



Im Wettlauf mit den Energiepreisen

Betriebskosten einsparen mit optimierten thermischen Trocknungsprozessen



Marcel Wettring,
Allgaier Process Technology

Steigende Energiepreise und CO₂-Kosten sowie das Ziel einer nachhaltigen Produktion sind die großen Herausforderungen für Unternehmen weltweit. Besonders hohe Potenziale zur Senkung von Energiekosten bietet die Optimierung thermischer Trocknungsprozesse. Amortisationszeiten möglicher Optimierungsmaßnahmen verkürzen sich stetig. Allgaier unterstützt Anwender dabei, die Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit von Trocknungsprozessen deutlich zu verbessern.

Thermische Trocknungsprozesse können herausfordernd sein. Zum einen muss die Prozess- und Anlagentechnik der jeweiligen Produktanforderung genügen, was vorrangig die verfahrens- und maschinenbautechnische Auslegung betrifft. Zum anderen stehen diese höchst energieintensiven Prozesse aufgrund der aktuell kritischen Versorgungssicherheit und Preisexplosion der erforderlichen fossilen Rohstoffe im Fokus.

Bei thermischen Trocknungsprozessen kann es sich um den Einsatz von Trommeltrocknern (Drehrohtrocknern), Fließbettrocknern, Flugschichtrocknern, Kontaktrocknern oder Sprühtrocknungsvarianten handeln. Bisher

wurden diese Technologien vorrangig über Heißgassysteme auf Basis fossiler Brennstoffe betrieben. Getrieben durch die aktuellen Versorgungs- und Preisumstände wird eine möglichst effiziente Gestaltung dieser Prozesse immer relevanter. Hierbei hilft besonders eine langjährige verfahrenstechnische Expertise mit entsprechender Prozess Erfahrung und fundierten Fertigungskennnissen.

Experten beraten individuell

Die Experten der Allgaier Process Technology verfolgen das Ziel, gemeinsam mit den Anlagenbetreibern die technisch und wirtschaftlich beste Lösung zu erarbeiten. So können

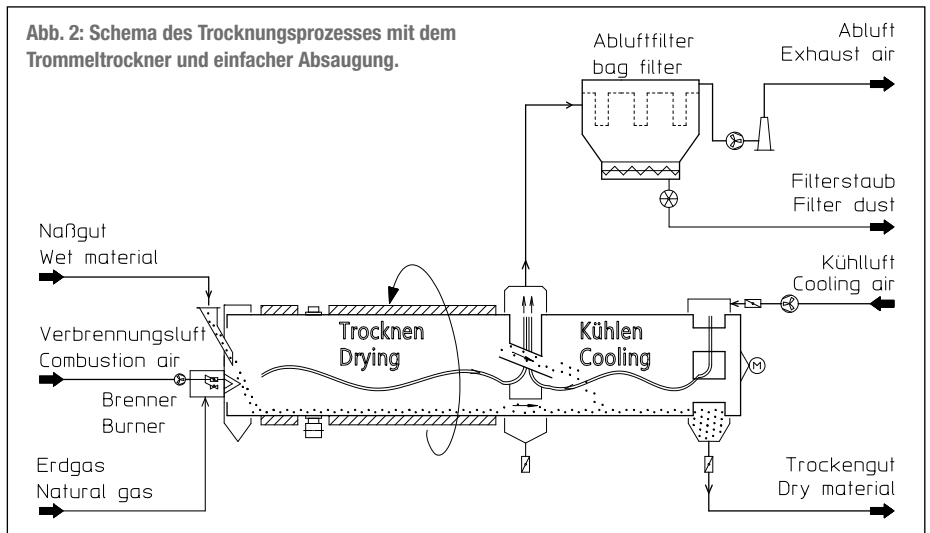
in einem ersten Vorabgespräch die Rahmenbedingungen abgestimmt werden. Bei einer Vor-Ort-Messung können nachfolgend die tatsächlichen Prozessparameter bestimmt und mit dem ursprünglichen Trocknerdesignpunkt verglichen werden. Die Analyse der Prozessparameter dient anschließend auch zur Evaluierung der individuellen Optimierungsmaßnahmen und Einsparmöglichkeiten.

