

Entwicklung eines neuen Endverteilers für pneumatische Düngerstreuer

Von Helmut Weiste, Soest*)

DK 631.333.5:621.867.82

Pneumatische Düngerstreuer werden besonders von Großbetrieben eingesetzt, um die gestiegenen Anforderungen an die Verteilgenauigkeit von Mineraldünger, auch unter ungünstigen Bedingungen in der Praxis, besser zu erfüllen. Zukünftig werden Streuer mit größeren Arbeitsbreiten von 18 m bis 24 m gefordert, die leichtere und einfacher zu handhabende Streurahmen aufweisen sollten. Die Erfüllung dieser Anforderungen setzt die Entwicklung eines neuen Endverteilers voraus, der eine erheblich größere Streubreite als die bisher üblichen Prallplatten überdeckt.

Als Lösung wurde ein neuartiger Breitverteiler für Granulatströme gefunden, der mit geringen Energieverlusten arbeitet. Der Granulatstrom wird durch schräggeschnittene Leitschaukeln im Umlenkbogen in definierte Flugbahnen geleitet.

1. Einleitung

Bei pneumatischen Düngerstreuern, **Bild 1**, wird das Granulat von dem zentralen Vorratsbehälter *c* mittels Gebläseluft über eine Vielzahl von Rohrleitungen *a* über die Arbeitsbreite verteilt. Dosierräder *b* speisen über Injektoren *f* die Streumenge in die einzelnen Rohrleitungen *a* ein. Die Verteilung erfolgt üblicherweise durch Prallplatten *e* am Ende jeder Rohrleitung, wobei der Abstand zwischen den Prallplatten-Endverteilern etwa 0,7 m beträgt.

Ein kurzer Vergleich mit der Pflanzenschutzspritze soll verdeutlichen, daß die funktionellen und konstruktiven Probleme bei der Vergrößerung der Arbeitsbreite eines pneumatischen Düngerstreuers erheblich größer sind als bei einer Spritze. Pflanzenschutzspritzen haben, vereinfacht gesagt, nur eine Druckleitung kleinen Durchmessers, an die im Spritzbalken die erforderliche Zahl von vergleichsweise kleinen Spritzdüsen angeschlossen ist. Zur Vergrößerung der Arbeitsbreite muß nur diese eine Leitung mit dem Spritzbalken verlängert werden.

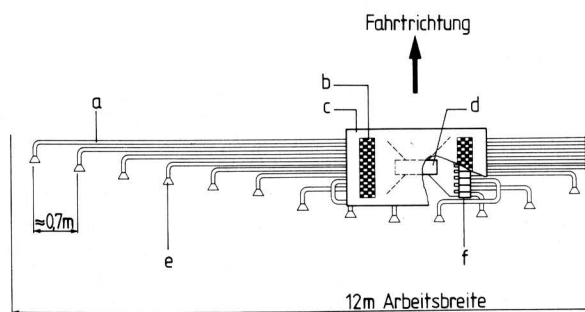


Bild 1. Aufbau eines pneumatischen Düngerstreuers; schematisch.

- | | |
|-------------------|---------------|
| a Rohrleitungen | d Gebläse |
| b Dosierräder | e Prallteller |
| c Vorratsbehälter | f Injektoren |

*) Dipl.-Ing. H. Weiste ist Geschäftsführer der Fa. Accord Landmaschinen H. Weiste & Co. GmbH, Soest.

Bei pneumatischen Düngerstreuern muß pro Verteiler jeweils eine Rohrleitung angelegt werden. Bei großen Arbeitsbreiten von 18 m bis 24 m sind daher bis zu 24 einzelne Rohrleitungen aufgeteilt auf die beiden Ausleger unterzubringen. Daraus resultieren nicht unerhebliche Probleme bei der Konstruktion des Gesamtgerätes:

- Der Aufwand für 24 Rohrleitungen mit separaten Dosierorganen, Injektorschleusen usw. ist relativ groß.
- Die Ausleger werden schwer und sperrig und müssen für die Transportstellung mehrfach geklappt werden.
- Die relativ kleinen Rohrdurchmesser ergeben bei den langen Leitungen Geschwindigkeitsverluste und neigen zu Verstopfungen.
- Die Endverteiler am Ende der einzelnen Rohrleitungen müssen eine Zweiphasen-Strömung verarbeiten, die zudem noch durch den Umlenkbogen einseitig strömt.
- Die durch den Luftstrom transportierten Granulate sind sehr unterschiedlich in ihren Eigenschaften (Korngrößen-spektrum, Elastizität, Kornfestigkeit, Hygroskopizität usw.).
- Die Konzentration des Granulats im Luftstrom schwankt entsprechend den Streumengen von 40 bis 800 kg/ha erheblich.

Alle diese Einflußfaktoren gestalten im Vergleich zu Verteilerdüsen von Pflanzenschutzspritzen die Entwicklung eines neuen Endverteilers für pneumatische Düngerstreuer sehr komplex. Auf die grundlegenden Unterschiede wird hier deshalb hingewiesen, weil vielfach in landtechnischen Berichten über Pneumatik-Düngerstreuer von Verteiler- oder Streudüsen gesprochen wird, wenn Umlenkbögen mit Prallplatten gemeint sind.

2. Ziel der Entwicklung

Ziel der Gesamtentwicklung war es, einen pneumatischen Düngerstreuer zu konzipieren, der bei großen Arbeitsbreiten (bis zu 24 m) mit einer geringeren Zahl von Förderleitungen als bisher üblich auskommt und dadurch einfachere und leichtere Auslegerarme benötigt. Die Voraussetzung dafür war, einen neuen Endverteiler zu entwickeln, der bei gleicher Streugenauigkeit eine größere effektive Streubreite überdeckt. Schon eine Verdoppelung der bisher üblichen Abstände zwischen den Prallplatten-Verteilern würde eine erhebliche Reduzierung in der Anzahl der Rohre und Dosierorgane und damit auch der Kosten ergeben.

