

CEMENT **▶ PROCESSING ▶ PERFORMANCE ▶ APPLICATION** **I**NTERNATIONAL

Reprint from / Sonderdruck aus: Issue No.: 3/2009, pp. 58–68

Selection criteria for the use of dryers in the mineral raw materials, chemical and recycling industries

Auswahlkriterien für die Verwendung von Trocknern in der Mineralrohstoff-, chemischen und Recycling-Industrie

▶ Dr.-Ing. M. Trojosky, Allgaier Process Technology GmbH, Göppingen, Germany

Überreicht durch:

**ALLGAIER PROCESS TECHNOLOGY GmbH
Adolf-Safft-Straße 10
73037 Göppingen**

**Tel.: +49 7161 301-101
Fax: +49 7161 301-5035
mathias.trojosky@allgaier.de
www.allgaier.de**

SUMMARY

The mineral raw materials industry as well as the chemical and recycling industries generally use rotary dryers or fluidized-bed dryers for drying or cooling bulk materials. The rotary dryer has proved successful for drying a great variety of materials over many decades and has become widely established in the building materials and raw materials industries, but fluidized-bed dryers, often known as vibratory fluidized-bed dryers, are also used, particularly in the chemical and foodstuffs industries. There is a series of decision criteria that favour one or the other type of dryer for a particular application, so the article examines the problem of selecting a suitable dryer. The basic designs and operating principles of the two types of dryer are described, and their advantages and disadvantages are highlighted. As an example, the technical data for designing a dryer for drying natural sand with a rotary dryer and a fluidized-bed dryer are compared and the arguments for selecting the most suitable dryer are summarized. The rotary dryer is the first choice when materials with fluctuating particle size compositions and maximum particle sizes > 6 mm with varying throughput and feed moisture are to be dried with a favourable energy consumption. The rotary dryer can be made very robust, even for processing extremely abrasive solids and, unlike the fluidized-bed dryer, its plant technology means that it can be installed in the open. ◀

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Trocknung oder Kühlung von Schüttgütern werden in der Mineralrohstoff- sowie in der chemischen und Recyclingindustrie im Allgemeinen Drehrohr Trockner und Fließbett Trockner eingesetzt. Während sich der Drehrohr Trockner seit vielen Jahrzehnten zur Trocknung sehr unterschiedlicher Materialien bewährt und in der Bau- und Rohstoffindustrie weitgehend durchgesetzt hat, gelangen besonders in der chemischen Industrie und in der Lebensmittelindustrie so genannte Fließbett-Trockner, auch oft als Vibrations-Wirbelschicht Trockner bezeichnet, zur Anwendung. Da es eine Reihe von Entscheidungskriterien gibt, nach denen der eine oder andere Trocknertyp für die jeweilige Anwendung zu favorisieren ist, setzt sich der Beitrag mit der Auswahl des geeigneten Trockners auseinander. Zu diesem Zweck werden anschaulich Aufbau und Funktionsprinzip beider Trocknertypen beschrieben und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile beleuchtet. Beispielfhaft werden für die Trocknerauslegung zur Trocknung von Natursand vergleichende technische Daten zwischen einem Drehrohr Trockner und einem Fließbett Trockner sowie auch die Argumente zur Auswahl des geeigneten Trockners zusammengestellt. Wenn Feststoffe mit schwankender Korngrößenzusammensetzung und Maximalkorngrößen > 6 mm bei schwankendem Durchsatz und Aufgabefeuchten bei niedrigen spezifischen Energieverbräuchen verarbeitet werden sollen, dann ist der Drehrohr Trockner die erste Wahl. Der Drehrohr Trockner kann sehr robust auch für die Verarbeitung von extrem abrasiven Feststoffen ausgeführt und im Gegensatz zum Fließbett-Trockner auch im Freien aufgebaut werden. ◀

Selection criteria for the use of dryers in the mineral raw materials, chemical and recycling industries

Auswahlkriterien für die Verwendung von Trocknern in der Mineralrohstoff-, chemischen und Recycling-Industrie

1 Introduction

Rotary dryers have been used for many decades for drying a wide variety of materials. The rotary dryer has become firmly established in the building materials, minerals and raw materials industries but the fluidized-bed (vibratory) dryer has also been in use for quite some time, especially in the chemical industry as well as in the foodstuffs and pharmaceutical industries. A number of special applications have been developed for fluidized-bed dryers, such as the spray granulation dryer, the suspension and paste dryer, the fluidized bed dryer/cooler with heat exchangers integrated into the fluidized bed, and the entrained bed dryer, etc.

Vibratory fluidized-bed dryers have also been used in the building materials and minerals industries for about the last twenty years. At the same time, however, there have been further technical developments to the rotary dryer that have made it possible to produce energy-efficient applications and especially robust and highly reliable solutions, particularly for uses in the minerals industry.

2 Operating principles of rotary dryers

In rotary dryers the material is moved by the rotation of the rotary tube and the action of the internal fittings. The older rotary dryers were usually built with a slight slope to assist the transport of the material but modern dryers built on the MOZER® system are now almost always set up horizontally. Lifting scoops pick up the moist material from the bottom of the rotary tube and then let it fall again so that there is intensive contact between the hot drying air and the moist material. In the majority of drying applications there is co-current transport of the material, i.e. it moves in the same direction as the gas flow. The material is conveyed by guide vanes so that there is a combination of parallel flow and cross flow between the drying gas and the material. Counter-current applications are used mainly in the asphalt industry and in high temperature applications, e.g. for calcination.

As a rule the drying air for applications in the minerals industry is heated by gas or light oil burners. The combustion gases are mixed with ambient air to achieve average drying air temperatures of between 600 and 900 °C. For materials like quartz sand that are not sensitive to temperature the flame can burn directly inside the rotating tube. (► Fig. 1) Combustion chambers that ensure that the hot combustion gases in the combustion chamber are adequately mixed with ambient air to achieve the required average drying air temperature before they enter the rotary tube are used for drying temperature-sensitive materials such as limestone, clay, bentonite, recycled plastics or organic residues and waste materials. Combustion chambers are also employed when using fuel oil (diesel) to ensure low-pollution soot-free burn-out of the fuel oil. (► Fig. 2 shows a rotary dryer with upstream combustion chamber.

1 Einleitung

Drehrohtrockner werden seit vielen Jahrzehnten zur Trocknung unterschiedlichster Materialien eingesetzt. Während sich der Drehrohtrockner in der Bau-, Mineral- und Rohstoffindustrie weitgehend durchgesetzt hat, gelangen besonders in der chemischen Industrie sowie auch in der Lebensmittel- und pharmazeutischen Industrie seit einigen Jahrzehnten auch Fließbettrockner bzw. Vibrations-Wirbelschichtrockner zum Einsatz. Für Wirbelschichtrockner sind eine Reihe von Sonderanwendungen wie der Sprühgranulationstrockner, der Suspensions- und Pastentrockner, der Wirbelschichtrockner/kühler mit in die Wirbelschicht integrierten Wärmetauschern sowie der Flugschichtrockner usw. entwickelt worden.

Seit ca. zwei Jahrzehnten sind auch in der Bau- und Mineralstoffindustrie Vibrations-Wirbelschichtrockner, so genannte Fließbettrockner, installiert worden. Zeitgleich sind jedoch auch die Drehrohtrockner technisch weiterentwickelt worden, die speziell für Anwendungen in der Mineralstoffindustrie energetisch effiziente Einsatzmöglichkeiten sowie besonders robuste und störungsunempfindliche Lösungen ermöglichen.

