

# Bodenkultur und Düngung – Organische Dünger

AT3 - Wintersemester 2025/26

Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

07.01.2026

# Inhaltsverzeichnis

- 1. Anforderungen an die Düngung**
- 2. Eigenschaften Mineraldünger**
- 3. Systeme der Mineraldüngerausbringung**
- 4. Zentrifugalstreuer-Zweischeibenstreuer**
- 5. Einstellen des Zentrifugalstreuers**
- 6. Streuen an der Feldgrenze**
- 7. Precision Farming**
- 8. Pneumatikstreuer**
- 9. Injektionsdüngung (Cultan)**
- 10. Unterfußdüngung**
- 11. Platzierte Düngung**

# 1. Anforderungen an die Düngung

# 4 R Nährstoffmanagement



## Right Source

- nur Dünger mit bekannten Inhaltsstoffen verwenden
- Stickstoffquelle an Zeitpunkt anpassen
- Düngemittel an den Pflanzenbedarf anpassen – insb. Mikronährstoffe



## Right Time

- Nährstoffe zum Pflanzenbedarf zur Verfügung stellen
- Keine Applikation auf nicht aufnahmefähige Böden



## Right Rate

- Menge aller ausgebrachten Nährstoffe an den Pflanzenbedarf anpassen
- Boden- und Pflanzenanalysen
- teilflächenspezifische Ausbringung



## Right Place

- Streuereinstellung, Grenz-, Keilstreuen, Fahrgassen
- Verwenden von Zonenkarten
- Einarbeitung, bzw. Injektion von Düngemitteln nach Möglichkeit / Bedarf

# Applikationsqualität



# Streufehler und deren Folgen



- Bis 25 % Überdüngung  $\Rightarrow$  optisch nicht wahrnehmbar!
- 25-30% Überdüngung  $\Rightarrow$  leichte Verfärbung
- 45-50% Überdüngung  $\Rightarrow$  Lagergetreide

# Düngegesetz

Düngemittelverordnung	Düngeverordnung	Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung
<ul style="list-style-type: none"><li>– Schutz des Anwenders (=Käufer)</li><li>– Ordnung des Marktes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Einzelvorschriften zum sachgerechten Düngereinsatz</li><li>– Schutz der Umwelt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Vorschriften für die Untersuchung von Düngemitteln im Rahmen der amtlichen Überwachung</li></ul>

Quelle: Vorlesungsskript Prof. Dr. Bernhard Göbel

# DIN EN 13739

EU- Norm für Ausleger- und Wurf-Mineraldüngerstreuer-Umweltschutz  
(Mai 2012)

## DIN EN 13739 Teil 1: Anforderungen

- Begriffsdefinitionen
- Aufbau, Behältervolumen, Bedienung
- Einstellung und Regelung der Durchflussmenge
- Gleichmäßigkeit Durchfluss- bzw. Ausbringmenge:

< 25kg/min <10%



25-150kg/min<1,5%

> 150kg/min<5%

- Feldstreuen, Querverteilung, Variationskoeffizient < 15%
- Grenzstreuen Menge über „Grenze“< 3 Promille

**Dosieren**

**Verteilen**

# Bedeutung der Düngerausbringung

- Kostenstruktur der Mineraldüngerausbringung:
  - Düngemittel → die teuersten Betriebsmittel
  - 90% entfallen bei der Düngung auf die „eigentlichen“ Dünger
  - 10% werden als Maschinenkosten sowie Verfahrenskosten deklariert
  - Punkt gerichtete Düngerausbringung spart nachhaltig bares Geld
- Düngung bestimmt zielgerichtet den pflanzenbaulichen Erfolg, die Höhe der Umweltbelastungen sowie am Ende den Unternehmergewinn

# Düngersorten

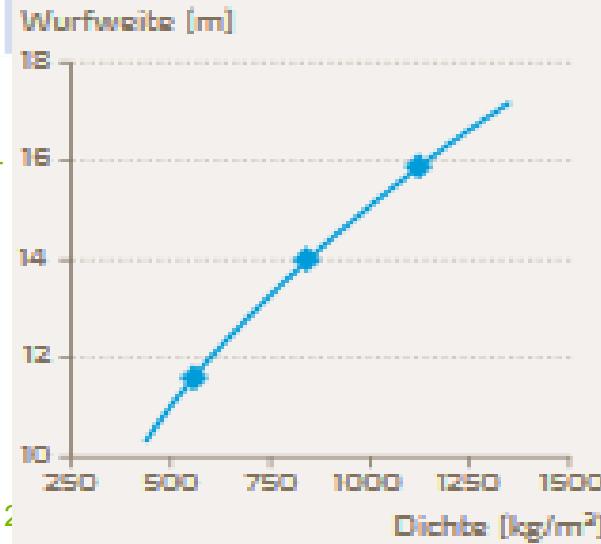
Einzelnährstoffdünger	Mehrnährstoffdünger	Stabilisierte N-Dünger	Düngermischungen
KAS 27%N Harnstoff 46%N Triplesuperphosphat 46%P	Sämtliche N-P-K Dünger z.B. 13/13/21 13%N; 13%P; 21%K	Alzon 46 Entec 26  Nitrifikationshemmer	Sämtliche Düngermischungen beim Vorhandensein eines Mischautomaten

Quelle: Baywa AG

# Eigenschaften der Mineraldünger

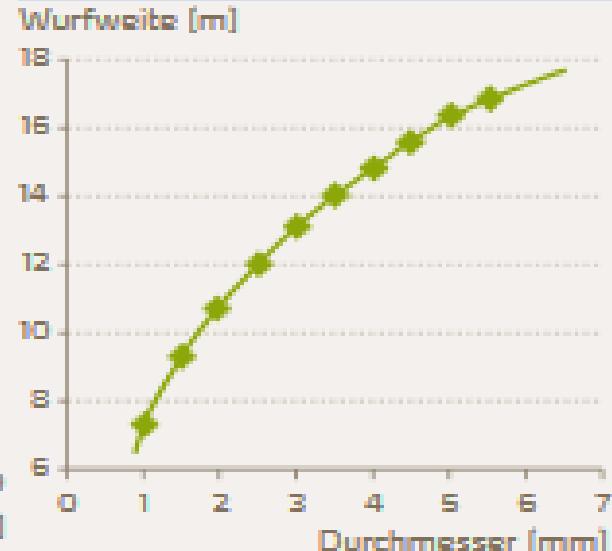
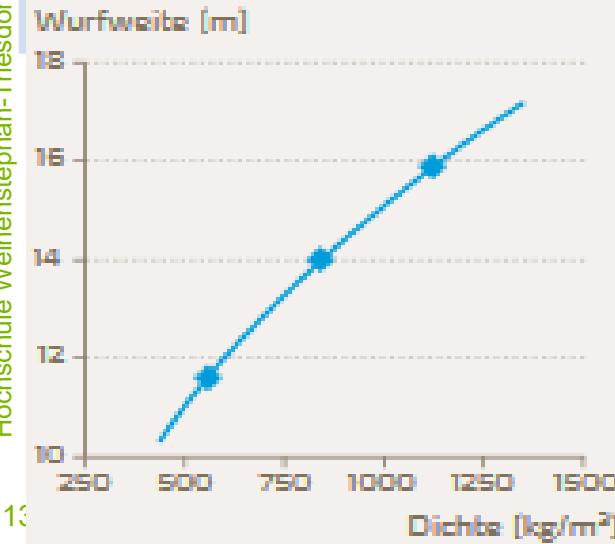
## Dichte

Bei gleichem Durchmesser werden dichtere Partikel über eine größere Strecke geschleudert.

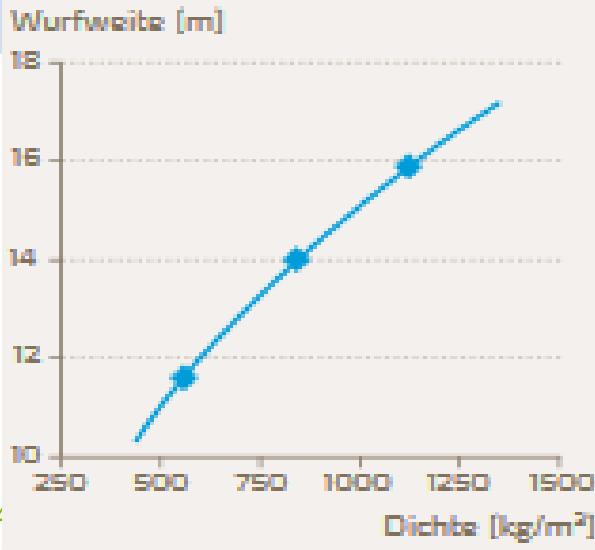
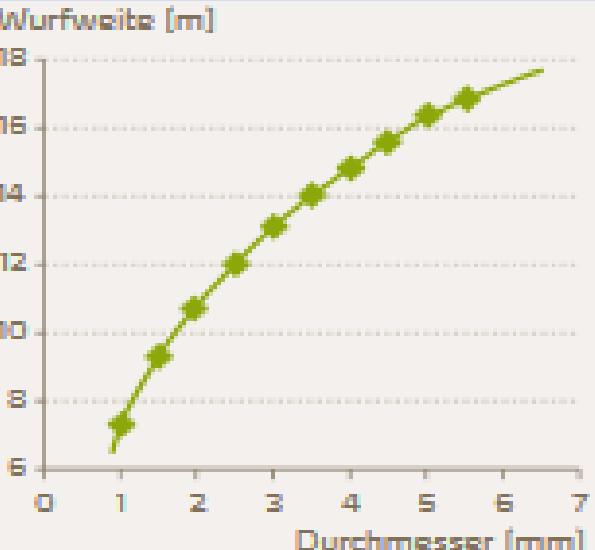
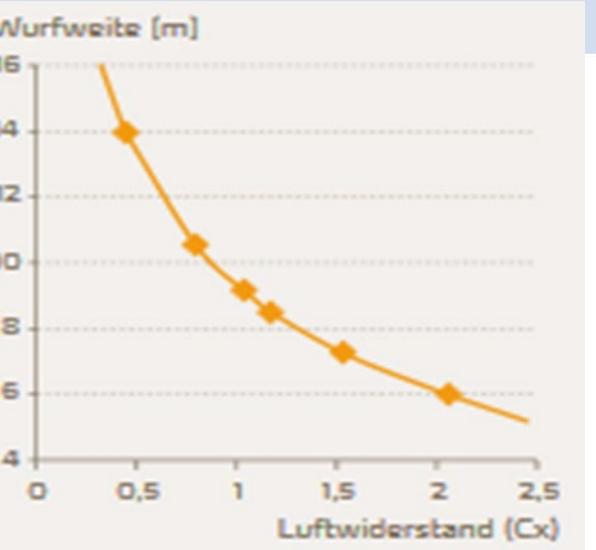


# Eigenschaften der Mineraldünger

Dichte	Größe
Bei gleichem Durchmesser werden dichtere Partikel über eine größere Strecke geschleudert.	Die Größenverteilung (Korngrößenspektrum) gibt die Variationen des Durchmessers zwischen den kleinsten und größten Körnern an.



# Eigenschaften der Mineraldünger

Dichte	Größe	Form
Bei gleichem Durchmesser werden dichtere Partikel über eine größere Strecke geschleudert.	Die Größenverteilung (Korngrößenspektrum) gibt die Variationen des Durchmessers zwischen den kleinsten und größten Körnern an.	Je runder und glatter die Körner sind, desto besser sind Aerodynamik und Streuverlauf.
 <p>Wurfweite [m]</p> <p>Dichte [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]</p>	 <p>Wurfweite [m]</p> <p>Durchmesser [mm]</p>	 <p>Wurfweite [m]</p> <p>Luftwiderstand (<math>C_x</math>)</p>

# Eigenschaften der Mineraldünger

## Härte

Je härter die Düngerkörner,  
desto geringer ist die  
Wahrscheinlichkeit, dass sie bei  
der Handhabung und beim  
Zusammenstoß mit den  
Streuscheiben zerbrechen.  
→ Zerbrochene Granulate  
erzeugen ein  
unvorhersehbares Streubild



# Eigenschaften der Mineraldünger

Härte	Fließfähigkeit
<p>Je härter die Düngerkörner, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei der Handhabung und beim Zusammenstoß mit den Streuscheiben zerbrechen.</p> <p>→ Zerbrochene Granulate erzeugen ein unvorhersehbares Streubild</p>	<p>Die Fließfähigkeit gibt an, wie leicht die Granulate sich unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegen, zum Beispiel aus dem Behälter des Streuers zu den Scheiben.</p> <p>→ Standartwerte liegen im Bereich von 4 bis 8kg pro Minute</p>



# Eigenschaften der Mineraldünger

Härte	Fließfähigkeit	Staubgehalt
Je härter die Düngerkörner, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei der Handhabung und beim Zusammenstoß mit den Streuscheiben zerbrechen. → Zerbrochene Granulate erzeugen ein unvorhersehbares Streubild	Die Fließfähigkeit gibt an, wie leicht die Granulate sich unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegen, zum Beispiel aus dem Behälter des Streuers zu den Scheiben. → Standartwerte liegen im Bereich von 4 bis 8kg pro Minute	Düngemittelstaub beeinträchtigt die Streubarkeit, erhöht die Umweltbelastung und verschlechtert die Arbeitsbedingungen in Schüttgutlagern. → Staub führt zur Überdüngung in der Fahrspur



# Eigenschaften der Mineraldünger

## Klumpenbildung

Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, Temperatur und fortgesetzten chemischen Reaktionen während der Handhabung und Lagerung können die Düngerkörner zusammenkleben

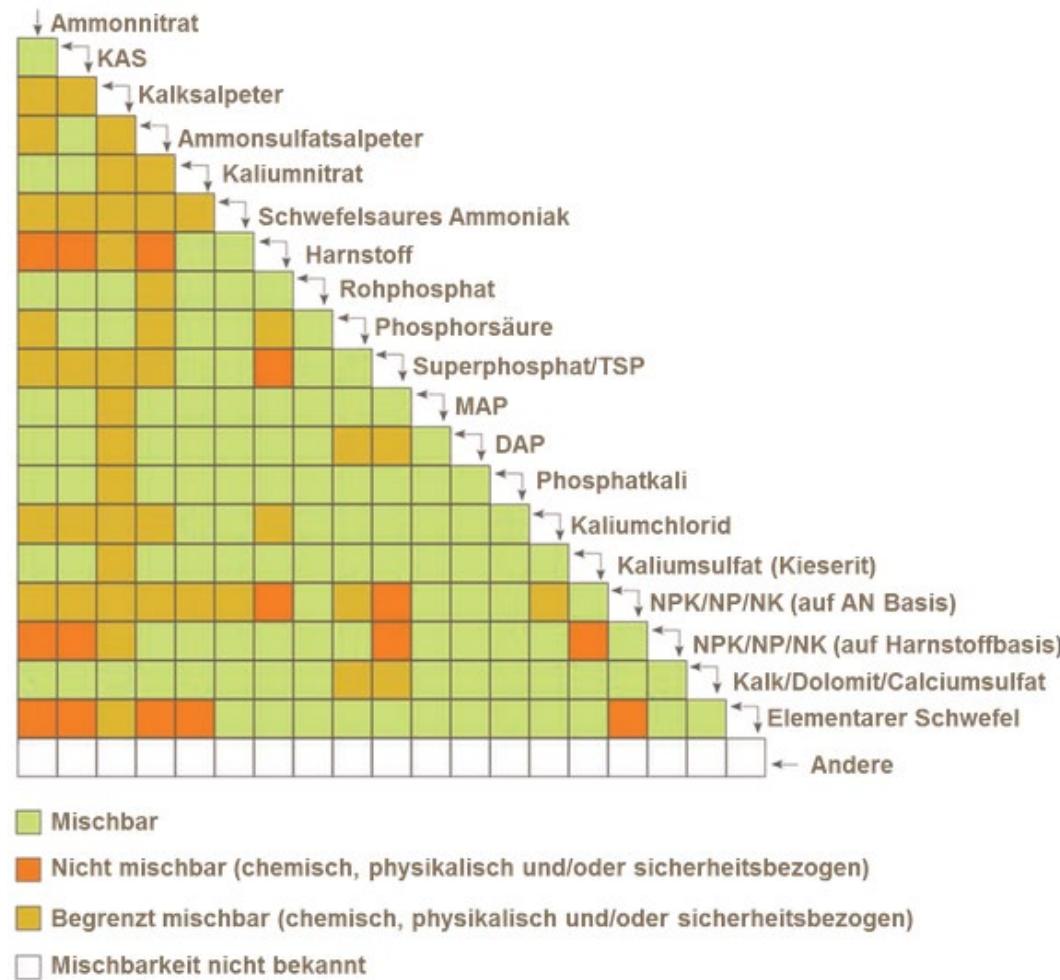


# Eigenschaften der Mineraldünger

Klumpenbildung	Zusammensetzung
<p>Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, Temperatur und fortgesetzten chemischen Reaktionen während der Handhabung und Lagerung können die Düngerkörper zusammenkleben</p> 	<p>Düngermischungen haben die Tendenz, sich bei der Lagerung und im Behälter des Streuers zu entmischen. (Unterschiedliche Korngrößen, sowie Beschaffenheit) → Kein präzises gleichmäßiges Streuen mit Mischungen</p>