Eine weitere wichtige Anforderung an einen neuen Endverteiler ist ein symmetrisches Streuprofil für die Querverteilung. Der Variationskoeffizient der gesamten Querverteilung bei Überlappung mehrerer Endverteiler hängt in hohem Maße von der Symmetrie des Streuprofiles für den einzelnen Verteiler auch bei unterschiedlichen Streumengen oder Düngersorten ab.

3. Beurteilung und Prüfung bekannter Endverteiler

Im Laufe der Entwicklung wurden auch Lösungen mit angetriebenen Endverteilern ins Auge gefaßt, dann jedoch nach kritischer Beurteilung wieder verworfen. Im Rahmen dieses Beitrages sei nur folgendes erwähnt: Durch Fremdenergie angetriebene Endverteiler, z.B. Schleuderscheiben, mußten hauptsächlich aus Kostengründen ausscheiden, da eine preiswerte Abzapfung hydraulischer Energie bei den Schleppern gegenwärtig nicht gegeben ist und elektri-

sche Energie nicht in genügendem Umfang bereitgestellt wird. Schleuderscheiben oder ähnliche Organe, die durch den Granulat-Luft-Strom selbst angetrieben werden, sind aus, da die Wurfweite wegen der Stoß- und Reibungsverluste nicht größer war als mit Prallplatten.

Um die Möglichkeiten und Grenzen der bisher verwandten Prallplatten als Endverteiler noch einmal zu überprüfen, wurden einfache qualitative Versuche gefahren. Der Versuchsaufbau bestand darin, daß an einem Pneumatik-Streuer der Dünger nur in eine Förderleitung eingespeist wurde und Prallplatten in verschiedenen Stellungen am Ende der Förderleitung angeordnet wurden. Der Streuer wurde dann über eine Reihe der bekannten Auffangkästen in der Größe von 50 x 50 cm gefahren, und die aufgefangenen Mengen wurden ermittelt und in Form eines Streuprofiles aufgetragen. Diese Untersuchungen über die Querverteilung der bisher üblichen Prallplatten als Endverteiler ergaben, daß die Prallplatte für eine nennenswerte Vergrößerung der Streubreite eines Endverteilers bzw. Förderrohrs nicht geeignet ist.

Bild 2 zeigt verschiedene Anordnungen von Prallplatten und die mit ihnen erzielbaren Verteilungen. Bei jeder Anordnung ergibt sich eine charakteristische Form des Streuprofiles, die sich nur begrenzt durch den Aufprallwinkel verändern läßt [1]. Näheres kann auch bei Heege u. Rühle [2] nachgelesen werden, die 1976 die ersten pneumatischen Düngerstreuer mit Prallplatten untersuchten.

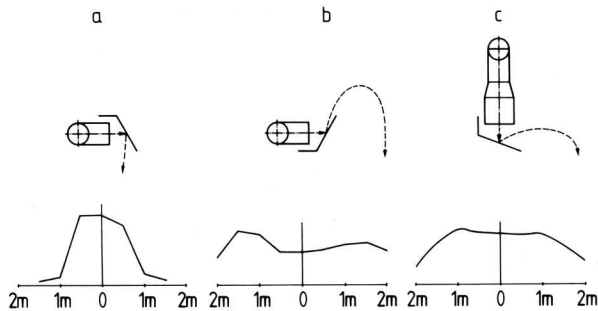


Bild 2. Streuprofile bei unterschiedlicher Anordnung der Prallplatte am Endverteiler.

Unsere Messungen zeigten auch, daß sich bei der Prallplatte, unabhängig vom Düngergranulat, zum Teil recht unterschiedliche Streuprofile ergeben, die beispielsweise auch asymmetrisch zur Streuachse ausgebildet sind, **Bild 3**. Ursache hierfür ist der Drehimpuls, den das Granulat im Umlenkbogen erhält und der beim Aufprall auf die Prallplatte einseitig abweichende Flugbahnen ergibt. Durch Einbauten in den Umlenkbogen wurde versucht, Form und Symmetrie des Streuprofiles zu verbessern. Einbauten, wie Stolperstrecken, andere Auslaufwinkel oder Richtschaufeln ergaben Streuprofile, die symmetrischer und gerundeter waren, die Streubreite war im Durchschnitt, bedingt durch die größeren Stoßverluste, jedoch geringer.

4. Erste Lösungen für größere Streubreiten

Um die kinetische Energie des Granulatstromes besser zu nutzen, wurde zuerst ein Weg eingeschlagen, wie er in **Bild 4** dargestellt ist. An das Ende einer Förderleitung a mit größerem Querschnitt als bisher, wurde ein Stromteiler b gesetzt, an dessen Ausgangsquerschnitt sich mehrere Leitschaukeln c anschlossen. Diese Leitschaukeln sollten das Granulat frei ausströmend in unterschiedliche Richtungen fliegen lassen. In der ersten Ausführung hatte der Verteiler am Ende der Leitschaukeln keine Prallplatten (d). Die Verteilungsmessungen zeigten, daß der Granulatstrom der einzelnen Leitschaukeln sich im freien Flug nicht ausreichend breit verteilte. Das Streuprofil wies noch große Spitzen und Täler auf.

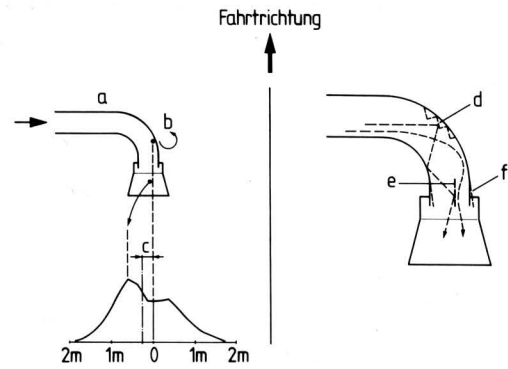


Bild 3. Asymmetrisches Streuprofil durch Zusammenwirken von Umlenkbogen und Prallplatte.

