

Solare Klärschlamm-trocknung – Betrieb, Emissionen und Energie- bedarf

Thermische Behandlungsverfahren für kommunale Klärschlämme werden in Zukunft stark an Bedeutung gewinnen. Der Umfang der landwirtschaftlichen Ausbringung wird aufgrund der aktuellen Entwicklung – hin zu einem vorsorgenden Boden-, Grundwasser-, Gesundheits- und Verbraucherschutz – weiter rückläufig sein.

Zudem ist die Ablagerung von kommunalen Klärschlämmen

- gemäß der Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung) und
- der Technischen Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TA Siedlungsabfall)

ab dem 2. Juni 2005 untersagt, da Klärschlämme einen organischen Anteil in der Trockensubstanz (TS) größer als 5 % aufweisen.

Für einige thermische Verfahren ist die vorangehende Behandlung (maschinelle Entwässerung plus thermische Trocknung) der Klärschlämme aus verfahrenstechnischen Gründen zwingend notwendig. Für den Bau und Betrieb von Klärschlamm-trocknungsanlagen spielen vermehrt ökonomische Gesichtspunkte wie Einsparungen bei den Transport- und Behandlungskosten eine entscheidende Rolle.

Der Abwasserzweckverband (AZV) Füssen betreibt seit dem Jahr 2000 auf der Kläranlage Ehr-

Der Abwasserzweckverband (AZV) Füssen betreibt seit dem Jahr 2000 auf der Kläranlage Ehrwang eine solare Klärschlamm-Trocknungsanlage.

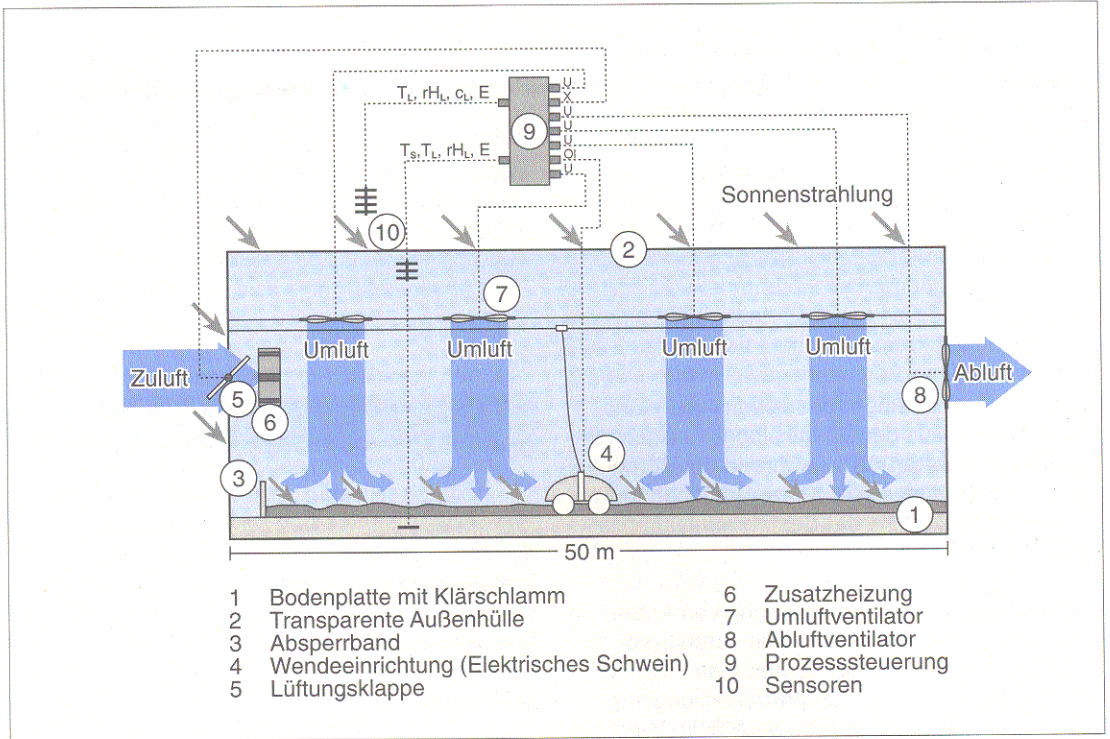


Abb. 10: Schematische Darstellung (Querschnitt) einer Trockenhalle der solaren Klärschlamm-trocknungsanlage Füssen-Ehrwang

wang eine solare Klärschlamm-Trocknungsanlage; ein innovatives Verfahren, bei dem der Klärschlamm unter Nutzung der Strahlungsenergie der Sonne und des natürlichen Feuchtigkeits-Aufnahmepotenzials der umgebenden Luft getrocknet wird.