# Eigenschaften der Mineraldünger

Klumpenbildung	Zusammensetzung	Abriebstabilität
<p>Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, Temperatur und fortgesetzten chemischen Reaktionen während der Handhabung und Lagerung können die Düngerkörner zusammenkleben</p> 	<p>Düngermischungen haben die Tendenz, sich bei der Lagerung und im Behälter des Streuers zu entmischen. (Unterschiedliche Korngrößen, sowie Beschaffenheit) → Kein präzises gleichmäßiges Streuen mit Mischungen</p>	<p>Reibung und Stöße können während der Handhabung zum Körnerabrieb führen.</p>



Quelle: Bild 9 : YARA

# **Systeme zur Mineraldüngerausbringung**

Darstellung	Typ	Düngerart	Arbeitsbreite	Volumen
 A green tractor is shown from the side, equipped with a white cylindrical fertilizer spreader unit mounted on a blue frame. The unit has a red deflector plate at the rear.	Schnecken-kornstreuer	Schnecken-korn, Grasübersaat, Winterdienst	2-27m	Bis 170l
 A green single-disk centrifugal spreader is shown from the side. It features a large hopper at the top, a central disk, and a red and white striped deflector plate at the bottom.	Einscheiben-zentrifugal-Streuer	Mineraldünger	10-15m	Bis 1000l
 A red tractor is shown from the side, equipped with a red cylindrical fertilizer spreader unit mounted on a white frame. The unit has a red deflector plate at the rear.	Zweischeiben-zentrifugal-Streuer	Mineraldünger	10-42m	Bis 4000l

Darstellung	Typ	Düngerart	Arbeitsbreite	Volumen
	Pendelrohr Streuer	Mineraldünger	Bis 12m	Bis 800l
	Pneumatik Steuer	Mineraldünger	Bis 36m	Bis 6000l
	Großflächen Streuer	Mineraldünger	Bis 54m	Bis 8400l

Darstellung	Typ	Düngerart	Arbeitsbreite	Volumen
	Streuer für erdfeuchte Güter	Kalk Kompost	10-24m	Bis 15000l
	Kastenstreuer	Mineraldünger (Gemüsebau)	Bis 3m	Bis 1000l
	Injektor-düngung	Cultandünger	Bis 18m	Bis 24000l

# Anforderungen an die Düngerausbringung

- Optimale Nährstoffversorgung vs. Wechselwirkungen Umwelt
- Hohe Ausbringgenauigkeit, Vermeidung von Über- oder Unterdüngung, Vermeidung von Nährstoffverlusten
  - Optimale Längs- und Querverteilung des Düngers
- Anpassung der Düngergaben an den Nährstoffbedarf der Pflanzen in den jeweiligen Entwicklungsstadien
  - Gute fachliche Pflanzenbau Praxis
- Termingerechte Arbeitserledigung durch hohe Schlagkraft
  - Betriebsspezifische Maschinenausstattung
- Vermeidung von Bodenverdichtungen durch Fahrspuren
  - Düngerbeschaffenheit reguliert die Streuweite
- Konsequente Nutzung neuer technischer Hilfsmittel (z.B. Agrarelektronik, Düngeplanungssysteme)
  - Zukunft sieht Vernetzung

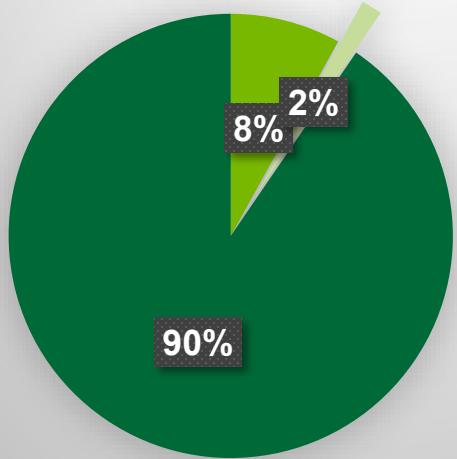
# Anforderungen moderner Düngerstreuer

- Gleichmäßige Längs- und Querverteilung bei allen Einsatzbedingungen (z.B. Grenzstreuen, bei unterschiedlichem Befüllungsgrad, unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften des Düngers, bei variierenden Streumengen, bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten)
- Ausreichendes Fassungsvermögen des Düngevorratsbehälters
- Möglichkeit zum Anpassen an unterschiedlich hohe Pflanzenbestände
- Einfaches und sicheres Regeln der Düngergaben
- Eignung für unterschiedlich streufähige Düngerarten
- Möglichkeit zum Streuen von Teilbreiten
- Unempfindlich gegen Korrosion
- Hohe Flächenleistung
- Angemessener Anschaffungspreis

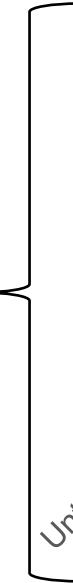
# Kalkulationsbeispiel Düngerausbringung

f

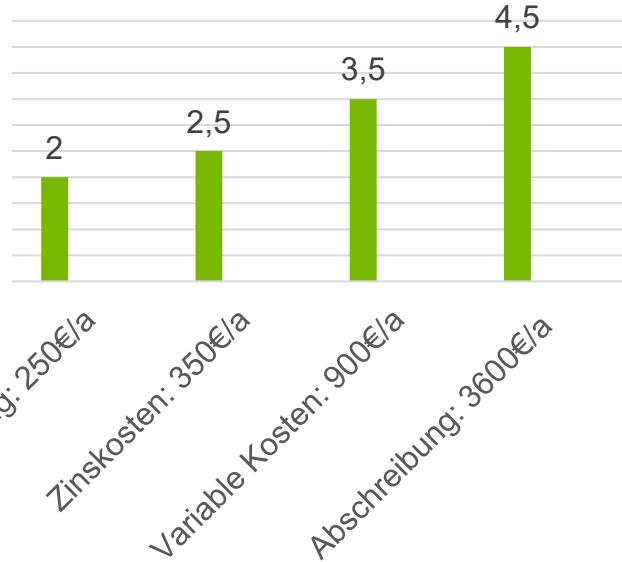
## Betriebskosten Düngemittel



- Einsatzkosten (Schlepper, Fahrer usw.) 20.000€/a
- Düngetchnik 5.100 €/a
- Düngemittel



## Düngetchnik

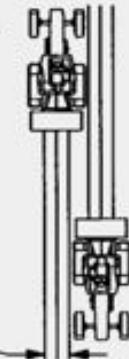


Ausgaben für die Düngung von 1000ha Weizen

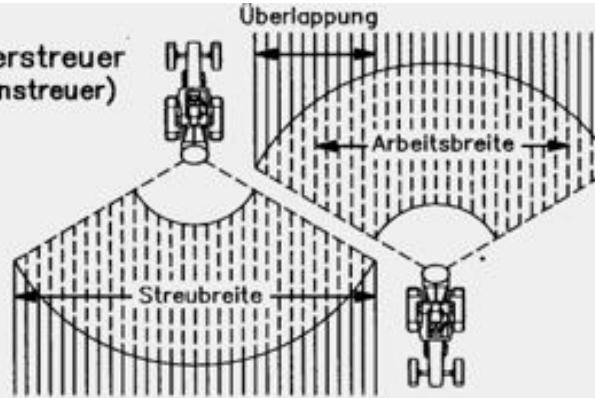
# **Streubilder**



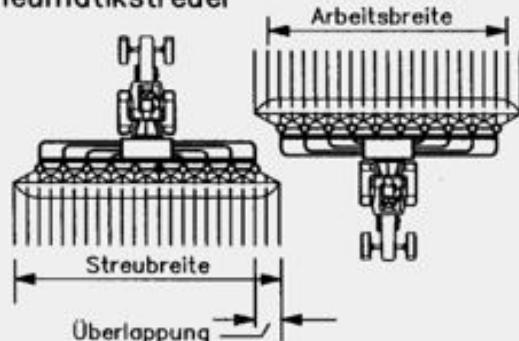
Kastenstreuer



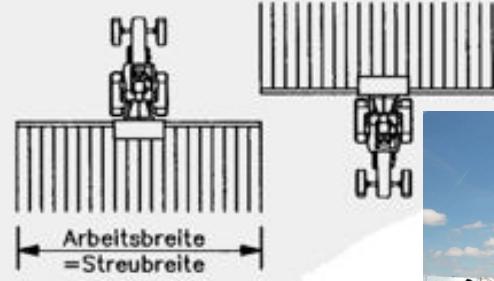
Schleuderstreuer  
(Scheibenstreuer)



Pneumatikstreuer



Streuer mit mechanischer  
Querförderung



Quelle: Bild 39 (Großbild) Eichhorn 1985 Düngung

Werkbild 39a) Rauch, Werkbild 39b) Rauch, Werkbild 39c) Rauch  
Werkbild 39d) Sky

# Zentrifugalstreuer- Zweischeibenstreuer



# Einflussgrößen Verteilqualität

Stoffdaten des Düngers	Anbaugeometrie des Düngerstreuers	Auslegung des Düngerstreuers
<ul style="list-style-type: none"><li>– Eigenschaften der Mineraldünger (Oberflächenbeschaffenheit, Abriebs-ständigkeit,...)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Anbauhöhe</li><li>– Anbauwinkel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Anstellwinkel Wurfschaufeln</li><li>– Länge Wurfschaufeln</li><li>– Neigung Wurschaufeln</li><li>– Aufgabepunkt des Düngers</li><li>– Drehzahl der Streuscheibe</li></ul>

# Rührwerk (System Rauch)



MDS: 180 U/min



AXERA: 20 U/min  
pulsierend



AXIS: 17 U/min  
pulsierend

Quelle: Werkbild 34, 35, 36 Rauch

Einkammerstreuer

# Zweischeibenstreuer - Antrieb

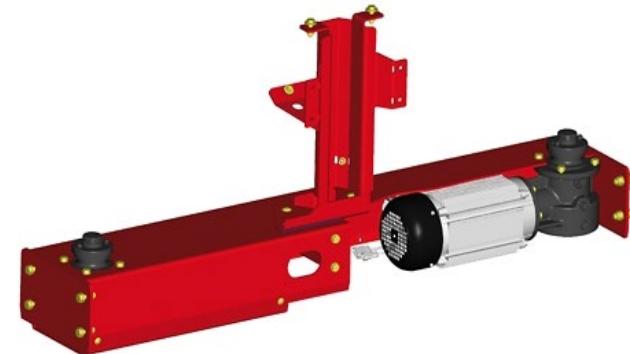
- Mechanischer Antrieb (Tronic)
  - Kraftstoffsparende Übersetzung 1:1
    - 540 U/min an der Gelenkwelle = 720
    - U/min an der Streuscheibe (Amazone)
  - Gelenkwelle mit Reibkupplung
- Hydraulischer Antrieb (Hydro)
  - Werkzeuglos umstellbar von Konstantstrom-Betrieb auf Load-Sensing-System
  - Load-Sensing-System
  - Hydraulikölfilter



Quelle: Werkbild 29, 30 Amazone

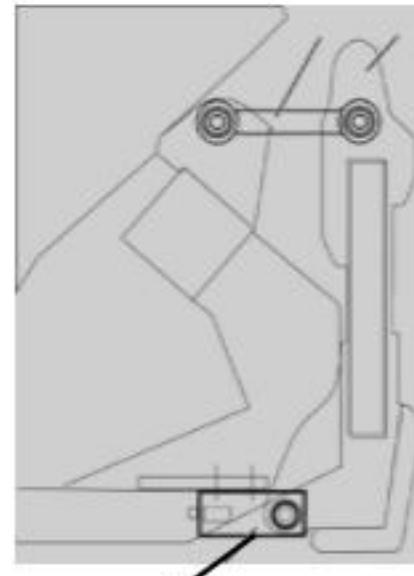
# Zweischeibenstreuer - Antrieb

- Elektrischer Antrieb (System Rauch)
- elektrische E-Drive-Antrieb für die Wurfscheiben ist über Jahre wartungsfrei
- hält auch bei wechselnden Traktor-Motordrehzahlen die Wurfscheibendrehzahl und damit die Arbeitsbreite immer konstant.
- Nur ein Kopplungsstecker zum Anhängen des Streuers nötig
- Anforderungen:
  - 400 Volt Wechselstromgenerator von 20KW bis 150KW
  - High Voltage Interface Steckerverbindung



# Wiegetechnik

- Misst Gewicht
- Gewichtsabnahme → Mengenregelung

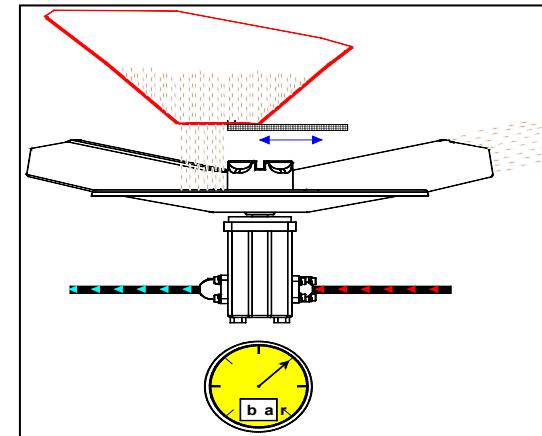
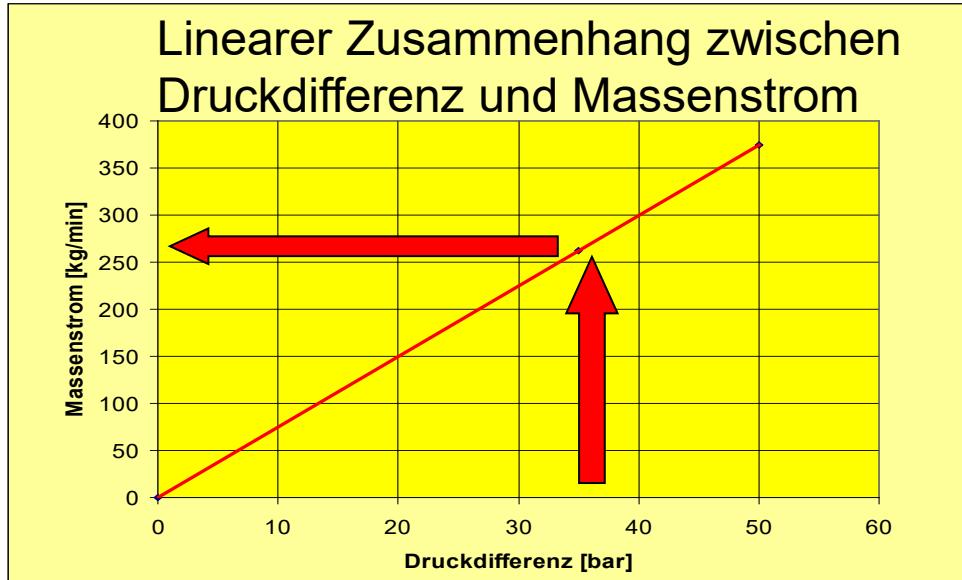


