

Wirbelschichtanlagen energieeffizient konzipieren und betreiben

Ganzheitlicher Ansatz spart Kosten

In nahezu allen Branchen kommen bei der Herstellung und Veredelung fester Produktformen Anlagen für Agglomeration, Sprühgranulation und Coating in der Wirbelschicht zur Anwendung. Neben den stofflichen und anwendungstechnischen Eigenschaften der erzeugten Produkte können auch deren Herstellkosten bereits bei der Konzeption der Wirbelschichtanlagen wesentlich beeinflusst werden.

Zur energetischen Optimierung von komplexen Anlagen können unterschiedliche Methoden herangezogen werden. Beispielsweise wird bei Glatt Ingenieurtechnik seit vielen Jahren die Fließschemasimulation verwendet, um effektive Studien von unterschiedlichen Anlagenkonfigurationen durchzuführen, Auswirkungen von Änderungen der Prozessparameter zu untersuchen oder auch unterschiedliche Anlagenkonzepte miteinander zu vergleichen.

Derartige Analysen müssen dynamisch erfolgen, wenn sich die Prozessbedingungen zeitabhängig ändern, was beispielsweise bei chargenweisen oder semi-kontinuierlichen Verfahren der Fall ist. Demzufolge ist eine energetische Optimierung hierfür sehr komplex und aufwendig. Weiterhin bieten solche Verfahren durch die zyklisch wiederkehrenden An- und

Abfahrprozesse kaum die Möglichkeit, eine Dimensionierung auf einen optimalen Betriebspunkt durchzuführen. Demgegenüber erreichen Wirbelschichtanlagen bei kontinuierlicher Prozessführung einen stationären Zustand, bei dem sich die verfahrenstechnischen Parameter (Temperaturen, Luftmengen, Drücke, Massenströme...) nicht mehr in Abhängigkeit von der Zeit ändern. Somit ist der Betriebspunkt für einen Prozess eindeutig definiert, was die Simulationen deutlich vereinfacht und zuverlässige Optimierungsstudien ermöglicht. Ein typisches vereinfachtes Fließbild einer kontinuierlichen Wirbelschicht-Granulationsanlage ist in Bild 1 dargestellt. Im einfachsten Fall kann die erforderliche Prozessluftmenge durch einen einzigen Ventilator aufgebracht werden. Diese Lösung ist technisch einfach, kann aber insbesondere bei Großanlagen zu großen Ven-

tilatoren mit hoher Anschlussleistung führen. Deshalb ist es oftmals technologisch und energetisch günstiger, den insgesamt erforderlichen Drucksprung auf zwei Ventilatoren aufzuteilen, um die jeweiligen Ventilatorbaugrößen zu limitieren und den Energieeintrag des Druckventilators für den Prozess nutzbar zu machen (Bild 2).

In der industriellen Praxis hat sich in den letzten Jahren zunehmend die Nutzung der Prozessabwärme des Wirbelschichtapparates etabliert. Hierzu gibt es zwei grundlegende Prinzipien, die in Bild 3 und Bild 4 dargestellt sind. Die jeweils zu bevorzugende Variante richtet sich nach dem Temperaturprofil innerhalb der Anlage sowie nach den Raumbedingungen oder auch sicherheitstechnischen Aspekten.

Die Festlegung des jeweils optimalen Konzep-

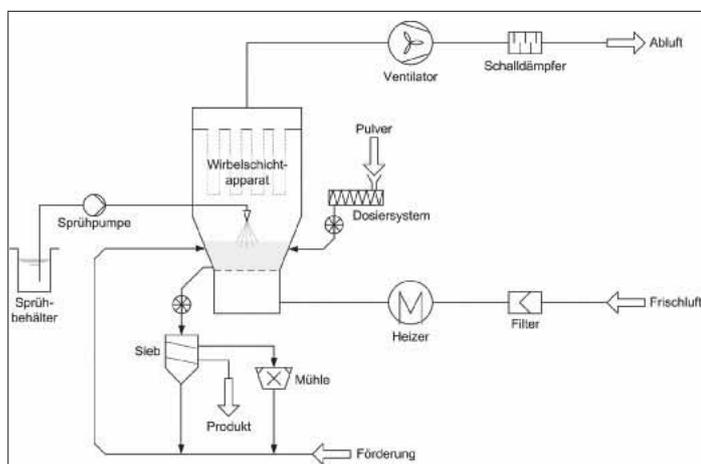


Bild 1: Fließbild einer kontinuierlichen Standard-Wirbelschicht-Granulationsanlage (Frischlufbetrieb)

