

**Pelletproduktion: Bandrockner oder Trommelrockner ?**

Bei der Pelletproduktion ist sehr viel Vorarbeit am Ausgangsmaterial Holz bzw. Holzspäne notwendig, bevor die Späne überhaupt in die eigentliche Presse gelangen. Ein möglicher Gesamtprozess ist anhand eines Beispiels in Fig. 1 gezeigt.

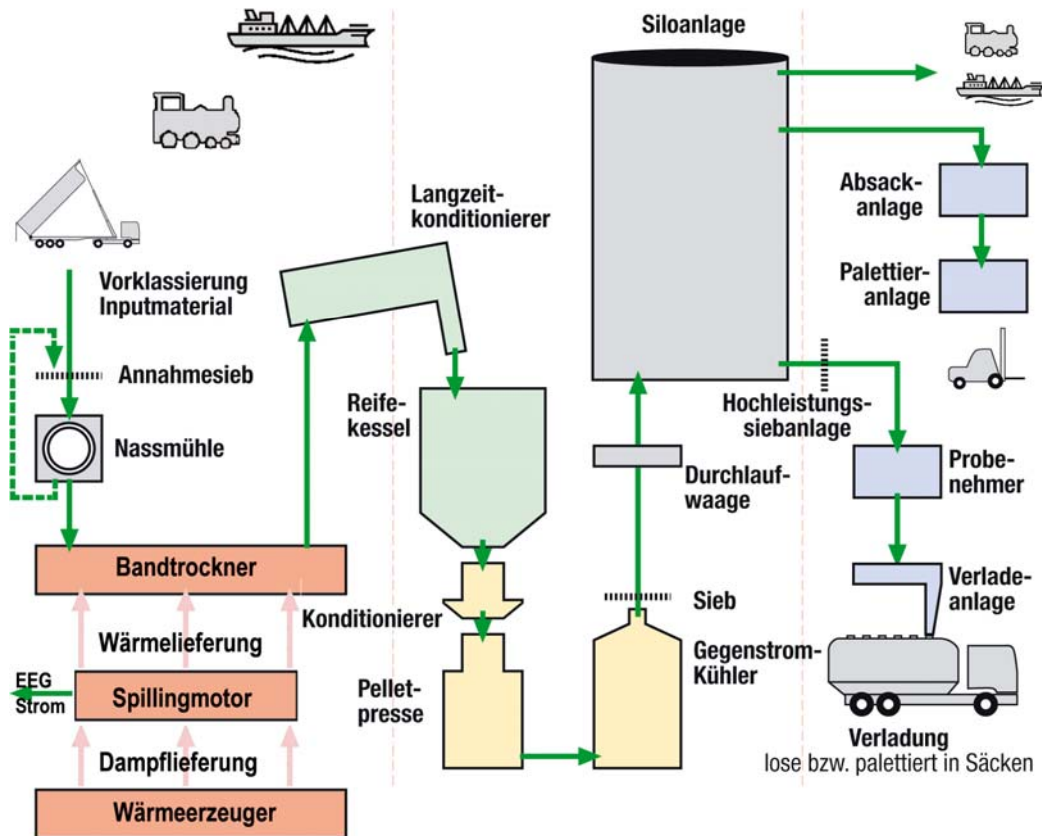


Fig. 1 Skizze eines modernen Pelletwerkes

Als die ersten Pelletproduktionen entstanden, waren genügend trockene Späne vorhanden, vor allem waren sie sehr billig zu haben. Aber als der Pelletmarkt wuchs, wurde es mehr und mehr notwendig, frische – und damit nasse – Sägespäne für die Produktion zu nutzen. Diese müssen aber getrocknet werden.

Nun gab es aber für die Spänetrocknung bereits eine altbekannte Technologie des Trommelrockners, so wie er in der Spanplattenindustrie verwendet wird. Somit haben nahezu alle Pelletproduktionen, die in den 1990er Jahren gebaut wurden, an nichts anderes gedacht und einfach Trommelrockner installiert.

