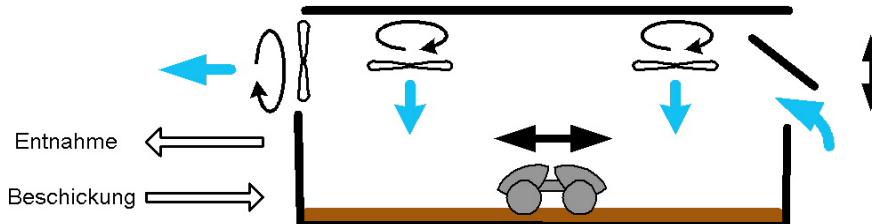


Datenblatt			Index-No.		WT/S-02_SOD							
Zur Beschreibung von:												
Verfahren	X	Technik	X	anderes								
Bezeichnung	Solare Trocknung von feuchten Abfällen, insbesondere Klärschlamm											
Einsatz- bzw. Anwendungsziele	Volumen-/Massereduktion sowie Heizwerterhöhung von Klärschlämmen und Abfällen mit hohem Wassergehalt und biogenem Anteil											
Charakterisierung des allgemeinen Anwendungsrahmens (bitte auch Fußnoten beachten)												
Insbesondere anwendbar für folgende Abfallarten												
Gemischte Haushaltsabfälle	X	Leichtverpackungen	-	Speise- und Grünabfälle	X							
Papier/Pappe/Kartonagen	-	Altglas	-	Sperrmüll einschließlich Elektro- und Haushaltsaltgeräte	-							
Altmetall	-	Altholz	X	Bau- und Abbruchabfälle	-							
Altöl	-	Altfarben/-lacke	-	Altreifen								
Gefährliche Abfälle	-											
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle	(X)	nicht gefährliche Abfallgemische mit hohem Wassergehalt und biogenem Anteil										
Andere Abfallarten	X	insbesondere Klärschlamm										
Spezielle Charakteristika und Anforderungen der Anwendung												
Notwendigkeit einer Vorbehandlung: Bei stückigen Materialien wie Haushaltsabfällen oder Frischholz ist eine Zerkleinerung und Homogenisierung sinnvoll, um eine gleichmäßige Verteilung der Feuchte und einen effektiven Trocknungsvorgang zu erreichen.												
Verwertungsmöglichkeiten des Outputmaterials: insbesondere thermische Verwertung												
Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten für Outputmaterial: insbesondere Verbrennung, Kriterien für eine schadlose Ablagerung (nach deutscher AbfAblV) werden nicht erfüllt. Die parallel zum Trocknungsvorgang stattfindende Verrottung führt jedoch auch zur Verringerung der biologischen Aktivität des Abfalls.												
Besondere Schutzerfordernisse: Für die solare Trocknung von Klärschlamm wird je nach Standort und Anlagengröße keine Abluftreinigung benötigt. Bei Trocknung von Abfällen wird eine Abluftreinigung notwendig sein. Abwasser wird über die Abluft ausgetragen und fällt in flüssiger Form nicht an. Die Aussagen setzen voraus, dass die Solartrocknung in einer (teilweise) geschlossenen Glasskonstruktion und auf versiegelter Untergrund erfolgt.												
Einfluss äußerer Gegebenheiten auf die Art und den Umfang der Anwendbarkeit												
Infrastrukturelle Gegebenheiten: Aufgrund der bei der solaren Trocknung notwendigen Ausbreitung der Abfälle in dünner Schicht ist ein erhöhter Platzbedarf für die Errichtung der Anlage gegeben. Ferner ist wegen der notwendigen An- und Abfuhr der Abfälle auf gute Zugänglichkeit und Anbindung an Transportwege zu achten. Die Integration der Trocknungsanlage in ein Abfallbehandlungszentrum (z.B. Deponieanlage) ist empfehlenswert.												
Klimatische Gegebenheiten: Von besonderer Relevanz für die Effektivität der Trocknung sind die Faktoren:												
<ul style="list-style-type: none"> - Länge der Sonnenscheindauer und Strahlungsintensität - Eingangsluftfeuchte und -temperatur 												
Auf die Anwendung der Technik an Standorten die in dieser Hinsicht ungünstige Voraussetzungen liefern, sollte verzichtet werden. Weitere relevante Parameter sind die Luftmenge und Temperatur des Ausgangsmaterials.												