Gemeinsam mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft und dem Institut für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim untersuchten wir im Winter/Frühjahr 2002 die Anlage mit dem Ziel, weiterführende Erkenntnisse über deren Betrieb, Emissionen und Energiebedarf zu erhalten.

Bei der solaren Klärschlamm-trocknungsanlage des AZV Füssen (Hersteller: Fa. Thermo-System Industrie- & Trocknungstechnik GmbH, Alfdorf-Pfahlbronn) handelt es sich um vier aneinander gereihete Leichtbauhallen mit transparenter Außenhülle – vergleichbar Gewächshäusern.

Der an der Kläranlage mit einer Zentrifuge auf einen TS-Gehalt von 28 % vorentwässerte Klärschlamm wird mit einem Radlader gleichmäßig auf der befestigten, 500 m² umfassenden Bodenplatte (1) der Halle verteilt. Die maximale Füllhöhe beträgt in der frostfreien Periode 30 cm und bei Frostgefahr verfahrensbedingt 15 cm (Vermeidung von Schäden an den Werkzeugen der Wendeeinrichtung durch gefrorene Klärschlammbröckchen). Die Bodenfläche ist an den Seiten und am Ende mit einer Betoneinwandung begrenzt, auf die eine Leichtbaukonstruktion aus einer transparenten, wärmedämmenden Außenhülle aus Polycarbonat-Stegplatten (2) baut. Die Betoneinwandung grenzt gemeinsam mit einem frontseitigen Absperrband (3) den Arbeitsbereich der automatischen Klärschlamm-Wendeeinrichtung (4) – dem sogenannten 'Elektrischen Schwein' – ab. Das 'Elektrische Schwein' erkennt über sechs Ultraschallsensoren die Hallenbegrenzungen und führt

nach einem definierten Ablaufschema Umkehr- und Lenkbewegungen aus. Mit Hilfe spatenförmiger Mischwerkzeuge an den Achsen durchmischt und belüftet das 'Elektrische Schwein' mehrmals täglich den Klärschlamm über die gesamte Fläche.

Die in der Halle installierten vier Umluftventilatoren (7) sorgen für eine Umwälzung der Hallenluft und die zwei Abluftventilatoren (8), gemeinsam mit der frontseitigen Lüftungsklappe (5), für einen gezielten Austausch der feuchten Hallenluft gegen trockene Umgebungsluft. Bei Bedarf kann die einströmende Umgebungsluft mit einem Wärmetauscher (6), der mit Abwärme aus der Verstromung von Faulgas im Blockheizkraftwerk der Kläranlage betrieben wird, vorgewärmt werden. Die Steuerung aller anlagentechnischen Komponenten erfolgt getrennt für jede Trockenhalle auf Grundlage des Auswertergebnisses verschiedener Prozessgrößen (9): dazu werden die Schlammtemperatur, die Lufttemperatur und -feuchte in der Halle, die einfallende Globalstrahlung sowie die Luftfeuchte und die Windschwindigkeit außerhalb der Halle gemessen (10). Die Anpassung des Anlagenbetriebs an den Trocknungsfortschritt erfolgt in drei Stufen vollautomatisch auf Grundlage des von der Anlagensteuerung errechneten theoretischen TS-Gehalts oder durch manuelle Vorgabe eines im Betriebslabor an der Kläranlage ermittelten TS-Gehalts des Klärschlammes.

