrennungskapazitäten, DWA Klärschlammtag, Würzburg 2019

Die folgenden Anlagen dieser Größenordnung sind derzeit in Bau oder Planung:

- Offenbach – 20.000 toTS/a
- Gießen – 20.000 toTS/a
- Saerbeck – 15.000 toTS/a
- Halle-Lochau – 10.750 toTS/a

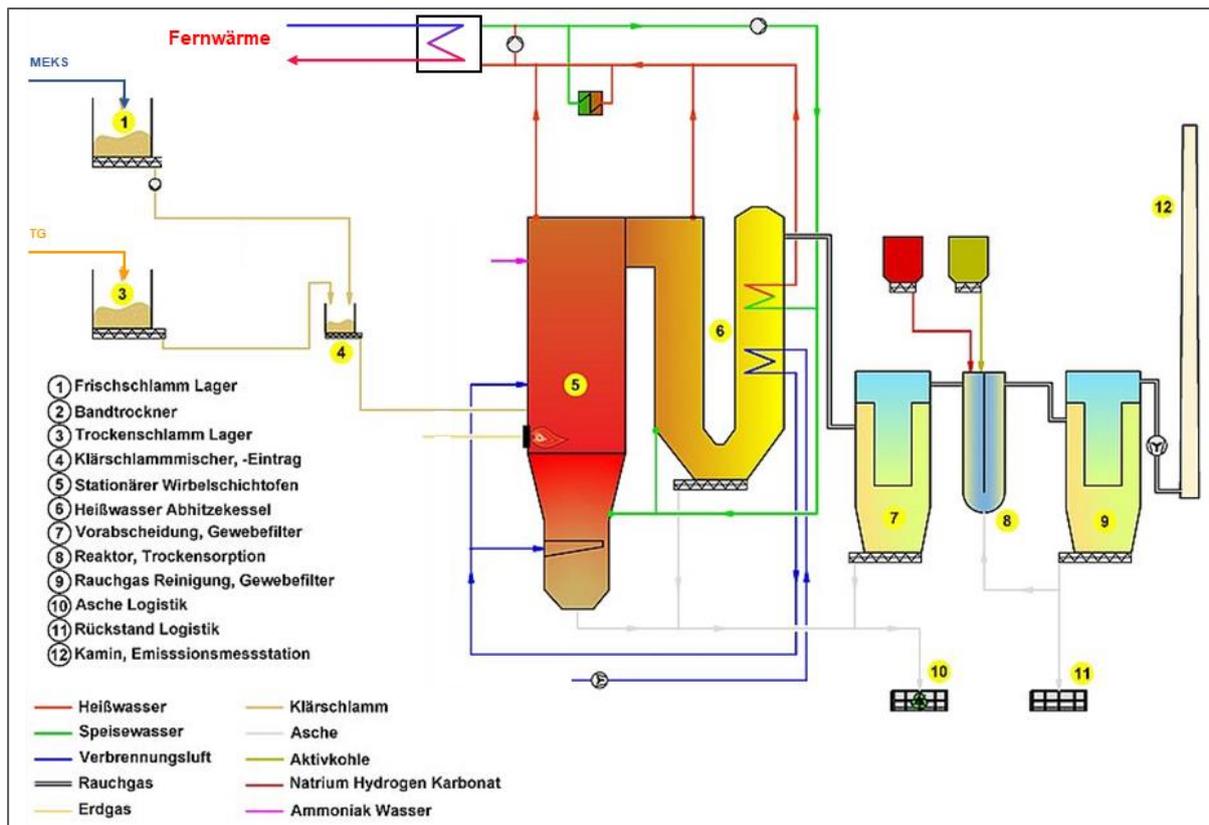


Abbildung 34: Wirbelschicht-Verbrennungsanlage mit Heißwasserkessel und Fernwärmeverkauf<sup>15</sup>

## 5.5 Weitere Verfahren zur Klärschlamm-Monoverbrennung

### 5.5.1 Etagenofen und Etagenwirbler

Großanlagen mit diesen Technologien sind derzeit noch in Frankfurt und Leverkusen im Einsatz.

Für die Tiroler Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage werden diese Verfahren nicht weiter berücksichtigt.

<sup>15</sup> Quelle: sludge2energy GmbH

### 5.5.2 Staubfeuerung

Die Firma Carbotechnik GmbH bietet ihre adaptierten Braunkohle Staubfeuerungen für die Klärschlamm-Monoverbrennung an.

Die Staubfeuerung verarbeitet vollgetrockneten Klärschlamm.

Bisher wurden von der Carbotechnik GmbH noch keine großtechnischen Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen gebaut.

### 5.5.3 Drehrohrofen

Die Klärschlamm-Monoverbrennung im Drehrohr wird großtechnisch z.B. seit den siebziger Jahren in der Kehrichtverbrennungsanlage Oftringen der [ERZO](#)<sup>16</sup> (Entsorgung Region Zofingen) betrieben.

Die Klärschlammverbrennung im Drehrohr wird parallel zur Kehrichtverbrennung betrieben. Heißgas und Infrastruktur (Rauchgasreinigung) der Kehrichtverbrennungsanlage können für die Klärschlammverbrennung genutzt werden.

Die Klärschlammmasche wird, zum Unterschied von z.B. Wirbelschichtanlagen in flüssiger Form als Schlacke abgezogen.

Derzeit wird geforscht, inwieweit die Schlacke aus dem Drehrohrofen für die Phosphor-Rückgewinnung Vorteile gegenüber konventionellen Klärschlammaschen aufweist.<sup>17</sup>

### 5.5.4 Schlussbemerkung

Die Klärschlamm-Monoverbrennung in der stationären Wirbelschicht ist ein ausgereiftes und anerkanntes Verfahren nach dem Stand der Technik und wird bevorzugt in Standardanlagen eingesetzt.

Alternative Verfahren können im Einzelfall und bei geeigneten Randbedingungen konkurrenzfähige Optionen sein.

Alternative Verfahren sollten jedoch nur in Betracht gezogen werden, wenn der Betreiber in der Lage und willens ist die damit verbundenen technologischen und ökonomischen Risiken mitzutragen.

---

<sup>16</sup> <https://erzo.ch/>; zuletzt aufgerufen am 3. März 2021

<sup>17</sup> Klose: Aktueller Sachstand bei Planung und Umsetzung des EuPhoRe Verfahrens, 3. Berliner Klärschlammkonferenz, 2020

## 6 RECHTLICHE UND ORGANISATORISCHE ASPEKTE

### 6.1 Rechtlicher Rahmen (der Klärschlammverwertung)

Das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG) bestimmt in § 3 Abs. 1 Z 1, dass Abwässer nicht dem Geltungsbereich des AWG unterliegen sollen. Aus der Entscheidung des VwGH vom 27.02.2019, 2017/05/0003 ergibt sich im Weiteren: „Ab dem Zeitpunkt, da Inhaltsstoffe aus dem Abwasser herausgefiltert wurden und sich nicht mehr im Abwasser befinden, kann nicht mehr von Abwasserinhaltsstoffen im Sinne des § 3 Abs. 1 Z 1 AWG 2002 gesprochen werden. Die Ausnahme gemäß § 3 Abs. 1 Z 1 AWG 2002 kommt für solche Stoffe nicht mehr zum Tragen (vgl. betreffend Klärschlamm VwGH 7.12.2006, 2006/07/0059).“ Ebenso ergibt sich aus der bisherigen Rechtsprechung des VwGH (vgl. 20.3.2013, 2010/07/0175), dass Klärschlamm zumindest grundsätzlich den objektiven Abfallbegriff erfülle.

Die Materie des Abfallrechtes ist eine sich verfassungsrechtlich ergebende geteilte Kompetenz zwischen Bund und Ländern, insofern als Art 10 Abs 1 Z 12 B-VG dem Bund in dessen Kompetenz die „Abfallwirtschaft hinsichtlich gefährlicher Abfälle“ überträgt, und gleichzeitig bestimmt, dass dem Bund „hinsichtlich anderer Abfälle [...] soweit ein Bedürfnis nach Erlassung einheitlicher Vorschriften vorhanden ist“ eine Bedarfskompetenz zukommt. Daraus ergibt sich, dass - soweit der Bund nicht seine Bedarfskompetenz zur Vereinheitlichung der Regelungen in Anspruch nimmt - die Zuständigkeit von nicht gefährlichen Abfällen den Ländern übertragen ist.

Den Materialien zum AWG 2002 lässt sich entnehmen: „Der vorliegende Entwurf geht davon aus, dass die Bedarfsgesetzgebung des Bundes für nicht gefährliche Abfälle hinsichtlich der Ziele und Grundsätze, der sonstigen allgemeinen Bestimmungen, der Abfallvermeidung- und -verwertungsbestimmungen, der Behandlungspflichten, der Aufzeichnungspflichten, der Registrierungs- und Meldepflichten für Abfallsammler und -behandler, der Einrichtung und Führung von elektronischen Registern, der Berechtigung zur Sammlung und Behandlung, der Sammel- und Verwertungssysteme, des Anlagenrechts, der Verbringung, der Behandlungsaufträge und der Kontrolle gegeben ist.“

Das Tiroler Abfallwirtschaftsgesetz (TAWG) beinhaltet – in Wahrnehmung der Länderkompetenz in vom Bund nicht geregelten Bereichen - Regelungen zur Sammlung und Abfuhr von Abfällen sowie Regelungen für öffentliche Behandlungsanlagen. Es enthält Bestimmungen betreffend Siedlungsabfälle (u.a. Restmüll und Sperrmüll), sonstige Abfälle und biologisch verwertbare Abfälle. „Sonstige Abfälle“ definiert das TAWG als: alle diesem Gesetz unterliegenden Abfälle mit Ausnahme der Siedlungsabfälle wie betriebliche Produktionsabfälle, Abfälle aus dem Bauwesen, Sandfanginhalte, Rückstände aus der Kanalreinigung, Straßenkehricht oder Altreifen.

Bei Klärschlämmen aus den kommunalen Tiroler Kläranlagen handelt es sich um nicht gefährliche Abfälle, die demnach als sonstige Abfälle zu betrachten sind.

Dies auch im Lichte der EU-Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC (geändert durch 2018/851), die in Art. 3 nunmehr explizit ausschließt, dass der Begriff Siedlungsabfall „Abfälle aus Produktion, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Klärgruben, Kanalisation und Kläranlagen, einschließlich Klärschlämme, Altfahrzeuge und aus Bau- und Abbruch“ umfasst.

In Hinblick auf „sonstige Abfälle“ normiert § 12 TAWG die Pflicht des Erzeugers für eine entsprechende Verwertung bzw. Beseitigung Sorge zu tragen. Ob auch zur Sammlung von Klärschlämmen allenfalls ein Regime – ähnlich der Sammlung von Siedlungsabfällen - unter Normierung eines Andienungszwanges denkbar wäre, bedürfte allerdings einer eingehenden verfassungsrechtlichen Prüfung.

Zusammengefasst ergibt sich:

- Nach den anwendbaren Bestimmungen sind Klärschlämme als „sonstige Abfälle“ zu betrachten.
- Für sonstige Abfälle besteht – nach TAWG - kein Andienungszwang und keine gesetzliche Tarifgestaltung. Eine Änderung wäre gegebenenfalls nach verfassungsrechtlicher Prüfung vom zuständigen Gesetzgeber durchzuführen.
- Die Verpflichtung der fachgerechten Entsorgung der produzierten Klärschlämme liegt primär bei den Rechtsträgern der Kläranlagen.

## 6.2 Möglichkeiten der interkommunalen Zusammenarbeit

Unter interkommunaler Zusammenarbeit werden Kooperationsformen zwischen zumindest zwei Gemeinden oder Gemeindeverbänden verstanden zum Zweck der gemeinsam Aufgabenbesorgung. Nicht nur finanzielle Gesichtspunkte, sondern auch die Überlegung, Know-How, und andere benötigte Ressourcen zu bündeln, sowie Kosten durch Synergieeffekte zu senken sind gewichtige Argumente, wenn es um die Entscheidung geht, für Investitionsvorhaben Partner zu suchen. Im Falle der Klärschlammverwertung liegt es nahe, die Zusammenarbeit mit anderen Gemeinden bzw. Trägern von Abwasserreinigungsanlagen anzustreben.

Im Folgenden sollen die wichtigsten sich bietenden Möglichkeiten im Überblick betrachtet werden.

### 6.2.1 Öffentlich-rechtliche Zusammenschlüsse

#### 6.2.1.1 Verbände nach TAWG bzw. Gemeindeverbände

Gemäß §129 Tiroler Gemeindeordnung (TGO) steht den Gemeinden die Form eines Gemeindeverbandes zur Besorgung ihrer Angelegenheiten, so auch für

Aufgaben der Abfallwirtschaft, zur Verfügung (in diesem Sinne auch der Kommentar zu §129 der Tiroler Gemeindeordnung)<sup>18</sup>.

Rechtsgrundlage von Gemeindeverbänden ist die Tiroler Gemeindeordnung sowie ein Statut. Unabhängig von den übernommenen Aufgaben und den dafür zur Verfügung stehenden Instrumenten, d.h. hoheitliche oder privatrechtliche oder beides in Teilen, sind sie Körperschaften des öffentlichen Rechts. Verbände können zur Besorgung von Gemeindeangelegenheiten sowohl der Hoheitsverwaltung als auch privatrechtlicher Angelegenheiten gebildet werden.

Da die Aufsicht über die Gemeinden der Landesregierung obliegt, können sich auch Gemeinden unterschiedlicher Bezirke zu einem Gemeindeverband zusammenschließen.

Gemeindeverbände sind durch ein kamerales Rechnungswesen gekennzeichnet, allenfalls soll auch für sie die Voranschlags- und Rechnungsabschlussverordnung 2015 (VRV) gelten, sofern die Länder sie dazu verpflichtet haben.<sup>19</sup>

Die Bildung oder Auflösung eines Gemeindeverbandes bedarf übereinstimmender Beschlüsse der Gemeinderäte aller beteiligten Gemeinden sowie der Genehmigung der Landesregierung.

Allerdings bedeutet dies, dass ein Zusammenschluss nach TGO immer nur – und ausschließlich - von Gemeinden selbst eingegangen werden kann. Der Kommentar zur Tiroler Gemeindeordnung zu § 129 konkretisiert: „Mitglieder eines Gemeindeverbandes können nur Gemeinden, nicht aber etwa andere Gemeindeverbände oder natürliche bzw. juristische Personen (z.B. Vereine oder Gesellschaften) sein“.

Das bedeutet, dass die Gemeinde selbst die Abwasserreinigung und damit Klärschlammherzeugung vornehmen müsste. In Tirol ist dies allerdings nur in einer geringen Zahl der Fälle. In der Mehrheit der Fälle wurden – in der Regel zwar von den Gemeinden – Abwasserverbände oder Wassergenossenschaften zu diesem Zweck gegründet.

In Hinblick auf eine Verwertung von Klärschlämmen würde dies bedeuten, dass in einigen Fällen nicht die Rechtsträger der Kläranlagen selbst, die teilweise privatwirtschaftlich organisiert sind oder sich in Abwasserverbänden zusammengeschlossen haben, sondern die – regelmäßig dahinter stehenden - Gemeinden einen Gemeindeverband bilden müssten.

Zusammengefasst ergibt sich:

- Gemeindeverbände nach TGO stehen grundsätzlich als Rechtsform für Zwecke der Abfallwirtschaft zur Verfügung.
- Nur Gemeinden können jedoch einen Gemeindeverband bilden.

---

<sup>18</sup> Kommentar zur Tiroler Gemeindeordnung 2001, Hg. Tiroler Gemeindeverband, Stand 1.1.2016

<sup>19</sup> Auer, Bogensberger u.a. in RFG 04/2018, S. 12

### 6.2.1.2 Verwaltungsgemeinschaft

Die Tiroler Gemeindeordnung sieht in §142a alternativ auch die Bildung von Verwaltungsgemeinschaften „zum Zweck der sparsameren und zweckmäßigeren Besorgung ihrer Angelegenheiten durch Vereinbarung mit anderen Gemeinden“ vor. Da diesen jedoch explizit keine Rechtspersönlichkeit zukommt, können sie hier außer Betracht bleiben.

### 6.2.1.3 Verbände nach Wasserrechtsgesetz

In Verbänden nach dem Wasserrechtsgesetz (WRG) können neben Gemeinden auch andere Gebietskörperschaften, Wassergenossenschaften, Erhalter von Verkehrswegen und (sonstige) Personen, die Gewässer nicht bloß geringfügig beeinträchtigen oder in Anspruch nehmen, Mitglied werden. Das bedeutet, dass – im Unterschied zu Gemeindeverbänden - je nach Lage des Einzelfalles auch private Unternehmen neben Gemeinden als Verbandsmitglieder zugelassen sein können. Fraglich ist, ob auch Wasserverbände wiederum Mitglieder in Wasserverbänden sein können, ebenso Gemeindeverbände. In jenen Fällen, in denen diese jedoch Gewässer nicht bloß geringfügig in Anspruch nehmen, wäre eine Mitgliedschaft gegebenenfalls aus diesem Titel in Betracht zu ziehen.

Wasserverbände sind Körperschaften des öffentlichen Rechts und als solche mit eigener Rechtspersönlichkeit ausgestattet. Sie unterliegen der Aufsicht durch die Wasserrechtsbehörde. Ebenso ist deren Genehmigung (Anerkennung, Satzung, Satzungsänderungen,...) erforderlich. Aufsichtsbehörde ist der jeweilige Landeshauptmann.

Von Interesse sind im hier gegebenen Kontext die Zwecke zu deren Erfüllung ein Wasserverband gegründet werden kann. § 87 WRG verweist – im Rahmen dessen, dass wasserwirtschaftliche Zielsetzungen zu verfolgen sind - auf § 73 und dessen demonstrative Aufzählung. Es ist davon auszugehen, dass die Beseitigung von Klärschlämmen aus der Abwasserreinigung unter lit j) „Sammlung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen“ subsumiert werden kann.

Nach Oberleitner/Berger<sup>20</sup> besteht kein Zweifel daran, dass nicht nur Gemeinden, sondern auch die von ihnen gebildeten (Wasserrechts-) Verbände Aufgaben der Daseinsvorsorge bzw. Infrastrukturleistungen selbst privatrechtlich oder durch ausgegliederte Rechtsträger (Kapitalgesellschaften) oder durch Zukauf von Leistungen erbringen können. Wasserverbände agieren jedoch nach dem Kostendeckungsprinzip, welches nicht durch eine angestrebte Gewinnmaximierung unterlaufen werden darf.

Bislang bestand Wahlfreiheit hinsichtlich der Anwendung des kameralen oder doppischen Rechnungswesens. Ob und welche Änderungen sich hier jedoch durch die Einführung der Voranschlags- und Rechnungsabschlussverordnung

---

<sup>20</sup> Oberleitner/Berger zu §87, WRG-ON, Stand 15.7.2018, rdb.at

(VRV) 2015 ergeben können, wird noch näher zu beleuchten sein. Aus heutiger Sicht ist von der Möglichkeit einer freiwilligen Übernahme der VRV 2015 auszugehen.<sup>21</sup>

Grundsätzlich wird darauf zu achten sein, dass für die Tätigkeiten von Wasserverbänden jeweils die satzungsmäßige rechtliche Deckung gegeben sein muss – sei es in Hinblick auf die Gründung eines Wasserverbandes als Träger der Klärschlammverwertung oder als beteiligter Wasserverband an einem anderen (privatrechtlichen) Rechtsträger zur Klärschlammverwertung.

