

## Schleuderdüngerstreuer auf dem Prüfstand

### Moderne Zweischeibenstreuer mit grossen Arbeitsbreiten und hoher Streugenaugkeit

Rainer Frick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Ein gut funktionierender Düngerstreuer ist Voraussetzung dafür, dass sich Mineraldünger in der gewünschten Menge und gleichmässig verteilt applizieren lassen. Schleuderdüngerstreuer mit Zweischeibenstreuwerk haben sich heute etabliert. Sie ermöglichen grosse Arbeitsbreiten und eine entsprechend hohe Flächenleistung. In einer europäisch koordinierten Prüfung wurden Mineraldüngerstreuer auf ihre Arbeitsqualität untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Technik des Zweischeibenstreuers einen hohen Stand erreicht hat. Die Streugenaugkeit ist unabhängig von den geprüften Arbeitsbreiten sowie den

verschiedenen Düngerarten und Streumengen durchwegs gut bis sehr gut. Auch die Dosiergenauigkeit ist bei fast sämtlichen Streuern gut. Die Abweichungen von der Soll-Streumenge betragen weniger als 5 %. Beim Grenzstreuen entlang von Feldrändern befriedigen die Ergebnisse noch nicht überall. Die Abdrehprobe zur Überprüfung der gewünschten Streumenge lässt sich bei allen geprüften Streuern einfach und zuverlässig durchführen. Erfreulich ist weiter, dass übersichtliche Streutabellen und Betriebsanleitungen überall vorhanden sind. Sie garantieren eine sichere Arbeitsqualität. Die in der Schweiz

verkauften Mineraldünger bringen aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften sehr gute Voraussetzungen mit, um gute Streuergebnisse erzielen zu können. Dies zeigt eine begleitend durchgeführte Untersuchung an einer Auswahl häufig verwendeter Mineraldünger. Von zentraler Bedeutung ist die korrekte Einstellung und Handhabung des Schleuderdreuers. Dazu gehört neben der Verwendung der Streutabelle auch die regelmässige Durchführung einer Abdrehprobe. Dieser wird aber in der beiten Praxis gemäss dem Ergebnis einer Umfrage noch zu wenig Beachtung beigemessen.



Abb. 1: Moderne Zweischeibenstreuer ermöglichen heute das exakte Ausbringen von Mineraldüngern in der gewünschten Streumenge und mit hoher Streugenaugkeit.

Problemstellung	2
Europäisch koordinierter Vergleichstest	2
Prüfungsdurchführung	2
Untersuchte Geräte	4
Ergebnisse	6
Strequalität und Düngereigenschaften	10
Praxisumfrage	11
Empfehlungen für die Bedienung	13
Fazit	13
Literatur	13

## Problemstellung

Mineralische Dünger spielen für die Deckung des Nährstoffbedarfes vor allem im Ackerbau nach wie vor eine wichtige Rolle. Um die Umwelt und den Geldbeutel zu schonen, müssen diese möglichst sparsam und gezielt appliziert werden können. Gefragt sind deshalb Streumaschinen, mit denen sich die Mineraldünger in der gewünschten Menge und exakt verteilt ausbringen lassen. Ausbringetechnisch steht heute der Schleuderdünger im Vordergrund. Er erfüllt die Anforderungen grosser Arbeitsbreiten und damit einer hohen Flächenleistung am besten. An seinen bekannten Nachteilen der mangelhaften Streugenauigkeit und der hohen

Düngerverluste beim Streuen entlang der Feldränder haben die Hersteller in den letzten Jahren intensiv gearbeitet. Eine europäisch koordinierte Prüfung von Mineraldüngerstreuern soll aufzeigen, welchen Stand der Technik die heute angebotenen Streumaschinen erreicht haben. Im Vordergrund stand die Untersuchung der Dosier- und Streugenauigkeit sowie die Randstreugenauigkeit der Geräte. Die Ergebnisse sind für den Landwirt wichtig, um sicher zu sein, eine Streumaschine mit befriedigender Arbeitsqualität zu haben. In Ergänzung zum europäischen Düngerstreuer-Test führte die FAT eine Untersuchung der physikalischen Eigenschaften an einer Auswahl von Mineraldüngern und eine Praxisumfrage zum Stand der Düngerstreuertechnik durch.

## Prüfungsdurchführung

Die Prüfung hatte zum Ziel, die heute auf dem Markt angebotenen Mineraldüngerstreuer auf ihre Arbeitsqualität zu untersuchen. Im Vordergrund standen Untersuchungen zur Streuqualität, das heisst die Streugenauigkeit beim normalen Flächenstreuen, bei der Spätdüngung in Kulturen mit hohem Pflanzenbestand und beim Grenzstreuen entlang von Feldrändern. Zusätzlich erfolgten auch stationäre Messungen (Dosiergenauigkeit, Behälterdichtigkeit, Behälterfassungsvermögen, Leistungsbedarf, Hubkraft) sowie Beurteilungen der Bedienung, Restmengenentleerung, Betriebsanleitung usw. Praxiseinsätze im Feld fanden nicht statt. Elektronische Einrichtungen zur Verbesserung der Dosier- und Streugenauigkeit sowie mit GPS unterstützte Systeme wurden nicht untersucht.

**Prüfnorm:** Das von den teilnehmenden Prüfstellen festgelegte Prüfverfahren basiert auf der zweiteiligen CEN-Norm für Mineraldüngerstreuer CEN/TC 144/WG 3/AH 12. N-50-1 behandelt die maschinentechnischen Anforderungen und N-50-2 die Prüfmethodik. Neben der Definition der Prüfverfahren ist in diesen Normen festgelegt, dass es anhand der vom Hersteller erstellten Betriebsanleitung möglich sein muss, den Dünger umweltverträglich zu verteilen. Ausserdem muss der Streuer befriedigende

## Europäisch koordinierter Vergleichstest

Die seriöse Prüfung von Düngerstreuern ist mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Die Prüfstellen, die in den letzten Jahren regelmässig Düngerstreuer getestet hatten, wurden vermehrt mit dem Problem konfrontiert, dass die Prüfhallen für die zunehmend grossen Arbeitsbreiten der Schleuderdünger bis 36 m und mehr zu klein sind. Vermehrt kam der Wunsch auf, solche Prüfungen in Zukunft örtlich zentral und mit einheitlicher, international anerkannter Prüfmethodik durchzuführen. Unter Federführung der DLG wurde deshalb eine europäisch koordinierte Prüfung von Mineraldüngerstreuern organisiert. An der Prüfung beteiligten sich neun Länder mit den folgenden Prüfstellen:

- DIAS: Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Bygholm, Horsens (Dänemark)
- DLG: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Prüfstelle für Landmaschinen, Gross-Umstadt (Deutschland)
- IMAG-DLO: Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, Wageningen (Niederlande)
- CRA: Centre de recherches agricoles, Gembloux (Belgien)
- ITF-NLH: Institutt for tekniske fag, Aas (Norwegen)
- MTT/VAKOLA: Agricultural Research Centre of Finland, Vihti (Finnland)

- BLT: Bundesanstalt für Landtechnik, Wieselburg (Österreich)
- Cemagref: Centre national du machinisme agricole du génie rurale, des eaux et forêts, Clermont-Ferrand (Frankreich)
- FAT-Tänikon: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Ettenhausen (Schweiz)

Die Prüfung erfolgte am dänischen Prüfinstitut DIAS in Bygholm. Die Ergebnisse erschienen als Einzelprüfberichte unter ENTAM (european network for testing of agricultural machines).



Abb. 2: Nur mit einer Grenzstreuervorrichtung ist es möglich, mit einem Schleuderdünger den Dünger entlang von Feldrändern gleichmässig und ohne hohe Verluste auszubringen.

Streuergebnisse erzielen können, ohne dass man beispielsweise die Hersteller- und Sortenbezeichnung des Düngers kennen muss.

**Prüfanlage:** Die Streuveruche wurden in einer geschlossenen Prüfhalle durchgeführt. Die Halle ist 80 m lang und 60 m breit und ermöglicht die Prüfung von Düngerstreuern mit Arbeitsbreiten bis 36 m. Durch Installationen hielt man die Lufttemperatur (zirka 12 °C) und die Luftfeuchtigkeit (höchstens 50 %) möglichst konstant. Dadurch war sichergestellt, dass alle Streuer bei gleichen Bedingungen getestet werden. Die Streubilder ermittelte man durch Überfahren einer 56 m breiten, quer zur Fahrtrichtung ausgerichteten Auffangfläche. Diese besteht aus 448 trichterförmigen Auffangbecken (Abmessungen 25 x 50 cm), die in zwei Reihen angeordnet sind. Eine elektronische Wiegeeinrichtung wägt den aufgefundenen Dünger und speichert die Werte direkt ab. Ein Software-Programm ermittelt die Querverteilung, die Streumenge und die statistischen Werte für die Streugenauigkeit. Für jedes Streubild eines Prüfdurchganges wurden die Überfahrten viermal wiederholt. Der Streuer war an einem Traktor angebaut; die Fahrgeschwindigkeit betrug 8,3 km/h. Die stationären Versuche zur Messung der Durchflussmenge erfolgten auf einem Prüfstand, auf dem das Gesamtgewicht des beladenen Streuers in Intervallen von 0,2 Sekunden festgehalten wird.

**Prüfdünger:** Alle Streuer wurden mit den gleichen Düngern getestet. Für die Streuveruche standen fünf verschiedene Prüfdünger zur Verfügung, welche für die nach CEN-Norm definierten Düngerkategorien A bis E repräsentativ sind. Tabelle 1 vermittelt die physikalischen Eigenschaften der am DIAS eingesetzten Prüfdünger und die gemäss Norm definierten Anforderungen der fünf Düngerkategorien. Die Dünger waren von den Düngerherstellern direkt in Big-Bags angeliefert worden. Während der Streuveruche zog man aus jedem Sack eine Probe, um allfällige Abweichungen der physikalischen Eigenschaften von den Sollwerten erfassen zu können. Die dabei festgestellten Unterschiede lagen innerhalb der vom Düngelieferant angegebenen Grenzen.

**Prüfprogramm:** Dieses setzte sich aus dem Grundprogramm, das für jeden Streuer identisch und vorgängig festgelegt worden war, und einem fakultativen,

**Tab. 1: Düngerkategorien nach CEN-Norm N-50-20 und physikalische Eigenschaften der im DIAS-Test eingesetzten Prüfdünger**

Kategorie	Düngertyp bzw. verwendete Düngersorte	Korngrösse D 50 <sup>1)</sup> mm	Schüttdichte <sup>2)</sup> kg/dm <sup>3</sup>	Fließverhalten <sup>2)</sup> kg/min	Feuchtegehalt %
<b>A</b>	<b>Gekörnt, &gt; 0,9 kg/dm<sup>3</sup></b> Ammonsalpeter 24%	<b>2,5 bis 4,2</b> 2,9	<b>&gt; 0,9</b> 1,12	<b>&gt; 4,5</b> 6,7	<b>&lt; 3,5</b> < 0,2
<b>B</b>	<b>Gekörnt, &lt; 0,9 kg/dm<sup>3</sup></b> Harnstoff 46%	<b>1,8 bis 3,5</b> 3,6	<b>0,7 bis 0,9</b> 0,74	<b>&gt; 4,0</b> 4,0	<b>&lt; 0,4</b> < 0,5
<b>C</b>	<b>Geprillt, &gt; 0,9 kg/dm<sup>3</sup></b> NPK 21-3-10	<b>1,5 bis 3,5</b> 2,9	<b>&gt; 0,9</b> 1,03	<b>&gt; 5,0</b> 6,8	<b>&lt; 1,0</b> < 0,2
<b>D</b>	<b>Geprillt, &lt; 0,9 kg/dm<sup>3</sup></b> Harnstoff 46%	<b>1,5 bis 2,5</b> 1,6	<b>0,7 bis 0,9</b> 0,76	<b>&gt; 4,5</b> 6,3	<b>&lt; 0,4</b> < 0,5
<b>E</b>	<b>Kompaktiert</b> Kali 60 %	<b>2,5 bis 5,0</b> 3,1	<b>&gt; 0,9</b> 1,10	<b>&gt; 4,5</b> 6,0	<b>&lt; 3,5</b> < 0,5

<sup>1)</sup> D 50 = Mittlere gewichtsbezogene Korngrösse; Bestimmung nach DIN EN 1235

<sup>2)</sup> Bestimmung nach ISO 3944

vom Hersteller bestimmten Zusatzprogramm zusammen. Geprüft wurden das normale Flächenstreuen, die Spätdüngung und das Grenzstreuen bei verschiedenen Arbeitsbreiten, Düngern und Streumengen. Jede Streumaschine musste bei mindestens einer Arbeitsbreite und mit mindestens drei der fünf vorgegebenen Düngern geprüft werden, wobei die Kategorie A (gekörnter Dünger mit über 0,9 kg/dm<sup>3</sup>) für jede gewählte Arbeitsbreite Pflicht war. Die Prüfung mit diesem Dünger erfolgte beim normalen Flächenstreuen mit drei verschiedenen Streumengen, bei der Spätdüngung und beim Grenzstreuen dagegen nur mit der mittleren Streumenge. Mit allen anderen Düngern wurde ebenfalls nur mit einer Streumenge geprüft. Die möglichen zu prüfenden Arbeitsbreiten waren 12 (oder 15), 18, 24, und 36 m. Eine dieser Arbeitsbreiten war vorgeschrieben. Auf Wunsch des Herstellers konnten aber auch mehrere, frei wählbare Arbeitsbreiten untersucht werden.

**Prüfablauf:** Die Einstellung der Maschine erfolgte bei allen Streuveruchen nach den Angaben der Streutabelle. Wenn das Streuergebnis bei dieser Einstellung den Vorstellungen des Herstellers nicht entsprach, durften zwei weitere Messungen mit korrigierter Geräteeinstellung durchgeführt werden. Als Einstellhilfe dienten lediglich die Streutabellen, die Betriebsanleitung und allenfalls vom Hersteller mitgelieferte Auffangschalen (Praxis-Prüfset). Firmenvertreter durften während den Prüfungen nicht anwesend sein.

### Definition der untersuchten Streuverfahren

*Normales Flächenstreuen:* Normalstreuen auf dem Feld mit möglichst gleichmässiger Düngerverteilung bei der gewählten Arbeitsbreite. Die Berechnung der Gesamtverteilung nach Überlappung der einzelnen Streubilder erfolgt unter der Annahme, dass mit dem Streuer auf dem Feld hin und her gefahren wird.

*Spätdüngung:* Spezielle Einstellung des Streuers, mit der das normale Flächenstreuen auch in Kulturen mit hohem Pflanzenbestand möglich sein soll. Die Höhe der Streuscheiben muss möglichst dicht über der Bestandeshöhe sein.

*Grenzstreuen:* Spezielle Einstellung des Streuers mit Hilfe der Grenzstreuvorrichtung, mit der ein gleichmässiges Streuen entlang dem Feldrand und mit geringstmöglichen Düngerverlusten möglich sein soll. Je nach gewähltem Abstand der ersten Fahrgasse vom Feldrand und je nach Effekt (ertrags- oder umweltoptimiert) werden verschiedene Grenzstreuverfahren unterschieden:

**EO (Ertragsoptimiert):** Einstellung des Streuers so, dass die volle Streumenge bis zur Feldgrenze ausgebracht wird. Man nimmt dabei in Kauf, dass eine gewisse Düngermenge über die Feldgrenze gestreut wird. Die Streumenge ausserhalb der Grenze soll aber auf kurzer Distanz raschmöglichst abnehmen.

**UO (Umweltoptimiert):** Einstellung des Streuers so, dass ausserhalb der Feldgrenze möglichst kein Dünger zu liegen

Tab. 2: Technische Daten der geprüften Streuer

Streuer: Fabrikat und Typ	Amazone ZA-M MAX	Bögballe EX Trend	Rauch MDS 932	Rauch AXERA-H
				
Streuwerk	2 Streuscheiben mit je 2 Wurfschaufeln	2 Streuscheiben mit je 2 Wurfschaufeln	2 Streuscheiben mit je 2 Wurfschaufeln	2 Streuscheiben mit je 2 Wurfschaufeln
Arbeitsbreiten	m 10 - 36	12 - 36	10 - 24	12 - 36
Fassungsvermögen	Liter 1450	1000	900	1100
Leergewicht	kg 380	370	230	485
Maximale Nutzlast	kg 2300	3000	1800	3000
Abmessungen L x B x H	cm 135 x 200 x 133	139 x 220 x 98	132 x 190 x 102	120 x 250 x 102
Streuscheibenantrieb	mechanisch	mechanisch	mechanisch	hydraulisch
Zapfwellen-Drehzahl	U/min 540	540	540	--
Einfüllsieb	vorhanden	vorhanden	--	vorhanden
Rührwerk	2 horizontale Spiralen	6-Finger-Sternrührwerk	1-Finger-Rührwerk	9-Finger-Sternrührwerk
Abdrehvorrichtung	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Betriebsanleitung:	ja	ja	ja	ja
Sprache	deutsch	deutsch, französisch, englisch	deutsch	deutsch
Streutabelle:				
Normalstreuen	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Grenzstreuen	vorhanden	--	vorhanden	vorhanden
Spätdüngung	vorhanden	--	vorhanden	vorhanden
Importeur	Ott, 3052 Zollikofen	Alphatec, 8162 Steinmaur	Agriott, 3052 Zollikofen	Agriott, 3052 Zollikofen
Preis inkl. MwSt.	Fr. 5950.-	Fr. 6100.-	Fr. 4980.-	Fr. 16820.-

kommt. Die maximale Streuweite und die Menge an überstreuem Dünger ausserhalb der Grenze sollen möglichst null betragen. Eine gewisse Unterdüngung im Randbereich des Feldes nimmt man dabei in Kauf. Ebenso ist die Streugenauigkeit über die gesamte Arbeitsbreite nicht sehr gleichmässig.

