

## Zur Entmischung von Mineraldüngern

### Normung von Korngrößen bei Komponenten für Mischdünger

*Mehrnährstoffdünger werden zunehmend vom örtlichen Landhandel als Mischdünger bezogen, da gezielter jedes beliebige Nährstoffverhältnis inklusive Spurenelementanteil herzustellen ist und auf Grund kürzerer Transportwege die Mischdünger je Nährstoffeinheit billiger sind als industriell hergestellte Mehrnährstoffdünger. Allerdings, eine Entmischung nach Nährstoffen ist nicht ausgeschlossen. Es wird gezeigt, wie die Entmischung beseitigt wird.*

Prof. em. Dr. Hermann J. Heege, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Universität Kiel, Olshausenstr. 40, 24098 Kiel. Der Verfasser ist Vorsitzender des Europäischen Verbandes der Düngermischer (European Blenders Association); e-mail: hheege@ilv.uni-kiel.de

#### Schlüsselwörter

Mischdünger, Entmischung, Korngrößen, Normung

#### Keywords

Fertiliser-blends, segregation, particle-sizes, standard

#### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Heege, H. J.: Hofnahes Mischen von Düngemitteln und der teilflächenspezifische Landbau. Berichte über Landwirtschaft 79 (2001), H.1, S. 94 ff
- [2] • European Blenders Association: Handbook of Solid Fertilizer Blending. European Blenders Association, Montviron, 1997
- [3] • Hofstee, J.W.: Physical Properties of Fertilizer in Relation to Handling and Spreading. PhD thesis, Wageningen, 1993

Es ist seit langem bekannt, dass Entmischungen nach Nährstoffen bei unsachgemäßer Handhabung von Mischdüngern auftreten können. Die Ursache hierfür sind vornehmlich Unterschiede in den Korngrößenverteilungen der Komponenten [1, 2]. Wenn Dünger mit Körnern unterschiedlicher Größe umgeschlagen werden, sickern kleinere Partikel durch Hohlräume zwischen den größeren Granulaten nach unten. Die dadurch sich ergebende Entmischung stört vor allem dann, wenn beim Umladen sich ein Schüttkegel bildet und der Dünger sich entlang dessen Kegelflanken nach unten bewegt. Das Ergebnis ist, dass die kleineren Körner sich vermehrt in den zentralen Teilen des Kegels ansammeln. Die größeren Körner hingegen rollen weiter entlang den Flanken nach unten und liegen deshalb insbesondere in unteren und peripheren Bereichen des Schüttkegels (Bild 1, links).

#### Alternativen zur Abhilfe bei der Lagerung

Die Entmischung kann auf zwei Wegen verhindert werden:

- durch einheitliche Korngrößen,
- durch Verhinderung der Schüttkegelbildung beim Umladen.

Mittel zur Verhinderung oder Minderung der Schüttkegelbildung sind entweder das Bewegen des Auslaufrohres beim Beladen oder die Aufteilung des Laderaumes durch Trennwände, wodurch die Länge der Schüttkegelflanken verringert wird. Beide Alternativen sind bei kleineren Zwischenbehältern in Form von Hochsilos üblich; sie eignen sich aber kaum in den heute weit verbreiteten großen horizontalen Lagerräumen mit Schaufelladereinsatz.

Darüberhinaus kann aber auch die Entmischung nach Korngrößen beim Befüllen durch erneutes Vermischen beim Entleeren der Behälter vollständig oder teilweise wieder rückgängig gemacht werden. Insbesondere in zylindrischen Behältern, die in vertikaler Richtung entleert werden, kann das erneute Vermischen sehr erheblich sein (Bild 1, oben). Wenn der Dünger unbehindert rieselt, bewegen sich alle Bereiche innerhalb des Silos gleichmäßig nach unten. Die Entleerung erfolgt im sogenannten Massen-