Zusammengefasst bedeutet dies:

- Wasserverbände stehen im Rahmen wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen auch für Zwecke der Abfallsammlung, -verwertung und -beseitigung zur Verfügung.
- Eine Mitgliedschaft steht Gemeinden und Personen, die Gewässer nicht bloß geringfügig in Anspruch nehmen, offen.
- Wasserverbände sind auf das Prinzip der Kostendeckung, nicht der Gewinnerzielung ausgerichtet.

## 6.2.2 Privatrechtliche Zusammenschlüsse

Als privatrechtliche Organisationsformen mit eigener Rechtspersönlichkeit kommen in erster Linie Kapitalgesellschaften in Betracht, hierbei insbesondere die Aktiengesellschaft oder die Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Beide Formen bieten den Vorteil einer eingrenzbaaren Haftung für die Aktionäre bzw. Gesellschafter und können sowohl von juristischen Personen des Privatrechts als auch des öffentlichen Rechts gegründet werden. Obgleich sie grundsätzlich gewinnorientiert tätig werden, ist es nicht ausgeschlossen, dass sich Gemeinden oder andere Rechtsträger ihrer zur Erfüllung (nicht-hoheitlicher) Aufgaben bedienen.

### 6.2.2.1 Aktiengesellschaft

Die Aktiengesellschaft als eine Form einer Kapitalgesellschaft eignet sich primär für die Gründung von größeren Unternehmen. Als Grundkapital sind zumindest EUR 70.000,- vorgesehen.

Mittels Satzung werden bei Gründung die getroffenen Vereinbarungen zu Firma, Sitz, Unternehmensgegenstand, Art der Aktien, Vorstand usw. in Form eines Notariatsaktes festgelegt.

Als Organe einer Aktiengesellschaft sind Hauptversammlung, Aufsichtsrat und Vorstand vorgesehen. Letzterer wird durch den Aufsichtsrat bestellt und leitet die Aktiengesellschaft eigenverantwortlich und weisungsfrei. Eine Einflussnahme

---

<sup>21</sup> Auer, Bogensberger u.a. in RFG 04/2018, S. 12

durch die Aktionäre auf die Führung der Geschäfte kann daher nicht direkt erfolgen, sondern nur mittelbar. Für die Gemeinden und anderen Rechtsträger von Abwasserreinigungsanlagen würde dies bedeuten, dass ihnen im Falle der Gründung einer Aktiengesellschaft zur Klärschlammverwertung nur eine eingeschränkte Einflussnahme auf die Führung der Geschäfte zukommen würde. Dies wäre auch möglicherweise in Hinblick auf die Frage einer Ausschreibungspflicht insofern bedeutsam als eines der Kriterien einer nicht-ausschreibungspflichtigen in-house-Vergabe die Kontrollmöglichkeit des (öffentlich-rechtlichen) Auftraggebers über den Auftragnehmer verlangt wird (siehe auch Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Fazit:

- Eine Aktiengesellschaft ist grundsätzlich für die Zwecke der Klärschlammverwertung geeignet.
- Die Aktionäre können jedoch nur mittelbar Einfluss auf den geschäftsführenden Vorstand nehmen, eine Weisungsgebundenheit ist nicht vorgesehen.

#### 6.2.2.2 Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Als Mindestkapital ist für die Gründung einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung (ohne Gründungsprivileg) der Betrag von EUR 35.000,- festgelegt, wovon die Hälfte bei Gründung bar einzuzahlen ist. Die Gründung erfolgt durch Abschluss eines Gesellschaftsvertrages durch Notariatsakt, in welchem die Vereinbarungen der Gesellschafter festgelegt sind. Zwingend sind Angaben zu den Gesellschaftern, zu Firma und Sitz, zum Unternehmensgegenstand sowie zum Stammkapital vorgesehen.

Darüber hinaus bietet der fakultative Inhalt eine Reihe von Gestaltungsmöglichkeiten durch die Gesellschafter, insbesondere zu Dauer der Gesellschaft, Geschäftsführung, Zuständigkeiten der Generalversammlung, einem - häufig fakultativen - Aufsichtsrat, Übertragung von Anteilen usw.

Wesentlich ist, dass das Gesellschaftergremium – die Generalversammlung – der Geschäftsführung gegenüber weisungsbefugt ist und dergestalt durch Beschlüsse unmittelbar auf die Führung der Geschäfte Einfluss nehmen kann.

Fazit:

- Eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung ist grundsätzlich für die Zwecke der Klärschlammverwertung geeignet.
- Die Gesellschafter können direkt auf die Ziele der Gesellschaft und die Geschäftsführung Einfluss nehmen, der Geschäftsführer ist der Generalversammlung gegenüber weisungsgebunden.
- Eine GmbH bietet die Möglichkeit einer Haftungsbeschränkung für die Gesellschafter.

## 6.3 Vergaberechtliche Aspekte

Die Frage der Anwendung von vergaberechtlichen Bestimmungen interessiert im Kontext der Klärschlammverwertung in zweierlei Hinsicht. Zum einen stellt sich die Frage, ob die Errichtung und/oder der Betrieb der Verwertungsanlage durch eine Klärschlammverwertungsgesellschaft ausschreibungspflichtig wäre. Zum anderen ist für die Dauer des Betriebes der Anlage insbesondere relevant, ob die den Klärschlamm entsorgenden Gemeinden, Verbände bzw. andere Organisationsformen zur Ausschreibung verpflichtet sind, wenn sie Klärschlamm einer Verwertung zuführen wollen.

Die folgenden Überlegungen beziehen sich ausschließlich auf die zweite Fragestellung, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch zu viele Variablen ungeklärt sind, um die Frage der Bauausschreibung seriös beantworten zu können.

Hinsichtlich des Dienstleistungsauftrags zur Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm ergibt sich alleine aus der Auftraggebereigenschaft der Gemeinden, Gemeindeverbände oder Wasserverbände als öffentliche Auftraggeber (§4 BVergG 2018), dass ein solcher grundsätzlich dem Bundesvergabegesetz unterliegen würde. Im Kontext der Abwasserreinigung ist davon auszugehen, dass diese Bestimmung auch – von den öffentlich-rechtlichen Entitäten kontrollierte - Organisationsformen des Privatrechts umfasst. Allerdings kennt das Bundesvergabegesetz einige – eng gefasste - Ausnahmen (§10 BVergG).

### 6.3.1 Inhouse-Privileg

Ausgenommen sind Fälle nach dem sogenannten Inhouse-Privileg. Demnach sind Beschaffungsvorgänge zwischen öffentlichen Auftraggebern vom Anwendungsbereich des BVergG ausgenommen. Als Basis dienen die vom EuGH in zahlreichen Judikaturen (ausgehend von EuGH 18.11.1999, C107/98 – Teckal) weiterentwickelten Kriterien, welche in der Vergaberechtsreform 2018 weitreichend Niederschlag gefunden haben:

Das BVergG kommt demnach (§10) nicht zur Anwendung für solche Aufträge, die ein öffentlicher Auftraggeber durch einen Rechtsträger erbringen lässt,

- a) Über den der öffentliche Auftraggeber eine ähnliche Kontrolle wie über seine eigenen Dienststellen ausübt,
- b) Wenn dieser kontrollierte Rechtsträger mehr als 80% seiner Tätigkeiten für den kontrollierenden öffentlichen Auftraggeber erbringt oder für andere von diesem öffentlichen Auftraggeber (ebenfalls) kontrollierte Rechtsträger und
- c) keine direkte private Kapitalbeteiligung am kontrollierten Rechtsträger besteht – mit Ausnahme nicht beherrschender Formen der privaten Kapitalbeteiligung und Formen der privaten Kapitalbeteiligung ohne Sperrminorität, sofern dadurch kein ausschlaggebender Einfluss vermittelt wird.

Selbstverständlich ist hierbei jeweils eine Einzelfallbeurteilung vorzunehmen, wobei diese Voraussetzungen kumulativ vorhanden sein müssen.

Eine ähnliche Kontrolle wie über eigene Dienststellen liegt dann vor, wenn der Auftraggeber einen ausschlaggebenden Einfluss sowohl auf die strategischen Ziele als auch auf die wesentlichen Entscheidungen ausübt<sup>22</sup>. Diese Voraussetzung muss nicht individuell ausgeübt werden, sondern kann gemeinsam mit anderen öffentlichen Einrichtungen erfüllt werden, ebenso kann sie auch mittelbar durch einen anderen Rechtsträger ausgeübt werden, der vom Auftraggeber auf die gleiche Weise kontrolliert wird.

Zur Beurteilung der „80% der Tätigkeiten“ legt das Vergaberecht eine Betrachtung des Durchschnittsumsatzes der letzten drei Jahre fest bzw. im Falle von Neugründungen „genügt es, wenn die Ermittlung des Anteiles der Tätigkeiten etwa durch Prognosen über die Geschäftsentwicklung glaubhaft gemacht wird“<sup>23</sup>.

Bedeutsam ist, dass durch die Bestimmungen des §10 BVergG nunmehr mehrere Konstellationen erfasst sind, die von einer Ausschreibungspflicht ausgenommen sind, in denen ein öffentlicher Auftraggeber:

- a) Aufträge an den von ihm kontrollierten Rechtsträger – top-down – vergibt;
- b) Aufträge an den ihn kontrollierenden Auftraggeber – bottom-up – vergibt;
- c) Aufträge an einen anderen Rechtsträger vergibt, der ebenfalls durch den ihn kontrollierenden Auftraggeber kontrolliert wird – inhouse Schwesternvergabe (einschließlich Enkel)<sup>24</sup> – sofern keine direkte private Kapitalbeteiligung (mit den erwähnten Ausnahmen) besteht;
- d) Aufträge an den von ihm kontrollierten Rechtsträger – top-down – vergibt, über den der öffentliche Auftraggeber gemeinsam mit anderen öffentlichen Auftraggebern die Kontrolle ausübt, sofern mehr als 80% seiner Tätigkeiten der Ausführung von Aufgaben dienen, die für diese Mehrzahl an Auftraggebern erbracht werden. Zu beachten ist, dass der Gesetzgeber in diesem letzten Fall keine bottom-up-Vergabe vorsieht.

In diesem Falle bedeutet eine gemeinsame Kontrolle:

- dass sich die beschlussfassenden Organe des kontrollierten Rechtsträgers aus Vertretern sämtlicher beteiligter Auftraggeber zusammensetzen müssen,
- dass die beteiligten öffentlichen Auftraggeber einen ausschlaggebenden Einfluss auf die strategischen Ziele und die wesentlichen Entscheidungen ausüben können müssen und
- der kontrollierte Rechtsträger keine den Auftraggebern zuwiderlaufenden Interessen verfolgen darf.

---

<sup>22</sup> §10 Abs 1 Z. 1 leg.cit..

<sup>23</sup> §10 Abs 4 leg. cit.

<sup>24</sup> Sachs, Trettnak-Hahnl in RFG 2-3-2018, S. 33

Mit Blick auf die hier interessierende Klärschlammverwertung durch eine Mehrzahl von Auftraggebern sei betont, dass der Gesetzgeber im Fall der beschriebenen inhouse-Schwesternvergabe klar und eindeutig den Singular verwendet, so dass einer Mehrzahl von kontrollierenden Auftraggebern die Ausnahme vom Vergaberecht nicht zugutekäme.<sup>25</sup> Dies müsste umso mehr gelten als voraussichtlich keine Identität der kontrollierenden Auftraggeber hinsichtlich der Schwestern bestünde.

Im Ergebnis bedeutet dies:

- Eine Auftragsvergabe ist ohne Ausschreibung nach dem BVergG an eine von den Auftraggebern kontrollierte Gesellschaft – top down – möglich.
- Eine horizontale Auftragsvergabe an eine Schwestergesellschaft ist bei einer Vielzahl von Auftraggebern bzw. kontrollierenden Entitäten unsicher bzw. nicht möglich.

### 6.3.2 Öffentlich-Öffentliche Kooperation

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass das Vergaberecht einen weiteren – jedoch eingeschränkteren - Ausnahmetatbestand für die interkommunale Zusammenarbeit kennt, jenen der öffentlich-öffentlichen Kooperation als Bezeichnung für eine durch Vertragsabschluss zwischen öffentlichen Auftraggebern eingegangene Zusammenarbeit.

Die Zusammenarbeit soll sicherstellen, dass die zu erbringenden Dienstleistungen zur Erreichung gemeinsamer Ziele ausgeführt werden können. Die Implementierung der Zusammenarbeit muss ausschließlich durch Überlegungen im Zusammenhang mit dem öffentlichen Interesse bestimmt werden und die beteiligten Auftraggeber müssen auf dem offenen Markt weniger als 20% der durch die Zusammenarbeit erfassten Tätigkeiten erbringen.

Da das Vorhaben der Klärschlammverwertung langfristige Ziele verfolgt und damit hohe Investitionsvolumina verbunden sind, ist zu empfehlen, dass sich dies auch in stabilen Organisationsstrukturen und klaren Wegen der Entscheidungsfindung widerspiegelt. Eine rein vertragliche Kooperation scheint hierzu nicht das Mittel der Wahl zu sein.

---

<sup>25</sup> Ebenso: Sachs, Tretnak-Hahnl in RFG 2-3-2018, S. 34

## 6.4 Gegenüberstellung und Empfehlung

### 6.4.1 Rechtsform Gemeindeverband

Betrachtet man die verschiedenen grundsätzlich zur Verfügung stehenden Organisationsformen, so bieten sich sowohl öffentlich-rechtliche als auch privatrechtliche Kooperationsformen an. Ein Blick auf die Rechtsformen der Kläranlagenbetreiber in Tirol zeigt, dass die Aufgaben der Abwasserreinigung in den häufigsten Fällen nicht von den Gemeinden selbst sondern von ihnen gegründeten Organisationsformen übernommen werden – Gemeindeverbände, Abwasserverbände oder auch Unternehmen des Privatrechts.

Wie zuvor beschrieben stehen nicht alle Organisationsformen allen Rechtsträgern offen. Kurz zusammengefasst können Gemeindeverbände nur und ausschließlich von Gemeinden gebildet werden. Auch ein Gemeindeverband kann nicht Mitglied eines Gemeindeverbandes sein. Dies hätte zur Folge, dass die hinter den Rechtsträgern der Abwasserreinigungsanlagen stehenden Gemeinden selbst einen Gemeindeverband gründen müssten. Aus der vergaberechtlichen Betrachtung ergibt sich in dieser Konstellation jedoch, dass dieses Konstrukt eine horizontale Vergabe zur Konsequenz hätte, die nicht von der Pflicht zur Ausschreibung befreit ist.

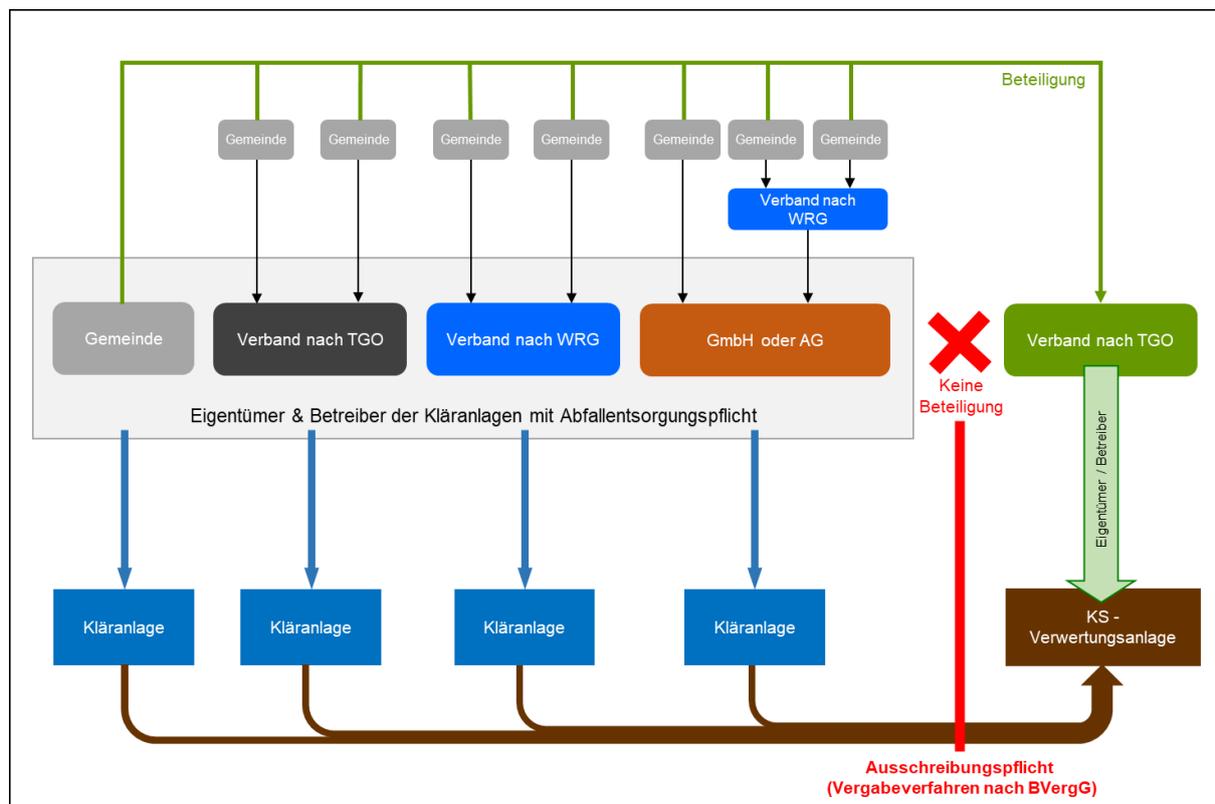


Abbildung 35: Rechtsform Gemeindeverband

#### 6.4.2 Rechtsform Wasserverband

Im Unterschied zu Gemeindeverbänden stehen Wasserverbände sowohl Gemeinden als auch Personen offen, die ein Gewässer nicht nur geringfügig beeinträchtigen. Im Hinblick darauf, dass Wasserverbände grundsätzlich jedoch wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen dienen und der Kreis ihrer gesetzlich vorgesehenen Mitglieder an dieser Aufgabenstellung orientiert ist, drängen sich Fragen auf, ob diese Rechtsform tatsächlich den Zielsetzungen der Klärschlammverwertung dienlich ist, wenngleich es – vorbehaltlich einer noch detaillierteren Prüfung – möglich sein sollte, sich ihrer zu bedienen.

Andere Aspekte des Wasserverbandes wie die enge Anbindung an das Rechnungswesen der öffentlichen Körperschaften und die von hoheitlichen Elementen geprägte Errichtung und Administration (Anerkennung und Satzungsänderungen durch Bescheid) deuten auf eine eher geringe Flexibilität hin.

