



- amixon® whitepaper -

## Pflanzenschutzmittel

# Sorgfältiger Umgang mit wertvollen Hochkonzentraten Teil 2 von 2

Synthesereaktoren, Mischer und Trockner in der Produktion von Pflanzenschutzmitteln



Um Pflanzenschutzmittel herzustellen, sind moderne Prozessanlagen notwendig. Denn die hochwirksamen Substanzen sind im doppelten Wortsinn wertvoll. Dieser zweiteilige Beitrag beschreibt, weshalb amixon®-Apparate aufgrund ihrer besonderen Konstruktionsmerkmale in diesem herausfordernden Umfeld zur Produktionseffizienz beitragen und die Ausbringungsmenge einer Produktion entscheidend beeinflussen können. Im ersten Teil des Beitrags ging es um die Syntheseschritte im Prozess der Pflanzenschutzmittel-Herstellung und ihre apparatetechnischen Lösungen. In Teil 2 werden die Prozessschritte Vakuum-Trocknen und Mischen-Kühlen im Detail betrachtet: Wie lässt sich apparatetechnisch thermischer Stress am besten vermeiden? Welche Rolle spielen Mischgütern und Wärmetauschflächen?

Wie in vielen anderen Produktionen muss auch für die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln in den komplexen Synthesestraßen (Bild 1) an bestimmten Punkten die Prozessführung von kontinuierlich auf chargenweise oder umgekehrt umgestellt werden. Der Materialstrom wird dann in Pufferreservoirs gesammelt. Diese Pufferreservoirs für Feuchtstoffe werden auch Pastenbunker genannt.

Pastenbunker müssen aber auch dann funktionieren, wenn die Feuchtstoffe zeitverfestigend sind oder sich dilatant verhalten. Sie müssen die Güter gasdicht lagern und bedarfsgerecht und so hochgradig wie möglich austragen – unabhängig von der Lagerdauer oder der Fließfähigkeit. Dabei sollen Pastenbunker die Masse nur so wenig wie möglich agitieren, um deren Granulometrie zu erhalten.

Am Ende der Filtration wird das Produkt aus der Pflanzenschutzmittel-Synthese meist als Charge in einem Pastenbunker gesammelt. In dieser Phase mutet das Produkt wie ein bröckeliges feuchtes Schüttgut an. Tatsächlich aber ist es zumeist strukturviskos und seine Konsistenz ändert sich schnell, wenn es agitiert wird. Dann wird es zuweilen anhaftend und klebrig, ähnlich wie ein Kuchenteig. Zuweilen ist sogar ein leichtes Temperieren der Feuchtmasse erforderlich.



## Sanftes Trocknen und schnelles Abkühlen

Vom Pastenbunker wird das Gut ausgetragen, um auf kurzem Wege in den darunter angeordneten Kontakt-trockner zu gelangen. Hier findet die finale, chargenweise Trocknung bei sanfter Totalverströmung statt, wobei im amixon® Trockner alle produkt berührten Bauteile erwärmt sind: der gesamte Mischraum, die Mischwerkwellen, die Mischwerkarme und die Helix. Das Mischwerk wird nur oben gelagert und angetrieben. Bei Bedarf desagglomerieren HighShearBlades die Charge oder verteilen Flüssigstoffbeigaben.

Die Feuchtmassen enthalten beim Eintritt in den Mischrockner etwa 15 bis 40 Massenprozent Flüssigkeit. Das können Wasser, Lösungsmittel oder deren Gemische sein. Die Suspension wird unter Vakuum getrocknet, denn die Stabilität der Substanz und ihre spätere Wirkung darf nicht durch thermischen Stress beeinträchtigt werden. Manche Wirkstoffe dürfen dabei nicht über 35°C erwärmt werden.

Für ein schnelles, sanftes Vakuumtrocknen bei kurzen Zykluszeiten eignen sich deshalb die amixon® Vakuum-Konus-Mischrockner. Bei der Vakuumtrocknung ist die Trocknungs-temperatur herabgesetzt, denn reines Wasser beispielsweise siedet im Trocknungsraum bereits bei 21°C wenn der Systemdruck 25 mbar beträgt.

## Ideale Mischwerkzeuge und viel Fläche

Die Trocknungszeit lässt sich produktschonend verkürzen, wenn besonders große Wärmemengen ins Mischgut eingetragen werden und jeder Partikel möglichst häufig mit den temperierten Flächen des Mischrockners in Berührung gerät. Dreidimensionales Verströmen der Güter bei geringer Mischwerk-Drehfrequenz ist hier gefordert und zwar unabhängig von den rheologischen Veränderungen, die das Trocknungsgut vollzieht, wenn sich dessen Flüssiganteil verringert: Nicht selten liegt beim Start eine gut fließende, pumpfähige Suspension vor, die dann hochviskos und zähpastös wird – ähnlich wie Kaugummi - um nach und nach große klebrige Klumpen zu bilden. Im Verlaufe des weiteren Trocknungsfortschrittes zerfallen diese und am Ende liegt ein frei fließendes Wirkstoffpulver mit idealer Homogenität vor. Diese Konsistenzveränderungen können nur beherrscht werden, wenn die Mischwerkzeuge ideal ausgeformt sind.