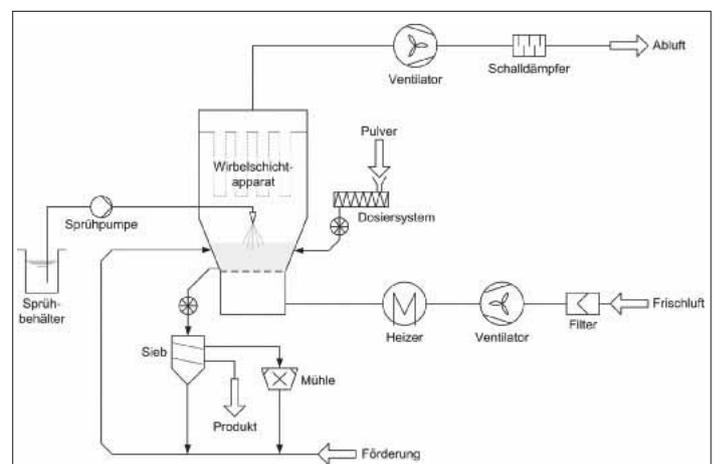


Bild 2: Fließbild einer Anlage mit einem Saug- und einem Druckventilator (Frischlufbetrieb)

Normierte Verbrauchsdaten

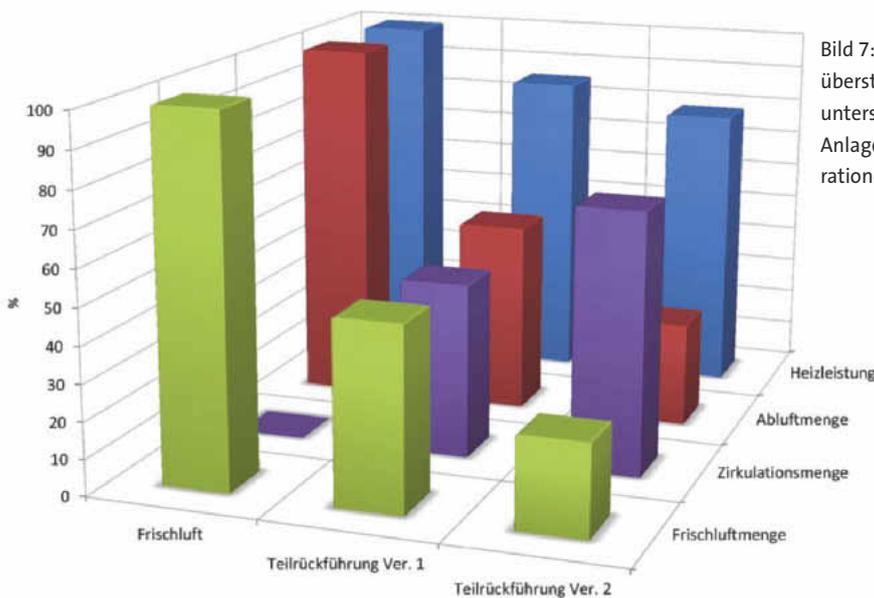


Bild 7: Gegenüberstellung unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen

Die auszukreisende Luft- oder Gasmenge richtet sich im Wesentlichen nach den von externen Quellen oder durch die Eindüsung zugeführten Mengen.

Kundenspezifisch optimiert

Die Auswahl des jeweiligen Konzeptes ist sehr stark anwendungs- und einsetzfallabhängig. Beispielsweise kann eine Entscheidung für partielle oder vollständige Kreislaufführung des Prozessgases auf Basis von:

- stofflichen Eigenschaften des Produktes (z.B. Sauerstoffempfindlichkeit, Sorptionsverhalten...)
- sicherheitstechnischen Aspekten (z.B. Explosionsgefahr, Schutz des Produktes, Emission...)
- energetischer Optimierung (z.B. Senkung der Heizleistung...)
- Limitierungen seitens der Abluftmenge (z.B. maximale Emissionsmenge, Anbindung an nachgeschaltete Systeme zur Abgasreinigung...)

tes muss auf der Basis von Falluntersuchungen erfolgen, bei der Energieeinsparungen mit den damit verbundenen Investitionen sowie den räumlichen Randbedingungen betrachtet werden. Auch der Anlagenbetrieb selbst ist unter den Aspekten Taupunktunterschreitung, Winterbetrieb... sowie Wartung, Korrosion, Reinigbarkeit... zu betrachten.