- | | |
|---------------------------------|--|
| a Umlenkbogen | d "Stolperstrecke" zur Vergleichmäßigung |
| b Einleitung eines Drehimpulses | e Richtschaufel |
| c Asymmetrie der Verteilung | f Veränderter Auslaufwinkel |

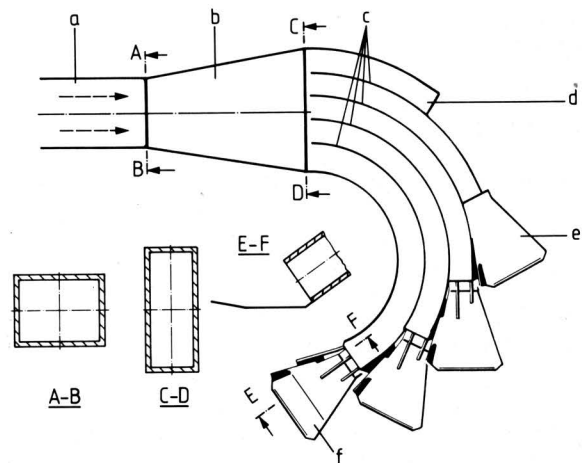


Bild 4. Endverteiler mit Stromteiler und Leitschaukeln.

- | | |
|-----------------|---|
| a Förderleitung | d Leitschaukel ohne Prallplatte |
| b Stromteiler | e Leitschaukel mit Prallplatte |
| c Leitschaukeln | f Leitschaukel mit Richtblechen und abgewinkelter Prallplatte |

In der zweiten Ausführung wurden am Ende der Leitschaukeln ebene Prallplatten mit flachen Aufprallwinkeln angeordnet (e). Sie sollten das Granulat innerhalb des Streusektors der Leitschaukel verteilen, aber nicht stark abbremsen. Es konnte eine beachtliche Streubreite von 3 bis 4 m effektiv erreicht werden. Die Streugenauigkeit war zufriedenstellend, jedoch nur bei Ausrichtung der Prallplatten für z.B. grobe Düngergranulate. Bei feinkörnigen Düngern verschoben sich die einzelnen Streukurven der Prallplatten und damit der ganze Streufächer nach außen hin. Lösungen zur Verstellung der Prallplatten in Abhängigkeit von der Düngersorte wurden verworfen, da sie für den Landwirt zu kompliziert in der Handhabung würden.

In der dritten Ausführung mit Richtblechen und abgewinkelter Prallplatte (f) fanden wir schließlich eine Lösung, die weitgehend übereinstimmende Streuprofile für grob- und feinkörnige Dünger erreichte, **Bild 5**.

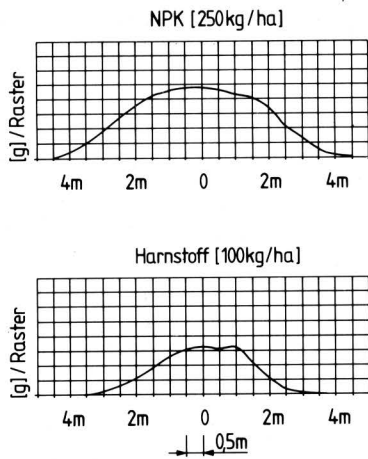


Bild 5. Streuprofile eines Endverteilers mit Leitschaufeln und Prallplatten; oben für NPK-Dünger (250 kg/ha), unten für Harnstoff (100 kg/ha).

Bild 6 zeigt den Endverteiler der ersten Serie in Aluminium-Schweißkonstruktion mit Prallplatten aus Edelstahl. Wie so häufig, zeigte sich erst beim Einsatz vieler Geräte unter unterschiedlichen Bedingungen, daß noch einige Probleme zu lösen waren:

1. Feinkörniger Dünger wurde bei Spätdüngung durch die nach oben gerichtete Prallplatte relativ hoch in die Luft geschleudert (Abdrift).
2. Größere Düngerklumpen verstopften gelegentlich den engen Kanal an den Stromteilern.
3. Bei hoher Luftfeuchtigkeit und hygroskopischem Dünger haftete sehr schnell Dünger auf den Prallplatten, so daß diese nicht die vorgesehene Funktion erfüllen konnten.

Es war also ein neues Prinzip der Endverteilung zu finden, das auf die ungünstigen Bedingungen in der Praxis nicht so empfindlich reagiert.

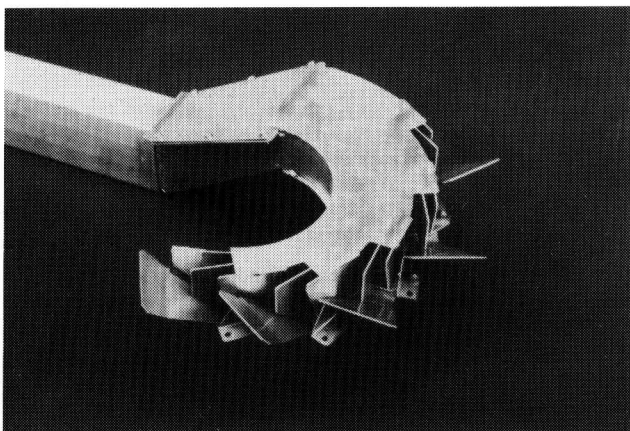


Bild 6. Endverteiler mit Leitschaufeln und Prallplatten.

