

# Hochleistungs-Schneckenförderer

Beitrag in: Schüttgut 1/1999, Seite 36 - 37

## Einleitung

Der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik (**fml**) beschäftigt sich innerhalb seiner Arbeitsgebiete mit der Untersuchung einer Vielzahl von Vorgängen, die bei der Handhabung unterschiedlichster Güter im innerbetrieblichen Bereich beachtet werden müssen.

Dabei wird unterteilt in die Forschungsgebiete:

- Kranbau
- Materialfluß und Logistik
- Schüttgutförderung
- Seilbahntechnik

Für die vier Arbeitsgebiete sind drei übergeordnete Betätigungsfelder prägend:

- Erforschung neuartiger Berechnungsmethoden
- Entwicklung von Methoden und rechnergestützte Werkzeuge der Planung
- Weiterentwicklung technischer Systeme

Dabei erstreckt sich das Spektrum der am Lehrstuhl **fml** durchgeführten Forschungsaufgaben von der öffentlich geförderten Grundlagenforschung über die industrielle Gemeinschaftsforschung bis zu direkten Industrienaufträgen. Mit einem Anteil der Industriemittel von weit über 50 % ist eine anwendungsbezogene Übertragung der Forschungsergebnisse gewährleistet.

## Schüttgutförderung

Innerhalb des Arbeitsbereiches Schüttgutförderung werden am Lehrstuhl seit vielen Jahren Fördervorgänge, Schüttgutverhalten, aber auch die Fördermittel selbst untersucht.

Das Untersuchungsinteresse wird hierbei seit einiger Zeit auf den Schneckenförderer fokussiert.

Dieses Fördergerät findet durch seine Vielseitigkeit in allen Bereichen der Förderung von Schüttgütern seinen Einsatz. So ist mit dem Schneckenförderer sowohl die horizontale oder leicht geneigte, als auch die steile oder vertikale Förderung

darstellbar. Es sind kleinste Fördermengen, aber auch größte Massenströme, bei Schiffsentladern bis zu 2000 t/h, erreichbar.

Diese großen Unterschiede in den Betriebsparametern bewirken aber auch völlig unterschiedliche Bewegungszustände des Gutes innerhalb der Schnecke. Dadurch wird eine allgemeine Auslegung, sowohl was das Förderverhalten, vor allem aber den Leistungsbedarf der Anlage betrifft, äußerst schwierig.

In zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen, die in den letzten Jahren am Lehrstuhl **fml** bearbeitet wurden, konnte die Gutbewegung erforscht und schließlich in Rechenmodellen abgebildet werden. So kann heute für eine Vielzahl von Anwendungsfällen das Förderverhalten und damit der förderbare Massenstrom annähernd exakt vorherberechnet werden.

Dies gilt heute für schnelldrehende, steile bis vertikale Förderer und für horizontale oder leicht geneigte, langsamdrehende Geräte.

Um die Leistungsfähigkeit bei gleichem Bauvolumen zu erhöhen ist man bestrebt, auch bei horizontalen Schneckenförderern die Drehzahl deutlich zu erhöhen. Für diesen Anwendungsfall, den sogenannten horizontalen Hochleistungs-Schneckenförderer, ist bis heute kein anwendbares Auslegungsverfahren vorhanden.

Ein weiteres Problemfeld stellt die Leistungsbemessung vertikaler Förderer, wie sie beispielsweise bei der kontinuierlichen Entladung von Schüttgutschiffen eingesetzt werden, dar. Am Lehrstuhl **fml** wurden auch hierfür Untersuchungen durchgeführt und Berechnungsmodelle entwickelt. Es zeigt sich jedoch, daß durch theoretisch nur schlecht oder nicht erfaßbare Randeffekte (Spalteffekt, lokale Gutstauung, Gutaufnahme und -auswurf) die tatsächlich notwendigen Antriebsleistungen deutlich von den aus der Schüttgutbewegung resultierenden und gut zu berechnenden Werten abweichen. Diese Effekte konnten näherungsweise in die Auslegungsverfahren eingebracht werden. Für eine exakte Auslegung sind wegen des großen Einflusses der Stoffeigenschaften des Fördergutes auf diese Randeffekte schüttgutspezifische Kennwerte notwendig, die lediglich empirisch erforscht werden können.

