

Klärschlammmanagement 2021
Kläranlage Tobl
Schlammensorgungsdienst der ARA Pustertal AG

	Datum: 06.01.2022
 <p>ARA PUSTERTAL · PUSTERIA Pflaurenz-Tobl 54 I-39030 St. Lorenzen Tel.: 0474/479601 Fax.: 0474/479641 e-mail: info@arapustertal.it http://www.arapustertal.it</p>	<p>Beilage:</p> <p>Verfasser:</p> <p>Dr. Ing. Konrad Engl Pflaurenz-Tobl 54 I-39030 St. Lorenzen Tel.: 0474/479601 Fax: 0474/479641 Email: KonradE@arapustertal.it</p>

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	3
1.1	Anlagenverfügbarkeit	3
1.1.1	Trocknungsanlage	3
1.1.2	Thermische Verwertungsanlage	3
1.1.3	Verfügbarkeit der thermischen Verwertungsanlagen 2006-2021	4
2	Schlammproduktion der ARA Tobl	6
2.1	Entwässerte Klärschlammengen 2021	6
2.2	Trockenrückstand und organischer Trockenrückstand 2021	7
2.3	Schlammmanagement von 2003 bis 2021	8
2.4	Schwermetalle im Schlamm	10
2.4.1	Tabellarische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 1998-2021 (entw. Schlamm)	10
2.4.2	Tabellarische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 1998-2021 (getr. Schlamm)	10
2.4.3	Graphische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 2016-2021	11
2.4.4	Arsengehalt im Schlamm	11
2.4.5	PAK im Schlamm ab 2016	12
2.5	Interpretation der Ergebnisse und Ausblick	14
2.5.1	Aussagen zur Qualität des Schlammes	14
2.5.2	Aussagen zur Entsorgung im Jahr 2022	14
2.5.2.1	Aussagen zur Leistung des alten und des neuen Trockners	14
2.5.2.2	Aussagen zum Betrieb des neuen Bandrockners im Vergleich zum alten Trockner	14
2.5.3	Aussagen zum Entsorgungspreis für die Jahre 2022	15
3	Schlamm Entsorgungsdienst durch ARA Pustertal AG	16
4	Schlamm Trocknung (TRA)	17
4.1	Inputmengen in die Schlamm Trocknungsanlage 2003-2021	17
4.2	Betriebserfahrungen mit der Trocknungsanlage	18
4.2.1	Trockenrückstand im Output der Trocknung von 1999-2021	19
4.2.2	Durchsatzleistung in Tonnen Input/h als Monatsmittelwerte von 2004-2021	19
4.2.3	Wasserverdampfungsleistung in t H₂O/h als Monatsmittelwerte von 2004-2021	20
4.2.4	Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung von 1999-2021	20
4.3	Outputmengen aus der Schlamm Trocknungsanlage 2021	21
5	Thermische Verwertungsanlage (TVA)	22
5.1	Input und Output der thermischen Verwertungsanlage 2021	22
5.2	Entsorgungswege Inertmaterial und Filterasche 2021	22
5.2.1	Inertmaterial	22
5.2.2	Filterasche	22
5.3	Emissionen im Kamin 2021	23
6	Massenbilanz 2021	24
7	Ausblick	25
7.1	Klärschlammengen	25
7.2	Anpassungen und Verbesserungen an der Anlage	25
7.3	Entsorgungswege Inertmaterial und Filterasche	25

1 Allgemeines

1.1 Anlagenverfügbarkeit

1.1.1 Trocknungsanlage

Es wurden 2 präventive Wartungs- und Instandhaltungswochen durchgeführt mit insgesamt 156 Stunden Anlagenstillstand der Bandtrocknungsanlage.

Geht man von maximal möglichen **8.760 Betriebsstunden** pro Jahr aus, ist die Trocknungsanlage insgesamt **8.457,97 Stunden** gelaufen; d.h. es wurde eine Anlagenverfügbarkeit von **96,55 %** erreicht.

In Tab. 1 sind die Stillstände aufgelistet.

Kalender- Woche	Datum	Stillstand in Tagen	Maßnahmen
KW 16-2021	19.04.-22.04.2021	2,50 Tage	Inspektions und Wartungsarbeiten nach 27 Wochen Dauerbetrieb des Bandrockners (99,50 h)
KW 42-2021	18.10.-20.10.2021	2,34 Tage	Inspektions und Wartungsarbeiten nach 27 Wochen Dauerbetrieb des Bandrockners (56,23 h)
2 programmierte Stillstände		4,84 Tage	155,73 h

1.1.2 Thermische Verwertungsanlage

Es wurden 2 präventive Wartungs- und Instandhaltungswochen durchgeführt mit insgesamt 185 Stunden Anlagenstillstand der thermischen Verwertungsanlage.

Geht man von maximal möglichen **8.760 Betriebsstunden** pro Jahr aus, ist die Trocknungsanlage insgesamt **8.319,24 Stunden** gelaufen; d.h. es wurde eine Anlagenverfügbarkeit von **94,97 %** erreicht. In Tab. 2 sind die Stillstände aufgelistet.

Kalender- woche	Datum	Stillstand in Tagen	Maßnahmen
KW 16-2021	19.04.-22.04.2021	3,53 Tage	Inspektions und Wartungsarbeiten nach 27 Wochen Dauerbetrieb der thermischen Verwertungsanlage (106,00 h)
KW 42-2021	18.10.-21.10.2021	3,31 Tage	Inspektions und Wartungsarbeiten nach 27 Wochen Dauerbetrieb der thermischen Verwertungsanlage (79,33 h)
2 programmierte Stillstände		6,84 Tage	185,33 h

1.1.3 Verfügbarkeit der thermischen Verwertungsanlagen 2006-2021

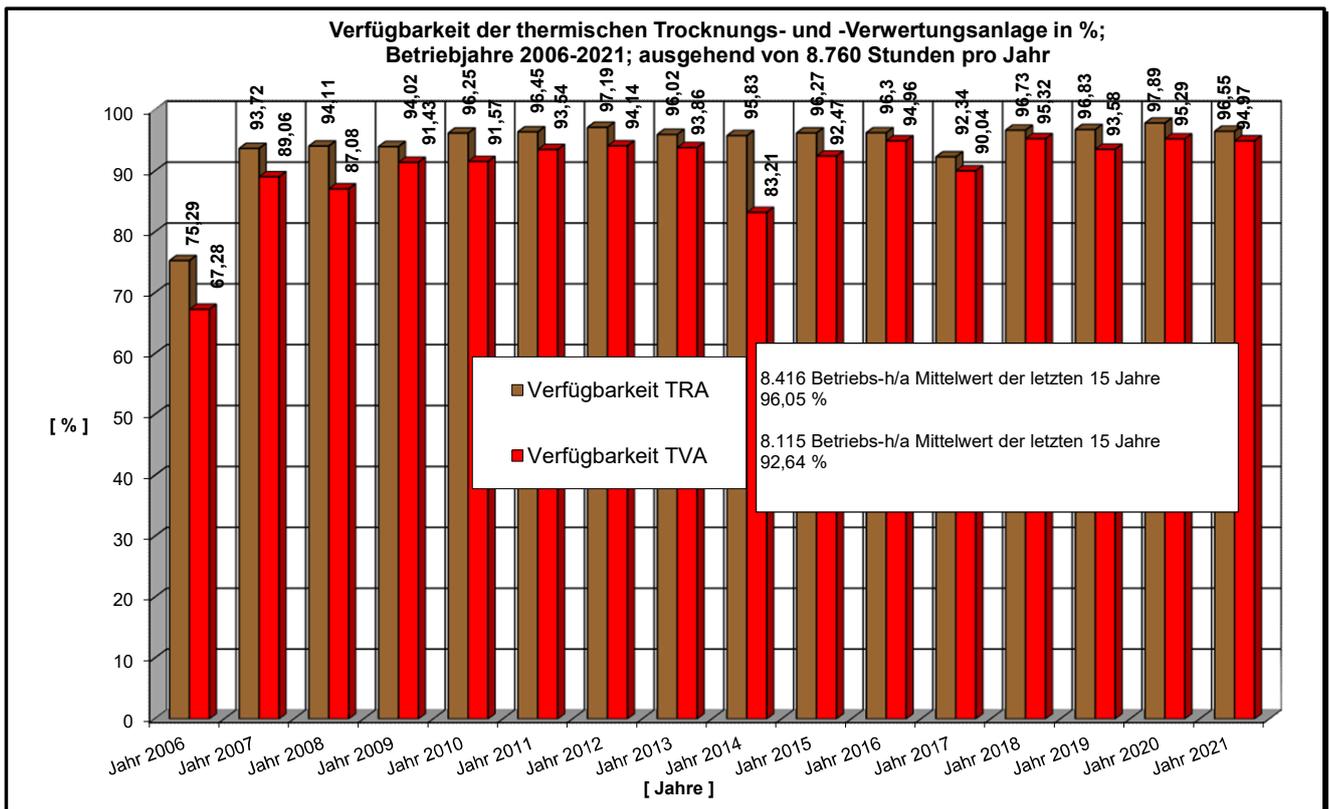
In Abb. 1 ist die Verfügbarkeit der thermischen Trocknungsanlage und der thermischen Verwertungsanlage graphisch über die Betriebsjahre 2006 bis 2021 dargestellt.

Die Verfügbarkeit des Bandrockners konnte im **Jahr 2021 mit 96,55 %** entsprechend **8.457,97 Betriebsstunden** gegenüber **97,89 % im Jahr 2020** und 8.598,29 Betriebsstunden hoch gehalten werden; d.h. der Trockner war für lediglich 302,03 Stunden, also 12,58 Tage nicht in Produktion.

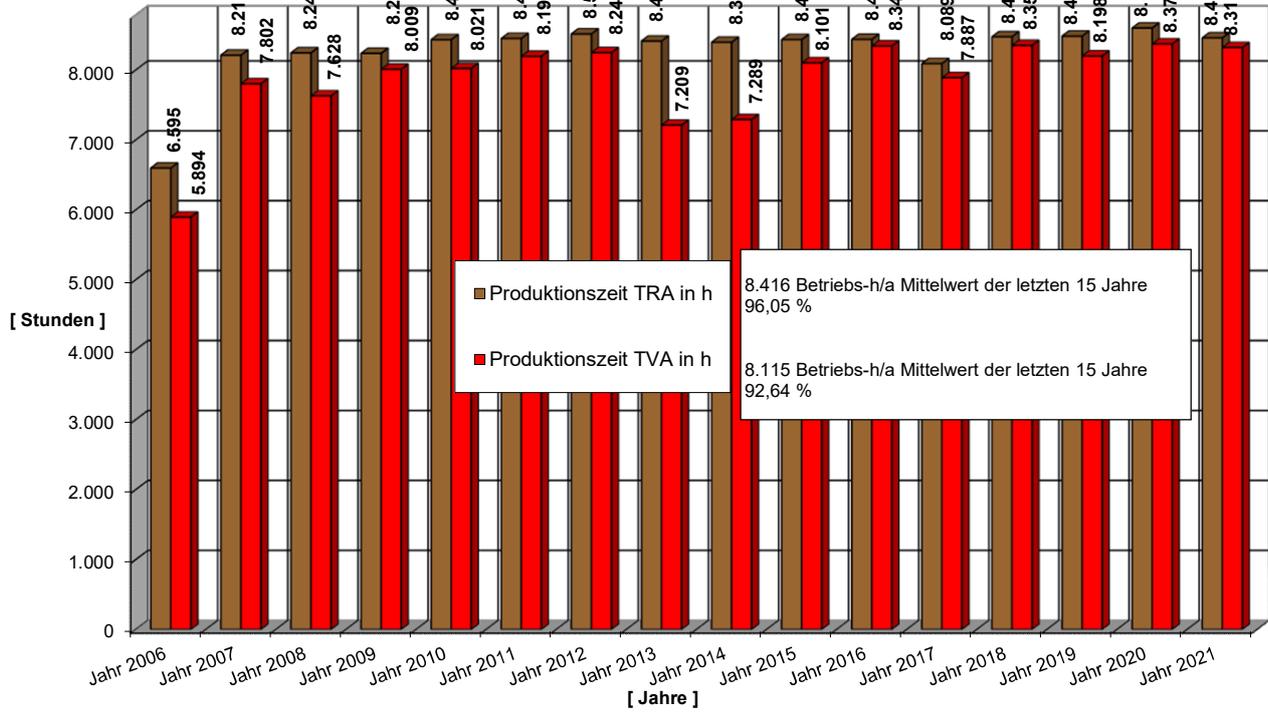
Die Verfügbarkeit der thermischen Verwertungsanlage konnte im **Jahr 2021 mit 94,97 %** entsprechend **8.319,24 Betriebsstunden** gegenüber **95,29 % im Jahr 2020** und 8.370,25 Betriebsstunden hoch gehalten werden; d.h. das Pyrolysedrehrohr war für lediglich 440,76 Stunden, also 18,36 Tage nicht in Produktion.