**F** (halber Fahrgassenabstand): Testverfahren, bei dem der Abstand der letzten Fahrgasse zur Feldgrenze die Hälfte der vollen Arbeitsbreite des Streuers beträgt.

**G** (nahe Feldgrenze): Testverfahren, bei dem sich die letzte Fahrgasse nahe der Feldgrenze (Abstand von 1 bis 2 m) befindet.

Aus diesen Varianten ergeben sich folgende vier Grenzstreuverfahren:

- EO/F = Ertragsoptimiert/halber Fahrgassenabstand
- EO/G = Ertragsoptimiert/nahe Feldgrenze
- UO/F = Umweltoptimiert/halber Fahrgassenabstand
- UO/G = Umweltoptimiert/nahe Feldgrenze

### Untersuchte Geräte

An der Prüfung beteiligten sich die Firmen Amazone, Bögballe, Bredal, Rauch, Sulky und Vicon. Insgesamt wurden zwölf Streuer getestet. Bögballe war mit einem Streuer vertreten. Amazone, Bredal, Rauch und Sulky traten mit zwei und Vicon mit drei Streuern an.

Bis auf einen sind alle erwähnten Herstellerfirmen in der Schweiz vertreten. Einzig die Streuer des dänischen Herstellers Bredal sind nicht erhältlich. Aus diesem Grund wird auf diese Modelle nicht eingegangen.

Im Folgenden sind sieben Fabrikate von Streuern beschrieben, die im schweizerischen Landmaschinenhandel vertrieben werden und die für hiesige Betriebsgrößen mit den üblichen Fahrgassenabständen von 12, 15 oder 18 m üblicherweise eingesetzt werden. Es sind dies die in Tabelle 2 aufgeführten Fabrikate und Typen.

Alle sieben Streuer sind Anbau-Düngerstreuer mit einem Zweischeibenstreuwerk. Das Streuwerk ist bis auf eine Ausnahme (Rauch AXERA-H) über die

Zapfwelle angetrieben. Die Streuer haben ein Fassungsvermögen von 650 bis 1450 Liter. Bei allen Fabrikaten lässt sich dieses durch zusätzliche Aufsätze vergrößern. Ausgenommen vom Rauch MDS haben alle Streuer einen Behälter, der sich im unteren Bereich in zwei Auslauftrichter teilt. Die Zufuhr des Düngers auf die Streuorgane erfolgt mittels Schwerkraft. Horizontale Auslauföffnungen regulieren die Dosierung des Düngers. Das Öffnen und Schliessen der Ausläufe geschieht mittels hydraulisch betätigten Schiebern. Fast alle Streuer haben ein langsam drehendes Rührwerk, das einen gleichmässigen Düngernachfluss gewährleistet.

Alle Streuer verfügen über ein Abdrehprobenset, das die Überprüfung der Streumenge ermöglicht. Der Bögballe EX Trend und die beiden Vicon-Streuer haben ein Sammelbehältnis, das um die linke oder rechte Streuscheibe befestigt wird. Dazu müssen die Wurfschaufeln weggenommen werden. Beim Amazone ZA-M MAX wird dasselbe nach Abbau der Streuscheiben unter der Auslauföffnung montiert. Andere Streuer (Rauch MDS und Sulky DPX Prima) arbeiten mit einer unter der Auslauföffnung befestig-

Tab. 2: Technische Daten der geprüften Streuer

Streuer: Fabrikat und Typ	Sulky DPX Prima	Vicon RotaFlow RS-C	Vicon RotaFlow RS-M
			
Streusystem	2 Streuscheiben mit je 2 Wurfschaufeln	2 Streuscheiben mit je 4 Wurfschaufeln	2 Streuscheiben mit je 8 Wurfschaufeln
Arbeitsbreiten	m 12 - 24	9 - 18	10 - 24
Fassungsvermögen	Liter 900	650	800
Leergewicht	kg 270	200	310
Maximale Nutzlast	kg 1800	1200	1600
Abmessungen L x B x H	cm 142 x 223 x 95	125 x 164 x 92	129 x 204 x 96
Streuscheibenantrieb	mechanisch	mechanisch	mechanisch
Zapfwellen-Drehzahl	U/min 540	540	540
Einfüllsieb	vorhanden	--	vorhanden
Rührwerk	2-Finger-Rührwerk	2-Finger-Rührwerk	2-Finger-Rührwerk
Abdrehvorrichtung	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Betriebsanleitung:	ja	ja	ja
Sprache	französisch, deutsch, englisch	deutsch, französisch, englisch	deutsch, französisch, englisch
Streutabelle:			
Normalstreuen	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Grenzstreuen	--	--	--
Spätdüngung	--	--	--
Importeur	Bovet, 1584 Villars-le-Grand	Bucher, 8166 Niederweningen	Bucher, 8166 Niederweningen
Preis inkl. MwSt.	Fr. 5450.-	Fr. 3880.-	Fr. 5200.-



Abb. 3: Alle geprüften Streuer arbeiten mit unterschiedlichen Arbeitsbreiten. Die Anpassung der Arbeitsbreite erfolgt durch Verwendung verschiedener Streuscheiben, durch Auswechseln der Wurfschaufeln oder durch Änderung der Wurfschaufelposition. Die Streutabelle vermittelt die Angabe der richtigen Einstellung.

ten Trichterrutsche, die den Dünger in einen Behälter leitet. Beim Rauch AXERA-H werden die Ölmotoren mit den Streuscheiben seitlich verschoben und der Dünger wird nach Wegnahme der Streuscheiben direkt über die Auslauföffnungen in einem Gefäss aufgefangen.

### Beschreibung der geprüften Streuer (Tab. 2)

Der **Amazone ZA-M MAX** richtet sich aufgrund seiner Behältergrösse an grosse Betriebe. In der Grundausrüstung ist der Streuer für Arbeitsbreiten bis 18 m aus-

gestattet. Als Zubehör sind Streuscheiben für Arbeitsbreiten bis 28 und 36 m lieferbar. Je nach Arbeitsbreite und Düngerart stehen verschiedene Streuscheibentypen mit unterschiedlichen Wurfschaufellängen zur Verfügung. Für die Spätdüngung kann das äussere Schaufelende werkzeuglos nach oben geschwenkt werden. Für das Grenzstreuen sind spezielle Grenzstreuscheiben zu verwenden. Wird beim Grenzstreuen nahe der Feldgrenze gefahren (Abstand unter 2 m), wird an der Streurrückseite zusätzlich eine Deflektorplatte befestigt.

Der **Böggalle EX Trend** ermöglicht Arbeitsbreiten von 12 bis 36 m. Das Streusystem arbeitet mit unterschiedlichen Drehrichtungen der Streuscheiben: Beim Normalstreuen drehen die Streuscheiben von aussen nach innen, beim Grenzstreuen von innen nach aussen. Die Umstellung der Drehrichtung am Getriebe erfolgt manuell oder mit einer Kabelbedienung vom Traktorsitz aus. Die Arbeitsbreite stellt man durch Änderung der Wurfschaufelposition und der Streuerneigung ein. Die Grenzstreufügel sind rückseitig in den Normalstreufügel integriert, wodurch keine speziellen Streufügel erforderlich sind. Für das

Grenzstreuen nahe der Feldgrenze muss neben der Änderung der Drehrichtung die eine Trichterhälfte geschlossen und ein Grenzstreuschirm eingeklappt werden.

Der **Rauch-MDS 932** ist das klassische Modell im Streuerprogramm von Rauch. MDS steht für «Multi-Disc-System» und bedeutet, dass der gleiche Satz Streuscheiben für Normalstreuen, Spätdüngung und Grenzstreuen benutzt werden kann. Zur Anpassung an unterschiedliche Dünger, Arbeitsbreiten und für das Grenzstreuen muss lediglich der Anstellwinkel der Wurfschaufeln und deren Länge verstellt werden. Ein dafür notwendiges Spezialwerkzeug wird mitgeliefert. Für das Grenzstreuen nahe der Feldgrenze (Abstand der Fahrgasse vom Feldrand unter 2 m) wird ein Grenzstreuschirm benutzt.

Der **Rauch AXERA-H** ist die grössere Nummer des gleichen Herstellers und ermöglicht Arbeitsbreiten bis 36 m. Die beiden Streuscheiben des Streuwerkes werden durch je einen Hydraulikmotor angetrieben. Das Öl wird vom Traktor den beiden Motoren einzeln über getrennte Leitungen zugeführt, was eine individuelle Drehzahl der beiden Scheiben ermöglicht. Die Drehzahlregelung geschieht elektrohydraulisch an einem Bedienpult im Traktor. Die Einstellung für das Normalstreuen und das Grenzstreuen mit verschiedenen Düngern und Arbeitsbreiten erfolgen durch Änderung der Drehzahl der Streuscheiben und des Düngeraufgabepunktes auf die Streuscheiben. Dazu lassen sich die Ölmotoren mit den Streuscheiben seitlich in Stufen verschieben. Für das Grenzstreuen müssen zusätzlich zwei hydraulische Grenzstreuzylinder betätigt werden. Das gleiche Modell gibt es auch mit mechanischem (AXERA-M) Antrieb des Streuwerkes. Der hydraulische Antrieb hat den Vorteil, dass auch bei schwankender Motordrehzahl die Drehzahl der Streuscheiben und damit die Wurfweite des Düngers konstant bleiben.

Der **Sulky DPX Prima** ist für Arbeitsbreiten bis 24 m vorgesehen. Die Streuscheiben drehen von aussen gegen innen. Die Arbeitsbreite wird einerseits über den Düngeraufgabepunkt mittels einer Rutsche und andererseits durch Änderung der Wurfschaufelposition eingestellt. Die gleiche Rutsche wird auch für das Abdrehen verwendet. Für das Grenzstreuen werden die linke oder rechte Auslauföff-

Tab. 3: Prüfprogramm der untersuchten Düngerstreuer

Streuer	Arbeitsbreite m	Geprüfte Arbeitsbreiten m	Geprüfte Düngerkategorien: vgl. Tabelle 1	
			Normalstreuen	Grenzstreuen
Amazone ZA-M MAX	10-36	24	A, B, C	A, B, C
Bögballe EX Trend	12-36	15, 18, 24, 28, 32, 36	A, B, C, E	A, C
Rauch MDS 932	8-24	15	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E
Rauch AXERA-H	12-36	24, 36	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E
Sulky DPX Prima	12-24	18	A, B, C, E	A, B, C, E
Vicon RotaFlow RS-C	9-18	12	A, C	--
Vicon RotaFlow RS-M	10-24	18	A, B, C	A, C

nung geschlossen und die Wurfschaufeln nach Betriebsanleitung eingestellt. Soll kein Dünger über die Feldgrenze gestreut werden, müssen zusätzlich speziell kurze Wurfschaufeln sowie ein Deflektorblech zwischen die Streuscheiben montiert werden. Für die Spätdüngung wird die Neigung des Streuers verändert.

Der **Vicon RotaFlow RS-C** («Compact») ist das kleinste Modell der RotaFlow-Baureihe mit Arbeitsbreiten zwischen 9 und 18 m. Der Streuer hat zwei hydraulisch bediente Dosierschieber mit drei Auslauföffnungen. Der Dünger fliesst zentral in einer Rotationsbewegung zu den Streuschaufeln. Durch Veränderung des Düngerauslaufpunktes und mit verschiedenen Wurfschaufeln kann die Arbeitsbreite für verschiedene Düngersorten reguliert werden. Jede Streuscheibe hat vier Wurfschaufeln. Zum Grenzstreuen wird der Antrieb zwischen den beiden Streuscheiben ausgeschaltet, der Düngerfluss auf einer Seite unterbrochen und mittig zwischen den Streuscheiben eine Deflektorplatte montiert.

Der **Vicon RotaFlow RS-M** («Medium») ist das mittelgrosse Modell mit Arbeitsbreiten bis 24 m. Die Düngierzufuhr auf die Streuscheiben funktioniert gleich wie bei den C-Modellen. Die Streuscheiben sind aber mit je acht Wurfschaufeln ausgerüstet. Das Einstellen der Arbeitsbreite erfolgt nach dem gleichen Prinzip (Wurfschaufellängen, Düngerauslaufpunkt). Für das Grenzstreuen bei halber Fahrgassenbreite kann der Streuer seitlich schräggestellt werden. Dies geschieht durch einen an der linken Unterlenkerkupplung angebrachten vertikalen Hydraulizylinder. Das Grenzstreuen nahe der Feldgrenze funktioniert wie beim RS-C mit einer Deflektorplatte und durch Unterbrechung des Düngerflusses auf der einen Behälterseite.



Abb. 4: Für die Spätdüngung in fortgeschrittenem Wachstumsstadium arbeiten die meisten Hersteller mit speziellen Wurfschaufeln.

## Ergebnisse

### Abweichende Prüfprogramme

Aus Tabelle 3 geht hervor, bei welchen Arbeitsbreiten und mit welchen Prüfdüngern die einzelnen Streuer getestet wurden. Die Zusammenstellung macht deutlich, dass die Hersteller unterschiedliche Prüfprogramme wählten und die schlussendlich durchgeführten Tests trotz vorgängig festgelegtem Grundprogramm teilweise erheblich voneinander abweichen. So liess beispielsweise Bögballe sechs Arbeitsbreiten testen, während die anderen Hersteller die Versuche mehrheitlich nur bei einer Arbeitsbreite, dafür mit mehreren Düngertypen durchführen liessen. Trotz umfangreicher Ergebnisse sind deshalb Vergleiche zwischen den verschiedenen Streuern nur bedingt möglich, weil die gewählten Arbeitsbreiten mehrheitlich nicht übereinstimmen. Auch für den einzelnen Streuer ist eine Gesamtbeurteilung schwierig, weil nicht automatisch davon auszugehen ist, dass

**Tab. 4: Streugenauigkeit beim normalen Flächenstreuen und bei der Spätdüngung, ausgedrückt durch den Variationskoeffizienten (VK). VK-Werte unter 5 % bedeuten eine sehr gute, VK-Werte unter 10 % eine gute Streugenauigkeit.**

Dünger: Kategorie, Sorte Verfahren: Normal- / Spätdüngung Streumenge (kg/ha)		A; Ammonsalpeter 24 %				B; Harnstoff 46 %		C; NPK 21-3-10		E; Kali 60 %	
		Normal	Normal	Normal	Spät	Normal	Spät	Normal	Spät	Normal	Spät
		120	300	480	300	163	163	357	357	400	400
Streuer	Geprüfte Arbeitsbreite (m)	Variationskoeffizient (%)									
Amazone ZA-M MAX	24	7,5	6,3	7,1	16,7	8,9	6,4	6,0	5,6	--	--
Bögballe EX Trend	15	4,0	4,7	4,0	5,2	--	--	4,5	6,2	7,6	--
	18	5,1	4,4	4,6	5,2	--	--	5,4	5,6	--	--
	24	5,2	3,1	3,1	6,0	5,0	7,2	4,6	7,0	7,9	--
Rauch MDS 932	15	6,0	7,3	6,5	6,6	7,1	6,3	5,6	6,6	6,6	--
Rauch AXERA-H	24	5,3	6,1	6,0	6,6	6,7	7,1	6,1	4,9	5,5	--
Sulky DPX Prima	18	5,8	4,5	3,6	7,2	4,7	5,6	6,1	5,3	4,6	--
Vicon RotaFlow RS-C	12	5,0	5,5	5,7	5,5	--	--	4,4	4,4	--	--
Vicon RotaFlow RS-M	18	5,3	6,2	6,9	6,2	6,1	6,1	6,3	6,3	--	--

zum Beispiel das bei 24 m Arbeitsbreite erzielte Streuergebnis auch bei 18 oder 12 m gleich gut ist.

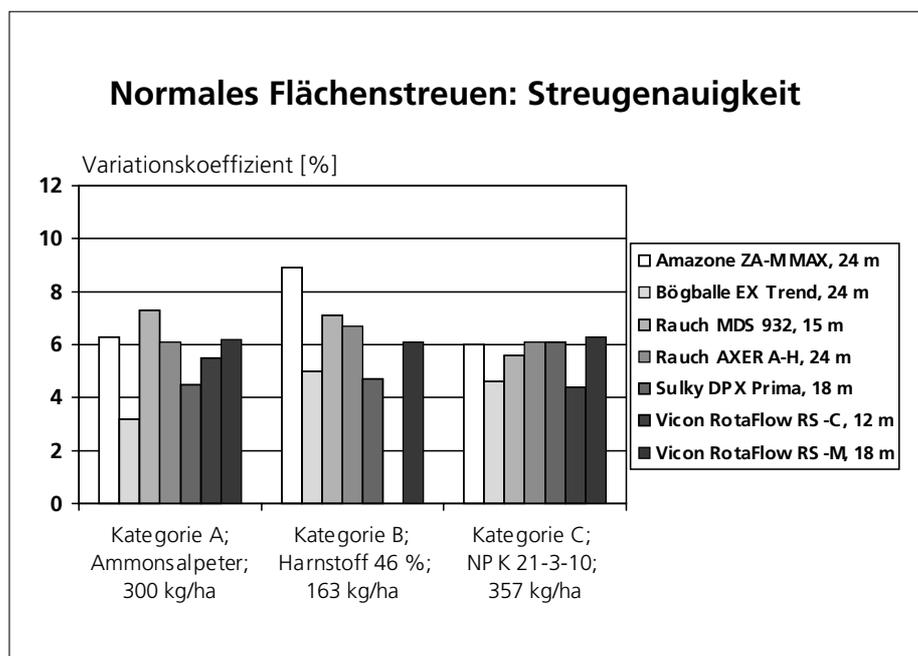
## Normales Flächenstreuen und Spätdüngung

Als Mass zur Beurteilung der Streugenauigkeit wird der aus der Gesamtverteilung errechnete Variationskoeffizient (VK-Wert) herangezogen. Je tiefer der VK-Wert, desto besser ist die Streugenauigkeit quer zur Fahrtrichtung. Nach dem DLG-Schema werden Variationskoeffizienten unter 5 % als sehr gut, von 5,1 bis 10 % als gut und von 10,1 bis 15 % als befriedigend eingestuft.