Damit war das Problem der nassen Sägespäne gelöst. Aber trotzdem hatten viele Sägewerke immer noch ein Entsorgungsproblem: wohin mit den sogenannten "Abfallprodukten" aus der Holzverarbeitung wie z.B. der Rinde. Warum also sollte man diese nicht verbrennen und daraus Strom produzieren? Gesagt, getan. Es wurden Kraftwerke installiert. Und plötzlich ist eine große Menge an

Kühlwasser vorhanden. Viel Energie. Was könnte man nun damit anfangen? Der Blick richtete sich sehr schnell auf den Trocknungsprozess.

Das Funktionsprinzip des Trommeltrockners basiert auf einer hohen Trocknungslufttemperatur. Je kleiner die Temperatur, desto ineffizienter ist die Maschine. Dies verursachte Schwierigkeiten mit der Verwendung der Niedertemperatur aus den Cogenerationsprozessen. Mit Beginn des 21sten Jahrhunderts kam mehr und mehr eine Sensitivität gegenüber der Nutzung der Trocknungsenergie auf und Unternehmen, die eine Pelletierung bauen wollten und auch Trocknungsprozesse nutzen, mussten über andere Systeme nachdenken: Der Niedertemperatur-Bandrockner wurde für die Trocknung von Sägespänen entdeckt.



Fig. 2 Trommeltrockner in einem Pelletierwerk



Fig. 3 Niedertemperatur-Bandrockner für Sägemehl

Der historische Hintergrund im Zeitraffer dargestellt zeigt bereits eine der großen Unterschiede zwischen den beiden Trocknungssystemen:

### **Die Wärmequelle**

Für jeden Trocknungsprozess ist eine Stoffübertragung von Wasser vom zu trocknenden Produkt (hier Sägespäne) zum Trocknungsmedium (i.d.R. Luft) notwendig. Jedes kg Luft kann bei einer bestimmten Temperatur eine bestimmte Menge an Wasser maximal aufnehmen. Je größer die Lufttemperatur, desto mehr Wasser kann die Luft aufnehmen. Dieses physikalische Grundprinzip ist jedem vom einfachen Haarfön im Badezimmer her bekannt.

Je größer die Temperatur, desto mehr Wasser kann die Luft aufnehmen, oder in anderen Worten – zur Trocknung einer gegebenen Menge Wasser benötigt man bei höherer Temperatur weniger

Luftmassenstrom. Dies ist das Funktionsprinzip des Trommeltrockners. Wie in Fig. 4 zu sehen, ist das Temperaturniveau beim Trommeltrockner signifikant größer.

Bei genauerer Betrachtung des Schemas wird auch das Prinzip des Bandrockners klar. Wenn das verfügbare Temperaturniveau nur niederkalorischer Art ist, dann braucht die Maschine einen größeren Luftmassenstrom zur Wasserverdampfung.