Diese hohe Verfügbarkeit beider Anlagen ist nur der motivierten Mannschaft zu verdanken. Man bedenke, die Anlagen werden das Wochenende nur vom Bereitschaftsdienst alleine gemanagt. Wenn Probleme auftreten, wird nicht auf Montag oder den nächsten Tag gewartet, sondern unmittelbar interveniert.

Abb. 2



Produktionszeit der thermischen Trocknungs- und -Verwertungsanlage in h; Jahre 2006-2021;



2 Schlammproduktion der ARA Tobl

2.1 Entwässerte Klärschlammengen 2021

In Tabelle 3 sind die entsorgten Schlammengen in kg pro Monat, die Entsorgungswege, der Trockenrückstand (TR) und der organische Trockenrückstand (OTR) in % über die Monate aufgetragen

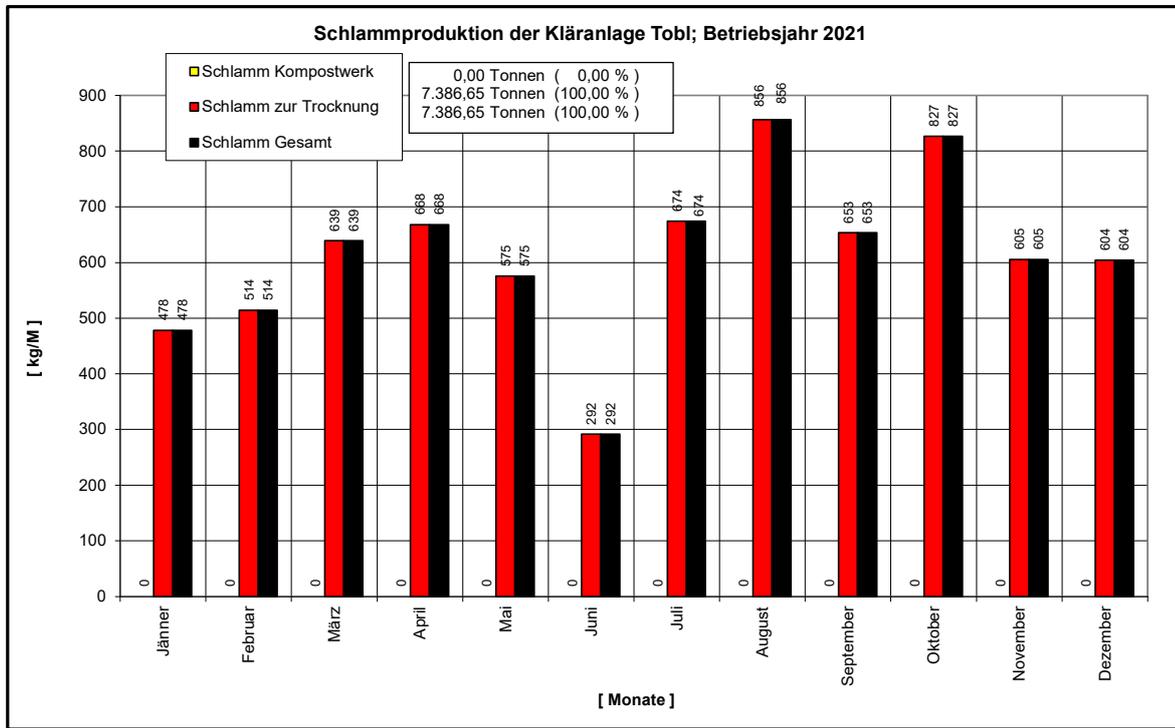
Tab.3

Monate 2021	Schlamm zur Trocknungsanlage	TR	OTR	Schlamm direkt entsorgt	Gesamte Schlammengen
	[kg/Monat]	[%]	[%]	[kg/Monat]	[kg/Monat]
Jänner	478.320	24,38	63,21	0	478.320
Februar	514.020	24,29	63,97	0	514.020
März	639.010	25,00	62,22	0	639.010
April	668.180	25,09	63,39	0	668.180
Mai	575.250	24,51	62,32	0	575.250
Juni	291.640	23,90	61,01	0	291.640
Juli	674.370	27,08	58,94	0	674.370
August	856.460	25,88	58,42	0	856.460
September	653.130	24,88	58,47	0	653.130
Oktober	826.740	24,99	61,03	0	826.740
November	605.490	26,09	61,85	0	605.490
Dezember	604.040	27,02	64,36	0	604.040
Mittelwert 2021	615.554	25,26	61,58	0	615.554
Summe 2021	7.386.650			0	7.386.650

Auf der Kläranlage Tobl sind insgesamt **7.386,65 Tonnen** Klärschlamm angefallen. Von diesen **7.386,65 Tonnen (100%)** wurden **7.386,65 Tonnen (100,00%)** auf der Kläranlage Tobl getrocknet und mineralisiert.

Durch die Zusammenlegung zum optimalen Einzugsgebiet OEG 4, sind die Schlamm Entsorgungspreise weggefallen; die Schlamm Entsorgung ist in den Abwassergebühren mitenthalten. In Abb. 3 sind die Schlammengen und die Entsorgungswege über die Monate graphisch dargestellt.

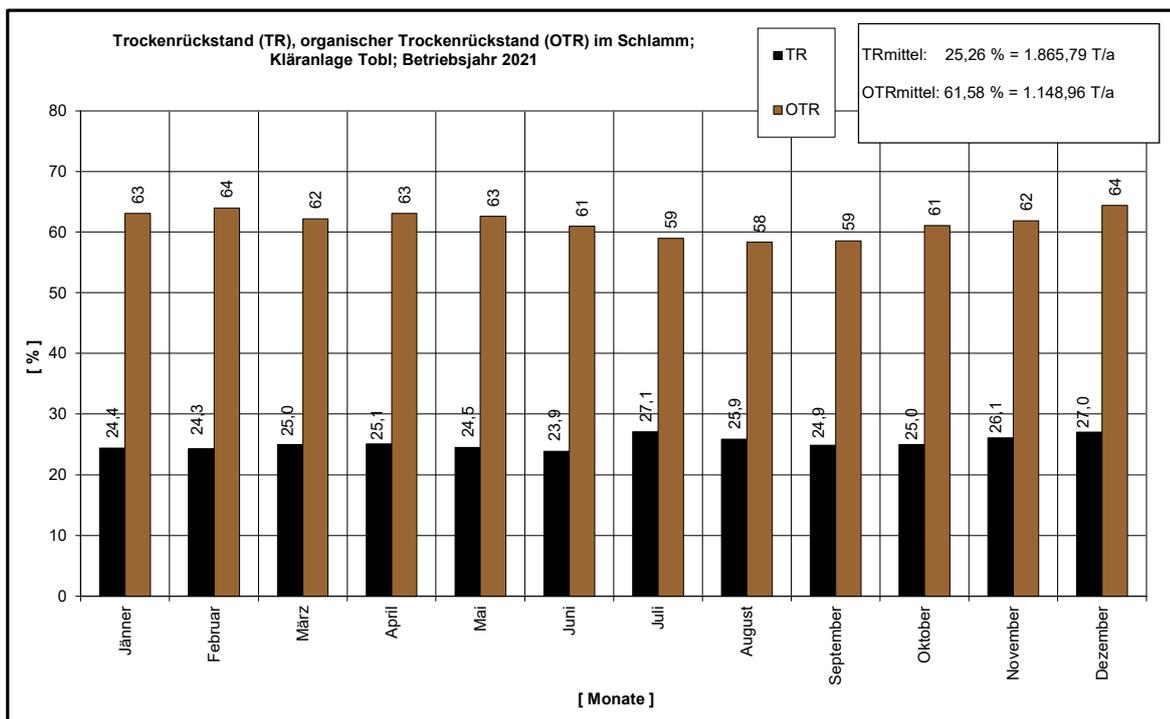
Abb. 3



2.2 Trockenrückstand und organischer Trockenrückstand 2021

Täglich werden Proben entnommen und jeweils der Trockenrückstand und der Glühverlust bestimmt. Die Werte sind in Tabelle 3 dargestellt. Der Trockensubstanzgehalt beträgt im Jahresmittel **25,26 %**, der Glühverlust **61,58 %**. In Abb. 4 sind der Trockenrückstand und der organische Trockenrückstand in % im Monatsmittel über die Monate graphisch dargestellt.

Abb. 4



2.3 Schlammmanagement von 2003 bis 2021

In Tabelle 4 sind die Schlammengen, der Trockenrückstand und der organische Trockenrückstand über die Jahre tabellarisch dargestellt.

Tab. 4

Jahr	Schlamm zur Trocknungsanlage	Anteil TRA	TR	OTR	Schlamm direkt entsorgt	Gesamte Schlammengen
	[T/Jahr]	[%]	[%]	[%]	[T/Jahr]	[T/Jahr]
2003	5.284,02	97,26	23,14	54,29	148,61	5.432,63
2004	5.534,08	92,54	21,50	55,68	445,61	5.979,69
2005	6.468,39	99,65	22,25	55,13	22,76	6.491,15
2006	6.285,24	100,0	23,10	53,51	0	6.285,24
2007	6.399,31	100,0	23,38	50,64	0	6.399,31
2008	4.918,63	76,70	22,79	51,19	1.494,03	6.412,66
2009	6.154,91	100,0	21,89	55,35	0	6.154,91
2010	6.885,92	100,0	21,53	56,81	0	6.885,92
2011	6.436,84	100,0	23,25	59,68	0	6.436,84
2012	7.100,93	100,0	24,68	63,36	0	7.100,93
2013	8.112,84	100,0	23,14	64,34	0	8.112,84
2014	8.711,56	100,0	24,91	61,46	0	8.711,56
2015	7.782,42	100,0	26,17	62,76	0	7.782,42
2016	8.116,65	100,0	24,67	63,22	0	8.116,65
2017	8.266,60	100,0	22,57	65,74	80,06	8.346,66
2018	10.760,42	100,0	21,46	65,88	0	10.760,42
2019	10.241,08	100,0	22,32	65,79	0	10.241,08
2020	9.514,08	100,0	24,34	64,96	0	9.514,08
2021	7.386,65	100,0	25,26	61,58	0	7.386,65
Jahresmit- telwert	8.270,89	93,86	23,79	57,08		8.811,98
Summe seit 1997	157.146,76				10.280,84	167.427,60

In Abb. 5 sind die Schlammengen und deren Entsorgungsweg, in Abb. 6 der Trockenrückstand und der organische Trockenrückstand in % im Jahressumme bzw. Jahresmittel seit 2006 dargestellt.

Ein dramatischer Schlammanstieg mit 28,92 % gab es von 2017 auf 2018.

Die Schlammmenge ist mit 7.386,65 Tonnen im Jahr 2021 gegenüber 9.514,08 Tonnen im Jahr 2020 gesunken.

Die Schlammwässerung war mit 0,92 % höher als im Vorjahr, das entspricht einer Schlamm mindermenge von 269,03 t/a, das entspricht 3,64 %.