2 Funktionsprinzipien von Drehrohtrocknern

In Drehrohtrocknern wird der Feststoff durch die Rotation des Drehrohrs und die Förderwirkung der Einbauten bewegt. Ältere Drehrohtrockner wurden zur Unterstützung des Feststofftransports meist mit einer geringen Neigung gebaut, Trockner moderner Bauart nach dem System MOZER® werden heute fast ausschließlich waagrecht aufgestellt. Hubschaufeln nehmen den feuchten Feststoff vom Grund des Drehrohrs auf und lassen ihn wieder fallen, wodurch ein intensiver Kontakt der heißen Trocknungsluft mit dem feuchten Feststoff entsteht. Bei den meisten Anwendungen zur Trocknung wird der Feststoff im Gleichstrom, also in Rich-



Figure 1: A typical rotary dryer plant for drying and cooling quartz sand
Bild 1: Das typische Bild einer Drehrohtrockner-Anlage zur Trocknung und Kühlung von Quarzsand



Figure 2: Combustion chamber on a rotary dryer – MOZER® system
Bild 2: Brennkammer an einem Drehrohrtrockner, System MOZER®

The total engineering outlay for heating rotary dryers is low. Modern burners have relatively small combustion air fans. As a rule there is no need for fans for conveying the drying air or for expensive piping. The moist exhaust air is extracted from the dryer by an exhaust air fan, passed through a bag filter to collect the entrained dust and released to the surroundings through a chimney.

Rotary dryers are generally built for material throughputs of between 5 and 150 t/h. One particular advantage of the rotary dryer is that it is not at all sensitive to fluctuations in the input moisture of the materials to be dried or to fluctuations in the throughput or particle size composition of the material. Even if there is a power failure the operation can in most cases be resumed immediately.

Rotary dryers are suitable for fine sands and are also particularly suitable for coarse and very coarse bulk materials. If there is a change in product it is not essential to adjust the amount of air. Even if the supply of drying air fails the material is transported onwards by the rotation of the rotary.

Rotary dryers are not at all sensitive to operating errors and are therefore ideal for installation in areas with less well developed economies. The expenditure required for automation of the dryer control system is comparatively low.

One important factor for effective utilization of the heating energy is optimum configuration of the dryer internals, which must ensure the best possible intensive contact between the material to be dried and the drying gas. ► Fig. 3 shows a view of the curtain of material inside a rotary dryer.

The illustration clearly shows areas (coloured blue) where the drying gas is not optimally in contact with the falling material. The drying gas must therefore pass sufficiently often through the curtain of material inside the rotary tube, i.e. several times. After the material has trickled down it remains for a certain time on the bottom of the rotary tube, so it is also important that it is repeatedly picked up by the lifting scoops and allowed to trickle down again sufficiently frequently.

The internal fittings as well as the rotary tube itself are made of thick-walled steel and, because of their simple and robust construction, are particularly suitable for the minerals industry. Even very abrasive materials can be handled through suitable configuration of the internals. Care is taken

of the gas flow is promoted. The promotion of the solid material is achieved through so-called levers, whereby a combination of co-current and cross-current between the drying gas and the solid material occurs. Counter-current applications are found above all in the asphalt industry as well as in high-temperature applications such as calcination.

The heating of the drying air for applications in the mineral industry is usually achieved by the use of gas or light oil burners. The combustion gases are mixed with a proportion of ambient air to give average drying air temperatures between 600 and 900 °C. For thermally insensitive goods such as quartz sand the flame can be burned directly in the rotating drum (► Bild 1). In the drying of temperature-sensitive materials such as limestone, clay, bentonite, plastic recyclates or organic residues and waste materials, combustion chambers are used, which ensure that the hot combustion gases enter the combustion chamber before entering the drum, mixed well with ambient air to the desired average drying air temperature. Combustion chambers are also used when using heating oil (diesel) to ensure a clean and soot-free combustion of the heating oil. ► Bild 2 shows a rotary dryer with a pre-heated combustion chamber.

Overall, the technical effort for heating rotary dryers is low. Modern burners have relatively small combustion air fans. Fans for conveying the drying air or expensive piping are not required. The moist exhaust air is extracted from the dryer by an exhaust air fan, passed through a bag filter to collect the entrained dust and released to the surroundings through a chimney.

Rotary dryers are generally built for material throughputs between 5 and 150 t/h. A particular advantage of the rotary dryer is that it is not at all sensitive to fluctuations in the input moisture of the materials to be dried or to fluctuations in the throughput or particle size composition of the material. Even in the event of a power failure, the operation can in most cases be resumed immediately.

Rotary dryers are suitable for fine sands and are also particularly suitable for coarse and very coarse bulk materials. If there is a change in product, it is not essential to adjust the amount of air. Even if the supply of drying air fails, the material is transported onwards by the rotation of the rotary.

Rotary dryers are not at all sensitive to operating errors and are therefore ideal for installation in areas with less well developed economies. The expenditure required for automation of the dryer control system is comparatively low.

One important factor for effective utilization of the heating energy is optimum configuration of the dryer internals, which must ensure the best possible intensive contact between the material to be dried and the drying gas. ► Bild 3 shows a view of the curtain of material inside a rotary dryer. The illustration clearly shows areas (coloured blue) where the drying gas is not optimally in contact with the falling material. The drying gas must therefore pass sufficiently often through the curtain of material inside the rotary tube, i.e. several times. After the material has trickled down it remains for a certain time on the bottom of the rotary tube, so it is also important that it is repeatedly picked up by the lifting scoops and allowed to trickle down again sufficiently frequently.

with abrasive materials that the material slides as little as possible, or not at all, over the lifting scoops and guide vanes and that it falls onto a bed of the material being dried. This makes it possible to achieve dryer solutions with long service lives, even with severely abrasive materials.

The dryer design is partly based on test results that can be scaled up reliably, especially when new products are involved or where the solids to be dried have particular characteristics.

Dryers generally have a lower specific heat consumption if the process can be operated with the highest possible air inlet temperature. High gas temperatures result in small volumes of drying air and therefore also low heat losses through the exhaust air, which is still hot. For this reason the rotary dryers in the minerals industry are generally operated very efficiently with hot gas temperatures of up to 900 °C, although with rotary dryers the exhaust air temperatures are generally slightly higher than, for example, with fluidized-bed dryers.

One particular advantage of the rotary dryer is that in periods when a plant that has been designed for a certain nominal throughput needs to be operated at a significantly lower throughput for a long period, e.g. for production reasons, it is possible, in addition to the automatic reduction of the hot gas inlet temperature, to adjust the volume of drying air to suit the reduced throughput. By reducing the quantity of drying air the hot gas temperature can then be kept high, and close to the design point, with a low specific fuel consumption.

Fluidized-bed dryers do not offer this option because the full volume of drying air must be maintained, even at reduced throughput, to fluidize the material. Good fluidization of the material by the drying air is a basic requirement with vibratory fluidized-bed dryers to ensure reliable material transport and adequate aeration of the bed of material. Rotary dryers, on the other hand, transport the solids by the internal fittings and the rotation of the drum.

