

Obwohl Schleuderstreuer für die Verteilung von festen Mineraldüngemitteln in großem Umfang angewendet werden, sind nicht alle für eine optimale Arbeit entscheidenden Probleme geklärt. Es wird mit diesen Streuern nicht die Gleichmäßigkeit der Verteilung wie mit Breitstreuern (Teller-, Ketten- oder Walzenstreuern) erreicht.

Einerseits übt die besondere Gestaltung der Schleudervorrichtung (Schleuderscheibe) im Zusammenwirken mit der Dosier- und Zuführvorrichtung einen wesentlichen Einfluß auf das Verteilungsbild, das Hauptmerkmal der Arbeitsqualität, aus. Andererseits wirkt das Streugut Mineraldüngemittel durch unterschiedliche und sich verändernde technisch-physikalische Eigenschaften (Korngröße, Kornfestigkeit, Fließverhalten) für den Streuvorgang ernsthafte Probleme auf.

Auf einige Fragen soll im folgenden näher eingegangen werden.

1. Betrachtungen zum Schleuderprozeß

Bei Schleudervorrichtungen wird die Zentrifugalbeschleunigung des rotierenden Systems ausgenutzt, um dem Streugut die erforderliche kinetische Energie für den ballistischen Wurf zu vermitteln.

Serienmäßig hergestellte Vorrichtungen bestehen zu diesem Zweck überwiegend aus rotierenden Scheiben mit aufgesetzten Leisten, die in der Regel radial ausgestellt sind. Die Leisten werden im weiteren unabhängig von ihrer Gestaltung Schleuderleisten genannt.

Man erwartet von einer Streuvorrichtung, daß sie einen Streifen der Breite b gleichmäßig mit Mineraldünger bestreut (Bild 1). Um das zu erreichen, muß bei einer bestimmten Stellung der Schleuderleiste (z. B. 1') ein Masseanteil bestimmter Größe mit der notwendigen Anfangsgeschwindigkeit und mit der entsprechenden Richtung abgeworfen werden, um zu der zugeordneten Stelle auf der Feldoberfläche (z. B. 1) zu gelangen. Die lückenlose Bedeckung erfordert im Streubereich einen kontinuierlichen Fluß des Streuguts entlang einer Schleuderleiste, dessen zeitliche Charakteristik von der Winkelgeschwindigkeit und der geforderten Streudichte bestimmt wird. Die im Bild 1 dargestellte geradlinige, quer zur Fahrtrichtung gelegene Ablage des Streuguts ist nicht erforderlich. Diese kann eine beliebige Form zwischen $\pi \leq \varphi \leq 2\pi$ haben. Bei horizontaler Rotationsachse und konstanter Winkelgeschwindigkeit mit entsprechender Zuführung ergibt sich ein Halbkreisbogen und die Durchflußcharakteristik muß dann sinusförmig sein /1/. Am Bild 1 ist auch erkennbar, daß der Gutstrom entlang der Schleuderleiste periodisch von Null beginnen und bei Null enden muß, unabhängig von der Ablagecharakteristik und der Bewegung der Schleuderleiste (pendelnd oder umlaufend). Ein Rundumstreuen bietet also keine Vorteile, zumal in Fahrtrichtung vorn oder hinten die Antriebsquelle angeordnet werden muß.

2. Probleme der Zuführung des Streuguts zur Schleudervorrichtung

Aus dem Ablauf der ganzen Bewegung des Streuguts vom Vorratsbehälter bis zur Ablage auf der zu bestreuenden Oberfläche lassen sich die drei Phasen: Dosieren und Zuführen, Beschleunigen in der Schleudervorrichtung sowie der freie ballistische Flug unterscheiden.