5. Der neue Schrägschaufelverteiler

5.1 Die Idee der schräggeschnittenen Schaufel

Die Idee einer neuartigen im Umlenkbogen schräggeschnittenen Leitschaufel erwies sich als nahezu ideale Möglichkeit, den Dünger-Luft-Strom "weich" umzulenken und breit zu verteilen,

Bild 7. Der Dünger strömt aus dem Förderrohr a an den Wandungen der Leitschaufeln b und c entlang, wobei der schräge Schnitt d bzw. e der Leitschaufeln den Granulatstrom je nach Höhe der Flugbahn in unterschiedlichen tangentialen Flugbahnen entläßt. Es bilden sich Streufächer, deren Spreizwinkel α bzw. β sich weitgehend beliebig und stufenlos verändern lassen, indem andere Winkel für die schrägen Schnitte gewählt werden.

Berechnungen, wie sie auch *Brübach* [3] ausführte, ergaben, daß bei den gegebenen Granulatgrößen der üblichen Dünger und der möglichen Luft- bzw. Granulatgeschwindigkeit im Förderrohr Wurfweiten von ca. 8 m zu erreichen sein müßten. Erste Versuche wurden mit einem "Schrägschaufel-Verteiler" gefahren, der aus zwei schräggeschnittenen Leitschaufeln, jeweils einer für die linke bzw. rechte Streuhälfte, bestand. Die erzielten Streubreiten waren recht ermutigend und bestätigten die theoretische Berechnung. Die Gleichmäßigkeit des Streuprofiles war dagegen noch nicht befriedigend. Wie in Bild 7 unten dargestellt, trat ein Loch im Streuprofil auf, das sich bei bestimmten Düngergranulaten unterschiedlich stark bemerkbar machte. Als Ursache wurde die unterschiedliche Konzentration des Düngergranulatstroms über der relativ großen Höhe bei diesen zwei Leitschaufeln vermutet.

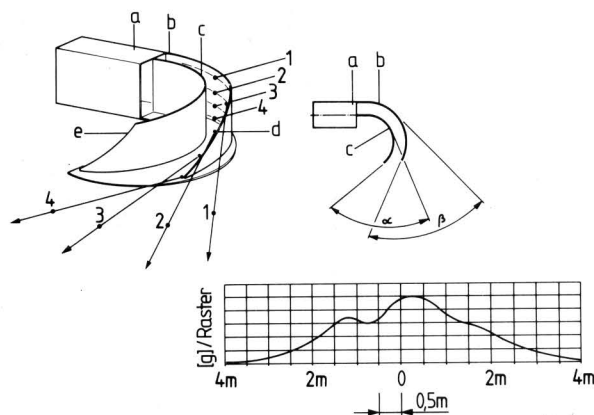


Bild 7. Endverteiler mit 2 Schrägschaufeln; Aufbau, schematisch, und Streuprofil.

Mit einem vorgeschalteten Stromteiler und fünf schräggeschnittenen Leitschaufeln, **Bild 8**, waren die Streuprofile gleichmäßiger, auch für unterschiedliche Düngergranulate. Es ergab sich jedoch das Problem der mehrfachen Überlappung zwischen den Streusektoren der einzelnen Leitschaufeln eines Endverteilers.

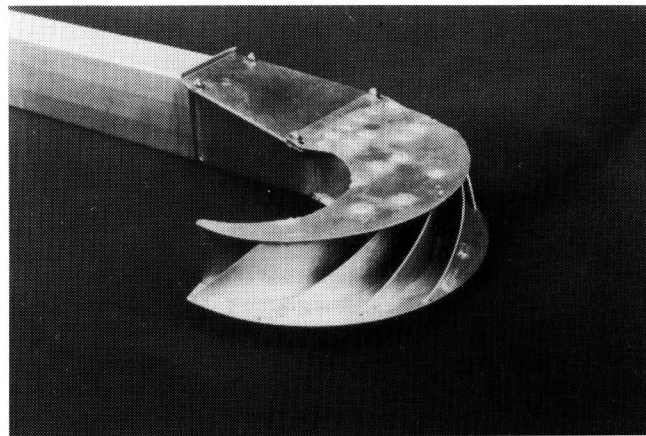


Bild 8. Schrägschaufel-Verteiler mit 5 Schaufeln und vorgeschaltetem Stromteiler.

In **Bild 9** ist die Wirkungsweise eines Schrägschaufelverteilers schematisch dargestellt. Das Granulat strömt durch die glatte Förderleitung a und den Stromrichter b. Durch die eingebauten gewellten Seitenplatten werden evtl. Strähnen aufgelöst und ein weitgehend symmetrisch über den Rohrquerschnitt verteilter Granulatstrom erreicht. Durch den Stromteiler c wird die Strömung etwas gespreizt, d.h. bei gleichbleibendem Strömungsquerschnitt ist die Rohrbreite etwa doppelt so groß, um ausreichend breite Kanäle zu erhalten. Der Granulatstrom wird dann mengenmäßig auf die Kanäle mit den Leitschaufeln 1–5 etwa so aufgeteilt, wie im Schnitt A–B rechts in Bild 9 dargestellt. Naturgemäß ergibt sich in der Mitte (Kanal 3) die größte relative Menge, was dem angestrebten dreieckförmigen Streuprofil sehr entgegenkommt. Die schräggeschnittenen bogenförmigen Ausläufe e der Leitschaufeln d erzeugen dann sich überlappende Streufächer 1–5.

Jeder Streufächer ergibt, bei Auswiegen der Mengen und Eintragen der Werte in ein Diagramm, ein Einzel-Streuprofil f. Die Überlappung der Einzel-Streuprofile, d.h. Addition zusammengehöriger Ordinatenwerte, ergibt wiederum das resultierende Streuprofil g eines Endverteilers. Es zeigte sich, daß man durch kleine Veränderungen der schrägen Schnitte an den Leitschaufeln sowohl die Breite als auch die Lage der Streufächer bzw. Einzel-Streuprofile gezielt beeinflussen kann. Diese Möglichkeit besteht bei der Prallplatte als Endverteiler nicht oder nur sehr begrenzt.

