

# Trocknung von mineralischen Schüttgütern in Gebr. Pfeiffer Triplex-trocknern und MPS-Walzenschüsselmühlen: Einsatzbereiche und Kombination

Y. Reichardt

Gebr. Pfeiffer liefert seit vielen Jahren TRT-Triplextrockner und MPS-Walzenschüsselmühlen zur Trocknung bzw. Mahltrocknung von verschiedensten Materialien. Hauptunterschiede liegen in der deutlich höheren Verweilzeit und der eher geringen mechanischen Beanspruchung im TRT-Trommeltrockner gegenüber der kurzen Verweilzeit im Fließbettbereich und der permanenten Erzeugung frischer Materialoberflächen bei der Mahltrocknung in MPS-Walzenschüsselmühlen. Eine Kombination von beiden Verfahren wird in der Tonaufbereitung eingesetzt, wodurch eine Reduzierung der Mühlengröße, der Gesamtinvestition und des spezifischen Energiebedarfs erreicht wird.

*Drying of Mineral Bulk Materials Using Pfeiffer Triplex Dryers and MPS Vertical Roller Mills: Areas of Application and Combination.* For years Gebr. Pfeiffer AG has been supplying TRT Triplex dryers and MPS vertical roller mills for the drying and grinding-drying of various materials. The main difference lies in the considerably higher retention time and the rather low mechanical stress in TRT drum dryers as opposed to the short retention time in the fluidised bed and the permanent production of fresh material surfaces when the materials are dried while being ground in MPS vertical roller mills. A combination of both procedures is used in clay processing, which enables a reduction of the mill size, of the overall investment and of the specific power requirement.

## 1. Einleitung

Die Gebr. Pfeiffer AG mit Sitz in Kaiserslautern/Deutschland liefert seit über 140 Jahren Maschinen und Anlagen für die Steine-Erden-Industrie und angrenzende Industriebereiche. Dabei umfasst das Gebr. Pfeiffer Lieferprogramm

- MPS-Walzenschüsselmühlen, Kugelmühlen, Molekulatoren
- Streutellerwindsichter SUV/SUT und Hochleistungssichter SLV
- Triplex-Trommeltrockner TRT
- Kalklöschmaschinen KLV zum Ablöschen von Branntkalk zu Kalkhydrat
- Gipskocher GK zur Erzeugung von Stuckgips aus natürlichem oder in Entschwefelungsanlagen anfallendem Gips

Der Gebr. Pfeiffer-Lieferumfang liegt dabei zwischen einer reinen Einzelmaschinenlieferung z. B. eines kleinen Sichters bis hin zur Semiturnkeylieferung eines kompletten Gipswerkes oder einer Zementmahanlage.

## 2. Grundaufbau

Der TRT-Trommeltrockner wird zur reinen Trocknung eingesetzt, während in MPS-Walzenschüsselmühlen im üblichen Falle einer Mahltrocknung in einem Aggregat gemahlen, getrocknet und gesichtet wird.

Dr. York Reichardt, Albrechtstraße 19, 67655 Kaiserslautern/Deutschland.

Nach einem Vortrag, gehalten am 11. März auf dem Seminar „Trocknen in der Mineralrohstoffindustrie“ in Leoben.

## 2.1 Triplex-Trommeltrockner TRT

Die Trommel des Dreizugtrockners TRT (Abb. 1) setzt sich aus drei ineinander geschobenen konzentrischen Rohren zusammen. Nassgut und Heißgas mit bis zu 700° treten auf der einen Stirnseite ein und durchlaufen im Gleichstrom nacheinander die Innentrommel sowie