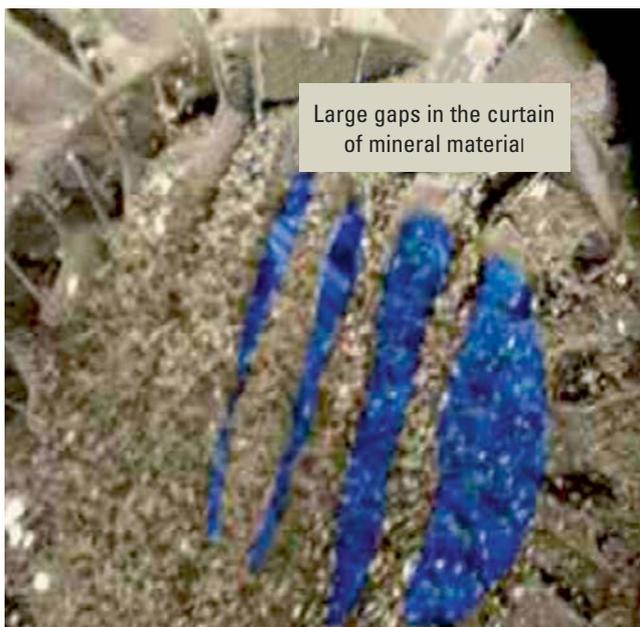


Figure 3: Typical curtain of material inside a rotary dryer (material-free regions are coloured blue)

Bild 3: Typischer Materialschleier im Innern eines Drehrohr Trockners (feststofffreie Bereiche blau eingefärbt)

Aus dem Bild werden Bereiche deutlich (im Bild blau eingefärbt), in denen das Trocknungsgas nicht optimal mit dem herabrieselnden Feststoff in Kontakt ist. Deshalb ist es notwendig, dass das Trocknungsgas innerhalb des Drehrohrs ausreichend oft, also mehrere Male den Feststoffschleier durchströmt. Da der Feststoff nach dem Herabrieseln eine gewisse Zeit auf dem Boden des Drehrohrs verweilt, ist es ebenso wichtig, dass der Feststoff immer wieder durch Hubschaufeln aufgenommen und ausreichend oft verrieselt wird.

Die Einbauten wie auch das Drehrohr selbst werden aus dickwandigem Stahl hergestellt und sind wegen ihres einfachen und robusten Aufbaus für die Mineralstoffindustrie besonders geeignet. Durch eine entsprechende Gestaltung der Einbauten können auch sehr abrasive Materialien behandelt werden. Bei abrasiven Gütern muss darauf geachtet werden, dass der Feststoff möglichst nicht oder nur wenig auf den Hub- und Leitschaufeln gleitet sowie beim Herabfallen auf das Materialbett des zu trocknenden Feststoffs fällt. Damit lassen sich auch für stark abrasive Feststoffe Trocknerlösungen mit langer Standzeit realisieren.

Insbesondere bei neuen Produkten oder spezifischen Besonderheiten der zu trocknenden Feststoffe wird heute das Trocknerdesign durch Versuchsergebnisse abgerundet, wodurch ein sicheres Scale-up gewährleistet ist.

Trockner haben allgemein immer dann einen spezifisch geringen Heizenergiebedarf, wenn der Prozess mit möglichst hohen Lufteintrittstemperaturen betrieben werden kann. Aus hohen Heißgastemperaturen resultieren geringe Trocknungsluftmengen und damit geringe mit der noch warmen Abluft abgegebene Wärmeverluste. Aus diesem Grunde arbeiten Drehrohr Trockner in der Mineralstoffindustrie gewöhnlich mit Heißgastemperaturen bis 900 °C sehr effizient, obwohl die Ablufttemperaturen von Drehrohr Trocknern meist leicht höher liegen als beispielsweise bei Fließbett Trocknern.

Ein besonderer Vorteil des Drehrohr Trockners besteht auch darin, dass in Perioden, in denen die auf einen bestimmten Nenndurchsatz ausgelegte Anlage, z.B. aus produktionstechnischen Gründen, über längere Zeit mit einem signifikant niedrigen Durchsatz betrieben werden soll oder muss, neben der automatischen Abregelung der Heißgaseintrittstemperatur die Möglichkeit besteht, auch die Trocknungsluftmenge auf den verminderten Durchsatz anzupassen. Durch die Reduzierung der Trocknungsluftmenge kann dann die Heißgastemperatur hoch bzw. nahe dem Auslegungspunkt bei geringem spezifischem Brennstoffbedarf gehalten werden.

Fließbett Trockner bieten diese Möglichkeit nicht, da auch bei vermindertem Durchsatz die volle Trocknungsluftmenge beibehalten werden muss, um den Feststoff zu fluidisieren. Eine gute Feststofffluidisierung durch die Trocknungsluft ist bei Vibrations-Fließbett Trocknern Voraussetzung für einen zuverlässigen Feststofftransport und eine ausreichende Belüftung der Feststoffschüttung. Drehrohr Trockner dagegen fördern den Feststoff durch das Vorhandensein der Einbauten und infolge der Rotation des Drehrohrs.

Der Feststoff in Drehrohr Trocknern muss nicht durch die Trocknungsluft fluidisiert werden. Die Luft strömt relativ ungehindert durch das Trocknerrohr. Die Zuluftventilatoren eines Fließbett Trockners müssen dagegen neben der Fluidisierung des Feststoffs außerdem den Druckverlust des

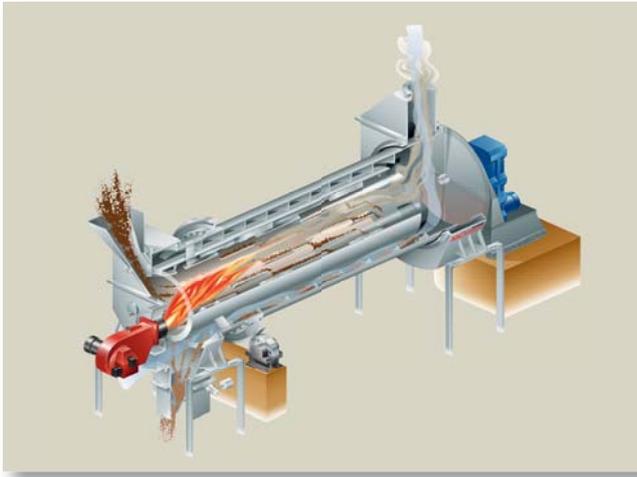


Figure 4: Drying/cooling rotary tube – MOZER® TK system

Bild 4: Drehrohrtrockner System MOZER® TK zur Trocknung und Kühlung

The material in rotary dryers does not have to be fluidized by the drying air. The air flows relatively unhindered through the rotary dryer. On the other hand, the fan for supplying the air to a fluidized-bed dryer must not only fluidize the material but also overcome the pressure drop across the gas distribution base. This pressure drop must be sufficiently high to ensure good distribution of the drying air over the entire cross-sectional area of the dryer. Rotary dryers therefore have a low specific electric power consumption, which is usually only about two-thirds that of a fluidized-bed dryer.