In Tabelle 4 sind die bei Normal- und Spätdüngung ermittelten VK-Werte für die sieben Streuer bei den geprüften Arbeitsbreiten und den verschiedenen Düngern (Kategorien A, B, C und E) zusammengestellt. Für den Dünger der Kategorie D (geprillter Harnstoff) sind keine Ergebnisse aufgeführt, da diese Düngerform bei uns nicht verbreitet ist. Vom Bögballe EX Trend sind nur die VK-Werte von drei (15, 18 und 24 m) der total sechs geprüften Arbeitsbreiten aufgeführt. In Abbildung 5 sind die Ergebnisse beim Normalstreuen für die drei Dünger der Kategorien A, B und C bei der mittleren Streumenge bei einer ausgewählten Arbeitsbreite grafisch dargestellt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist folgendes zu beachten:

– Die dargestellten Ergebnisse wurden teilweise nach ein- oder zweimaliger



*Abb. 5: Variationskoeffizienten als Mass für die Streugenauigkeit beim normalen Flächenstreuen mit drei verschiedenen Düngern (Kategorien A, B und C). Wegen unterschiedlich geprüfter Arbeitsbreiten sind die Ergebnisse der einzelnen Streuer nur zum Teil direkt vergleichbar.*

Optimierung erzielt. Die dabei resultierenden VK-Werte waren im Vergleich zum Ergebnis im ersten Streudurchgang (praxisübliche Einstellung gemäss Streutabelle) häufig – wenn auch nur geringfügig – besser.

– Die Ergebnisse sind nur direkt vergleichbar, wenn die Streuer bei gleicher Arbeitsbreite, gleichem Dünger und gleicher Streumenge geprüft wurden. Variiert nur eine dieser Variablen zwischen zwei Streuern, ist der Vergleich nicht mehr zulässig. Am meisten Ver-

gleichsmöglichkeiten bestehen bei der Streuverfahren mit Ammonsalpeter (Kategorie A) bei 18 oder 24 m Arbeitsbreite.

Alle geprüften Streuer erzielten beim normalen Flächenstreuen gute bis sehr gute Streugenauigkeiten mit VK-Werten, die mehrheitlich deutlich unter 10 % liegen. Erfreulich ist, dass alle Streuer auch mit verschiedenen Düngern sehr gute Streuergebnisse erzielten. Tendenzmässig waren die VK-Werte bei den Kategorien B (Harnstoff gekörnt) und E (Kalisalz)

mehrheitlich etwas höher als beim Ammonsalpeter und beim NPK. Bei der Einstellung auf Spätdüngung ist die Streugenauigkeit im Vergleich zur Normaldüngung im Allgemeinen eher schlechter.

Die Unterschiede von Streuer zu Streuer sind gering. Auffallend ist die durchwegs hohe Streugenauigkeit des Bögballe EX Trend, unabhängig von der eingestellten Arbeitsbreite und des gewählten Düngers. Auch der Sulky DPX schneidet bei vielen Varianten sehr gut ab (Abb. 5).

Im Anhang sind für jeden Streuer zwei ausgewählte Streudiagramme beim normalen Flächenstreuen dargestellt, ein erstes mit Ammonsalpeter (Dünger-kategorie A) und ein zweites mit gekörntem Harnstoff (Kategorie B) oder mit NPK (Kategorie C). Beim Ammonsalpeter wurde die mittlere Streumenge (Sollmenge von 300 kg/ha) ausgewählt. Die Streudiagramme setzen sich aus dem Grundstreubild einer Durchfahrt (Säulendiagramm) und dem Gesamtstreubild nach Überlappung der einzelnen Streubilder (Liniendiagramm) zusammen.

### Grenzstreuen

Bei den Grenzstreueversuchen ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse noch geringer als beim normalen Flächenstreuen, da die von den Herstellern gewählten Grenzstreueverfahren für die verschiedenen Streuer kaum übereinstimmen. Auch hier sind Vergleiche nur zulässig, wenn die Streuer mit dem gleichen Grenzstreueverfahren, bei gleicher Arbeitsbreite und mit dem selben Dünger untersucht wurden.

Tabelle 5 zeigt eine Auswahl von Ergebnissen der Grenzstreueversuche. Wie beim Normalstreuen sind diese teilweise nach Optimierung in ein oder zwei zusätzlichen Messungen entstanden. Nicht immer führte dies jedoch zu einem besseren Streuergebnis. Bei den Vicon-Streuern ist die Datenbasis schwach: Vom RotaFlow RS-M liegen nur zwei, vom RotaFlow RS-C gar keine Streueversuche vor.

Die Beurteilung der Grenzstreugenauigkeit ist im Vergleich zum Normalstreuen und zur Spätdüngung anspruchsvoller, weil der Variationskoeffizient (VK) allein für eine schlüssige Beurteilung nicht genügt. Neben dem VK-Wert sind deshalb auch die maximale Streuweite ausserhalb der Feldgrenze (Distanz des «Überstreuens») sowie die Werte G und

**Tab. 5: Streugenauigkeit beim Grenzstreuen bei ausgewählten Grenzstreueverfahren und Düngerarten. Die grau unterlegten Grenzstreutests sind zusätzlich im Anhang als Streudiagramme dargestellt.**

Grenzstreueverfahren <sup>1)</sup>	Dünger-kategorie <sup>2)</sup>	Streumenge: Sollwert kg/ha	Fahrgassenabstand zur Feldgrenze m	Wert D <sup>3)</sup> kg/ha	Wert G <sup>4)</sup> kg/ha	Wert Y <sup>5)</sup> %	Max. Streuweite ausserhalb Feldgrenze m	VK-Wert <sup>6)</sup> %
<b>Amazone ZA-M MAX, 24 m Arbeitsbreite</b>								
EO / F	A	300	12	302	66	22,0	5	9,1
EO / F	B	163	12	170	24	14,2	5	12,0
EO / F	C	357	12	360	74	20,4	5	14,2
EO / G	A	300	1,5	304	12	3,9	1	19,4
UO / F	B	163	12	170	4	2,4	0,5	24,5
UO / F	C	357	12	360	0	0	0	28,9
<b>Bögballe EX Trend, 15 m Arbeitsbreite</b>								
EO / F	A	300	7,5	299	67	22,5	5,5	10,9
EO / F	C	163	7,5	352	63	17,8	5,5	9,3
UO / F	A	300	7,5	299	18	6,1	3	19,4
UO / F	C	163	7,5	352	26	7,3	3,5	18,2
UO / G	A	300	1	282	10	3,5	1	17,3
UO / G	C	163	1	332	15	4,4	1,5	15,8
<b>Rauch MDS 932, 15 m Arbeitsbreite</b>								
EO / F	A	300	7,5	302	66	21,9	3,5	10,8
EO / F	B	163	7,5	167	38	22,8	4	9,7
EO / F	C	357	7,5	367	81	22,0	4	8,7
UO / G	A	300	1,5	302	15	4,9	1	26,1
UO / G	B	163	1,5	167	11	6,6	1	18,1
UO / G	C	357	1,5	367	20	5,4	1,5	22,3
<b>Rauch AXERA-H, 24 m Arbeitsbreite</b>								
EO / F	A	300	12	321	54	16,9	3,5	8,8
EO / F	B	163	12	169	33	19,4	4	10,4
EO / F	C	357	12	360	48	13,3	3,5	10,1
UO / F	A	300	12	321	9	2,8	1	21,5
UO / F	B	163	12	169	0	0	0	22,3
UO / F	C	357	12	360	9	2,6	1,5	28,2
<b>Sulky DPX Prima, 18 m Arbeitsbreite</b>								
UO / F	A	300	9	299	13	4,4	1,5	20,8
UO / F	B	163	9	168	7	3,9	1	21,8
UO / F	C	357	9	359	13	3,5	2	21,7
UO / G	A	300	3	299	14	4,7	1	22,6
UO / G	B	163	3	168	8	4,8	1,5	20,8
UO / G	C	357	3	359	21	5,9	2	18,0
<b>Vicon RotaFlow RS-M, 18 m Arbeitsbreite</b>								
UO / G	A	300	3	309	0	0	0	31,4
UO / G	C	357	3	374	0	0	0	30,7

- 1) EO = ertragsoptimiert; UO = umweltoptimiert;  
F = halber Fahrgassenabstand; G = nahe Feldgrenze (ca. 1-2 m Abstand)
- 2) s. Tabelle 1
- 3) D = durchschnittliche Streumenge im Feldbereich
- 4) G = durchschnittliche Streumenge ausserhalb der Feldgrenze
- 5) Y = Verhältnis von G zu D ( $Y = G \times 100 / D$ )
- 6) VK = Variationskoeffizient von der Feldgrenze bis Mitte 1./2. Normalstreubild

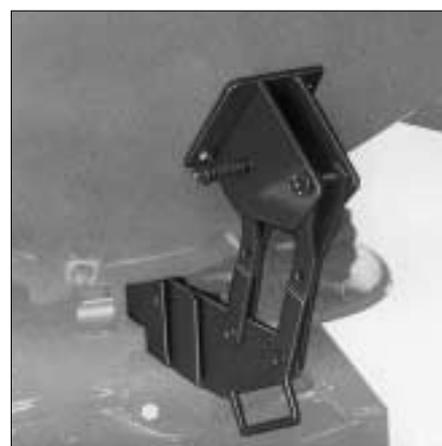


Abb. 6: Für das Streuen bei nahem Abstand der Fahrgasse zur Feldgrenze verwenden die meisten Hersteller eine Grenzstreuplatte, die von Hand oder hydraulisch heruntergeklappt wird. Bei Streuern mit geteiltem Behälter muss zudem die Auslauföffnung über der linken oder rechten Streuscheibe geschlossen werden.

Tab. 6: Dosiergenauigkeit der geprüften Streuer

Streuer	Eingestellte Durchflussmenge kg/min	Abweichung der Durchflussmenge zwischen Soll/Ist %	Abweichung der Durchflussmenge bei Neigung des Streuers von 10° nach:				Abweichung der Ausbringmenge zwischen Soll/Ist %
			rechts %	links %	hinten %	vorne %	
Amazone ZA-M MAX	108	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 5
Bögballe EX Trend	100	< 1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 5
Rauch MDS 932	62	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Rauch AXERA-H	104	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	< 5
Sulky DPX Prima	77	< 5	< 2	< 2	< 4	< 4	< 5
Vicon RotaFlow RS-C	50	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 7
Vicon RotaFlow RS-M	80	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 8

Y zu berücksichtigen (Tab. 5). Der Wert G ist die durchschnittliche Streumenge ausserhalb der Feldgrenze. Der Wert Y gibt das Verhältnis zwischen der Streumenge ausserhalb der Feldgrenze und jener im Feldbereich wieder. Beide Werte sollten möglichst tief sein.

Die Anforderungen an Schleuderdüngerstreuer bezüglich Grenzstreuen sind nicht genau definiert. Bei den ertragsoptimierten Grenzstreutests (EO), bei denen eine gleichmässige Düngergabe bis zur Feldgrenze angestrebt wird, sollte der VK im Feldinnern unter 10 % liegen. Die ausserhalb der Feldgrenze überstreute Distanz und der Wert Y sollten nicht zu hoch sein. In den umweltoptimierten Tests (UO) dagegen, die auf Null-Düngergabe ausserhalb des Feldes ausgerichtet sind, sollte die maximale Streuweite ausserhalb der Grenze möglichst null sein, ebenso der Wert Y. An die Verteilgenauigkeit im Feldbereich (VK-Wert) hingegen sind die Anforderungen weniger hoch.

In den ertragsoptimierten Grenzstreuverfahren liegen die erzielten VK-Werte mehrheitlich unter 15 % und sind damit deutlich tiefer als in den umweltoptimierten Tests. Die bessere Streugenauigkeit im Feldbereich kommt daher, dass der Variationskoeffizient überproportional vom Verlauf der abfallenden Düngerkurve auf den letzten Metern bis zur Feldgrenze abhängt. In den umweltoptimierten Tests resultieren dagegen deutlich bessere Y-Werte, die mehrheitlich um 5 % betragen. Dies bedeutet, dass die Menge an überstreutem Dünger kleiner ist. Auch ist die maximale Streuweite ausserhalb der Feldgrenze tiefer, liegt allerdings nur in wenigen Fällen unter 1 Meter.

Die in der Tabelle markierten Versuche sind im Anhang zusätzlich als Streudiagramme dargestellt. Sie haben fast mehr Aussagekraft als die Tabellenwerte. Von jedem Streuer sind zwei Streudiagramme dargestellt, je eines für unterschiedliche Grenzstreuverfahren (EO und UO), wobei für die Streuer Sulky und Vicon nur umweltoptimierte Tests vorliegen. Bis auf zwei Ausnahmen sind die dargestellten Grenzstreubilder mit Ammonsalpeter (Kategorie A) durchgeführt. Die gestrichelte Kurve unter F1 (Fahrgasse 1) entspricht der äussersten Durchfahrt am Feldrand, die ausgezogene Kurve ist das resultierende Gesamtstreubild.

Die sieben geprüften Streuer zeigen unabhängig vom gewählten Streuverfahren eine befriedigende bis gute Grenzstreugenauigkeit. In den EO-Verfahren sind die resultierenden VK-Werte sehr gut; einzig der Amazone ZAM-MAX fällt etwas ab. In den UO-Verfahren sind die Werte für die überstreute Düngermenge überall sehr gut, dagegen ist die Distanz des Überstreuens bei einigen Streuern noch zu gross (vor allem Bögballe und Sulky).

### Dosiergenauigkeit

Neben einer möglichst hohen Querverteilung muss ein Schleuderdüngerstreuer auch die gewünschte Streumenge genau ausbringen können. Für die exakte Dosierung sind zwei Punkte zu beachten:

- Einstellung der Dosierschieber gemäss Angaben in der Streutabelle;
- Durchführung einer Abdrehprobe zur Überprüfung der Düngerausflussmenge bzw. der Streumenge.

Die Abdrehprobe ist deshalb wichtig, weil die physikalischen Eigenschaften des

verwendeten Düngers den Düngerausfluss stark beeinflussen und diese von Dünger zu Dünger und selbst innerhalb der gleichen Düngersorte sehr unterschiedlich sein können.

Alle geprüften Streuer verfügen über eine geeignete Vorrichtung, mit der sich die Durchflussmenge einfach und zuverlässig überprüfen lässt. Bei den meisten Streuern muss man dazu die Wurfschau-feln oder die ganze Streuscheibe abnehmen.

Bei der Messung der Durchflussmenge zeigten fast sämtliche Streuer nur geringfügige Abweichungen von weniger als 2 % vom Sollwert (Tab. 6). Einzig der Sulky DPX wies höhere Werte auf (Abweichung von durchschnittlich 5 %). Auch die auf dem Prüfstand simulierte Hangneigung von 10° (seitlich, nach vorne und hinten) beeinflusste den Düngerausfluss nicht nennenswert, indem die Abweichungen weniger als 2 % betragen (Ausnahme Sulky DPX 4 %).

Beim Vergleich der tatsächlichen (in den Auffangschalen gemessenen) mit der eingestellten Soll-Streumenge entstanden Unterschiede, die mehrheitlich weniger als 5 % betragen. Lediglich bei den beiden Vicon-Streuern lagen die Abweichungen höher (7 bis 8 %).

### Weitere Untersuchungen

Neben den eigentlichen Messungen zur Arbeitsqualität wurden weitere praxisrelevante Aspekte untersucht bzw. beurteilt:

- **Füllstandanzeige:** Alle Streuer haben im Innern des Behälters eine Füllstandskala. Die Angabe der Füllhöhe weicht bei allen Geräten maximal 10 %

vom effektiven Füllgrad ab. Die genaueste Füllstandanzeige hat der Sulky DPX Prima mit einer Abweichung von unter 5 %.

- **Dichtheit:** Die Behälter sind nach Schliessen der Auslauföffnungen dicht und erfüllen diesbezüglich die gemäss Norm gestellten Anforderungen.
- **Restmengenentleerung:** Die Behälter aller Streuer lassen sich über die Auslauföffnungen entleeren. Dazu müssen entweder die Streuscheiben (Amazone, Rauch und Sulky) oder die Wurfschaufeln (Bögballe und Vicon) abmontiert werden.
- **Reinigung:** Bei allen Streuern nach Entleerung restlicher Düngermengen durch Abspritzen mit Wasser problemlos möglich.
- **Einfüllsieb:** Um Verstopfungen durch Düngerklumpen an den Auslauföffnungen zu vermeiden, sollte der Behälter mit einem Sieb ausgerüstet sein. Ausser beim Rauch MDS 932 und beim Vicon RotaFlow RS-C gehören Einfüllsiebe zur Standardausrüstung.
- **Rührwerk:** Bei allen geprüften Streuern in der Grundausrüstung vorhanden. Eine tiefe Drehzahl ist Bedingung, dass der Dünger nicht vermahlen wird.