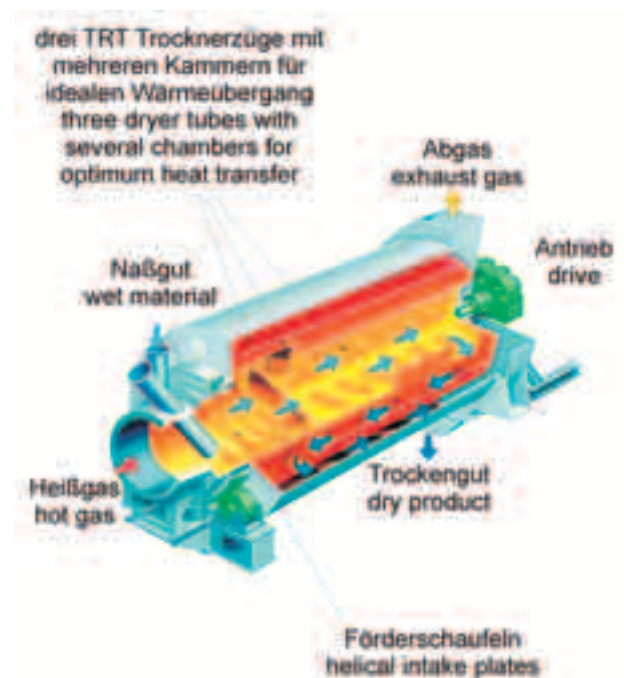


Abb 1. Triplex-Trommeltrockner TRT



Abb 2. Trockentrommeln TRT

die als Ringräume ausgebildeten mittleren und äußeren Züge. Trockengut und Abgas verlassen die Trommel auf der zweiten Stirnseite. Für den erforderlichen Luftabschluss beim Ausschleusen des Trockengutes wird eine Doppelpendelklappe eingesetzt.

Zusätzliche radiale Bleche unterteilen die Innentrommel und die Ringräume in einzelne Kammern (Abb. 2). Die Aufteilung des Materials in diese Kammern ermöglicht einen guten Wärmeübergang zwischen Gas, Wänden und Material sowie eine hohe Ausnutzung des gesamten Trommelquerschnitts. Außerdem werden hohe Fallhöhen vermieden, was sich positiv auf den Verschleiß und den Abrieb des Trockengutes auswirkt. Anzahl, Art und Form der Förderschaukeln in den einzelnen Trocknerbereichen sowie die über einen Frequenzumrichter einstellbare Trommeldrehzahl bestimmen die Verweilzeit des Materials im Trockner. Über die Verweilzeit und die Abgastemperatur kann die Produktrestfeuchte gezielt eingestellt und an unterschiedliche Aufgabenstellungen im täglichen Betrieb angepasst werden.

Die Trommel ist wegen der Wärmeausdehnung einseitig auf Laufrollen gelagert und wird auf der anderen Seite über eine zentrale Welle mit Kegelstirnradaufsteckgetriebe und frequenzgeregeltem Motor angetrieben. Zur Trocknung können Prozessabgase oder Heißgase aus gas-, öl- oder kohlestaubgefeuerten Brennern mit bis zu 700° Trocknereintrittstemperatur genutzt werden.

### 2.2 MPS-Walzenschüsselmühle

Charakteristisch für die MPS-Walzenschüsselmühle (Abb. 3) ist das statisch bestimmte 3-Walzen-System, das über einen Druckrahmen, außenliegende Zugstangen und das Hydrauliksystem auf das Mahlbett gepresst wird. Der Mahlteller wird über Motor und Getriebe angetrieben, so dass die Zerkleinerung durch Überrollen des Materials zwischen Teller und Walzen erfolgt. Oberhalb des Mahlbereichs ist ein Hochleistungssichter vom Typ SLS zur Aussichtung des Produktes angeordnet. Vom Sichtrad abgewiesene Sichtergriese gelangen mit dem Frischgut zentral zurück auf den Mahlteller.