#### 6.4.3 Rechtsform Kapitalgesellschaft - GmbH und AG

Eine Aktiengesellschaft bietet gegenüber der Gesellschaft mit beschränkter Haftung in diesem Kontext keine erkennbaren Vorteile, jedoch einige Nachteile: erhöhte Kosten für Gründung und Administration, eine komplexere Verwaltung durch größere Strukturen sowie ein erhöhtes Risiko hinsichtlich des vergaberechtlichen Kontrollkriteriums.

Die Gesellschaft mit beschränkter Haftung bietet demgegenüber alle Vorzüge. Durch einen relativ flexibel gestaltbaren Gesellschaftsvertrag ist es für die Gesellschafter möglich, die Gesellschaft weitgehend nach ihren Bedürfnissen zu gestalten, sodass für Vorhaben dieser Größe und dieses Investitionsvolumens eine stabile Organisationsform mit klaren Regeln der Entscheidungsfindung zur Verfügung steht, aber gleichzeitig Flexibilität bietet.

Als Gesellschafter kommen natürliche und juristische Personen in Frage. Soweit es den öffentlich-rechtlichen Körperschaften aufgrund der für sie geltenden Rechtsgrundlagen erlaubt ist, sich an privatrechtlichen Unternehmen zu beteiligen oder diese gründen, steht dem nichts entgegen. Die Möglichkeit einer Einflussnahme der Gesellschafter auf die Führung der Geschäfte ist durch deren Teilnahme an der Generalversammlung gegeben.

Gegenüber anderen Gesellschaftsformen bietet die GmbH die Möglichkeit einer Haftungsbeschränkung für die Gesellschafter.

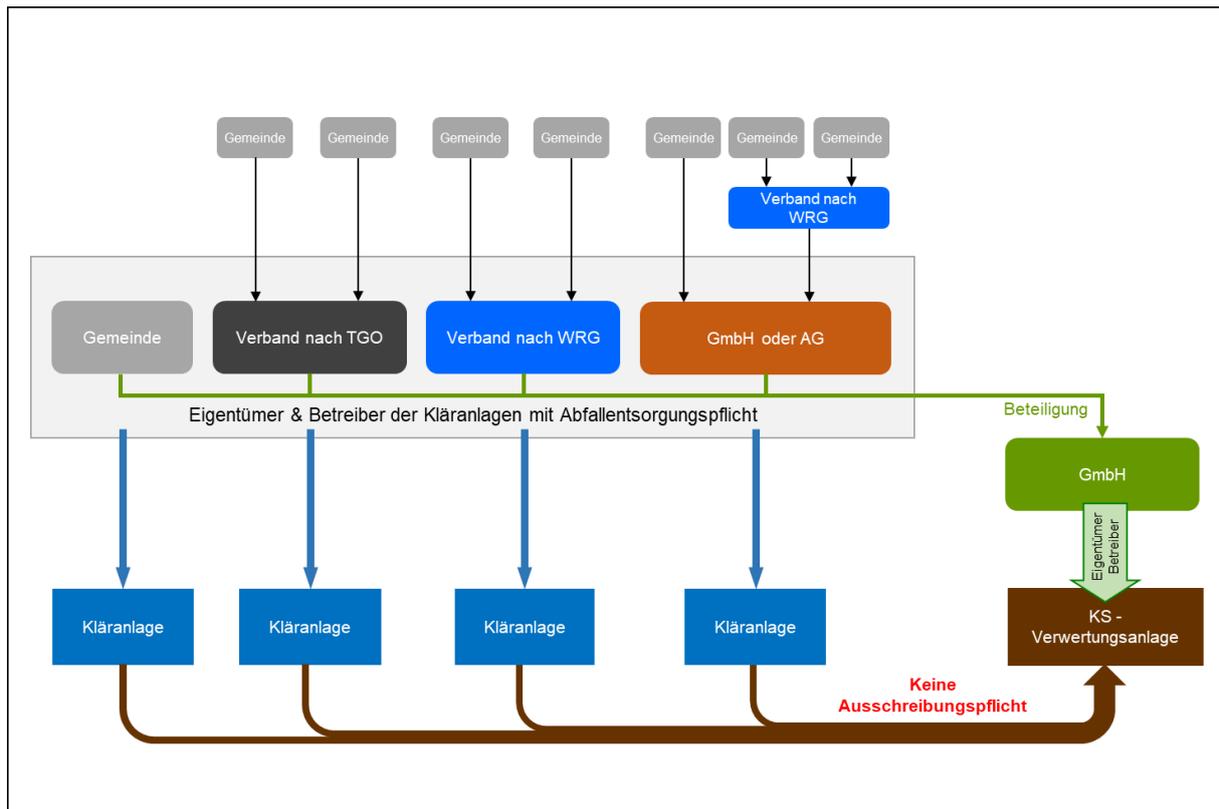


Abbildung 36: GmbH: Empfohlene Rechtsform für den KVA Eigentümer & Betreiber

## 7 DIE TIROLER KLÄRSCHLAMMVERWERTUNGSSTRATEGIE

### 7.1 Grundlagen

#### 7.1.1 Ausgangssituation

Die aktuelle Situation ist für die Tiroler Kläranlagenbetreiber unbefriedigend:

- Hohe Klärschlammverwertungstarife und Tarifsteigerungen
- Der Großteil des Klärschlammes wird außerhalb Tirols verwertet
- Geringe Wertschöpfung in Tirol
- Unnötige Klärschlammtransporte
- Phosphor aus Klärschlamm geht verloren
- Energie aus Klärschlamm wird nicht genutzt

#### 7.1.2 Vorgaben des BAWP 2017

Es wird davon ausgegangen, dass die in Kapitel 7.5 des BAWP 2017 unter „Strategie zur zukünftigen Klärschlammbewirtschaftung“ zusammengefassten Maßnahmen zumindest mittelfristig für die Tiroler Kläranlagen mit

- über 50.000 EW (11/46 Kläranlagen, 63% Klärschlamm) oder
- über 20.000 EW (32/46 Kläranlagen, 95% Klärschlamm)

umgesetzt werden müssen.

Wesentliche Elemente dieser Strategie sind:

- Klärschlamm-Monoverbrennung
- Zwischenlagerung der Klärschlammmasche für eine zukünftige Phosphorrückgewinnung

### 7.1.3 Interkommunale Zusammenarbeit

Der kommunale Tiroler Klärschlamm kann in einer Standard Wirbelschichtverbrennungsanlage gemäß den Vorgaben des BAWP 2017 behandelt werden.

Einzelne Tiroler Kläranlagen sind nicht in der Lage, ihren Klärschlamm individuell nach diesen Vorgaben zu behandeln.

Die interkommunale Zusammenarbeit der Kläranlagenbetreiber ist daher ein unverzichtbares Element der Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie.

Diese Situation ist kein österreichisches oder Tiroler Spezifikum, beispielhaft werden im Folgenden zwei vergleichbare Kooperationsprojekte dargestellt:

Die Züricher Klärschlammverwertungsanlage auf dem Areal der Kläranlage Werdhölzli wird von der Entsorgung+Recycling Zürich errichtet und betrieben.

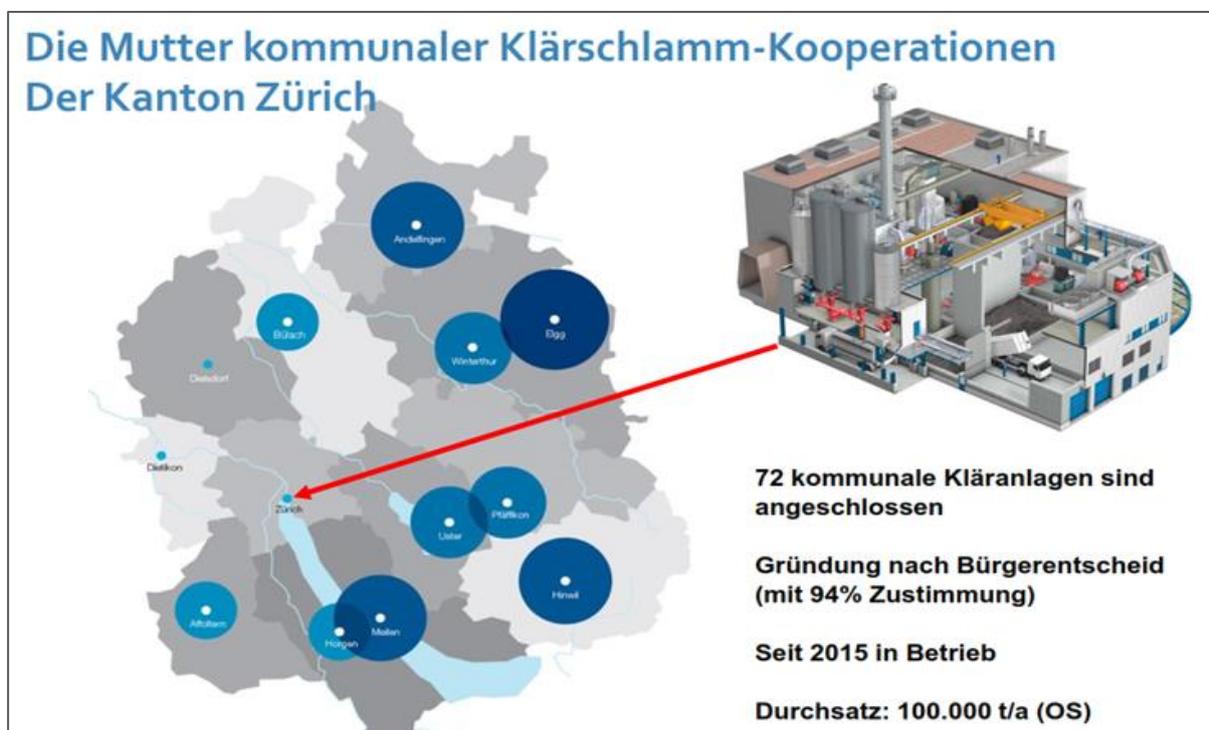


Abbildung 37: Klärschlamm-Kooperation im Kanton Zürich<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Ulrich Jacobs, Beate Kramer: Interkommunale Zusammenarbeit - aus der Praxis für die Praxis, Huber Klärschlammfachforum, Berching 2019

16 abwasserbeseitigungspflichtige Körperschaften gründen die Klärschlamm-Kooperation Mecklenburg-Vorpommern GmbH (KKMV).

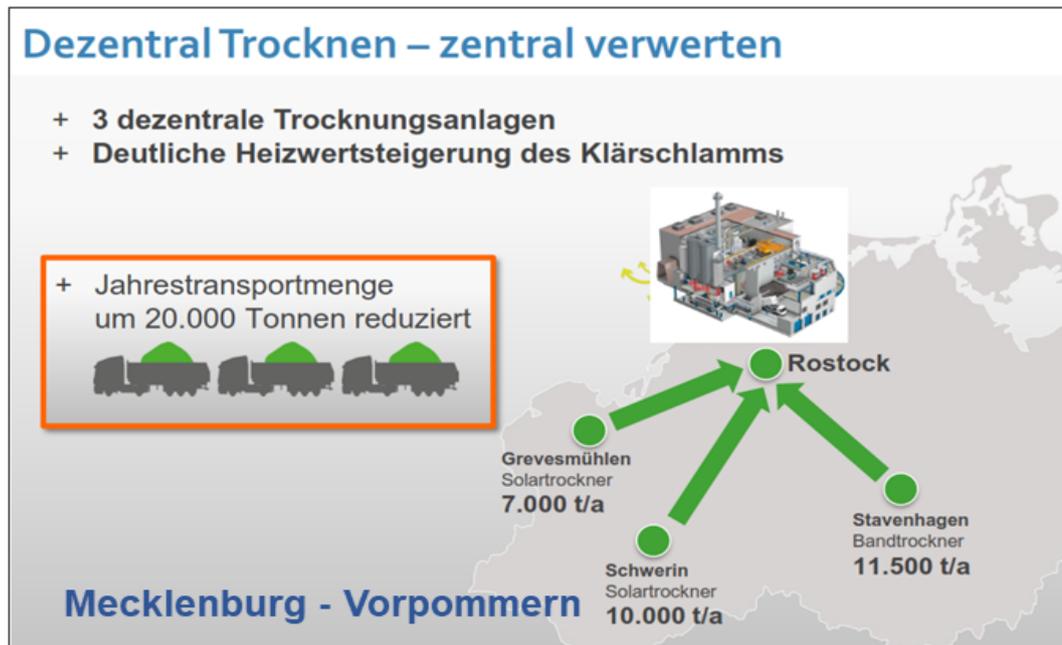


Abbildung 38: Klärschlamm-Kooperation Mecklenburg-Vorpommern GmbH<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Ulrich Jacobs, Beate Kramer: Interkommunale Zusammenarbeit - aus der Praxis für die Praxis, Huber Klärschlammfachforum, Berching 2019

## 7.2 Klärschlamm Verwertungskonzept

Die folgenden Eckpunkte bilden die Basis für die Ausarbeitung der Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie.

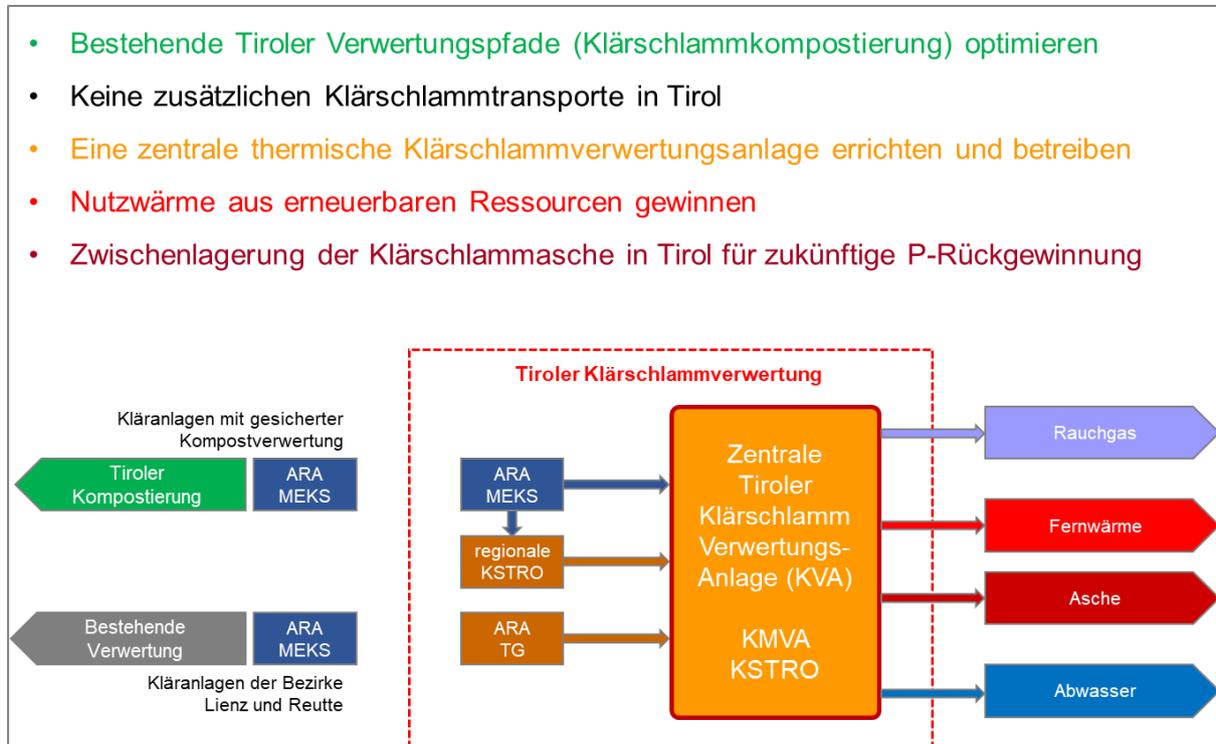


Abbildung 39: Konzept für die zukünftige Tiroler Klärschlammverwertung

Grundsätzlich sollen die kommunalen Tiroler Klärschlämme zukünftig in einer zentralen Klärschlammverwertungsanlage (KVA) thermisch behandelt werden.

Davon ausgenommen werden:

- Klärschlämme deren Anlieferung zur KVA deutlich höheren Transportaufwand als derzeit verursachen würde,
  - also insbesondere die Kläranlagen in den Bezirken Lienz und Reutte.
  - Für diese Kläranlagen werden die bestehenden Verwertungspfade individuell optimiert.
- Klärschlämme, die in den bestehenden Tiroler Kompostieranlagen verwertet werden,
  - solange der produzierte Klärschlammkompost in Tirol gesetzeskonform verwertet werden kann.

## 7.3 Gemeinsame Tiroler Klärschlammverwertung

### 7.3.1 Potenzielle Kooperationspartner

Auf Basis des oben beschriebenen Konzepts verbleiben maximal 36 Kläranlagen als potenzielle Kooperationspartner für die interkommunale Zusammenarbeit im Sinne der zukünftigen Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie.

Für die weiteren Betrachtungen wird also davon ausgegangen, dass die Kläranlagen der Bezirke Lienz und Reutte ihre Klärschlämme nicht in der zentralen KVA verwerten und die bestehenden Kompostierungsanlagen keinen Klärschlamm mehr verwerten.

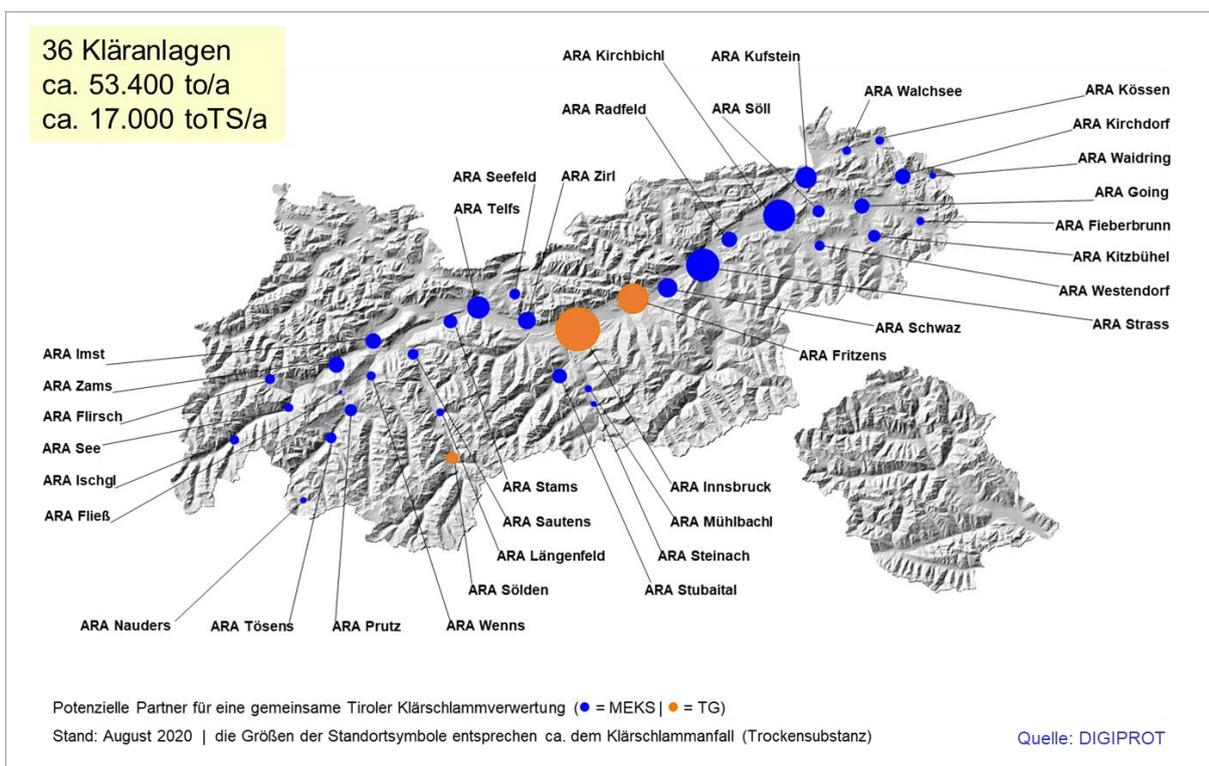


Abbildung 40: Potenzielle Kooperationspartner für die interkommunale Zusammenarbeit

### 7.3.2 Klärschlammengen

Für die weiteren Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass die zukünftigen Klärschlammengen und -qualitäten in etwa den im Jahr 2019 dokumentierten Werten entsprechen.