Eine Frage von Preis und Leistung

Die Anpassung eines thermischen Trocknungsprozesses kann über unterschiedlichste Wege erfolgen. Oftmals werden die Lösungen durch die baulichen Gegebenheiten, aber auch von



Abb. 2: Schema des Trocknungsprozesses mit dem Trommeltrockner und einfacher Absaugung.



nie geplant, dann können die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung oder der Verdunstungskühlung von Beginn an beim Anlagendesign berücksichtigt werden. Eine interessante Anlagelösung stellt der Einsatz des Trommeltrockner-/kühler-Systems TK-D Duo dar.

Optimale Voraussetzungen für geringe Betriebskosten

Die Trommeltrockner-/kühler von Allgaier sind bekannt als leistungsstarke und effiziente Trocknungs- und Kühlsysteme. Sie finden ihre Verwendung insbesondere bei der Verarbeitung rieselfähiger Schüttgüter, werden jedoch auch für klebende, klumpende oder stark abrasive Materialien eingesetzt. Da die Trommeln stets individuell und aufgabenbezogen ausgelegt und entsprechend gefertigt werden, eröffnet sich in der Anwendung ein außergewöhnlich weites Einsatzspektrum. Ergänzt durch Spezialausführungen werden Durchsatzleistungen von 1 t/h bis über 350 t/h erreicht, wobei mit der Trocknung kombinierte Prozessschritte integriert werden können.

Für den Trommeltrockner-/kühler TK-D (Abb. 1) boten die Allgaier-Trockner/Kühler der

Baureihen TK und TK+ (TKplus) die Basis. Mit diesen Systemen ist bereits eine Kühlung des getrockneten Produktes auf ca. 50 bis 60 °C erreichbar. Mit dem Modell TK-D wird der Tatsache Rechnung getragen, dass in einigen Anwendungsfällen wie z.B. bei Gießereisanden oder bei der Herstellung von Ready-Mix-Produkten, wie Bauklebern, und auch bei der Aufbereitung von Stoffen für weitere Behandlungsstufen in Recyclingprozessen zunehmend besonders niedrige Temperaturen der abgegebenen Trockenstoffe gefordert werden. Diese liegen bei etwa 30 bis 45 °C bzw. nahe an der Umgebungs- oder der Kühllufttemperatur.

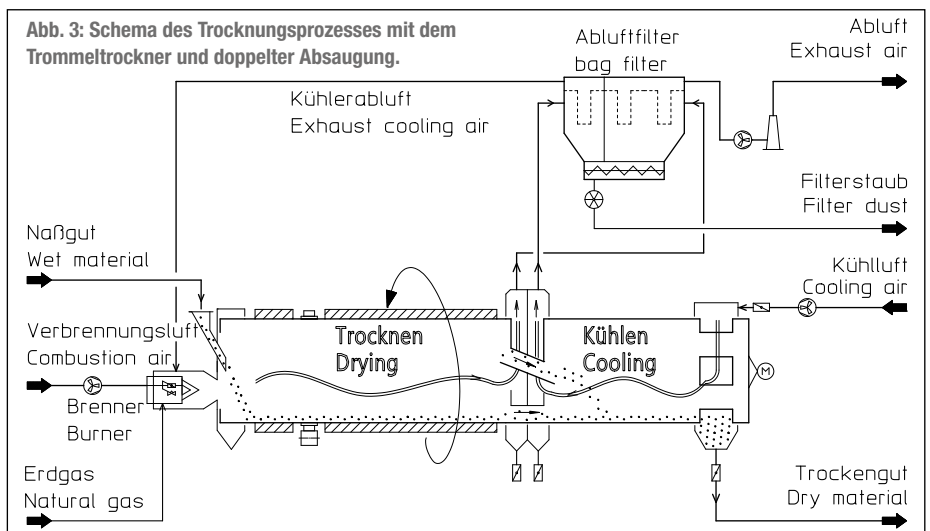
Trocknung und Kühlung im einzügigen Drehrohr