Im Außenbereich des Mahltellers ist ein Düsenring, bestehend aus geeigneten Schaukeln in einem Ringspalt (Abb. 4) angeordnet, durch den Gase in den Mahlraum gelangen. Diese sind im Falle einer Mahltrocknung bzw. einer Mahlkalkzinierung von Gips Heißgase mit Temperaturen bis rund 450 °C bzw. 600 °C. Oberhalb des Düsenringes bildet sich ein Fließbett aus. Dieses gewährleistet

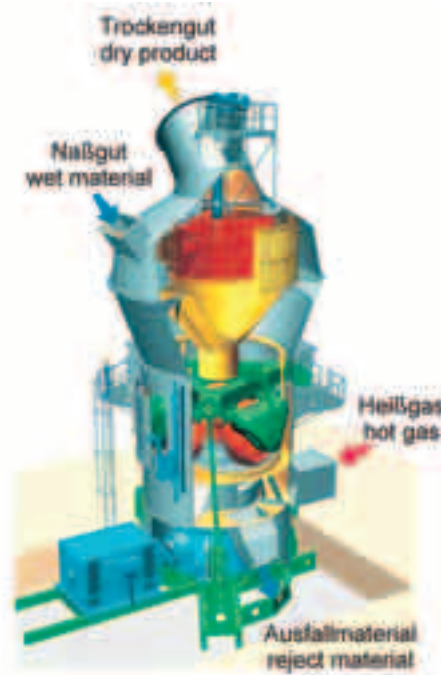


Abb 3. MPS-Walzenschüsselmühle



Abb 4. Düsenring einer MPS 5600 B für 535 t/h Zementrohmaterial

zum einen zusammen mit der Mahltellerdrehbewegung den Materialtransport im Mahlraum. Zum anderen findet hier der Wärmeaustausch und der Trocknungsvorgang statt. Durch das Zusammenwirken des Zerkleinerungsprozesses mit der Schaffung immer neuer Oberflächen und dem intensiven Wärmeaustausch im Fließbett sind sehr gute Voraussetzungen für die Trocknung gegeben. Bereits unterhalb der Walzenlagerungen im Zentrum der Walzen entspricht das Temperaturniveau dem nach Sichter, d. h. der Trocknungsvorgang ist dort bereits abgeschlossen.

### 3. Anlagenfließbild

Die Anlagenfließbilder (Abb. 5) beider Aggregate ähneln sich und bestehen im Wesentlichen aus

- Nassgutzuförderung
- Heißgaserzeuger bzw. andere Heißgasquelle
- Kernkomponente Trommeltrockner bzw. Walzenschüsselmühle
- Entstaubung
- Produktabförderung

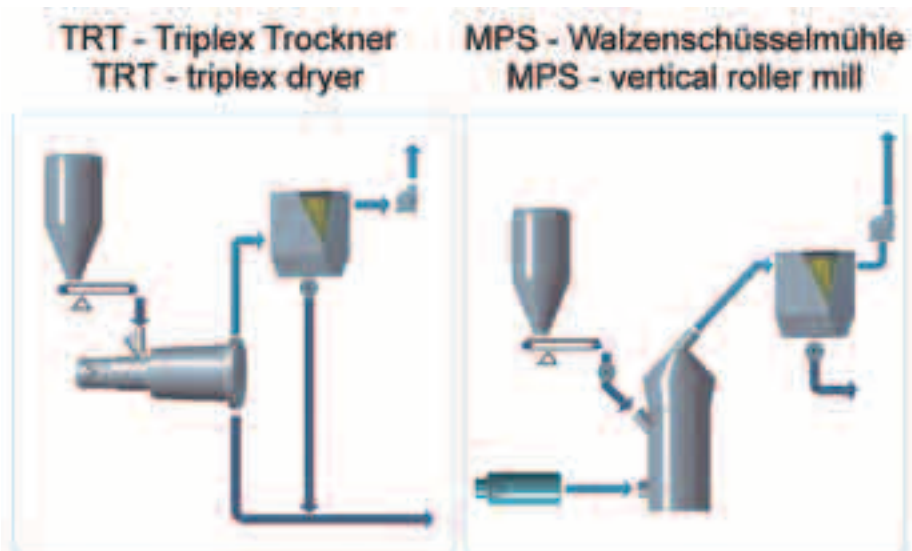


Abb. 5

#### 4. Gegenüberstellung

Beim Trommeltrockner TRT erfolgt die Trocknung im Gleichstrom, während das Material überwiegend durch die Trommeldrehung gefördert wird. Die Produktfeuchte ist über die Abgastemperatur und Verweilzeit einstellbar (Abb. 6).