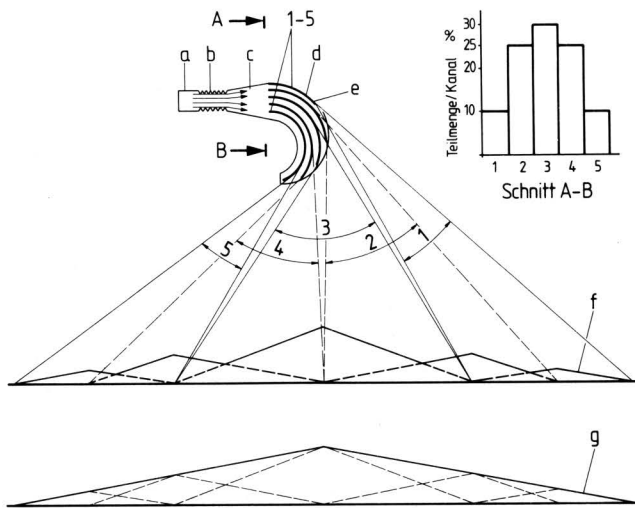


Bild 9. Wirkungsweise eines Schrägschaufel-Verteilers mit 5 Schaufeln.

- | | |
|-----------------|---|
| a Förderleitung | e Auslauf |
| b Stromrichter | f Einzel-Streuprofil |
| c Stromteiler | g Streuprofil für den gesamten Endverteiler |
| d Leitschaufeln | |

5.2 Entwicklung zur Serienreife

Das Problem lag nun darin, die Länge und Lage der schrägen Schnitte der 5 Leitschaufeln so festzulegen, daß ein ideales Streuprofil erreicht wird, das bei Überlappung mit denen benachbarter Endverteiler wiederum zu einem guten Gesamtstreubild führt, d.h. es wurden Variationskoeffizienten in der gesamten Querverteilung von unter 10 % angestrebt. Dabei war anzunehmen, daß die Streuprofile auch durch folgende Parameter noch beeinflußt werden:

1. Düngersorte bzw. Korngrößenspektrum
2. Streumenge (kg/ha) bzw. Granulatdurchsatz (kg/s)
3. Luft- bzw. Granulatgeschwindigkeit
4. Abstand der Verteiler vom Boden
5. Länge der Rohrleitung bis zum Verteiler.

Um hier in einem möglichst kurzen Zeitraum zu einer optimierten Ausführung zu kommen wurden in Kombination von theoretischen Überlegungen und qualitativen praktischen Versuchen die weiteren Entwicklungsschritte vollzogen, in denen z.B. die folgenden Fragen geklärt wurden:

- Wie groß sind die Unterschiede zwischen grob- und feinkörnigem Dünger?
- Wie ändert sich die Form des Streuprofiles bei kleinem, mittlerem und großem Granulatdurchsatz?
- Ist eine kleine oder große Überlappung der Streufächer bzw. der Einzel-Streuprofile günstiger?

Die gesamte Optimierung erforderte nahezu 1000 Einzelversuche. Als vorteilhaft stellte sich aber heraus, daß die Streukurven für unterschiedliche Granulatarten sehr ähnlich sind und daß man die Streubreite z.B. bei feinen Granulaten noch durch Verändern der Luftgeschwindigkeit optimieren kann. **Bild 10** zeigt im Vergleich die Streuprofile des Schrägschaufel-Verteilers a und des Prallplatten-Verteilers b für NPK-Dünger und Harnstoff.

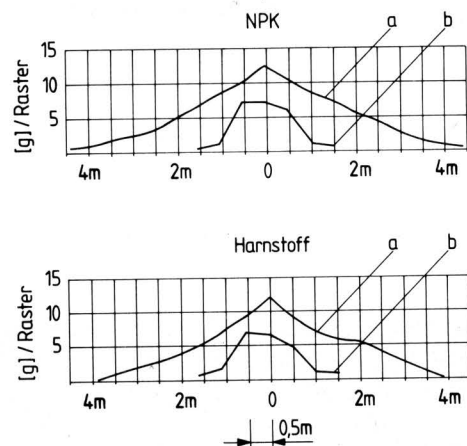


Bild 10. Vergleich der Streuprofile von Schrägschaufel-Verteiler (a) und Prallplatten-Verteiler (b) für NPK-Dünger (oben) und Harnstoff (unten).

In der letzten Phase erfolgte die Entwicklung zur Fertigungsreife. Die Prototypen aus genibbelten und verschweißten Aluminiumblechen mußten zu verschleißfesteren, billigeren und formgenaueren Verteilern entwickelt werden, wobei evtl. Verschleißteile austauschbar sein sollten. Die hinsichtlich geringer Kosten, Verschleißfestigkeit und Anpassung an verschiedene Streubreiten entwickelte endgültige Lösung war dann ein Endverteiler mit einem Ober- und Unterteil aus glasfaserverstärktem thermoplastischem Kunststoff. Dazwischen wurden gebogene Leitschaufeln aus Edelstahl fest eingespannt, **Bild 11**.

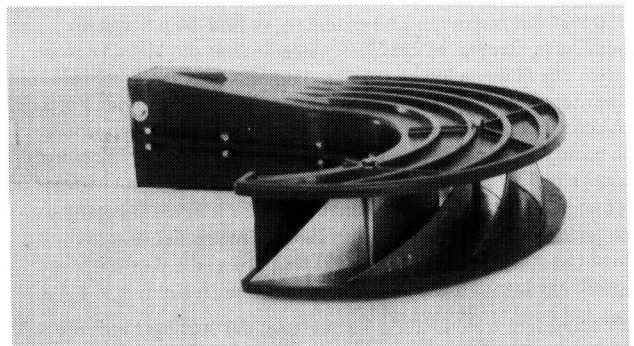


Bild 11. Schrägschaufel-Endverteiler aus glasfaserverstärktem Kunststoff und Leitschaufeln aus Edelstahl.