Abb. 5

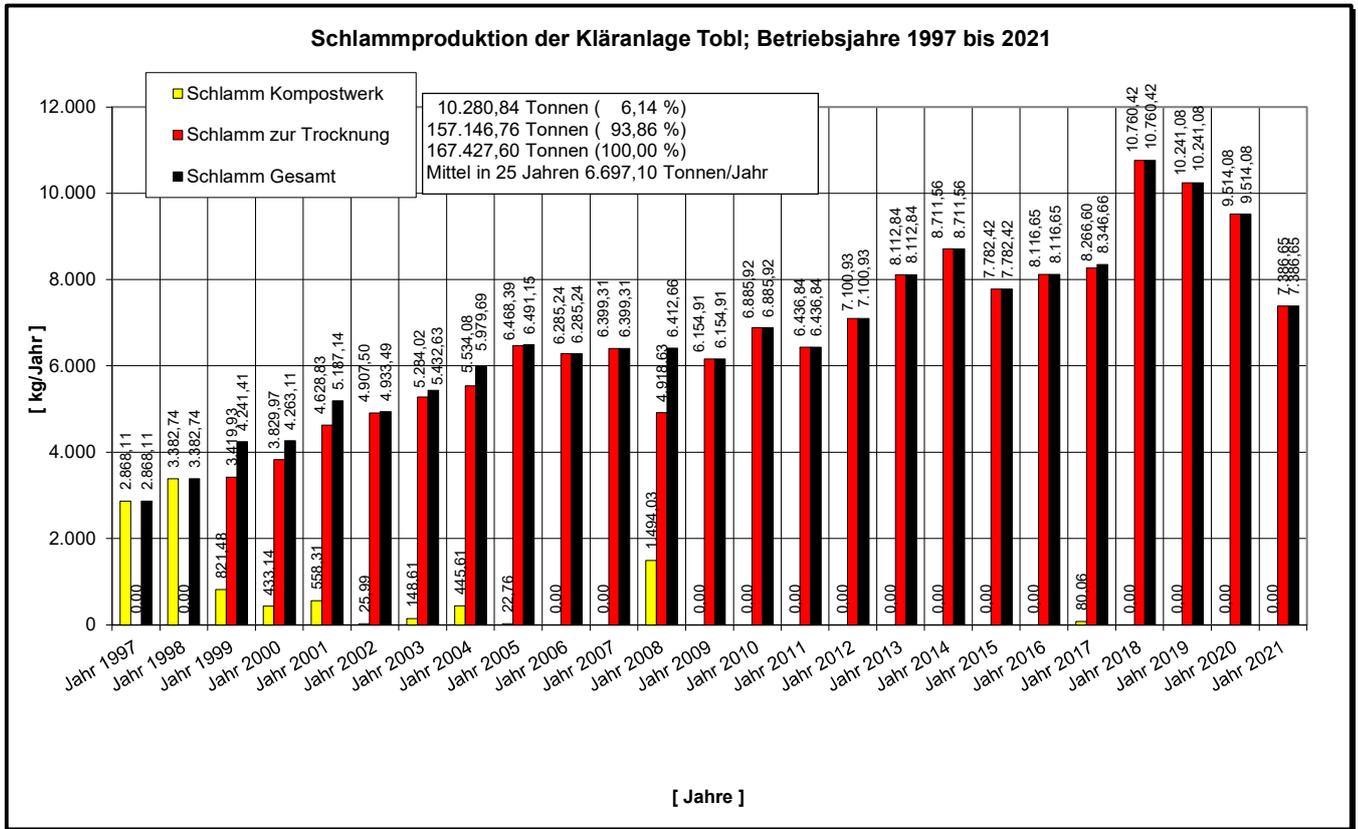
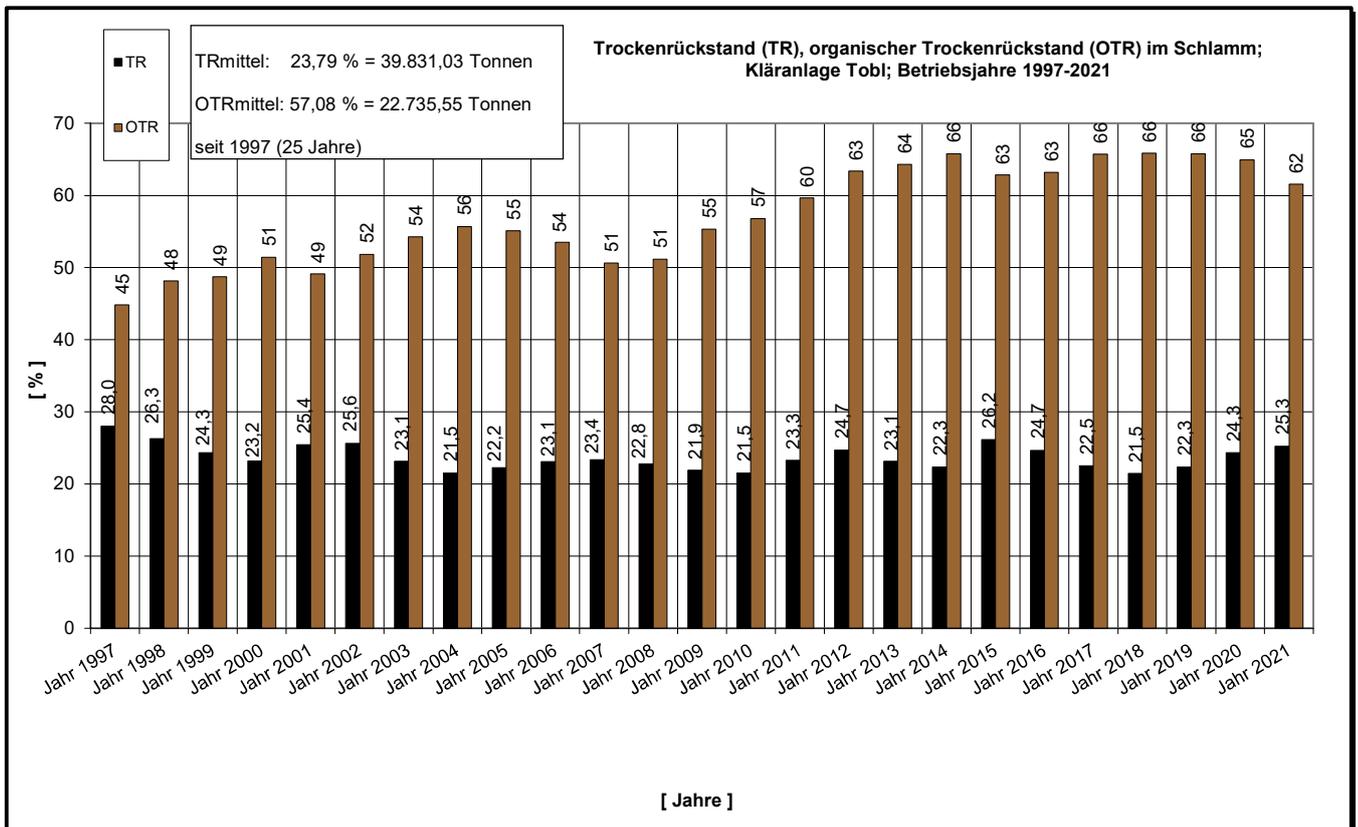


Abb. 6



2.4 Schwermetalle im Schlamm

Es wurden im Jahr 2021 insgesamt 8 mal Proben entnommen und die Schwermetallgehalte im Schlamm bestimmt. In Tabelle 5 und 6 sind die einzelnen Konzentratione der Schwermetalle, die Mittelwerte und die Grenzwerte tabellarisch dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, liegt man mit den Schwermetallgehalten im Schlamm bei einem Drittel bis zu einem Zehntel der zulässigen Grenzwerte, die für Kompostwerke gelten; bei der thermischen Behandlung gibt es keine Grenzwerte.

2.4.1 Tabellarische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 1998-2021 (entw. Schlamm)

Tab. 5

Datum	Cr VI	Cr III	Zn	Pb	Ni	Hg	Cu	Cd
	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]
17.02.21	< 0,1	69	2.382	42	48	0,363	211	< 0,5
17.05.21	< 1	64	1.610	35	47	0,300	233	< 5,0
25.08.21	5,2	68	1.640	35	45	0,3821	170	< 5,0
29.10.21	< 1	50	650	24	32	0,259	196	< 5,0
Mittelwert 98-2021	< 1	73,50	1.153,93	48,84	42,89	0,535	208,13	< 3,55

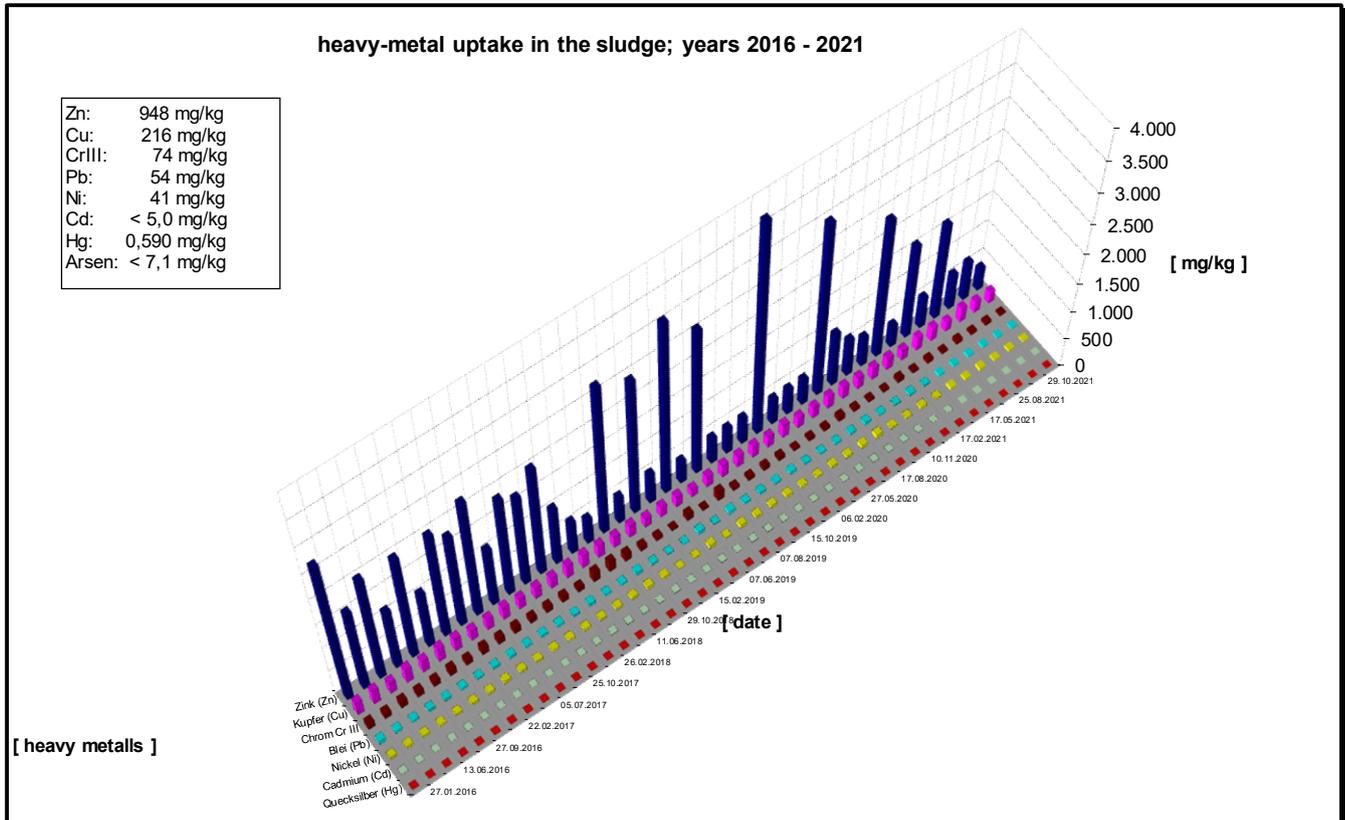
2.4.2 Tabellarische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 1998-2021 (getr. Schlamm)

Tab. 6

Datum	Cr VI	Cr III	Zn	Pb	Ni	Hg	Cu	Cd
	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]
17.02.21	< 0,1	34	374	24	26	0,220	175	< 0,5
17.05.21	< 1	38	530	30	33	0,310	239	< 5,0
25.08.21	4,4	45	600	31	30	0,380	246	< 5,0
29.10.21	< 1	30	380	23	23	0,142	190	< 5,0
Mittelwert 98-2021	< 1	71,55	810,32	53,43	39,87	0,721	227,27	< 5,34

2.4.3 Graphische Darstellung der Schwermetalluntersuchungen 2016-2021

In Abb. 7 sind die Schwermetallgehalte graphisch dargestellt.



2.4.4 Arsengehalt im Schlamm

Es wurden im Jahr 2021 insgesamt 8 mal Proben entnommen und der Arsengehalt bestimmt. In Tabelle 7 sind die Arsengehalte, die Mittelwerte und die Grenzwerte tabellarisch dargestellt. Der Arsengehalt von 10 mg/kg TR wird von den Kompostwerken vorgeschrieben; der Schlamm von Tobl hat einen Mittelwert von **7,08 mg/kg TR**; das ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass alle externen Schlämme > 10 haben.