Tabelle 7 vermittelt die Ergebnisse der stationären Messungen des Schwerpunktabstandes, des Hubkraftbedarfes und der erforderlichen Antriebsleistung bei der Durchflussmenge, die der geprüften Arbeitsbreite entspricht.

### Betriebsanleitung und Streutabelle

Die Betriebsanleitung enthält wichtige Informationen zur Handhabung des Streuers und dazu, wie dieser beim normalen Flächenstreuen und beim Grenzstreuen einzustellen ist. Für eine einwandfreie Streuqualität (Streumenge, Streugenauigkeit) ist die dazugehörige Streutabelle von grösster Wichtigkeit. Sie vermittelt alle erforderlichen Einstellwerte für verschiedene Düngersorten, unterschiedliche Arbeitsbreiten, Streumengen und Fahrgeschwindigkeiten und ermöglicht so die korrekte Einstellung des Streuers.

Die Betriebsanleitungen aller sieben Streuer liefern verständliche Informationen zur Handhabung und Bedienung, allerdings mit recht deutlichen Unterschieden bezüglich Umfang und Qualität. Ausser bei Amazone und Rauch sind

**Tab. 7: Schwerpunktabstand, Hubkraft- und Leistungsbedarf der geprüften Streuer**

Streuer	Schwerpunkt- abstand <sup>1)</sup> cm	Hubkraftbedarf nach ISO kN	Erforderliche Antriebsleistung bei einer Durchflussmenge von:	
			kg/min	kW
Amazone ZA-M MAX	59	21,1 bis 23,4 <sup>2)</sup>	108	1,9
Bögballe EX Trend	66	16,2 bis 19,4 <sup>2)</sup>	70	2,8
Rauch MDS 932	48	11,8 bis 13,6 <sup>2)</sup>	62	0,8
Rauch AXERA-H	51	17,7 bis 18,3 <sup>2)</sup>	104	9,2
Sulky DPX Prima	64	15,3	84	1,1
Vicon RotaFlow RS-C	59	10,3	50	1,4
Vicon RotaFlow RS-M	54	12,8 bis 13,8 <sup>2)</sup>	80	1,9

<sup>1)</sup> Von den Kupplungspunkten der Unterlenker gemessen  
<sup>2)</sup> Je nach Abmessungen des Dreipunktanbaus

alle Betriebsanleitungen entweder in deutscher oder französischer Sprache erhältlich (Tab. 2). Alle sieben Streuer haben in Ergänzung zur Betriebsanleitung umfangreiche und verständlich aufgebaute Streutabellen, wobei diese bei den meisten Streuern nur für das Normalstreuen vorliegen. Einzig Amazone und Rauch liefern für ihre Streuer zusätzliche Streutabellen für das Grenzstreuen und die Spätdüngung (Tab. 2). Die Prüfung hatte den erfreulichen Begleiteffekt, dass mehrere Hersteller ihre Anleitungen und Streutabellen im Laufe der Messungen verbessert haben.

Alle Hersteller liefern für ihre Streuer ein aus Auffangschalen bestehendes **Praxis-Prüfset** mit. Dieses ermöglicht eine eher grobe Überprüfung der Streugenauigkeit im Feld, wenn beispielsweise Düngersorten unbekannter Herkunft und mit ungenügender Qualität zum Einsatz gelangen. In der Regel eignet es sich aber nur für das normale Flächenstreuen. Zudem sind die Hinweise für eine zuver-

lässige Bewertung des Streuergebnisses in einigen Fällen nicht genügend klar. Die Streutabellen der Vicon-Streuer unterscheiden sich von den übrigen dadurch, dass nicht wie üblich die verschiedenen Düngersorten aufgeführt sind, sondern der zum Einsatz gelangende Dünger anhand der Schüttdichte und des Korngrössenspektrums charakterisiert und der entsprechenden Kategorie zugeordnet werden muss. Zur Ermittlung des Korngrössenspektrums wird eine einfache **Prüfbox** mitgeliefert.

Rauch hat ergänzend zur Streutabelle ein einfaches **Düngeridentifikationssystem**, mit dem sich unbekannte Dünger mit Hilfe von Düngerkarten optisch rasch und einfach bestimmen lassen. Einen interessanten Weg begeht auch Amazone mit dem Angebot eines **«Düngerservice»**: Der Landwirt kann eine Probe eines nicht identifizierbaren Düngers an eine Servicestelle einsenden und erhält dann die Angaben für die optimale Einstellung des Streuers.



*Abb. 7: Mit einem solchen Praxis-Prüfset lässt sich die Streugenauigkeit im Feld überprüfen. Die Verwendung empfiehlt sich, wenn Dünger mit unbekannter Herkunft gestreut werden.*

### Streuqualität und Düngereigenschaften

Die Übertragbarkeit der im europäischen Test erzielten Ergebnisse ist insofern eingeschränkt, als bei Verwendung von Düngern mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften nicht automatisch die gleichen Streuergebnisse zu erwarten sind. Das im DIAS-Test gewählte Vorgehen mit charakteristischen Düngertypen anstelle von Düngersorten soll gewährleisten, dass bei Verwendung

**Tab. 8: Physikalische Eigenschaften einiger wichtiger in der Schweiz erhältlichen Mineraldünger sowie Zuordnung zur Kategorie gemäss CEN-Norm N-50-2 (vgl. Tabelle 1)**

Dünger	Form	Lieferant	Korngrösse D 50 <sup>1)</sup> mm	Schüttdichte <sup>2)</sup> %	Fliessverhalten <sup>2)</sup> kg/min	Feuchtegehalt %	Kategorie nach CEN N-50-2
Lonza-Ammonsalpeter 27,5 % N	N	Agroline	2,7	1,02	6,5	0,8	<b>A</b>
Ammonsalpeter 27 % N + 2,5 Mg	N	Landor	3,4	1,04	5,9	0,8	<b>A</b>
Kalkammonsalpeter 27 % N + 2,5 % Mg	N	Landor	3,7	0,94	4,9	0,6	<b>A</b>
Kalk-Ammon + Mg	N	Landor	3,6	1,12	6,3	0,8	<b>A</b>
Lonza Ammonsalpeter mit Kalk	N	Agroline	3,3	1,10	6,3	1,2	<b>A</b>
Lonza Mg-Ammonsalpeter+S 23 % N	N	Agroline	3,0	1,08	6,3	1,9	<b>A</b>
Bor-Ammonsalpeter 26 % N	N	Landor	3,7	0,95	4,9	0,7	<b>A</b>
Harnstoff 46 % granuliert	N	Landor	3,2	0,74	4,3	0,3	<b>B</b>
Mg-Ammonsulfat 21 % N	N	Agroline	3,4	0,87	4,1	3,4	<b>E</b>
Landor 13.13.21	NPK	Landor	3,7	1,09	6,1	2,4	<b>A</b>
Suplesan	NPK	Agroline	3,3	0,83	3,8	7,7	<b>E</b>
Landor 0.20.30	PK	Landor	3,3	1,16	6,1	7,8	<b>A</b>
Ceral 14-28	PK	Agroline	3,0	1,03	4,4	3,9	<b>E</b>
TSP Triplesuper 46 %	P	Landor	2,9	1,06	5,7	3,8	<b>A</b>
Kali 60 %	K	Kali AG	3,1	1,05	6,0	0,1	<b>E</b>
Kalimagnesia (Patentkali)	K	Kali AG	2,8	1,14	6,4	4,2	<b>E</b>

<sup>1)</sup> D 50 = Mittlere gewichtsbezogene Korngrösse. Bestimmung nach DIN EN 1235.

<sup>2)</sup> Bestimmung nach ISO 3944.

von Düngern mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften – gleicher Streuer und gleiche Einstellung vorausgesetzt – vergleichbare Streuergebnisse erzielt werden können. Um herauszufinden, wie sich die in der Schweiz verkauften Mineraldünger im Vergleich zu den am DIAS verwendeten Prüfdüngern unterscheiden, führte die FAT eine ergänzende Untersuchung an 16 ausgewählten Düngern durch. Lieferanten waren Agroline, Landor und Kali AG.

Ermittelt wurden die gleichen vier Parameter wie im DIAS-Test: Korngrößenverteilung, Schüttdichte, Fliessverhalten und Feuchtegehalt. Die Methodik stimmt überein und basiert auf den Normen DIN EN 1235 (Korngrößenverteilung) und ISO 3944 (Schüttdichte, Fliessverhalten). Erfüllen die untersuchten physikalischen Eigenschaften der einzelnen Dünger die in der CEN-Norm definierten Anforderungen für die verschiedenen Düngerkategorien (Tab. 1), können vergleichbare Streuergebnisse wie im DIAS-Test erwartet werden.

Bis auf zwei Ausnahmen erfüllen alle untersuchten Dünger die gemäss CEN-Norm gestellten Anforderungen bezüglich Korngrösse, Schüttdichte und Fliessverhalten. Einzig beim Mg-Ammonsulfat und beim Suplesan sind die ermit-

telte Schüttdichte und das Fliessverhalten etwas unter der Norm. Die ermittelten D 50-Werte (mittlere gewichtsbezogene Korngrösse) sind bei sämtlichen Düngern sehr gut. Auffallend ist lediglich die geringe mittlere Korngrösse des Lonza-Ammonsalpeter, die aber noch im tolerierbaren Bereich liegt. Dagegen ist der Feuchtegehalt bei einigen gepressten Düngern der Kategorie E zu hoch (Tab. 8).

Die Zuordnung aufgrund der ermittelten physikalischen Eigenschaften in die einzelnen Düngerkategorien geht aus der letzten Kolonne der Tabelle 8 hervor. Die untersuchten Dünger decken die Kategorien A, B und E ab. In den Kategorien C und D (geprillte Dünger) ist kein Dünger vertreten. Mit Ausnahme des Harnstoff 46 % (Kategorie B) und des Mg-Ammonsulfat (Kategorie E) sind alle N-Dünger der Kategorie A zuzuordnen. Die NPK-, PK-, P- und K-Dünger gehören in die Kategorien A oder E, je nachdem, ob die Struktur gekörnt oder gepresst ist.

Vergleicht man die physikalischen Eigenschaften der untersuchten Dünger mit jenen der am DIAS verwendeten Prüfdünger (Tab. 1), sind bei den Vertretern der Kategorien B und E übers ganze nur geringe Unterschiede festzustellen. Bei

den Düngern der Kategorie A sind die Unterschiede etwas deutlicher, da die hiesigen gekörnten Mineraldünger im Durchschnitt grössere Korndurchmesser und eine etwas tiefere Schüttdichte aufweisen. Abgesehen von diesem Unterschied kann man deshalb davon ausgehen, dass bei korrekter Einstellung des Streuers nach der Streutabelle mit der Mehrheit der untersuchten Dünger vergleichbare, wenn auch nicht unbedingt völlig identische Streuergebnisse wie im DIAS-Test erzielt werden können.

## Praxisumfrage

Mit einer Umfrage, an der sich 139 Landwirte oder Lohnunternehmer beteiligten, wollten wir herausfinden, wie häufig die Einrichtungen Streutabelle, Abdrehschüssel und Grenzstreuvorrichtung in der Praxis angewendet werden. Die erfassten Streuerfabrikate setzen sich zu 98 % aus den Fabrikaten Amazone, Bögballe, Rauch, Sulky und Vicon zusammen. 116 Betriebe haben einen Zweischeiben-, sechs einen Einscheiben- und 17 einen Pendelrohrstreuer.

Tendenzmässig zeigt das Ergebnis, dass die Streutabelle sehr häufig, die Abdrehs-

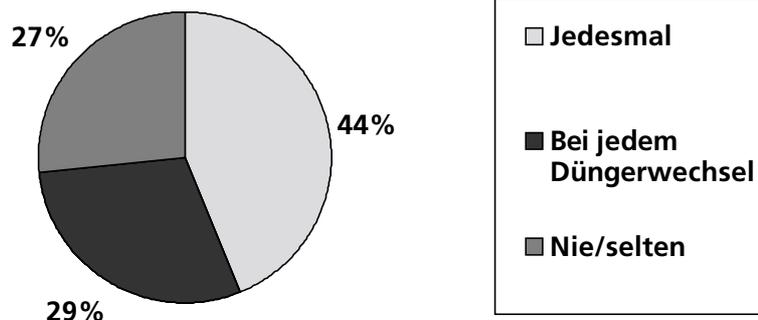
probe und das Grenzstreuen dagegen noch zu wenig konsequent angewendet werden. Während rund drei Viertel der Betriebe regelmässig die Streutabelle beim Einstellen des Streuers zur Hilfe nehmen, wird eine Abdrehprobe nur in der Hälfte der Fälle regelmässig oder einzeln durchgeführt (Abb. 8). Allerdings ist der Anteil an Streuern, die über kein Abdrehprobenset verfügen, mit 42 % (59 Betriebe) recht hoch. Von den 80 Betrieben, die eine entsprechende Vorrichtung haben, führen deren 40 jedesmal oder bei jedem Düngerwechsel eine Streumengenkontrolle durch. Als Begründung für das Nichtdurchführen einer Abdrehprobe wird in rund der Hälfte der Antworten angeführt, dass die Einstellung gemäss Streutabelle oder eine nachträgliche Kontrolle der Streumenge anhand der gedüngten Fläche genügen und somit die Durchführung der Abdrehprobe als nicht notwendig erachtet wird. Einige Landwirte bemängeln auch, dass die Durchführung der Abdrehprobe mit ihrem Streuer zu umständlich oder mit einem zu hohen Zeitaufwand verbunden ist. Etwas besser ist das Ergebnis beim Grenzstreuen, das immerhin über 50 % aller Betriebe schon praktizieren. Bezogen auf die 99 Streuer, die für das Grenzstreuen ausgerüstet sind, benützen 78 % der Landwirte die Grenzstreuvorrichtung an ihrem Streuer.

Aus der Umfrage lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Von der Streutabelle wird bei der Einstellung des Streuers erfreulicherweise häufig Gebrauch gemacht.
- Die Streumengenkontrolle mit Hilfe der Abdrehprobe wird noch zu selten durchgeführt. Deren Wichtigkeit wird im Allgemeinen unterschätzt.
- Die Abdrehprobe und das Grenzstreuen müssen einfach und ohne grossen Zeitaufwand durchführbar sein.
- Die Vorrichtungen Abdrehprobenset und Grenzstreuschirm sollten wie die Streutabelle zur Grundausrüstung des Düngerstreuers gehören.

Abb. 9: Nur mit einer Abdrehprobe lässt sich die Streumenge vor Streubeginn zuverlässig in den Griff bekommen. Mindestens bei jedem Düngerwechsel sowie einmal jährlich empfiehlt sich die Durchführung der Abdrehprobe.

## Verwendung der Streutabelle



## Durchführung der Abdrehprobe

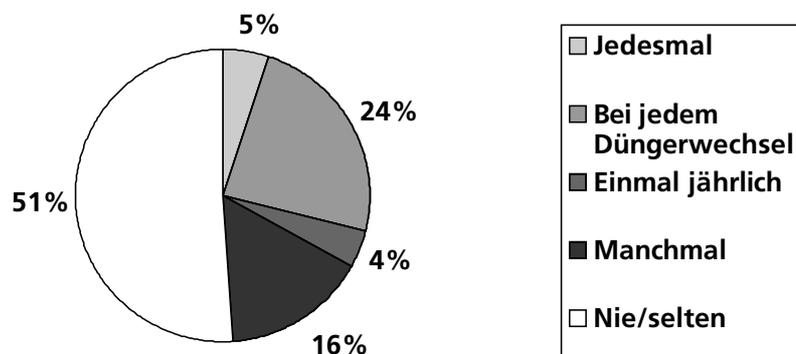


Abb. 8: Häufigkeit der Benützung der Streutabelle und der Abdrehvorrichtung zur Überprüfung der Streumenge. Ergebnis einer Praxisumfrage bei 139 Landwirten.



## Empfehlungen für die Bedienung eines Schleuderstreuers

1. Nur bekannte, wenn möglich gekörnte Dünger einsetzen, die in der Streutabelle aufgeführt sind. Keine Klumpen im Behälter.
2. Nur bei windstillem Wetter streuen.
3. Fahrgeschwindigkeit des Traktors kontrollieren (100 m/min = 6 km/h).
4. Abdrehprobe durchführen.
5. Waagrechter und seitenstarrer Anbau am Traktor.
6. Neigung und Anbauhöhe des Streuers nach Streutabelle einstellen.
7. Dosierschieber exakt nach Streutabelle einstellen.
8. Auslauföffnungen kontrollieren.
9. Gleichmässige Zapfwelldrehzahl und Fahrgeschwindigkeit einhalten.
10. Exakten Fahrspurabstand einhalten (Futterbau!)
11. Entlang von Feldrändern Grenzstreueinrichtung benutzen.
12. Streuscheiben, Wurfchaufeln und Rührfinger auf Funktionstüchtigkeit überprüfen.

## Fazit

Der DIAS-Test zeigt, dass die Technik der Zweischeibenstreuer einen hohen Stand erreicht hat. Trotz zunehmend grossen Arbeitsbreiten ist die Streugenauigkeit durchwegs gut bis sehr gut, sowohl beim normalen Flächenstreuen als auch bei der Spätdüngung. Ausführliche Betriebsanleitungen und Streutabellen garantieren eine gute Arbeitsqualität. Einrichtungen zur Durchführung einer Abdrehprobe gehören mittlerweile zum Standard und ermöglichen eine zuverlässige und einfache Überprüfung der Streumenge. Ein gewisser Handlungsbedarf besteht noch beim Grenzstreuen. Dieses befriedigt insofern nicht, als die erforderliche Einstellung entweder zu aufwendig oder die Streugenauigkeit mangelhaft ist.