Der gesamte Trockenprozess erstreckt sich, abhängig von den Witterungsverhältnissen und dem gewünschten TS-Gehalt, über mehrere Wochen. So dauerte im Winter/Frühjahr 2002 der Trockenvorgang 53 Tage bis ein TS-Gehalt von 76,2 % erreicht wurde. Als maximal erzielbaren TS-Gehalt wird vom Anlagenbauer ein Wert von 90 % angegeben. Nach Erreichen des gewünschten TS-Gehalts wird der Klärschlamm mit einem Radla-

Komponente	Einheit	Min	Max	TA Luft 2002*
Gesamtstaub, einschließlich Feinstaub				
			3,3	
Gesamtstaub	mg/m ³	< 0,1	(48,8**)	10
Staubförmige anorganische Stoffe				
Klasse I				
Hg und seine Verbindungen	mg/m ³		< 0,0005	0,05
Tl und seine Verbindungen	mg/m ³		< 0,0001	0,05
Klasse II				
Pb, Co, Ni, Se, Te und ihre Verbindungen	mg/m ³	< 0,0001	0,0071	0,5
Klasse III				
Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn und ihre Verbindungen	mg/m ³	0,0005	0,0379	1
Gasförmige anorganische Stoffe				
Klasse II				
Fluor und seine Verbindungen, angegeben als HF	mg/m ³		< 1	3
Klasse III				
Ammoniak	mg/m ³	0,1	8,4	20
Gasförmige anorg. Chlorverb., angegeben als HCl	mg/m ³		< 1	20
Klasse IV				
Schwefeloxide, angegeben als Schwefeldioxid	g/m ³		< 0,0001	0,35
Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid	g/m ³		< 0,0036	0,35
Kohlenstoffmonoxid	g/m ³		< 0,005	0,10
Organische Stoffe				
Gesamtkohlenstoff	mg/m ³	< 1	17	20
Dioxine und Furane	ng I-TE/m ³	< 0,00001	0,00025	0,1
Geruchsstoffe	GE/m ³	95	128	1.000
PCB nach DIN	ng/m ³	1,7	13,1	-
PCPh	ng/m ³	8	67	-
PAK nach EPA	µg/m ³	0,5	7,0	-

* Anforderungen für Klärschlamm-trocknungsanlagen
 ** während der Hallenleerung

Tab. 6: Minimal und maximal festgestellte Schadstoffgehalte in der Abluft der solaren Klärschlamm-Trocknungsanlage im Vergleich zu den Vorgaben der TA Luft

der auf Lkw's verladen und in einem Kohlekraftwerk als Brennstoff eingesetzt.

Unsere Emissionsmessungen ergaben nur geringe bis sehr geringe Konzentrationen an staubförmigen und gasförmigen anorganischen Schadstoffen in der Abluft des Trockners (Tab. 6). Beispielsweise liegen die Gehalte von Quecksilber (Hg), Thallium (Tl), Fluor-, und Chlorwasserstoff (HF, HCl), Schwefeloxiden, Stickstoffoxiden und Kohlenstoffmonoxid unter der Nachweisgrenze der verwendeten Bestimmungsverfahren. Ammoniak und die Gruppen der Metalle Blei (Pb), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Selen (Se), Tellur (Te) so-

wie Antimon (Sb), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V), Zinn (Sn) sind in der Abluft zwar nachweisbar, im Vergleich zu den Emissionsbegrenzungen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) aber gering. Für den Gesamtstaub zeigte sich eine Korrelation mit dem Trocknungsgrad des Klärschlammes. Zu Beginn der Trocknung (TS-Gehalt 30 %) befand sich in der Abluft der Gesamtstaub noch unterhalb 0,1 mg/m³, später (TS-Gehalt 50 %) im Bereich von 0,1 mg/m³ und am Ende (TS-Gehalt > 70 %) bei bis zu 3,3 mg/m³. Die maximale Gesamtstaub-Emission mit 48,8 mg/m³ trat in einem ca. 45-minütigen Zeitraum während der

Emissionsmessungen ergaben nur geringe bis sehr geringe Konzentrationen an staubförmigen und gasförmigen anorganischen Schadstoffen in der Abluft des Trockners.

Entleerung der Halle mit einem Radlader auf. Hier wurden verstärkt Feinanteile des Klärschlammes aufgewirbelt, die über die zur Hallenbelüftung mit Maximalleistung laufenden Abluftventilatoren in die Umgebung austraten.

Die Emissionen der organischen Schadstoffe Dioxine und Furane (PCDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Phenole (PCPh) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) konnten allesamt als gering bis sehr gering bewertet werden.