Einen anderen Ansatz zur Senkung des Heizenergiebedarfs einer Wirbelschichtanlage stellt die Zirkulation von Prozessluft dar. Hierbei wird ein Teil der Abluft aus dem Wirbelschichtapparat als Zumischung zur meist kälteren Frischluft genutzt. Bild 5 zeigt ein Schema, bei dem ein einstellbarer Anteil der Abluft genutzt wird, um den Energiebedarf des Heizsystems zu minimieren. Bei der gesamtenergetischen Betrachtung müssen sowohl die Auswirkungen auf die Dimensionierung der ge-

samten lufttechnischen Ausrüstungen als auch die Auswirkungen auf den Granulationsprozess berücksichtigt werden. Beispielsweise führt die Teilstromrückführung zu einem Anstieg der relativen Luftfeuchte am Eintritt des Granulators. Hier muss nun geprüft werden, ob dies Auswirkungen auf das Granulatwachstum oder, je nach Sorptionseigenschaften, auch auf die erreichbare Produktfeuchte hat. Im Gegensatz dazu wird in Bild 6 eine Anlagenkonfiguration gezeigt, bei der die gesamte Prozessluftmenge im Kreislauf geführt wird. Für diese Fahrweise ist es erforderlich, die über die Flüssigkeitseindüsung in das Granulationssystem eingebrachte Feuchtigkeit (in der Regel Wasser oder organische Lösemittel) durch einen Kondensator wieder zu entfernen. In diesem Fall ist nur eine minimale Frischluftzuführung (oder auch Inertgasmenge) erforderlich.

erfolgen.

Zur Erläuterung der Einsparpotenziale wurden Beispielberechnungen durchgeführt. Die Resultate zeigt Bild 7. Zur leichteren Vergleichbarkeit wurden alle Werte normiert, d.h. auf die Frischluftfahrweise gemäß Bild 1 bezogen dargestellt.

Für die Vergleichsstudie wurde ein konstanter Prozessluftmassenstrom von 10 000 kg/h festgelegt und immer mit einer Wasserverdampfungsleistung von 500 kg/h gerechnet. Die erforderliche Eintrittstemperatur für den Wirbelschichtapparat wurde für jede Konfiguration entsprechend des Bedarfs berechnet, um immer eine vergleichbare Temperatur der Wirbelschicht von 75 °C zu gewährleisten.

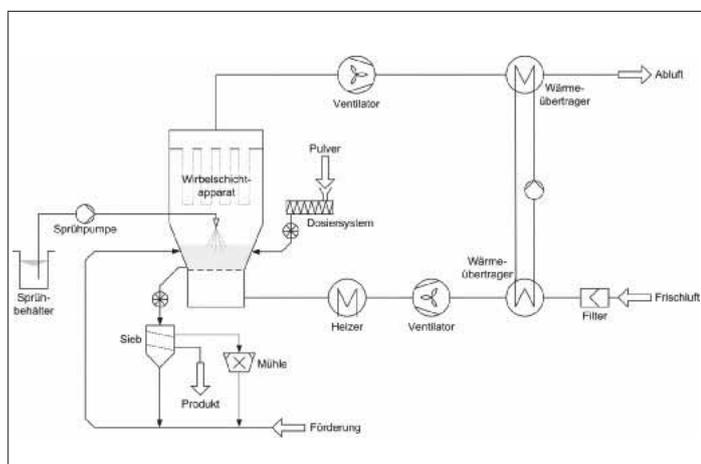


Bild 3: Abwärmennutzung mit indirekten Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertragern und Wärmeträgerkreislauf

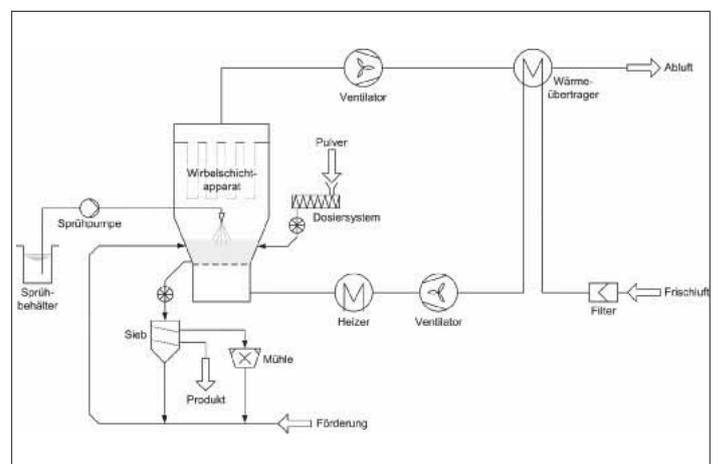


Bild 4: Abwärmennutzung mit indirektem Luft-Luft-Wärmeübertrager