

## **Trocknung thixotroper Produkte auf dem Bandrockner**

Autor: E. Tittmann

### **Zusammenfassung**

Die Trocknung thixotroper Produkte in einem Bandrockner stellt sich meist problematisch dar, da sich kein stabiles, gut durchlüftbares Haufwerk bilden lässt.

Durch die Aufteilung des Trocknungssystems in einen Vorbandrockner (VBT) und einen Einbandrockner (EBT) wurde ein Verfahren entwickelt, das den Bandrockner zur Behandlung thixotroper Produkte sehr wirksam und wirtschaftlich werden lässt.

Das Material wird in einem Granulator zu parallelen Einzelsträngen geformt, die im VBT mit einem schnell laufenden Band bis zur Stabilität getrocknet werden. Danach erfolgt die Endtrocknung im EBT bei hohen und gut durchlüftbaren Produktschüttungen.

Neben dem somit gewonnenen staubarmen, stabilen Produkt werden zusätzlich Flächen- und Bauvolumen bis zu 50% reduziert.

Der Energieeinsatz je kg zu verdampfendes Wasser wird ebenfalls erheblich verringert.

### **Trocknung weichplastischer und thixotroper Produkte im Bandrockner**

Der Bandrockner ist ein konvektiv arbeitendes Trocknungssystem, dessen optimaler Einsatz unter anderem von einem sehr gut durchlüftbaren Haufwerk auf der Bandfläche bestimmt wird.

Dieses Haufwerk kann durch unterschiedliche Methoden gebildet werden:

1. Einsatz vorgetrockneter Materialien, die über Rillenwalzen oder ähnliche Apparate bereits eine definierte Form besitzen oder
2. mechanisch über Kammerfilterpressen, Bandfilter oder Zentrifugen entwässertes Produkt, das durch geeignete Granulierungsvorrichtungen wie Extruder, Walzen- und Schwenkbalken-Granulatoren zu Haufwerken verformt wird.

Für Produkte mit stark thixotropem Verhalten sind so jedoch keine guten Schüttungen zu erhalten.

Materialien, die durch thixotrope Eigenschaften oder zu hohem Feuchtigkeitsgehalt kein definiertes Granulat ergeben, werden durch eine schnell laufende Vortrocknung (VBT) über Parallelkammergranulatoren mit einer Lochreihe über die Arbeitsbreite in Stranglagen gelegt, stabilisiert und danach in einer definierten, stabilen Schüttung in einem Einbandrockner (EBT) bis zur gewünschten Restfeuchte getrocknet.

Das Ergebnis ist ein staubarmes festes Granulat in einem Längen-/ Durchmesser Verhältnis von ca. 5. Die flächen- und -volumenmäßige Größe der Trocknungsanlage reduziert sich durch diese Kombination bis zu 50 %, bessere Durchlüftbarkeit und höhere Schütthöhen stellen die wesentlichen Ursachen hierfür dar.

Aus diversen Messungen an ca. 20 chemischen Produkten konnte abgeleitet werden, daß die Stabilitätsgrenze  $Z_s$ , für die meisten bezeichneten Materialien etwa bei

$$Z_s = 0,75 Z_\alpha (\%)$$

liegt. Die Angabe bezieht sich auf relative Feuchten, wobei  $Z_\alpha$  die Produktausgangsfeuchte repräsentiert.

Für den Produktfeuchtebereich von  $30\% < Z_\alpha < 60\%$  liegt die Stabilitätsgrenze ausschließlich im 1. Trocknungsabschnitt, so dass die Trocknung, soweit das Produkt nicht zum Verhornen neigt, auch mit hohen Temperaturen durchgeführt werden kann.

Die Anteile der Verdampfungsleistung des VBT / EBT-Systems sind etwa linear und im Bild 1 in Abhängigkeit der Produkthanfangsfeuchte ablesbar.