Das Dosieren und Zuführen erfolgt in der Regel unter Aus-

nutzung der Schwerkraft durch veränderliche Blenden oder mit einem zeitlich bestimmten offenen Gutstrom, der in regelloser Form auf die Schleudervorrichtung fällt (z. B. D 028, VEB Landmaschinenbau Barth). Der Dosiervorgang für Mineraldünger selbst ist in allen Einzelheiten noch nicht untersucht und optimiert worden. Mineraldünger bereitet durch seine Hygroskopizität einige Schwierigkeiten. Nur relativ trockenes Granulat besitzt eine ausreichende Fließfähigkeit. Die Form der Zuführung zur Schleudervorrichtung beeinflusst jedoch in entscheidendem Maß die Verteilungscharakteristik, wie in ausführlichen Untersuchungen von Hollmann /2/ /3/ und anderen sowie in Modellversuchen des Verfassers /1/ nachgewiesen wurde.

Das Bild 2 zeigt die drei möglichen Grundformen der Zuführung: Bei a) gelangt das Streugut im freien Fall in den Bereich der Schleuderleiste und wird entlang der Leiste erfaßt. Das führt zu Stoßvorgängen und unkontrollierbaren Bewegungen des Streuguts /4/, so daß eine gezielte Beeinflussung des Streubilds nicht möglich wird.

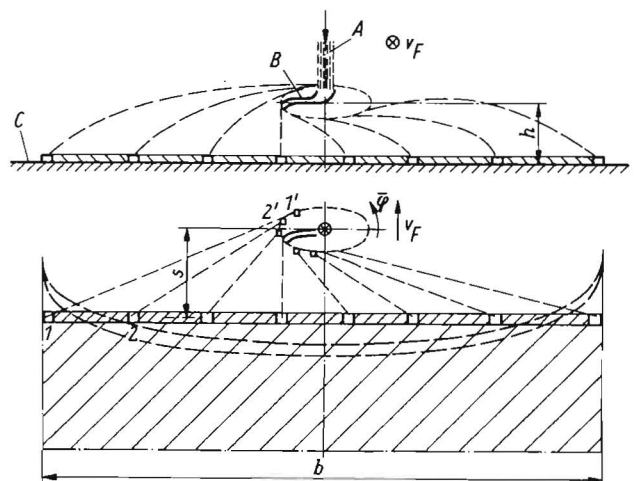
Bei b) wird das Streugut so zugeführt, daß es eine radiale Anfangsgeschwindigkeit erhält und an der Vorderkante der Schleuderleiste erfaßt wird. Man erreicht dadurch, daß alle Teilchen des Gutstroms unter gleichen Anfangsbedingungen beschleunigt werden. Bei entsprechender Gestaltung der Schleuderleiste (s-förmig gekrümmt) und konstanter Winkelgeschwindigkeit werden alle Teilchen mit gleicher Anfangsgeschwindigkeit abgeworfen. Es ergibt sich dadurch die Möglichkeit, eine bestimmte Verteilungscharakteristik in der Abgabezone einzuhalten, unabhängig vom Durchsatz und von den sich ändernden Eigenschaften einer Düngersorte. Ausführliche Untersuchungen wurden vom Verfasser in /5/ dargestellt.

Eine Zuführung nach c) in geschlossenen Querschnitten schließt die Gefahr des Verstopfens ein und erfordert mit der zentralen Zuführung einen intermittierenden Zufluß des Mineraldüngers, der nur mit einer aufwendigen Dosiervorrichtung erreicht werden kann.

3. Grenzen der Verteilung von Mineraldünger mit Schleudervorrichtungen

Während sich die beiden ersten Phasen des Schleudervorgangs in vielfältiger Weise gezielt beeinflussen lassen, unterliegt der ballistische Flug in der Luft physikalischen Ge-

Bild 1. Prinzip des Streuens mit einer Schleudervorrichtung; A Zuführung des Streuguts, B Schleuderleiste, C zu bestreuende Oberfläche, v_F Fahrgeschwindigkeit



* Die Untersuchungen wurden während der Tätigkeit des Autors an der Technischen Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, durchgeführt.