Die in der Schweiz angebotenen Mineraldünger sind überwiegend gekörnte oder gepresste (kompaktierte) Dünger. Gepirllte Dünger, die von der Streuqualität eher als problematisch einzustufen sind, haben bei uns kaum mehr Bedeutung. Auch der Harnstoff wird im Gegensatz zum Ausland zur Hauptsache in gekörnter Form verkauft. Die ausgeglichenen physikalischen Eigenschaften garantieren gute Streuergebnisse, vorausgesetzt, man verwendet einen richtig eingestellten Streuer mit hoher Arbeitsqualität. Eine Praxisumfrage macht deutlich, dass die Wichtigkeit der Abdrehprobe für die Streumengenüberprüfung im Allgemeinen unterschätzt wird. Vorrichtungen für das Grenzstreuen werden recht häufig benutzt, wenn der Streuer entsprechend ausgerüstet ist.

## Literatur

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2000. Prüfberichte «Bodenbearbeitung, Bestellung, Düngung und Pflege», Sammelband 4a Düngerstreuer.

European Committee for Standardisation, 1996. European Standard CEN/TC 144/WG 3/AH 12 N-50-1 E. Full width distributors for solid fertilizer – Environmental preservation – Part 1: Requirements.

European Committee for Standardisation, 1996. European Standard CEN/TC 144/WG 3/AH 12 N-50-2 E. Full width distributors for solid fertilizer – Environmental preservation – Part 2: Test methods.

Frick R., 2001. Mineraldüngerstreuer – Ergebnisse der Praxisumfrage. Schweizer Landtechnik 6, 4-6. Distributeurs d'engrais minéraux – Résultats de l'enquête. Technique agricole 6, 20-22.

Persson K., Skovsgaard H., Bangsgaard J., 1999. Common European Test of fertilizer distributors – Single Test Reports. Danish Institute of Agricultural Sciences, Bygholm DK.

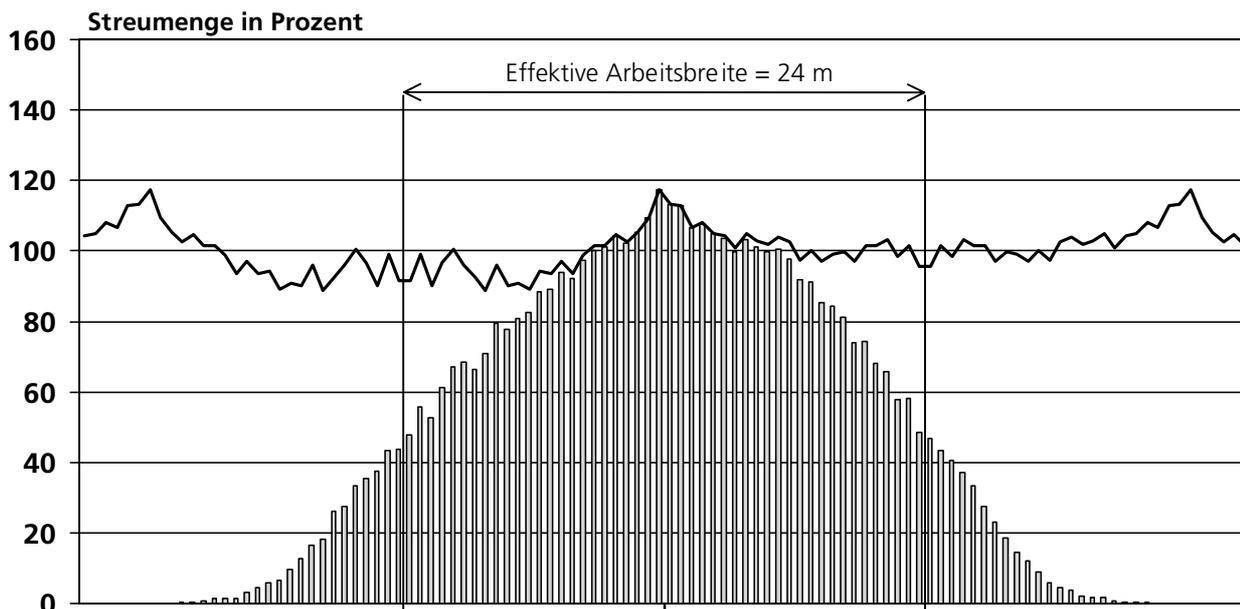


Abb. 10: Lagergetreide als Folge falscher Einstellung des Schleuderdüngerstreuers. Die Streutabelle und die Abdrehprobe können helfen, solche Fehler zu vermeiden.

## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Amazone ZA-M MAX**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

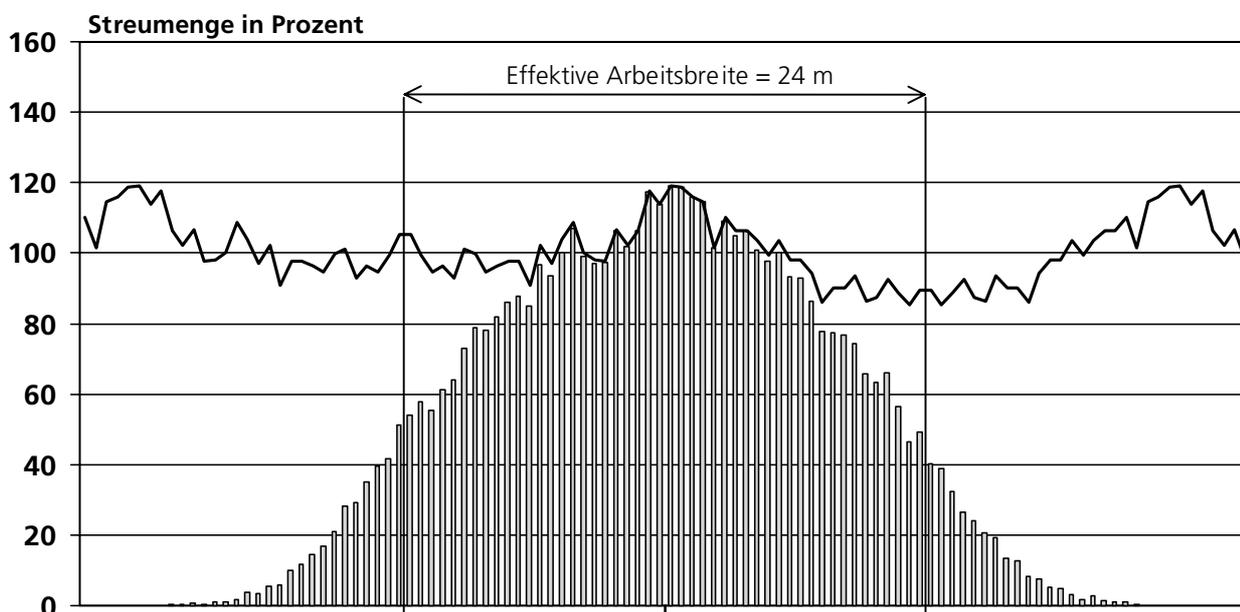
Streumenge: **302 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **6,3 %**  
 Verteilung links/rechts: **48,8 / 51,2 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Amazone ZA-M MAX**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

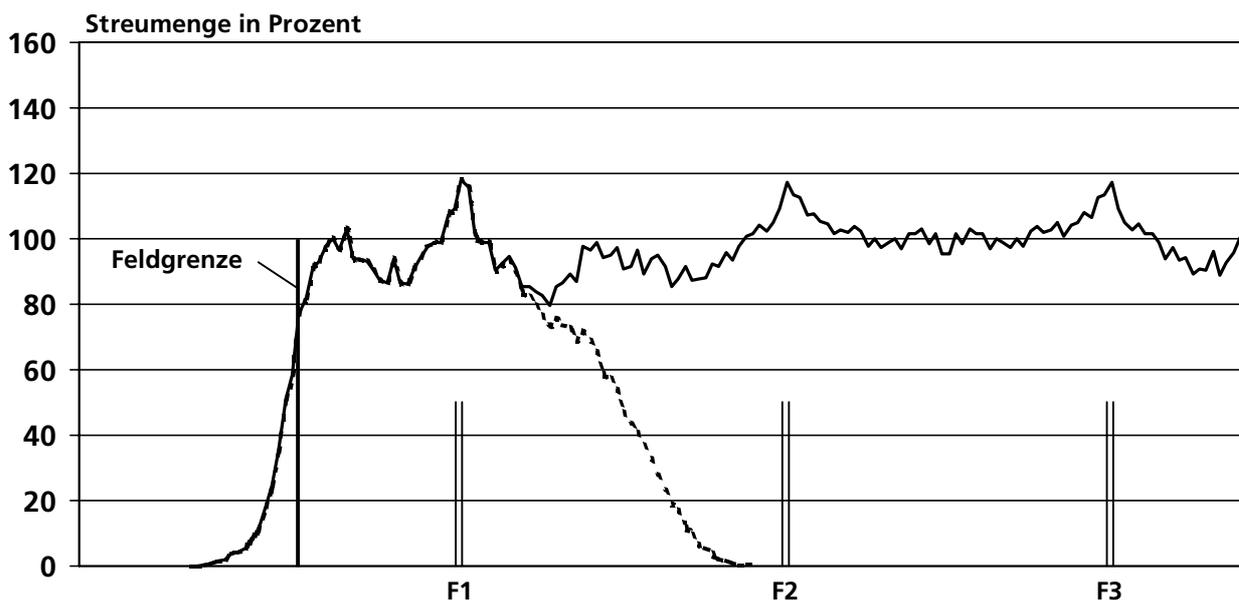
Streumenge: **170 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **8,9 %**  
 Verteilung links/rechts: **50,4 / 49,6 %**



### Grenzstreuen

Streuer: **Amazone ZA-M MAX**  
 Grenzstreuverfahren: **EO**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24%

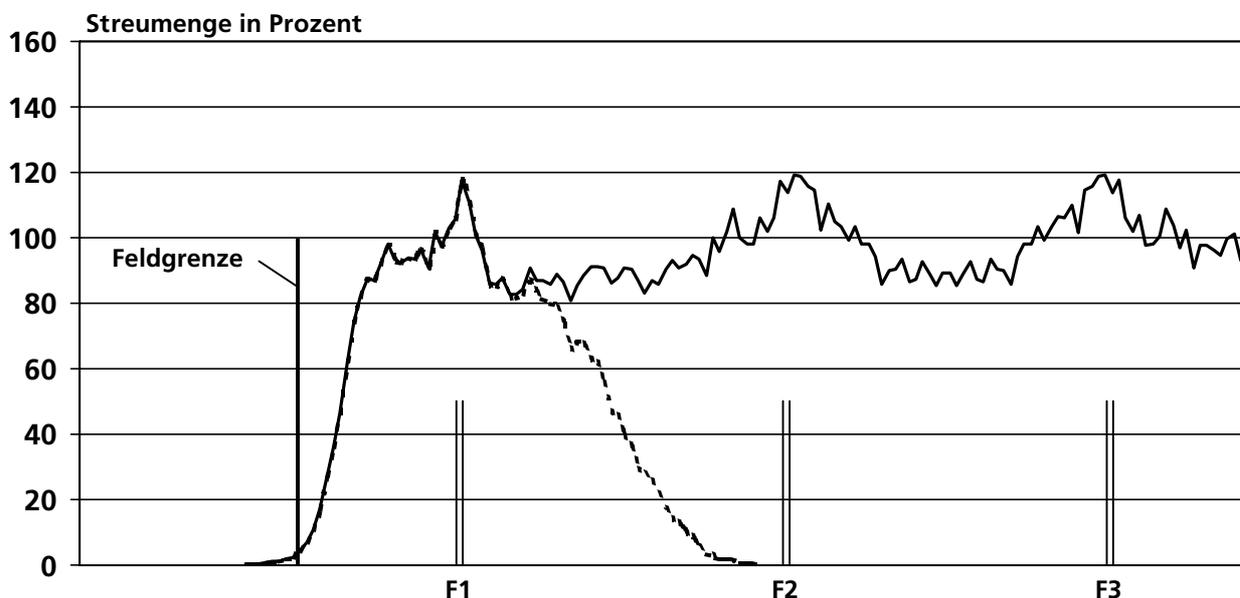
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **12 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **9,1 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **5 m**



### Grenzstreuen

Streuer: **Amazone ZA-M MAX**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

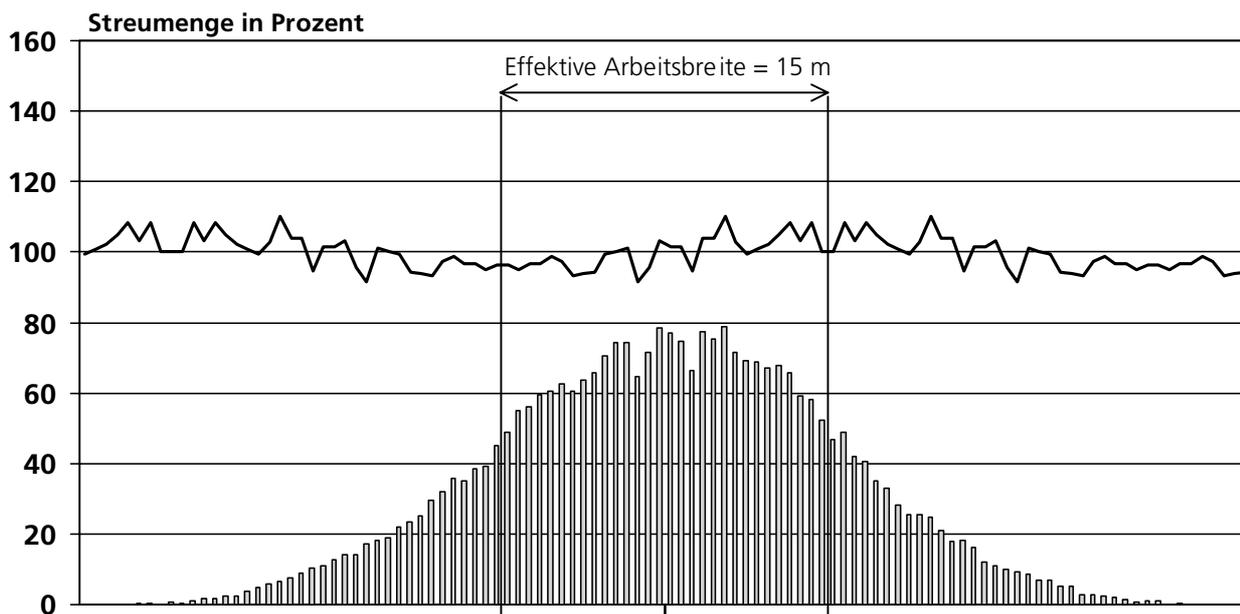
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **12 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **24,5 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **0,5 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Bögballe EX Trend**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

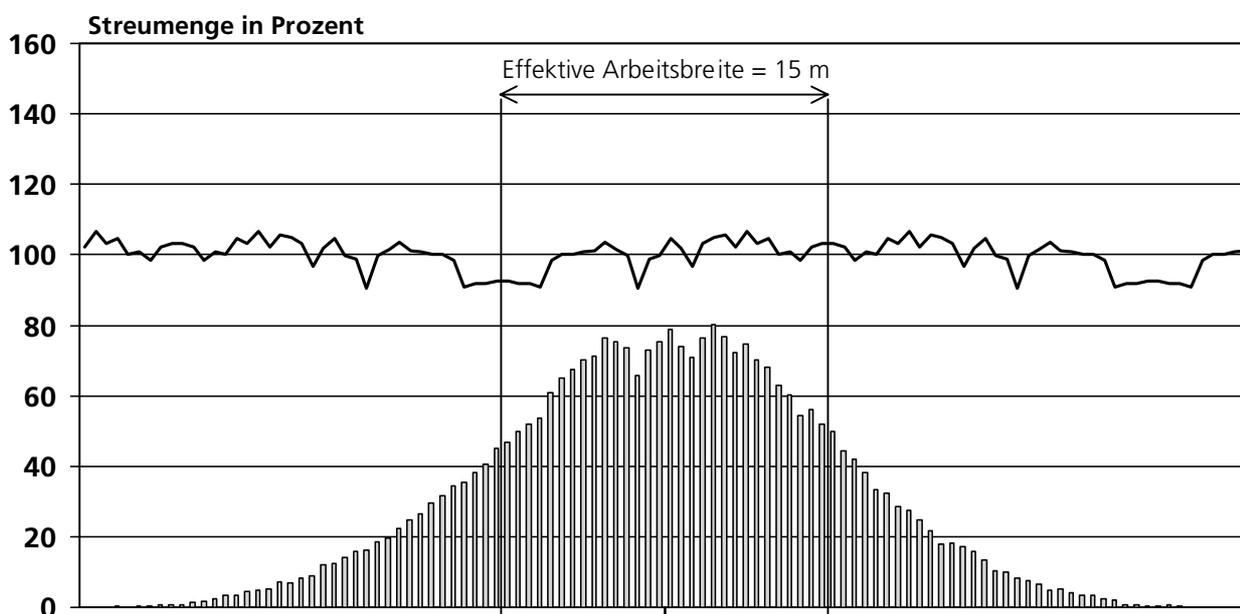
Streumenge: **299 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **4,7 %**  
 Verteilung links/rechts: **48,6 / 51,4 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Bögballe EX Trend**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **C**; NPK 21-3-10