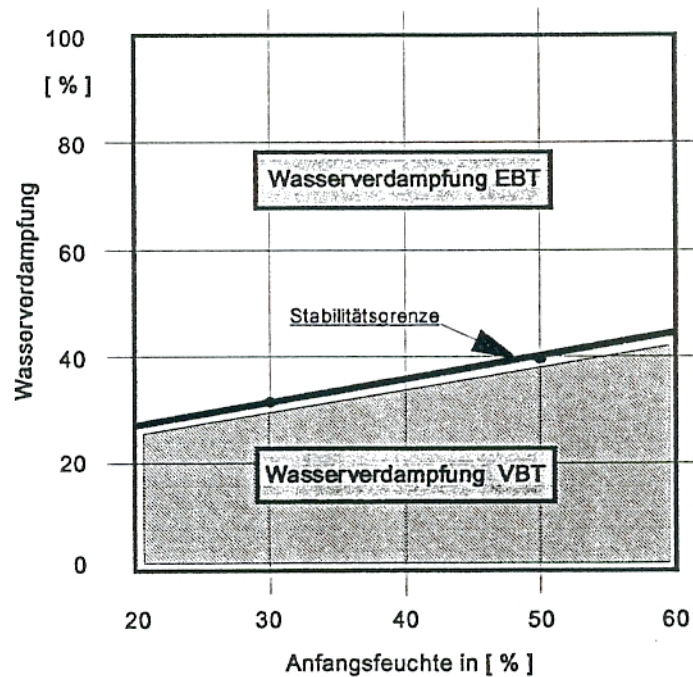


Bild 1: Anteile der Verdampfungsleistung im VBT bzw. EBT

Zur Bestimmung der Trocknungszeiten wurden die Proben mit einem Feuchtegehalt von  $50\% \pm 5\%$  unter den konstanten Bedingungen

- ⇒ Trocknungstemperatur 250°C
- ⇒ Luftgeschwindigkeit im freien Querschnitt 1 m/s
- ⇒ Mittl. Luftgeschwindigkeit zw. den Strängen 1,5 m/s

getrocknet.

Variiert wurde der Strangdurchmesser  $d$  [m], um diesen Einfluss auf die Trocknungszeit zu erfassen.

In Bild 2 ist der Verlauf der gemessenen Trocknungszeiten als Mittelwert mit maximalen Abweichungen von  $\pm 8\%$  aufgezeichnet.