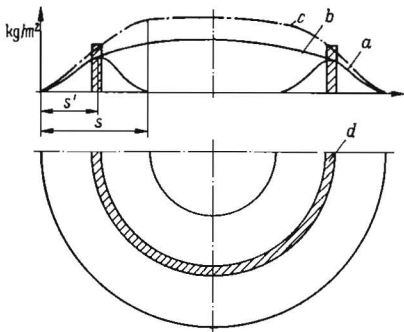
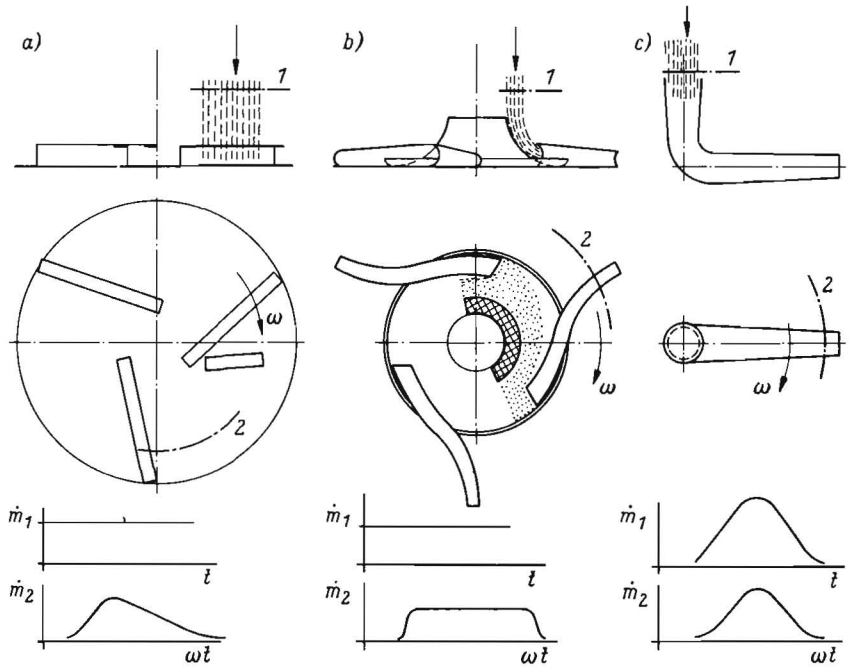


Bild 3. Die Entstehung der Querverteilung durch Überlagerung der Radialverteilung (qualitativ); a Charakteristik der Radialverteilung, b Querverteilung bei einem Durchgang einer Schleuderleiste, c resultierende Querverteilung, d radiale Verteilung bei gleicher Korngröße

Bild 2. Möglichkeiten für das Zuführen des Streuguts zur Schleuderleiste; \dot{m}_1 Massedurchsatz in kg/s an der Stelle 1, \dot{m}_2 Massedurchsatz an der Stelle 2, t Zeitkoordinate, ω konstante Winkelgeschwindigkeit



setzen, deren Parameter durch die Dichte, die Größe und die Geschwindigkeit der Teilchen bestimmt sind. Ein Einfluß weiterer Parameter, wie Leistenquerschnitt und Massedurchsatz, ist nachweislich nicht vorhanden /5/, denn nach Verlassen der Schleuderleiste bewegen sich die Streugutteilchen wie einzelne Körper. Die gegenseitige Beeinflussung und die Gebläsewirkung sind vernachlässigbar klein. Ausführlich haben Mennel und Reece die Bewegung einzelner Düngerteilchen untersucht und in /6/ beschrieben. Die Größenzusammensetzung der Mineraldüngersorten ist unterschiedlich. Die Teilchengröße schwankt z. B. zwischen 0,1 und 4,0 mm bei Kaliammonsalpeter oder 1 bis 3 mm bei Harnstoff.

Die unterschiedliche Teilchengröße einer bestimmten Mineraldüngersorte führt nun dazu, daß die Wurfweite sehr unterschiedlich ist. Die kleineren Teilchen haben einen spezifisch größeren Luftwiderstand und erreichen nicht die Wurfweite der größeren. Das führt zu der im Bild 3, Kurve a dargestellten Verteilung der Streudichte in Wurfrichtung. Der für eine gleichmäßige Verteilung günstige schmale Streifen d, der bei einem Durchgang einer Schleuderleiste bestreut wird, kann mit einem Gemisch verschieden großer Teile nicht erreicht werden.