Auch in der MPS-Walzenschüsselmühle erfolgt die Trocknung durch direkten Kontakt mit den Heißgasen, allerdings überwiegend in dem Fließbett oberhalb des Düsenrings und der Materialabtransport erfolgt pneumatisch. Die Verweilzeit in der Luftstrommühle wird von der Mahlbarkeit und dem sich daraus ergebenden inneren Materialumlauf zwischen Mahlraum und Sichter bestimmt. Sie liegt im Größenbereich von ein bis zwei Minuten, während übliche Verweilzeiten für Triplexrockner bei 7 bis über 20 Minuten liegen. Die Produktfeuchte wird über die Abgastemperatur nach Sichter eingestellt.

Beim Betrieb einer MPS-Walzenschüsselmühle müssen immer der Trocknungs- und Mahlprozess betriebssicher funktionieren. Neben der in jedem Trocknungsprozess notwendigen ausreichenden Zufuhr von Heißgasen sowie einem ausreichenden Taupunktabstand muss in der Walzenschüsselmühle dauerhaft ein stabiles Mahlbett zwischen Walzen und Mahlteller gewährleistet sein. Deshalb sind in der Aufgabekörnung nennenswerte Anteile größer als 3 mm erforderlich. Das maximale Aufgabekorn ist baugrößenabhängig und kann bei großen Mühlen für Zementrohmaterial 200 mm betragen. Eine weitere Grenze des Einsatzes solcher Mahltrocknungsanlagen liegt in der Standzeit der Mahlteile begründet. Nach gegenwärtigem Stand der Erfahrung stellt die Abrasivität von Hüttensand bzw. von hohen Quarzanteilen in Kohlen oder Zementrohmaterial für Walzenschüsselmühlenanlagen die obere Grenze für einen wirtschaftlich vertretbaren Betrieb dar.

Demgegenüber ist der Verschleiß beim reinen Trocknungsprozess im TRT-Trommeltrockner weniger ausschlaggebend, so dass keine prinzipiellen Einschränkungen der Einsatzstoffe gegeben sind. TRT-Trommeltrockner für Quarzsand sind zum Beispiel seit Jahren in Betrieb.

Das Dreizugprinzip führt zu geringen Fallhöhen und einer schonenden Materialförderung, was neben Vorteilen für den Maschinenverschleiß auch nur einen geringen Abrieb im Trockengut selbst verursacht. Dies ist insbesondere bei der Trocknung von extra erzeugten Granalien z. B. aus Koksgros oder Kreide von Vorteil. Die max. Aufgabestückgröße wird beim TRT durch die Übergangsbereiche zwischen den einzelnen Trockenzügen bestimmt und ist daher baugrößenabhängig.

Die Begrenzung der Heißgastemperatur auf rund 450° bei MPS Walzenschüsselmühlen zur Mahltrocknung (600° bei Mahlkalzinerung von Gips) sowie 700 Grad für TRT-Trommeltrockner liegen in den mit zunehmender Temperatur drastisch reduzierten Festigkeitswerten der verfügbaren Materialien einerseits und den hohen Wärmespannungen andererseits begründet [1, 2]. So liegen in diesem üblichen Temperaturbereich um 400 Grad die durch die Temperaturunterschiede zwischen Ober- und Unterseite der Mahlschüssel hervorgerufenen Spannungen schon deutlich oberhalb der durch den eigentlichen Mahlprozess erzeugten Belastungen.