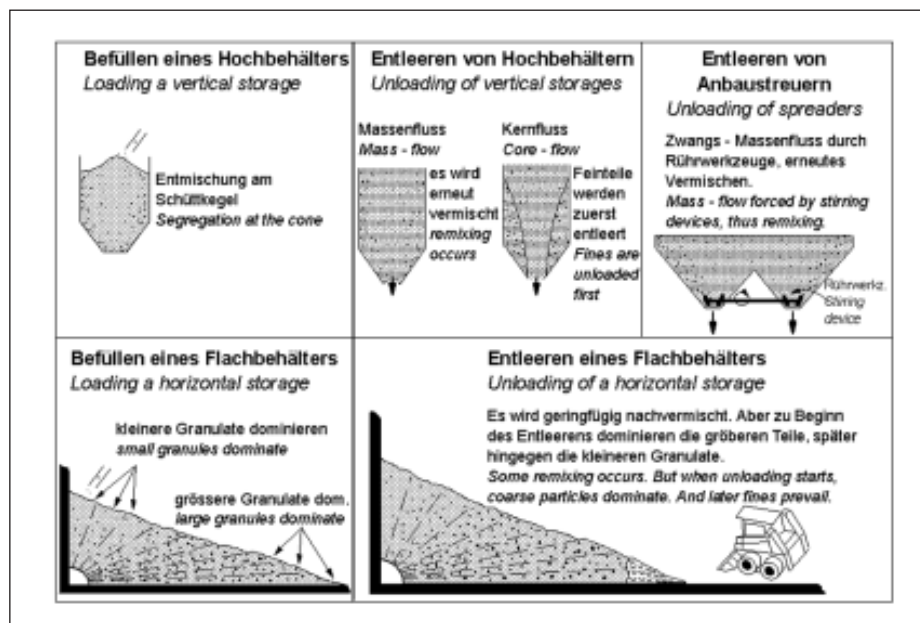


Bild 1: Entmischen beim Befüllen und erneutes Vermischen beim Entleeren

Fig. 1: Segregation during loading and remixing during unloading

fluss. Der entmischte Dünger wird an der Ausflussöffnung erneut vermischt.

Aber der vertikale Fluss kann auch teilweise behindert sein als Folge von Brückenbildung. Die Entleerung beginnt in diesem Fall in der Mitte in der Form von Kernfluss.

Das erneute Vermischen beim Ausfluss in der Form des gleichmäßigen Massenflusses kann auch unterstützt werden durch Rührwerkzeuge am Boden der Behälter. Diese Methode ist allgemein üblich bei Vorratsbehältern von Streuern (Bild 1, unten rechts).

Zusammenfassend ergibt sich somit, dass für Behälter mit vertikaler Entleerung mehrere Verfahren verfügbar sind, um negative Auswirkungen einer Entmischung nach Korngrößen im Verlauf der Arbeitskette auszuschalten.

Für die sowohl in der Industrie als auch beim Landhandel viel benutzten großen Flachlager hingegen ergibt sich eine völlig andere Situation. Es existiert weder ein einfach zu nutzendes Verfahren für die Verhinderung der Entmischung beim Befüllen, noch kann man davon ausgehen, dass beim Entleeren eine ausreichende Nachvermischung erfolgt (Bild 1, unten rechts). Es geht also im Wesentlichen darum, wie die Entmischung in diesen allgemein üblichen Flachlagern vermieden werden kann. Der Einsatz von Düngern mit gleichmäßiger Korngrößenverteilung ist die naheliegende Alternative.

### Die Situation beim Streuen

In der Regel wird der Dünger durch zentrifugale Beschleunigung auf rotierenden Scheiben im Feld verteilt. Auch hierbei erfolgt eine Entmischung nach Korngrößen: je größer und damit schwerer die Körner sind, umso weiter werden sie geschleudert. Diese Entmischung nach Korngrößen beim Streuen wird durch die übliche Überlappung benachbarter Streustreifen aber wieder verringert. Durch sehr große Überlappung der benachbarten Streustreifen kann die Entmischung sogar völlig aufgehoben werden.

Tab.1: Granulierung von Mischkomponenten: Zielgrößen und Toleranzen des Europäischen Verbandes der Düngermischer

Table1: Granulation of raw-materials: targets and tolerances of the European Blenders Association

Merkmale		Zielgröße	Toleranz
Bezeichnung	Physikalische Dimension <sup>1</sup>		
Mittlere Korngröße	d50 in mm	3,25 mm	± 0,25 mm
Feinteile	< 1 mm, % der Masse	0 %	0,25 %
Grobteile	> 5 mm, % der Masse	0 %	1,00 %
Hauptgrößenbereich	2,5 - 4,0 mm, % der Masse	90 %	± 5 %
Mittlere Größenspreizung <sup>2</sup>	GSI = $((d_{84} - d_{16}) / 2d_{50}) \cdot 100$	<18	

<sup>1</sup>) Es ist unterstellt, dass die Siebanalyse nach dem Europäischen Standard EN 1235 erfolgt.

<sup>2</sup>) Frühere Bezeichnung war „Average size range variation“.