Die bisher bekannten Trockner/Kühler-Kombinationen sind als zweizügige Drehrohre ausgeführt. Dabei erfolgt in deren Innenrohr die Trocknung und im Außenrohr die Kühlung. Bei der Ausführung TK-D werden die Trocknung als auch die Kühlung des Feststoffes durch eine einzügige Bauweise des Drehrohres ermöglicht, wobei innerhalb des Drehrohres getrennte Bereiche für

den prozesstechnischen Parametern beeinflusst. Eine individuelle Beratung und Einzelfallprüfung sind daher unumgänglich. Insbesondere können diverse Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung berücksichtigt werden. Entweder kann diese Wärmerückgewinnung innerhalb des Trocknungsprozesses erfolgen (z.B. über die Nutzung der warmen Prozessabluft) oder auch durch Einbindung externer Wärmequellen aus anderen Prozessen. Bei Verwendung einer entsprechenden Hochtemperatur-Wärmepumpe lässt sich die verfügbare Wärme sogar auf ein höheres Temperaturniveau bringen, um sie noch effektiver als Trocknerzuluft nutzen zu können. Auch Eingriffe am Trockner selbst können z.B. durch eine Änderung der Trommeleinbauten oder Umbau und Modernisierung der Brenneraggregate erfolgen. Bei kombinierten Apparaten zur Trocknung und Kühlung kann zudem Energie durch die Nutzung der Verdunstungskühlung („Evaporative Cooling“) eingespart werden. So wird bspw. die Abwärme des bereits getrockneten, heißen Produktes zum Trocknen von Feuchtgut verwendet oder die durch Verdunstung eines im Feststoff vorhandenen Restfeuchteanteils im Bereich der Kühlzone (Nachverdampfung) bezeichnet.

Macht der Austausch einer Bestandsanlage Sinn oder es wird der Neubau einer Trocknerli-

Abb. 3: Schema des Trocknungsprozesses mit dem Trommeltrockner und doppelter Absaugung.



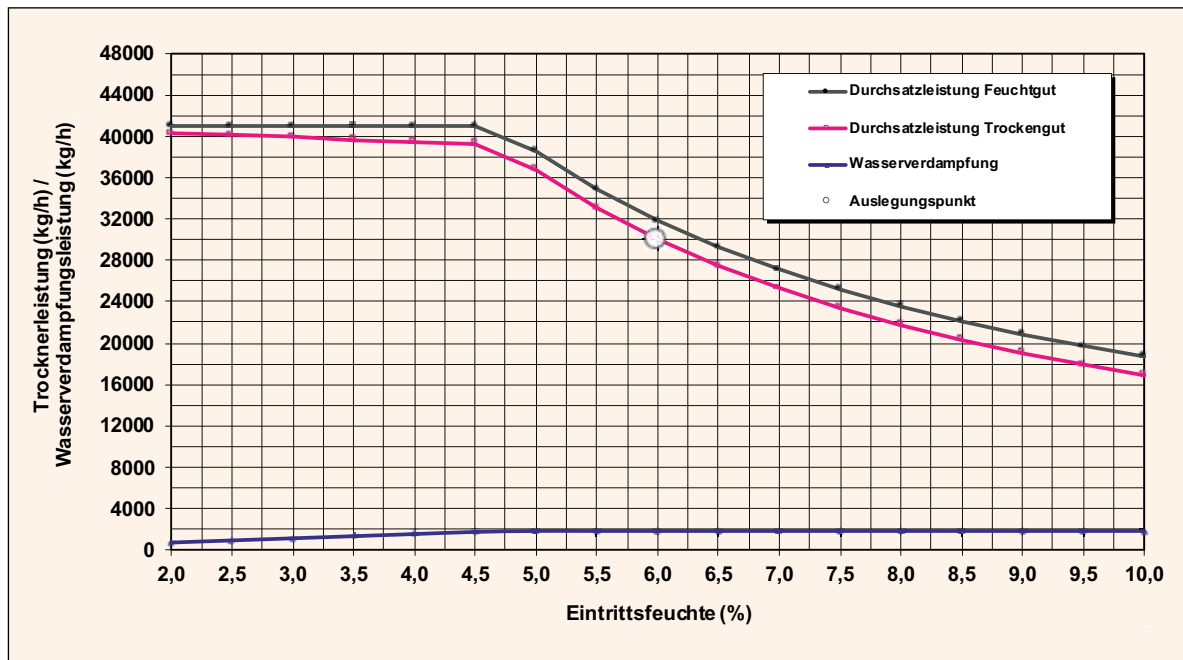


Abb. 4: Abhängigkeit der Feststoff- und Wasserverdampfungsleistung von der Eintrittsfeuchte des Trockenguts am Beispiel der Trocknung und Kühlung von Sanden.