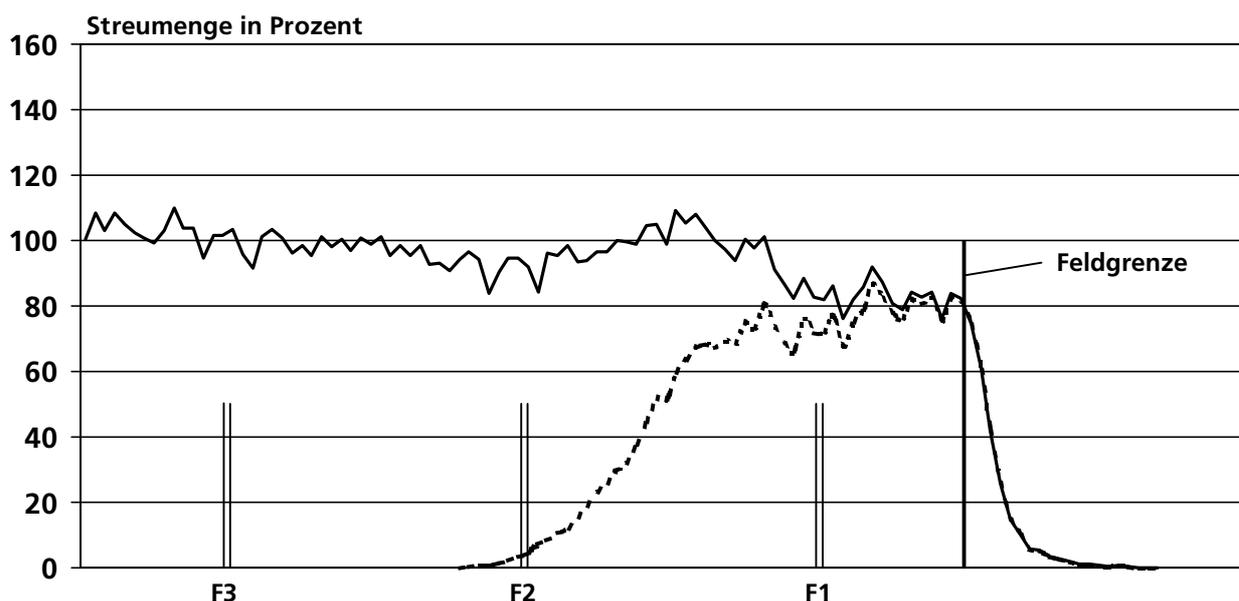
Streumenge: **352 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **4,5 %**  
 Verteilung links/rechts: **49,2 / 50,8 %**



## Grenzstreuen

Streuer: **Bögballe EX Trend**  
 Grenzstreuverfahren: **EO**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

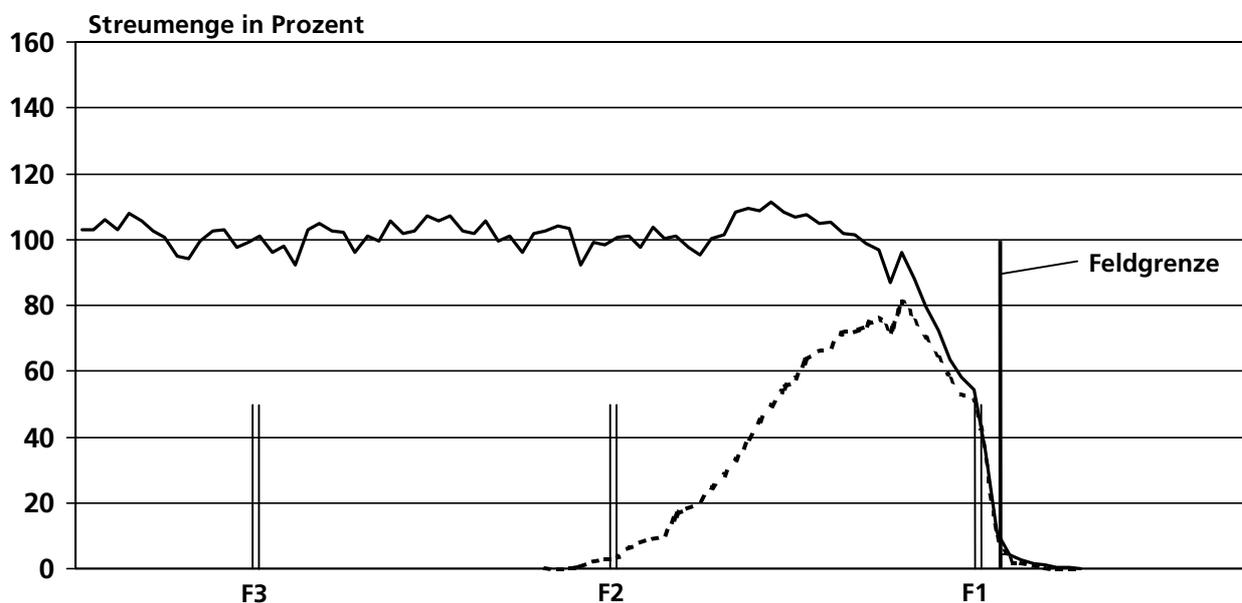
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **7,5 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **10,9 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **5,5 m**



## Grenzstreuen

Streuer: **Bögballe EX Trend**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

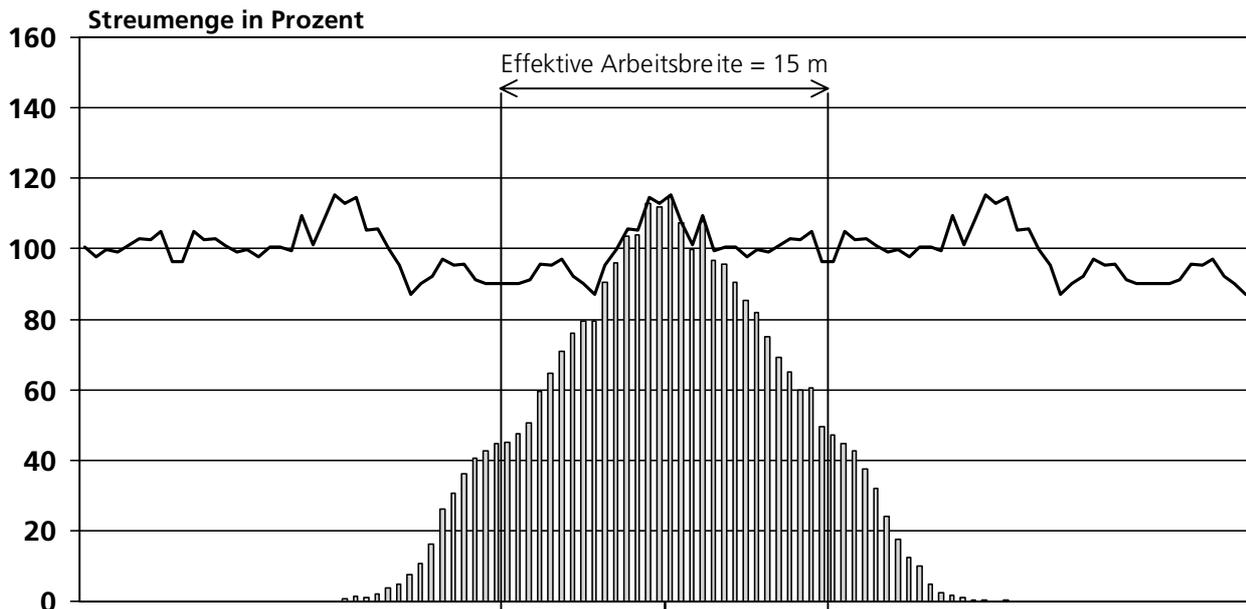
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **1 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **17,3 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **1 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Rauch MDS 932**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

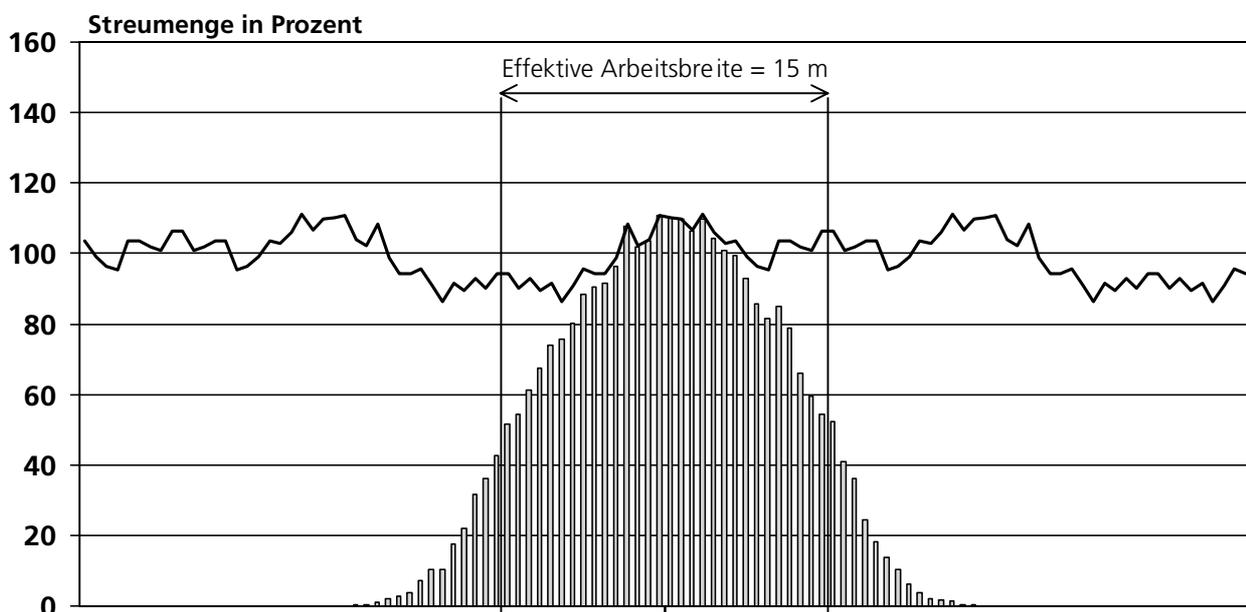
Streumenge: **302 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **7,3 %**  
 Verteilung links/rechts: **48,7 / 51,3 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Rauch MDS 932**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

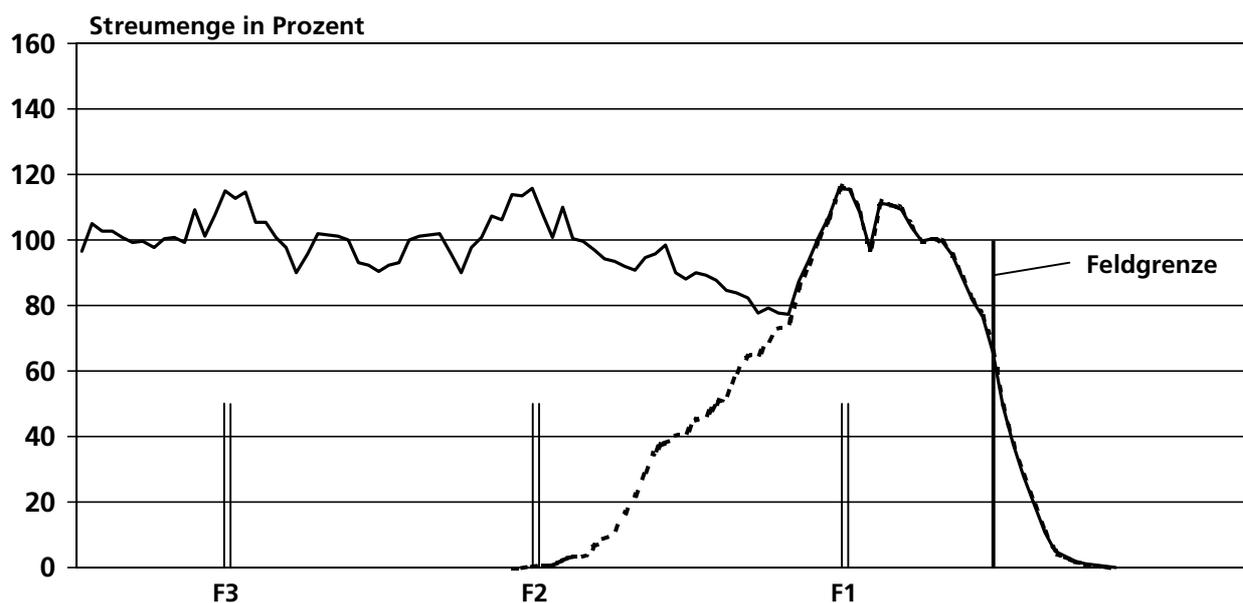
Streumenge: **167 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **7,1 %**  
 Verteilung links/rechts: **48,1 / 51,9 %**



## Grenzstreuen

Streuer: **Rauch MDS 932**  
 Grenzstreuverfahren: **EO**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

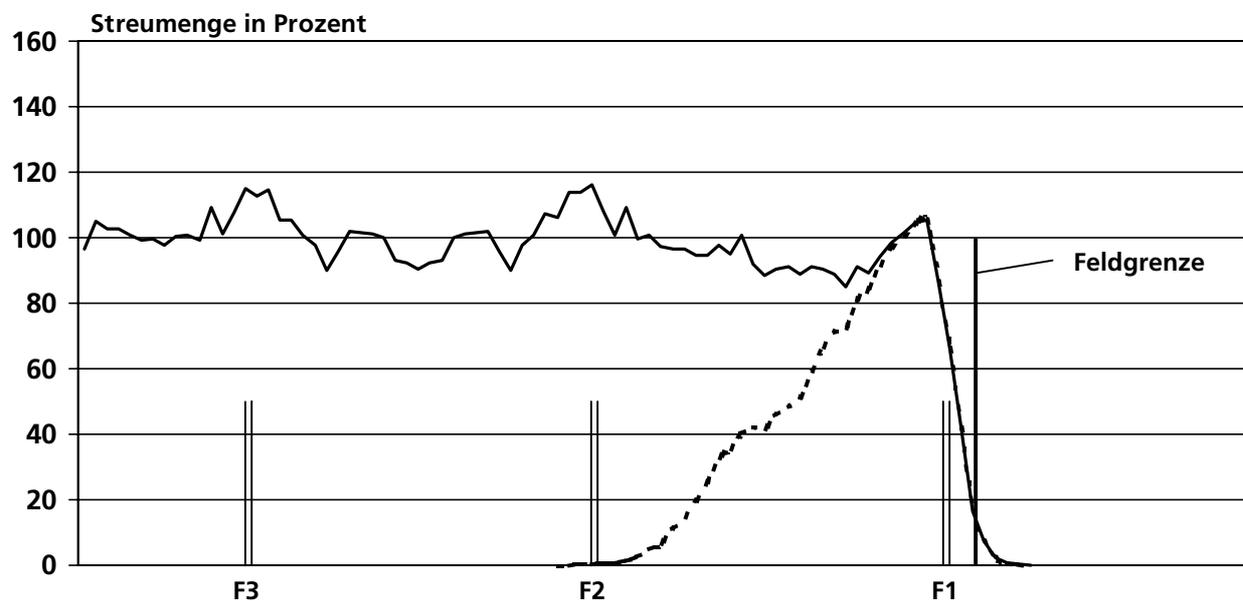
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **7,5 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **10,8 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **3,5 m**



## Grenzstreuen

Streuer: **Rauch MDS 932**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **15 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24 %**

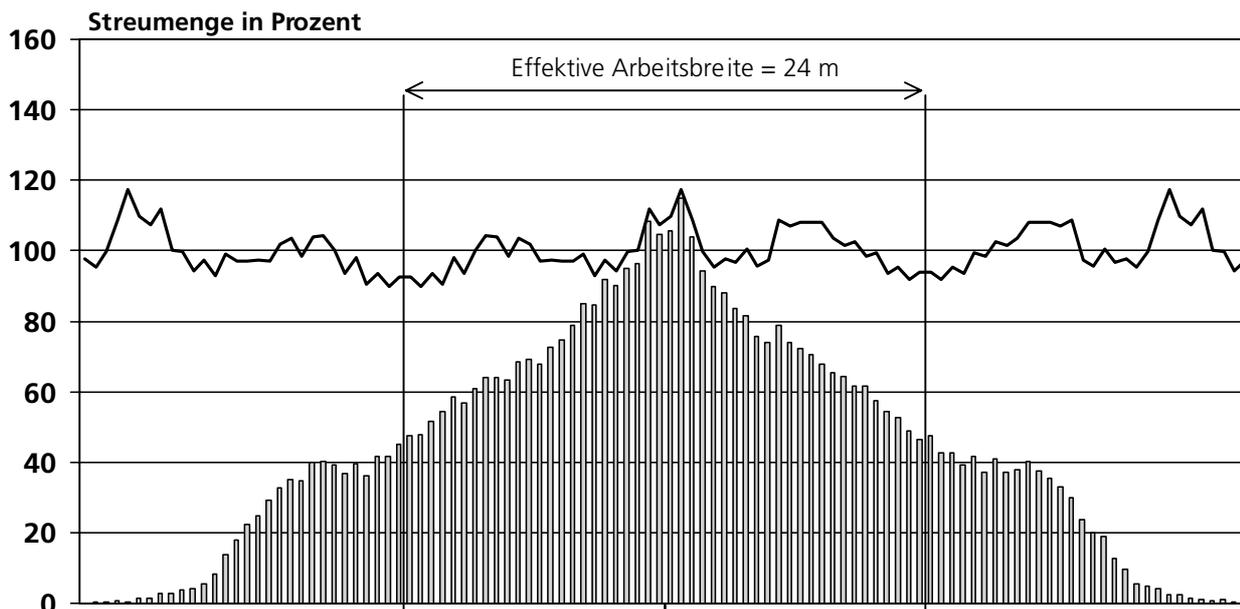
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **1,5 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **26,1 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **1 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Rauch AXERA-H**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