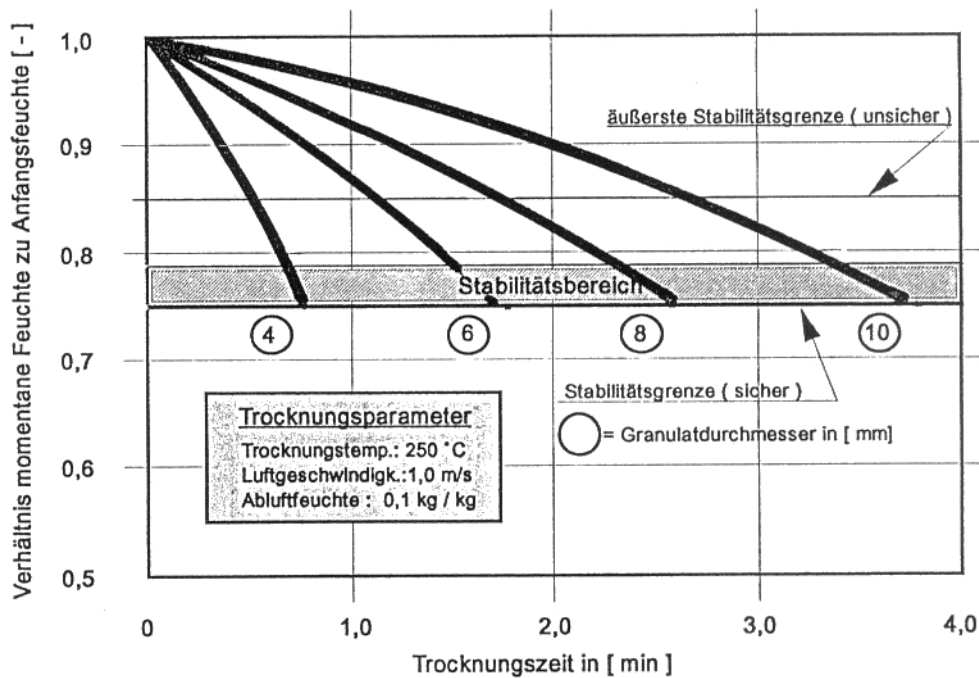


Bild 2: Verlauf der Trocknungszeiten verschiedener Strangdurchmesser

Unter den vorgegebenen Bedingungen kann die erforderliche Trocknungszeit  $T$  von Stranglagen auch durch

$$T = 6000 d^{1,6} \text{ [min]}$$

wiedergegeben werden. Der Strangdurchmesser  $d$  ist dabei in [m] einzusetzen.

Faktoren, die die Trocknungsgeschwindigkeit beeinflussen, das sind Trocknungstemperatur und Umströmungsgeschwindigkeit der Stranglagen, führen zu einer Korrektur der Trocknungszeit.

$$T, = 5,3 \times 10^6 \frac{d^{1,9}}{c_L^{0,45} (\vartheta_\alpha - \vartheta_{K0})} \quad \text{[min]}$$

Die Luftgeschwindigkeit  $c_L$  im freien Querschnitt ist in [m/s] einzusetzen. Diese Veränderungen bewirken gleichfalls eine Korrektur der spezifischen Wasserverdampfungsleistung  $g_D$ , die die Abmessung des VBT bestimmt.

Sie unterliegt den Veränderungskriterien der Trocknungszeit und nimmt bei konstanter Luftgeschwindigkeit und Trocknungstemperatur mit steigendem Strangdurchmesser, wie in Bild 3 sichtbar, ab.

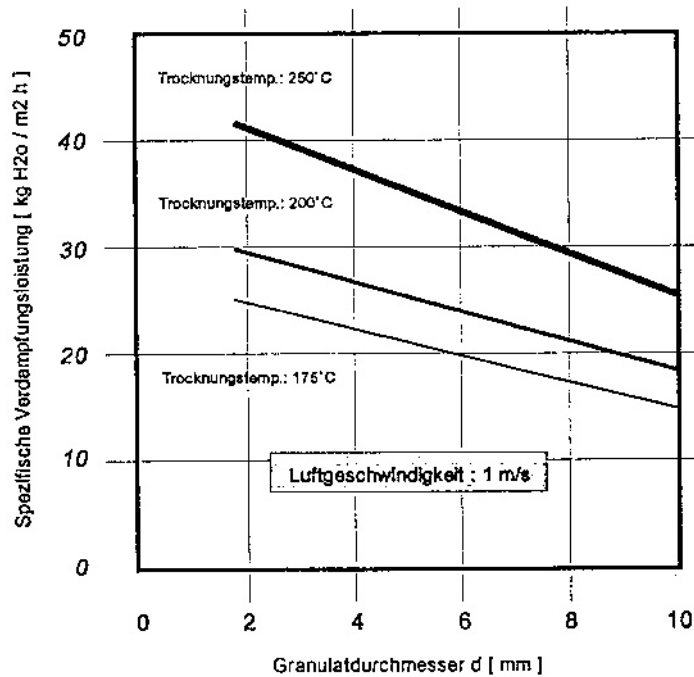


Bild 3: Abhängigkeit der spezifischen Verdampfungsleistung durch Strangdurchmesser und Trocknungstemperatur

Alle Angaben nehmen Bezug auf eine Produktfeuchte von  $Z_N=50\%$ . Abweichungen führen zwangsläufig zu einer weiteren Korrektur der spezifischen Verdampfungsleistung entsprechend Bild 4.