Darauf aufbauend verteilen sich die Klärschlammengen wie folgt auf die einzelnen Kooperationspartner für die interkommunale Zusammenarbeit

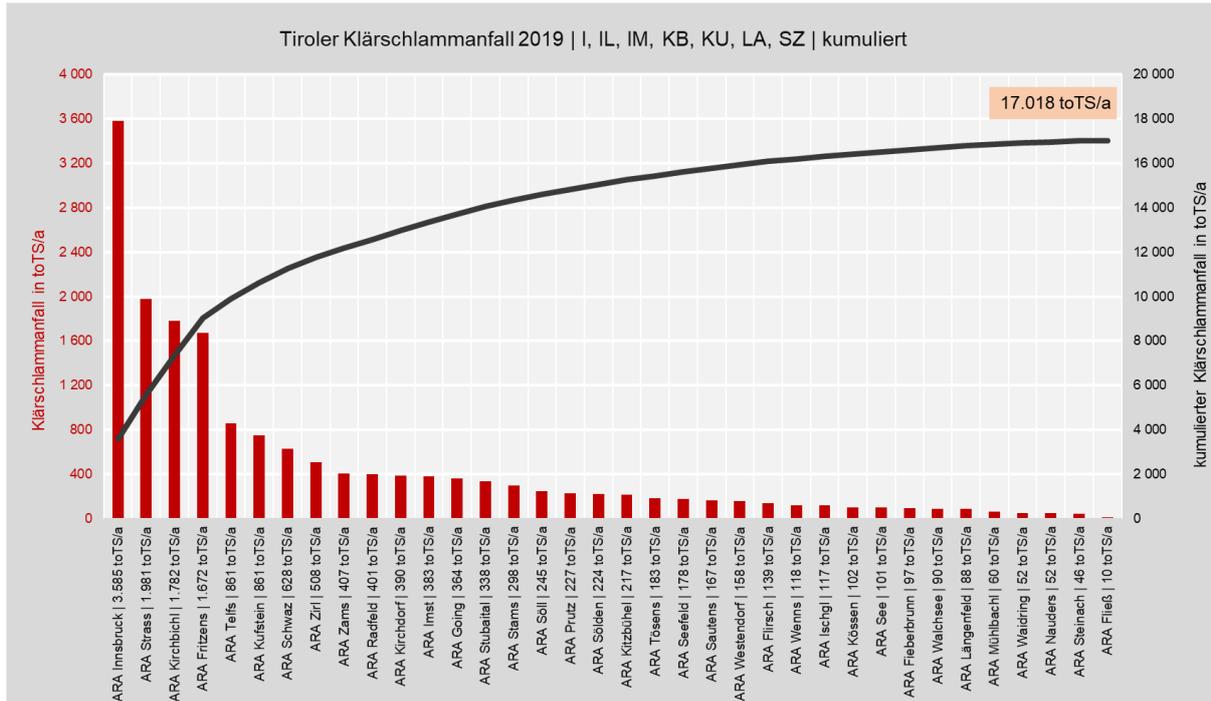


Abbildung 41: Klärschlammfall | toTS/a - Verteilung

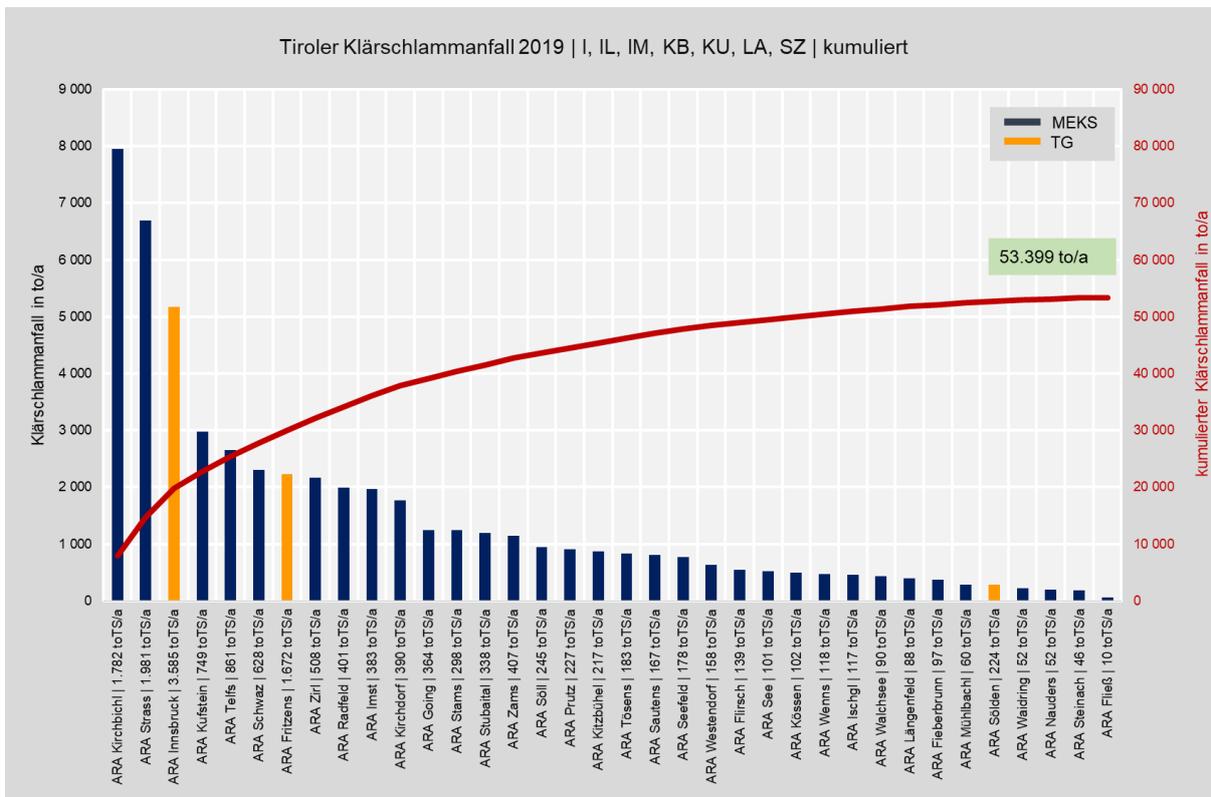


Abbildung 42: Klärschlamm zur Verwertung in to/a - Verteilung

### 7.3.3 Wirtschaftliche Aspekte

Die im Zuge der Betriebsdatenauswertungen festgestellten Tarifierhöhungen für die Verwertung der Klärschlämme aus den einzelnen Kläranlagen im Zeitraum 2014 bis 2020 zeigen,

- dass sich die Tarife für die einzelnen Kläranlagen sehr unterschiedlich entwickelt haben und
- dass die meisten Kläranlagen Tarifierhöhungen deutlich über den zu erwartenden Kostenerhöhungen (entsprechend VPI und Branchenindices) hinnehmen mussten,
- Geht man von circa 2% durchschnittlicher jährlicher Preiserhöhung, also ca. 15% für den Zeitraum Mitte 2014 bis Ende 2020 aus, können die tatsächlichen Tarifsteigerungen nach deren Ursachen wie folgt zugeordnet werden
  - einem den Kostensteigerungen zugeordnetem Anteil (ca. 15%)
  - und einem „marktbedingten“ Anteil, das sind die Tarifsteigerungen abzüglich der 15%

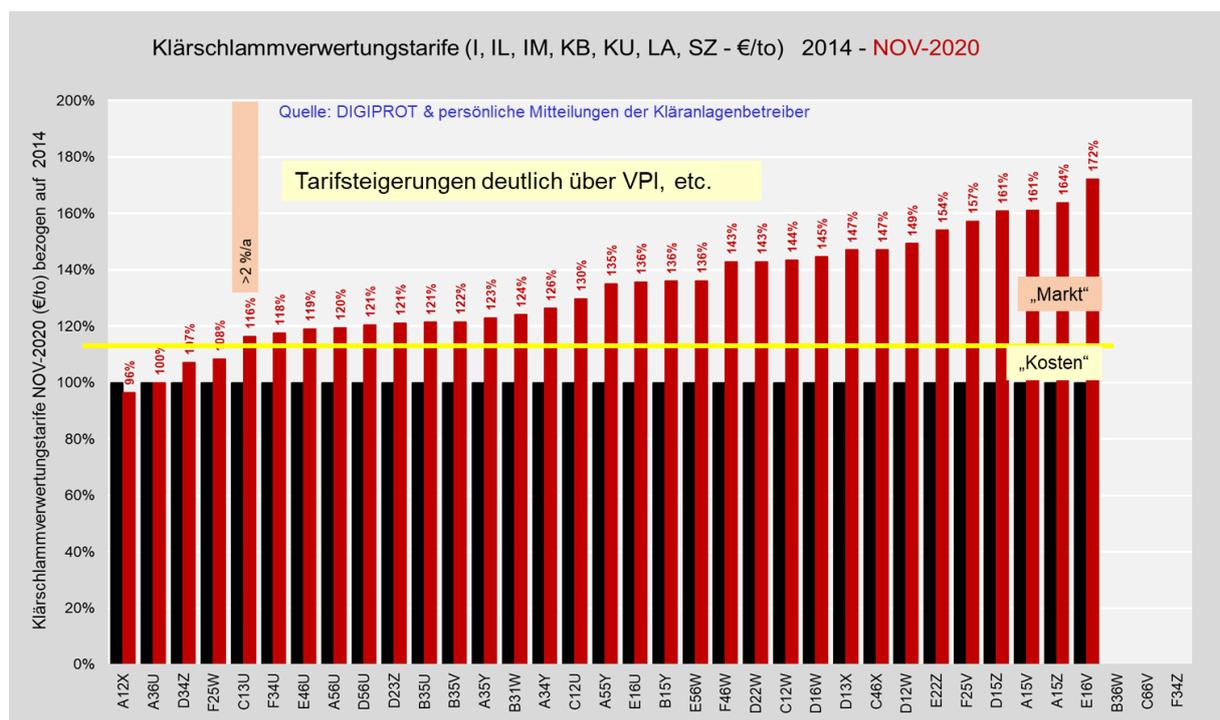


Abbildung 43: Tarifsteigerungen für die Klärschlammverwertungen 2014 - 2020

Wenn die kommunalen Tiroler Klärschlämme zukünftig in einer „eigenen“ Anlage, deren Kapazität auf den Bedarf der Kooperationspartner abgestimmt ist verwertet werden können, sollten die marktbedingten Kostenrisiken (bzw. Schwankungen, durchaus in beide Richtungen) signifikant verringert werden können.



## 7.4.2 Szenario MEKS

Im Szenario MEKS werden von der KVA ausschließlich mechanisch entwässerte Klärschlämme zur Verwertung übernommen.

Die Kläranlagen Innsbruck, Fritzens und Sölden verwerten ihr Trockengranulat (TG) weiter eigenständig.

Die KVA umfasst die Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KMVA) inklusive Heißwasserkessel und eine mit dem produzierten Heißwasser betriebene Klärschlamm-trocknungsanlage (KSTRO).

Für die teilnehmenden Kläranlagenbetreiber ändert sich dadurch nichts, verglichen mit dem aktuellen Zustand. Der Klärschlamm wird wie bisher mechanisch entwässert und als MEKS zur Verwertung abtransportiert.

Erfahrungsgemäß wird davon ausgegangen, dass praktisch die gesamte im Heißwasserkessel erzeugte Wärme für den Betrieb der KSTRO benötigt wird.

Das Szenario MEKS enthält keine besonderen Bedingungen für den KVA Standort und ist dementsprechend das Szenario mit der größten Flexibilität in Bezug auf die Standortwahl.

Nur im Fall, das ein signifikanter Anteil der kooperierenden Kläranlagen z.B. die mechanische Klärschlamm-entwässerung optimiert, könnte es passieren, dass ein Teil der im Heißwasserkessel produzierten Wärme nicht für die KSTRO gebraucht wird und an einen geeigneten Verbraucher abgegeben werden könnte.

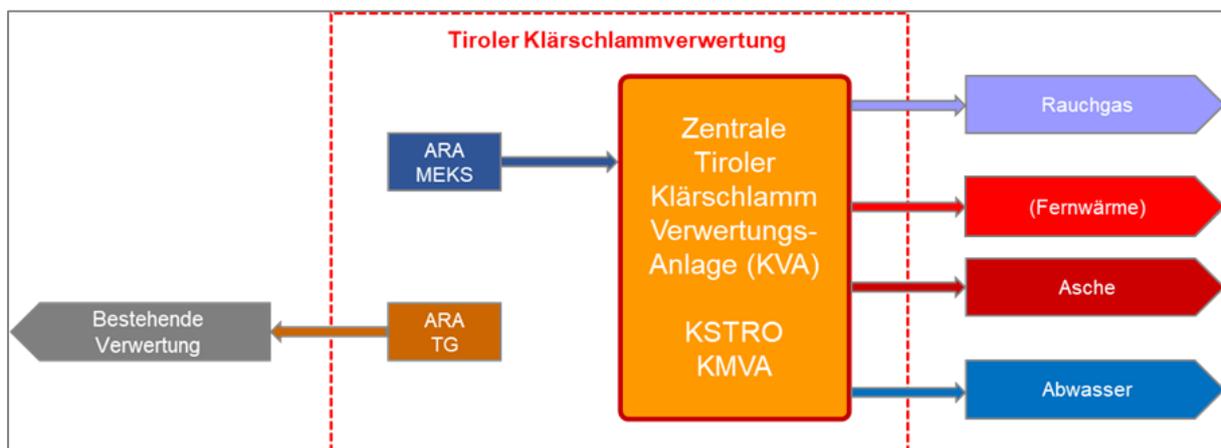


Abbildung 44: Szenario MEKS – Schema

### 7.4.2.1 Massenbilanz

Insgesamt werden aus den Kläranlagen bis zu 46.000 to/a MEKS (11.500 toTS/a, das sind 59% des Tiroler Klärschlammes) direkt in die zentrale Tiroler Klärschlammverwertungsanlage (KVA) transportiert.



### 7.4.3 Szenario MEKS+TG

Im Szenario MEKS+TG werden von der KVA alle mechanisch entwässerten und thermisch getrockneten Klärschlämme der kooperierenden Kläranlagenbetreiber zur Verwertung übernommen.

Die KVA umfasst die Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KMVA) inklusive Heißwasserkessel und eine mit dem produzierten Heißwasser betriebene Klärschlamm-trocknungsanlage (KSTRO).

Für die teilnehmenden Kläranlagenbetreiber ändert sich dadurch nichts, verglichen mit dem aktuellen Zustand. Der Klärschlamm wird wie bisher mechanisch entwässert oder thermisch getrocknet und als MEKS oder TG zur Verwertung abtransportiert.

Aufgrund der Tatsache, dass bereits Trockengranulat von Kläranlagen in die KVA transportiert wird, muss in der KVA weniger getrocknet werden. Damit wird nur noch ein Teil der im Heißwasserkessel erzeugten Wärme für den Betrieb der KSTRO benötigt.

Die nicht für die KSTRO benötigte Wärme wird an einen Abnehmer verkauft.

Dafür kommt in der Praxis nur ein starker Fernwärmebetreiber in Frage, der Bedarf für den Einkauf von thermischer Energie aus erneuerbaren Ressourcen hat und diese Wärme entsprechend übernehmen und vergüten kann.

Das schränkt für das Szenario MEKS+TG natürlich die Flexibilität bei der Standortwahl deutlich ein.

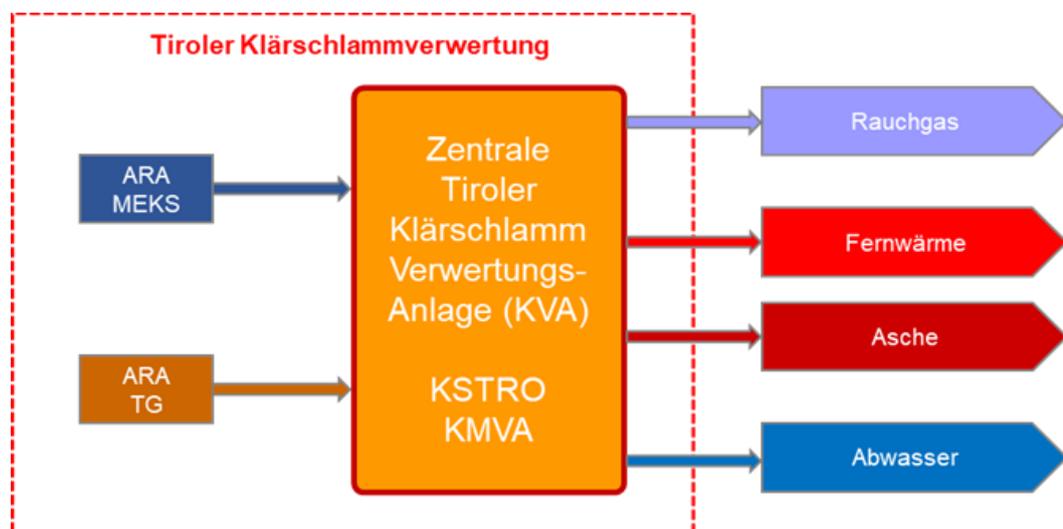


Abbildung 47: Szenario MEKS+TG – Schema

### 7.4.3.1 Massenbilanz

Insgesamt werden aus den Kläranlagen bis zu 52.100 to/a MEKS (17.000 toTS/a, das sind 87% des Tiroler Klärschlammes) direkt in die zentrale Tiroler Klärschlammverwertungsanlage (KVA) transportiert.