Technische Details												
Allgemeiner Überblick												
Kurzbeschreibung	Die solare Trocknung dient der Volumen- und Massereduktion sowie der Heizwerterhöhung von Abfällen mit hohem Wassergehalt und biogenem Anteil. Zur Trocknung wird in erster Linie die Strahlungswärme der Sonne genutzt. Die Trocknung erfolgt in transparent überdachten und meist gewandeten Hallen. Die Sonnenenergie erwärmt das Trockengut und die Hallenluft und unterstützt damit den Feuchteübergang in die Luft. Zur Intensivierung des Trocknungsprozesses erfolgt die Auflockerung/Umsetzung des Trockengutes.											

Grundvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Geeignete klimatische Bedingungen (Sonnenscheindauer und -intensität) Transparente Überdachung/Halle Technik zur Auflockerung des Trockengutes Intensive Be-/Entlüftung
zu erwartende Ergebnisse	je nach klimatischen Voraussetzungen und Art des Trockengutes: <ul style="list-style-type: none"> mittlere spezifische Verdunstungsleistung (in Europa, lt. FISCHLI 2004) bis zu 1000 kg/m² Trocknungsfläche optimaler Trocknungsgrad etwa 70 % Trockensubstanzgehalt theoretisch erreichbarer maximaler Trocknungsgrad >90 % Trockensubstanzgehalt
besondere Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> geringer spezifischer elektrischer Energiebedarf kein weiterer künstlicher Wärmeenergiebedarf einfache robuste Technik
spezifische Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> geringe Trocknungseffizienz (Zeitdauer) hoher Flächenbedarf bisherige Referenzanlagen arbeiten mit vorwiegend geringer Kapazität
Anwendungsdetails	
Technische Umsetzung	<p>Mittels der solaren Trocknung kann ein granulatartiges Stoffgemisch erzeugt werden, welches durch günstige logistische Eigenschaften viele Entsorgungswege offen hält und gute Voraussetzungen zur thermischen Nutzung mitbringt. Beim Trocknungsprozess werden das Trockengut und die Hallenluft durch die Sonnenenergie erwärmt und damit der Feuchteübergang vom Abfall in die Luft beschleunigt. Der erhöhte Wasserdampfdruck führt dazu, dass Wasser aus dem Inputmaterial in die warme, wasserdampfungsättigte Umgebungsluft ausgetrieben wird. Die aufsteigende feuchte gesättigte Luft muß aus dem System entlassen werden. Die dafür erforderliche Umwälzung der Luft erfährt durch einen Kamineffekt bedingt durch die Anlagengestaltung mit Auslaßklappen im Dach und ggf. zusätzlichen motorbetriebenen Ventilatoren Unterstützung. Zur Intensivierung des Trocknungsprozesses wird technisches Gerät bzw. eine vollautomatische Vorrichtung zur Auflockerung/Umsetzung des Trockengutes verwendet. Die Strahlungstrocknung kann durch ein Heizsystem unterstützt werden. Die Anlagen arbeiten in der Regel im Batch-Betrieb.</p> 
Abb. 1: Anlagenkonzept des Anbieters Thermo-System Industrie- und Trocknungstechnik GmbH (Grafikquelle: IKrW GmbH)	
 Abb. 2: Solare Trocknungsanlage in Bredstedt (Bildquelle: Thermo-System Industrie- und Trocknungstechnik GmbH)	

Fortsetz.: Technische Umsetzung	<p>Abb.3: Anlagenkonzept des Anbieters IST-Anlagenbau (Grafikquelle: IKrW GmbH)</p> <p>Abb. 4: Solare Klärschlammtrocknungsanlage in Iffezheim (Bildquelle: IST-Anlagenbau GmbH)</p>