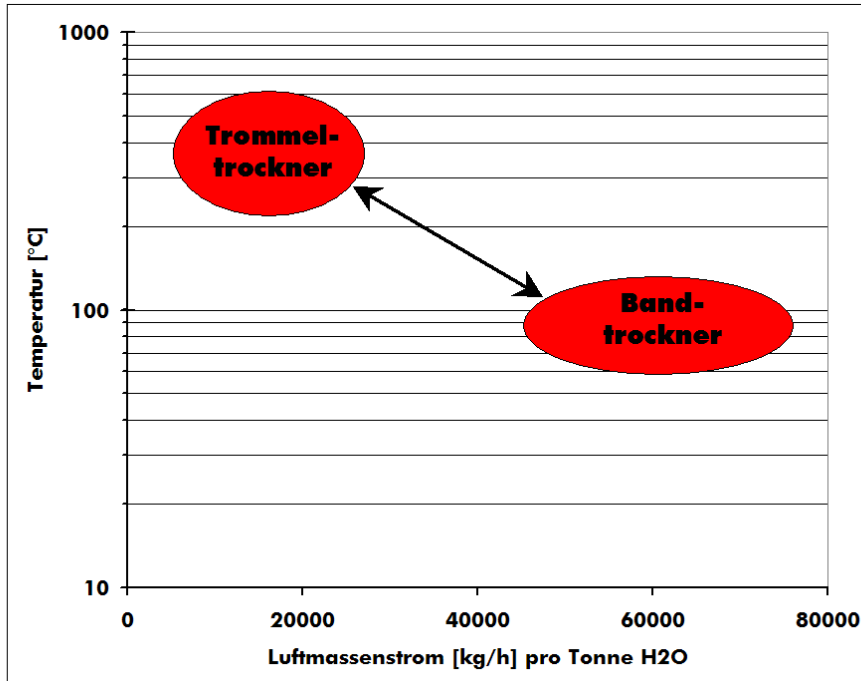


Fig. 4 Temperaturniveaus der beiden Trocknertypen

In der Praxis hat der Anlagenplaner sein Augenmerk also zunächst auf die verfügbare Wärmequelle zu richten. Steht eine große Menge an Niedertemperatur z. B. aus einem ORC-Prozess zur Verfügung, so ist die einzige Möglichkeit die Verwendung eines Bandrockners.

Sind Abgase mit hoher Temperatur aus einem Heiz(kraft)werk vorhanden und es ist dafür keine andere Verwendung vorgesehen für z.B. Turbinen, kann man darüber nachdenken, diese Energie für die Befuerung eines Trommeltrockners zu nutzen. Dieses Abgas verlässt nach dem Trocknungsprozess den Trommeltrockner immer noch auf einem verhältnismäßig hohen Niveau ( $>>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), da der Trommeltrockner die Energie leider nicht effizient genug ausnutzen kann. Deshalb wurden bereits Installationen realisiert, die diese energiereiche Abluft aus einem Trommeltrockner noch einmal verwenden um z.B. das Sägemehl in einem Bandrockner vorzutrocknen.

## **Staubemissionen**

In einem Trommeltrockner wird das zu trocknende Produkt – hier Sägemehl – immer in Bewegung gehalten und in den vorbeiziehenden Luftstrom geworfen. Dies stellt sicher, dass die einzelnen Partikel immer rundherum mit der heißen Luft in Kontakt kommen und schnell getrocknet werden. Aber es heißt leider auch, dass viele, vor allem kleinere, Partikel mit dem Luftstrom mitgerissen werden und in die Abluft gelangen. Um mit diesen Staubemissionen klar zu kommen, benötigt ein Trommeltrockner immer einen Filter, zumindest aber einen Zyklon am Luftaustritt. Nachdem der Luftmassenstrom relativ gering ist, verwenden einige Maschinen auch eine Nachverbrennung der Abluft um der Emissionsproblematik Herr zu werden.

Filter oder ähnliche Ausstattungen sind für Bandrockner undenkbar. Zieht man den großen Luftmassenstrom in Betracht, wären die notwendigen Filter unglaublich teuer und der gesamte Prozess wäre dadurch inakzeptabel. Deshalb hatten die Entwickler von modernen Bandrocknern ihr Augenmerk darauf gerichtet, eine Maschine zu konstruieren, die den Staub im Trockner belässt und nicht in die Abluft hinausbläst. Heutzutage verwendet man sehr engmaschig gewebte synthetische Bänder (siehe Fig. 5), die den positiven Nebeneffekt einer Filterwirkung haben. Dies und das spezielle Know-how zur Abdichtung des Bandes am Produkteinlass, -auslass und an den Seitenführungen garantiert geringe Emissionsraten von weniger als  $10 \text{ mg/m}^3$  Luftvolumenstrom.



Fig. 5 Synthetisches Band in einem Bandrockner

### ***Gleichmäßigkeit des Endprodukts***

Der Pellettierprozess benötigt eine exakt definierte Feuchte des Ausgangsmaterials Sägespäne. Ist dieser unter 10 %, muss man Wasser vor der Pellettierpresse hinzugeben, da sonst die Kräfte in der Presse zu groß werden und zu einem überhöhten Verschleiß führen. Liegt die Feuchtigkeit über 12 %, werden die Pellets schlicht und einfach leicht auseinanderbrechen und es kommt zu erhöhter Staubbildung bis hin im Pelletbunker des Endkunden. Dies führt zu schlechten Verbrennungswerten und hohem Aschegehalt.