Der Lehrstuhl **fml** hat es sich hier zur Aufgabe gemacht diese Forschungslücken zu schließen. So werden aktuell die

Übergänge im Bewegungsverhalten abhängig von der Neigung der Schneckenachse untersucht, mit dem Ziel, für beliebig geneigte Förderer das Bewegungsverhalten vorauszuberechnen.

Für diese Untersuchungen verfügt der Lehrstuhl **fml** in seinem Versuchsfeld über mehrere Versuchsstände für Schüttgut und eine vollständige Meßtechniksammlung.

Ein anderes Forschungsziel ist es, die oben beschriebenen Randeffekte und deren Einfluß auf den Leistungsbedarf sowie ganz allgemein das Gebiet der Hochleistungs-Schneckenförderer, also der schnelldrehenden Schneckenförderer zur Förderung großer Massenströme bei kleinem Bauvolumen, zu erforschen.

Es zeigte sich, daß zur Erfassung der Randeffekte eine Untersuchung an kleinen Schneckenförderern nur bedingt möglich ist, da diese Effekte stark von den zu fördernden Schüttgütern abhängig sind und in kleinen Schnecken nur bestimmte Schüttgüter untersucht werden können.

## Forschungskooperation Hochleistungs-Schneckenförderer

Bereits seit dem Jahr 1996 besteht zwischen der Krupp-Fördertechnik GmbH, St. Ingbert-Rohrbach und dem Lehrstuhl **fml** eine enge Zusammenarbeit bei der Erforschung von Hochleistungs-Schneckenförderern. Mitte 1997 wurde eine Forschungskooperation zwischen der Krupp Fördertechnik GmbH und dem Lehrstuhl begonnen, die das Ziel verfolgt, die Auslegungssicherheit großer und leistungsfähiger Schneckenförderer, wie sie bei der stetigen Entladung von Hochseeschiffen benötigt werden, deutlich zu verbessern.

Innerhalb dieser Forschungskooperation wurde in enger Zusammenarbeit der Projektpartner eine Versuchsanlage konzipiert und entwickelt. Diese Anlage sollte in Geometrie und Leistungsfähigkeit deutlich größer werden als die bisherigen Versuchsanlagen. So wurde in der Konzeptphase ein zu fördernder Volumenstrom von 100 m<sup>3</sup>/h als Ziel formuliert. Die Auslegung des Förderers erfolgte mit am Lehrstuhl **fml** entwickelten Rechenverfahren für vertikale Schneckenförderer.

Weitere Anforderungen an die Anlage waren:

- realitätsnahe Ausführung sowohl in Baugröße als auch konstruktiver Gestaltung
- Untersuchungsmöglichkeiten für eine Vielzahl unterschiedlichster Schüttgüter (mittlere Korngröße von 0 mm bis 20 mm)
- einfache Bedienung im Versuchsbetrieb
- Untersuchung eines Systems Vertikalschnecke mit
  - Feederorgan
  - Zwischenlagern
  - Auslauf
- Untersuchung eines Systems Hochleistungs-Horizontalschnecke
- Variable Betriebsparameter aller Einzelgeräte

Diese Anlage wurde zu Beginn des Jahres 1998 am Forschungsgelände des Lehrstuhls **fml** errichtet und in Betrieb genommen. Sie überspannt eine Fläche von 144 m<sup>2</sup> und hat eine maximale Höhe von ca. 12 m.

### Technische Daten und Funktionsprinzip

Bereits in der Inbetriebnahmephase wurde der projektierte Volumenstrom mit der Anlage erreicht, was die Praxistauglichkeit der Auslegungsverfahren unter Beweis stellt.

Konkret ausgeführt wurde die Versuchsanlage mit einem auf Schienen verfahrbaren Portal als Traggerüst. Die Katze trägt ein Hubgerüst und einen Elektroseilzug. Der darin installierte Vertikalförderer mit 7 m Förderhöhe ist als selbsttragende Konstruktion verwirklicht. Er wird mit dem Seilzug im Hubgerüst verfahren, wodurch die Höhenkoordinate eingestellt wird.