Stofffluss und -mengen	<ul style="list-style-type: none"> Input: <ul style="list-style-type: none"> - Flüssigschlamm mit 1-10 % TS-Gehalt - vorentwässerter Schlamm mit 10-40 % TS-Gehalt (meist über 20 %) Output: <ul style="list-style-type: none"> - Material mit einer Endfeuchte von 50-90 % TS-Gehalt aber wenig Verlusten durch biologische Abbauprozesse
Anwendungsbereich	<ul style="list-style-type: none"> Für den Einsatz von feuchtem oder vorentwässertem Klärschlamm mit Mengen von 300-15.000 Mg/a bisher technisch umgesetzt Ebenfalls Einsatz in der Holztrocknung Einsatz in anderen Bereichen, z.B. der Restabfalltrocknung großtechnisch denkbar aber bislang nur pilottechnisch realisiert
Zusammenhänge und Kombinierbarkeit mit anderen Techniken	Die solare Trocknung eignet sich durch die Homogenisierung und Erhöhung des Heizwertes gut als Vorstufe zur energetischen Verwertung
Orientierungswerte für die Anwendung	
Ressourceneinsatz	
Energiebilanz	Spezifischer elektrischer Energiebedarf: 10-30 kWh/Mg entzogenes H ₂ O
CO ₂ -Relevanz	Durch die energetische Nutzung des regenerativen Anteils (in Europa bei ca. 50 %) im Trockengut wird eine positive CO ₂ -Bilanz erzielt
Benötigte Hilfsmittel oder Zusatzstoffe	geeignete Technik zum Beschicken und Entleeren der Trocknungshallen je nach Beschaffenheit und Menge des Trockengutes (z.B. Radlader)
Personalbedarf	der Trocknungsvorgang verläuft selbstständig, für das Beschicken und Entleeren der Trocknungshallen sowie zur Kontrolle und Wartung wird (abhängig von der Anlagenkapazität) eine geringe Zahl an Bedienpersonal benötigt
Flächenbedarf	Je nach Anwendungsfall können 0.5-6 Mg Schlamm pro m ² Trocknungsfläche und Jahr ohne zusätzliche Wärmezufuhr behandelt werden.
Kosten	
Investitionskosten	Ohne Abwärmenutzung: rund 250 EUR/m ² Hallenfläche, stark schwankend Mit Abwärmenutzung: rund 350 EUR/m ² Hallenfläche, stark schwankend
Betriebskosten	ca. 15 EUR je Mg entzogenes H ₂ O

Möglichkeit von Einnahmen	durch die bei externer Anlieferung zu zahlenden Annahmepreise für zu trocknende Abfälle oder aus dem Verkauf eines hergestellten Brennstoffproduktes
Massespezifische Gesamtkosten	stark schwankend in Abhängigkeit von Material, Verdunstungsleistung und Wassergehalt im In-/Output
<u>Andere relevante Aspekte</u>	
Sonstige Details	
<u>Marktübersicht</u>	
Referenzanwendungen	Zunehmende Anwendung, derzeit bereits über 150 Anlagen weltweit, vornehmlich in Deutschland, Schweiz, Österreich, Frankreich und Australien. Referenzanlagen in Deutschland sind u.a.: Bramberg, Füssen, Bredstedt Iffezheim, Albstadt (Durchsatz 4,200 t/a), Sigmaringen (Durchsatz 1,500 t/a)
Anerkannte Hersteller und Dienstleister <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Hersteller für Anlagen und Anlagenkomponenten zur solaren Abfalltrocknung in Deutschland sind zum Beispiel: ist Anlagenbau GmbH, Kandern www.ist-anlagenbau.de THERMO-SYSTEM Industrie- & Trocknungstechnik GmbH, Filderstadt-Bernhausen www.thermo-system.com Hans Huber AG Maschinen- u. Anlagenbau, Berching, www.huber.de Passavant-Geiger GmbH, Hanau www.passavant-geiger.de
<u>Anmerkungen und weitere Referenzdokumente</u>	
Weiterführende Literatur: Perspektiven der solaren Klärschlamm-trocknung im Land Bremen. Publikation des Instituts für Kreislaufwirtschaft: http://www.hs-bremen.de/IKrW/Veroeffentlichungen/Klaerschlamm.pdf	