Wiegezelle



200 Herz Wiegetechnik mit zwei Wiegezellen

# Funktionsprinzip EMC - Elektronische Massendurchflusskontrolle- und Regelung bei Hydraulisch angetriebenen Streuern

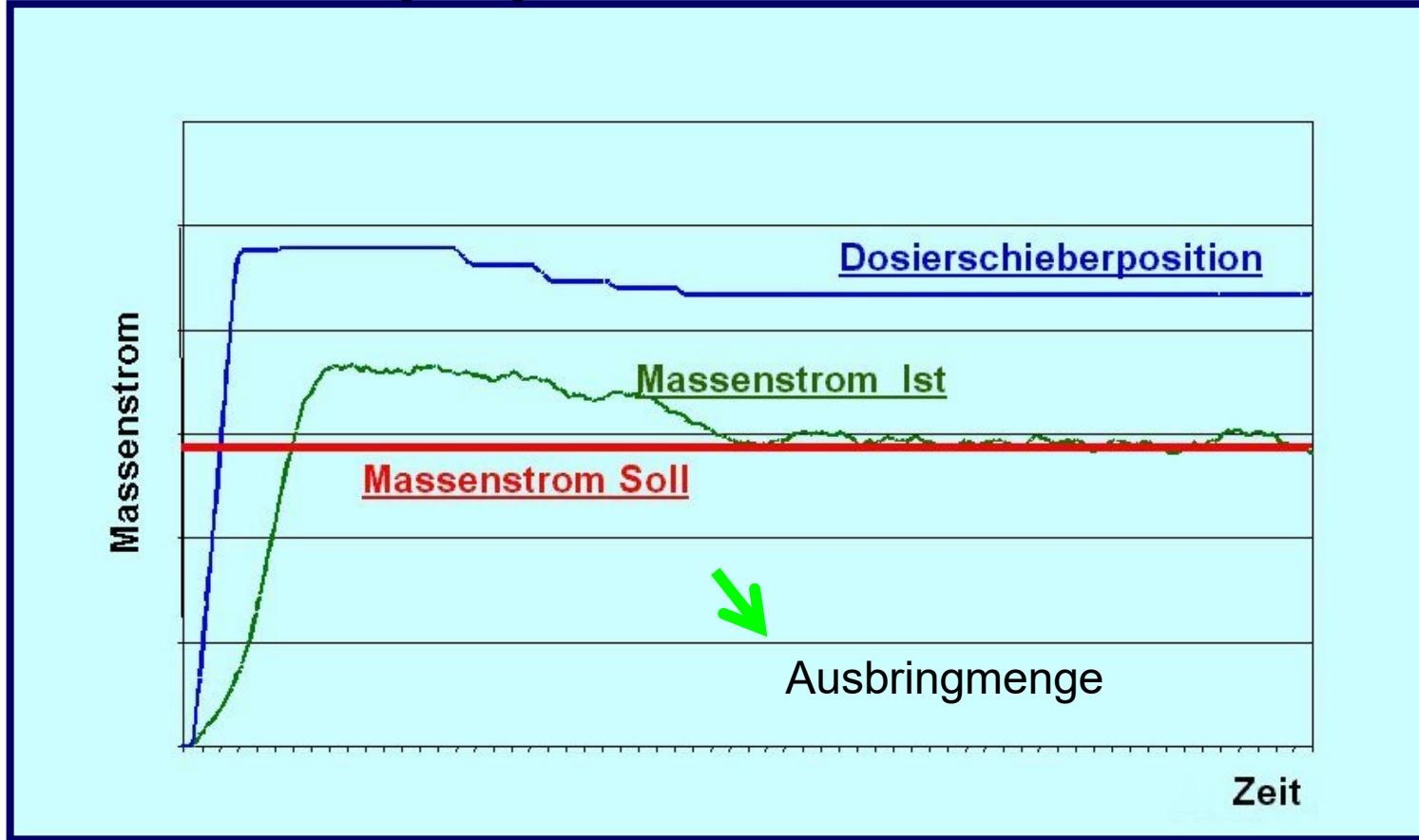


Die Druckdifferenz kann einer Durchflussmenge in kg zugeordnet werden

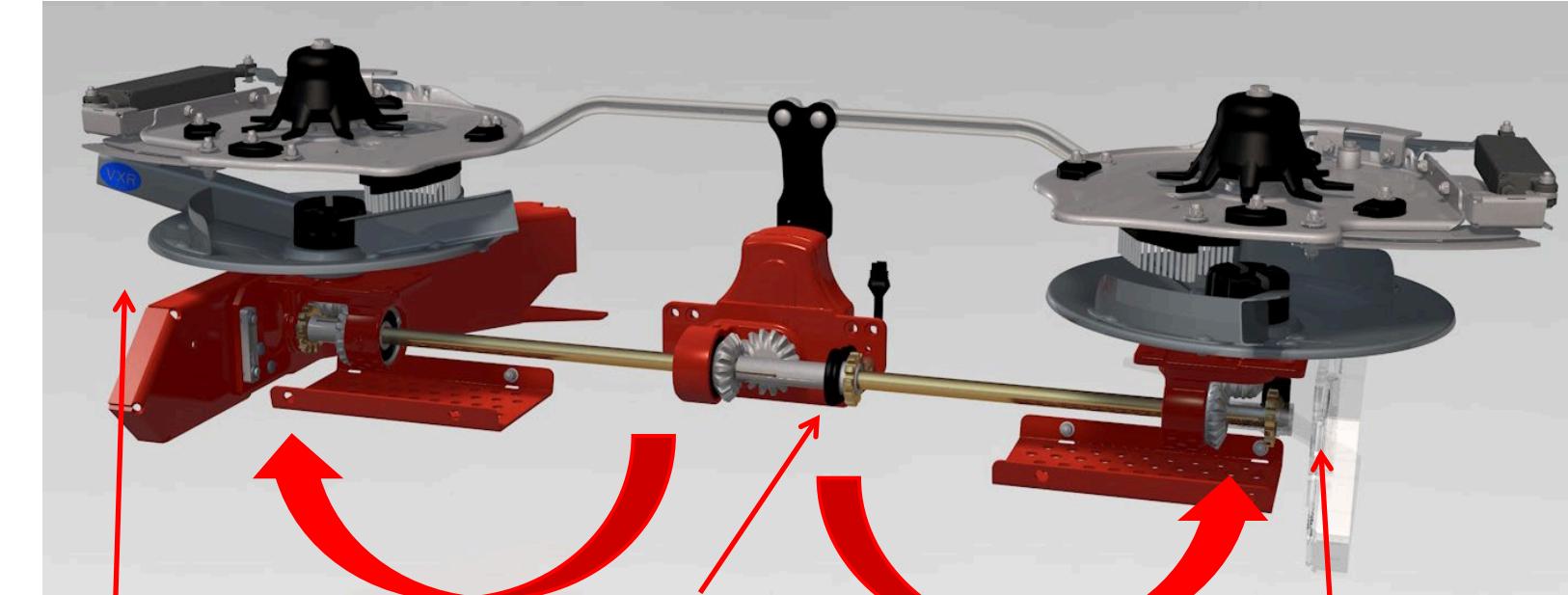
Druckdifferenz von Vorlauf zu Rücklauf wird erfasst. Das ist die Kraft, die gebraucht wird um die Scheibe anzutreiben

# Funktionsprinzip EMC

Automatische Einregelung der Dosierschieber auf den Sollmassenstrom



# Funktionsprinzip EMC – bei mechanisch angetriebenen Streuern



Hochschule Weihenstephan-Triesdorf | Prof. Dr. Carl-Philipp Fedoroff

40

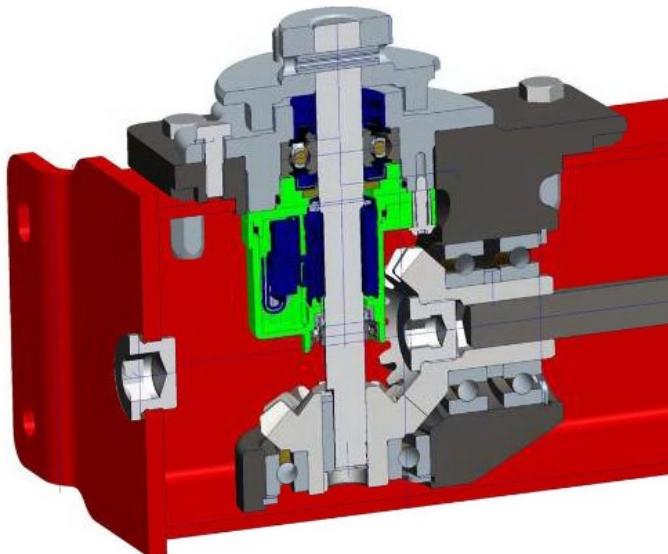
Drehzahl-Nacheilung hinter den Streuscheiben lässt Torsion durch 1 MHz Sensoren messen

Drehzahlmessung am Antrieb

Torsion = EMC Messung rechts

EMC kann eine Torsion der Welle von 0,003 Grad messen

# Neu: EMC-2 mit elektronischem Drehmomentsmessmodul



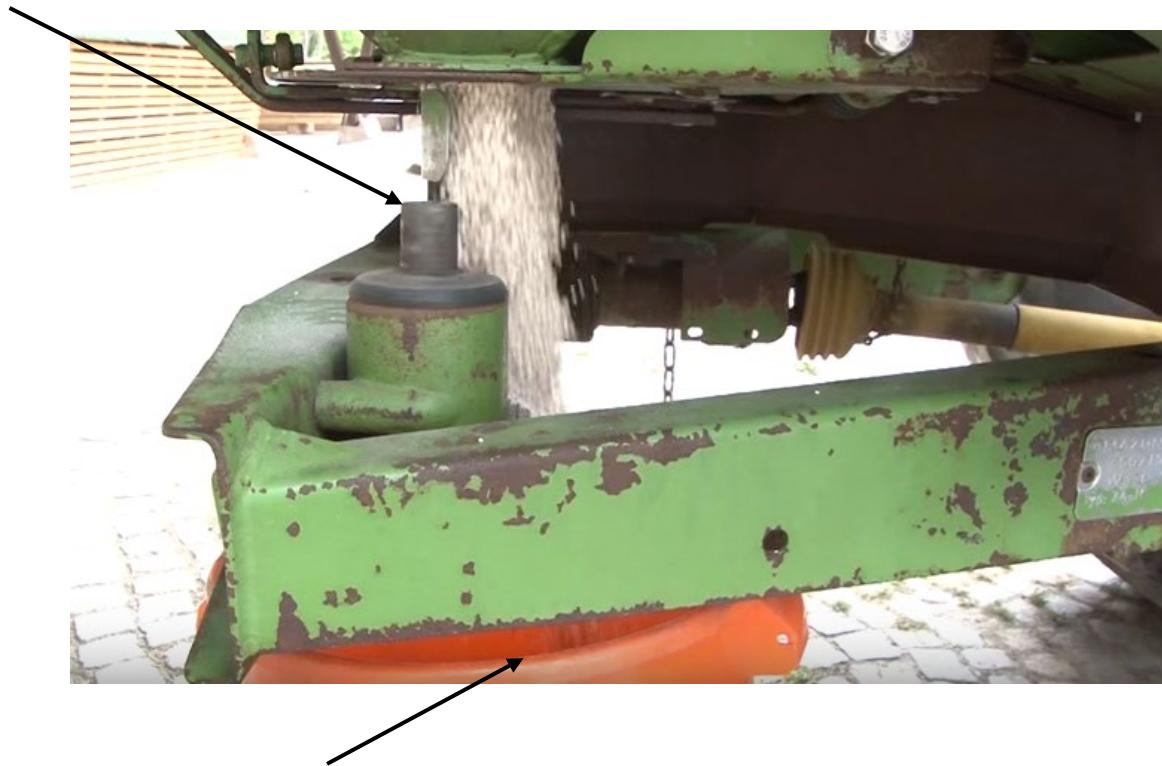
- › Drehmoment wird über Magnetfeldmessung direkt an der Antriebswelle gemessen
- › Unabhängig von Hydrauliköl
- › Technik wie in E-Bikes

# Mengenregelung

- Wiegezellen:
  - für beide Scheiben gleichzeitig
  - über Gewichtsabnahme → indirekte Messung
  - Füllstandsmessung
- EMC:
  - für jede Scheibe separat
  - direktere Messung
  - keine Füllstandsmessung

# Manuelle Abdrehprobe

Entfernte Streuscheibe



Auffangbehälter

Quelle: Bild 58 Agrarheute

# Einfache Ermittlung der Durchflussmenge

Arbeitsbreite (m) x Geschw. (km/h) x Ausbringmenge (kg/ha) = Durchfluss (kg/min)  
600 (Faktor)

$$\frac{12 \text{ m} \times 10 \text{ km/h} \times 400 \text{ kg/ha}}{600}$$

→  $80 \text{ kg}/2 = 40 \text{ kg/min/Seite} = 80 \text{ kg/min}$  (gesamt)

→ **10 kg = 15 sec**

# **Streubreitenregelung**

# Einstellung der Streuscheibe



# AUSWERTUNG

MDS 41-51-61-81 / 701-721-901-921



M1

15m

 Elektronische Steuerung



 (D) Harnstoff geprillt, 1,8mm, N 46, 0,77 kg /l.  
EG - Ware (Normaldüngung)

M1-1

M1-2

## NORMALSTREUEN

D5-B3



540



50 / 50



## RANDSTREUEN



## HINWEIS

Die Ergänzung „1“ bzw. „2“ [an der Wurfscheibe] weist auf eine Massenstromabhängigkeit der Einstellungen hin. Der gewählte Eintrag gilt nur in dem angegebenen und von der Dosierschieberstellung abhängigen Gültigkeitsbereich (s.u.)

Urease Inhibitoren können, je Herkunft und Typ, sich im Wurfflügel absetzen und eine Schicht bilden, die das Streuverhalten stark verändert. Es wird dringend empfohlen die Einstellungen mit Streuschalen zu kontrollieren und gegebenenfalls anzupassen, nachdem 300 kg je Scheibe gestreut wurden.