Tab. 7

Datum	Arsengehalt
	[mg/kgTR]
17.02.2021 (Schlamm entwässert)	5,6
17.02.2021 (Schlamm getrocknet)	3,2
17.05.2021 (Schlamm entwässert)	6,3
17.05.2021 (Schlamm getrocknet)	5,3
25.08.2021 (Schlamm entwässert)	5,8
25.08.2021 (Schlamm getrocknet)	< 5,0
29.10.2021 (Schlamm entwässert)	< 5,0
29.10.2021 (Schlamm getrocknet)	< 5,0
Mittelwert (1998-2021)	< 7,08
Grenzwert (Kompostwerke)	10

2.4.5 PAK im Schlamm ab 2016

Es werden getrocknete Klärschlämme in ein Kompostwerk in der Nähe von Verona gebracht werden, weil die bestehende thermische Verwertungsanlage nicht den gesamten getrockneten Schlamm mineralisieren kann. Dort wurde teilweise sehr hohe Konzentrationen an PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) festgestellt; seitdem werden alle Klärschlämme nach PAK untersucht. Experten sind der Meinung, dass die überhöhten Werte auf die Einleitung von Kondensaten von Holzvergasungs-anlagen zurückzuführen seien. Wir werden dem nachgehen.

Es wurden im Betriebsjahr 2021 insgesamt 4 mal Proben entnommen und die PAK bestimmt. In Tabelle 8 und 9 sind die Konzentrationen, die Mittelwerte und die Grenzwerte tabellarisch dargestellt. In der Region Veneto beträgt der Grenzwert von PAK 6 mg/kg TR. Der entwässerte Schlamm der ARA Tobl hat einen PAK-Mittelwert von **1,058 mg/kg TR**.

Der getrocknete Schlamm der ARA Tobl hat einen PAK-Mittelwert von **1,421 mg/kg TR**; bei einer Analyse über dem Grenzwert des Kompostwerkes.

Tab. 8 PAK entwässerter Schlamm

Datum	PAK (IPA)	PAK (IPA) D.Lgs. 152
	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]
13.06.2016	0,255	0,038
27.09.2016	3,140	0,488
22.02.2017	0,830	0,172
05.07.2017	0,430	0,057
25.10.2017	1,420	0,264
26.02.2018	0,730	0,143
11.06.2018	1,000	0,378
29.10.2018	1,230	0,085
15.02.2019	2,020	0,730
07.06.2019	1,190	0,060
07.08.2019	1,060	0,098
15.10.2019	0,400	0,078
06.02.2020	0,430	0,179
27.05.2020	0,950	0,477
17.08.2020	1,220	0,245
10.11.2020	1,410	0,351
17.02.2021	0,276	0,098
17.05.2021	0,730	0,232
25.08.2021	1,410	0,253

29.10.2021	1,030	0,247
Mittelwert	1,058	0,234
Grenzwert (Kompostwerk)	6	1.000

Tab. 9 PAK getrockneter Schlamm

Datum	PAK (IPA)	PAK (IPA) D.Lgs. 152
	[mg/kgTR]	[mg/kgTR]
13.06.2016	1,050	0,196
27.09.2016	6,300	0,934
31.03.2017	1,000	0,619
05.07.2017	10,000	1,618
25.10.2017	1,270	0,297
26.02.2018	1,680	1,326
11.06.2018	0,590	0,258
29.10.2018	0,430	0,156
15.02.2019	0,450	0,270
07.06.2019	0,370	0,730
07.08.2019	1,070	0,087
15.10.2019	0,152	0,036
06.02.2020	1,640	0,400
27.05.2020	0,241	0,058
17.08.2020	0,480	0,139
10.11.2020	0,181	0,049
17.02.2021	0,218	0,150
17.05.2021	0,520	0,190
25.08.2021	0,360	0,136
29.10.2021	0,410	0,070
Mittelwert	1,421	0,386
Grenzwert (Kompostwerk)	6	1.000

2.5 Interpretation der Ergebnisse und Ausblick

2.5.1 Aussagen zur Qualität des Schlammes

Der Schlamm der Kläranlage Tobl hat eine sehr gute Qualität; der mittlere Trockenrückstand von **25,26 %** liegt über dem Durchschnitt der Kläranlagen des Landes; der organische Anteil im Schlamm ist mit **61,58 %** hoch. Der Arsengehalt ist mit **<7,08 mg/kg TR** unter dem zulässigen Grenzwert für Kompostwerke. Die Schwermetallgehalte sind unter den zulässigen Grenzwerten für Kompostwerke; bei der thermischen Behandlung gab es keine Grenzwerte.

2.5.2 Aussagen zur Entsorgung im Jahr 2022

2.5.2.1 Aussagen zur Leistung des alten und des neuen Trockners

Die Betriebserfahrungen der letzten 13,5 Jahre (Juli 2008 – Dezember 2021) haben gezeigt, dass die neue Trocknungsanlage imstande ist, unabhängig vom Input des Schlammes, ein konstantes Outputprodukt zu produzieren (Mittelwert: 94,79 % TS). Der neue Bandtrockner wurde ausgelegt wie der alte, nämlich für **2,0 Tonnen Wasserverdampfung pro Stunde**; im Gegensatz zur alten Trocknungsanlage (Mittelwert 1999-März 2008: **1,24 tH₂O/h**) beträgt die Wasserverdampfungsleistung beim Bandtrockner im Mittel **2,21 tH₂O/h**.

Ähnlich sieht es bei der Durchsatzleistung der Trocknungsanlagen aus: während bei der alten Trocknungsanlage die mittlere Durchsatzleistung (1999 bis März 2008) **1,87 Tonnen entwässerter Klärschlamm pro Stunde** betrug, beträgt die mittlere Durchsatzleistung beim neuen Bandtrockner: **2,90 Tonnen/h**. (siehe Punkt 4.2)

Während mit dem alten Trockner im Mittel **29,80 Container pro Woche** entsorgt wurden, wurden mit dem Bandtrockner im Mittel über **45 Container pro Woche** entsorgt; das sind ca. über 15 Container pro Woche Mehrproduktion.

Im Jahr 2021 haben wir ca. 1.816 Container mit ca. 12,5 Tonnen/Container verarbeitet. Das entspricht 908 LKW's und einer LKW-Schlange (30 m per LKW) von 27,24 km.

2.5.2.2 Aussagen zum Betrieb des neuen Bandtrockners im Vergleich zum alten Trockner

Es hat sich im Dauerbetrieb der letzten 13,5 Jahre gezeigt, dass der Bandtrockner:

- Wesentlich sicherer ist (ATEX-CO, CO₂, Staubmessungen)
- Viel einfacher im Handling ist
- Viel wartungsfreundlicher ist
- Weniger Personaleinsatz erfordert
- Bei Störungen wesentlich schneller und ohne Gefahr von Verpuffungen wieder in Betrieb genommen werden kann
- Die geforderte Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung nicht nur einhält, sondern sogar übertrifft
- Den geforderten TS im Output von 90 % im Dauerbetrieb überschreitet

2.5.3 Aussagen zum Entsorgungspreis für das Jahr 2022

Im Jahr 2022 wird die Bandtrocknungsanlage und die thermische Verwertungsanlage im Dauerbetrieb gefahren werden. Es sind 2 programmierte Stillstände geplant, nämlich in KW 18 und KW 40. Es wird ein längerer Stillstand in kW 18 und kW19 der Pyrolyseanlage geben, da das Innenrohr abgeschliffen werden muss und alle Schaufeln neu einzuschweißen sind.

Da das optimale Einzugsgebiet OEG 4 mittlerweile umgesetzt ist, ist der Schlamm Entsorgungspreis der Anlagen im Pustertal im Abrechnungsmodus Teil des Ganzen und nicht mehr im Einzelnen verrechenbar.

Bei den Schlämmen außerhalb des Einzugsgebietes OEG 4 gab es im Jahr 2022 folgende Änderungen:

Die Kläranlagen Brixen, Unteres Eisacktal und Wipptal haben mit dem Konsortium Pustertal eine Konvention für 3 Jahre unterschrieben, diese Konvention wurde 2021 für weitere 3 Jahre unterschrieben.

Aus Kapazitätsgründen der Schlamm Trocknungsanlage (wir fahren im Durchschnitt 29,50 % über Auslegung) haben wir die Klärschlämme von Tramin ab 01.06.2019 nicht mehr angenommen.

Die Schlamm Entsorgungspreise werden jährlich mit Verwaltungsratsbeschluss der ARA Pustertal AG genehmigt.

Die Schlammpreise werden im Jahr 2022 beibehalten, obwohl Ersatzteile, Verbrauchsmaterialien und Chemikalien angestiegen sind.

Der Schlammnotstand in Italien wird sich zuspitzen.

Wir sind ruhig und gelassen, haben wir doch mit unserem langfristigen Denken das Richtige zur richtigen Zeit getan, nämlich die Trocknung seit 1997 und die thermische Verwertung seit 2006 erfolgreich zu betreiben.

D.h. die Entsorgungspreise werden **101 €/t** für ARA Brixen und **108 €/Tonne** für die restlichen Anlagen im Jahr 2022 betragen.

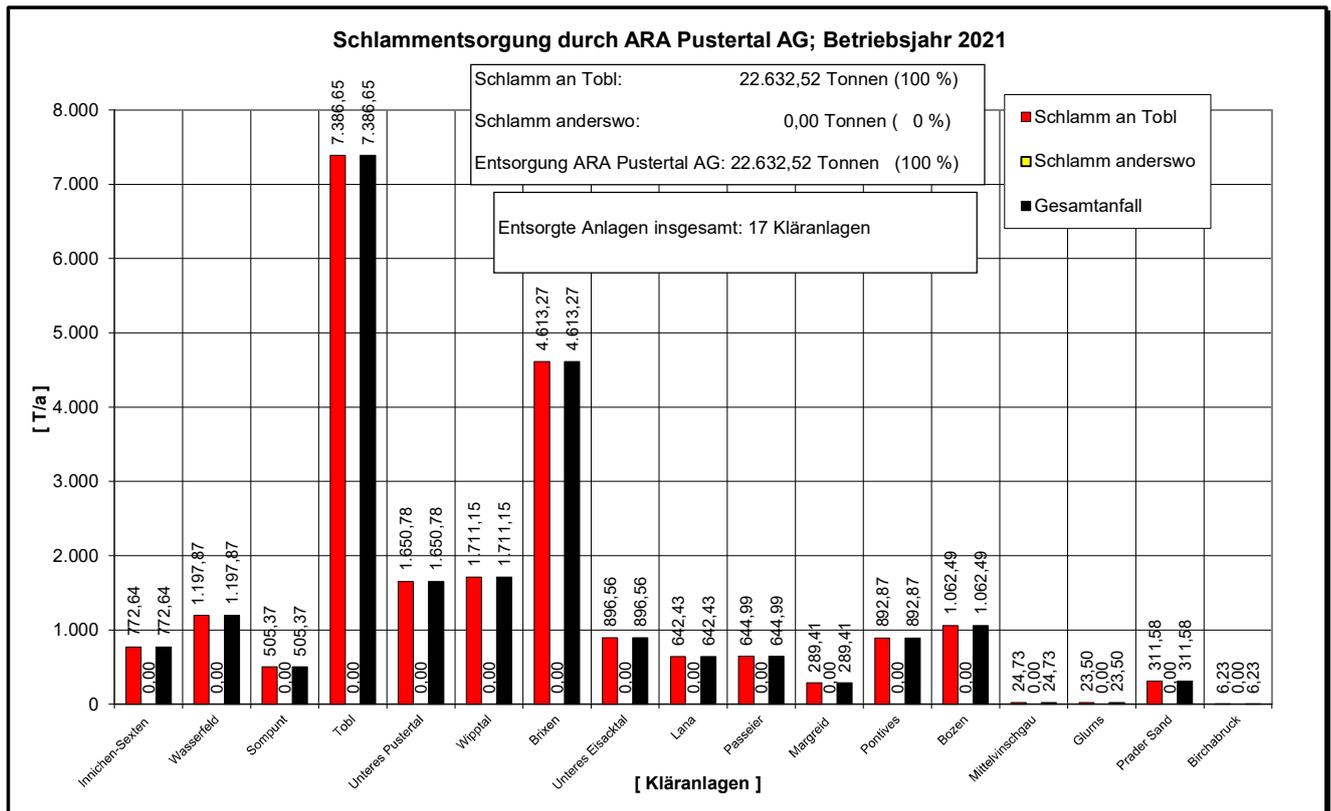
Die Klärschlämme von Prad am Stifser Joch werden ohne Transportkosten und ohne Schlammanalysen mit **98 €/t** angenommen.