Rotary dryers using the MOZER® system are available as single-shell units, i.e. as continuous-flow dryers, and also, because of the horizontal set-up, as two-pass or three-pass dryers. The use of two- or three-pass dryers can depend on the available space conditions and the necessary residence time of the material. The use of a twin-shell dryer for combined drying and cooling in a single unit is to be recommended whenever the material to be dried has to be cooled immediately after drying. The drying then takes place only in the inner rotary tube. The hot dried material flows from the inner rotary tube into the outer shell and is transported back by appropriately shaped lifting scoops and guide vanes and the material is cooled by the counter-current flow of incoming cold ambient air (► Fig. 4).

With the MOZER®-TK rotary dryer the dried material can be cooled to temperatures of about 55 to 60 °C, which is sufficient for the majority of applications in the building materials and minerals industries as well as for the ready-mixed mortar industry. A separate rotary cooler, a downstream water-cooled contact cooler or a fluidized-bed cooler is used if even lower material temperatures are required.

The MOZER®-“TK_plus” system, which is used predominantly for drying and cooling quartz sand (► Fig. 5), is a particularly energy-efficient dryer/cooler. In contrast to the TK system the sand is not cooled with ambient air but by mixing in a proportion of moist sand with the hot dried sand after it has passed through the inner cylinder. The material is cooled by the evaporation of the water from the added moist material, while this added material is dried by the heat stored in the main bulk of dried material.

With the “TK_plus” dryer/cooler the moist material is fed in at both ends. The ratio between the two streams of material

Gasverteilerbodens überwinden, der für eine gute Gleichverteilung der Trocknungsluft über die gesamte Trocknerquerschnittsfläche ausreichend hoch sein muss. Der spezifische Elektroenergiebedarf von Drehrohrtrocknern ist deshalb gering und liegt meist nur bei ca. 2/3 des Elektroenergieverbrauchs eines Fließbettrockners.

Drehrohrtrockner nach dem System MOZER® stehen in einschaliger Bauweise, als so genannte Durchlaufrockner und wegen der waagerechten Ausrichtung aber auch als Zwei- oder Dreizugrockner zur Verfügung. Der Einsatz von Zwei- oder Dreizugrocknern kann von den vorhandenen Platzverhältnissen und der notwendigen Feststoffverweilzeit abhängig gemacht werden. Immer dann, wenn die zu trocknenden Feststoffe nach der Trocknung sofort gekühlt werden sollen, empfiehlt sich der Einsatz eines zweischaligen Trockners zur kombinierten Trocknung und Kühlung in einem einzigen Aggregat. Die Trocknung findet dann nur im inneren Drehrohr statt. Der getrocknete und warme Feststoff fließt aus dem Innenrohr in die äußere Schale und wird durch entsprechend geformte Hub- und Leitschaufeln zurück gefördert, während angesaugte kalte Umgebungsluft den Feststoff im Gegenstrom kühlt (► Bild 4).

Mit dem Drehrohrtrockner MOZER®-TK lassen sich gekühlte Trockenguttemperaturen von ca. 55 bis 60 °C erreichen, was in den meisten Anwendungen der Bau- und Mineralstoffindustrie und speziell der Fertigmörtelindustrie ausreichend ist. Werden noch niedrigere gekühlte Feststofftemperaturen gefordert, kommt ein separater Drehrohrkühler, ein nachgeschalteter, wassergekühlter Kontaktkühler oder ein Fließbettkühler zum Einsatz.

Einen energetisch besonders effizienten Trockner/Kühler stellt das System MOZER®-„TK_plus“ dar, das vorwiegend zur Trocknung und Kühlung von Quarzsanden zum Einsatz kommt (► Bild 5). Im Unterschied zum System TK wird die Kühlung des Sands nicht mit Umgebungsluft erreicht, sondern durch die Zumischung eines Anteils feuchten Sands in den bereits getrockneten warmen Sand nach Durchlaufen des Innenzylinders. Die Kühlung des Feststoffs erfolgt durch die Verdunstung des Wassers aus dem zugemischten Feuchtgut, während dieser zugemischte Feststoffanteil durch die in der getrockneten Feststoff-Hauptmenge gespeicherten Wärme ebenfalls getrocknet wird.



Figure 5: Drying/cooling rotary tube – MOZER® TK_plus system with moist sand introduced at both ends

Bild 5: Drehrohrtrockner System MOZER® TK_plus mit beidseitiger Zuführung des Feuchtsands für die Trocknung und Kühlung



Figure 6: Cleaning dryer – MOZER®-TRH system

Bild 6: Reinigungstrockner System MOZER®-TRH

depends on the input moisture of the sand and lies between about 80 and 90 % for the main flow with 10 to 20 % for the added flow of material. This dryer/cooler can reduce the fuel requirement for drying by about 15 %.

One particularly energy-efficient special application is the MOZER®-TRH rotary dryer (▶ Fig. 6) that can be used, for example, for drying limestone when the limestone has to be cleaned as well as dried. The limestone extracted from quarries is often contaminated with clay or loam and must be washed thoroughly before it is fed into a lime kiln. The limestone picks up large quantities of water that must then be dried off again with the expenditure of a great deal of energy.

In the MOZER®-TRH rotary dryer the impurities containing clay or loam are detached from the contaminated and dried limestone at high temperature in an extended section and are blown out with the exhaust air or separated off in a downstream screening process. For suitable types of limestone this makes it possible to dispense with washing.

3 Advantages and disadvantages of rotary dryers

The advantages of rotary dryers can be summarized as follows:

- ▶ Suitable for both coarse and fine materials
- ▶ Not sensitive on the whole to very coarse-grained or heavy materials
- ▶ Minimal expenditure on air supply equipment by locating the burner in the dryer housing
- ▶ Not sensitive to fluctuations in particle size, moisture or throughput or to failure of the drying air
- ▶ Low specific electric power consumption
- ▶ Use of high drying air temperatures with low heat losses
- ▶ Low heating energy consumption even during partial-load operation by adjusting the quantity of exhaust air
- ▶ Simple installation and rapid commissioning
- ▶ Not sensitive to operating errors
- ▶ Can be installed in the open in severe climatic conditions
- ▶ Low wear and low spare part requirement with long service life

Possible disadvantages of the rotary dryer are:

- ▶ Considerable use of material due to the thick-walled construction of the rotary tube

Das Feuchtgut wird beim Trockner/Kühler „TK_plus“ beidseitig aufgegeben. Das Verhältnis zwischen beiden Feststoffströmen liegt abhängig von der Eintrittsfeuchte des Sands zwischen etwa 80 und 90 % des Hauptmengenstroms in Relation zu 10 bis 20 % zum zugemischten Feststoffstrom. Durch diese Trockner-Kühler-Variante lässt sich der Brennstoffbedarf für die Trocknung um etwa 15% reduzieren.

Eine besonders Energie effiziente Sonderanwendung stellt der Drehrohrtrockner mit der Bezeichnung MOZER®-TRH dar (▶ Bild 6), der beispielsweise für die Trocknung von Kalkstein zur Anwendung gelangt, wenn neben der Trocknung noch ein Reinigungseffekt erreicht werden soll. Häufig ist der im Tagebau gewonnene Kalkstein mit Ton oder Lehm verschmutzt und muss vor der Beschickung eines Kalkofens aufwändig gewaschen werden. Dadurch nimmt der Kalkstein große Mengen von Wasser auf, die nachfolgend energieintensiv wieder herausgetrocknet werden müssen.