Hierbei wurde die Möglichkeit offengehalten, in gewissen Grenzen den Winkel des Streufächers jeder Leitschaufel zu verändern, um z.B. mit vier Endverteiltern Streubreiten zwischen 12 und 15 m abdecken zu können. **Bild 12** zeigt einen Schrägschaufelverteiler teilweise aufgeschnitten. Anschaulich zu sehen ist der breite Streufächer eines Endverteilers während des Streuens in **Bild 13**.

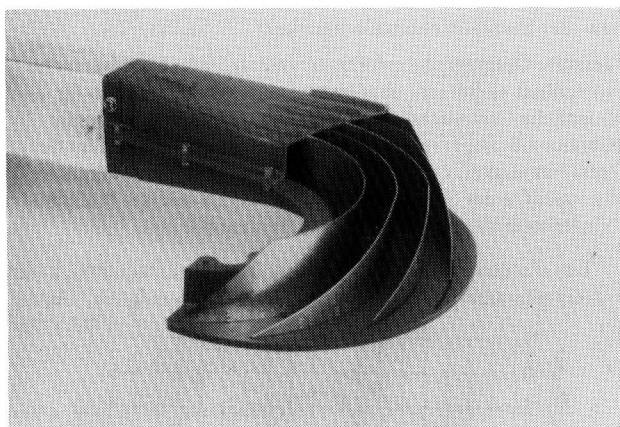


Bild 12. Schrägschaufel-Endverteiler nach Bild 11, teilweise aufgeschnitten.



Bild 13. Streufächer des Schrägschaufel-Endverteilers.

Zur Überprüfung der Ergebnisse werden die pneumatischen Düngestreuer mit mehreren Endverteiltern, in **Bild 14** 6 Stück an einem 18 m-Streuer, in der Versuchshalle über die Meßkästen gefahren. Die Meßergebnisse werden dann durch einen Personalcomputer ausgewertet und als Streuprofil mit Angabe des Variationskoeffizienten ausgedrückt. In **Bild 15** sind die Streuprofile von grobkörnigem und feinkörnigem Dünger, NPK und Harnstoff, dargestellt. Um einmal deutlich zu machen, in welchen Größenordnungen und mit welcher Genauigkeit die kleinen Düngergranulate verteilt werden müssen, ist in **Bild 16** neben der durchschnittlichen Granulatmenge je Auffangkasten (14 g) die Körnermenge abgebildet, die einer Differenz von + 10 % entspricht, d.h. 1,4 g.

Im Feldeinsatz treten häufig Schräglagen der Ausleger auf, die sich durch einen Neigungsausgleich zwar verringern, jedoch nie ganz ausschließen lassen. Der ISO-Norm-Vorschlag für die Prüfmethode von Düngestreuern sieht hier die Prüfung bei einer Schräglage von 40° vor.

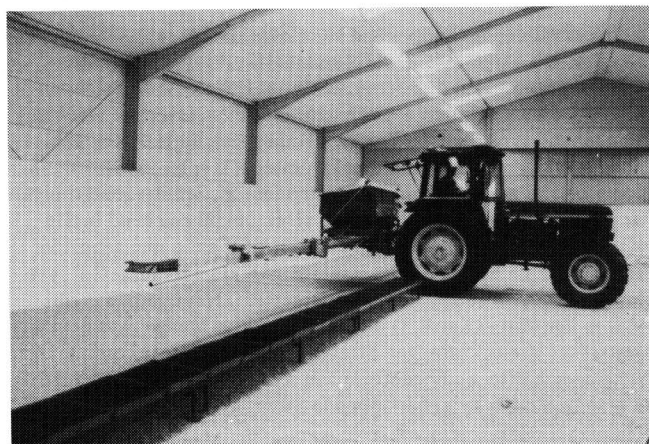


Bild 14. Prüfstand zur Ermittlung der Querverteilung für den kompletten pneumatischen Düngestreuer.

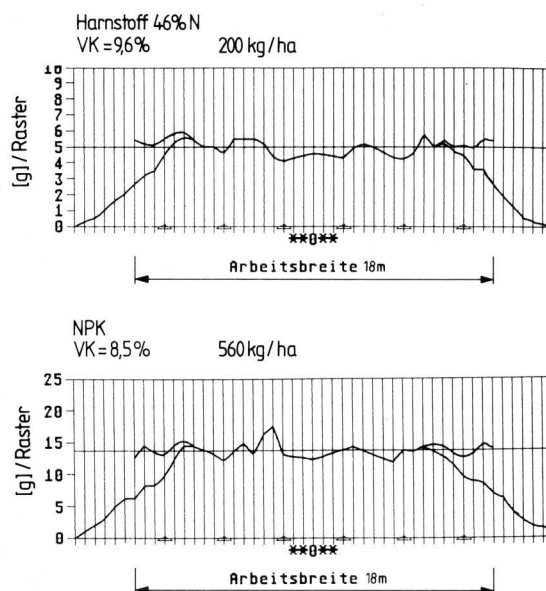


Bild 15. Streuprofile eines pneumatischen Düngestreuers mit 6 Schrägschaufel-Endverteiltern; oben für Harnstoff, 200 kg/ha, Variationskoeffizient VK = 9,6 %, unten NPK-Dünger, 560 kg/ha, VK = 8,5 %.