3 Schlammentsorgungsdienst durch ARA Pustertal AG

Da die ARA Pustertal AG den Schlammentsorgungsdienst für die Klärschlämme des Einzugsgebietes OEG 4-Pustertal (ARA Innichen Sexten-Winnebach, ARA Wasserfeld-Welsberg, ARA Sompunt-Abtei, ARA Tobl-St. Lorenzen, ARA Unteres Pustertal-Mühlbach), des Eisacktales (ARA Wipptal-Freienfeld, ARA Brixen, ARA Unteres Eisacktal-Zargenbach), des Einzugsgebietes OEG 2-Eco Center (ARA Margreid, ARA Birchbruck, ARA Pontives, ARA Lana, ARA Bozen und ARA Passeiertal) und Vinschgau phasenweise übernommen hat, ist sie auch verantwortlich für die fachgerechte Entsorgung, auch wenn die Verwertungsanlagen stehen (Umbau, Anpassungen, Neubau usw.), d.h. sie muss den Schlammentsorgungsdienst der Kläranlagen immer gewährleisten.

Von den insgesamt auf den **17 Kläranlagen** angefallenen Klärschlammengen, nämlich **22.632,52 Tonnen (100%)** wurden **22.632,52 Tonnen (100,00 %)** auf der Kläranlage Tobl getrocknet und mineralisiert, während **0 Tonnen (0,00 %)** entsorgt wurden. In Abb. 8 sind die Schlammengen in Abhängigkeit der Klärschlammproduzenten und der Entsorgungswege für das Jahr 2021 dargestellt.

Abb. 8

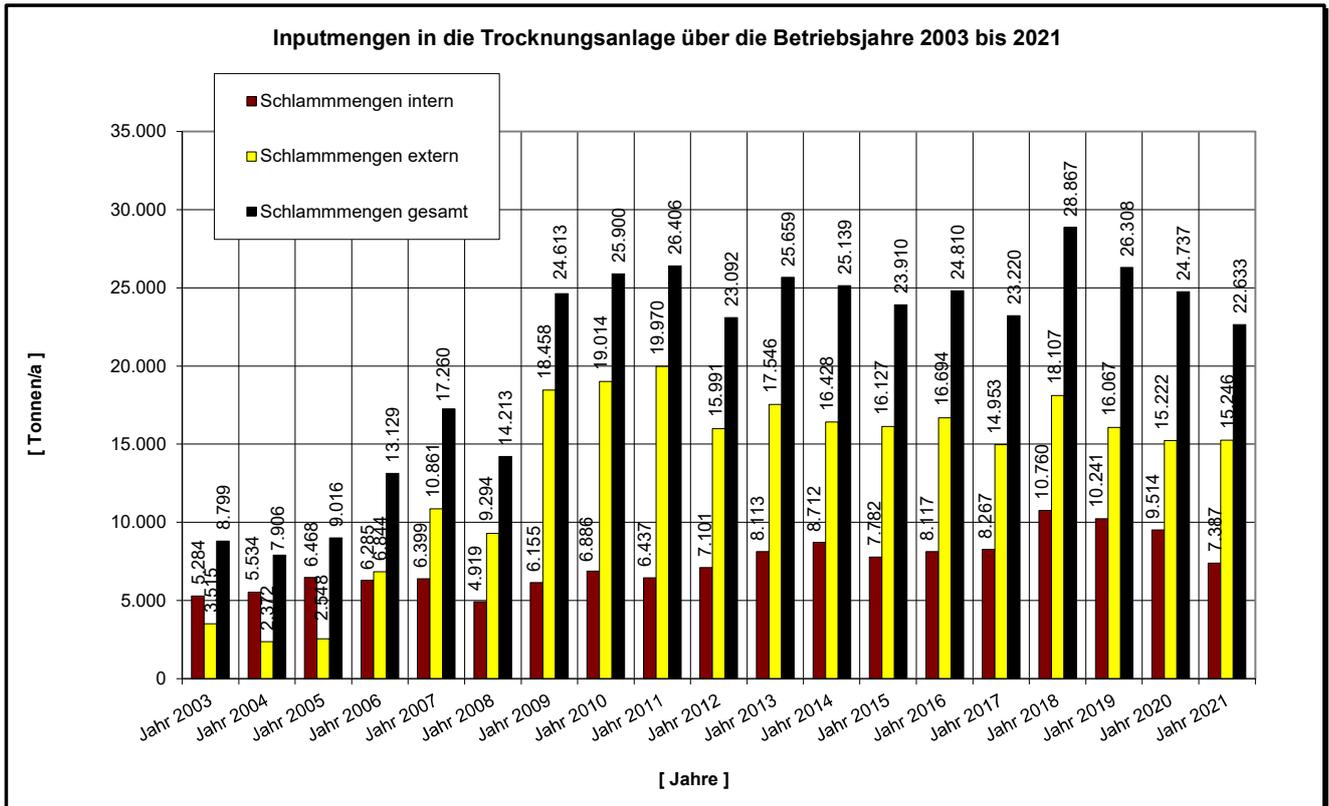


4 Schlamm-trocknung (TRA)

4.1 Inputmengen in die Schlamm-trocknungsanlage 2003-2021

Die Inputmengen in die Schlamm-trocknungsanlage sind in Abb. 9 seit 2003 dargestellt. Die Produktion ist im Jahr 2021 gegenüber Vergleichsjahr 2020 um ca. 1 % gesunken. Die Band-trocknungsanlage ist **8.457,97 Stunden von maximal möglichen 8.760 Stunden gelaufen; das entspricht einer Verfügbarkeit von 96,55 %**.

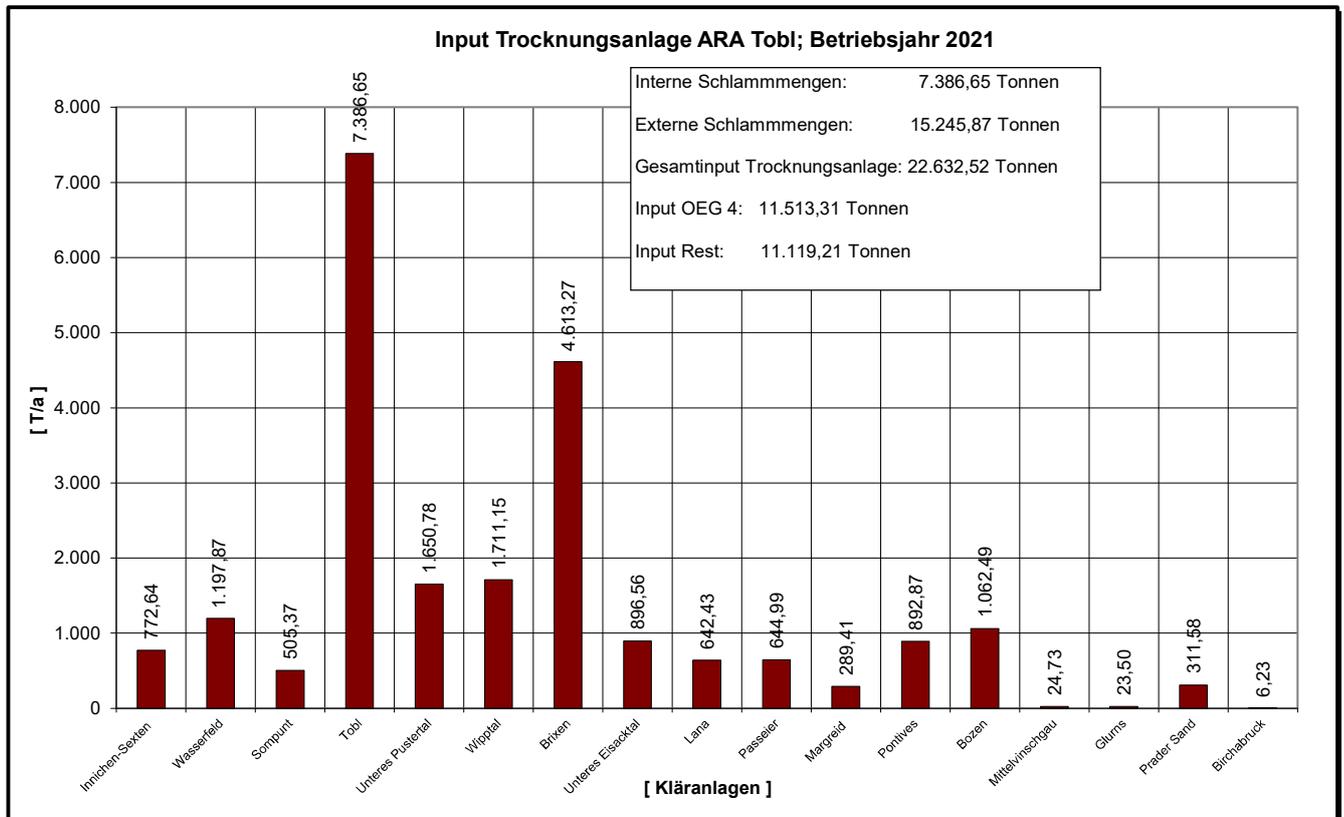
Abb. 9



In Abb. 10 sind die Schlamm-mengen in Abhängigkeit der Klärschlamm-produzenten für das Jahr 2021 dargestellt. Die internen Schlamm-mengen betragen **7.386,65 Tonnen**, die externen **15.245,87 Tonnen**; in Summe wurden **22.632,52 Tonnen** durch die Schlamm-trocknungsanlage durchgeschickt. Die Klärschlamm-mengen aus den Kläranlagen Innichen, Wasserfeld, Unteres Pustertal, Sompunt, Tobl, Wipptal, Brixen, Unteres Eisacktal, Birchabruck, Mittelvinschgau und Glurns im Jänner, Lana, St. Martin im Passeiertal, Margreid, Birchabruck, Bozen, Prader Sand und Pontives wurden auf der thermischen Verwertungsanlage in Tobl getrocknet und mineralisiert.

Wir entsorgen also den Klärschlamm aus 17 Kläranlagen, das entspricht ca. 45 % der anfallenden Schlamm-mengen der Provinz Bozen.