Durch den Luftstrom im Trommeltrockner werden feine Partikel, die schneller getrocknet werden, auch schneller durch den Trockner befördert, grobe Partikel langsamer. Dies sieht nach einem guten Argument für den Trommeltrockner aus. Das Problem liegt jedoch darin, dass der Produktfluss willkürlich erfolgt und nicht regelbar ist. Es resultiert mehr aus statistischem Zufall, wie die einzelnen Partikel sich bewegen und das Endergebnis einer gleichmäßigen Trocknung ist leider nicht 100 %ig garantiert. Eine Feuchteregeleung und damit eine Kontrolle der Durchflussrate ist möglich, aber nicht einfach. Die Verweilzeit ist sehr kurz (Sekunden bis zu wenigen Minuten). Wenn man nun die Verweilzeiten durch Frequenzumformer alle paar Sekunden ändern muss, führt dies zu einer unkontrollierten Wärmeabnahme mit entsprechender Rückkopplung am Wärmeerzeuger.



**Fig. 6 Sägemehl in einem Bandrockner**

In einem Bandrockner ist durch die längere Verweilzeit eine stabilere Wärmeabnahme sichergestellt. Die Endfeuchte ist einfacher einzustellen. Ebenso kommt hinzu, dass die lange Trocknungszeit die Feuchte gut genug ausgleicht. Eine Feuchterege­lung ist in diesen Trocknern viel einfacher und ohnehin Teil der Grundausrüstung.

## ***Brandgefahren***

Dies könnte ein sehr kurzes Kapitel werden. Hohe Temperatur heißt hohes Brandrisiko. Deshalb hat der Trommeltrockner hier ein großes Sicherheitsproblem, was durch zahlreiche Explosionen weltweit auch belegt ist.

Das ist sicher richtig, erfordert aber trotzdem eine genauere Betrachtung.

Trommeltrockner sind normalerweise direkt befeuert. Das heißt, die Abgase der Wärmeerzeugung fließen direkt in den Trockner. Diese Gase können nie vollständig gereinigt werden und kleine Funken können immer in den Trockner gelangen. In 99,999 % der Fälle haben diese keinerlei Einfluss und führen auch nicht zu einer Zündung. Aber ein Minimalrisiko bleibt immer übrig und die Erfahrung zeigt auch, dass viele Betreiber sogar „einen Brand pro Jahr“ als normal ansehen.

Aber trifft dies nicht auch genauso auf den Bandrockner zu ? Nein.

Zuerst einmal bleibt das Sägemehl auf dem Band liegen und wird nicht in die Luft geblasen. Dies in Verbindung mit dem großen Luftmassenstrom resultiert in einer Staubkonzentration in der Luft, die so gering ist, dass sie unterhalb der unteren Explosionsgrenze nach ATEX liegt. Nach ATEX gilt: unterhalb der unteren Grenze der Staubkonzentration sowie oberhalb der oberen Grenze kann physikalisch keine Explosion stattfinden, weil kein geeignetes Brennstoff-Sauerstoff-Gemisch vorliegt. Dies in Verbindung mit der fehlenden Zündquelle (keine Funken bei indirekter Beheizung!) ergibt eine sehr geringe Brandgefahr. Der Autor kennt nur einen Fall überhaupt, in dem ein Brand in einem Bandrockner für Sägemehl stattgefunden hat. Und dieser wurde durch eine achtlos weggeworfene Zigarettenkippe verursacht.

## ***Andere Einflüsse auf die Pelletqualität***

Pellets sind nichts anderes als gepresstes Sägemehl plus maximal 1 % Additive wie z. B. Maisstärke. Was die Pellets zusammenhält, ist hauptsächlich das Lignin im Holz. Während des Pressvorgangs verflüssigt sich das Lignin und nach der Rückkühlung hält es das Pellet zusammen.

Also ist es wichtig, während der gesamten Verarbeitung vor der Presse den „Klebstoff“ im Holz zu belassen.