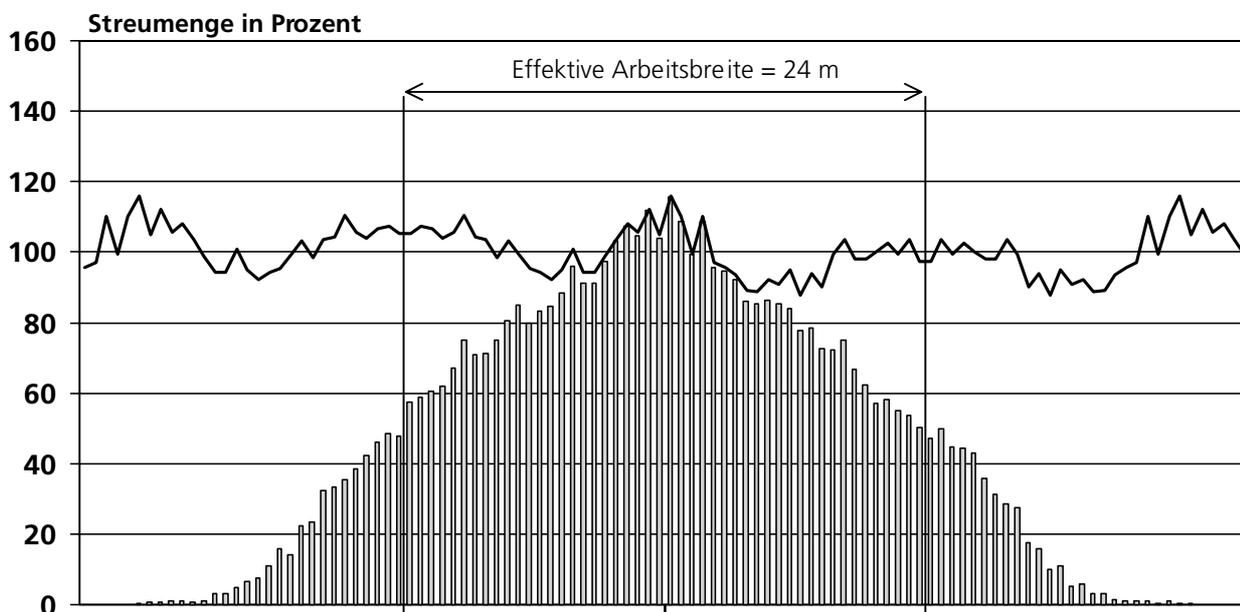
Streuemenge: **321 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **6,1 %**  
 Verteilung links/rechts: **49,2 / 50,8 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Rauch AXERA-H**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

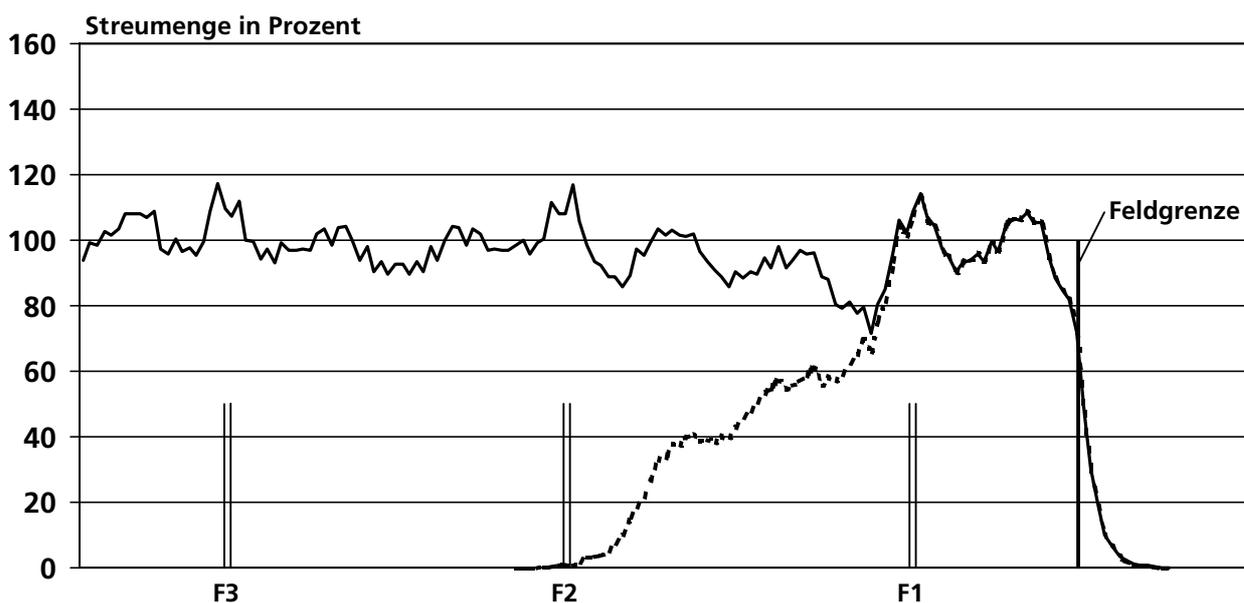
Streuemenge: **169 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **6,7 %**  
 Verteilung links/rechts: **51,0 / 49,0 %**



## Grenzstreuen

Streuer: **Rauch AXERA-H**  
 Grenzstreuverfahren: **EO**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

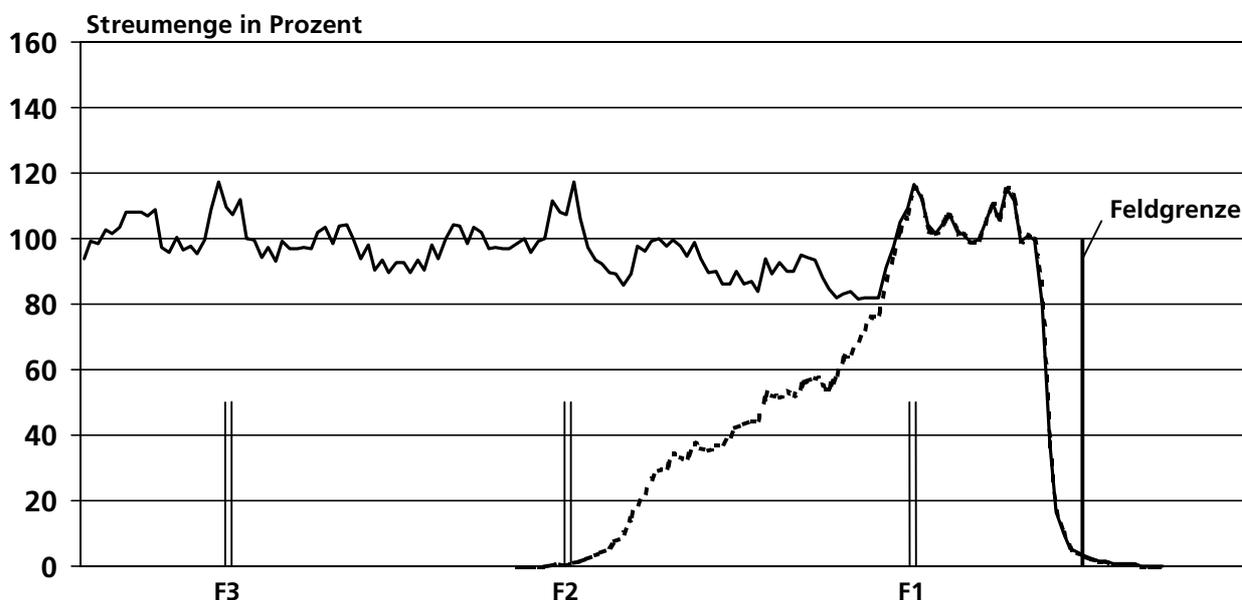
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **12 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **8,8 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **3,5 m**



## Grenzstreuen

Streuer: **Rauch AXERA-H**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **24 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

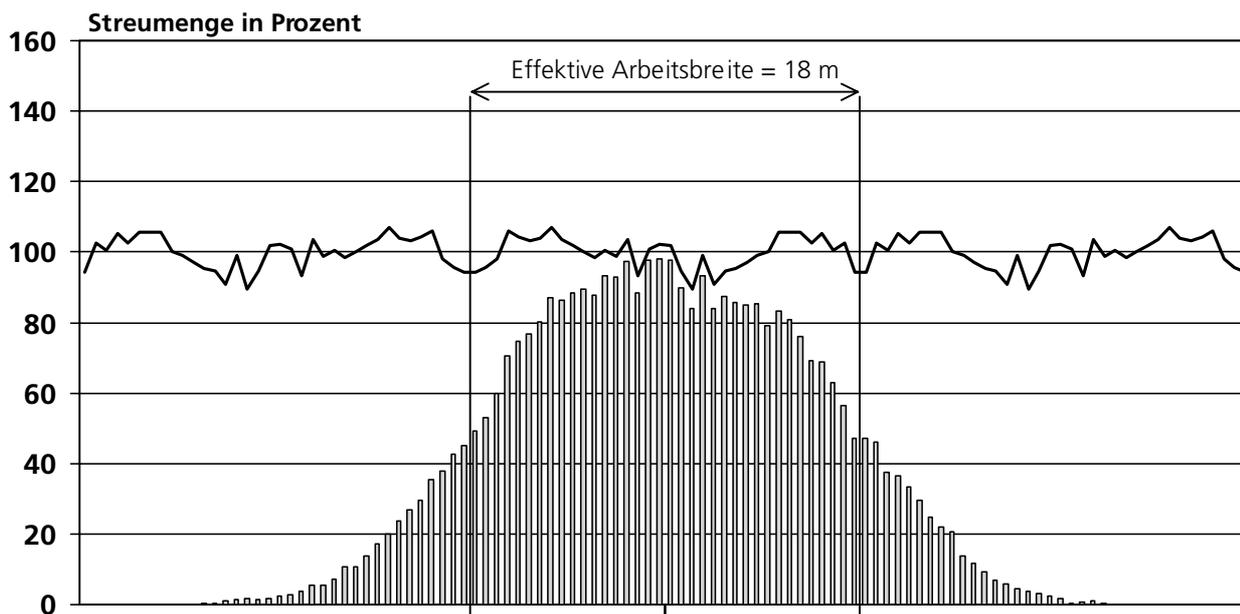
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **12 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **21,5 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **1 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Sulky DPX Prima**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

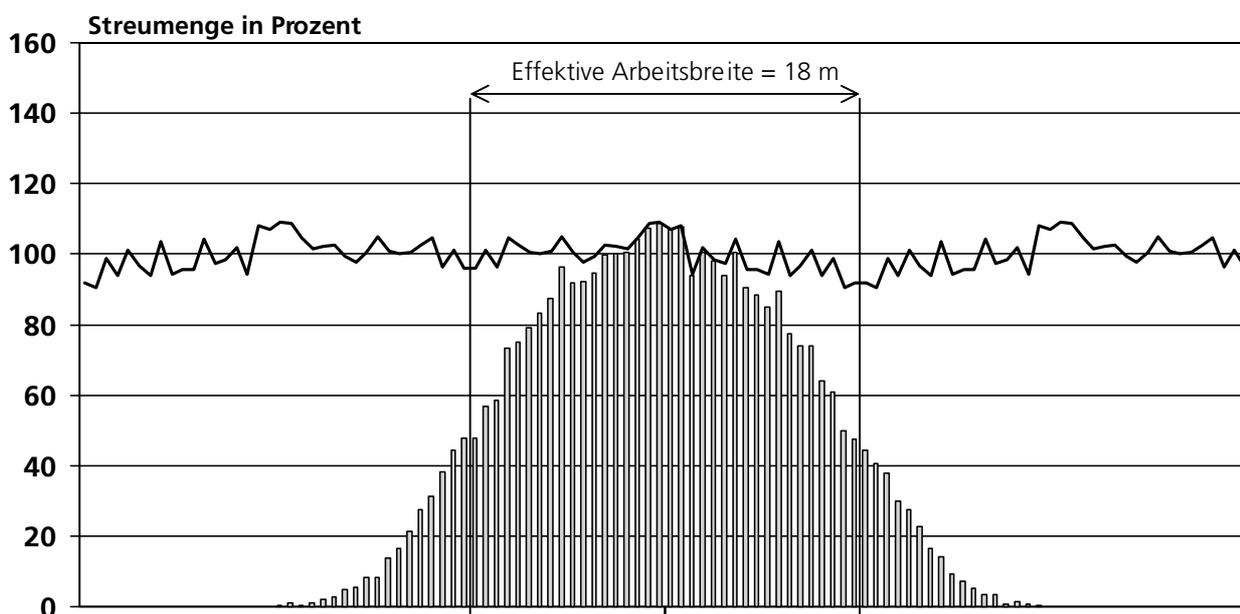
Streumenge: **299 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **4,5 %**  
 Verteilung links/rechts: **50,5 / 49,5 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Sulky DPX Prima**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

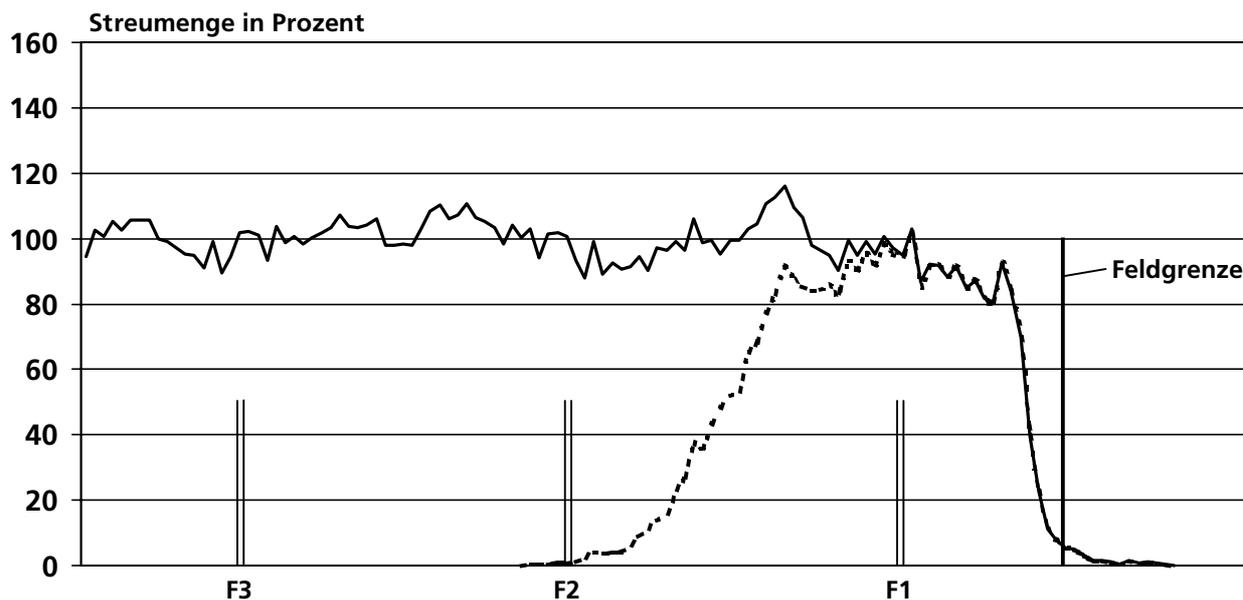
Streumenge: **168 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **4,7 %**  
 Verteilung links/rechts: **50,9 / 49,1 %**



### Grenzstreuen

Streuer: **Sulky DPX Prima**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

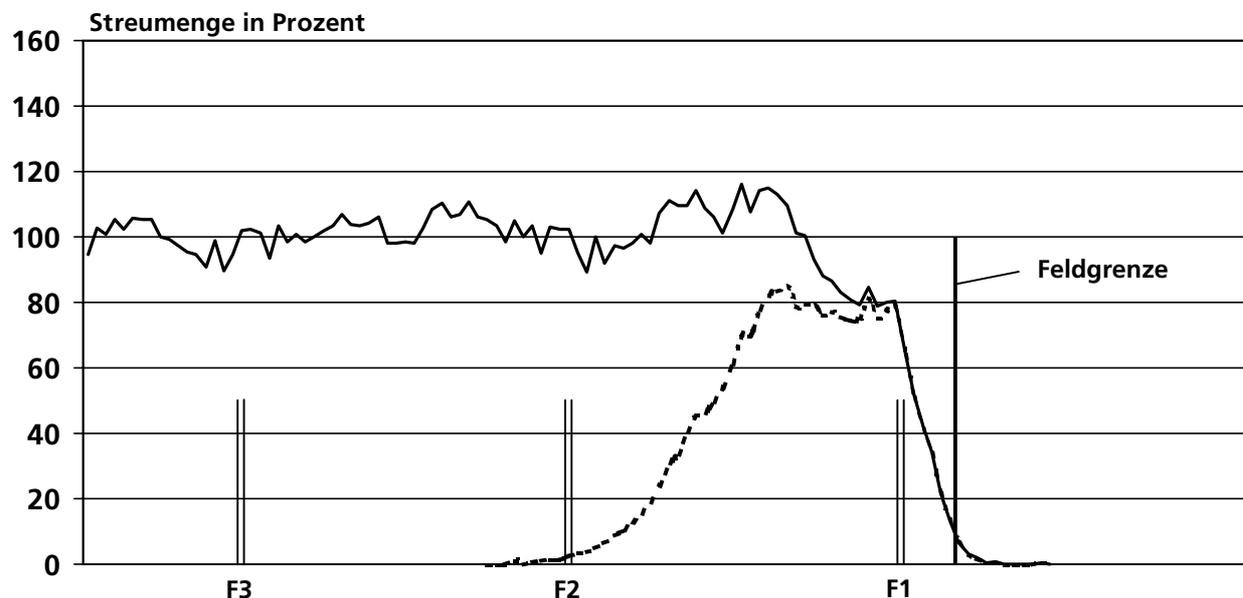
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **9 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **20,8 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **1,5 m**



