

stela[®]



Trocknungstechnik

**Professionelle Trocknung von
Gärsubstrat**

**Thomas Laxhuber
STELA Laxhuber GmbH**

Tel: +49-8724-899-0 Fax +49-88724-899-80 www.stela.de

Gründe für die Trocknung

- Produktveredelung nahezu ohne Energiekosten
- Erweiterung des Absatzmarktes
- Volumenreduktion verringert Lager- und Entsorgungskosten
- (KWK-Bonus)



Trocknungsprodukt Gärsubstrat



- Kreislauf wird geschlossen
- Wenig Platzbedarf für Zwischenlagerung
- Trocknung saisonunabhängig
- Auf Positivliste des EEG (Anlage 3, III.7)
- Abluftbehandlung notwendig



Abwärmequellen

Wasser aus Kühlkreislauf (70-95°C)

Vorteile

- Einsparung des Notkühlers
- Indirekte Trocknung
- Kontrollierte Energieabfuhr
- Einfacher Energietransport

Nachteile

- Geringe Trocknungstemperatur
- Lange Verweilzeiten im Trockner



Abwärmequellen

Rauchgase des Motors (>400°C)

Vorteile

- Hohe Trocknungstemperatur
- Geringe Verweilzeiten im Trockner

Nachteile

- Direkte Trocknung
- Schwieriger Energietransport
- Schlechte Effizienz
- Hoher Wassergehalt
- **Brandgefahr !**

→ Sinnvolle Nutzung nur mit Rauchgas-Wärmetauscher

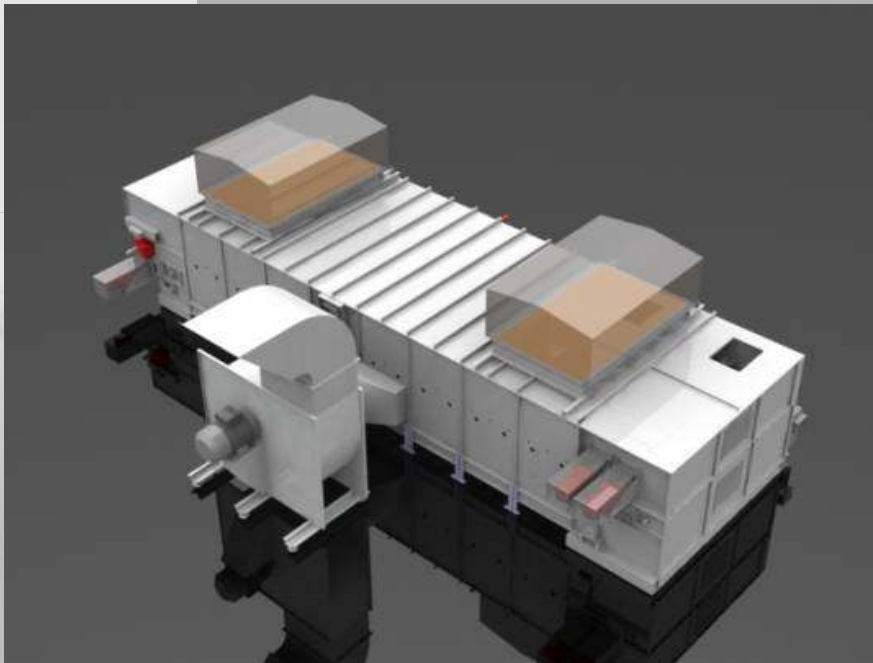
Grundsatz aus der Praxis

***Eine sinnvolle Nutzung der
Abwärme aus einer
Biogasanlage kann nur mit
Niedertemperaturprozessen
bewerkstelligt werden***