Das Thermalfluid wird per Halbrohrschlangen oder im klassischen Doppelmantel an sämtliche Flächen geführt, die das Misch-/Trocknungsgut berührt. Das gilt gleichermaßen auch für das rotierende Mischwerkzeug, dessen Welle, Mischwerkarme und Wendelrührer über innenliegende Thermalfluidführungen verfügen. Auch Boden und Kopfbereich des Mischraumes sind temperiert.

Das gleichmäßige Temperieren ist dann besonders herausfordernd, wenn das Thermalfluid als Dampf eingetragen wird und anschließend als Kondensat den Apparat verlässt. Dann sorgt der Enthalpiewechsel des Thermalfluids für den Eintrag besonders großer Wärmemengen ins Mischgut.

Trocknungstests finden normalerweise im kleineren Maßstab statt. Um von solchen Trocknungsergebnissen auf große Trockner mit 5m<sup>3</sup>, 10m<sup>3</sup> oder noch größer hochrechnen zu können, ist es entscheidend, die Verströmungsleistung des Mischrockners mit dem Verhältnis seiner wärmetauschenden Flächen zur sich verändernden Mischgutmasse zu normieren. Hier verfügt amixon® über eine aussagestarke Datenbank und weitreichende Feld-Erfahrung zur Absicherung von Hochrechnungen.



PRINZIPDARSTELLUNG EINES VAKUUM-MISCHTROCKNERS

## Spezielle Mischer-Kühler verbessern Produktionseffizienz

Nach dem Trocknen müssen die Mischgüter vor der Abfüllung gekühlt werden. Der Kühlvorgang kann natürlich auch im Vakuum-Mischtrockner stattfinden. In der Praxis aber erhöht ein zusätzlicher Mischer-Kühler die Produktionseffizienz. Ein passend dimensionierter Mischer-Kühler unterhalb des Vakuum-Trockners kann daher die Ausbringungsmenge einer Anlage deutlich steigern. Dieser übernimmt dann auch die portionsweise Befüllung von Bigbags, Containern oder auch das Beschicken automatisch arbeitender Abfüllanlagen.

Dabei ist das batchweise Kühlen großer Pulvermassen nicht trivial, denn

- Die Kühlflächen und die trockenen Partikel berühren sich allenfalls punktwiese, was den Wärmetausch wenig unterstützt.
- Die Wärmeleitfähigkeit der Pulver ist meist gering.
- Jegliche eingetragene Rühr-/Mischenergie erhöht die Temperatur des Mischgutes, das eigentlich gekühlt werden soll.
- Die verwendete Kühlsole darf nicht beliebig kalt sein, denn Kondensation ist zu vermeiden.

Um diese Anforderungen alle einzuhalten, müssen sehr große Wärmetauschflächen zur Verfügung stehen und die Mischgüter dürfen nur sehr energiearm bewegt werden – hier können amixon® Mischer-Kühler ihre konstruktiven Vorteile voll ausspielen.



KONESLID® INTENSIV-MISCHER FÜR WIRKSTOFF-FORMULIERUNG

## Die Formulierstraße: schnell und präzise

In der sogenannten Formulierstraße werden die Wirkstoffe verschnitten, zerkleinert, gemischt, benetzt oder agglomeriert, so dass der Anwender sie sicher und gleichmäßig ausbringen kann. Für den Verschnitt betragen die Anteilszusammensetzungen bis zu 1:1.000. Als Trägerstoffe können neben wasserlöslichen Substanzen auch Bentonit, Kaolin oder Kalksteinmehle zum Einsatz kommen. Luftstrahlmühlen mikronisieren die Wirksubstanzen so fein, dass sie entmischungsfrei mit dem Trägerstoff aggregieren. Der Misch- und Benetzungsvorgang wird durch die amixon® HighShearBlades intensiviert. Je akkurater der Intensivmischer mischt und entleert, desto sicherer ist der Prozess.

Nach dem Mischen werden die pulverigen Pflanzenschutzmittel in Kleingebinden so verpackt, dass der Endanwender sie bequem in passenden Wasservorlagen lösen kann. Insofern findet noch einmal eine Verdünnung von 1:1.000 bis 1:10.000 statt.