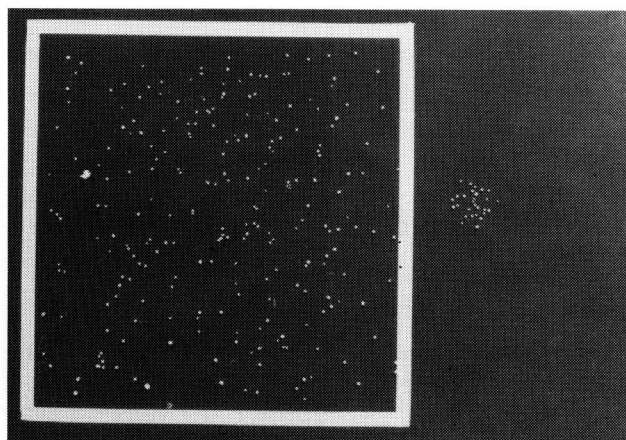


Bild 16. Auffangkasten mit der durchschnittlichen Granulatmenge (14 g) und daneben die Granulatmenge, die einer Abweichung von 10 % (1,4 g) entspricht.

In Bild 17 und 18 sind die Querverteilungen für einen Streuer mit Prallplatten-Endverteiler (Bild 17) und einen Streuer mit Schrägschaufel-Endverteiler (Bild 18) vergleichend dargestellt. Beide Streuer hatten bei waagerechter Stellung der Ausleger (jeweils oberes Streuprofil) annähernd gleiche Variationskoeffizienten. Wie ein Vergleich der jeweils unten wiedergegebenen Streuprofile deutlich macht, reagiert der Streuer mit Prallplatten-Endverteiler

empfindlicher auf die vorgegebene Schräglage. Der Grund dafür, daß der Streuer mit den neuen Schrägschaufel-Verteilern unempfindlicher auf Höhenschwankungen der Ausleger reagiert, liegt darin, daß die Verteilung des Granulates hauptsächlich in der horizontalen Ebene hinter den Auslegern erfolgt. Der Streuer kann deshalb auch relativ dicht über dem Bestand gefahren werden, Bild 19.

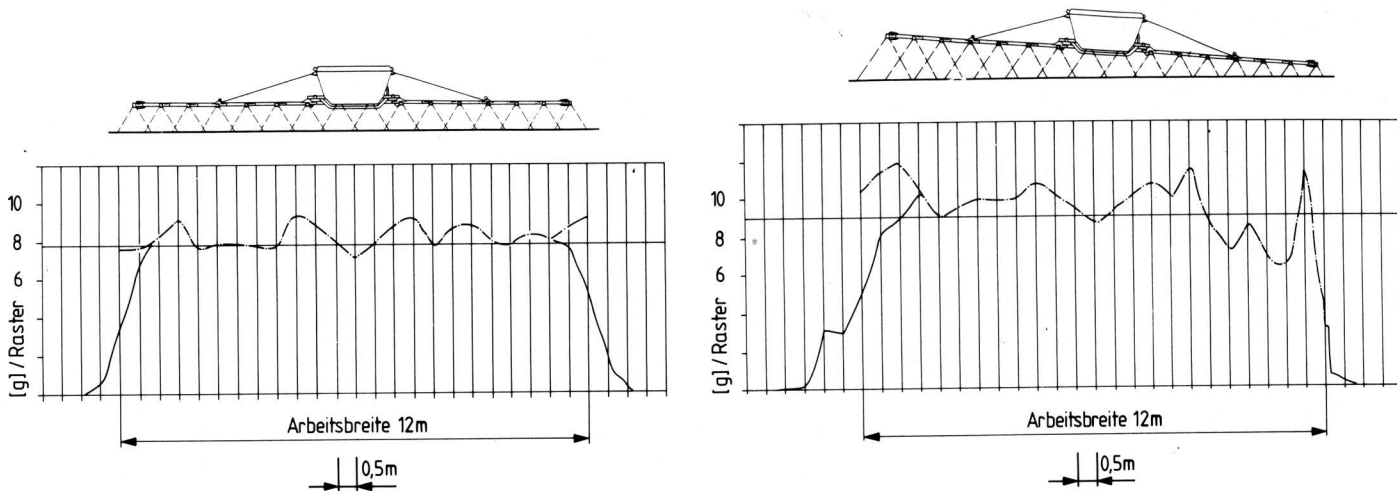


Bild 17. Streuprofile für einen pneumatischen Düngestreuer mit Prallplatten-Endverteiler; links bei waagerechter Lage, Harnstoff, 316 kg/ha, Variationskoeffizient VK = 8 %, rechts bei 4° Querneigung, Harnstoff, 352 kg/ha, VK = 23,6 %.