Im Drehrohrtrockner MOZER®-TRH lösen sich von dem verschmutzten und getrocknetem Kalkstein in einem aufgeweiteten Bereich die ton- oder lehmhaltigen Verschmutzungen bei erhöhten Temperaturen ab und werden mit der Abluft ausgeblasen oder in einem nachgeschalteten Siebungsvorgang abgetrennt. Bei geeigneten Kalksteinarten kann so auf eine Waschung verzichtet werden.

3 Vor- und Nachteile von Drehrohrtrocknern

Zusammenfassend haben Drehrohrtrockner folgende Vorteile:

- ▶ Eignung sowohl für grob- als auch für feinkörnige Feststoffe
- ▶ weitestgehende Unempfindlichkeit auch gegenüber sehr grobkörnigen oder schweren Feststoffen
- ▶ minimaler Aufwand für die Zuluftausrüstungen durch Anordnung des Brenners am Trocknergehäuse
- ▶ Unempfindlichkeit gegenüber Korngrößenschwankungen, Feuchte- und Durchsatzschwankungen sowie Ausfall der Trocknungsluft
- ▶ geringer spezifischer Elektroenergiebedarf
- ▶ Anwendung hoher Trocknungslufttemperaturen bei geringen Wärmeverlusten
- ▶ niedriger Heizenergiebedarf auch im Teillastbereich durch Anpassung der Abluftmenge
- ▶ einfache Montage und schnelle Inbetriebnahme
- ▶ Unempfindlichkeit gegenüber Fehlbedienungen
- ▶ Freibauweise unter schwierigen klimatischen Bedingungen
- ▶ geringer Verschleiß und geringer Ersatzteilbedarf bei langer Lebensdauer

Als mögliche Nachteile von Drehrohrtrocknern sind zu nennen:

- ▶ materialintensive Ausrüstungen durch dickwandige Ausführung des Drehrohrs
- ▶ kombinierte Kühlung in zweischaligen Trocknern auf Feststofftemperaturen von 55 bis 60 °C am Trockneraustritt limitiert
- ▶ Gestaltung der Einbauten von Drehrohrtrocknern ist Erfahrungssache
- ▶ Entstaubung der Feststoffe im Drehrohrtrockner erfolgt nur teilweise
- ▶ Gegenstrom-Anwendungen bleiben auf grobkörnige Feststoffe beschränkt.



Figure 7: Fluidized-bed dryer/cooler for minerals
Bild 7: Fließbettrockner/-kühler für Mineralien

- ▶ Combined cooling in twin-shell dryers is limited to material temperatures of 55 to 60 °C at the dryer outlet
- ▶ Configuration of the internal fittings in the rotary dryer requires many years of experience
- ▶ The materials in the rotary dryer are partially, but not completely, dedusted
- ▶ Counter-current applications are restricted to coarse-grained solids.

4 Operating principles of fluidized-bed dryers

The transport of the material in fluidized-bed dryers is based on fluidization of the material by the upward flow of drying air. In a properly fluidized bed all the material is held in a pseudo-fluid state by the air flow and at the end of the dryer it runs over an overflow weir at the same rate that the moist material is fed in at the dryer inlet. This means that the material is flowing in cross-flow to the upward air flow. The height of the overflow weir can be altered, which makes it possible to adjust the residence time of the material by changing the height of the fluidized layer. ▶ Fig. 7 shows a fluidized-bed plant for drying and cooling minerals with a throughput of up to 65 t/h.

In the ideal state all the material particles in a fluidized bed are continuously surrounded by the flow of air. The resulting mass and heat transfer conditions make it possible to achieve high specific drying rates and relatively small dryer dimensions (▶ Fig. 8).

However, this ideal state of fluidization of the material is rarely achieved in practice, so fluidized-bed dryers are built as vibratory dryers. The vibration also transports the coarse particles that cannot be fluidized by the air flow itself, although there are limits to this. The use of fluidized-bed dryers is only recommended for particle sizes up to about 6 mm, or maximum 8 mm, depending on the particle size distribution and bulk density of the material being dried. Otherwise the coarse material can accumulate in the dryer as it cannot flow over the weir at the end of the dryer. If a weir is not used at the dryer outlet in order to avoid any accumulation of coarse material then the residence time of the material can no longer be varied by adjusting the height of the layer or else the poorly fluidized material is no longer properly aerated.

The air distribution base plates in fluidized-bed dryers are generally designed for a sufficiently high pressure drop to

4 Funktionsprinzipien von Fließbettrocknern

Der Feststofftransport in Fließbettrocknern basiert auf der Fluidisierung des Feststoffs durch die aufwärts gerichtete Trocknungsluft. Bei einer gut fluidisierten Wirbelschicht wird der gesamte Feststoff durch die Luftströmung in einen quasi-flüssigen Zustand versetzt und läuft am Ende des Trockners in der Menge über ein Überlaufwehr wie feuchter Feststoff am Trocknereintritt zugeführt wird. Der Feststoff fließt dabei im Kreuzstrom zur aufwärts gerichteten Luftströmung. Das Überlaufwehr ist höhenverstellbar ausgeführt und ermöglicht durch die Beeinflussung der Höhe der fluidisierten Schicht eine Anpassung der Feststoffverweilzeit. ▶ Bild 7 zeigt eine Fließbetтанlage zur Trocknung und Kühlung von Mineralien mit einem Feststoffdurchsatz von bis zu 65 t/h.

Im Idealfall werden in einer Wirbelschicht alle Feststoffpartikel ständig vom Luftstrom umströmt. Die dabei entstehenden Stoff- und Wärmeübergangsbedingungen ermöglichen hohe spezifische Trocknungsraten und relativ kleine Trocknerabmessungen (▶ Bild 8).

Da der Idealzustand der Feststofffluidierung in der Praxis nur selten erreicht wird, werden Fließbettrockner als Vibrations-trockner gebaut. Durch die Vibration werden auch grobkörnige, durch den Luftstrom selbst nicht fluidisierbare Partikel gefördert, was allerdings nur begrenzt möglich ist. Je nach Korngrößenverteilung und Schüttdichte des zu trocknenden Feststoffs ist der Einsatz von Fließbettrocknern nur bis Korngrößen von etwa 6, maximal 8 mm zu empfehlen. Grobgut kann sich ansonsten im Trockner akkumulieren, da es nicht über das Stauwehr am Trocknerende abfließen kann. Verzichtet man zur Vermeidung der Grobgutanstauung auf ein Wehr am Trocknerausstrag, so ist die Feststoffverweilzeit nicht mehr über die Einstellung einer Schichthöhe variierbar, oder der dann schlecht fluidisierte Feststoff wird nicht mehr gut belüftet.