Trocknung und Kühlung vorhanden sind. Durch dieses Verfahren werden Berührungspunkte zwischen dem abkühlenden Trockengut und der inneren, heißen Trockentrommel im Eintrittsbereich des Trockners vermieden, wie dies bspw. bei zweizügigen Drehrohren der Fall ist. Abbildung 2 stellt die prinzipielle Funktionsweise der TK-D dar. Der speziell gestaltete Zentralbereich der TK-D lässt die Abluftströme aus Trocknung und Kühlung durch den Trommelmantel austreten und transportiert gleichzeitig den getrockneten Feststoff von der Trockenzone in die Kühlzone. Unfreiwilliges Austreten des Trockengutes durch die Öffnungen für die Abluft wird durch ein spezielles Design des Zentralbereiches vermieden. Der warme Feststoff wird über den Zentralbereich in die Kühlzone geleitet, wo er im Gegenstrom gekühlt wird. Anschließend verlässt der Feststoff das Drehrohr in trockenem und gekühltem Zustand über einen Feststoffauslass. Die Abluftmengen, sowohl aus der Trocknung als auch aus der Kühlung, durchlaufen eine nachgeschaltete Schlauchfilteranlage, wo sie zunächst entstaubt und abschließend durch einen Saugventilator in die Umgebung abgeführt werden.

Standardgemäß werden die warmen, zuvor getrockneten Produkte durch die Umgebungsluft gekühlt, wobei Temperaturen von bis ca. 10K oberhalb der Umgebungstemperatur erreicht werden. Unter Verwendung von vorgekühlter Luft lassen sich Trockengut-Temperaturen von bis zu 10 °C realisieren. Umgebungsluft oder konditionierte Kühlluft werden über dasselbe Gehäuse zugeführt, über welches auch der Feststoffaus-

trag erfolgt. Die Länge der Kühlzone kann hierbei, unabhängig von der Länge der Trocknungszone, entsprechend den Anforderungen an den optimalen Kühleffekt ausgelegt werden.

Das Abführen und Entstauben der beiden Abluftströme kann beim Übergang von der Trocknungs- in die Kühlzone unter Verwendung einer Trennwand innerhalb des Zentralbereiches des TK-D auch separat erfolgen. Dabei wird die feuchtebeladene Trocknerabluf entstaubt in die Atmosphäre abgegeben, während die entstaubte, aber trockene Kühlerabluf als vorgewärmte Trocknungsluf in den Prozess zurückgeführt werden kann (Abb. 3).

Die Abluftrückführung bewirkt eine Wärmerückgewinnung, die, optional mit Verdunstungskühlung zur Kühlungsunterstützung kombiniert, die Effizienz im Trocknungsprozess weiter steigert und dadurch zu einer zusätzlichen Energieeinsparung gegenüber bisherigen Bauformen beiträgt.

In Abb. 4 ist die Abhängigkeit der Feststoff- und Wasserverdampfungsleistung von der Eintrittsfeuchte des Trockenguts am Beispiel der Trocknung und Kühlung von Sanden erkennbar. Bei dieser Darstellung wird eine Anlage mit einer nominalen Trockengutkapazität von 30 t/h bei einer angenommenen Feststoff-Eingangsfuchte von 6 % im Auslegungspunkt („Point of Design“) betrachtet. Dieses Beispiel geht von Sanden mit ausschließlich Oberflächenfeuchte aus.

Ein derartiger Trockner verfügt über die Fähigkeit, auch Sande mit höherer Anfangsfuchte zu trocknen, allerdings sinkt mit steigender

Anfangsfuchte die Feststoffleistung (feucht und trocken = obere Linien in Abb. 4). Wenn die Anfangsfuchte geringer ist, kann die Feststoffleistung (feed) auf ca. 41 t/h erhöht werden, bleibt bei weiter sinkender Anfangsfuchte wegen der limitierten Transportfähigkeit der für diesen Fall optimierten Trommeleinbauten unterhalb 4,5 % sowie durch die Begrenzungen des Trocknerantriebes jedoch auf dem Maximalwert des sogenannten „Mechanical limit“.