Die Erreichung idealer Mischgütern in besonders kurzer Zeit ist eine Leistung, die Präzisionsmischer heutzutage reproduzierbar leisten. Kommt aber als Forderung hinzu, dass der Präzisionsmischer auch innerhalb weniger Sekunden und restlos entleeren soll, gibt es kaum noch Alternativen zum KoneSlid®-Mischer aus dem Hause amixon®.

Der KoneSlid®-Mischer ist ein vertikaler Präzisionsmischer, dessen Mischwerkzeug nur oben gelagert und angetrieben wird. Das Mischwerkzeug ist ideal angepasst an den zylindrisch-konischen Mischraum. Das Besondere ist der wiederum konisch gestaltete Verdrängerkörper im Innern des Konus. Dieser begünstigt die tottraumfreie Verströmung der Güter während des Mischens und er bedingt die extrem schnelle Restlosentleerung der gemischten Güter, wenn er sich wenige Zentimeter abwärts bewegt.

Formulierstraßen werden kampagnenweise genutzt. Dann erfolgt jeweils eine gründliche Nassreinigung. Auch diese Naßreinigung und anschließende Trocknung erledigt der KoneSlid®-Mischer selbsttätig innerhalb weniger Minuten mittels eingebauter Orbital-Zielstrahlreiniger bei 15 bar Wasserdruck. Diese Düsen werden anschließend mit Pressluft zum Zweck der Trocknung angesteuert.

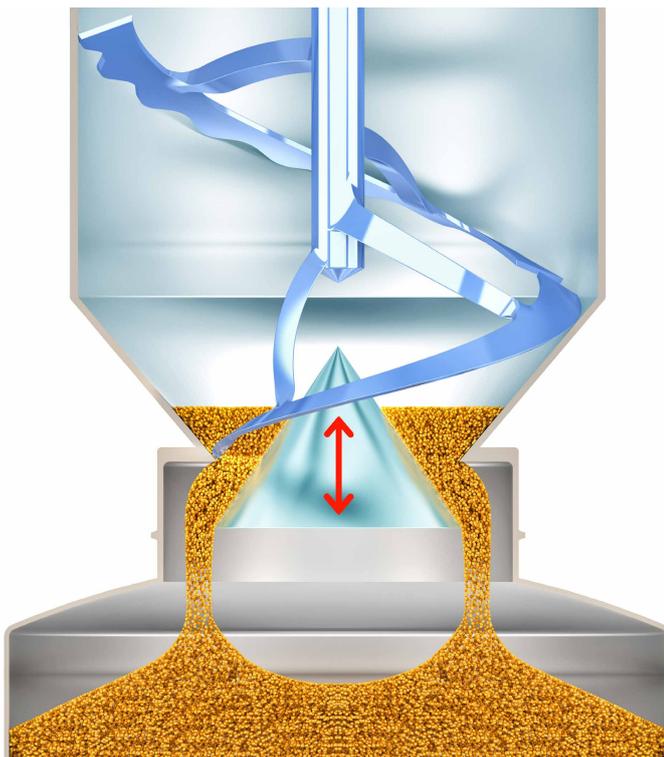
Dank mehrerer besonders großen Revisionstüren kann der KoneSlid®-Mischer bequem gewartet werden.