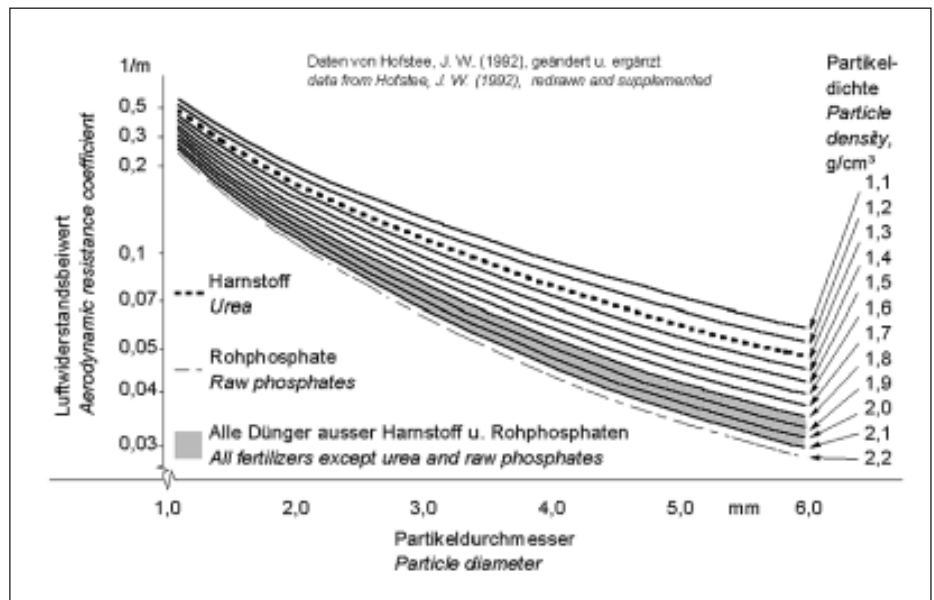


Bild 2: Luftwiderstandsbeiwert, Partikeldurchmesser und Partikeldichte

Fig. 1: Aerodynamic resistance, particle-diameter, and particle-density

Bei gegebener Streubreite sinkt mit der Überlappung aber die Flächenleistung des Schleuderstreuers. Die Landwirte überlappen daher in der Regel nur so stark, bis eine genügend gleichmäßige Querverteilung der gesamten Düngermasse erreicht ist. Es wird maximal so stark überlappt, dass die gesamte Fläche doppelt bestreut wird. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass im Getreide der Fahrgassenabstand die Überlappung mitbestimmt. Kurzum, man kann wohl nicht immer davon ausgehen, dass beim Schleuderstreuen durch die Überlappung das Problem völlig beseitigt wird.

Die Ursache für die Entmischung beim Streuen sind Unterschiede im Luftwiderstandsbeiwert der Körner[3]. Es wird oft erwähnt, dass neben dem Durchmesser auch die Dichte der Körner den Luftwiderstandsbeiwert und damit die Entmischung beim Streuen bestimmt.

Für den Luftwiderstandsbeiwert ist aber der Durchmesser deutlich wichtiger als die Dichte der Körner. Die derzeit als Mischkomponenten benutzten Dünger ohne Berücksichtigung von Harnstoff und von Rohphosphaten haben Korndichten im Bereich von 1,8 bis 2,1 g/cm<sup>3</sup>. Diese kleinen

Unterschiede haben im Vergleich zu den Korndurchmessern nur geringe Wirkungen auf den Luftwiderstandsbeiwert (Bild 2). Lediglich der Harnstoff hat eine deutlich geringere Korndichte. Zur Kompensation sollte man daher diesen Dünger mit größeren Korndurchmessern fertigen.

### Zur Definition von genormten Korngrößen

Zusammenfassend ergibt sich, dass die Entmischung im Verlauf der gesamten Arbeitskette im Wesentlichen beseitigt ist, wenn die Korngrößenverteilungen der Mischkomponenten zueinander passen. Dieser Umstand wird bereits von den Herstellern für Mischdünger berücksichtigt. Es kann zwar jeder Landhandelsbetrieb für sich allein die individuellen Wünsche zu den Korngrößen der Komponenten definieren und danach bestellen. Doch die Logistik für die Anpassung der Korngrößen auf individueller Basis ist nicht immer leicht zu organisieren. Dieser Hintergrund hat den Europäischen Verband der Düngermischer veranlasst, einen Vorschlag für genormte Korngrößen zu präsentieren (Tab. 1).

Der wichtigste Teil dieses Vorschlages ist die mittlere Korngröße von 3,25 mm mit Toleranzen von ± 0,25 mm. Die Normierung der mittleren Korngröße allein genügt aber nicht. Denn bei gleichem Mittelwert kann die Streuung der Korngrößen unterschiedlich sein. Grosse Abweichungen von einem ansonsten passenden Mittelwert können immer noch zur Folge haben, dass Entmischungen nach Korngrößen auftreten. Die maximale mittlere Größenspreizung wurde daher so definiert, dass jegliche Entmischung nach Korngrößen ausgeschlossen ist. Weitere Details enthält Tabelle 1.