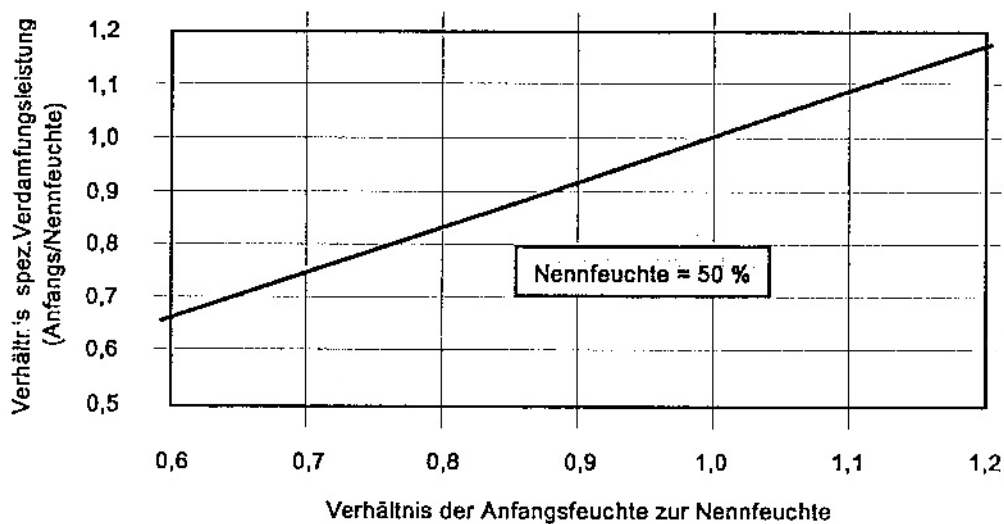


Bild 4: Veränderung der spezifischen Verdampfungsleistung bei Abweichung von der Produktfeuchte  $Z_{uN}=50\%$

## Größenvergleich zwischen Einbandtrockner und der Kombination VBT/EBT

Alle nachfolgenden Angaben und Zahlenwerte beziehen sich auf einen weißen Grundfarbstoff, der weichplastische und thixotrope Eigenschaften aufweist.

Wird dieses Produkt bei Anfangsfeuchten um 50% granuliert, entsteht ein Haufwerk nach Bild 5, das mit einer Porosität von 35% sehr schwer durchlüftbar ist und keine höheren Schütthöhen als 40mm zulässt, da anderenfalls das Material in sich noch stärker verfließt.

In dieser Konfiguration kann maximal eine spezifische Wärmetauschoberfläche von ca.  $8\text{m}^2$  pro  $\text{m}^2$  Bandfläche erreicht werden.

Durch Vortrocknung des Materials bis zur Stabilitätsgrenze wurde ein Haufwerk nach Bild 6 erreicht, das bei einer durchschnittlichen Porosität von 55% und gleicher Schütthöhe ein gut durchlüftbares Haufwerk mit ca.  $14\text{m}^2$  Wärmetauschfläche je  $\text{m}^2$  Band ergibt.

Als weiteren erheblichen Vorteil der Vortrocknung muss die Steigerung der Schütthöhe angesehen werden. Allein dieser Effekt führt zu einer Erhöhung der spezifischen Wärmetauschfläche des Produktes auf ca.  $33\text{m}^2/\text{m}^2$  bei einer Schütthöhe von 100mm. Dies entspricht einer Steigerung um Faktor 4.