Generell sind die Luftanströmböden von Fließbettrocknern für einen ausreichend hohen Druckverlust auszugelen, um eine gute Gleichverteilung der gesamten Trocknungsluft über die komplette Anströmfläche des Trockners zu erreichen. Andernfalls sucht sich die Luft den Weg des geringsten Widerstands durch die Feststoffschüttung, was zu einer schlechten Durchströmung besonders der feuchten Feststoffbereiche führt. Aus diesem Grund haben Fließbettrockner einen auf den Feststoffdurchsatz bezogenen

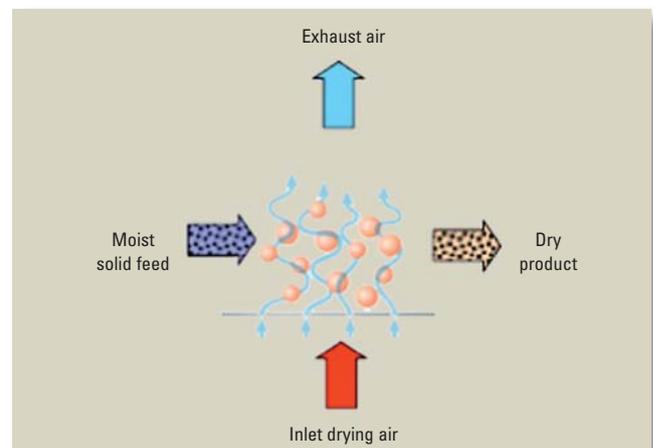


Figure 8: Ideal situation for fluidization and flow of the material
Bild 8: Idealfall der Feststofffluidisierung und -durchströmung



Figure 9: Fluidized-bed dryer for drying recycled plastics with a natural gas surface burner for generating the hot air.

Bild 9: Fließbettrockner zur Trocknung von Kunststoffrecyclat mit einem Erdgas-Flächenbrenner für die Heißlufterzeugung

achieve good, even, distribution of all the drying air over the complete inlet area of the dryer. Otherwise the air will find the path of least resistance through the bed of material in the dryer, which leads to a poor flow pattern, especially in the moist areas of the material. Fluidized-bed dryers therefore have an electric power consumption, relative to the solids throughput, that is about 150 % that of a rotary dryer.

By constantly surrounding each individual material particle with a flow of air it is possible to dry sensitive moist granules from granulating tables or mixer granulators very gently in the fluidized bed. Due to the nature of the system rotary dryers cause greater material abrasion than fluidized-bed dryers.

Like rotary dryers, fluidized-bed dryers are usually controlled by keeping the temperature of the dryer exhaust air constant. A control loop governs the amount of heat introduced by the air heater into the drying air as a function of the exhaust air temperature so that it can react to fluctuating quantities or water contents of the moist material feed. The temperature of the exhaust air from the dryer is closely related to the temperature of the material at the end of the dryer and this determines the residual moisture content of any particular material through its sorption characteristics. This means that the residual moisture content of the material being dried can be kept constant at all times. However, there is an increase in the specific fuel consumption if, in the long term, there is a lower input moisture content or smaller quantity of moist material to be dried and the drying plant is not operated at its design point. The quantity of air in a fluidized-bed dryer has to be kept constant because of the need to fluidize the material, so the same absolute quantity of heat is always lost through the exhaust air in spite of a lower plant throughput. Reducing the quantity of air to maintain a high drying air temperature with its favourable energy relationship, as with rotary dryers, is not an option with fluidized-bed dryers.

The electric power consumption of fluidized-bed dryers also remains constant during partial-load operation and leads to increased specific electric power consumption. As far as possible, fluidized-bed dryers should therefore always be operated under constant conditions close to the design point.

Fluidized-bed dryers are heated by hot air generators installed in the air duct of the air supply system. Surface burners (▶ Fig. 9) are particularly suitable when natural gas is

Elektroenergieverbrauch, der bei ca. 150 % eines Drehrohr-trockners liegt.

Durch die ständige Umströmung eines jeden Feststoffpartikels mit Luft können in der Wirbelschicht empfindliche Feuchtgranulate von Granuliertellern oder Mischer-Granulatoren sehr schonend getrocknet werden. Drehrohr-trockner führen systembedingt zu einem höheren Materialabrieb als Fließbettrockner.

Fließbettrockner werden wie Drehrohr-trockner meist durch ein Konstanthalten der Temperatur der Trocknerabluft geregelt. Ein Regelkreis beeinflusst abhängig von der Ablufttemperatur den Wärmeeintrag des Lufterhitzers in die Trocknungsluft und reagiert so auf schwankende Mengen oder Wassergehalte des zugeführten Feuchtguts. Da die Trocknerablufttemperatur im engen Zusammenhang mit der Feststofftemperatur am Trocknerende steht und diese über die Sorptionseigenschaften eines jeden Feststoffs deren Restfeuchte bestimmt, können so jederzeit konstante Restfeuchten des zu trocknenden Feststoffs gewährleistet werden. Allerdings steigt der spezifische Brennstoffbedarf an, wenn bei dauerhaft geringerer Eintrittsfeuchte oder Menge des zu trocknenden Feuchtguts die Trocknungsanlage nicht in ihrem Arbeitspunkt betrieben wird. Da die Luftmenge in einem Fließbettrockner wegen der notwendigen Feststoff-Fluidisierung konstant gehalten werden muss, geht mit der Abluft trotz geringeren Anlagendurchsatzes immer die gleiche absolute Wärmemenge verloren. Ein Abregeln der Luftmenge wie bei Drehrohr-trocknern zur Aufrechterhaltung der energetisch günstigen hohen Trocknungslufttemperatur ist bei Fließbettrocknern nicht sinnvoll möglich.

Der Elektroenergieverbrauch von Fließbettrocknern bleibt auch im Teillastbetrieb konstant und führt zu erhöhten spezifischen Elektroenergieverbräuchen. Fließbettrockner sollten deshalb möglichst immer unter konstanten Bedingungen und nahe des Auslegungspunkts betrieben werden.

Die Beheizung von Fließbettrocknern erfolgt durch in den Luftkanal des Zuluftsystems eingebaute Heißlufterzeuger. Bei Verwendung von Erdgas eignen sich besonders so genannte Flächenbrenner (▶ Bild 9), die wegen ihrer leichten Bauweise wenig Wärme speichern und schnell auf Regelsignale reagieren. In der chemischen und Recycling-Industrie kommen häufig dampf-beheizte Wärmetauscher zum Einsatz.

Trockner-Kühler-Varianten lassen sich in Fließbetten komfortabel realisieren, indem Umgebungsluft in eine zusätzliche Kühlzone geführt wird. Der Trockner wird dadurch länger und benötigt neben dem Ventilator für die Trocknungsluft einen zusätzlichen Ventilator für die Kühlluft. Auf diese Weise ist es je nach Umgebungstemperaturen möglich, Trockenguttemperaturen von z.B. 40 oder 30 °C zu erreichen. Nicht übersehen werden darf die Tatsache, dass auch die Kühlung die Anlage sowohl in ihrer Investition verteuert als auch Energie im Anlagenbetrieb benötigt. Man sollte also einen Feststoff immer nur auf die für nachfolgende Prozesse technologisch unbedingt notwendige Temperaturen kühlen.

Eine sinnvolle Möglichkeit zur Energierückgewinnung bietet sich bei Fließbettrocknern durch die Rückführung der warmen, gefilterten Kühlerabluft zur Verwendung als vorgewärmte Trocknungsluft insbesondere dann an, wenn eine gute Balance zwischen der Menge der Trocknungsluft und der Menge der Kühlluft erreicht werden kann. Im Idealfall

used. Because of their light-weight construction they store little heat and can react rapidly to control signals. Steam-heated heat exchangers are often used in the chemical and recycling industries.