 KURVENTYP

M

 FAHRGESCHWINDIGKEIT

9.2km/h

 FAHRGESCHWINDIGKEIT

9.2km/h



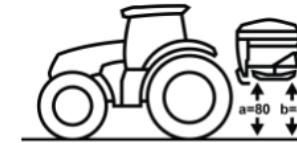
(80006168)

# Harnstoff 46%N gepril. AB Achema Standard (LT)



0.87

2.65 mm 0.74 kg/l



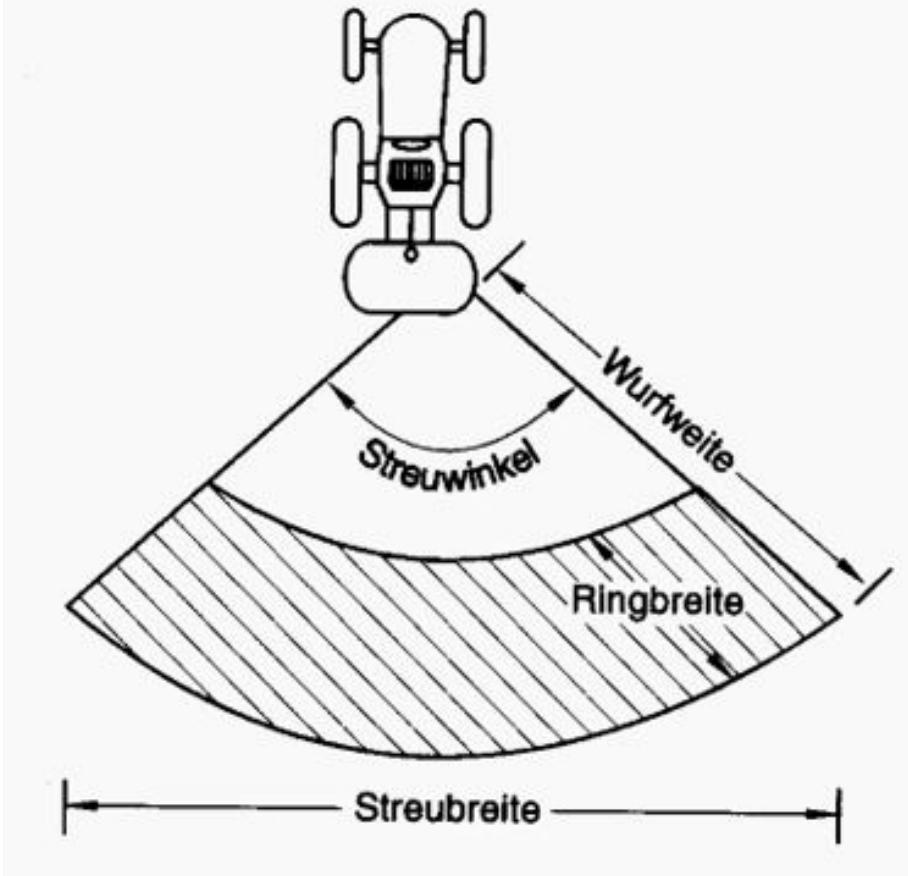
ZAM						
OM 10-12	10	23 / 54	720	A5	A13	2
	12	23 / 54	720	A7	A11	2
OM 10-16	10	22 / 47	720	A5	A13	2
	12	22 / 47	720	A7	A11	2
	15	22 / 49	720	A4	A9	3
	16	23 / 50	720	A4	A8	3
	18	23 / 52	720	-	-	-
OM 18-24	18	21 / 43	720	A4	A8	3
	20	23 / 45	720	A3	A7	4
	21	23 / 45	720	A3	A6	4
	24	24 / 46	720	B2	B6	5
OM 24-36	24	16 / 46	720	B2	B6	5
	27	16 / 50	720	B1	B6	5
	28	16 / 51	720	B0	B5	5

# Die coaxiale Dosier- und Aufgabepunktverstellung, kurz CDA-Streutechnik

- manuelle, oder automatische Verstellung des Aufgabepunktes
- keine Streuscheibenanpassung nötig
- (automatische) Streubreitenschaltung

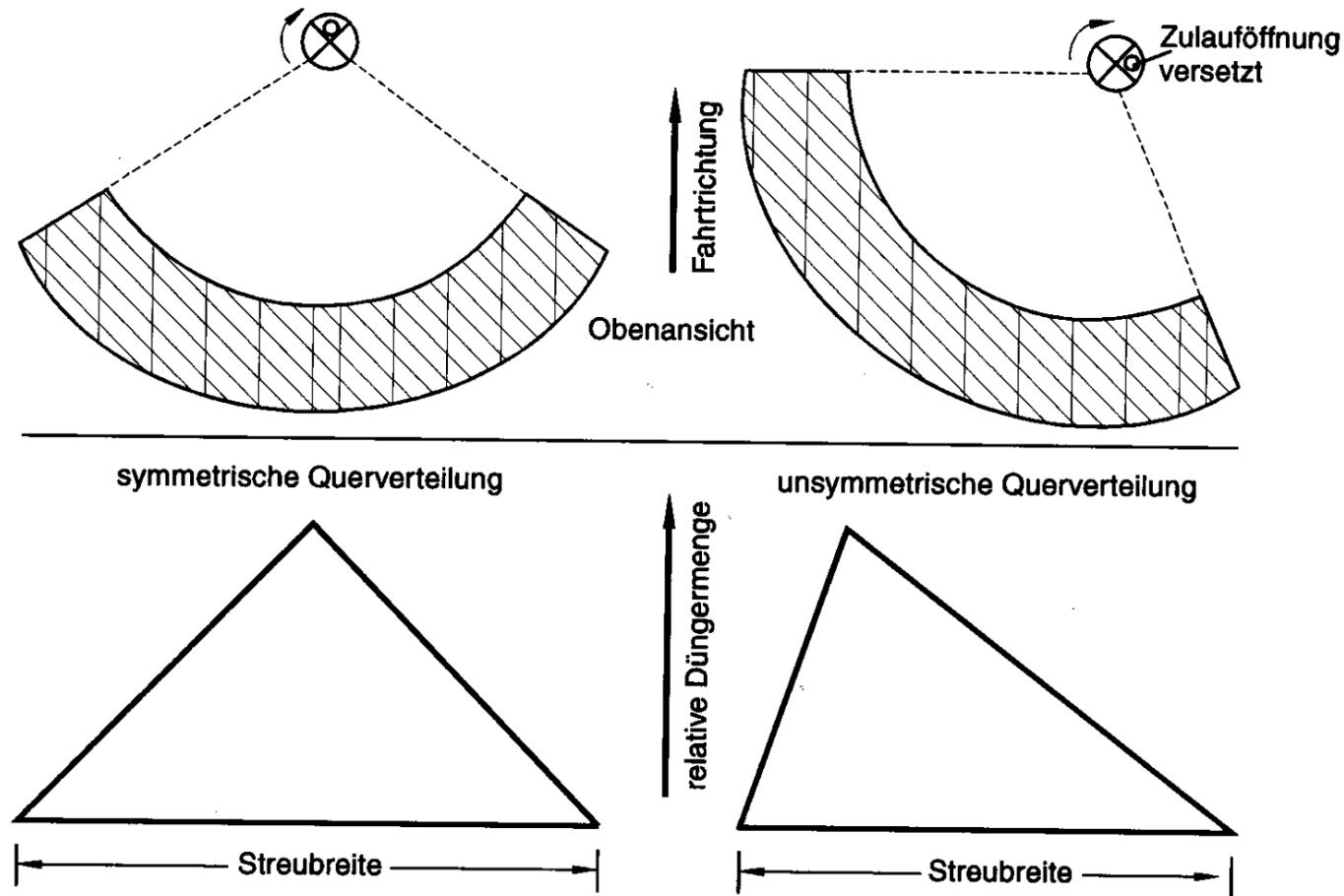


# Streubild

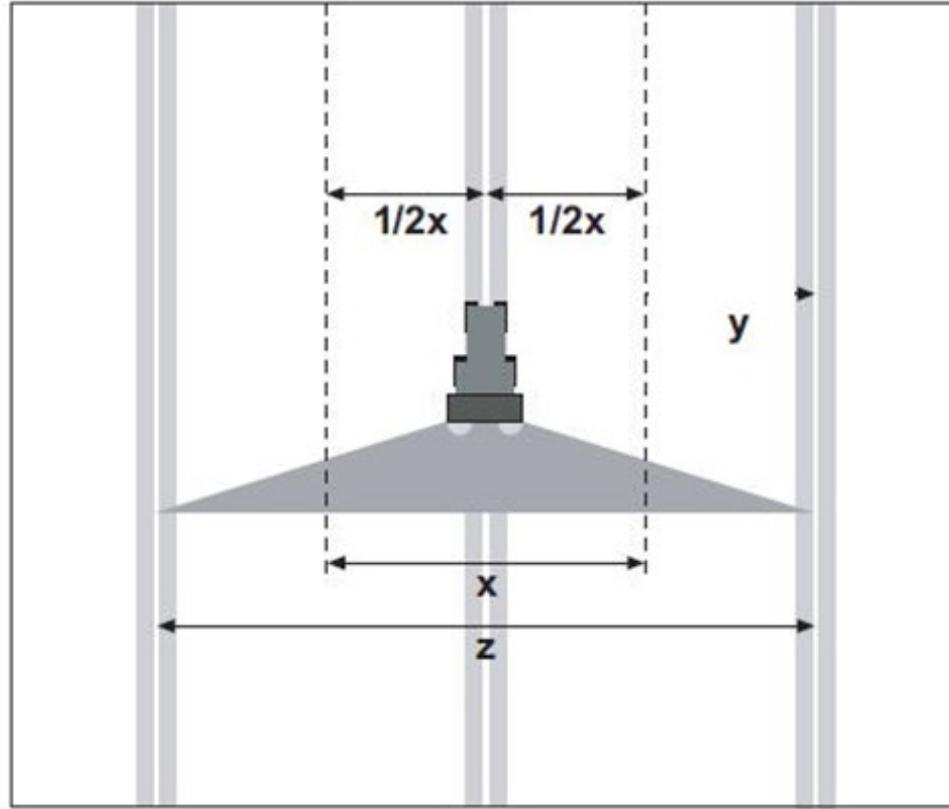


Prinzip der Düngeverteilung einer  
Streuscheibe eines Zweischeibenstreuers

# Streubild - Aufgabepunkt



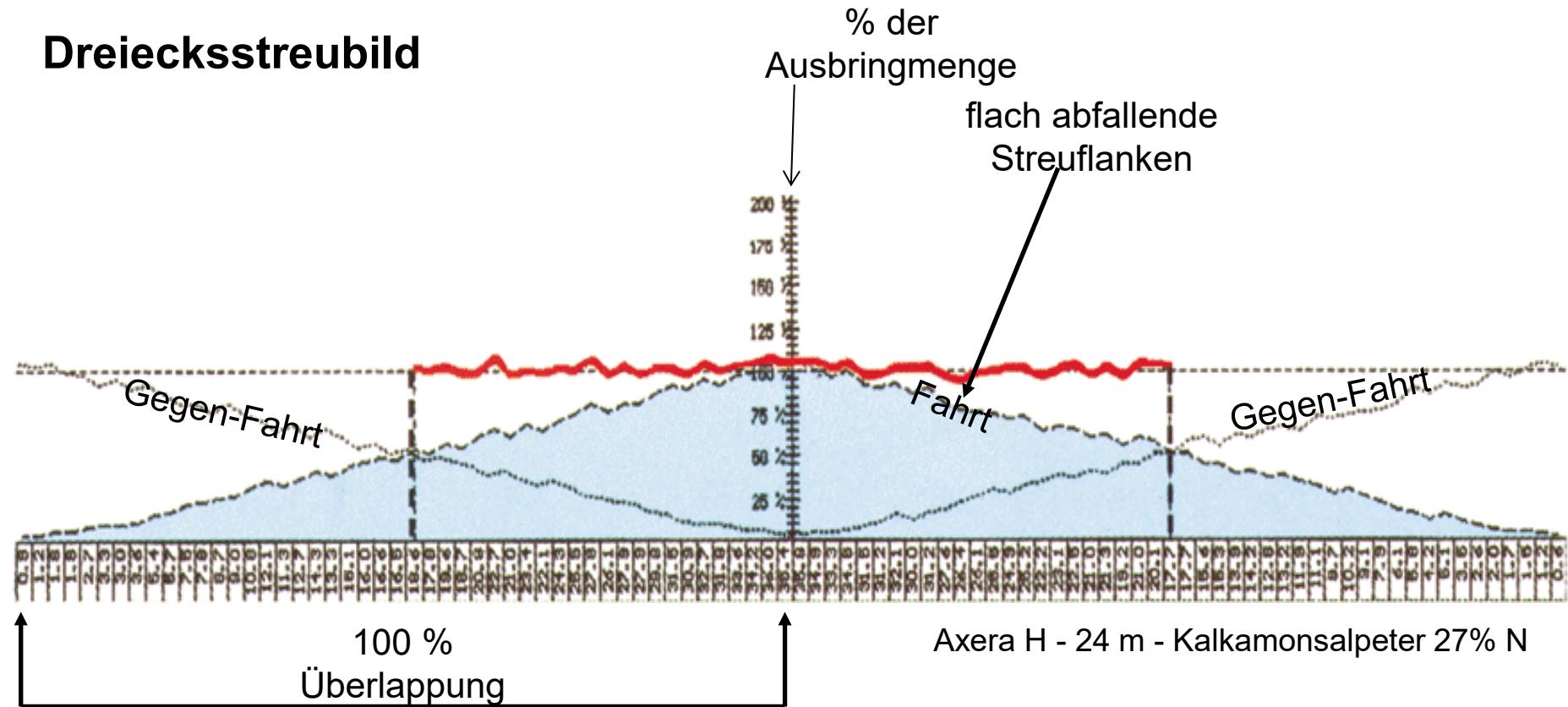
# Dreiecksstreibild



[X] Arbeitsbreite [Y] Überlappungszone [Z] Gesamtwurfbreite

- Stark abfallende Streuflanken
  - Große Überlappungszonen
- Düngemitteln mit sehr guten Flugeigenschaften und annähernd gleicher Korngrößenstruktur