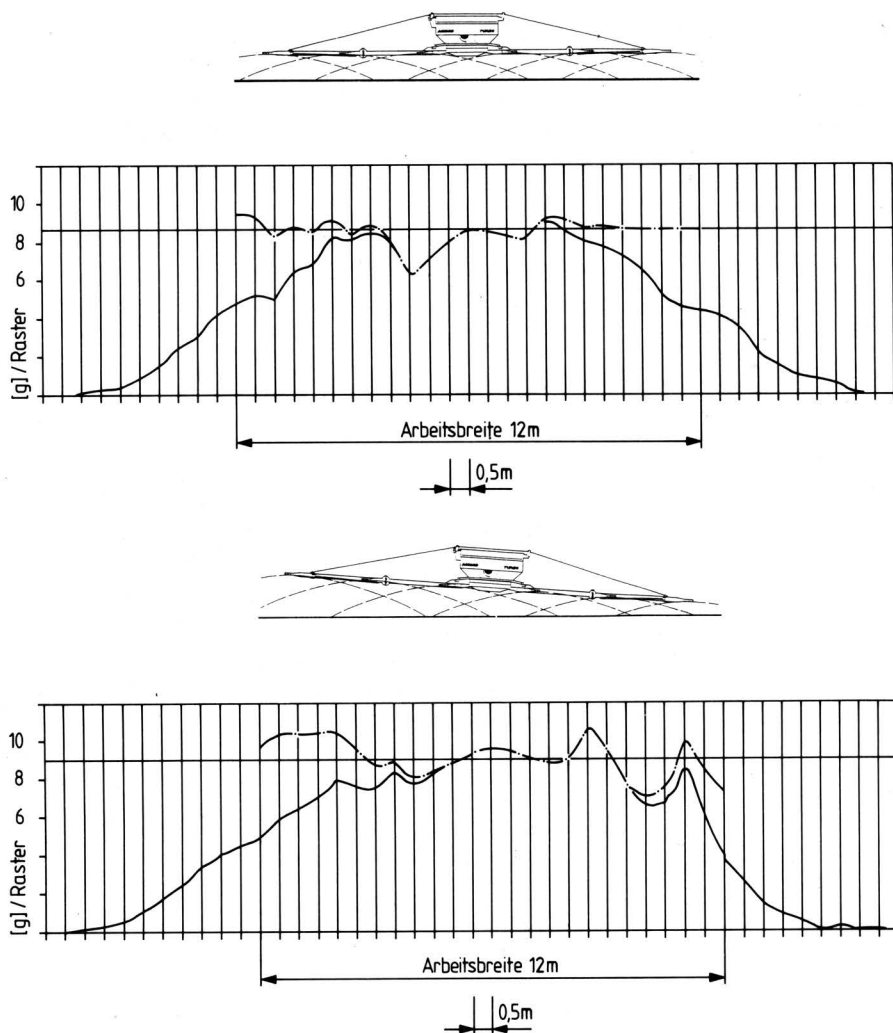


Bild 18. Streuprofile für einen pneumatischen Düngestreuer mit Schrägschaufel-Endverteiler; oben bei waagerechter Lage, Harnstoff, 336 kg/ha, Variationskoeffizient VK = 8,4 %, unten bei 4° Querneigung, Harnstoff, 352 kg/ha, VK = 11,7 %.



Bild 19. Pneumatischer Düngerstreuer mit Schrägschaufel-Endverteilern im Getreidebestand.

6. Zusammenfassung

Pneumatische Düngerstreuer werden bei den bisher üblichen Endverteilern mit größeren Arbeitsbreiten (18 m bis 24 m) durch die Vielzahl der Förderleitungen immer aufwendiger und sperriger. Die Entwicklung eines neuen Endverteilers mit größerer effektiver Streubreite des Einzelorgans sollte eine einfachere und leichtere Konstruktion der Seitenausleger ermöglichen. Die Voruntersuchungen ergaben, daß die bisher üblichen Prallplatten als Endverteiler für eine wesentliche Vergrößerung der Streubreite des Einzelorgans nicht geeignet sind und somit einen größeren Abstand der Einzelorgane voneinander nicht zulassen.

Angetriebene Endverteiler schieden aus Kostengründen aus, und sie führten auch nicht zu einer Vereinfachung der Konstruktion. Theoretische Betrachtungen und Versuche bestätigten, daß die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit des Granulats im Luftstrom ausreicht, um Wurfweiten von 3–4 m zu erreichen. Um dies in einem neuen Endverteiler zu nutzen und so mit wesentlich größeren Abständen zwischen den einzelnen Endverteilern arbeiten zu können, darf das Granulat im Endverteiler nur wenig abgebremst werden, und es sollte sich eine breite, symmetrische Verteilkurve ergeben. Nach einer ersten Lösung, die in der Praxis nicht zufriedenstellte, wurde schließlich ein neues Prinzip der Breitverteilung gefunden — die schräggeschnittene Leitschaufel. Nach diesem Prinzip wurde ein neuer Endverteiler — Schrägschaufel-Verteiler — entwickelt, der durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

1. Die aerodynamische Energie des Granulatstroms wird beim Schrägschaufelverteiler voll genutzt und bewirkt eine breite Überlappung. Es sind etwa 3–4mal so große Streubreiten wie bei Prallplatten-Endverteilern möglich.
2. Durch die Variation der schräggeschnittenen Leitschaufeln sind Breite und Form der Einzel-Streuprofile gezielt einflußbar.
3. Die Verteilung erfolgt überwiegend in der horizontalen Ebene hinter den Verteilern und ist dadurch weitgehend unempfindlich gegen Höhenschwankungen der Ausleger.

4. Der Schrägschaufelverteiler vermeidet das Anhaften hygroskopischer Dünger, das bei Prallplatten-Endverteilern die exakte Funktion beeinträchtigen kann. Es kann somit auch noch unter ungünstigen Bedingungen gestreut werden.
5. Bei den pneumatischen Düngerstreuern, die mit diesem Schrägschaufel-Verteiler ausgerüstet werden, können die Seitenausleger wesentlich leichter und einfacher gebaut werden.

Bild 20 zeigt einen pneumatischen Streuer mit 18 m Arbeitsbreite, bei dem die Seitenausleger eingeklappt werden. Die seitlichen Streurahmen bestehen praktisch nur aus zwei Förderleitungen, wobei die Verteiler einen Abstand von 3 m voneinander haben. Ausgeklappt ist die Breite des gesamten Streurahmens 3 m geringer als die Arbeitsbreite, d.h. hier 15 m, was die Handhabung beim Wenden am Feldrand erleichtert.

Mit der Entwicklung des neuen Endverteilers konnten alle wesentlichen Ziele für die Konzeption eines neuen Gesamtgerätes erfüllt werden.



Bild 20. Düngerstreuer mit Schrägschaufel-Endverteilern und hydraulisch klappbaren Seitenauslegern.

Schrifttum

- [1] *Papatheodossiou, Th.*: Ein Beitrag zur pneumatischen Verteilung von Granulaten im Teilchengroßenbereich von 0,05 bis 2,0 mm. Diss. TU Berlin 1970.
- [2] *Heege, H.J. u. Rühle, K.*: Düngerverteilung durch pneumatische Streugeräte. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 6, S. 222/29.
- [3] *Brübach, M.*: Der Einfluß der Korngröße, der Granulatfestigkeit und der Reibung auf die Verteilung von Düngern und Pflanzenschutz-Granulaten. Diss. TU Berlin 1973.