TRT-Trommeltrockner	MPS-Walzenschüsselmühle
Direkte Trocknung	Direkte Trocknung
Gleichstromtrocknung	Fließbettrocknung
Überwiegend mechanischer Materialtransport	Pneumatischer Materialtransport
Heißgaseintrittstemperatur bis 700°	Heißgaseintrittstemperatur bis 450°
Produktfeuchte über Verweilzeit und Abgastemperatur einstellbar	Produktfeuchte über Abgastemperatur einstellbar, Verweilzeit ergibt sich über die Mahlbarkeit
Verweilzeit üblich 7 bis 20 min	Verweilzeit etwa 1 bis 2 min
Wenig Trockengutabrieb	Mahltrocknung
Verschleißbedingt keine Einschränkung der Aufgabegüter	Aufgabegüter mit Schleißen größer Hüttensand nicht wirtschaftlich
Aufgabekörnung: Feinsand bis grober Schotter, max. Korn baugrößenabhängig	Aufgabekörnung muss Anteile > 3 mm haben, max. Korn baugrößenabhängig
Aufgabefeuchte bis 30 % bei Ton, bis 50 % bei Koksgrospellets	Aufgabefeuchte bis rund 20 % bei Zementrohmaterial, bei Kohle höher möglich

Abb 6. Gegenüberstellung Trommeltrockner TRT – MPS-Walzenschüsselmühle

## 5. Auslegung

Heute werden TRT-Triplextrommelrocknern Ton mit Aufgabefeuchten bis 30 % und Koksgruspellets mit 50 % aufgegeben [3], während in MPS-Walzenschüsselmühlen Feuchten bis rund 20 % bei der Mahltrocknung von Zementrohmaterial, bis 30 % bei Kohle und bis rund 15 % bei Hüttensand oder Puzzolan verarbeitet werden.

Bei der Auslegung von TRT-Trommelrocknern ist entweder der Massendurchsatz an Trockengut oder die umzusetzende Wärmemenge baugrößenbestimmend. Zur Bestimmung der Wärmebilanz ist dabei insbesondere die Kenntnis der materialbedingten Abhängigkeit der Restfeuchte von der Abgastemperatur im Trommelrockner wichtig (Abb. 7). Für bekannte Materialien wie Sande oder Schotter ohne große Porenstruktur kann eine gesicherte Auslegung aufgrund von Erfahrungswerten erfolgen. Bei der Aufgabe von Agglomeraten, Granalien bzw. bei einem hohen Porenanteil in den Körnern ist der Materialeinfluss auf den Trocknungsverlauf so groß, dass ein Trocknungsversuch auf einer halbertechnischen Pilotanlage zur Ermittlung von Auslegungsdaten die sicherste Grundlage für ein erfolgreiches Projekt ist. Eine solche Anlage steht im Technikum der Gebr. Pfeiffer AG zur Verfügung [4].

Bei der Auslegung von MPS Walzenschüsselmühlen steht bei generell sinnvollen pilotechnischen Versuchen die Bestimmung der Mahlbarkeit im Vordergrund, da beim Prozess der Mahltrocknung Agglomerate und Poren aufgeschlossen werden und so der Trocknungsablauf unterstützt wird. Die Feuchte selbst hat im üblichen Anwendungsbereich bei ausreichender Wärmezufuhr keinen Einfluss auf die Mahlbarkeit. Ausnahmen