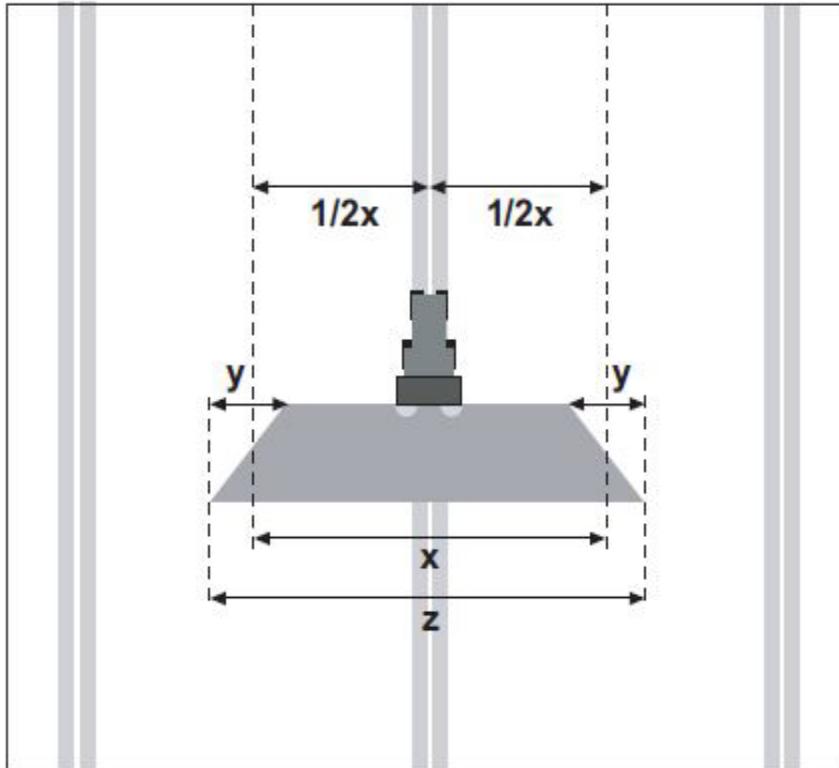
# Dreiecksstreibild



Unempfindlich gegenüber: Veränderungen der Düngerstruktur

- Fremdeinflüssen (Wind, Hanglage) & Luftfeuchtigkeit

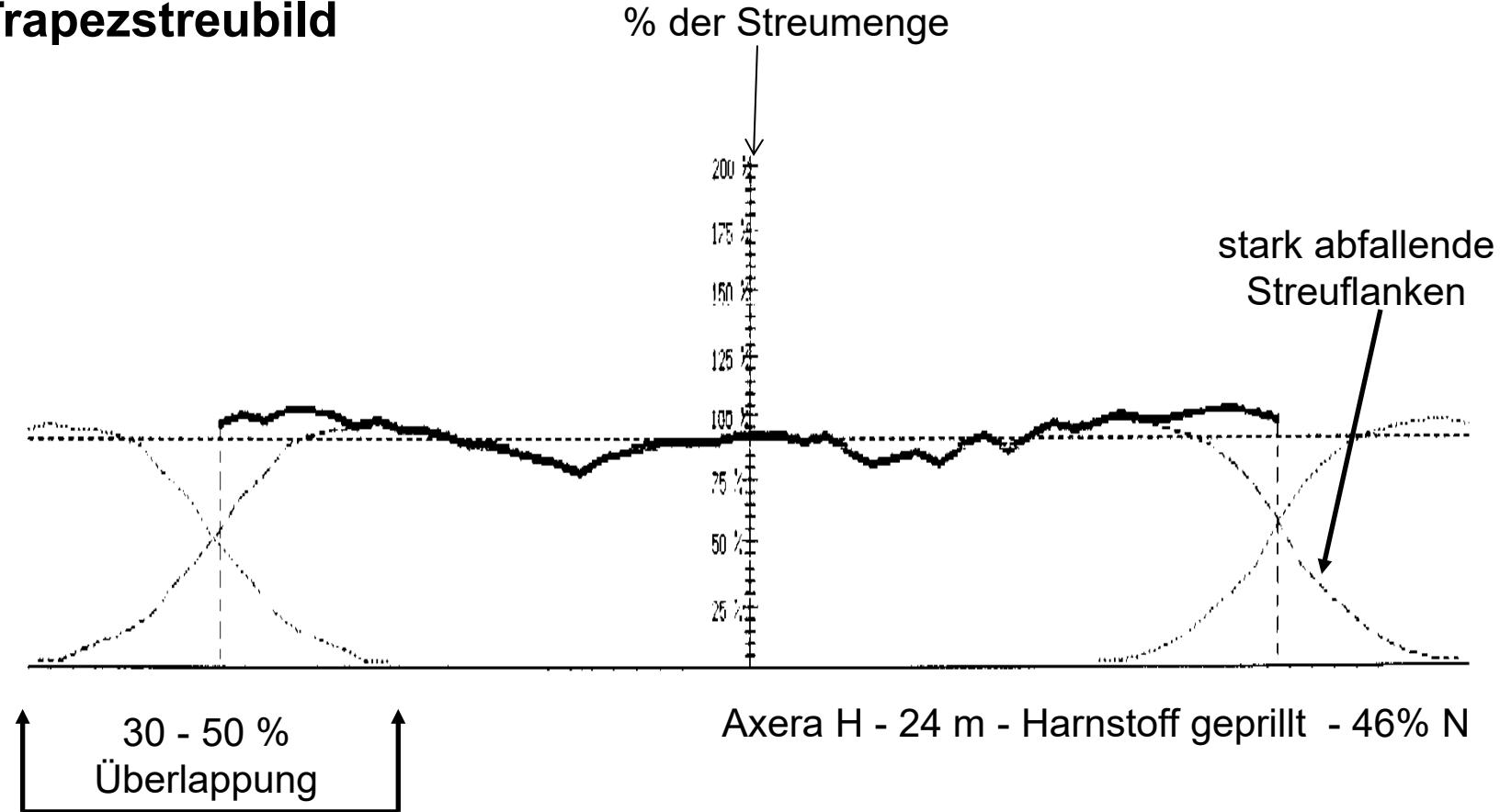
# Trapezstreubild



- Steil abfallende Streuflanken
- Sehr kleine Überlappungszonen  
→ bei großen Arbeitsbreiten und schlecht fliegenden Düngemitteln

[X] Arbeitsbreite  
[Y] Überlappungszone  
[Z] Gesamtwurfbreite

# Trapezstreibild



Quelle: Bild 44 Betriebsanleitung Rauch Axis H

# Verteilgenauigkeit

Zentrifugalstreuer arbeiten optimal bei einem Streubild mit folgenden Merkmalen:

- hohe **Verteilgenauigkeit** bezüglich der Querverteilung (Gleichmäßigkeit) → Variationskoeffizient – VK-Wert
- Hohe **Stabilität** gegenüber von Fremdeinflüssen (Unempfindlichkeit)

# Variationskoeffizient = Wert zur Bewertung der Verteilgenauigkeit

Variationskoeffizient:

$$VK = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Mittelwert:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

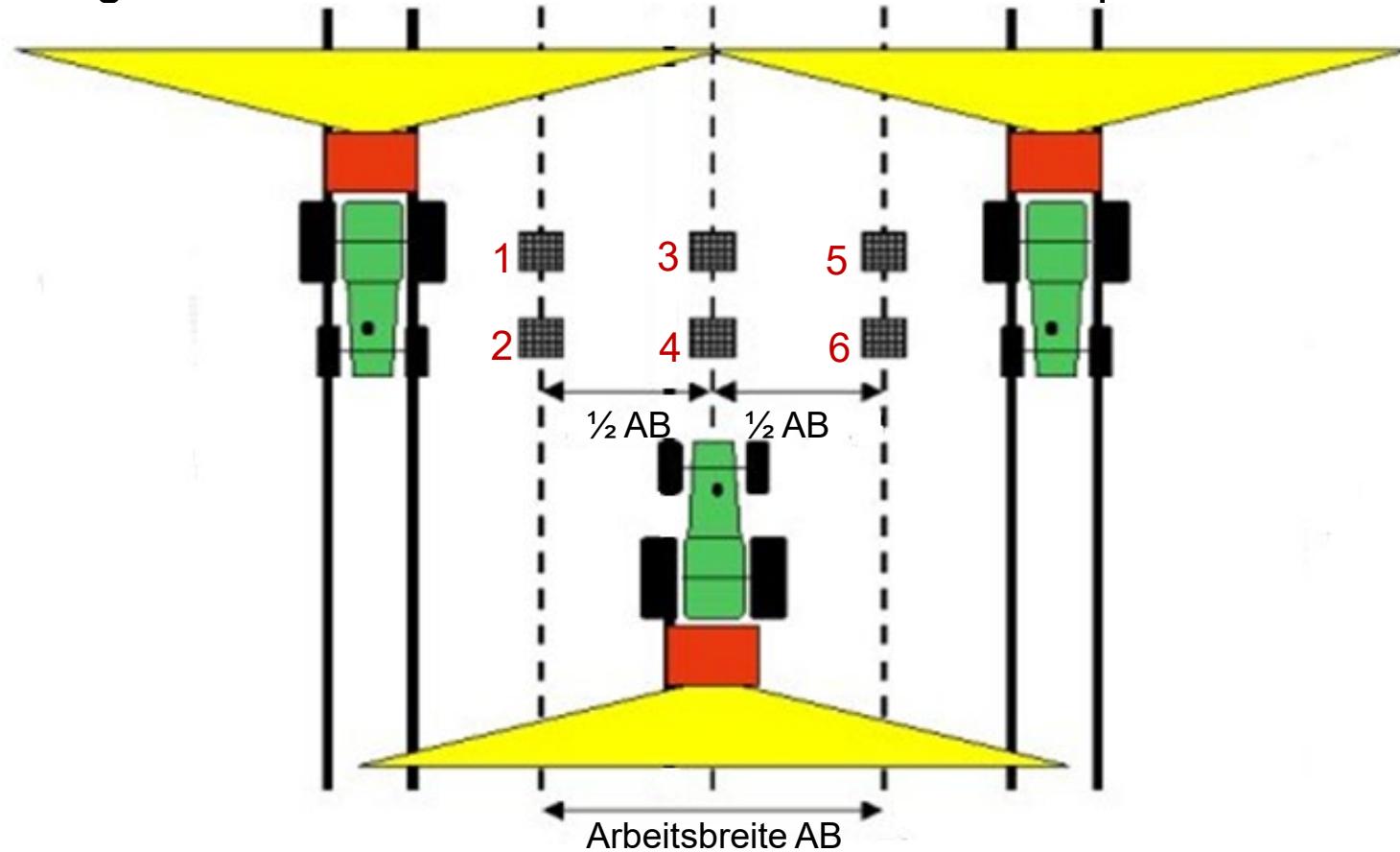
Mit:  $n$  = Anzahl der Messbecher

$x_i$  = aufgefangene Düngermenge im Messbecher

$\bar{x}$  = durchschnittliche Düngermenge in den  
Messbechern **Rechnung**

# Variationskoeffizient VK-Wert

Bestimmung Variationskoeffizient - Einsatz eines Praxisprüfsets



# Verteilgenauigkeit – Variationskoeffizient

- Beispielberechnung:
- Prüfschale 1: 50    Prüfschale 3: 49    Prüfschale 5: 51
- Prüfschale 2: 52    Prüfschale 4: 50    Prüfschale 6: 50

$$\text{Mittelwert: } \bar{x} = \frac{50 + 52 + 49 + 50 + 51 + 50}{6} = 50,3$$

$$VK = \frac{100}{50,3} * \sqrt{\frac{(50 - 50,3)^2 + (52 - 50,3)^2 + (49 - 50,3)^2 + (50 - 50,3)^2 + (51 - 50,3)^2 + (50 - 50,3)^2}{6 - 1}}$$

$$VK = 1,99 * \sqrt{\frac{5,34}{5}}$$

$$VK = 2,0565 \%$$

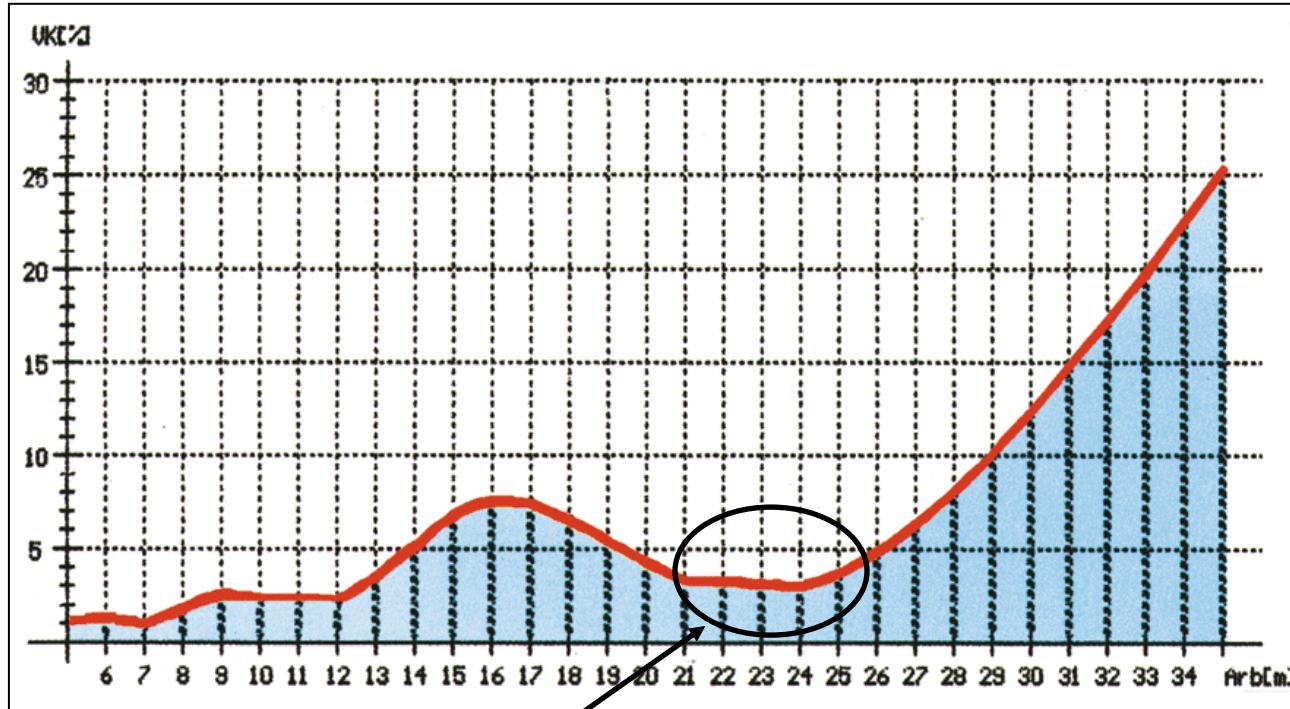
# Variationskoeffizient VK-Wert

## Bewertung der Querverteilung

Variationskoeffizient (VK in %)	Qualität der Querverteilung
0 - 5%	Sehr gut
5,1% - 10%	Gut
10,1% - 15%	Befriedigend
>15,1%	Ungenügend

Video

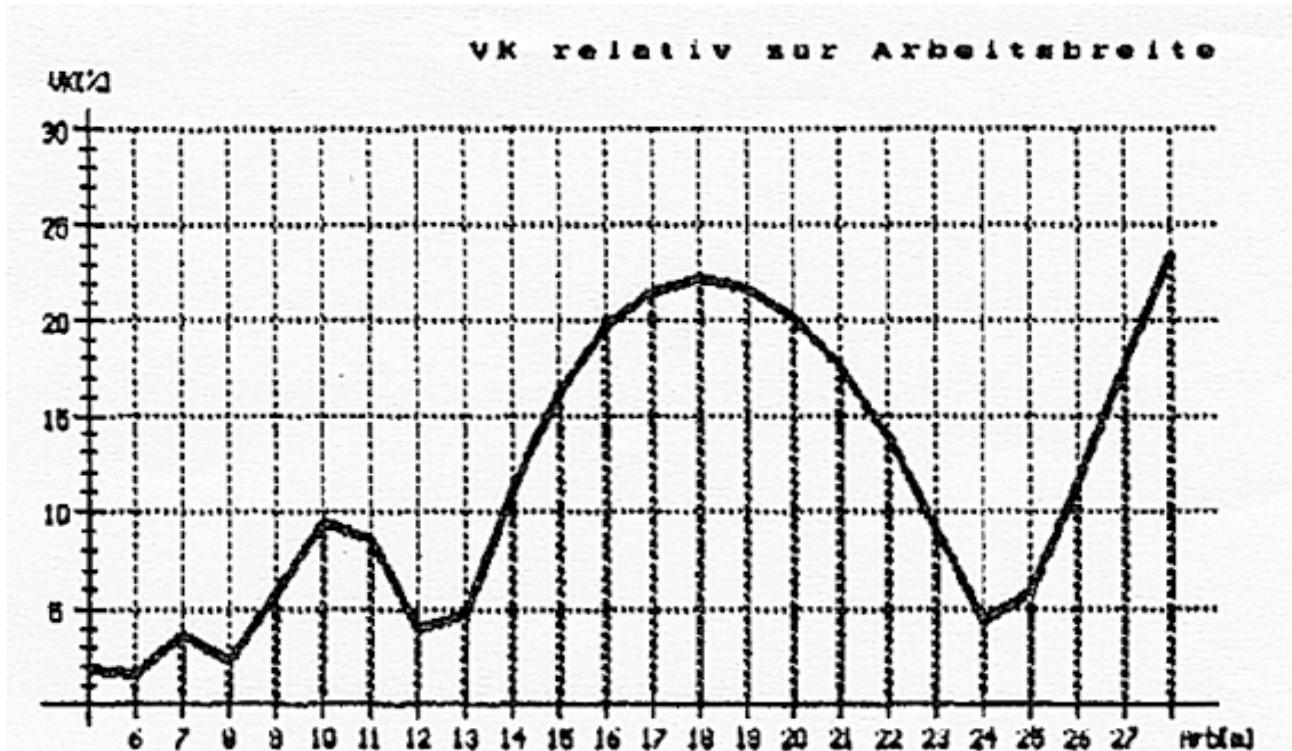
# Variationskoeffizient Dreiecksstreibild