Die untere Linie in Abb. 4 markiert die Wasserverdampfungsleistung. Diese bleibt wegen der installierten maximalen Brennerleistung oberhalb der nominalen Anfangsfuchte des Sandes konstant, sinkt jedoch bei geringen Anfangsfuchten und gleichbleibender Feststoffmenge.

Folglich steigen die auf die Trockengutleistung bezogenen, spezifischen Gasverbräuche mit der Anfangsfuchte der behandelten Sande an. Die drei annähernd parallelen Linien der spezifischen Gasverbräuche in Abb. 5 markieren die Differenz des Energiebedarfes bei unterschiedlichen Prozessausführungen. So stellt die obere Linie den Verlauf des spezifischen Gasverbrauchs ohne Berücksichtigung der Verdunstungskühlung dar. Die mittlere Linie im Diagramm zeigt, dass der Gasverbrauch durch die Verdunstungskühlung deutlich reduziert werden kann. Eine weitere Einsparung erzielt man bei der Rückführung der trockenen, warmen Abluf aus der Kühlzone (untere Linie im Diagramm).

Durch die im vorgenannten Beispiel gezeigte Verdunstungskühlung liegen die Brennstoffeinsparungen, abhängig von der Anfangsfuchte,

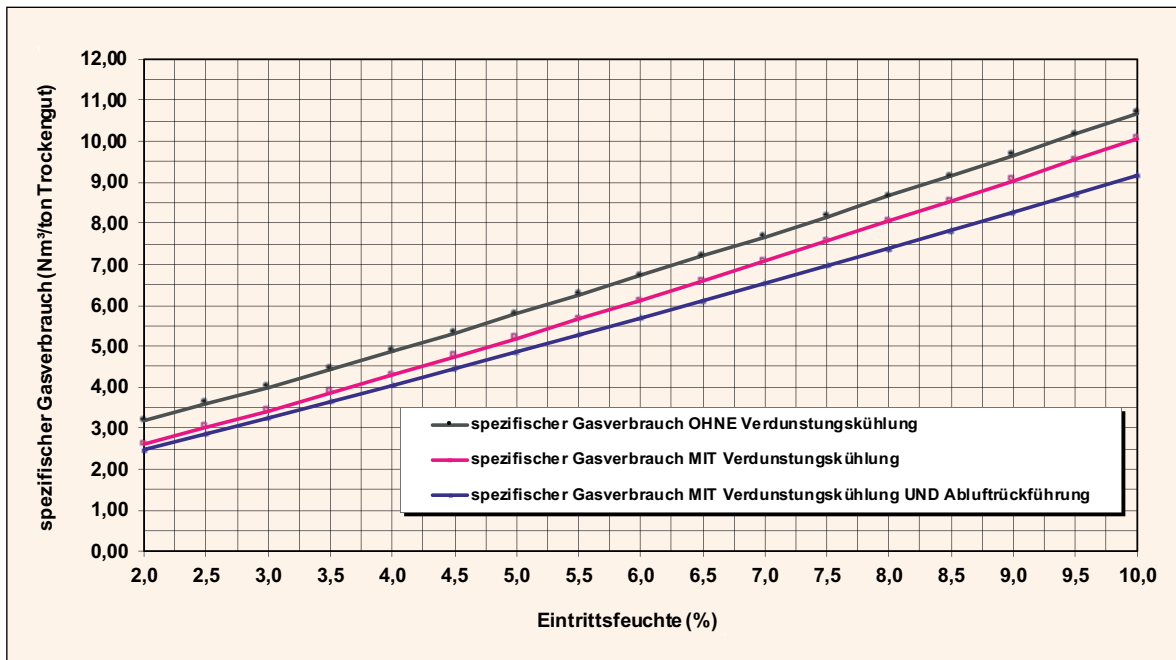


Abb. 5: Vergleich der spezifischen Gasverbräuche als Funktion der Eintrittsfeuchte mit verschiedenen Trocknungsverfahren.

in Größenbereichen von 5 bis 20 % gegenüber einer Kühlung ohne Evaporative Cooling. Durch eine zusätzliche, getrennte Abluftführung und Rückführung der warmen, trockenen Kühlerabluft als vorgewärmte Verbrennungs- und Prozessluft (gemäß Abb. 3) können weitere ca. 5 bis 10 % Einsparung, wiederum abhängig von der Anfangsfeuchte, realisiert werden. Dadurch ergeben sich beim Einsatz einer Trocken-/Kühlkombination TK-D insgesamt mögliche Brennstoffeinsparungen um 16 % im Auslegungspunkt.