Die KVA umfasst die Klärschlamm-trocknung (KSTRO) und die Klärschlamm-Mo-  
noverbrennungsanlage (KMVA).

Die KVA muss nach UVPG genehmigt werden, weil die Schwellenwerte für die  
Verarbeitungskapazität (100 to/d, bzw. 35.000 to/a) überschritten werden

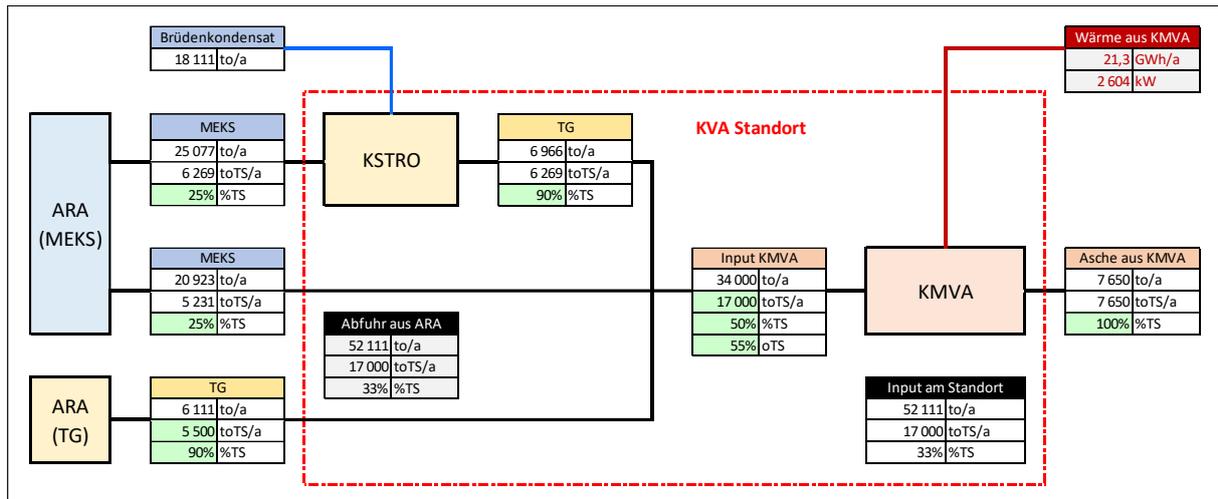


Abbildung 48: Szenario MEKS+TG - Massenbilanz

### 7.4.3.2 Energiebilanz

Der Großteil der erzeugten Wärme kann an einen geeigneten Abnehmer verkauft werden.

Dafür wird jedoch ein geeigneter Anschluss an ein Fernwärmesystem benötigt.

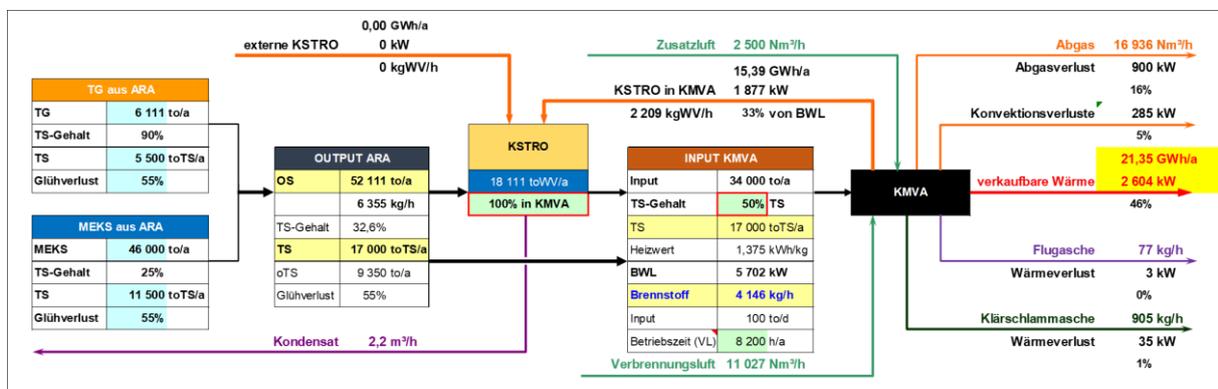


Abbildung 49: Szenario MEKS+TG – Energiebilanz

#### 7.4.4 Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO

Im Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO umfasst die KVA nur noch die Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KMVA) inklusive Heißwasserkessel und die für den Betrieb erforderliche Infrastruktur.

Ein Teil des MEKS wird außerhalb der KVA in regionalen KSTRO getrocknet. Diese werden vorzugsweise im Bereich großer Kläranlage errichtet.

Die in der KVA angelieferten MEKS- und TG-Mengen werden so miteinander vermischt, dass die für den Betrieb der KMVA erforderliche Inputqualität erreicht wird.

Damit stellt das Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO hohe Anforderungen an die Koordination der Betriebsabläufe der KVA, den regionalen KSTRO und der kooperierenden Kläranlagen.

Dafür kann praktisch die gesamte in der KMVA erzeugte Wärme an einen Abnehmer verkauft werden.

In der Praxis kommt für dieses Szenario also auch nur ein starker Fernwärmebetreiber in Frage, der Bedarf für den Einkauf von thermischer Energie aus erneuerbaren Ressourcen hat und diese Wärme entsprechend übernehmen und vergüten kann.

Das schränkt auch für das Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO die Flexibilität bei der Standortwahl ein, obwohl für die KVA weniger Platz benötigt wird als in den Szenarien MEKS und MEKS+TG.

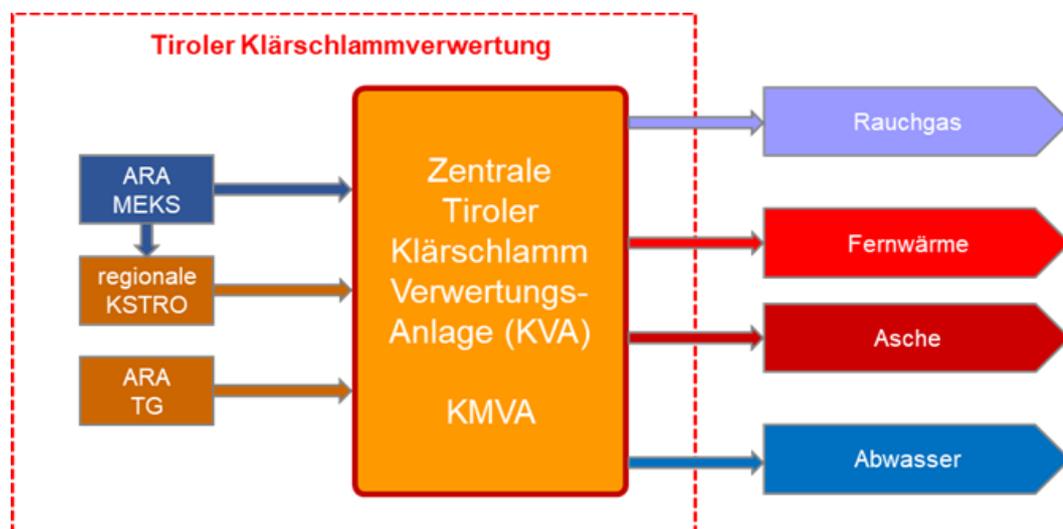


Abbildung 50: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO – Schema

### 7.4.4.1 Massenbilanz

Insgesamt werden aus den Kläranlagen bis zu 52.100 to/a OS in regionale KSTRO und in die zentrale Tiroler Klärschlammverwertungsanlage (KVA) transportiert.

Die KVA umfasst nur noch die KMVA und übernimmt 34.000 to/a OS mit durchschnittlich 50%TS (17.000 toTS/a).

Damit kann die KVA nach AWG genehmigt werden, weil die relevanten Schwellenwerte (100 to/d, bzw. 35.000 to/a) nicht überschritten werden.

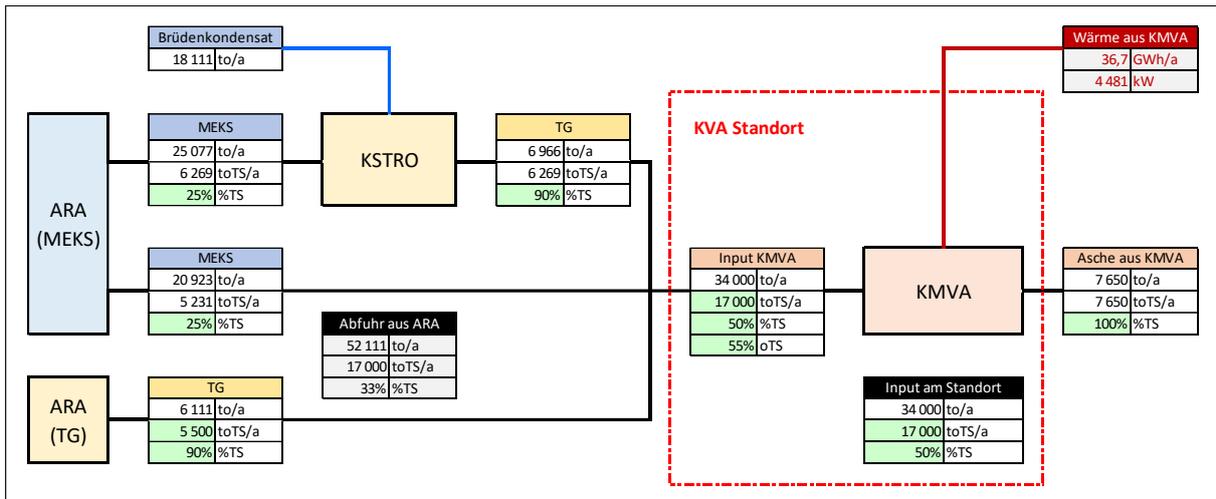


Abbildung 51: Szenario MEKS+TG+regionale KSTRO - Massenbilanz

### 7.4.4.2 Energiebilanz

Praktisch die gesamte erzeugte Wärme kann an einen geeigneten Abnehmer verkauft werden.

Dafür wird jedoch ein geeigneter Anschluss an ein Fernwärmesystem benötigt.

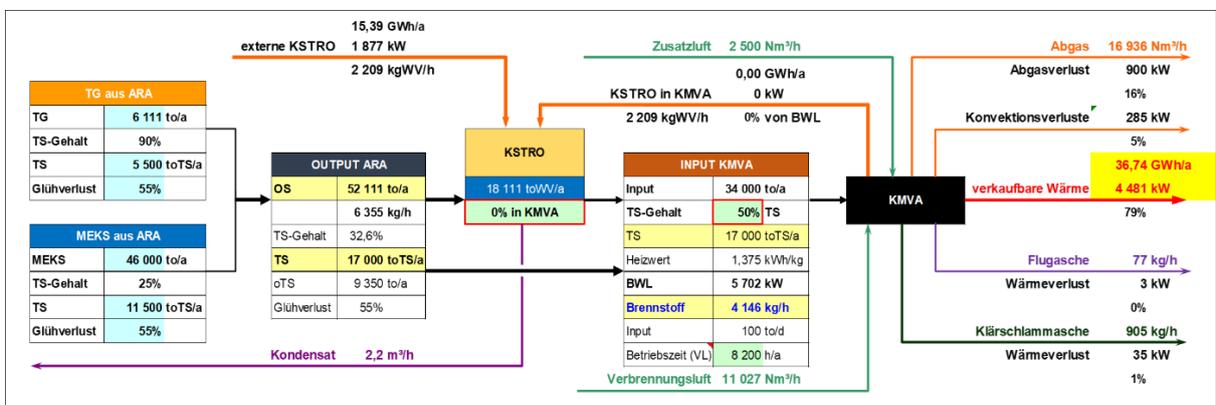


Abbildung 52: Szenario MEKS+TG+regionale KSTRO – Energiebilanz

## 7.5 Standorte für die Klärschlammbehandlungsanlagen

Die Anforderungen an den KVA-Standort werden wie folgt zusammengefasst:

- 6.000 bis 10.000 m<sup>2</sup> Fläche mit geeigneter Widmung
- Leistungsfähiger Kanalanschluss (insbesondere für die Szenarien MEKS und MEKS+TG)
- Nähe zu einem leistungsfähigen Fernwärmesystem (insbesondere für die Szenarien MEKS+TG und MEKS+TG+regionaleKSTRO)

Die regionalen KSTRO sollten vorzugsweise im Umfeld der vier großen Tiroler Kläranlagen (Innsbruck, Strass, Fritzens, Kirchbichl) errichtet werden.

## 7.6 Vorgangsweise für die Umsetzung

Die wesentlichen Schritte für die weitere Vorgangsweise werden wie folgt zusammengefasst:

- Politische Willensbildung und Grundsatzentscheidung zur Umsetzung der TKSVS
- Information der Kläranlagenbetreiber
  - durch das Land Tirol
  - im Rahmen einer Veranstaltung
- Umsetzungsbeschluss durch die kooperierenden Kläranlagenbetreiber
- Etablierung der organisatorischen Strukturen
  - GmbH Gründung
  - Kooperationsvereinbarungen
- Projektentwicklung
- Standortfixierung
- Genehmigungsverfahren
  - Errichtung und Betrieb der KVA
  - AWG oder UVPG
- Vergabeverfahren
  - Vorzugsweise Generalunternehmer für die Errichtung der KVA
  - Betrieb der KVA (vorzugsweise durch die GmbH?)
- Bau und Inbetriebnahme

## **8 KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT**

### **8.1 Zielsetzung der Untersuchung**

Zielsetzung der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit ist einerseits festzustellen, ob die vorgeschlagene Verwertung der Klärschlämme wirtschaftlich sinnvoll ist. Andererseits dient die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung auch dazu, verschiedene Szenarien der Klärschlammverwertung bezüglich Wirtschaftlichkeit miteinander zu vergleichen.

Die Wirtschaftlichkeit wird durch Ermittlung der Dynamischen Gestehungskosten („DGK“) der vorgeschlagenen Verwertung und dem Vergleich der DGK mit den derzeitigen Entsorgungskosten beurteilt. Sind die DGK deutlich geringer als die derzeitigen Entsorgungskosten, dann kann die vorgeschlagene Verwertung als wirtschaftlich angesehen werden, sind sie höher, dann muss bewertet werden, ob andere nicht in der Untersuchung bewertete Vorteile diese Mehrkosten aufwiegen können.

Beim Vergleich der verschiedenen Szenarien können die verschiedenen Szenarien nach den DGK bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit gereiht werden und so das wirtschaftlich beste Szenario gefunden werden kann. Auch hier gilt, dass nicht bewertete Vorteile diese Reihung auch ändern können.

Um die unterschiedlichen Vor- und Behandlungskosten und Heizwerte für die verschiedenen Qualitäten des Klärschlammes (MEKS und TG) mit zu bewerten, wurden für MEKS und TG auch getrennt DGK ermittelt. Dies ermöglicht in einem weiteren Schritt auch eine faire Verteilung der Kosten und Erträge für MEKS und TG und eine Beurteilung unter welchen Bedingungen eine Trocknung des MEKS dezentral auf den Kläranlagen sinnvoller ist als ein Transport von MEKS zur zentralen Verwertungsanlage.

### **8.2 Methodik**

#### **8.2.1 Allgemeine Methodik**

Um die Wirtschaftlichkeit des Projektes zu untersuchen, wurde die Methodik der "Dynamischen Gestehungskosten" (DGK) angewandt. Dabei werden die durchschnittlichen, gewichteten Kosten je Tonne Klärschlammverwertung (entweder je Tonne Originalsubstanz (MEKS oder TG) oder je Tonne TS) abzüglich der Erträge aus dem Verkauf der Wärme für einen vorab definierten Betrachtungszeitraum ermittelt. Volkswirtschaftliche Effekt - wie vermiedene Transportkosten, erhöhte Wertschöpfung in Tirol, vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen - wurden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Bei dieser Methodik geht man davon aus, dass nicht nur die Zahlungen (Kosten und Erträge) - das sind die Investitionen, Erneuerungsinvestitionen, Betriebs- und

Transportkosten, Erträge aus Verkauf der Wärme, sondern auch die Klärschlamm mengen je nach Zeitpunkt ihres Auftretens mit einem Zinsfaktor gewichtet werden. Dieser Zinsfaktor ist von zwei Parametern abhängig:

- Zeitpunkt der Zahlung
- Kalkulationszinssatz

Je später die Zahlungen anfallen, desto weniger Gewichtung und Einfluss haben diese auf die Ermittlung des durchschnittlichen Wertes. Als Ergebnis der Berechnung ergeben sich spezifische Kosten je Tonne angelieferten, mechanisch entwässerten Klärschlamm.

Der Vorteil dieser Methode ist, dass man alle Kosten und Erträge in einer Vergleichszahl darstellen kann. Diese Zahl gibt die über den Betrachtungszeitraum gemittelten Kosten, diskontiert auf den Bezugszeitpunkt an. Die tatsächlichen Kosten in den einzelnen Jahren können von diesen Kosten erheblich abweichen, sodass für eine Tarifiermittlung diese Methode nicht ausreichend ist.

## 8.2.2 Finanzmathematische Aufbereitung der Zahlungen

Wie bereits oben erwähnt, geht die dynamische Berechnung davon aus, dass die Durchschnittskosten nicht für jedes einzelne Jahr errechnet werden, sondern für die gesamte Laufzeit einer Maßnahme. Das impliziert, dass im bei jährlicher Ermittlung der Durchschnittskosten eine Vielzahl von Werten resultiert, während bei der Methodik der DGK ein einzelner Wert ermittelt wird.

Der erste Schritt ist die Ermittlung des Projekt- oder Betrachtungszeitraumes. Für die TKSVS wird angenommen, dass die Planungs- und Bauphase den Zeitraum von zwei Jahren umfasst. Der Anlagenbetrieb beginnt im dritten Jahr und wird für 20 Jahre angesetzt. Somit beträgt der gesamte Betrachtungszeitraum 22 Jahre.

Beim nächsten Schritt werden sämtliche Zahlungen eines Jahres zusammengefasst, und am Jahresende verrechnet, wodurch man eine jährliche Zahlungsreihe erhält. Zahlungen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, darf man nicht addieren oder subtrahieren - anders als bei statischen Verfahren muss der zeitliche Anfall der Auszahlungen durch zinseszinsmäßige Ab- oder Aufzinsung - i.e. Gewichtung mit dem Zinsfaktor - auf den Bezugszeitpunkt berücksichtigt werden.

Der Bezugszeitpunkt ist jener Zeitpunkt, auf den alle Zahlungen bezogen werden. In unserem Projekt ist dies das Jahr 0. Um den Barwert einer Zahlungsreihe zu errechnen, sind Zahlungen die vor den Bezugszeitpunkt anfallen aufzuzinsen, danach anfallende Zahlungen abzuzinsen (=diskontieren).

### Inflation & Kalkulationszinssatz

In dieser Analyse wurde die Inflationsrate nicht berücksichtigt.