Mit Rücksicht auf ein symmetrisches Verteilungsbild und auf die Überdeckung der aufeinanderfolgenden Leistendurchgänge muß die Verteilungsdichte der Winkelstellung zugeordnet werden, Kurve b (in der Projektion). Die resultierende Querverteilung des bei einer Durchfahrt bestreuten Streifens hat dann den Verlauf wie Kurve c. Infolge der Überdeckung ist der abfallende Bereich s stets größer als der abfallende Bereich s' bei einem einzelnen Schleuderleistendurchgang.

Da nun die Größenzusammensetzung der Düngersorten unterschiedlich ist, ändert sich bei gleicher Dosiercharakteristik die Verteilung in Wurfrichtung und die resultierende Querverteilung. Konstruktive Maßnahmen zur Kompensierung dieses Einflusses sind aufwendig. Aus diesem Grund sollte das Teilgrößen-Spektrum der Mineraldüngemittel eingengt werden. Da der Herstellungsprozeß das kaum hergeben dürfte, wäre eine Fraktionierung und getrennte Lieferung der Fraktionen ein Ausweg. Eine den Bedingungen des Schleuderstreuens angepaßte Qualität der Mineraldüngemittel erscheint durchaus zweckmäßig.

Die Betrachtungen zum Verteilungsbild beziehen sich auf Streuverhältnisse ohne Luftbewegung. Im tatsächlichen Ein-

satz auf dem Feld ist stets mit Seitenwind zu rechnen, der dann in erheblichem Maß die Querverteilung beeinflusst. Dieser Einfluß nimmt jedoch mit zunehmender Teilchengröße ab.

Nicht zuletzt deshalb sind staubförmige Mineraldüngemittel oder Streugüter für die Verteilung mit Schleuderstreuern ungeeignet.

4. Zusammenfassung

Die zum Teil noch unbefriedigende Streuqualität von Mineraldünger-Schleuderstreuern ist auf die Gestaltung der Dosierung und Zuführung, die konstruktive Ausbildung der Schleudervorrichtung und die gegebenen physikalisch-technischen Bedingungen des ballistischen Wurfs zurückzuführen. Für eine Optimierung der Dosierung und Zuführung sind noch eingehendere Untersuchungen über die speziellen Eigenschaften der Mineraldüngemittel erforderlich. Sie sind aber hinsichtlich der Beeinflussung des Streubildes beherrschbar. Der Einfluß der Gestaltung der Schleudervorrichtung auf das Verteilungsbild ist in mehreren Arbeiten untersucht worden und kann als bekannt vorausgesetzt werden. Die Gesetzmäßigkeiten des freien ballistischen Wurfs sind ebenfalls bekannt. Es ist jedoch gegenwärtig nicht erkennbar, daß bei der Herstellung und Lieferung der Mineraldüngemittel darauf genügend Rücksicht genommen wird: Einhaltung einer Mindestteilchengröße und wesentliche Einengung des Größenbereichs in einer Lieferung.

Literatur

- /1/ Firus, S.: Untersuchung der Streuarbeit einer Mineraldünger-Schleuderscheibe. Diplomarbeit, TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik 1963 (unveröffentlicht)
- /2/ Hollmann, W.: Untersuchungen über die Düngerverteilung von Schleuderstreuern. Dissertation TU Berlin 1962
- /3/ Hollmann, W.: Untersuchungen an Schleuderdüngerstreuern. Landtechnische Forschung (1962) H. 6, S. 179 ff. und (1963) H. 1
- /4/ Dobler, K./J. Flatow: Konstruktive Ausbildung der Streuorgane von Schleuderstreuern zur Erzielung eines optimalen Streubildes. Grundlagen der Landtechnik (1969) H. 2, S. 55-60
- /5/ Firus, S.: Beitrag zum Nachweis des Einflusses der kinematischen und kinetischen Parameter auf den Schleuderprozeß eines Mineraldüngerstreuers als Grundlage für die Berechnung und Gestaltung. Dissertation TU Dresden 1970
- /6/ Mennel, R. M./A. R. Reece: The Theory of the Centrifugal Distributor, III. Particles Trajectories (III. Flugbahn der Teilchen). Journal of Agric. Engng. Research 8 (1963) H. 1, S. 78-84 A 9000