Dryer-cooler variants are easily achieved with fluidized beds by introducing ambient air in an additional cooling zone. This makes the dryer longer and requires an extra fan for the cooling air in addition to the fan for the drying air. In this way it is possible, depending on the ambient temperature, to achieve temperatures of the dried material of 40 or even 30 °C. It should not be overlooked that cooling increases the capital cost of the plant and also needs power for operating the plant. This means that a material should only be cooled to the temperature that is absolutely technologically necessary for the following process.

One appropriate way of recovering energy with fluidized-bed dryers is to return the hot, filtered, cooler exhaust air for use as preheated drying air, especially if it is possible to achieve a good balance between the quantity of drying air and the quantity of cooling air. In the ideal situation all the heat from cooling the material can be used for drying it. This reduces the energy consumption by the amount of fuel that would have been needed to heat ambient air to the temperature of the recycled cooler exhaust air if there had been no exhaust air recycling. With all dryer-cooler variants initial cooling of the hot material occurs immediately after the drying because the residual moisture is evaporated when the hot material enters the cooler. The secondary drying in the first section of the cooling zone occurs through the heat still stored in the material.

In many minerals drying applications an optimum balance is obtained with a drying air temperature of about 400 °C and cooling of the dried material to 45 °C. As a rule it is not appropriate to design fluidized-bed dryers for elevated drying air temperatures of up to 600 °C. In most case it is then not possible to recycle all the cooler exhaust air as drying air. A very high temperature of the drying air does in fact reduce the quantity of drying air required and therefore reduces the dryer cross-section and flow distribution area, but in a smaller dryer the residence time of the material in the drying zone is also reduced. It is therefore easy to fall below a critical threshold, especially with coarse-grained and porous materials or if there is a change in the properties of the material being dried. The dried material then no longer achieves the required residual moisture level because the material residence time is too short or else there is a drop in the throughput of the dryer.

A further argument against excessively high drying air temperatures for fluidized-bed dryers is the thin-walled construction of the equipment and the need to isolate the vibrations by using flexible connections (compensators) between the air piping and the dryer. Excessive temperatures coupled with continuous loads caused by the vibration of the apparatus can reduce the service life of the equipment.

With fluidized-bed dryers the optimum energy consumption occurs if, for various reasons, it is only possible to use low drying air temperatures, for example because the material can only tolerate low drying air temperatures or if steam is to be used as the medium for heating the drying air. This means that it is particularly appropriate to use fluidized-bed dryers in the chemical industry and for processing or recycling temperature-sensitive products.

kann so die komplette Wärme aus der Feststoffkühlung für die Trocknung verwendet werden. Der Energieverbrauch sinkt dann um den Anteil Brennstoff, der ohne Abluftrückführung zur Aufwärmung von Umgebungsluft auf die Temperatur der rückgeführten Kühlerabluft notwendig wäre. Bei allen Trockner-Kühler-Varianten tritt eine erste Kühlung des warmen Feststoffs unmittelbar nach der Trocknung dadurch auf, dass nach Eintritt des warmen Feststoffs zunächst die Restfeuchtigkeit verdampft wird. Die Nachtrocknung im ersten Bereich der Kühlzone erfolgt durch die noch im Feststoff gespeicherte Wärme.

Eine optimale Balance ergibt sich in vielen Anwendungen der Mineralstofftrocknung schon bei einer Trocknungslufttemperatur von ca. 400 °C und einer Kühlung des getrockneten Feststoffs auf beispielweise 45 °C. In der Regel ist es nicht sinnvoll, Fließbettrockner auf überhöhte Trocknungslufttemperaturen bis z.B. 600 °C ausulegen. Die Kühlerabluft kann dann meist nicht komplett als Trocknungsluft zurückgeführt werden. Mit einer sehr hohen Temperatur der Trocknungsluft reduziert sich zwar die notwendige Trocknungsluftmenge und verkleinert damit die Trocknerquerschnitts- bzw. Anströmfläche. Allerdings ist in einem kleineren Trockner auch die Verweildauer des Feststoffs in der Trocknungszone geringer. Besonders bei grobkörnigen und porösen Feststoffen oder bei einer Veränderung der Trockenguteigenschaften kann deshalb leicht eine kritische Grenze unterschritten werden. Dann wird die Restfeuchte des Trockenguts wegen zu geringer Feststoffverweildauer nicht mehr erreicht oder der Durchsatz des Trockners geht zurück.

Ein weiteres Argument gegen zu hohe Trocknungslufttemperaturen bei Fließbettrocknern sind ihre dünnwandigen Apparatekonstruktionen sowie die Notwendigkeit der Schwingungsentkopplung durch flexible Verbindungen (Kompensatoren) zwischen der lufttechnischen Verrohrung und dem Trockner. Zu hohe Temperaturen in Verbindung mit ständigen Belastungen durch Apparatevibration können die Lebensdauer der Ausrüstungen herabsetzen.

Optimale Energieverbräuche werden bei Fließbettrocknern besonders dann ermöglicht, wenn aus verschiedenen Gründen nur geringe Trocknungslufttemperaturen möglich sind, z.B. weil die Feststoffe nur geringe Trocknungslufttemperaturen vertragen oder als Energieträger zur Beheizung der Trocknungsluft Dampf eingesetzt werden soll. Damit sind Fließbettrockner besonders in der chemischen Industrie sowie zur Verarbeitung oder im Recycling temperaturempfindlicher Produkte sinnvoll einzusetzen.

5 Vor- und Nachteile von Fließbettrocknern

Zusammenfassend haben Fließbettrockner folgende Vorteile:

- 】 Intensiver Stoff- und Wärmeübergang durch Anwendung des Wirbelschichtprinzips im Kreuzstrom zwischen Feststoff und Trocknungsluft
- 】 Möglichkeit einer kontrollierten Entstaubung des Feststoffs während der Trocknung und Kühlung
- 】 geringe Einsatzmasse durch dünnwandige Apparatekonstruktion und die Möglichkeit preiswerter Edelstahlausführungen
- 】 geringer Brennstoffbedarf bei Wärmerückgewinnung durch Rückführung der Kühlerabluft
- 】 Realisierung von niedrigen Feststofftemperaturen von ca. 10 K oberhalb der Kühllufttemperatur

5 Advantages and disadvantages of fluidized-bed dryers

The advantages of fluidized-bed dryers can be summarized as follows:

- ▶ Intensive mass and heat transfer by using the fluidized bed principle in cross-flow between material and drying air
- ▶ The option of controlled dedusting of the material during the drying and cooling
- ▶ Low service weight through thin-wall construction of the equipment and the possibility of reasonably priced special steel designs
- ▶ Low fuel consumption through heat recovery by recycling the cooler exhaust air
- ▶ Achievement of low material temperatures of about 10 K above the cooling air temperature
- ▶ Special applications for coating, agglomeration and granulation, calcination and roasting

The disadvantages of fluidized-bed dryers can be:

- ▶ Optimum suitability only for fine-grained solids with maximum particle sizes up to about 4 mm
- ▶ Limited drying air temperatures, and vulnerable to failure of drying air
- ▶ Sensitive to abrupt changes in the material particle size composition, in the moisture content and in the throughput
- ▶ Relatively high electric power consumption
- ▶ Elaborate air supply system consisting of fans, piping and separate hot gas generator
- ▶ Expensive to commission and to optimize parameters