Flache Kurve auf niedrigem  
Niveau im Bereich 24 m bedeutet  
hohe Sicherheit in der  
Querverteilung

Quelle: Bild 48b) Vorlesungsskript Prof. Dr. Ulrich Groß

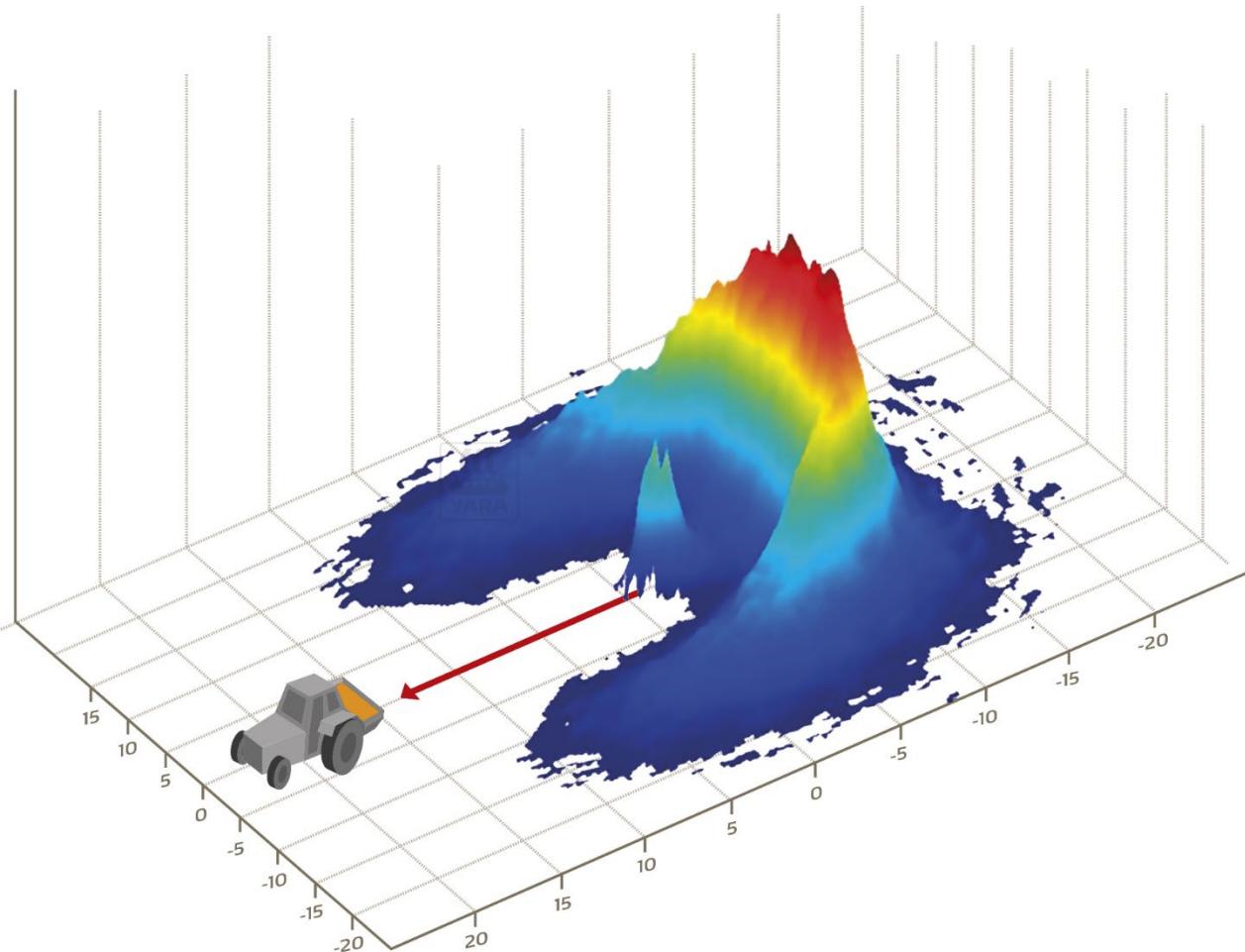
# Variationskoeffizient Trapezstreubild



Hier wichtig zum Dreiecksstreibild: Trapezstreibild ist viel anfälliger gegen starke VK - Schwankungen

Der Harnstoff muss genau mit 24m gestreut werden, dass der VK niedrig bleibt.

# Variationskoeffizient VK-Wert



# Streuscheiben

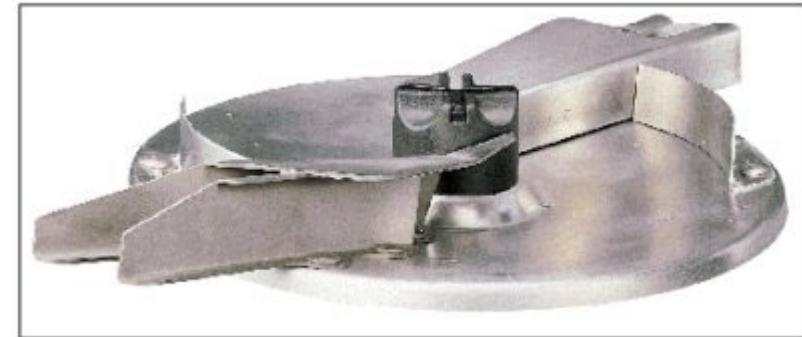
## Doppelwurfflügel - Mengeneffekt

- Tritt auf bei hohen Ausbringmengen und großen Arbeitsbreiten. Dabei kommt es zu einem „Stau“ der Düngerkörner im Wurfflügel. Das Streubild wird verändert.
- Sichern Streupräzision bei hohen Ausbringmengen

# Streuscheiben

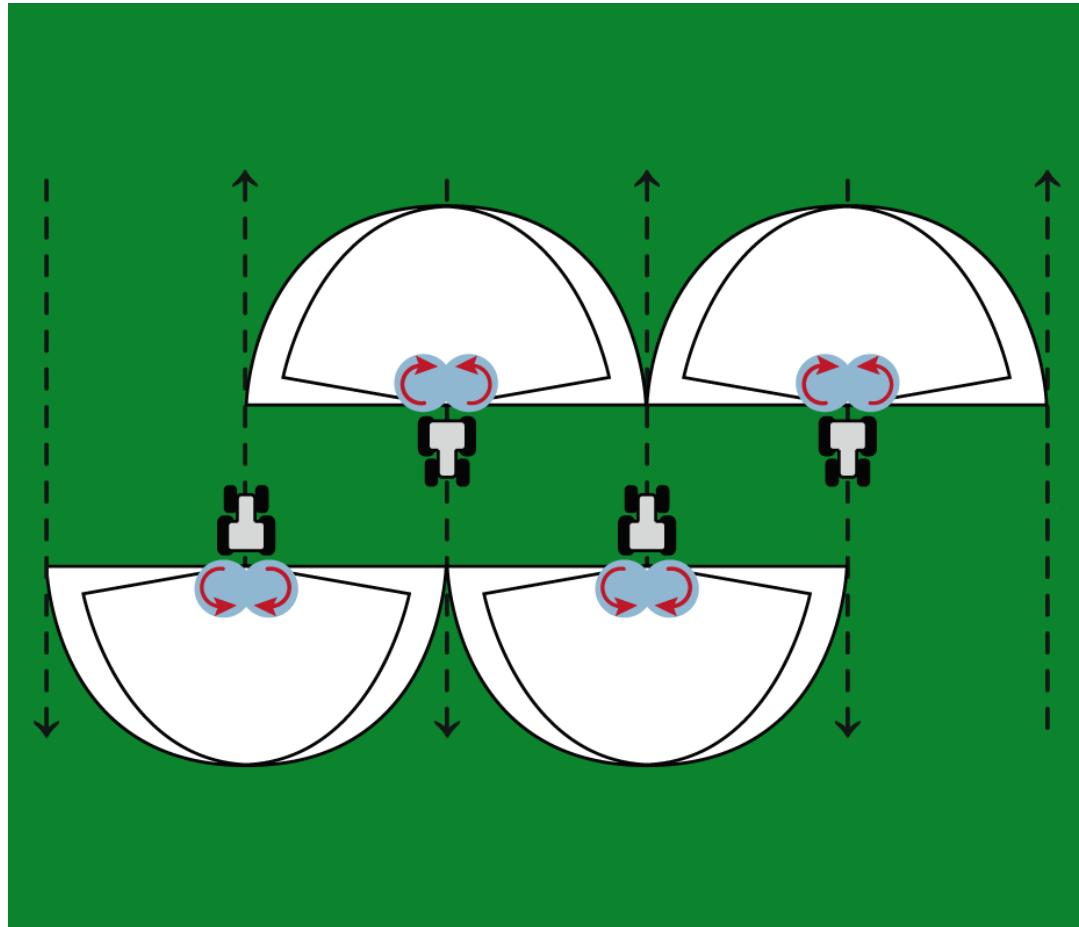
## Doppelwurfflügel - Mengeneffekt

- Die Streuarbeit wird von jeweils zwei Wurfflügeln übernommen.
- Große Ausbringmengen sind kein Problem.
- Zusätzlich sichern vier Streukreise pro Scheibe eine genaue Düngerverteilung.



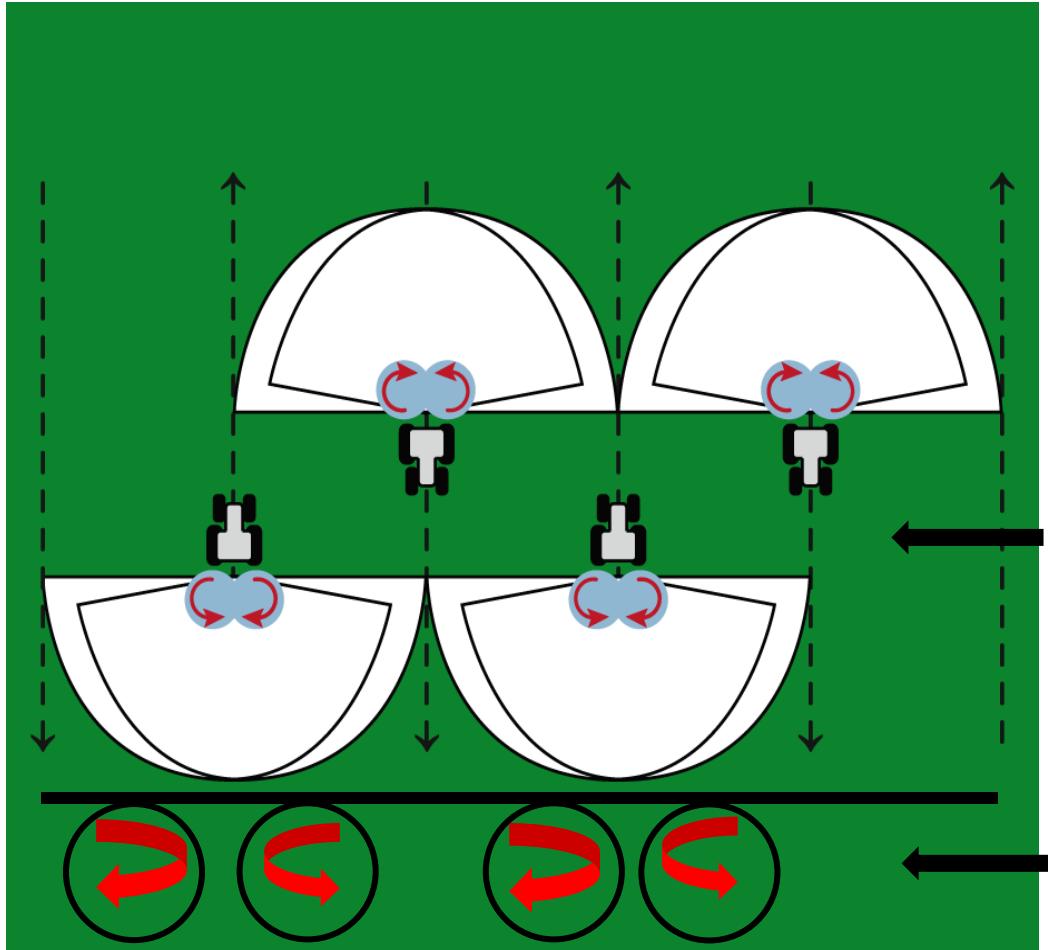
AXERA Wurfscheibe mit Doppelwurfflügel

# System Bogballe: 4 – fache Überlappung



- Überstreuung der gleichen Flächen durch vier Streubilder
- 4-fach Überlappung durch zwei identische Streubilder beider Streuscheiben, die auf beiden Seiten bis in die Mitte der nächsten Fahrgasse werfen

Quelle: Werkbild 45 Bogballe

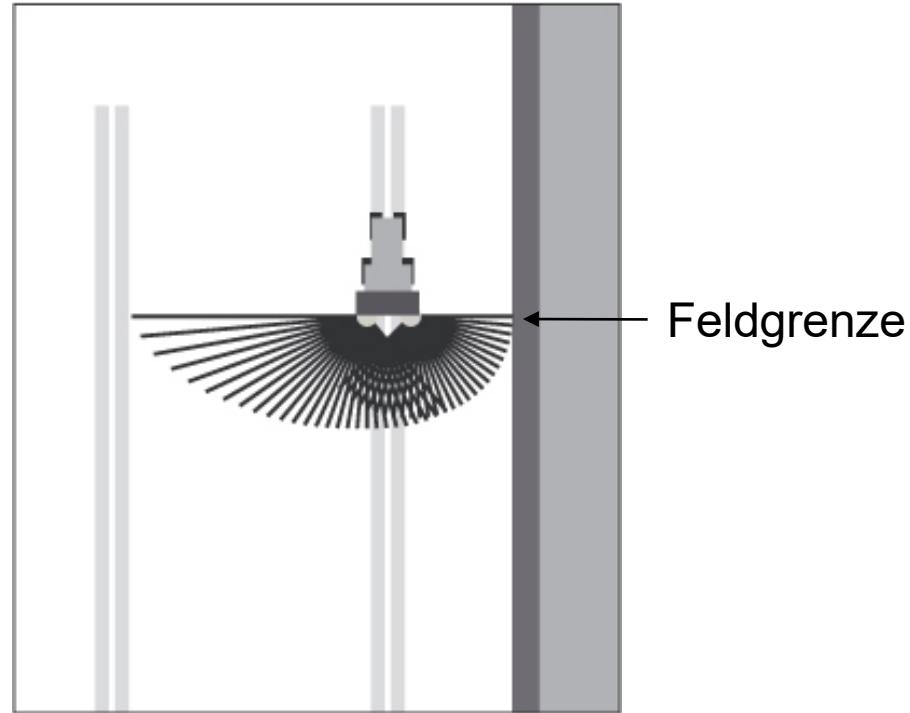


- Streuscheiben rotieren mit gegenläufiger Drehrichtung **von außen nach innen** und erzeugen zwei identische Streubilder auf jeder Scheibe = Incenter-System – System Bögballe
- Rotieren die Streuscheiben **von innen nach außen** spricht man von einem = Offcenter-System wie beispielsweise bei Rauch oder Amazone