## Die 3 wichtigsten Apparatemerkmale

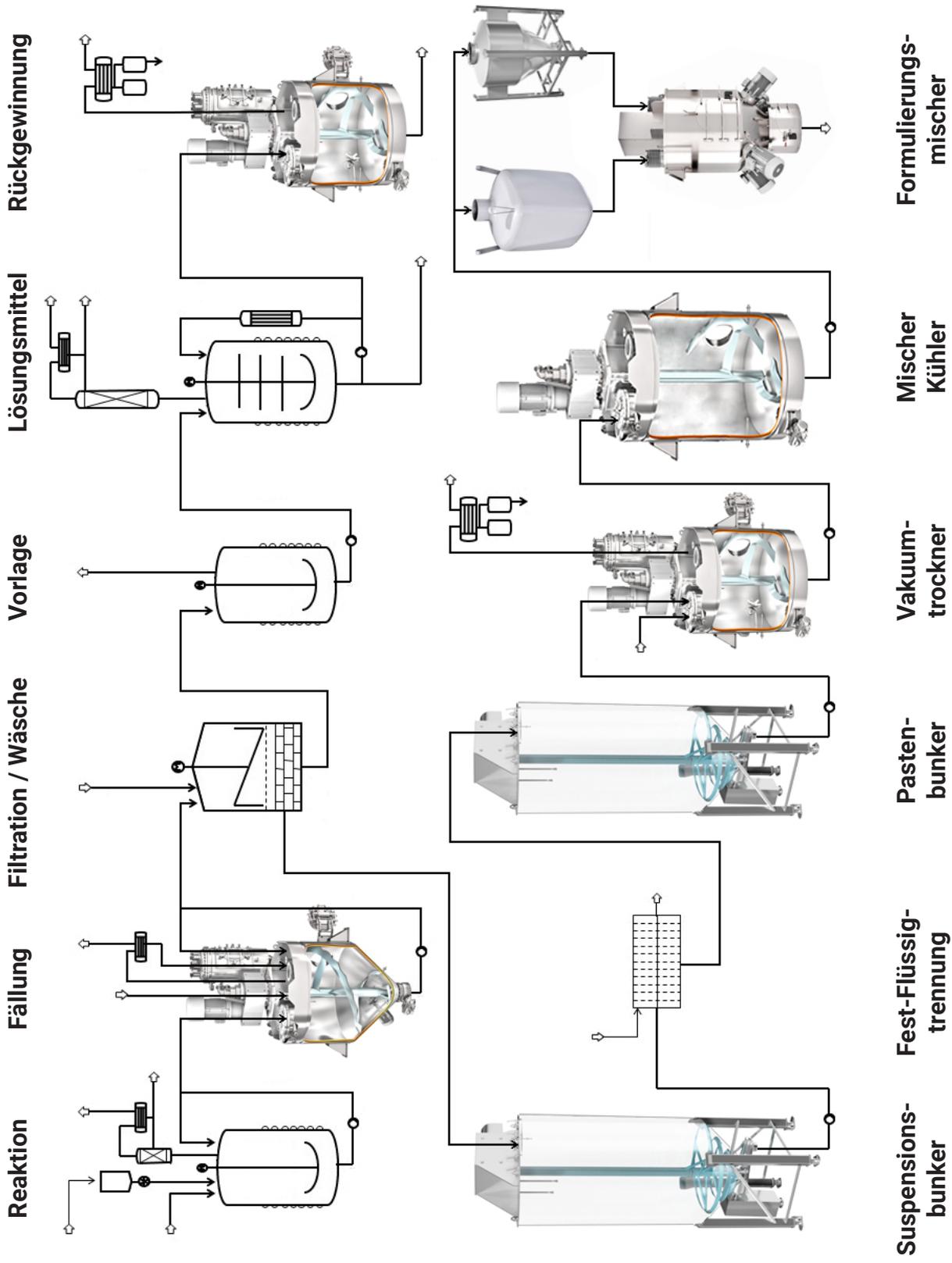
Unter allen genannten Merkmalen der amixon® Prozessapparate sind drei in der Herstellung von Pflanzenschutzmitteln besonders hervorzuheben:

1. Die dreidimensionale Totalverströmung erfolgt mit minimaler Energieeintragung. In extrem kurzer Zeit werden ideale Mischgüter erzeugt, die in der Praxis nicht zu verbessern sind – unabhängig von der Beschaffenheit und Anzahl der Komponenten.
2. Die vorbenannte Eigenschaft wird ergänzt durch ein besonders hohes Maß an spezifischer Wärmetauscherfläche (Wärmetauscherfläche [m<sup>2</sup>] pro Mischgut [m<sup>3</sup>]). Hieraus resultieren besonders kurze Trocknungszeiten bei optimaler Erhaltung der Partikelstruktur.
3. Die hygienischen Eigenschaften der amixon® Apparate sind hervorragend.

Die Versuchsanlagen, in den verschiedenen, weltweit verteilten Technikum-Standorten stehen Pflanzenschutzmittel-Herstellern offen, um mit eigenen Produkten Versuche auf den amixon®-Anlagen fahren zu können. Im Technikum am Hauptsitz in Paderborn/Deutschland steht auch ein Vakuumtrockner mit 200 L Nutzinhalt aus hochfestem und hochbeständigem Edelstahl (Alloy 59) zu Testzwecken zur Verfügung.



DIE ENTLERUNG IM KONESLID® MISCHER GESCHIEHT INNERHALB WENIGER SEKUNDEN RESTLOS.



FLIEßBILD EINER TYPISCHEN VIELZWECK-SYNTHESESTRASSE MIT AMIXON®-APPARATEN: REAKTOR/ FÄLLUNG, PASTENBUNKER, VAKUUMTROCKNER UND MISCHER-KÜHLER, FINAL-HOCHLEISTUNGSMISCHER UND VAKUUMTROCKNER FÜR RÜCKSTANDAUFBEARBEITUNG



**amixon GmbH**

Halberstaedter Strasse 55

33106 Paderborn

Deutschland

Telefon: +49-5251-688888-0

Telefax: +49-5251-688888-999

[www.amixon.com](http://www.amixon.com)

[sales@amixon.com](mailto:sales@amixon.com)