6 Comparison of the technical data for rotary dryers and fluidized-bed dryers

One example should illustrate the differences between the technical data and the energy consumption of a drying plant using the MOZER® TK system and those of a fluidized-bed dryer/cooler plant (▶ Tables 1 and 2). An application has been deliberately chosen for which, from a purely technical aspect (e.g. the target temperature for the dried material) and the aspect of material particle size (0 to 4 mm) it would be possible to use either a fluidized-bed dryer or a rotary dryer. Recycling of the hot exhaust air from the cooling zone as

Table 1: Design basis for dryers – comparison of the technical data for a rotary dryer/cooler and a fluidized-bed dryer/cooler

Tabelle 1: Auslegungsgrundlagen für die Trockner Vergleich der technischen Daten zwischen einem Drehrohtrockner-Kühler und einem Fließbettrockner-Kühler

Design basis	Unit	Value
Dried material throughput	t/h	30
Particle size	mm	0 to 4
Input moisture	%	7
Moist material temperature	°C	10
Ambient temperature	°C	20
Specific thermal capacity of the sand (dry)	kJ/kg K	0.8
Calorific value of the fuel (natural gas)	kJ/m ³ (stp)	37 200
Residual moisture after drying	%	0.5
Water evaporating capacity	kg/h	2 100

Table 2: Comparison of the technical data for a rotary dryer/cooler and a fluidized-bed dryer/cooler for a target temperature of the sand of 60 °C after cooling

Tabelle 2: Vergleich der technischen Daten zwischen einem Drehrohtrockner-Kühler und einem Fließbettrockner-Kühler für eine gewünschte Temperatur des Sands nach seiner Kühlung auf 60 °C

Parameter	Unit	Rotary dryer MOZER® TK system	Fluidized-bed dryer WS-V-T/K
Length of the dryer/cooler	m	11	8
Exhaust air volume	m ³ /h	30 000	34 000
Heating capacity	kW	2 350	2 200
Gas consumption (standard condition)	m ³ /h (stp)	227	215
Type of burner		Gas burner for direct installation on the dryer housing	Surface burner for installation in the air intake duct system
Specific gas consumption	m ³ /t (stp)	7.6	7.2
Net electric power consumption	kW	60	90
Number of fans		1	3
Installed electric load	kW	90	125
Specific electric power consumption	kWh/t	2.0	3.0
Time required for commissioning and plant optimization	d	3	5 to 8

- ▶ Sonderanwendungen zum Coating, zur Agglomeration und Granulation, Calcination und Röstung

Nachteile von Fließbettrocknern können sein:

- ▶ optimale Eignung nur für feinkörnige Feststoffe mit max. Korngrößen bis ca. 4 mm
- ▶ limitierte Trocknungslufttemperaturen und Anfälligkeit bei Ausfall der Trocknungsluft
- ▶ Empfindlichkeit gegenüber abrupten Änderungen der Feststoffkorngrößenzusammensetzung, der Feuchte, des Durchsatzes
- ▶ relativ hoher Elektroenergiebedarf
- ▶ aufwändiges Zuluftsystem aus Ventilatoren, Verrohrung und separatem Heißgaserzeuger
- ▶ hoher Aufwand bei Inbetriebnahme und Parameteroptimierung

6 Vergleich von technischen Daten zwischen Drehrohtrockner und Fließbettrockner

Ein Beispiel soll die Unterschiede zwischen den technischen Daten und den Energieverbräuchen einer Trockneranlage System MOZER® TK und einer Fließbettrockner/Kühler-Anlage verdeutlichen (▶ Tabellen 1 und 2). Dafür ist bewusst eine Anwendung ausgewählt worden, für welche aus rein technischer Sicht (z.B. die angestrebte Trockenguttemperatur) sowie aus Sicht der Feststoffkörnigkeit (0 bis 4 mm) sowohl ein Fließbettrockner als auch ein Drehrohtrockner zum Einsatz kommen könnte. Beim Fließbettrockner wurde zur Optimierung des Wärmebedarfs eine Rückführung der warmen Abluft aus der Kühlzone als vorgewärmte Trocknungsluft angenommen.

Table 3: Reasoning in the selection of the most suitable type of cooler

Tabelle 3: Argumente zur Auswahl des geeigneten Trocknertyps

Arguments in favour of the use of a	
Rotary dryer/cooler	Fluidized bed dryer/cooler
Drying of fine, coarse and very coarse materials	Drying of fine materials 0 to 4 mm with fractions up to max. 6 mm
Wide and varying particle size distribution	Preferably uniform particle sizes
Varying material quality	Uniform material quality
Very high drying air temperatures possible	Also suitable for temperature-sensitive materials
Use of direct gas or oil burner	Surface burner or steam-heated heat exchanger in air supply system
Cooling to 55 to 60 °C is sufficient or no cooling is needed	Cooling to 40 to 45 °C is necessary
Thick-walled design and special configuration of the internals for particularly abrasive materials	Gentle treatment for particularly sensitive products from upstream granulating units
Varying throughputs and rapid load changes possible	Uniform throughput close to design point
Normal steel usage	Low-cost special steel designs for chemical and foodstuffs industries
No space needed for elaborate air supply system	
Simple plant solution for developing countries	Constant production conditions in well developed infrastructure
Drying of limestone with simultaneous dry cleaning	Specific dedusting is required
Installation in the open	Interior or covered installation

preheated drying air was assumed for the fluidized-bed dryer to optimize the heat consumption.

Not only a lower specific electric power consumption but also lower fuel consumption would be achieved with a rotary dryer using the MOZER® "TK_plus" system.

In principle, either a fluidized-bed dryer or a rotary dryer could be used in the example shown, so the decision should be based on the following criteria:

- 】 The anticipated constancy of the production conditions with respect to throughput, moisture, particle size composition
- 】 Relative prices of the energy media (electric power, natural gas)
- 】 Infrastructure at the place of installation
- 】 Training and degree of organization of the operating personnel

In this example the capital costs for a complete plant, including the electrical control systems, are comparable for a rotary dryer and a fluidized-bed dryer.

In many other cases the decision for or against the use of a rotary dryer or fluidized-bed dryer will be made on the priority of a few, particularly important, criteria. The most important arguments are summarized in 】 Table 3. ◀

Bei Einsatz eines Drehrohtrockners System MOZER® „TK_plus“ würden neben einem geringen spezifischen Energieverbrauch sogar noch geringere Brennstoffverbräuche erreicht werden.

Da im dargestellten Beispiel prinzipiell sowohl ein Fließbett- als auch ein Drehrohtrockner zum Einsatz kommen könnte, sollte nach den nachfolgenden Kriterien entschieden werden:

- 】 zu erwartende Konstanz der Produktionsbedingungen in Bezug auf Durchsatz, Feuchte, Korngrößenzusammensetzung
- 】 Preisrelation der Energieträger (Elektroenergie/Erdgas)
- 】 Infrastruktur am Aufstellort sowie
- 】 Ausbildungs- und Organisationsgrad des Betriebspersonals

Die Investitionshöhe für eine komplette Anlage mit Drehrohtrockner oder Fließbettrockner inklusive der elektrischen Steuer- und Regelsystem ist im dargestellten Beispiel vergleichbar.

In vielen anderen Fällen lässt sich nach der Priorität einiger weniger besonders wichtiger Kriterien für oder wider den Einsatz eines Drehrohtrockners oder eines Fließbettrockners entscheiden. Die wichtigsten Argumente davon sind in 】 Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt. ◀