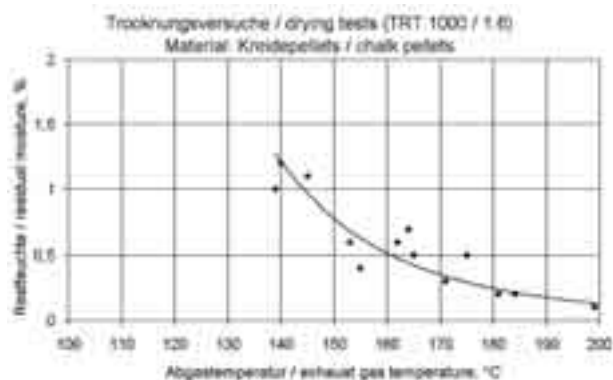


Abb 7. Einfluss der Abgastemperatur

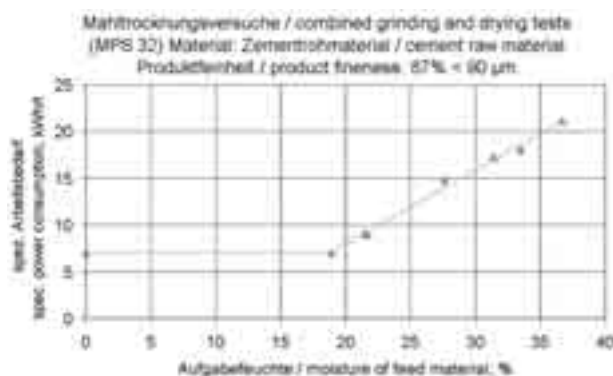


Abb 8. Einfluss der Aufgabefeuchte auf den spezifischen Arbeitsbedarf



Abb 9. Kombination Trommelrockner TRT mit Walzenschüsselmühle MPS

hiervon bilden Kohlen und Zementrohmaterial mit Aufgabefeuchten über 20 % bzw. Ton über 15 %. Hier steigt mit weiter zunehmender Aufgabefeuchte der spezifische Arbeitsbedarf zur Mahlung an (Abb. 8). Offenbar verändert sich in diesen Fällen deutlich die Konsistenz des Mahlbetts zwischen Walze und Mahlteller.

## 6. Kombination

Aber auch ohne den Sondereffekt des Feuchteinfluss auf den spezifischen Arbeitsbedarf der Mühle kann die Mühlengröße durch die Trocknungstechnik bestimmt sein. Das ist immer dann der Fall, wenn bei der Auslegung Antrieb und Mahlwerkzeuge zur Zerkleinerung ausreichen würden, jedoch für die Trocknung die zulässigen Gasmengen bzw. Temperaturen eine größere Mühle erfordern. Im Falle der üblicherweise guten Mahlbarkeit von Ton mit hohen Aufgabefeuchten führt dies häufig zu einer wirtschaftlichen Kombination von Vortrocknung im Trommelrockner TRT mit anschließender Mahltrocknung in der MPS-Walzenschüsselmühle (Abb. 9). Dabei können abhängig vom Anwendungsfall die beiden Anlagenteile mit je einem gemeinsamen oder separaten Heißgaserzeugern und Filtern ausgestattet sein. Diese Fragestellung hängt im Wesentlichen vom Taupunkt im Filter ab.

Eine in Griechenland 2004 in Betrieb gegangene Anlage für die Verarbeitung von Ton mit einem TRT 2800 als Vortrockner und einer nachfolgenden Walzenschüsselmühle MPS 160 B arbeitet mit einem gemeinsamen schwerölbefeuerten Heißgaserzeuger und Filter. Die Trocknerabgase werden vollständig in die Mühle geleitet. Die Durchsatzrate der Anlage beträgt 25 t/h Produkt mit einer Feinheit 97 % kleiner 0,2 mm und einer Restfeuchte kleiner 1 % bei einer Aufgabefeuchte von 16 %. Der elektrische Energiebedarf der Trocknungs- und Mahlanlage liegt bei 12 kWh/t, der spezifische Wärmebedarf bei etwa 4000 kJ/kg verdampftes Wasser.

### Literaturverzeichnis

<sup>1</sup> Jung, O., und K.-H. Schütte: Thermische Beanspruchung von Walzenschüsselmühlen für die Mahlung sehr feuchter Güter, ZKG International 51 (1998), No. 8, 438–443. – <sup>2</sup> Reichardt, Y., and U. Schnabel: MPS vertical roller mills for gypsum, Global Gypsum June, 2004, 30–33. – <sup>3</sup> Reichardt, Y., D. Lode und U. Schnabel: 40 Jahre Dreizugrockner TRT – Einsatz für zahlreiche mineralische Rohstoffe, Aufbereitungstechnik, 2003, No. 2, 18–21. – <sup>4</sup> Reichardt, Y.: Mahlung, Sichtung, Trocknung – was aufwändige Technikumsversuche bei Anlageninvestitionen nutzen, ZKG International 54 (2001), No. 1, 38–43.