# Rand- und Grenzstreuen

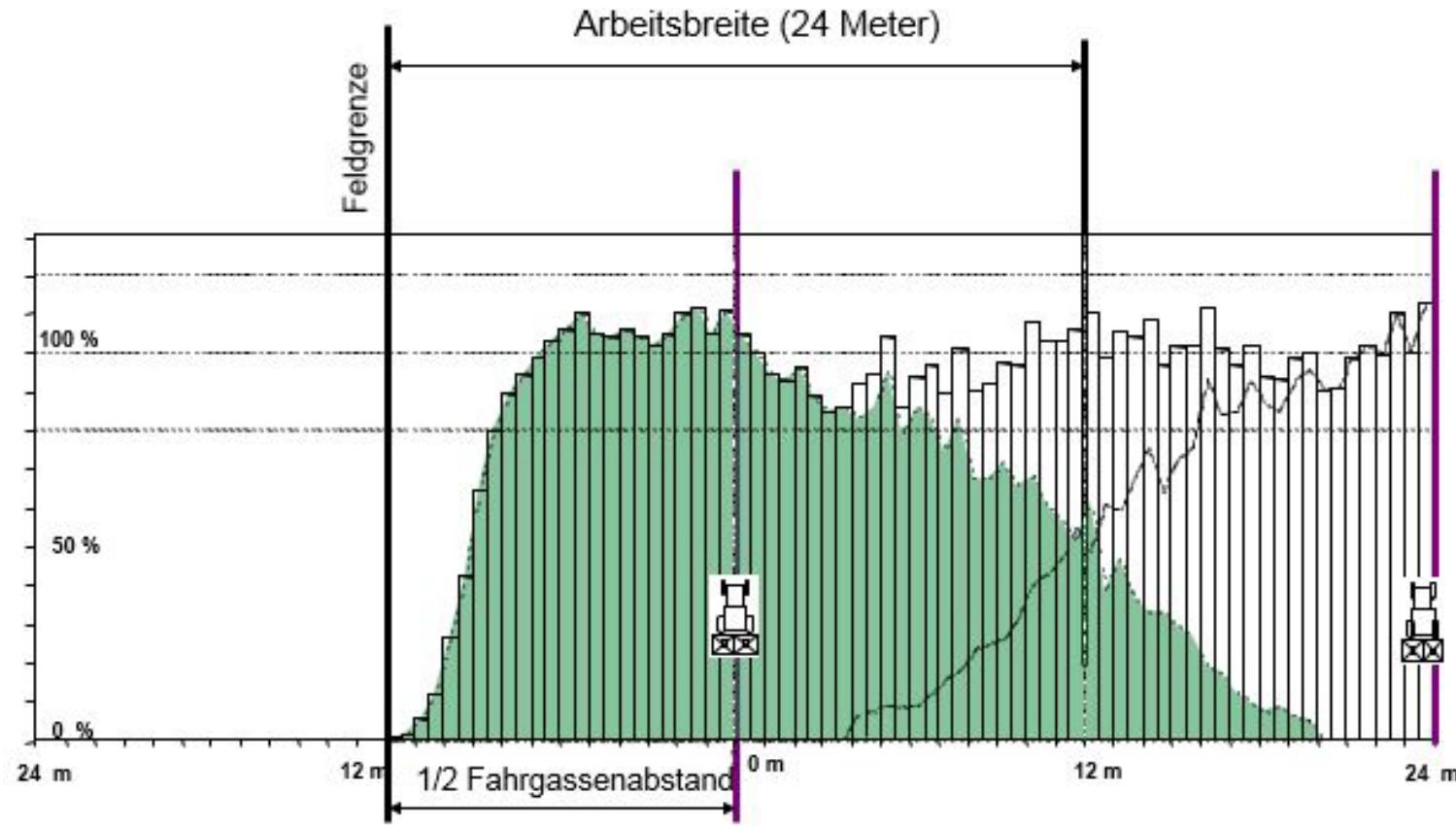
# Umweltorientiertes Grenzstreuen

- Grenzt an das Feld eine nicht landwirtschaftlich genutzte Fläche, kommt das umweltorientierte Grenzstreuen zur Anwendung (z.B. Gräben, Straße, Wald,...)



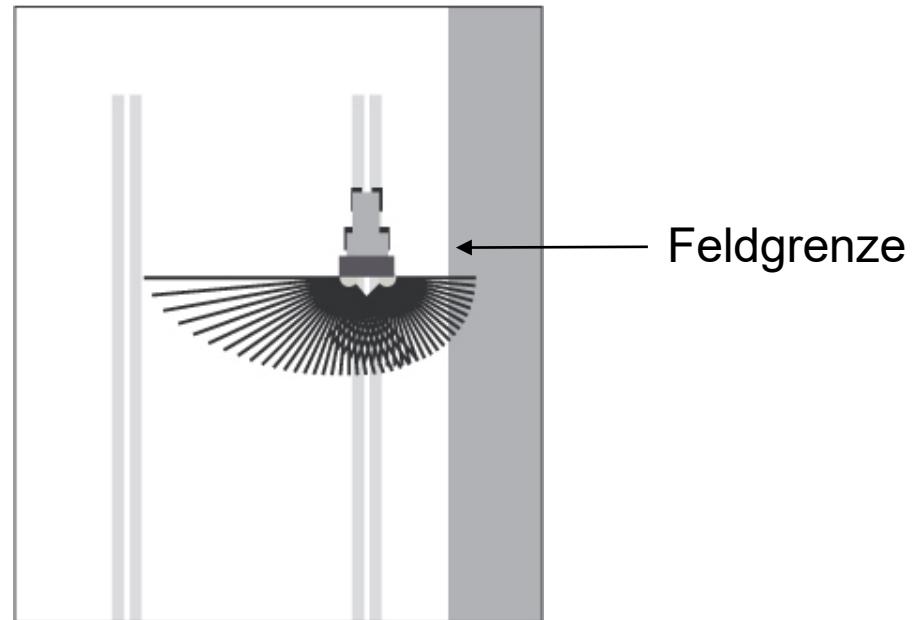
Quelle: Bild 71 Vorlesungsskript Prof.Dr Groß

# Umweltorientiertes Grenzstreuen

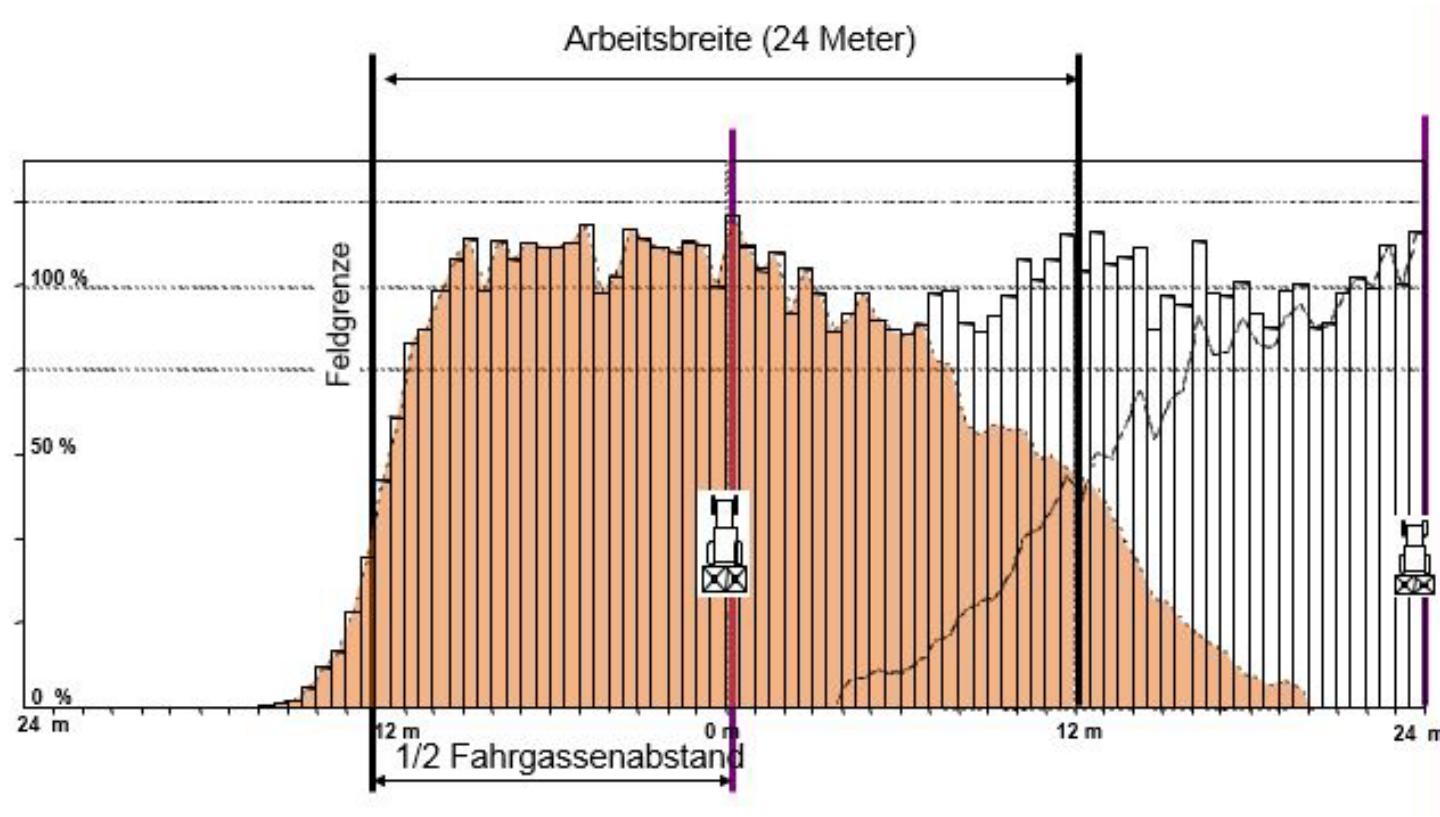


# Ertragsorientiertes Randstreuen

- Grenzt das Feld an eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, kommt das ertragsorientierte Randstreuen zur Anwendung
- Düngerverluste über die Feldgrenze werden in Kauf genommen
- optimale Versorgung des Feldes bis zur Grenze ist gewährleistet

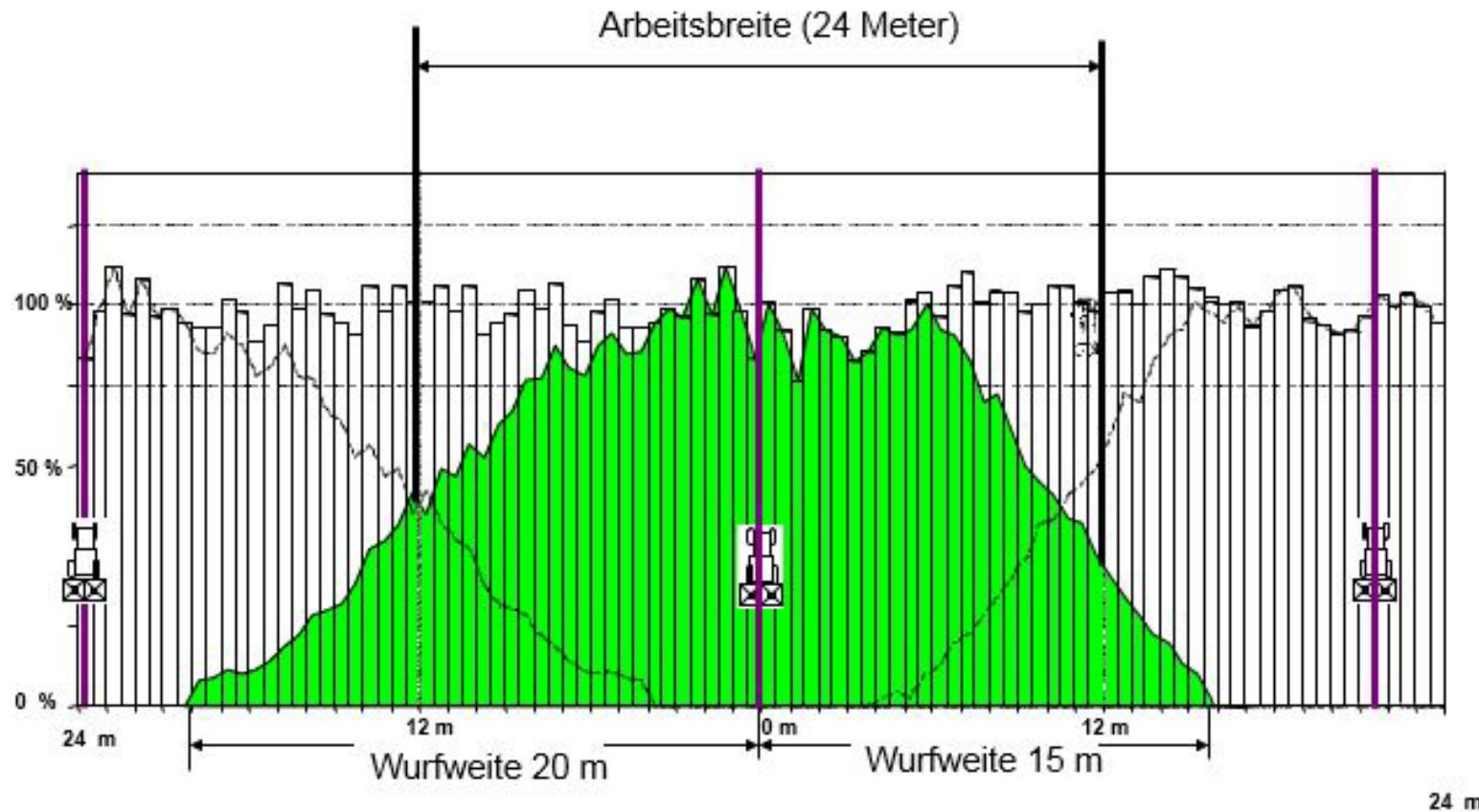


# Ertragsorientiertes Randstreuen



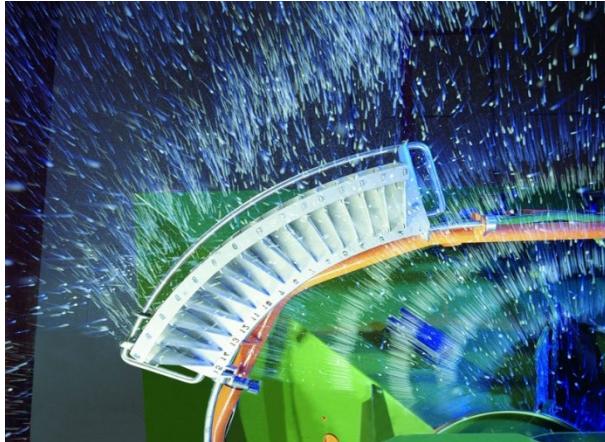
Quelle: Werkbild 73 Rauch

# Keilstreuen



# Praxisbeispiele Grenzstreuueinichtung

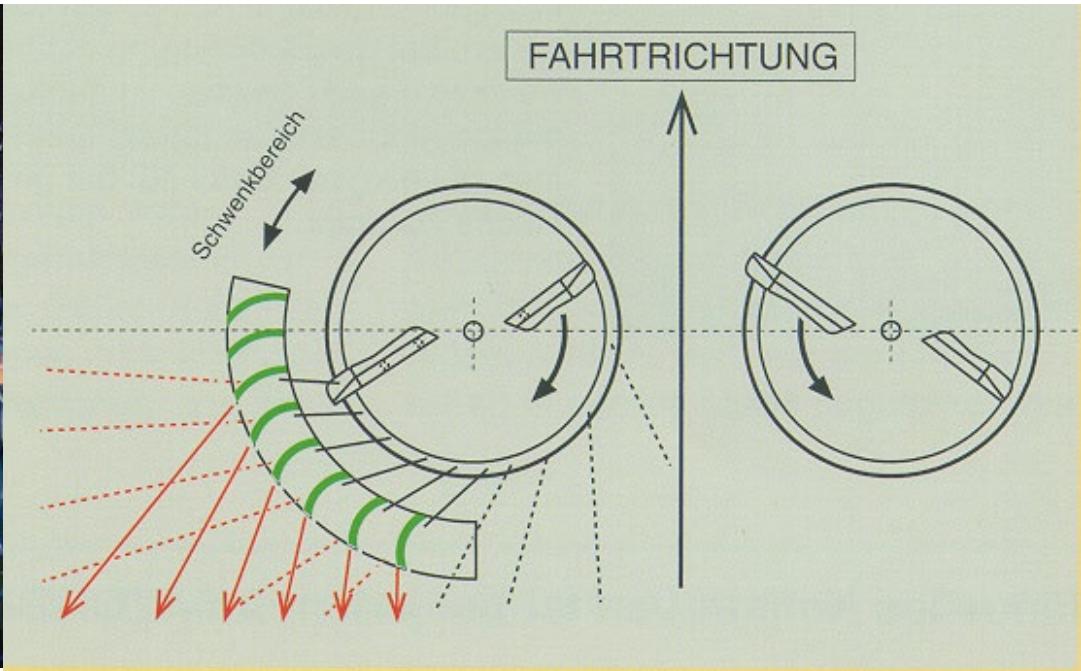
## Grenzstreuuschirme (Limiter)