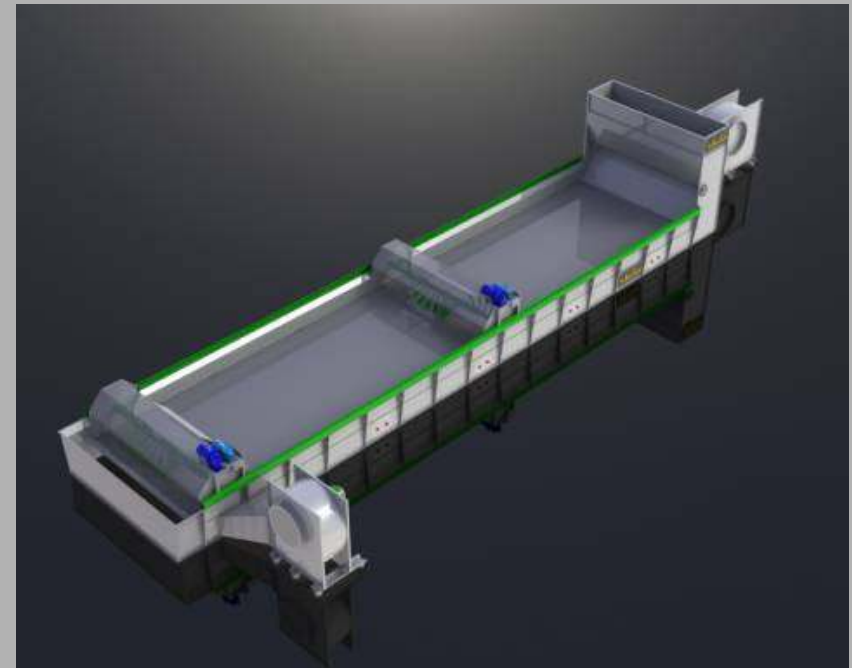


Trocknerbauarten für Gärsubstrat

Bandtrockner



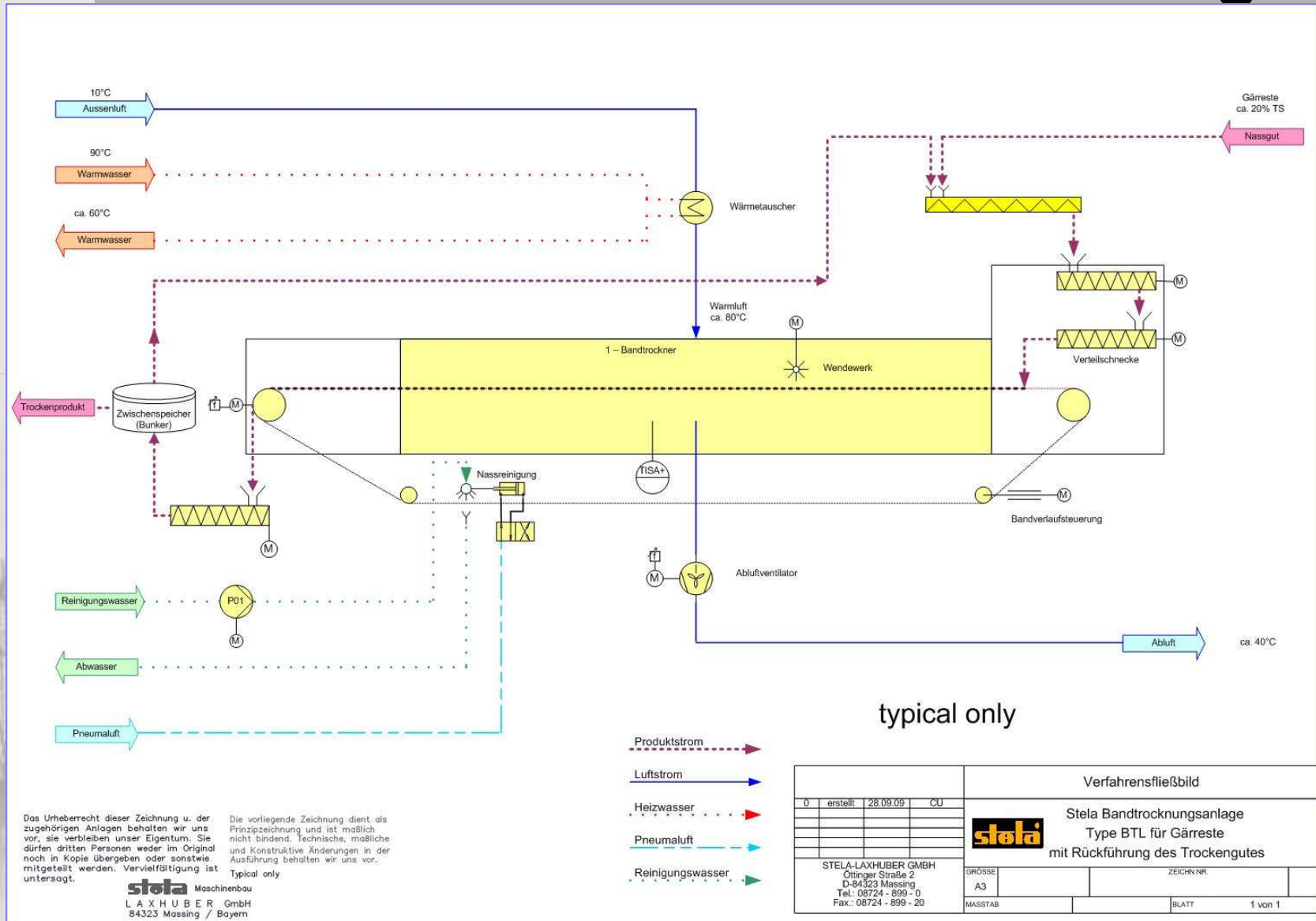
Schubwendetrockner
(klassisch oder mit Oberbelüftung)



Gegenüberstellung Trocknersysteme

	Vorteile	Nachteile
Schubwendetrockner klassisch	kostengünstigste Variante	nur vorseparierter Gärrest möglich
		schlechte Prozessstabilität
		erhöhte Staubentwicklung
Schubwendetrockner Oberbelüftung	geringere Staubentwicklung	nur vorseparierter Gärrest möglich
		schlechte Prozessstabilität
Bandrockner	auch unseparierter Gärrest zu trocknen	höhere Investitionskosten
	höchste Energieeffizienz	