Der Kalkulationszinssatz bezeichnet die vom Investor geforderte Mindestverzinsung des eingesetzten Kapitals, welche theoretisch mindestens der Höhe der Kapitalkosten oder von Anleihen erster Bonität entsprechen sollte.

Dazu kommt noch eine Risikoprämie, die das Risiko, das der Investor bei Anlage in den zu untersuchenden Investitionsprojekten eingeht, berücksichtigt. Je größer das Risiko, desto größer der Risikobestandteil des Kalkulationszinssatzes.

Für den Diskontierungsfaktor wurde im Rahmen dieser Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ein Kalkulationszinssatz von 2% zugrunde gelegt. Da die derzeitigen Fremdkapitalzinsen für Infrastrukturanlagen zwischen 1,5% und 2,5% liegen, und wir in dieser Analyse die Inflationsrate von diesem Satz abziehen, erscheint dieser kalkulatorische Zinssatz unter den derzeitigen Bedingungen angemessen.

### Ersatzinvestitionen und Restwert

Weil die Klärschlammverwertungsanlage aus verschiedenen Modulen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern besteht, sind entsprechende Kosten für Ersatzinvestitionen zu berücksichtigen. Ersatzinvestitionen sind Auszahlungen zur Erneuerung von Anlageteilen nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer. Für unsere Rechnung wurden Erfahrungswerte für die durchschnittliche technische Nutzungsdauer in vergleichbaren Anlagen herangezogen.

Die Erneuerungsinvestitionen der mechanischen Teile werden für das Jahr 15 angesetzt. Es wird angenommen, dass ca. 15% der ursprünglichen Anfangsinvestitionen für die Erneuerungsinvestitionen benötigt werden.

Der Restwert entspricht dem Wert der Zahlungsströme, die nach Abschluss des Betrachtungszeitraumes (i.e. Ende der Betriebszeit) unter Einbezug allfälliger Verwertungskosten und Verkaufserlöse gegebenenfalls noch anfallen. Der Restwert hängt maßgeblich vom Betrachtungszeitraum und dem verwendeten Kalkulationszinssatz ab.

Für die nachfolgende Untersuchung wurde der Restwert mit 15% der Anfangsinvestitionen in der Kalkulation mitberücksichtigt. Dieser wird im letzten Jahr des Betrachtungszeitraumes als Einnahme von den Kosten abgezogen, sodass sich eine negative Zahl ergibt.

## 8.2.3 Finanzierung & Förderung

Anders als bei einer vollständigen Kapitalflussrechnung, wo Fremdkapitalaufnahmen, Tilgung und Zinszahlungen explizit als Auszahlungen erfasst werden, sind diese Finanzierungsströme bei der Methodik der dynamischen Gestehungskosten implizit erfasst - i.e. durch den Zinsfaktor. Das bedeutet, dass diese Zahlungsreihen im Berechnungsalgorithmus keine Berücksichtigung finden, und somit für unsere Fragestellung keine Rolle spielen.

Was bei unseren Berechnungen sehr wohl Berücksichtigung finden würde, ist die Höhe einer allfälligen Förderung. Es wird davon ausgegangen, dass keine Förderungen bereitgestellt werden.

### 8.3 Darstellung der untersuchten Szenarien

#### 8.3.1 Investitions- und Betriebskostenschätzungen

Für die wirtschaftliche Betrachtung dieser Studie ist es erforderlich, die Kosten für die Trocknung von MEKS, welche für eine Monoverbrennung zumindest teilweise erforderlich ist, getrennt zu betrachten. Dies ermöglicht dann die wirtschaftliche Bewertung der Optionen mit zentraler und dezentraler Trocknung und einer Mischung der beiden Optionen.

##### 8.3.1.1 Klärschlamm-trocknungsanlagen

Für die vorliegende Studie wurden die Trocknungskosten für einen Bandrockner der Fa. Huber in den für Tirol relevanten Verdampfungsleistungen zwischen 1.000 und 2.000 kg/h erhoben und zur besseren Veranschaulichung auf den Bereich von 500-3.000 kg/h extrapoliert. Die Ergebnisse wurden mit Trocknungskosten in anderen Studien<sup>31</sup> verifiziert.

Die Investitionskosten werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst und für die vorgesehene Betriebsweise (Volltrocknung von MEKS mit 25%TS zu TG mit 90%TS) auf die durchgesetzte Klärschlamm Trockensubstanz bezogen. Die extrapolierten Werte für 500 und 3.000 kg/h Wasserverdampfungsleistung sind kursiv dargestellt.

*Tabelle 5: Investitionskosten von Klärschlamm-trocknungsanlagen*

KSTRO Investitionskosten				
Wasser- verdampfungs- leistung	max. MEKS-Input	max. TS Durchsatz	Investitions- kosten (CAPEX)	spezifische Investitions- kosten
kgWV/h	to/a	toTS/a	€	€/(toTS/a)
<i>500</i>	<i>5 538</i>	<i>1 384</i>	<i>3 790 000</i>	<i>2 738</i>
1 000	11 075	2 769	4 740 000	1 712
1 500	16 616	4 154	5 490 000	1 322
2 000	22 150	5 538	5 820 000	1 051
<i>3 000</i>	<i>33 225</i>	<i>8 306</i>	<i>6 550 000</i>	<i>789</i>

<sup>31</sup> z.B: Mittelhessische Wasserbetriebe, Machbarkeitsstudie Klärschlamm - Endbericht, 2018

Die spezifischen Investitionskosten zeigen klar den „economics of scale“ - Effekt, und veranschaulichen, warum Anlagen mit einer Verdampfungsleistung unter 1.000 kg/h wirtschaftlich sehr teuer sind. In Tirol gibt es mit Ausnahme der Kläranlage Innsbruck keine Kläranlagen, die für ihren Schlamm eine Verdampfungsleistung über 1.000 kg/h brauchen. Auf der größten Kläranlage in Tirol - ARA Innsbruck - steht eine Anlage mit etwa 2.000 kg/h Verdampfungsleistung, die mit knapp 75% ausgelastet ist. Das bedeutet, dass es aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll wäre, MEKS von mehreren Kläranlagen auf einem Standort zu trocknen, sofern ausreichend ungenutzte Abwärme zur Verfügung steht.

In Tabelle 2 sind die Betriebskosten der Trocknungsanlagen zusammengestellt, wobei diese auf die wesentlichen Kosten beschränkt wurden. Zur Abschätzung der Personalkosten wurde angenommen, dass für alle Größen von Trocknungsanlagen lediglich 1.000 h pro Jahr zusätzlich zu den für den normalen Kläranlagenbetrieb erforderlichen Arbeitsstunden notwendig sind und diese 40 €/h pro h kosten, da mit der Größe der Anlage die Personalanforderung nicht steigt. Strom- und Wärmebedarf sind abhängig von der getrockneten Klärschlammmenge. Hier wurde angenommen, dass die Wärme kostenlos zur Verfügung steht und der Strom 120 €/MWh kostet. Wartungskosten wurden mit 1,54% der Investitionskosten angenommen, worin auch sonstige fixe Betriebskosten inkludiert sind.

*Tabelle 6: Betriebskosten (OPEX) von Klärschlamm-trocknungsanlagen*

KSTRO Betriebskosten					
Wasser- verdampfungs- leistung	Strombedarf	Wärmebedarf	fixe OPEX	OPEX bei 92% Auslastung ca. 8.000 Bh/a	
kgVV/h	kWh/(kgVV/h)	kWh/(kgVV/h)	€/a	€/a	€/(toTS/a)
500	0,10	0,85	98 308	146 308	106
1 000	0,10	0,85	112 923	208 923	75
1 500	0,10	0,85	124 462	268 462	65
2 000	0,10	0,85	129 538	321 538	58
3 000	0,10	0,85	140 769	428 769	52

Auch hier sieht man in den spezifischen Betriebskosten (€/toTS/a) den „economics of scale“ Effekt. Die Anlage mit 3.000 kg/h Verdampfungsleistung hat etwa die halben spezifischen Betriebskosten wie die Anlage mit 500 kg/h Verdampfungsleistung.

In der folgenden Abbildung sind die gesamten spezifischen Trocknungskosten in €/toTS in Abhängigkeit der installierten Wasserverdampfungsleistung und der Auslastung dargestellt. Zur Umrechnung der Investitionskosten in Jahreskosten wurde eine Annuität von 8,5% angenommen.

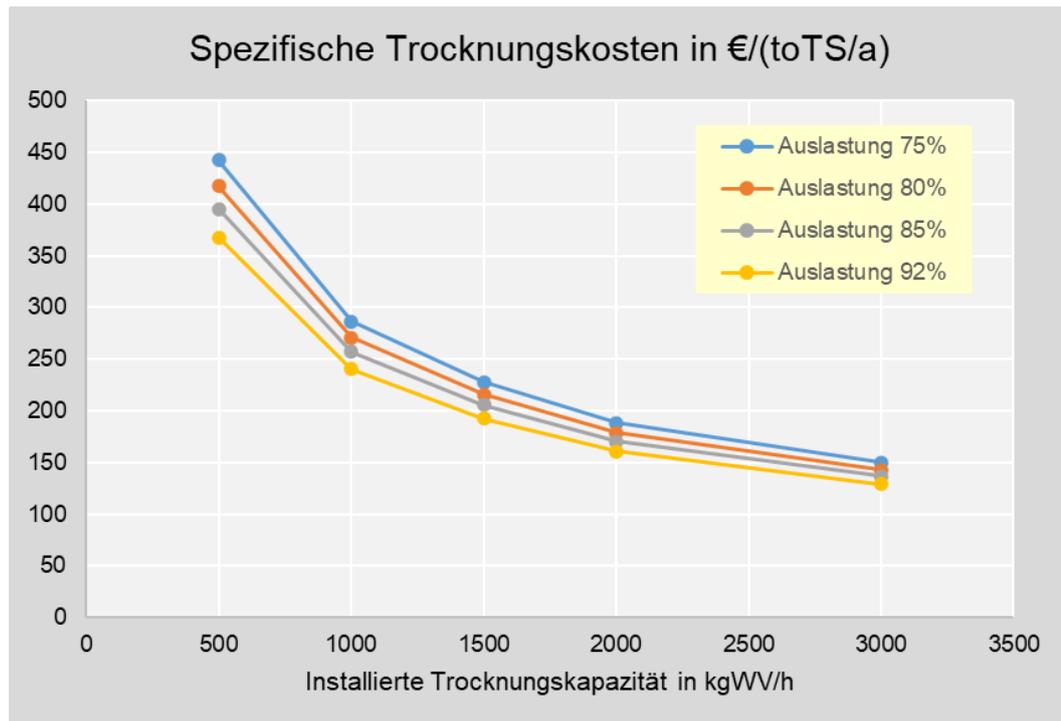


Abbildung 53: Spezifische Klärschlamm-trocknungskosten

Drei grundlegende Annahmen zu den im Bild 1 angegebenen Kosten sind wichtig:

- Die Verdampfungsleistung der KSTRO ist zu 75% - 92% ausgelastet. Das bedeutet das die Anlage mit etwa 6.500 - 8.000 Vollaststunden pro Jahr betrieben wird.
- Wärme steht kostenlos zur Verfügung:  
Da sowohl bei Kläranlagen als auch bei einer Monoverbrennungsanlage im allgemeinen Abwärme kostenlos in ausreichender Menge zur Verfügung stehen ist diese Annahme gerechtfertigt. Muss dies Wärme zugekauft werden (oder hat der Trocknungsbetreiber die Möglichkeit die Abwärme oder das Biogas anderweitig zu verkaufen) dann erhöhen sich die spezifischen Kosten um bis zu 100 EUR/toTS (bei Abgeltung des Heizwertes mit 40 €/MWh). Das unterstreicht die Wichtigkeit der Prüfung, ob ausreichend Abwärme für die Klärschlamm-trocknung zur Verfügung steht.
- Es fallen keine Transportkosten für MEKS zu dezentralen KSTROs an: Dies stimmt nur für Kläranlagen, die den eigenen Klärschlamm trocknen. Zusätzliche Klärschlamm-transportkosten für externe Klärschlämme müssen noch extra berücksichtigt werden. Die Kosten dafür liegen im Mittel bei 40 EUR/t TS. Selbst unter Berücksichtigung dieser Transportkosten ist es wegen des economics of scale Effekts bei den Kläranlagen-größen in Tirol wirtschaftlich günstiger, die Trocknung des MEKS von mehreren Kläranlagen zusammenzuführen, sofern ausreichend Abwärme zur Verfügung steht.

### 8.3.1.2 Klärschlammverwertungsanlagen

Die Investitions- und Betriebskosten für die Klärschlammverwertungsanlage (KVA) wurden für 3 Szenarien entwickelt.

#### Szenario MEKS:

Das erste Szenario (MEKS aus I, IL, IM, KB, KU, LA, SZ, (KSTRO am KMVA-Standort)) geht davon aus, dass der gesamte MEKS aus Tirol außer den Bezirken Lienz und Reutte (11.500 toTS/a) zur KVA gebracht wird, dort auf 45% bis 60%TS getrocknet wird und keine neuen dezentralen KSTRO gebaut werden.

Deshalb muss auf dem KVA Standort eine Trocknungsanlage mit einer Kapazität von ca. 3,0 to Wasserverdampfung pro Stunde gebaut werden, die einen Teil des ankommenden MEKS trocknet, um so die für die Wirbelschichtverbrennung erforderliche Klärschlammqualität (45%TS – 60%TS) bereitzustellen.

Das Trockengranulat aus den drei Kläranlagen Innsbruck, Fritzens und Sölden muss in diesem Fall wie bisher oder anderweitig verwertet werden.

#### Szenario MEKS+TG:

Das zweite Szenario (MEKS und TG aus I, IL, IM, KB, KU, LA, SZ, (zentrale KSTRO auf dem KVA-Standort)) geht davon aus, dass der gesamte Klärschlamm (MEKS und TG) aus Tirol außer den Bezirken Lienz und Reutte (17.000 toTS/a) zur KVA gebracht wird und keine neuen regionalen KSTRO gebaut werden.

Deshalb muss auf dem KVA Standort eine Trocknungsanlage mit einer Kapazität von ca. 2,5 to Wasserverdampfung pro Stunde gebaut werden, die einen Teil des ankommenden MEKS trocknet, um so die für die Wirbelschichtverbrennung erforderliche Klärschlammqualität (45%TS – 60%TS) bereitzustellen.

#### Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO:

Das dritte Szenario (MEKS und TG aus I, IL, IM, KB, KU, LA, SZ, (regionale KSTRO außerhalb des KVA-Standorts)) geht davon aus, dass der gesamte Klärschlamm (MEKS und TG) aus Tirol außer den Bezirken Lienz und Reutte, das sind ca. 17.000 toTS/a Klärschlamm (KVA) gebracht und thermisch verwertet wird.

In der KVA ist nur die Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KMVA) inklusive der erforderlichen Infrastruktur installiert.

Zusätzlich zu den bereits bestehenden Trocknungsanlagen in Innsbruck, Fritzens und Sölden müssen in noch zu bauenden dezentralen Klärschlamm-trocknungsanlagen (KSTRO) etwa 25.000 to/a MEKS getrocknet werden, damit am KMVA-Standort keine Trocknung gebaut werden muss um die für die Wirbelschichtverbrennung erforderliche Klärschlammqualität (45%TS – 60%TS) bereitzustellen.

Diese regionalen KSTRO brauchen akkumuliert eine installierte Verdampfungsleistung von ca. 2.500-3.000 kg/h.

In den folgenden Tabellen werden die Investitions- und die Betriebskosten für diese drei Szenarien zusammengefasst. Basis für die Ermittlung waren die Kosten einer kürzlich gebauten Anlage mit ähnlicher Kapazität<sup>323334</sup> und diverse Veröffentlichungen über Kosten vergleichbarer Anlagen<sup>3536 3738</sup>.

*Tabelle 7: Investitionskosten (CAPEX) der Klärschlammverwertungsanlagen*

<b>Preisbasis 2020</b>	Szenario MEKS	Szenario MEKS+TG	Szenario MEKS+TG +regionaleKSTRO
<b>Kapazität in t TS/a</b>	<b>11 500</b>	<b>17 000</b>	<b>17 000</b>
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>23 000 000</b>	<b>24 150 000</b>	<b>19 000 000</b>
<b>Investitionskosten Allgemein</b>	<b>2 000 000</b>	<b>2 000 000</b>	<b>2 000 000</b>
<b>Investitionskosten Trockner</b>	<b>5 800 000</b>	<b>5 150 000</b>	-
<b>Investitionskosten Verbrennung</b>	<b>15 200 000</b>	<b>17 000 000</b>	<b>17 000 000</b>
Baukosten	3 100 000	3 500 000	3 500 000
M+E Kosten	12 100 000	13 500 000	13 500 000

Die Investitionskosten der Klärschlammverwertungsanlagen (KVA) mit KSTRO sind etwas höher, da die Kosten der zusätzlich erforderlichen Trocknung anfallen, die im Szenario KVA ohne Trocknung auf dezentrale KSTRO ausgelagert werden.

<sup>32</sup> Wiesgickl: Thermisches Klärschlammverwertungskonzept am Standort Halle-Lochau (DWA-Klärschlammstage, Würzburg 2019)

<sup>33</sup> Roitsch: Klärschlammmonoverbrennung – Vorstellung des Pilotprojektes Halle-Lochau (Huber Klärschlammfachtagung, Berching 2019)

<sup>34</sup> Wiesgickl: Aller guten Dinge sind drei – Verschiedene Standort- und Kapazitätsvarianten zur Klärschlammmonoverbrennung (Berliner Klärschlammstage 2019)

<sup>35</sup> Franck, Wittstock: Fallbeispiele zur Klärschlammbehandlung, DGAW – Regionalveranstaltung zur Klärschlammbehandlung, Magdeburg 2017

<sup>36</sup> Wandschneider+Gutjahr Ingenieurgemeinschaft mbH: Planungsbeispiel Mono-KSVA Schweinfurt; 18. VDI-Fachkonferenz Mannheim 2019

<sup>37</sup> Universität Stuttgart und tbpartner Planer und Ingenieure: Klärschlammstudie RMHKW Böblingen, Studie über die Machbarkeit einer Mono-Klärschlammverbrennungsanlage m Standort des RMHKW Böblingen mit dem Ziel der Phosphorrückgewinnung aus der Verbrennungssasche, Böblingen und Stuttgart November 2016

<sup>38</sup> Daniel Stengele, Entsorgung +Recycling Zürich: Organisation der Projektplanung einer Klärschlammverwertungsanlage am Beispiel Zürich; September 2015

Tabelle 8: Betriebskosten (OPEX der Klärschlammverwertungsanlagen)

Preisbasis 2020	Szenario MEKS		Szenario MEKS+TG		Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO	
<b>Kapazität in t TS/a</b>	<b>11 500</b>		<b>17 000</b>		<b>17 000</b>	
<b>Betriebskosten Gesamt</b>	<b>1 509 000</b>		<b>1 681 000</b>		<b>1 320 000</b>	
<b>Betriebskosten Fest insgesamt</b>	<b>703 000</b>		<b>724 000</b>		<b>555 000</b>	
<b>Betriebskosten Fest Trockner</b>	<b>185 000</b>		<b>169 000</b>		<b>0</b>	
Personal	40 000		40 000			
Wartung und Instandhaltung	116 000		103 000			
Versicherung	29 000		26 000			
<b>Betriebskosten Fest Verbrennung</b>	<b>518 000</b>		<b>555 000</b>		<b>555 000</b>	
Personal	200 000		200 000		200 000	
Wartung und Instandhaltung	242 000		270 000		270 000	
Versicherung	76 000		85 000		85 000	
	<b>bei Vollast</b>	<b>spez. Kosten</b>	<b>bei Vollast</b>	<b>spez. Kosten</b>	<b>bei Vollast</b>	<b>spez. Kosten</b>
		<b>€/toTS</b>		<b>€/toTS</b>		<b>€/toTS</b>
<b>Betriebskosten Variabel insgesamt</b>	<b>806 000</b>	<b>70</b>	<b>957 000</b>	<b>56</b>	<b>765 000</b>	<b>45</b>
<b>Betriebskosten Variabel Trockner</b>	<b>288 000</b>	<b>25</b>	<b>192 000</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>0</b>
Strom	288 000	25	192 000	11	-	0
<b>Betriebskosten Variabel Verbrennung</b>	<b>518 000</b>	<b>45</b>	<b>765 000</b>	<b>45</b>	<b>765 000</b>	<b>45</b>
Entsorgung	345 000	30	510 000	30	510 000	30
Strom	58 000	5	85 000	5	85 000	5
Sonstiges	115 000	10	170 000	10	170 000	10

Auch die Betriebskosten der KVA mit KSTRO (Szenario MEKS+TG und Szenario MEKS) sind um die Betriebskosten der Trocknung höher, die im Szenario KVA ohne KSTRO (Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO) auf dezentralen Anlagen anfallen.