Abb. 10



4.2 Betriebserfahrungen mit der Trocknungsanlage

Die nachstehenden Graphiken zeigen deutlich, dass

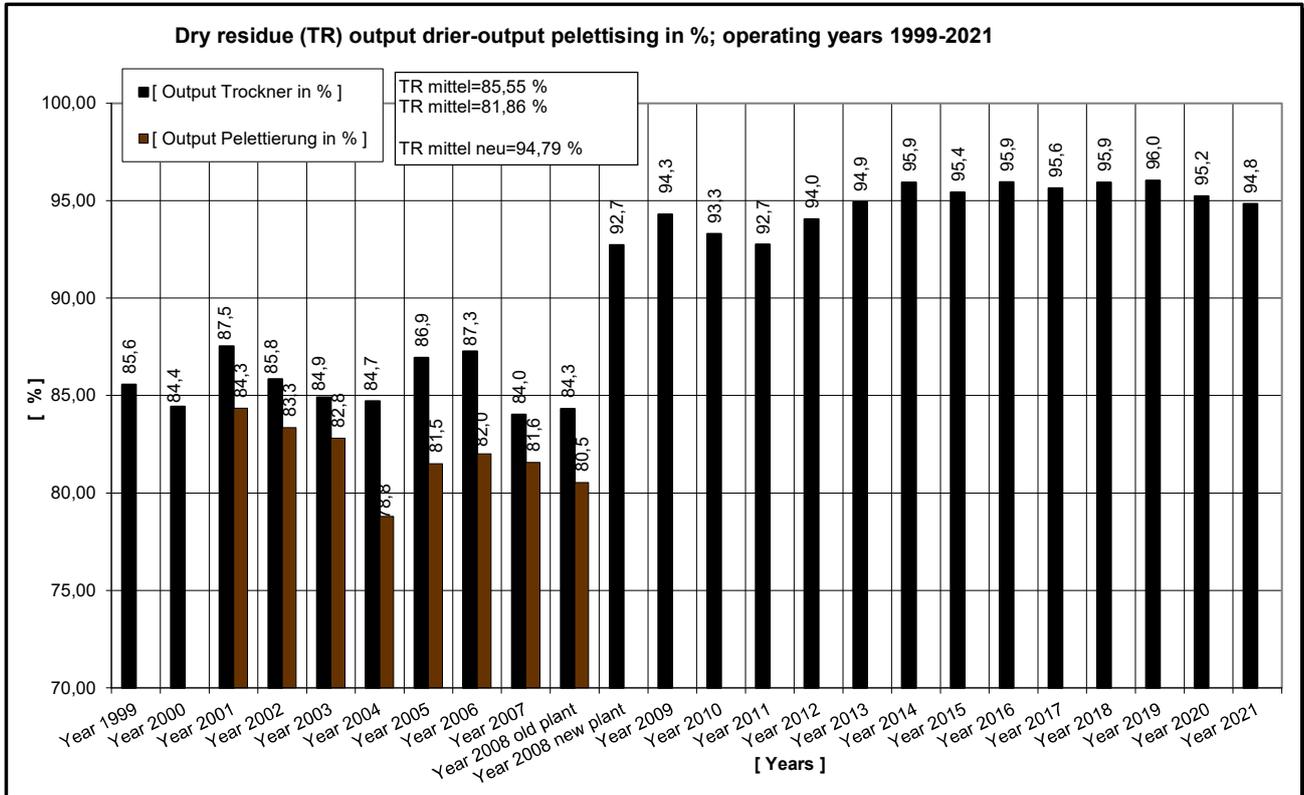
- Der alte Trockner mit **1,87 t/h** die erforderliche Durchsatzleistung von **2,5 t/h** nicht erreicht hat, während der Bandtrockner mit **2,90 t/h** die erforderliche Durchsatzleistung deutlich übertrifft,
- Der alte Trockner mit **1,24 tH₂O/h** die erforderliche Wasserverdampfungsleistung von **2,0 tH₂O/h** nicht erreicht hat, während der Bandtrockner mit **2,21 tH₂O/h (max. 2,55 tH₂O/h-2018)** die erforderliche Wasserverdampfungsleistung deutlich übertrifft (12,50% (max. 27,50%) über Auslegung im Dauerbetrieb),
- Der alte Trockner mit **85,55 % TS** die erforderliche Trockensubstanz von **90 % TS** im Output nicht erreicht hat, während der Bandtrockner mit **94,79 % TS** die erforderliche Trockensubstanz von 90 % TS im Output deutlich übertrifft
- Während mit dem alten Trockner im Mittel **29,80 Container pro Woche** entsorgt wurden, wurden mit dem Bandtrockner im Mittel **45 Container pro Woche** entsorgt
- Im Jahr 2021 wurden **1.816 Container** entsorgt. Das entspricht **908 LKW's** und einer **LKW-Schlange von 27,24 km**.

In Tab. 10 sind die Soll- und Ist-Leistungen tabellarisch dargestellt.

Parameter	Soll	Alter Trockner 1999-März 2008	Bandtrockner Juli 2008-Dezember 2021
Durchsatzleistung in t/h	2,5 t/h	1,87 t/h Input	2,90 t/h Input
Wasserverdampfungsleistung in t/h	2,0 t/h	1,33 tH ₂ O/h	2,21 tH ₂ O/h
Trockensubstanz Output TRA	90 % TS	85,55 % TS	94,79 % TS

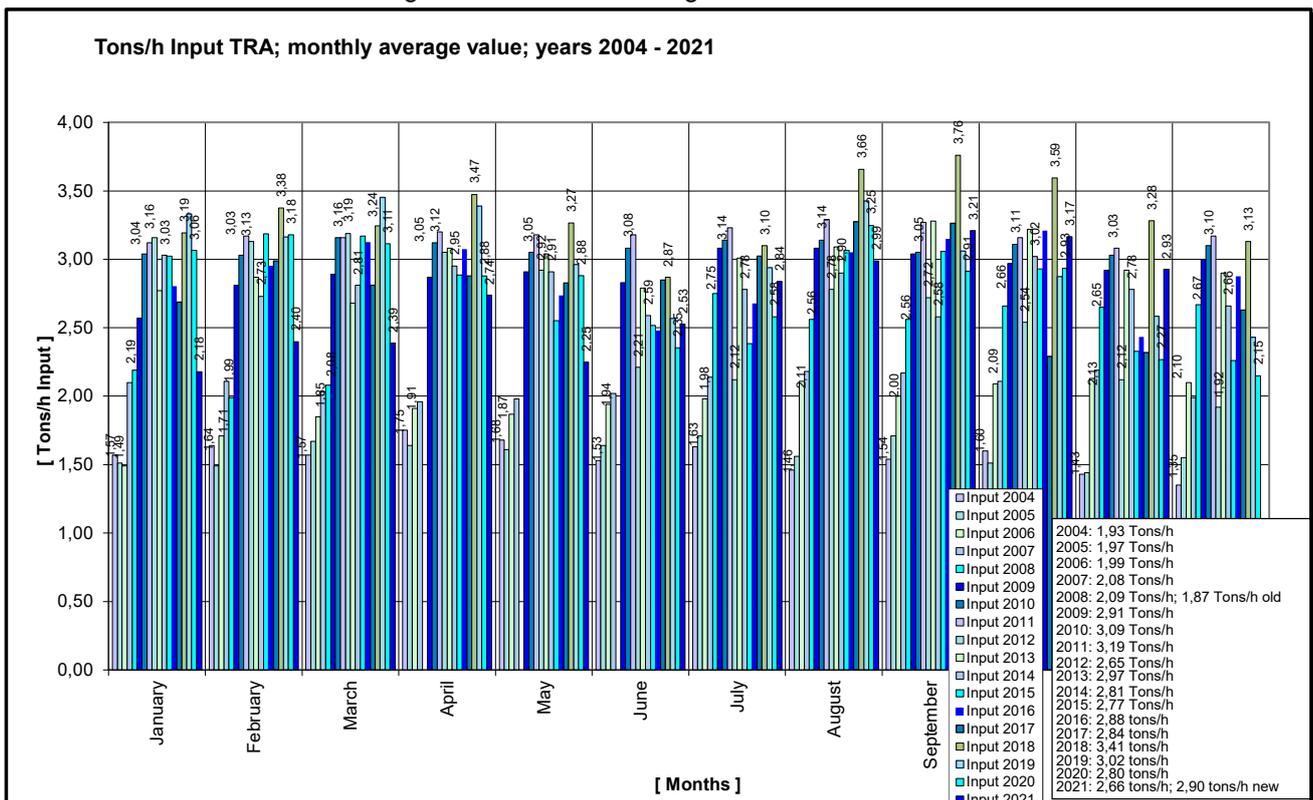
4.2.1 Trockenrückstand im Output der Trocknung von 1999-2021

In Abb. 11 sind die Jahresmittelwerte des Trockenrückstandes über die Jahre graphisch dargestellt.
Abb. 11



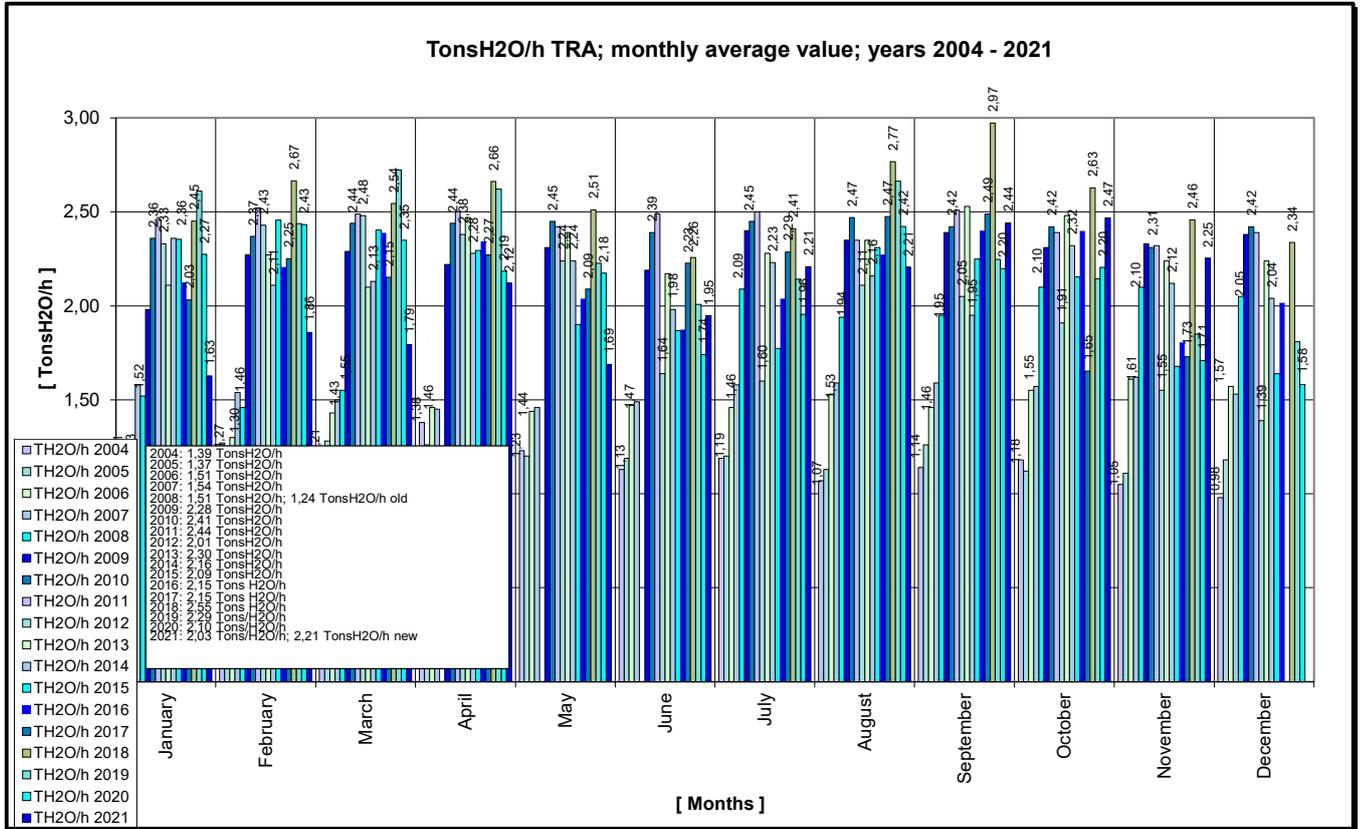
4.2.2 Durchsatzleistung in Tonnen Input/h als Monatsmittelwerte von 2004-2021

In Abb. 12 ist die Durchsatzleistung in Tonnen/Stunde dargestellt.