Quelle: Werkbild 74a)Rauch, Werkbild 74b), 74c), 74d) Amazone

# Praxisbeispiele Grenzstreueneinrichtung

## Grenzstreuschirme (Limiter)



Quelle: Werkbild 74e), 74f) Amazone

# Rauch Telimat



Quelle: Werkbild 74g) Rauch

# Vicon Trimflow



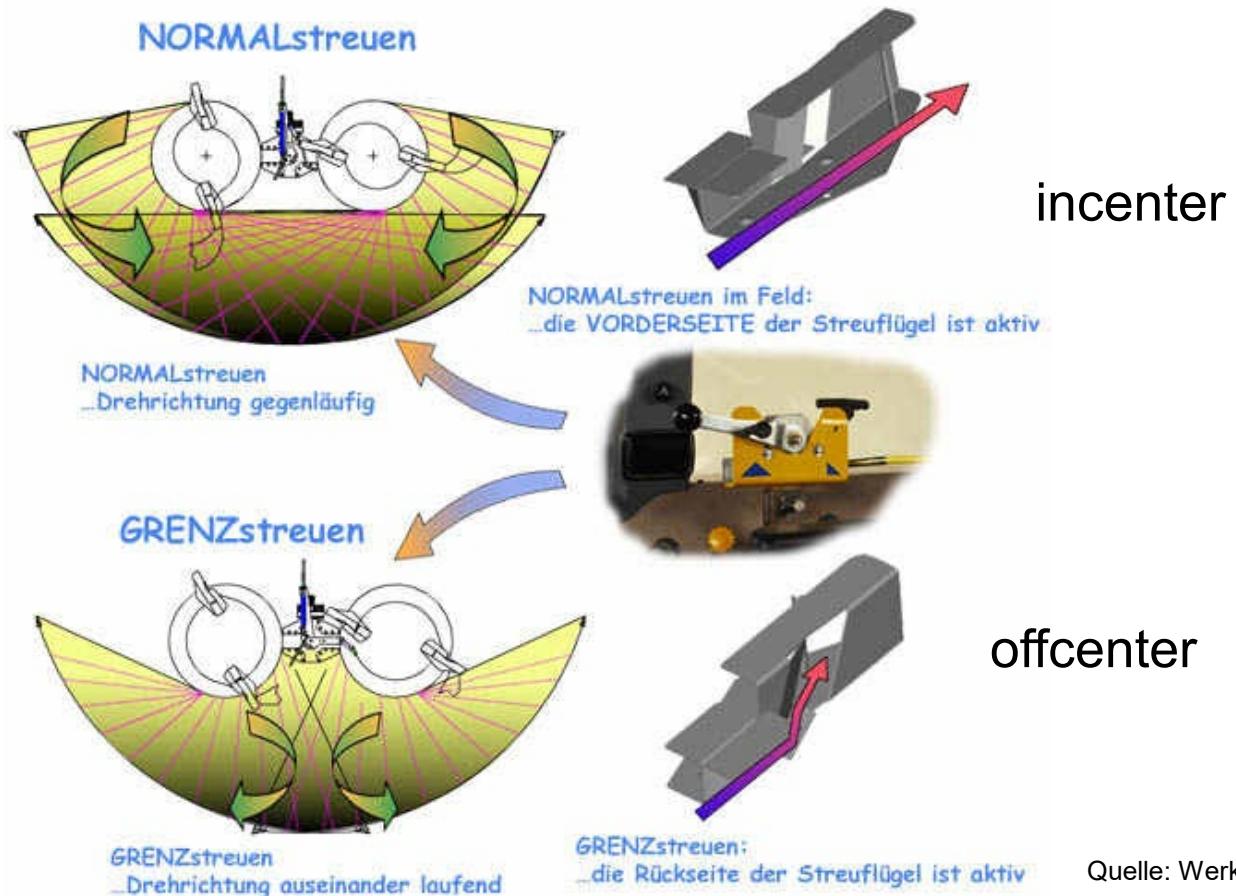
Quelle: Werkbild 74h) Vicon

# Vicon Schrägstellzylinder



Quelle: Werkbild 74i), 74j) Vicon

# Bogballe Trend System



Quelle: Werkbild 74in) Bogballe

# Bogballe Trend System



Normales Streuen



Grenzstreuen

Quelle: Werkbild 74io), 74p) Bogballe

**Video**

# EU-Norm EN 13739-1 → Grenzstreuen

1:

5 m Randbreite:

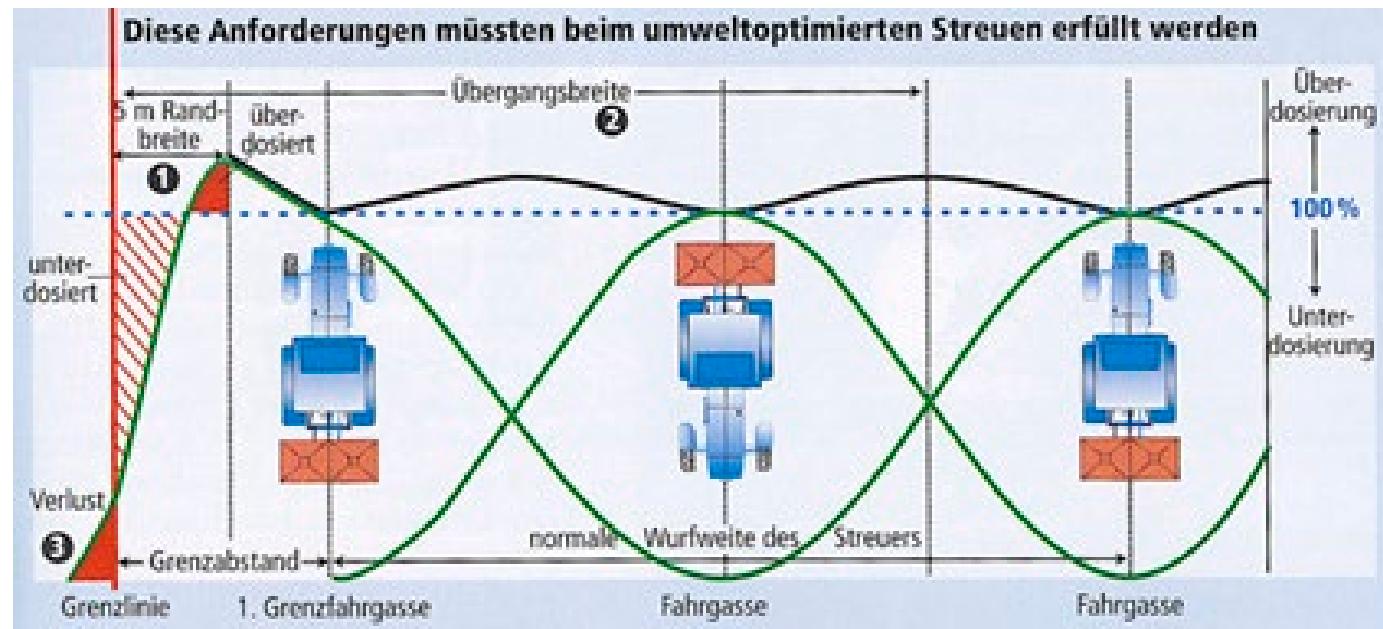
Die Ausbringmenge  
in der Randbreite  
darf nicht mehr als  
+/- 20% abweichen.

2: Übergangsbreite

(1.+ 2. Fahrgasse):  
der Variationskoeffizient in der  
Übergangsbreite darf nicht über  
25% steigen

3: Verluste über die Grenze:

auf 100 m Grenzlänge darf nicht  
mehr als 3% der Ausbringmenge  
im Feld über die Grenze gestreut  
werden.

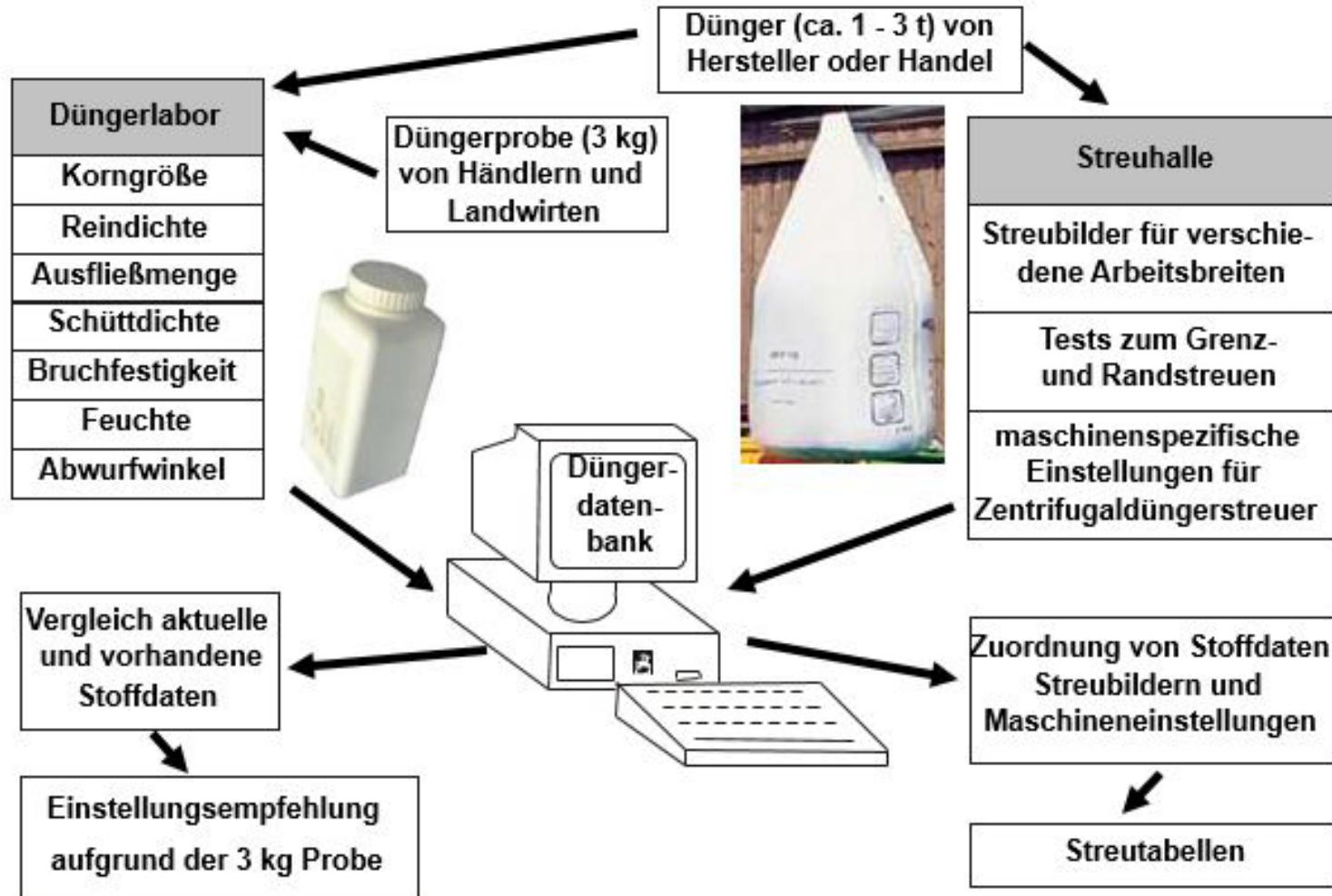


# **Streuereinstellungen – woher`?**

# Streuhalle

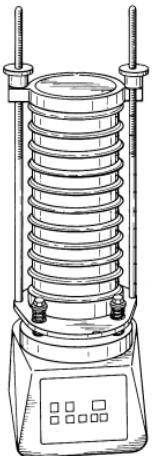


Streuhalle Amazone in Hasberge – Gaste 48x18m

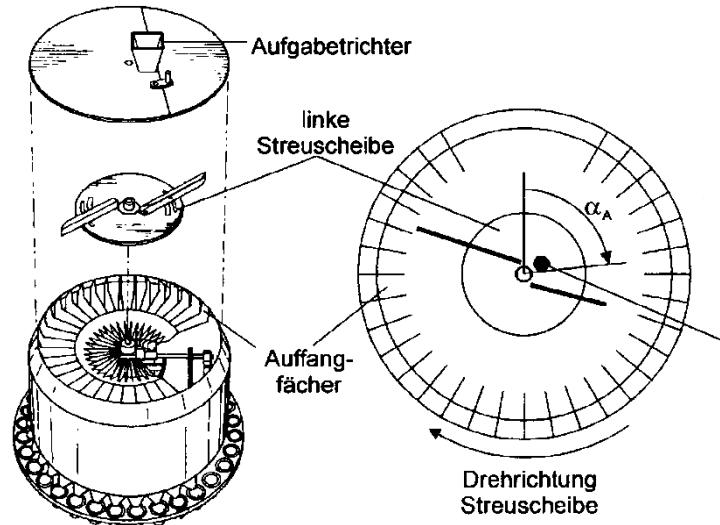


# Düngelabor

## Siebanalysegerät



- Korngrößenspektrum
- mittlerer Durchmesser
- Standardabweichung



“Karussell“ zur Messung des Abwurfwinkels

- innere Reibung
- äußere Reibung

Quelle: Bild 75d), Bild 75e) Vorlesungsskript Prof. Dr. Ulrich Groß

# **Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**