Ein weiterer Unterschied der Szenarien ist, wieviel Wärme aus der Verbrennung für eine externe Nutzung zur Verfügung steht. Die KVA mit Trocknung brauchen einen Teil der in der KMVA produzierten Wärme für die Trocknung, sodass bei diesen Szenarien weniger Wärme für den Verkauf zur Verfügung steht. Allerdings steht diese Wärme dann dort zur Verfügung, wo keine neuen dezentralen KSTROs gebaut werden müssen.

Für die Berechnung der DGK wird davon ausgegangen, dass die gesamte produzierte Wärme um 36 €/MWh abgegeben werden kann.

In der folgenden Tabelle sind die Wärmeerträge für die einzelnen Szenarien dargestellt.

*Tabelle 9: Nutzbare Wärmemengen*

Szenario	TS Gehalt im Input KMVA	Verarbeitete TS-Menge	Nutzbare Wärmemenge	spezifischer Wärmeertrag
	%TS	toTS/a	MWh/a	MWh/toTS
<b>MEKS+TG+ regionaleKSTRO</b>	45%	17 000	34 042	2,00
	<b>50%</b>	<b>17 000</b>	<b>36 744</b>	<b>2,16</b>
	55%	17 000	38 955	2,29
<b>MEKS+TG</b>	45%	17 000	21 859	1,29
	<b>50%</b>	<b>17 000</b>	<b>21 349</b>	<b>1,26</b>
	55%	17 000	20 933	1,23
<b>MEKS</b>	45%	11 500	5 317	0,46
	<b>50%</b>	<b>11 500</b>	<b>4 972</b>	<b>0,43</b>
	55%	11 500	4 691	0,41

Für alle Szenarien wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die dezentralen KSTRO können MEKS um etwa 170 €/toTS trocknen. Das entspricht z.B. den Kosten einer KSTRO mit einer Verdampfungsleistung von ca. 2.000 kg/h, 75% Auslastung und kostenloser Wärme.
- Die Transportkosten von MEKS zur KVA wurde mit durchschnittlich 40 €/toTS und für TG zur KVA mit durchschnittlich 13 €/toTS angenommen
- Für die Berechnung wurde angenommen, dass die Auslastung der KVA in den ersten 5 Betriebsjahren kontinuierlich von 60% auf 97% der Auslegungsmenge ansteigt.

### 8.3.2 Ergebnisse Szenarien

Die Berechnung ergibt in einem ersten Schritt die dynamischen Gesteungskosten (DGK) wie sie in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind.

Bei dieser Berechnung wurde angenommen, dass der Ertrag aus dem Wärmeverkauf anteilig nach dem TS Anteil von MEKS und TG von den Kosten abgezogen wird.

Anzumerken ist für alle Szenarien und Kosten, dass es sich hierbei um dynamische Gesteungskosten handelt und auf heutige Kosten zurückgerechnete mittlere Kosten über die gesamte Projektlaufzeit sind.

Die jährlichen Kosten, die den Tarifen zugrunde gelegt werden, können davon erheblich abweichen. Hauptgründe für die Abweichungen sind, dass Finanzierungskosten und Auslastung wesentlich von den über die ganze Projektlaufzeit anfallenden mittleren Kosten abweichen können.

Es ist davon auszugehen, dass die Tarife in Abhängigkeit der Auslastung und der Laufzeit der Finanzierung in den ersten Jahren um etwa 10-30% höher liegen werden, als die hier angegebenen DGK. Bei hoher Auslastung und nach Ablauf der Rückzahlung der Finanzierung werden die jährlichen Kosten dann eher günstiger und damit die Tarife eher günstiger als die DGK.

*Tabelle 10: Dynamische Gesteungskosten (DGK)*

Preisbasis 2020		Szenario MEKS+TG+ regionaleKSTRO	Szenario MEKS+TG	Szenario MEKS
<b>Gesamt</b>	<b>in €/toTS</b>	100	183	295
MEKS	in €/toTS	118	211	295
TG	in €/toTS	92	124	n.a.
MEKS	in €/toMEKS	30	53	74
TG	in €/toTG	82	112	n.a.

Aus den dargestellten Kosten wird ersichtlich, dass die Kosten für die Verwertung von MEKS in allen Szenarien auch unter Berücksichtigung des oben erwähnten Unterschiedes zwischen DGK und Tarifen deutlich günstiger ist als derzeit.

Für TG liegen diese Kosten für Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO ebenfalls deutlich günstiger, lediglich beim Szenario MEKS+TG liegen sie in der gleichen Größenordnung wie die derzeitigen Verwertungskosten. Das bedeutet, dass die Verwertung des Klärschlammes in allen Szenarien eine wirtschaftliche Lösung darstellt, die günstiger oder zumindest gleich teuer ist als die derzeitige Entsorgung.

In diesen DGK ist nicht berücksichtigt, dass die Kläranlagen die TG anliefern, bereits vorinvestiert haben und damit insgesamt wesentlich höhere Vorkosten haben.

Wir sehen zwei Möglichkeiten diese Vorinvestitionen zu berücksichtigen.

- a) Der Ertrag aus dem Wärmeverkauf wird zu 100% den TG Lieferanten zugeschrieben. Das ist insofern gerechtfertigt, da diese ja in ihren Trocknungsanlagen bereits Wärme für die Trocknung investiert haben und damit das TG einen wesentlich höheren Heizwert hat und wesentlich mehr zur Wärmeproduktion beiträgt, als MEKS. In der folgenden Tabelle sind die DGK ermittelt, bei denen der Ertrag aus dem Wärmeverkauf lediglich dem TG gutgeschrieben wird.

*Tabelle 11: DGK mit Wärmeertrag bei TG*

Preisbasis 2020		Szenario MEKS+TG+ regionaleKSTRO	Szenario MEKS+TG	Szenario MEKS
MEKS	in €/toTS	196	257	295
TG		57	30	n.a.
MEKS	in €/toMEKS	49	64	74
TG	in €/toTG	51	27	n.a.

Der Unterschied zwischen MEKS und TG wird größer und liegt bei zwischen 139 und 227 €/toTS.

Nimmt man für die Kosten der dezentralen Trocknung 170 €/toTS an und zieht davon die niedrigeren Transportkosten zur KVA in der Höhe von 27 €/toTS ab, dann wäre Kostengleichheit der Verwertung bei einem Unterschied von 143 €/toTS gegeben.

- b) Die Kosten der dezentralen Trocknung können auch anteilig nach dem zur KVA gelieferten TS Anteil von den TG DGK abgezogen und den MEKS DGK zugeschlagen werden. Der Ertrag aus dem Wärmeverkauf muss dann aber wieder anteilig nach dem TS Anteil von MEKS und TG von den Kosten abgezogen werden. In der folgenden Tabelle sind die DGK ermittelt, bei denen die dezentralen Trocknungskosten anteilig verteilt sind.

*Tabelle 12: DGK mit anteilig verteilten KSTRO-Kosten*

Preisbasis 2020		Szenario MEKS+TG+ regionaleKSTRO	Szenario MEKS+TG	Szenario MEKS
MEKS	in €/toTS	236	265	295
TG		39	11	n.a.
MEKS	in €/toMEKS	59	66	74
TG	in €/toTG	35	10	n.a.

Der Unterschied zwischen MEKS und TG wird nochmals größer und steigt auf zwischen 197 bis 254 €/toTS.

Da der tatsächliche Unterschied bei etwa 143 €/toTS liegt, werden mit diesen Annahmen die Vorkosten der regionalen KSTRO überkompensiert.

Aus den dargestellten Überlegungen wird unter Berücksichtigung der Kosten der dezentralen KSTRO folgendes ersichtlich:

- Für das Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO wären, wie in der folgenden Tabelle ersichtlich, Tarife ähnlich den DGK mit anteilig verteilten regionalen KSTRO Kosten am sinnvollsten anzuwenden.

*Tabelle 13: Szenario MEKS+TG+regionaleKSTRO: Vergleich der Verwertungskosten für die Teilströme zur KVA*

<i>Preisbasis 2020</i>	<b>MEKS über regionale KSTRO zur KVA</b>	<b>MEKS direkt zur KVA</b>	<b>TG zur KVA</b>
	€/toTS		
Transport zu regionaler KSTRO	40		
Trocknung	170	0	170
Verwertung in KVA	39	236	39
<b>KS-Verwertungskosten</b>	<b>249</b>	<b>236</b>	<b>209</b>

Die mittleren Verwertungskosten (DGK) liegen zwischen 210 und 250 €/toTS.

Das bedeutet, dass die Betreiber der dezentralen KSTRO entscheiden können, ob sie durch Vergünstigung der Tarife für die Trocknung noch zusätzlichen MEKS trocknen wollen.

Da die Grenzkosten für eine zusätzliche Trocknung bei den variablen Betriebskosten der Trocknung liegen (in etwa 35 €/toTS) liegt da ein großer Spielraum.

Für die Kläranlagenbetreiber von Kläranlagen mit weniger als ca. 150.000 EW macht es keinen Sinn eigene Trocknungsanlagen zu bauen, da bei Trocknungsanlagen mit weniger als 1.500 kg/h Wasserverdampfungsleistung die spezifischen Trocknungskosten bei über 200 €/to TS liegen und damit die direkte Abfuhr von MEKS zur KVA günstiger ist als die Abfuhr über eine dezentrale KSTRO.

Die Betreiberin der KVA kann also auch durch eine geeignete Tarifgestaltung (Erhöhung/Erniedrigung der Tarife für MEKS/TG) in gewissem Maß steuern, in welchem Verhältnis MEKS und TG angeliefert werden.

- Für das Szenario MEKS+TG wären Tarife ähnlich den DGK mit dem Ertrag aus dem Wärmeverkauf beim TG am sinnvollsten anzuwenden, wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 14: Szenario MEKS+TG: Vergleich der Verwertungskosten für die Teilströme zur KVA

Preisbasis 2020	MEKS über regionale KSTRO zur KVA	MEKS direkt zur KVA	TG zur KVA
	EUR/to TS		
Transport zu regionaler KSTRO	40		
Trocknung	170	0	170
Verwertung in KVA	57	196	57
<b>KS-Verwertungskosten</b>	<b>267</b>	<b>196</b>	<b>227</b>

Es ist deutlich günstiger MEKS zur KVA zu schicken, als selbst eine Trocknung zu bauen oder den MEKS in einer anderen Kläranlage zu Vollkosten zu trocknen. Lediglich das Ausnutzen nicht genutzter Kapazitäten von bestehenden Trocknungsanlagen zu Preisen unter 100 €/toTS würde Sinn machen.

Die DGK der Szenarien MEKS+TG und MEKS+TG+regionaleKSTRO liegen unten den spezifischen Klärschlammverwertungskosten der meisten Tiroler Kläranlagen.

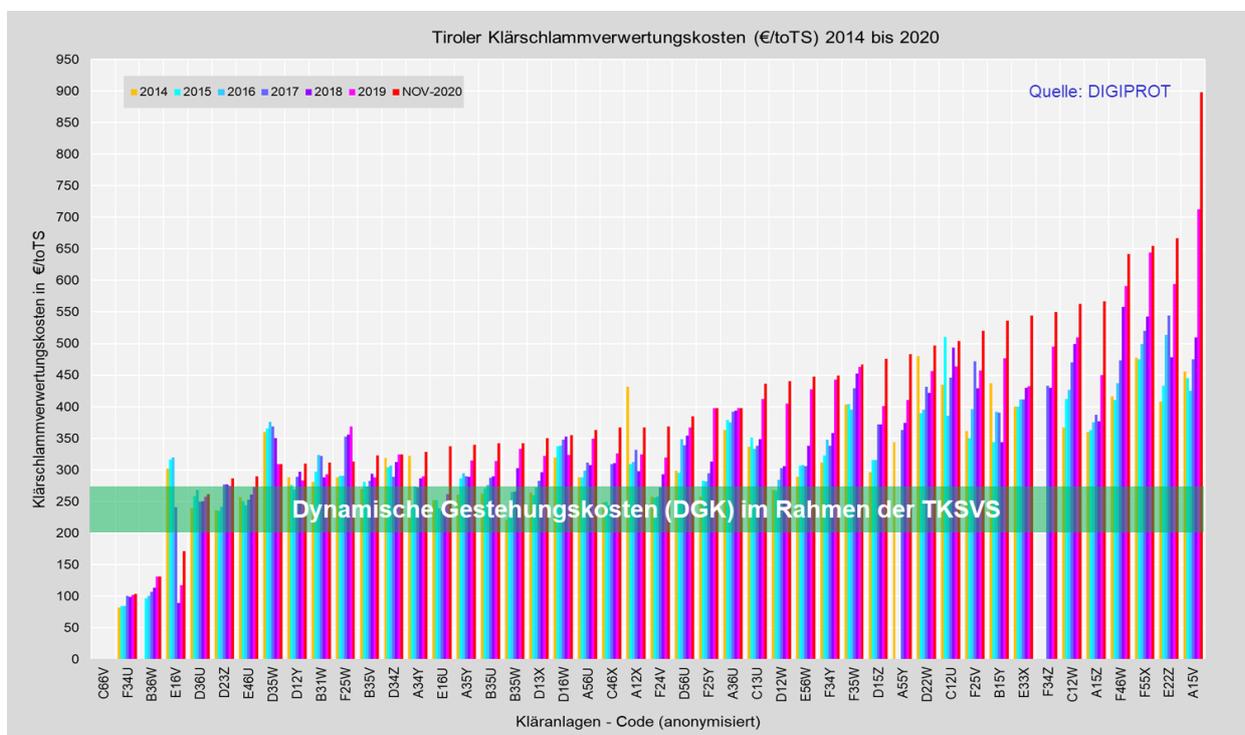


Abbildung 54: Dynamische Gestehungskosten vs. spezifische Klärschlammverwertungskosten

### 8.3.3 Sensitivitätsanalyse

In diesem Kapitel wird dargestellt wie sensibel die DGK auf die den Berechnungen zugrunde liegenden Annahmen reagieren.

Als Basis wurde

Szenario 40 - MEKS und TG aus I, IL, IM, KB, KU, LA, SZ  
(dezentrale KSTRO außerhalb des KMVA-Standorts)

gewählt und Abweichungen von den in Tabelle 10: Dynamische  
Gestehungskosten (DGK) dargestellten DGK dargestellt.

Die anderen Szenarien reagieren ja ähnlich sensibel auf die Abweichungen und werden deshalb nicht extra dargestellt. Die Bandbreite der Abweichungen wurde in allen Sensitivitätsbetrachtungen mit einem ähnlichen Konfidenzintervall gewählt (Größenordnung 90-95%).

### 8.3.3.1 Sensitivität bezüglich Investitionskosten

In der folgenden Abbildung ist die Sensitivität der DGK in Bezug auf die Investitionskosten dargestellt. Es wurde eine Schwankungsbreite der Investitionskosten von minus 20% und plus 30% angenommen, was in etwa der Genauigkeit der Kostenschätzung mit einem Konfidenzintervall mit 95%iger Wahrscheinlichkeit entspricht.

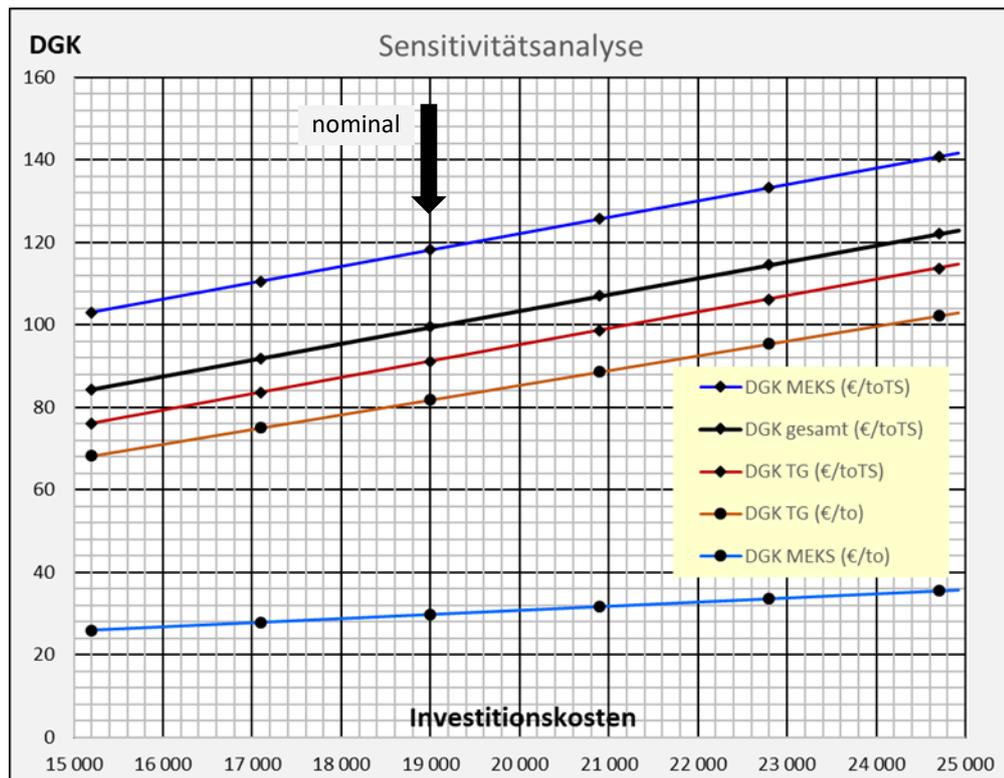


Abbildung 55: Sensitivität der DGK auf eine Änderung der Investitionskosten (CAPEX)

Man erkennt, dass die DGK leicht unterlinear mit den Investitionskosten steigen, sodass 20% Investitionskostensteigerung in etwa zu 15% DGK-Steigerung führen.