Beispiele für Praxisanwendungen

Effizienter Trommeltrockner-/kühler

Zur Herstellung von Beton oder Mörtelprodukten werden Sande mit definierten Feuchteanteilen gefordert. Ein Hersteller dieser Baustoffe vertraut auf den Einsatz der TK-D. Der einzige Trommeltrockner-/kühler ist für einen Trockengutdurchsatz von 25.000 kg/h ausgelegt. Das Trockenprodukt wird direkt im Anschluss auf < 50 °C gekühlt was eine kontinuierliche Weiterverarbeitung in Folgeprozessen ermöglicht. Durch die installierte Wärmerückgewinnung aus dem Abluftstrom lässt sich bei dieser Anwendung eine Brennstoffeinsparung von ca. 10 bis 15 % erreichen.

Nachträgliche Wärmerückgewinnung aus der Prozessabluft

Gemeinsam mit einem Hersteller von unterschiedlichen Kartoffelstärken wurde für einen bestehenden Flugschichttrocknungsprozess

eine Wärmerückgewinnung konzeptioniert und nachgerüstet. Dabei wird die Trocknerabluft (ca. 50 °C) in einem Wärmetauscher abgekühlt und teilkondensiert. Mit der rückgewonnenen Energie wird die Trocknerzuluft vorgewärmt. Die Brennerleistung kann so, je nach Umgebungstemperatur, um ca. 500 kW reduziert werden.

Konzeptionierung eines Trocknungsprozesses mit indirekter Wärmerückgewinnung

Zur Trocknung eines Lederproduktes setzt ein weiterer Anlagenbetreiber auf die Abwärmerückgewinnung in seinem Flugschichttrocknungsprozess. Bereits in der Konzeptphase wurde diese Einsparmaßnahme vorgesehen. Über einen, nach dem Abluftfilter installierten Wärmetauscher, wird die gereinigte, warme Trocknerabluft zur indirekten Vorerwärmung der Trocknerzuluft verwendet. Abhängig von den Umgebungstemperaturen am Produktionsstandort können so ca. 30 % Brennstoff eingespart werden.

Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen

Zur Trocknung von Recyclingabfällen hat sich ein Anlagenbetreiber für einen Wälzbettrockner entschieden. Aufgrund der strikten Emissionsvorgaben am Produktionsstandort wurde die Beheizung des Trocknungssystems ausschließlich über Hochtemperatur-Wärmepumpen realisiert. So werden bei einer Zulufttemperatur von 110 °C lokal keine Verbrennungsgase ausgestoßen. Außerdem kann die auf der Produktionshalle installierte Photovoltaikanlage zum Betrieb des Trockners verwendet werden.

Fazit

Hinsichtlich der Energieeffizienz von thermischen Trocknungsprozessen lässt sich an vielen Stell-schrauben drehen. Was aus technischer und monetärer Sicht am sinnvollsten ist, muss individuell beleuchtet werden. Durch die beschriebenen Maßnahmen können Einsparungen in Höhe von bis zu 30 % erzielt werden, was sich direkt auf die Betriebskosten auswirkt.

Allgaier Process Technology kann für eine sichere Anlagenauslegung auf die Erfahrungen aus zahlreichen Referenzen und praxisnahen Versuche auf flexibel konfigurierbaren Versuchsanlagen zurückgreifen.

Der Autor

Marcel Wettring, Produktmanager Process Technology, Allgaier Process Technology

Bilder © Allgaier Process Technology

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202201220>

Kontakt

ALLGAIER Process Technology GmbH, Uhingen
 Tel.: +49 7161 301 - 175
 process-technology@allgaier-group.com
 www.allgaier-process-technology.com