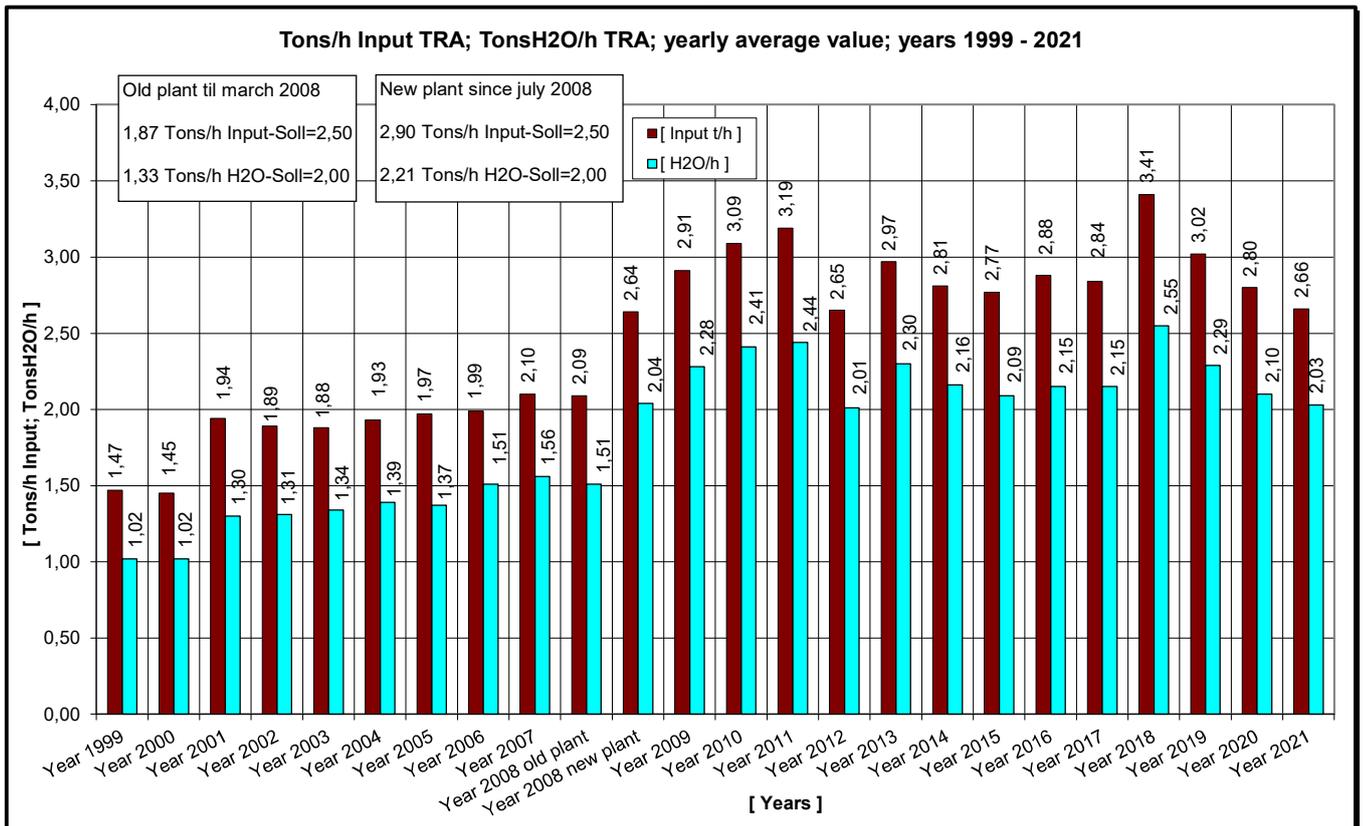
4.2.3 Wasserverdampfungsleistung in t H₂O/h als Monatsmittelwerte von 2004-2021

In Abb. 13 ist die Wasserverdampfungsleistung in Tonnen/Stunde dargestellt.



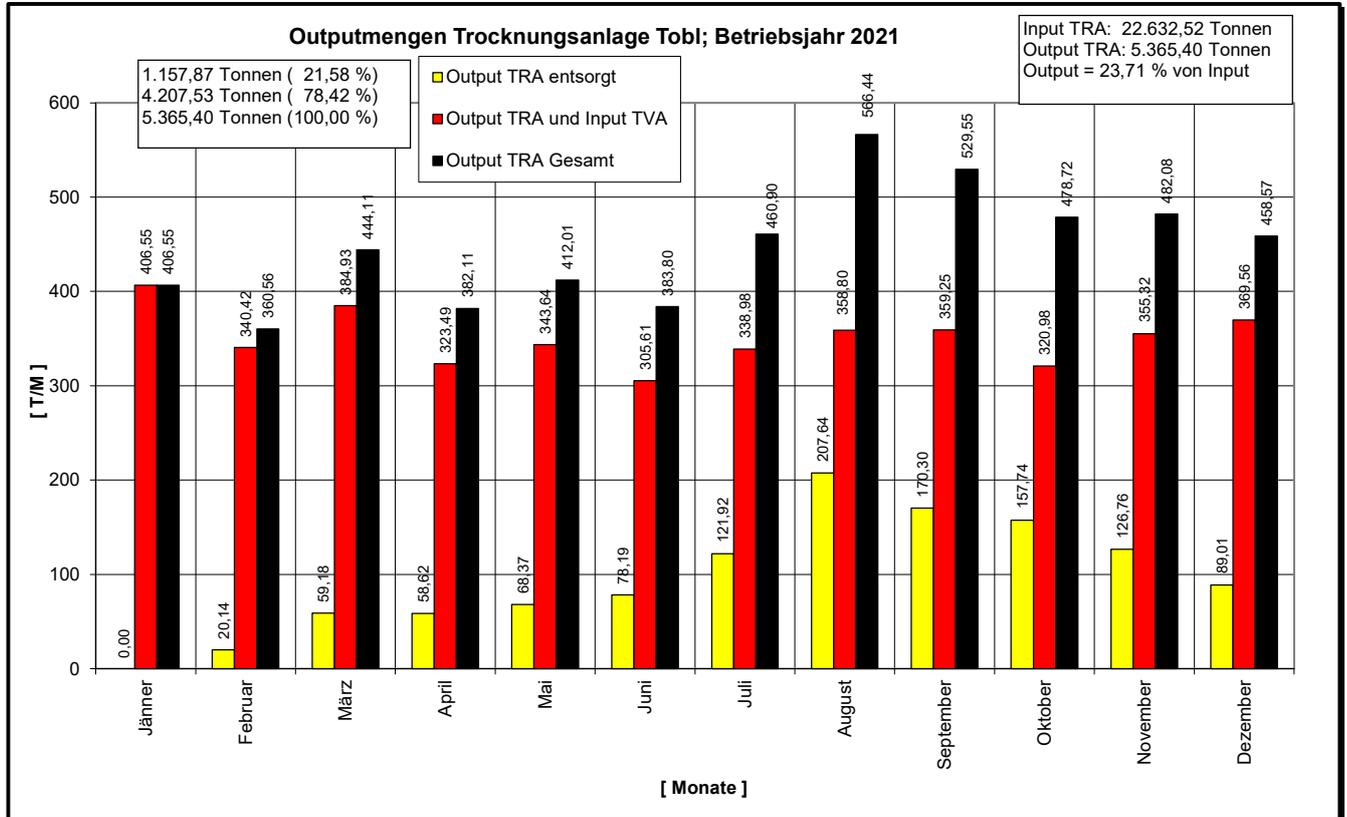
4.2.4 Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung von 1999-2021

In Abb. 14 sind beide Kennzahlen als Jahresmittelwerte dargestellt.



4.3 Outputmengen aus der Schlamm trocknungsanlage 2021

Die Outputmengen aus der Schlamm trocknungsanlage sind in Abb. 15 für das Jahr 2021 dargestellt.



Von den insgesamt an die Trocknungsanlage aufgegebenen entwässerten Klärschlamm m engen von **22.632,52 Tonnen** bleiben nach der Trocknung **5.365,40 Tonnen** getrockneter Klärschlamm übrig. Daraus resultiert eine Gewichtsreduktion von **76,29 %** oder umgekehrt ausgedrückt es bleiben nur noch **23,71 %** übrig, die thermisch mineralisiert werden.

Von den insgesamt **5.365,40 Tonnen** angefallenden getrockneten Klärschlamm m engen wurden **4.207,53 Tonnen (78,42 %)** mineralisiert, während **1.157,87 Tonnen (21,58 %)** getrocknet in ein Kompostwerk entsorgt werden mussten, weil die bestehende Mineralisierungsanlage bereits 10 % über der Auslegung gefahren wird und nicht mehr verarbeiten kann.

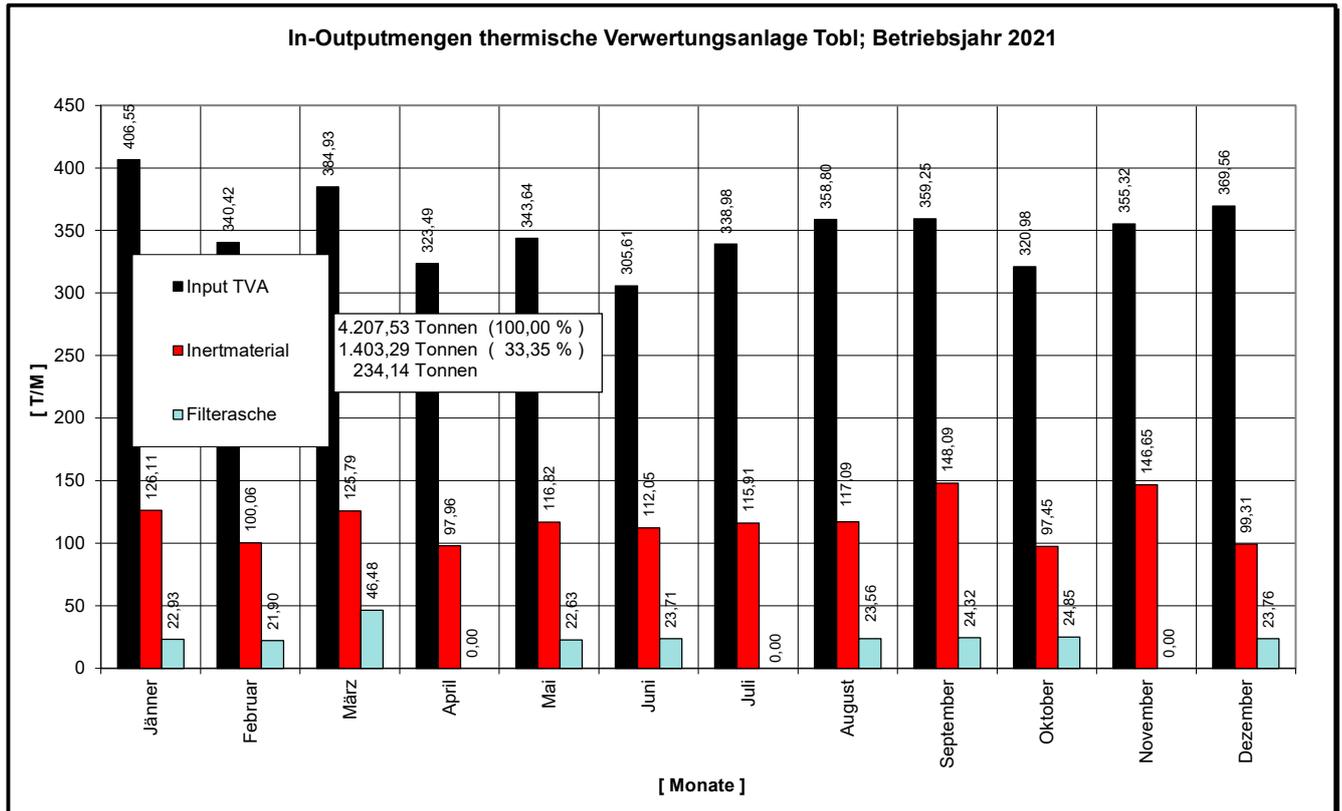
Die Auslegung der Mineralisierungsanlage beträgt **500 kg/h Trockenschlamm**. Die Betriebsstunden der TVA betragen im Jahr 2021 **8.319,24 Stunden**; das entspricht einer Beschickungsleistung von **505,76 kg/h Trockenschlamm**.

5 Thermische Verwertungsanlage (TVA)

5.1 Input und Output der thermischen Verwertungsanlage 2021

Die Input- und Outputmengen in die, bzw. aus der thermischen Verwertungsanlage sind in Abb. 16 für das Jahre 2021 dargestellt.

Abb. 16



Von den im Jahr 2021 insgesamt in der TVA behandelten **4.207,53 Tonnen** getrockneten Klärschlammgranulats blieben **1.403,29 Tonnen** an Inertmaterial übrig; das entspricht einer Reduktion von **66,65 %**. An Filterasche aus der Abluftreinigungsanlage sind insgesamt **234,14 Tonnen** angefallen.

5.2 Entsorgungswege Inertmaterial und Filterasche 2021

5.2.1 Inertmaterial

Nachdem uns die einheimischen Firmen keine Entsorgungssicherheit gewährleisten können, haben wir mit dem Aufbereitungszentrum Nürnberg DURMIN und Centro Risorse einen zuverlässigen Partner gefunden. Das Inertmaterial wird aufbereitet und als Deponieabdeckmaterial recycelt.