### Grenzstreuen

Streuer: **Sulky DPX Prima**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24%**

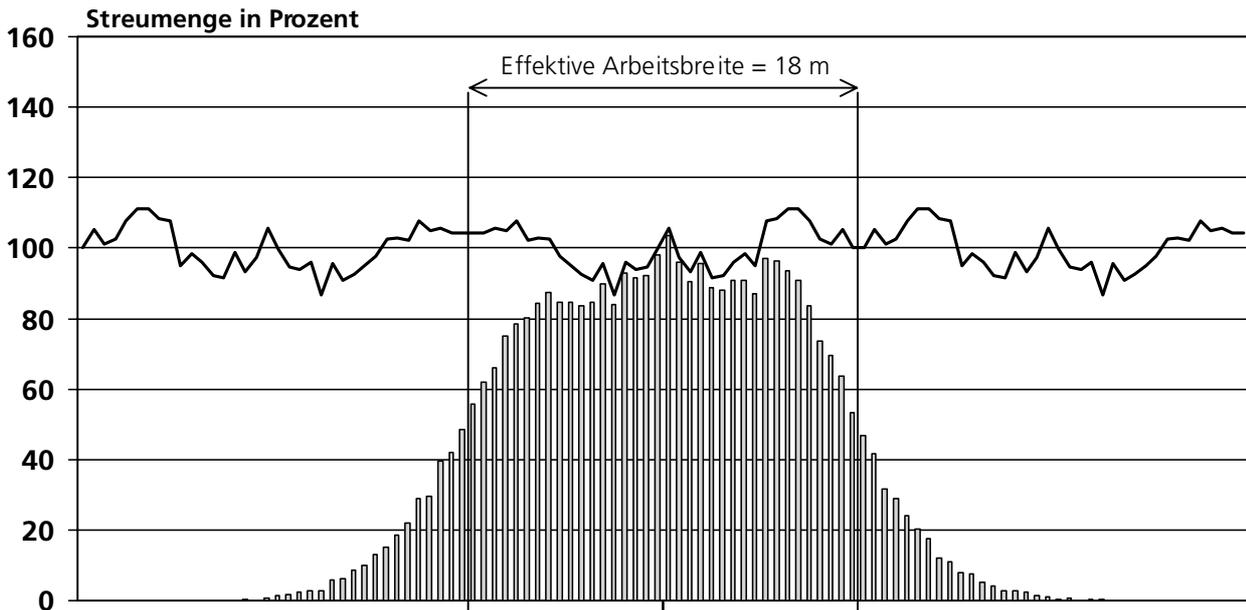
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **3 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **22,6 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **1 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Vicon Rota Flow RS-M**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

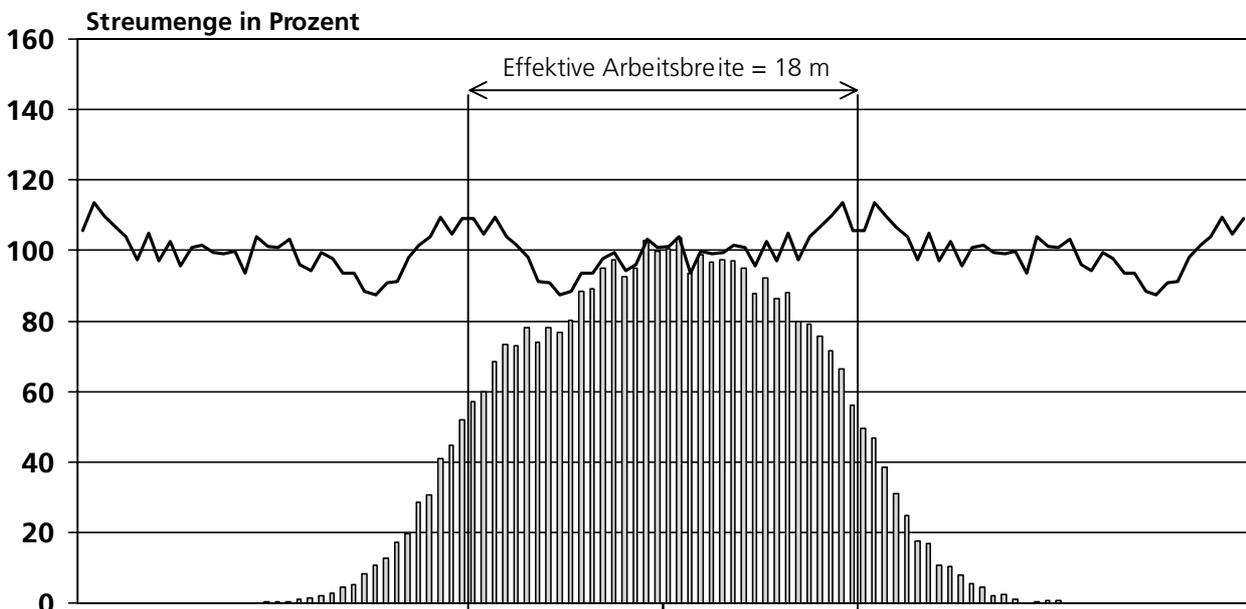
Streumenge: **309 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **6,2 %**  
 Verteilung links/rechts: **49,4 / 50,6 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Vicon Rota Flow RS-M**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **B**; Harnstoff gekörnt 46 %

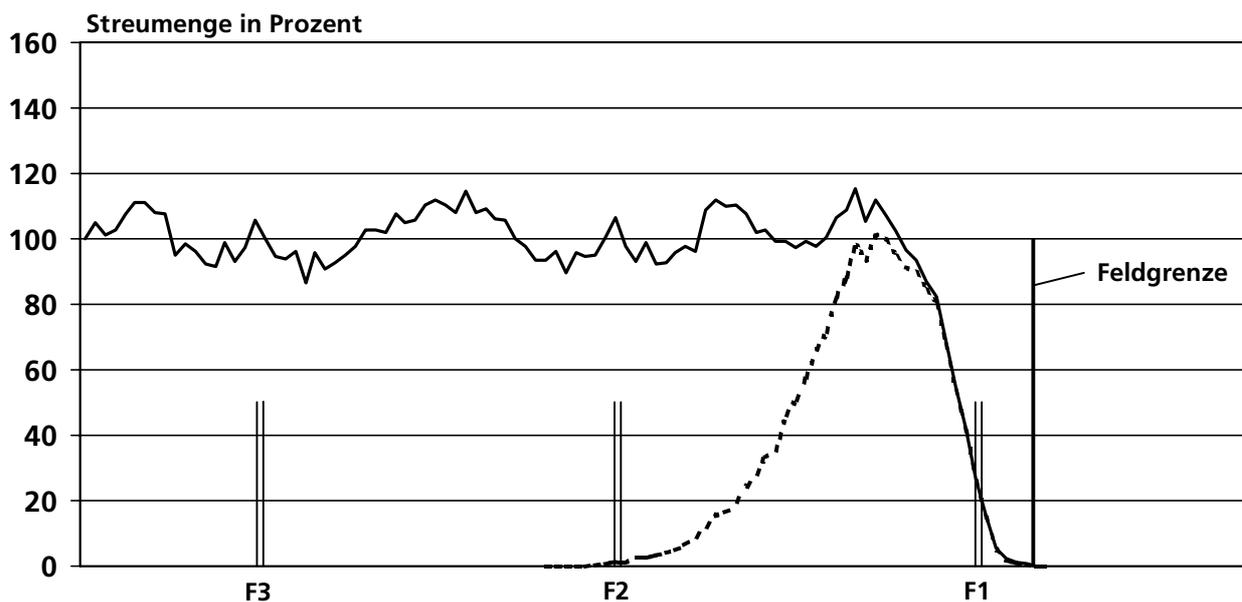
Streumenge: **169 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **6,1 %**  
 Verteilung links/rechts: **49,0 / 51,0 %**



### Grenzstreuen

Streuer: **Vicon RotaFlow RS-M**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **A; Ammonsalpeter 24 %**

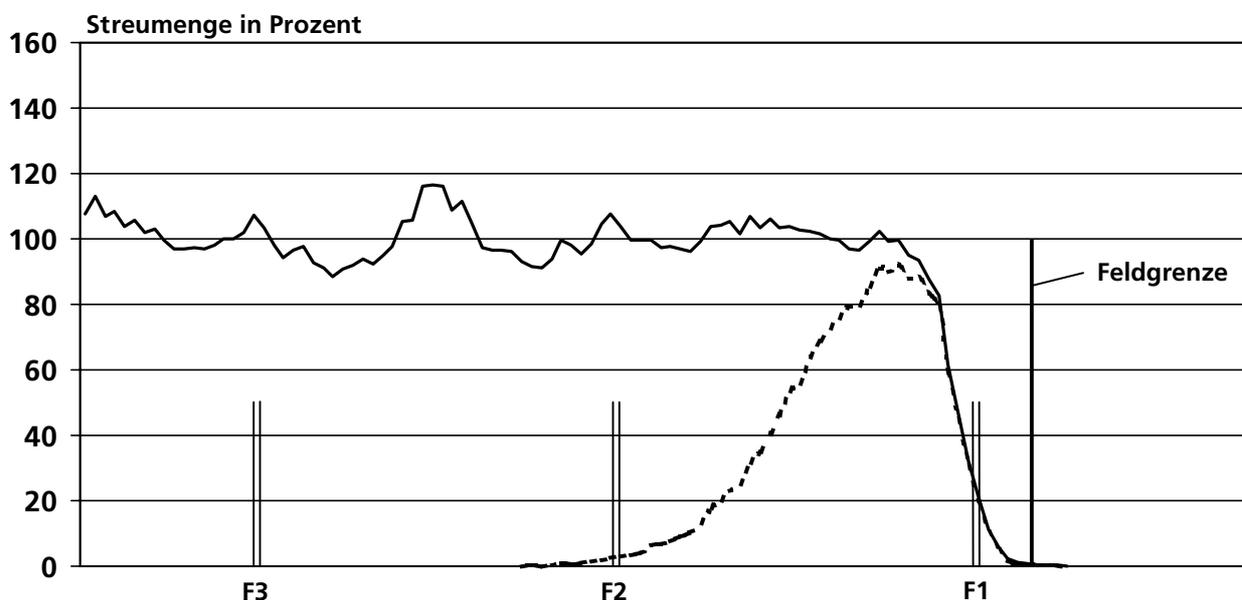
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **3 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **31,4 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **0 m**



### Grenzstreuen

Streuer: **Vicon RotaFlow RS-M**  
 Grenzstreuverfahren: **UO**  
 Arbeitsbreite: **18 m**  
 Düngerkategorie: **C; NPK 21 -3-10**

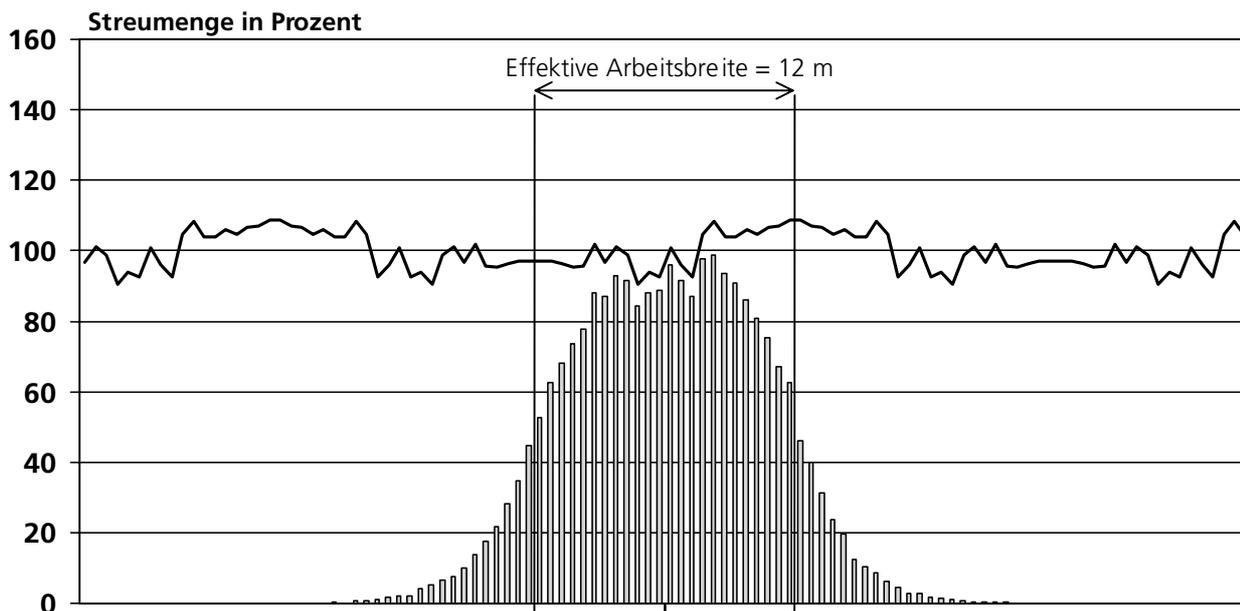
Abstand 1. Fahrgasse zur Grenze: **3 m**  
 Variationskoeffizient von Grenze  
 bis Mitte 1./2. Normalstreubild: **30,7 %**  
 Streuweite ausserhalb der Grenze: **0 m**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Vicon Rota Flow RS-C**  
 Arbeitsbreite: **12 m**  
 Düngerkategorie: **A**; Ammonsalpeter 24 %

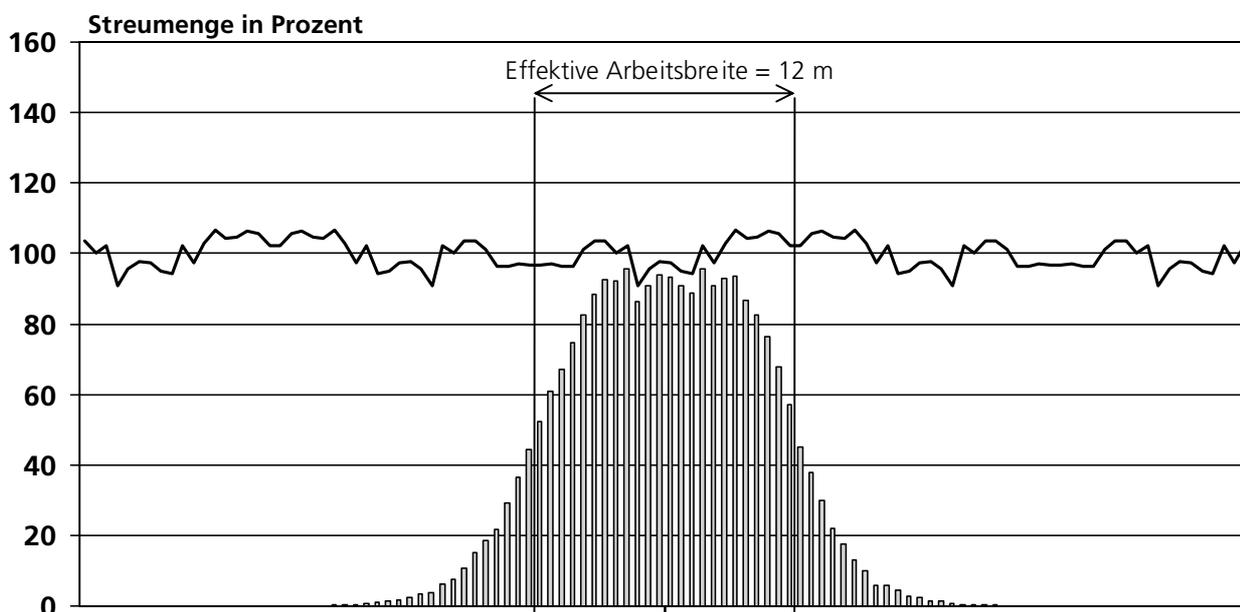
Streumenge: **316 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **5,5 %**  
 Verteilung links/rechts: **48,3 / 51,7 %**



## Normales Flächenstreuen

Streuer: **Vicon Rota Flow RS-C**  
 Arbeitsbreite: **12 m**  
 Düngerkategorie: **C**; NPK 21-3-10

Streumenge: **366 kg/ha**  
 Variationskoeffizient: **4,4 %**  
 Verteilung links/rechts: **49,3 / 50,7 %**





Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT Tänikon, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90). E-Mail: [doku@fat.admin.ch](mailto:doku@fat.admin.ch), Internet: <http://www.fat.ch>

- ZH** Merk Konrad, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60  
Blum Walter, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60  
Kramer Eugen, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,  
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45  
Hügi Kurt, Inforama Seeland,  
3232 Ins, Telefon 032 312 91 11  
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,  
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10  
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,  
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,  
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00  
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,  
6210 Sursee, Telefon 041 925 74 74  
Marti Pius, LBBZ Schüpfheim,  
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00  
Widmer Norbert, LMS,  
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,  
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,  
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,  
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16  
Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4,  
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
- NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2,  
6371 Stans, Telefon 041 618 40 07
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,  
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Gut Willy, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50  
Furrer Jules, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
- FR** Krebs Hans, Landw. Institut Freiburg (IAG),  
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,  
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,  
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
- SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,  
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Koller Lorenz, Gaiserstrasse 8,  
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,  
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Lehmann Ueli, Landw. Schule Rheinhof,  
9465 Salez, Telefon 081 758 13 19  
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,  
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,  
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,  
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle  
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,  
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,  
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.  
E-Mail: [doku@fat.admin.ch](mailto:doku@fat.admin.ch) – Internet: <http://www.fat.ch> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.