Der Prozess der Fluidisierung des Lignins erfolgt durch die durch Reibung verursachten hohen Temperaturen in der Presse. Aber dieser Prozess beginnt immer bei hohen Temperaturen, somit auch im Trommeltrockner. Bei den dort vorherrschenden Temperaturen wird nicht nur das Wasser verdampft, sondern auch Teil des Lignins.

Eine französische Studie des Institut de Bioenergie ITEBE brachte das Ergebnis hervor, dass Pellets, die in einer Trommel getrocknet wurden, nach der Verbrennung einen Aschegehalt aufwiesen, der um 0,3 Prozentpunkte (der Gesamtmasse) höher lag als bei Pellets, deren Ausgangsmaterial im Bandrockner getrocknet wurde. (Quelle: pellet industry forum, Stuttgart 2008)

Zwischen 0,5 % Aschegehalt und 0,8 % Aschegehalt ist ein großer Unterschied.



Fig. 7 Das Lignin ist verantwortlich für den Zusammenhalt der Pellets

## **Platzverhältnisse**

Ein klares Plus für den Trommeltrockner. Diese Maschine ist viel kompakter als ein vergleichbarer Bandrockner. Der Grund ist erneut der Luftvolumenstrom. Geringerer Volumenstrom benötigt weniger Platz. Es hängt natürlich noch von anderen Parametern wie z.B. der Positionierung der Ventilatoren ab, aber grundsätzlich ist der Platzbedarf des Bandrockners rund 70 % bis 100 % größer als beim Trommeltrockner.

## **Kostenvergleich**

Ein Vergleich der Trockner allein ist schwierig, da man den Gesamtprozess inklusive Wärmeerzeugung in Betracht ziehen muss. Wenn man nur die Investkosten für den Trockner alleine betrachtet (unter der Annahme der Temperaturlevel 85°C für den Bandrockner und 500°C für den Trommeltrockner), ist der Bandrockner rund 20-30 % teurer als der Trommeltrockner.

Sieht man sich die Betriebskosten an, so gewinnt der Bandrockner, weil er mit Niedertemperaturwärme arbeiten kann und somit die anfallende Abwärme des Produktionsbetriebes nutzen kann. Wenn z. B. ein ORC Prozess installiert wird, ist die Frage nach einem Trommeltrockner ohnehin obsolet. Ein Trommeltrockner hat keine andere Verwendung für seine Abgase, außer sie in die Nachverbrennung zu geben. Ist dafür keine Verwendung geplant, wird hier Energie vernichtet.

## Zusammenfassung

	Bandrockner	Trommeltrockner	Bemerkungen
Niedertemperatur Wärmequelle	++	--	Die Trommel kann nicht mit geringen Temperaturen arbeiten. Minimum ist bei 250°C
Hochtemperatur Wärmequelle	+	++	Die Trommel kann direkt die hohen Temperaturen verwenden. Bandrockner muss diese mit Frischluft mischen.
Gleichmäßigkeit des Produkts	++	+	Automatisierung möglich beim Bandrockner. Beim Trommeltrockner schwieriger, da schlecht regelbar
Staubemissionen	++	-	Das Band arbeitet als Filter, es ist keine Abluftreinigung notwendig. Trommel muss immer Abgas reinigen.
Brandrisiko / Explosionsrisiko	+	--	Geringe Temperatur heißt geringes Brandrisiko. Außerdem wird beim Trommeltrockner das Produkt in den Luftstrom geworfen
Pelletqualität	++	0	Lignin wird verdampft im Trommeltrockner
Aschegehalt beim Endkunden	++	+	Nach einer französischen Studie ist Trommeltrockner 0,3% schlechter
Platzverhältnisse	-	+	Bandrockner ist viel größer als Trommeltrockner
Investitionskosten	??	??	Trommel ist an sich billiger (20% ?). Aber man muss immer den Gesamtprozess betrachten

Letztendlich hat der Investor die Entscheidung zu treffen, welches System er installieren möchte. Er muss sich die Vor- und Nachteile ansehen und für sich entscheiden, welcher Vorteil für ihn mehr und welcher weniger Gewicht hat.

Thomas Laxhuber  
STELA Laxhuber GmbH