5.2.2 Filterasche

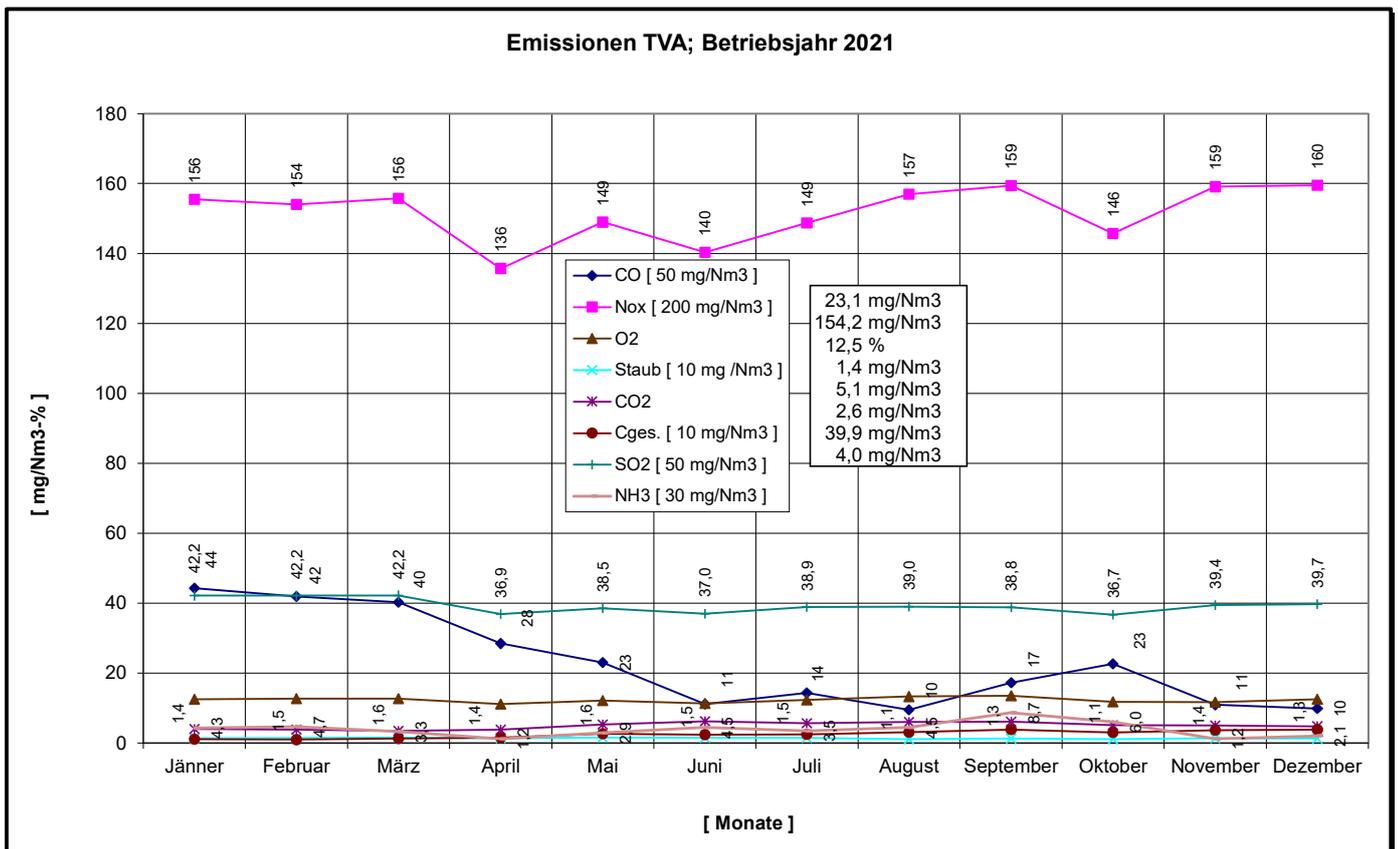
Die Filterasche wird endgelagert.

5.3 Emissionen im Kamin 2021

Für die Emissionen wurde ein eigener Bericht verfasst und den Behörden geschickt. In Tab. 9 sind die on-line Werte im Kamin als Monatsmittelwerte in mg/Nm³ dargestellt.

Monat 2021	CO [-/50 mg/Nm ³]	C _{ges.} [20/10 mg/Nm ³]	NOX [400/200mg/Nm ³]	Staub [30/10 mg/Nm ³]	SO ₂ [200/50 mg/Nm ³]	NH ₃ [30/- mg/Nm ³]	CO ₂ [-/- mg/Nm ³]
Jänner	44,24	1,1	155,5	1,4	42,16	4,3	4,00
Februar	41,92	1,0	154,0	1,5	42,17	4,7	3,88
März	40,22	1,3	155,8	1,6	42,21	3,3	3,51
April	28,44	1,6	135,7	1,4	36,92	1,2	3,79
Mai	23,03	2,7	149,0	1,6	38,52	2,9	5,36
Juni	11,11	2,4	140,3	1,5	37,00	4,5	6,28
Juli	14,38	2,5	148,8	1,5	38,92	3,5	5,69
August	9,51	3,1	157,0	1,1	38,97	4,5	6,08
September	17,25	3,9	159,4	1,3	38,78	8,7	6,15
Oktober	22,69	3,0	145,7	1,1	36,72	6,0	5,16
November	10,92	3,7	159,1	1,4	39,43	1,2	5,08
Dezember	9,93	3,9	159,5	1,3	39,66	2,1	4,76
Mittelwert 2021	23,09	2,6	154,2	1,4	39,94	4,0	5,07

In Abb. 17 sind die on-line Werte im Kamin als Monatsmittelwerte in mg/Nm³ graphisch dargestellt.



6 Massenbilanz 2021

In Abb. 18 ist die Massenbilanz vom entwässertem Klärschlamm bis hin zum Inertmaterial dargestellt. Von den insgesamt an die Trocknungsanlage aufgegebenen entwässerten Klärschlammengen von **22.632,52 Tonnen** bleiben nach der Trocknung **5.365,40 Tonnen** getrocknetes Klärschlammgranulat übrig.

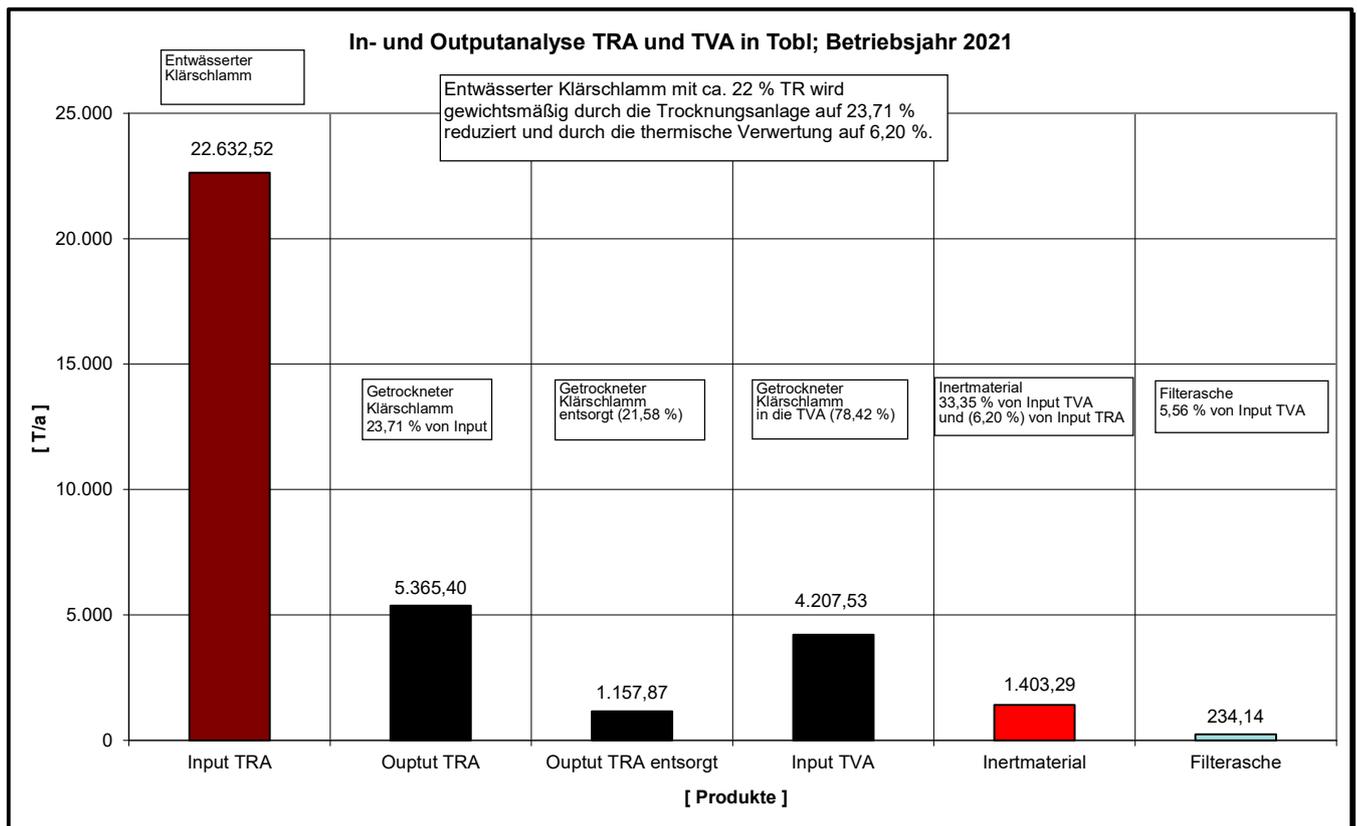
Von den **5.365,40 Tonnen** getrocknetem Klärschlamm werden **1.157,87 Tonnen** in ein Kompostwerk in Norditalien entsorgt, während **4.207,53 Tonnen** thermisch mineralisiert werden.

Die getrocknet entsorgte Klärschlammmenge von **1.157,87 Tonnen** sind umgerechnet **4.884,17 Tonnen** entwässertem Klärschlamm, die nicht durch die Mineralisierungsanlage gehen.

Thermisch mineralisiert werden also $22.632,52 - 4.884,17 = 17.748,35$ **Tonnen** entwässertem Klärschlamm, von dem bleiben **1.403,29 Tonnen** Inertmaterial übrig. Die **Gewichtsreduktion beträgt 93,80 %** oder umgekehrt ausgedrückt es bleiben nur noch **6,20 %** übrig, die entsorgt werden müssen.

Von 100 Tonnen entwässertem Klärschlamm bleiben 6,20 Tonnen als Inertmaterial übrig.

Abb. 18



7 Ausblick

7.1 Klärschlamm mengen

Die ARA Pustertal AG hat im Jahr 2021 insgesamt **22.632,52 Tonnen** entwässerten Klärschlamm getrocknet und mineralisiert. Im Vergleich zu 2020 (**24.736,57 Tonnen**) waren es insgesamt **2.104,05 Tonnen, also 8,51 % weniger**.

Die Verfügbarkeit beider Anlagen (Bandrockner und thermische Verwertung) ist mit über 92 % vorbildlich.

Für das Jahr 2022 gilt es diese Beständigkeit der Anlagen zu halten und ca. 25.000 Tonnen Klärschlamm zu trocknen und zu mineralisieren.

Es sind 2 programmierte Stillstände geplant, nämlich in KW 18, 19 und KW 40.

7.2 Anpassungen und Verbesserungen an der Anlage

Es wird sicherlich noch einige Optimierungen an der Anlage geben, einige davon sind schon in der Planungs- und Umsetzungsphase:

- Wir sind im Jahr 2021 die TRA mit 2,03 tH₂O/h, also 1,5 % über Auslegung gefahren; somit steigen der Methangas- und Stromverbrauch, außerdem gibt es erhöhte Instandhaltungskosten; Ziel für 2021 bleibt, die TRA auf Auslegung zu betreiben.
- Wärmerückgewinnung Kamin TVA in die Trocknungsanlage (seit Anfang 2016 in Betrieb)
- Wärmerückgewinnung Kamin BHKW 4 mit Thermoölvor- und Rücklaufleitung und Wärmetauscher (seit 23.12.2016 in Betrieb)
- Wärmerückgewinnung Kamin BHKW 1, 2 und 4 mit Thermoölvor- und Rücklaufleitung und Wärmetauscher in Ausführungsphase (seit 01.12.2018 BHKW 1 in Betrieb, die anderen 2 seit März 2019)
- Das Investitionsprojekt „Thermische Verwertungsanlage für alle Klärschlämme Südtirols auf der Kläranlage ARA Tobl-St. Lorenzen“ wurde im März 2020 abgegeben; trotz Notstand ist nicht viel passiert.

Andere Optimierungen werden sich sicherlich noch im Laufe des Jahres ergeben.

7.3 Entsorgungswege Inertmaterial und Filterasche

Die nachhaltigen Entsorgungswege haben wir bereits im Jahr 2007 gefunden, sodass diesbezüglich kein Handlungsbedarf besteht.

Datum	Geschäftsführer	Unterschrift
06.01.2022	Konrad Engl	