Fest an die Katze angebaut ist der horizontale Hochleistungs-Schneckenförderer, der eine Förderlänge von zweimal 3 m hat. Dieser ist mit dem Vertikalförderer über eine Teleskopschurre verbunden.

Als Materialreservoir dient ein zweiteiliger am Boden fest verankerter Container.

Das in einer Containerhälfte befindliche Schüttgut wird schichtweise von einer Zuführvorrichtung aufgenommen und an den Eintritt der Vertikalschnecke geführt. Die Vertikalschnecke nimmt das Gut auf und fördert es nach oben. Am Auslauf wird das Schüttgut in eine Schurre ausgeworfen und über ein Fallrohr in eine Prallplattenwaage zur Massenstrommessung geleitet. Von dort fällt es durch die Teleskopschurre in die Mitte des hori-

zontalen Schneckenförderers. Dieser fördert das Gut in die zweite Containerhälfte. Die Hauptvorschubbewegung erzeugt die Katze, das Hubwerk reguliert die Eintauchtiefe der Zuführvorrichtung ins Schüttgut. Durch diese beiden Bewegungen läßt sich jeder beliebige Massenstrom diskret einstellen.

Die Anlage ist ausgelegt für einen Nennmassenstrom von 100 t/h bei einer Dichte von  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

Die Förderer wurden wie folgt dimensioniert:

- Schneckendurchmesser der Vertikalschnecke: 260 mm
- Schneckendurchmesser der Horizontalschnecke: 260 mm

Der horizontale Schneckenförderer kann bis zu einer Drehzahl von 350 min<sup>-1</sup> betrieben werden, dem 3,5-fachen der laut DIN-Auslegung zulässigen Maximaldrehzahl für dies Baugröße. Die Vertikalschnecke kann mit Drehzahlen bis deutlich über 500 min<sup>-1</sup> betrieben werden.

Sämtliche Antriebe sind frequenzumrichtergergelte Drehstromasynchronmotoren. Die Steuerung der Anlage erfolgt über eine SPS Siemens Simatic S5-95U. Diese ist über einen Feldbus PROFIBUS-DP mit den Frequenzumrichtern und dem Operator-Panel OP-7 verbunden. Damit verfügt die Versuchsanlage über eine moderne und zukunftsweisende Steuerungstechnik, die eine Weiterentwicklung in Richtung Bedienungsfreundlichkeit und Automatisierung erlaubt.

In der ersten Versuchsphase wird die Versuchsanlage im Handbetrieb gefahren, lediglich sicherheitstechnisch notwendige Steuerungseingriffe werden automatisch bewirkt.

Versuchsanlage für Hochleistungs-Schneckenförderer



In der folgenden Untersuchungszeit soll auch eine Teil- bzw. Vollautomatisierung der Versuchsanlage verwirklicht werden.

### Forschungsziele

Die Untersuchungsarbeit beschäftigt sich an dieser Anlage vorrangig mit einer empirischen Untersuchung verschiedenster Schüttgüter hinsichtlich:

- Förderbarkeit
- Förderverhalten
- Leistungsbedarf

Diese sind für eine praxistaugliche, auf kundenspezifische Schüttgüter optimierte Auslegung von Großanlagen notwendig, da damit der sehr starke Einfluß des Fördergutes in den Leistungsbedarf des Förderers bestmöglich miteinbezogen wird.

Zur Ermittlung dieser Punkte ist vor allem eine gute Reproduzierbarkeit unterschiedlicher Betriebspunkte der Anlage notwendig sowie die Möglichkeit der Durchführung vieler Meßpunkte in kurzer Zeit. Die ersten Erfahrungen im Versuchsbetrieb zeigen, daß diese Ziele mit dem bestehenden Anlagenkonzept erfüllt sind.

Außer der Untersuchung des Förderverhaltens mit dem Ziel eines allgemeinen, praxistauglichen Auslegungsverfahrens gehört zum erklärten Untersuchungsziel auch noch die Optimierung des Förderers als Gesamtsystem sowie seiner Einzelkomponenten. Hier sollen unter anderem die Schnittstellen zwischen den Teilkomponenten der Anlage sowohl konstruktiv, als auch von ihren Betriebsparametern abgestimmt werden.