### 8.3.3.2 Sensitivität bezüglich Betriebskosten

In der folgenden Abbildung ist die Sensitivität der DGK in Bezug auf die Betriebskosten (Summe von fixen und variablen Betriebskosten sowie den Transportkosten für MEKS und TG) dargestellt.

Die Werte der Betriebskosten sind für die Maximalmenge an Schlamm ermittelt. Es wurde eine Schwankungsbreite der Betriebskosten vom Basisszenario von minus 20% und plus 30% angenommen, was in etwa der Genauigkeit der Kostenschätzung mit einem Konfidenzintervall mit 95%iger Wahrscheinlichkeit entspricht.

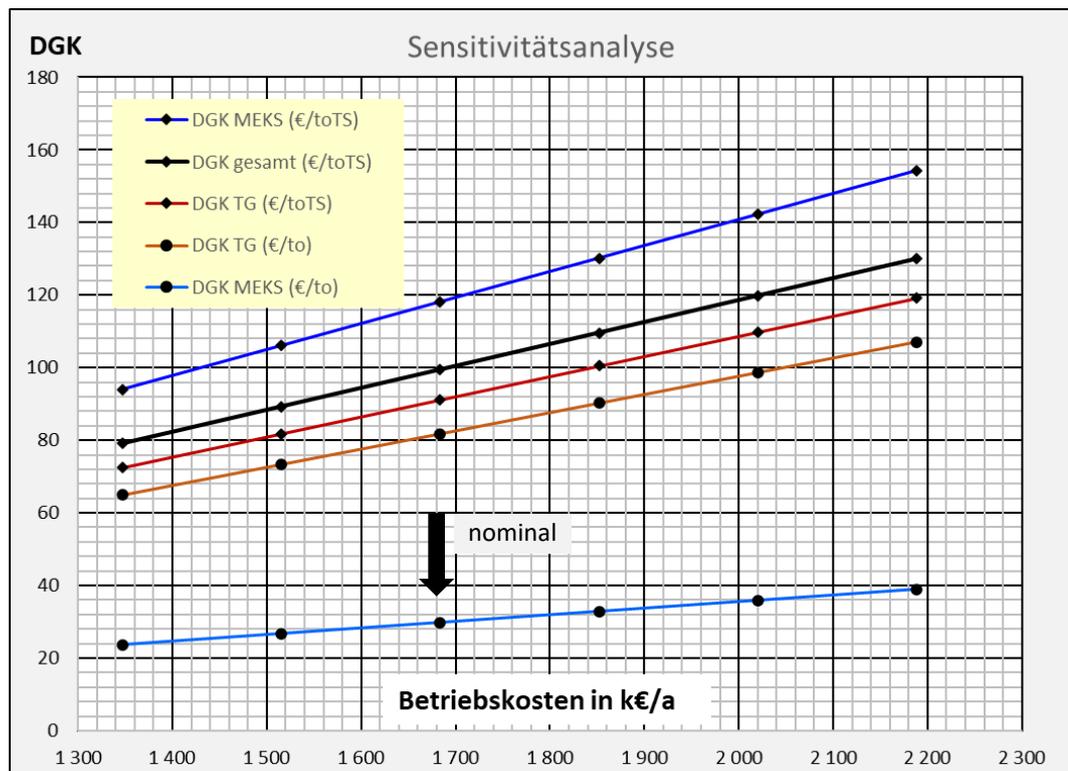


Abbildung 56: Sensitivität der DGK auf Änderung der Betriebskosten

Aus dieser Analyse erkennt man, dass die diskontierten Gestehungskosten fast linear mit den Änderungen der Betriebskosten steigen, d.h. 20% Steigerung der Betriebskosten ergeben auch in etwa 20 % höhere DGK

### 8.3.3.3 Sensitivität bezüglich angelieferter Klärschlammmenge

In der folgenden Abbildung ist die Sensitivität der DGK in Bezug auf die angelieferte Klärschlammmenge dargestellt. Dabei wurde angenommen, dass der Anstieg der jährlich angelieferten Menge analog wie beim Basismodell mit 60% der Maximalmenge im ersten Betriebsjahr beginnt und danach bis zu 75-100% der Maximalmenge ansteigt.

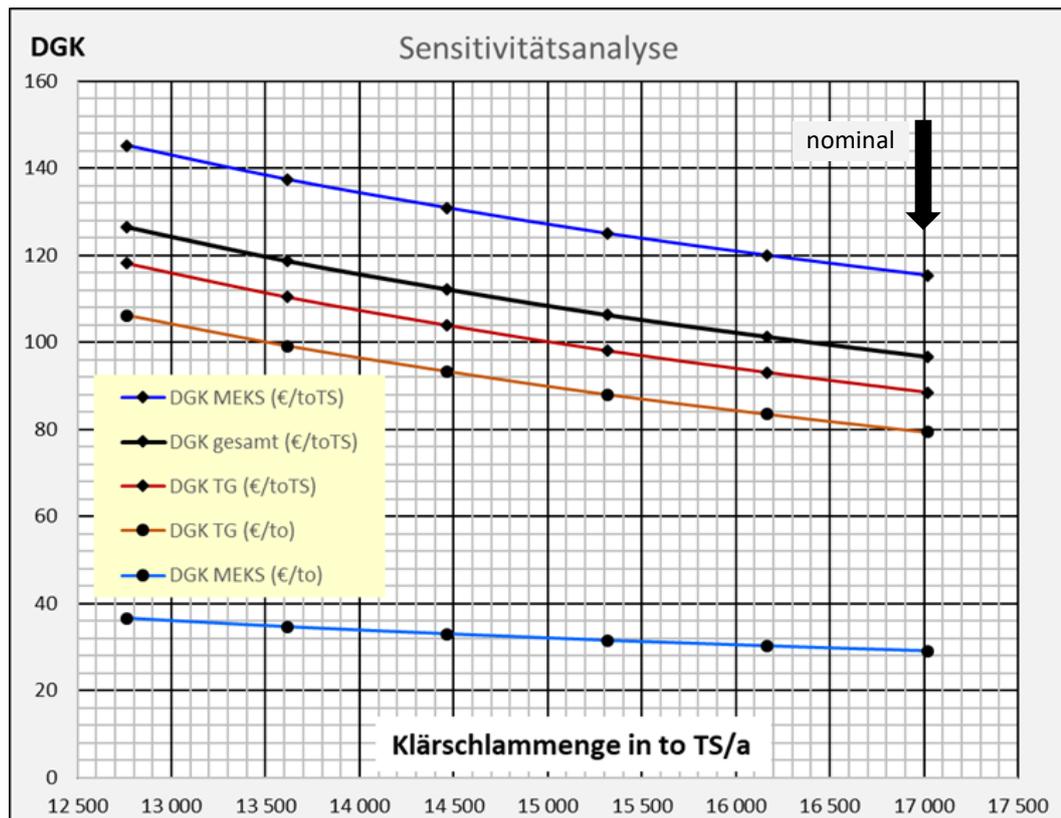


Abbildung 57: Sensitivität der DGK auf Änderung der angelieferten Klärschlammmenge

Aus den Ergebnissen sieht man deutlich, wie wichtig es ist, dass die KVA möglichst hoch ausgelastet ist, da dies einen großen Einfluss auf die DGK hat. Werden nur 75% der maximalen Klärschlammmenge angeliefert so erhöhen sich die DGK im Vergleich zur Anlieferung der maximalen Klärschlammmenge um etwa 39%.

### 8.3.3.4 Sensitivität bezüglich Menge bzw. Preis der verkauften Wärme

In der folgenden Abbildung ist die Sensitivität in Bezug auf den erzielbaren Ertrag aus dem Wärmeverkauf dargestellt.

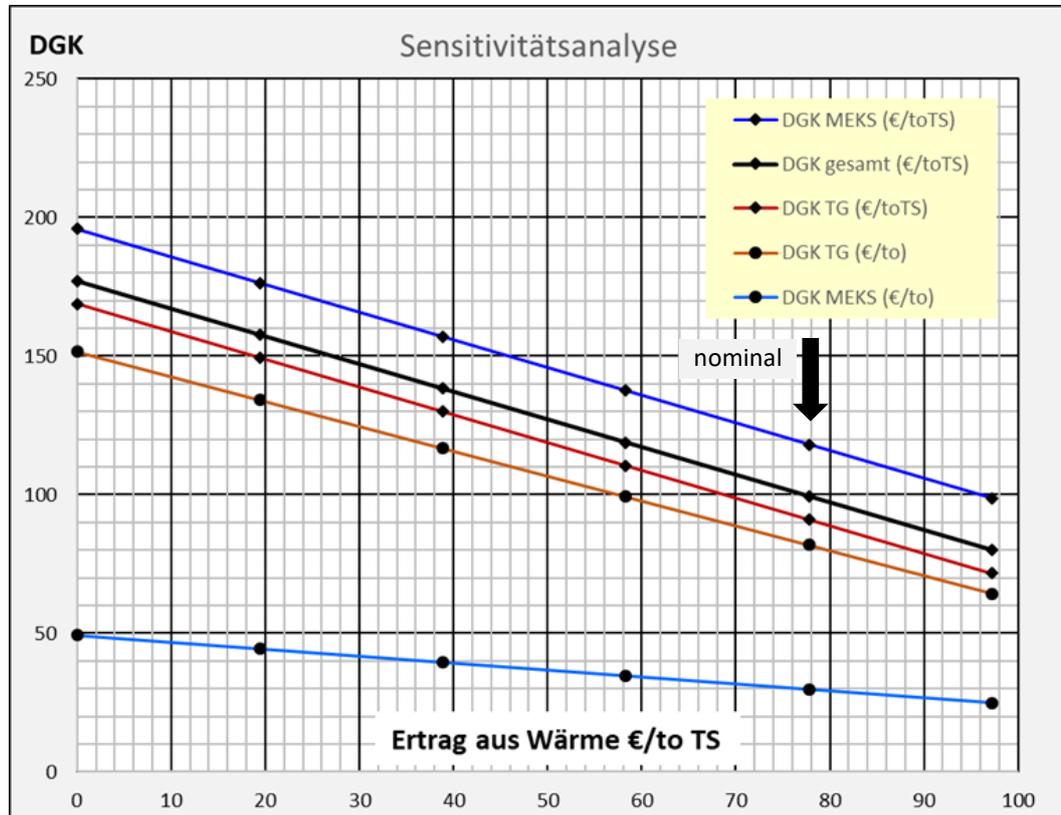


Abbildung 58: Sensitivität der DGK auf Änderung des Wärmeverkaufsertrags

Diese Sensitivität zeigt deutlich wie wichtig die Möglichkeit zum Verkauf der Abwärme ist.

Die DGK halbieren sich in etwa, wenn die Abwärme zu 125% des im Basisszenario angenommenen Preises verkauft werden kann.

Bei einem Wärmepreis von 36 €/MWh (der Ertrag aus Wärmeverkauf liegt dann bei 78 €/to TS) verringern sich die DGK für MEKS um 40% und die für TG um 55%.

## 8.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zeigen, dass die untersuchten Szenarien durchwegs wirtschaftlich günstigere Lösungen darstellen als die derzeitige Abfuhrpraxis.

Die derzeitigen Klärschlammverwertungskosten liegen größenordnungsmäßig bei 440 €/toTS für MEKS und etwa 120 €/toTS bei TG, während die DGK der hier vorgeschlagenen Verwertung für MEKS unter 300 €/toTS und für TG unter 60 €/to TS liegen.

Selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Tarife und DGK nicht direkt vergleichbar sind, zeigt die große Differenz zwischen den DGK und den jetzigen Verwertungskosten klar, dass bei entsprechender Auslastung der KVA (>80%) und langfristiger Finanzierung (über 15 Jahre Kreditlaufzeit) die vorgeschlagenen Szenarien alle mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit wirtschaftlich in Summe günstiger sind als die derzeitige Verwertungspraxis.

Der wichtigste Grund für die Wirtschaftlichkeit der KVA ist die Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Energie, welche die Kosten der Verwertung um bis zu knapp 80 €/toTS vermindert.

In diesem Kontext wird auch unterstrichen, dass die KVA an einem Standort realisiert werden sollte, an dem die Abwärme ganzjährig und möglichst vollständig genutzt werden kann.

Aus wirtschaftlicher Sicht empfiehlt es sich das Szenario 40 zu verwirklichen, solange Wärmequellen im Bereich den Kläranlagen mit Klärschlamm-trocknung kostenlos oder zu niedrigen Kosten (< 15 €/MWh) zur Verfügung stehen.

Sollte dies nicht der Fall sein, dann wird mit steigenden Wärmekosten das Szenario 60 in wirtschaftlicher Hinsicht immer interessanter.

Aus den Sensitivitätsanalysen zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit der KVA durch Schwankungen der Annahmen im Konfidenzintervall nicht gefährdet ist. Lediglich eine Überlagerung von allen ungünstigen Abweichungen um mehr als 20% in die ungünstige Richtung würde anfangen die Wirtschaftlichkeit zu gefährden.

Weiters ist klar ersichtlich, dass die DGK am sensibelsten auf die auf die angesetzten Schwankungen beim Ertrag aus dem Wärmeverkauf liegen, gefolgt von Schwankungen bei den Betriebskosten, der angelieferter Schlammmenge und den Investitionskosten.

## 9 ZEITSCHIENE FÜR DIE UMSETZUNG

Die wesentlichen Aspekte für die Abschätzung der Zeitschiene werden auf Basis von Erfahrungen mit der Projektrealisierung vergleichbarer Projekte (Zürich, Rügen, Mainz, Straubing) wie folgt zusammengefasst:

- Standort- und projektspezifische Aspekte bestimmen den Zeitbedarf für die Vorarbeiten und die Genehmigungsphase.
  - Meinungsbildung und Grundsatzentscheidung
    - In Rügen wurde z.B. sehr lange über die Frage diskutiert, ob eine derartig kleine Anlage wirtschaftlich errichtet und betrieben werden kann.
  - Kooperationsvereinbarungen und Gesellschaftervertrag für Errichtung und Betrieb
  - Standortsuche und Verzögerungsrisiken beim Genehmigungsverfahren (z.B. Einsprüche und Klagen in Mainz)
- In der Ausführungsphase kann unter anderem die Art der Leistungsvergabe (GU- oder Losvergabe) spürbaren Einfluss auf den Zeitbedarf haben.
  - Zürich mit GU-Vergabe konnte in deutlich kürzerer Bauzeit fertiggestellt werden als z.B. Mainz mit (ungünstig verlaufener) Losvergabe, beide Anlagen mit ca. 35.000 toTS/a Kapazität.

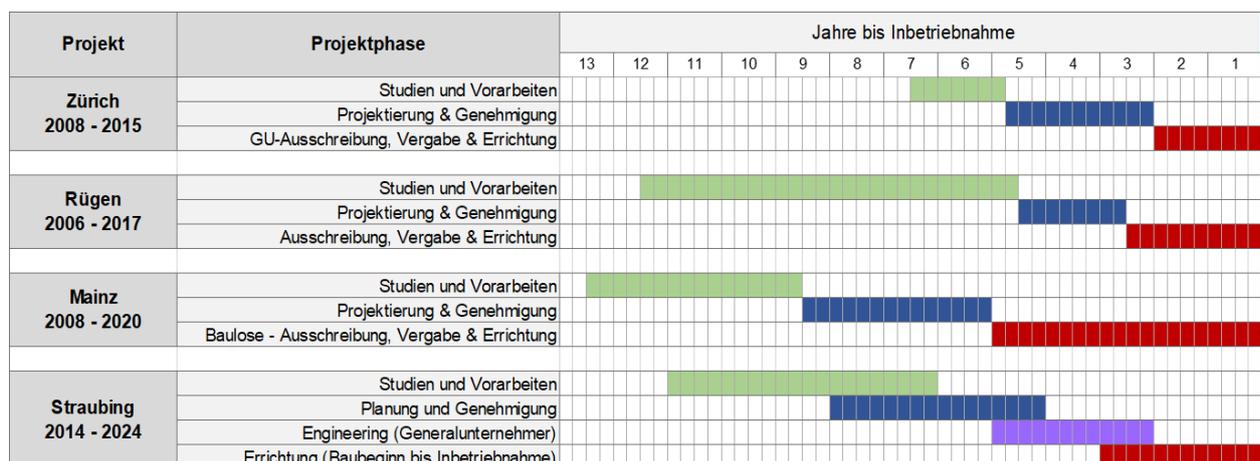


Abbildung 59: Realisierungszeiträume für Klärschlammverwertungsanlagen mit Wirbelschichtöfen

Bei störungsfreiem Ablauf können für die gemeinsame Tiroler Klärschlammverwertungsanlage je circa zwei bis drei Jahre für Projektierung & Genehmigung und Vergabe & Errichtung nach dem Abschluss der Vorarbeiten angesetzt werden.

## 10 RESÜMEE

Die Tiroler Klärschlammverwertungsstrategie (TKSVS) sichert langfristig eine nachhaltige Klärschlammverwertung in Tirol mit folgenden Eigenschaften:

- **Autonomie**
  - Tiroler Kläranlagenbetreiber verwerten ihre Klärschlämme autonom und in einer eigenen zentralen Anlage (KVA).
  - Damit entfallen die mit der Übergabe der Klärschlämme an externe Verwertungspartner verbundenen Risiken in Bezug auf Verfügbarkeit und Tarife der Klärschlammverwertung.
- **Wirtschaftlichkeit**
  - Die Verwertungskosten in der zentralen Tiroler KVA liegen unter den aktuellen Verwertungstarifen.
  - Die Wertschöpfung aus dem Bereich der Klärschlammverwertung verbleibt in Tirol.
  - Höhere Preisstabilität für die Kläranlagenbetreiber durch gesicherte Verwertungskapazitäten.
  - Weniger CO<sub>2</sub>-Zertifikatskauf erforderlich, als derzeit. (Fernwärmeerzeugung aus erneuerbaren Ressourcen)
- **Umweltaspekte & Klimaschutz**
  - Kürzere Klärschlammtransporte als derzeit.
  - Substitution von Wärme aus fossilen Energieträgern durch Fernwärme aus Klärschlamm.
- **Phosphorrückgewinnung**
  - Phosphor („kritischer Rohstoff“) kann (gemäß BAWP-Vorgaben) aus der Asche der Klärschlamm-Monoverbrennung zurückgewonnen werden.

Zusammengestellt:

Imst, 3. März 2021

DI Harald Karl Winkler, Ingenieurkonsulent für Verfahrenstechnik

DI Wolfgang Widmann, Senior Advisor

MMag<sup>a</sup> Julia Schwärzler-Baret, Unternehmensberaterin