In der Abluft waren unmittelbar nach der Neubefüllung der Halle die höchsten Gesamtkohlenstoff- und Geruchsstoff-Gehalte festzustellen. Bei Einsatz der Belüftung des Klärschlammes über die automatische Wendeeinrichtung nahmen diese jedoch rasch ab. Ab einem TS-Gehalt von 40 % war in der Halle praktisch kein Geruch mehr wahrnehmbar.

Außerdem als bei konventionellen Klärschlamm-trocknungsanlagen, die den Energiebedarf hauptsächlich mit thermischer Energie aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe decken, wird an der solaren Klärschlamm-trocknungsanlage des AZV Füssen nur elektrische Energie zum Betrieb der Ab- und Umluftventilatoren sowie der automatischen Wendeeinrichtung benötigt. Bezogen auf die abgeführte Feuchtigkeitsmasse liegt der spezifische elektrische Energiebedarf bei 30,5 kWh/(Mg H₂O). Der weitaus größte Teil der zur Trocknung erforderlichen Energie wird mit einem spezifischen thermischen Energiebeitrag von 941,5 kWh/(Mg H₂O) durch die Sonneneinstrahlung gedeckt (Abb. 11).

Gegenüber anderen Klärschlamm-trocknungsverfahren liegt der spezifische Energiebedarf an der solaren Klärschlamm-trocknungsanlage des AZV Füssen um mindestens eine Größenordnung niedriger (Abb. 12).

Unsere Untersuchungen an der solaren Klärschlamm-trocknungsanlage des AZV Füssen ergaben, dass im gemäßigten Klimazonenbereich von Bayern die solare Trocknung von kommunalen Klärschlämmen technisch und wirtschaftlich möglich ist.

Dieses Verfahren stellt aufgrund

- des geringen technischen Aufwands,
- der niedrigen Emissionen und
- des geringen spezifischen Energieverbrauchs

eine Alternative zu den bewährten konventionellen Trocknungsverfahren dar.

Aufgrund des Flächenbedarfs für die Hallenkonstruktion ist es für kleine bis mittelgroße Kläranlagen bis 100.000 Einwohnerwerte als dezentrale Lösung gut geeignet. An Infrastruktur werden für die solare Klärschlamm-trocknung – im Vergleich zu anderen Trocknungsverfahren – vor allem Zwischenlager benötigt, da der Trocknungsprozess diskontinuierlich abläuft und sich in Abhängigkeit von der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen über mehrere Wochen erstrecken kann.

Bei einer Entscheidung für ein Klärschlamm-trocknungsverfahren ist insbesondere zu beachten, dass das Gesamtentsorgungskonzept vom ersten bis zum letzten Schritt (beginnend von der Abwasserreinigung bis hin zur Klärschlamm-entsorgung) ökologisch und ökonomisch in sich schlüssig und damit nachhaltig ist. Vor der Entscheidung für ein solares Klärschlamm-trocknungsverfahren sollte das Gesamtentsorgungskonzept geprüft werden.

Thomas Bogner
Tel.: 0821/7000-287,
josef-vogl-technikum@lfu.bayern.de

Unsere Untersuchungen ergaben, dass im gemäßigten Klimazonenbereich von Bayern die solare Trocknung von kommunalen Klärschlämmen technisch und wirtschaftlich möglich ist.

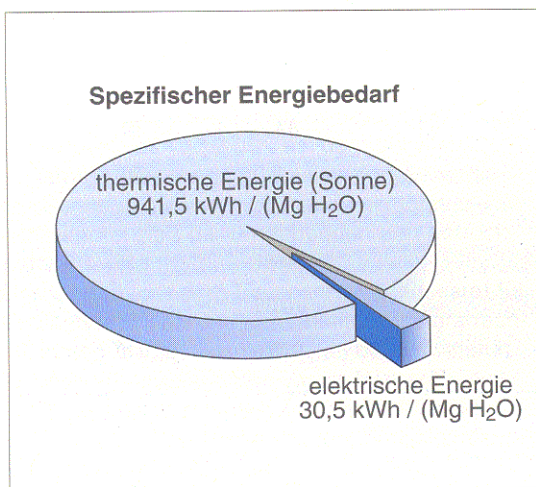


Abb. 11: Elektrischer und thermischer Energiebedarf