Bandrockner mit Rückmischung



Beispiel Bandrockner bei 500 kWth

Mit Separierung

Umgebung: $\vartheta_{amb} = 15^{\circ}C$

$$\varphi_{amb} = 70\%$$

Eingang: $\frac{dm_{ein}}{dt} = 710 \frac{kg}{h}$;

$$\varphi = 75\%$$

Ausgang: $\frac{dm_{aus}}{dt} = 210 \frac{kg}{h}$;

$$\varphi = 15\%$$

Verdampfung: $\frac{dm_{H_2O}}{dt} = 500 \frac{kg}{h}$

Warmwasser: $\vartheta_{VL} = 85^{\circ}C$

$$\vartheta_{RL} = 65^{\circ}C$$

Luft: $\frac{dm_{TL}}{dt} = 30000 \frac{kg}{h}$

$$\vartheta_{TL} = 75^{\circ}C$$

Ohne Separierung

Umgebung: $\vartheta_{amb} = 15^{\circ}C$; $\varphi_{amb} = 70\%$

Eingang: $\frac{dm_{ein}}{dt} = 497 \frac{kg}{h}$; $\varphi = 92\%$

Trocknereingang (nach RM):

$$\frac{dm_{einT}}{dt} = 638 \frac{kg}{h} ; \varphi = 75\%$$

Trocknerausgang:

$$\frac{dm_{ausT}}{dt} = 188 \frac{kg}{h} ; \varphi = 15\%$$

Ausgang: $\frac{dm_{aus}}{dt} = 47 \frac{kg}{h}$; $\varphi = 15\%$

Verdampfung: $\frac{dm_{H_2O}}{dt} = 450 \frac{kg}{h}$

Warmwasser: $\vartheta_{VL} = 85^{\circ}C$

$$\vartheta_{RL} = 65^{\circ}C$$

Luft: $\frac{dm_{TL}}{dt} = 30000 \frac{kg}{h}$

$$\vartheta_{TL} = 75^{\circ}C$$

Faktor 4,5 !

Vergleich beider Varianten

Mit Separierung

- Höhere Investkosten (Entwässerung, Trockner, Granulierung)
- Hohe Durchsatzleistung – aber es muß auch genug Gärrest vorhanden sein (Beispiel hier: im 8000 h/a Betrieb wären dies 17750 t/a frischer Gärrest)
- Bessere thermische Energieausnutzung

Ohne Separierung

- Granulierung kann ggf. in der Rückmischung integriert sein (aber: keine definierte Pelletqualität)
- Geringere Investkosten (nur Trockner)
- Sehr geringe Durchsatzleistung
- Insgesamt geringere elektrische Anschlusswerte
- Es wird nur ein geringer Teil der anfallenden Gärrestmenge verarbeitet werden können (hier 3976 t/a)

Fazit: die Lösung mit Vorseparierung ist technisch die höherwertige Variante – aber auch die teuerste.

Auslegung einer Anlage

- Richtwerte Wärmebedarf: 1,0 – 1,2 kWh/kgH₂O
- Richtwerte Strombedarf: 0,015-0,030 kWh/kgH₂O
- Standort der Trocknung möglichst nahe zur Wärmequelle

Erforderliche Daten zur Auslegung:

- Trocknungsprodukt und Feuchtwerte
- Verfügbare thermische Leistung
- Vorlauf/Rücklauftemperaturen

Faustregel: für Leistungen unter 300 kW übersteigen die Investitionskosten den Rentabilitätsrahmen. Hierfür ist der Eigenbau einer Primitiv-Konstruktion (Wagentrockner, Container etc.) lohnenswerter.

Beispiel: Gärsustrattrocknung



- 800 kW
Abwärmenutzung
- 90°C Vorlauf, 70°C
Rücklauf
- Eingangsfeuchte
80% (20% TS)
- Ausgangsfeuchte
20%
- Leistung ca. 950 kg/h

Beispiel: Trocknung von Maisschrot



- Baujahr 2008
- 1000 kW
Abwärmenutzung
- 85°C Vorlauf, 65°C
Rücklauf
- Eingangsfeuchte
35%
- Ausgangsfeuchte
10%
- Leistung ca. 1000
kg/h

Beispiel: Grüngut

- Baujahr 2008
- 8500 kW Abwärme aus BHKW
- 110°C Vorlauf, 70°C Rücklauf
- Eingangsfeuchte 70%
- Leistung ca. 25000 kg/h
- Auch zur Trocknung von Mais, Getreide und Hackschnitzeln verwendet



Beispiel: Sägespäne



- Baujahr 2007
- 45000 kW Abwärme aus BHKW+ORC
- 62°C Vorlauf 1. Stufe
- 110°C Vorlauf 2. Stufe
- Eingangsfeuchte 50%
- Ausgangsfeuchte 10%
- Leistung ca. 90000 kg/h