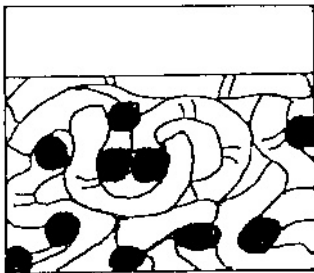


Bild 5: Haufwerk aus granuliertem thixotropem Produkt

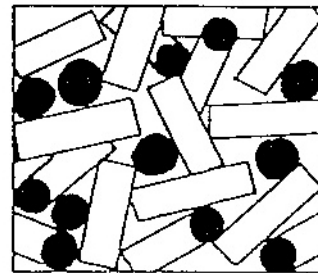


Bild 6: Haufwerk des durch Vortrocknung stabilisierten Produkt

## Beispiel

Das für diesen Vergleich herangezogene Farbpigment besitzt eine Anfangsfeuchte von 50% und ist auf eine Restfeuchte von 0,5% zu trocknen. Die Verdampfungsleistung des Trockners soll 2000 kg Wasserverdampfung pro Stunde betragen. Als Heizmedium steht Erdgas zur Verfügung. Die Trocknungstemperatur soll  $250^\circ\text{C}$  sein und der Granulatdurchmesser 6mm aufweisen.

Alle für die Auslegung zugrunde gelegten Daten sind praktische Werte, also auch Luftfeuchte korrigiert, sowie aller sonstigen Ungleichmäßigkeiten bereinigt, wie z.B. ungleichmäßige Bandbelegung.

Verglichen wird die herkömmliche Bandtrocknerbetriebsweise weicher und thixotroper Produkte gegenüber der Kombination VBT/EBT. Eingesetzt wird ein Bandtrockner mit 3m Arbeitsbreite und 2m Kammerlänge:

		<b>VBT/EBT</b>	<b>EBT</b>
<b>Vorbandtrockner</b>			
Anfangs-/Restfeuchte	%	50/41	-
Wasserverdampfung	kg/h	610	-
Mittenabstand der Stränge	mm	10	-
Bandbelegungsgrad	%	82	-
Umluftgeschwindigkeit	m/s	2	-
Spez. Wasserverdampfung	kg/m <sup>2</sup> h	36	-
Trocknungszeit	min	1,15	-
Trockner-Flächenbedarf	m <sup>2</sup>	16,9	-
Kammeranzahl	Stück	3	-
<b>Einbandtrockner</b>			
Anfangs-/Restfeuchte	%	41/0,5	50/0,5
Wasserverdampfung	kg/h	1390	2000
Umluftgeschwindigkeit	m/s	1,5	0,8
Schütthöhe	mm	100	40
Spez. Verdampfungsleistung	kg/m <sup>2</sup> h	90	25
Trocknungszeit	min	26	45
Flächenbedarf	m <sup>2</sup>	15,5	77
Kammeranzahl	Stück	3	13
Bandgeschwindigkeit	m/min	0,23	

Anlagentyp		VBT30/3-EBT30/3	EBT 30/13
Gesamtlänge	m	9	29
Umbauter Raum mit 2 m freier Kopfhöhe und jeweils 1 m Seitenabstand	m <sup>3</sup>	350	1000
Spez. Elektrobedarf	kW/kg H <sub>2</sub> O	0,03	0,04
Spez. Trocknungswärmebedarf inkl. aller Verluste	kW/kg H <sub>2</sub> O	1,15	1,2
Spez. Trocknungsluftbedarf	kg Luft/kg H <sub>2</sub> O	7	10

Die Werte aus diesem Beispiel zeigen, dass es sich lohnt, jeden Einzelfall bezüglich Vortrocknung/Einbandtrocknung zu untersuchen. Das gilt gleichermaßen für alle Produkte, die während des Trocknungsvorgangs stark schrumpfen, bei denen durch die Zweistufentrocknung Schütthöhe und Verweilzeit optimiert werden können.

Formelzeichen:

Z	%	Relative Produktfeuchte
d	m	Strangdurchmesser
T	min	Trocknungszeit
c <sub>L</sub>	m/s	Luftgeschwindigkeit
ϑ <sub>T</sub>	°C	Trocknungstemperatur
ϑ <sub>Ko</sub>	°C	Kühlgrenztemperatur
g <sub>D</sub>	kgH <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> h	Spezifische Verdampfungsleistung

