

Entwicklungen und Bedeutung der Pflanzenschutztechnik



Terminplan für Technik in der Außenwirtschaft 4. Sem AB 2026

Freitag, den 26.06.2026 Pflanzenschutz

Mittwoch, den 01.7.25 8.15 – 9.45 Uhr Pflanzenschutz II evtl. nur online

Freitag, den 3.7.25 8.15 – 12.30 Uhr Mähdrusch Basics und
Wiederholung

Warum Pflanzenschutz?



Auswirkung von Herbizidverzicht auf Zuckerrüben

Quelle: Bayer

Wieviel Pflanzenschutz?

Übersicht zu Behandlungsindizes

alle Maßnahmen - BI (gesamt)

	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Kartoffeln	Mais	Zuckerrüben	Hopfen	Apfel	Wein
2011	4,9	3,8	6,4	10,9	1,9	3,7	10,9	32,2	15,5
2012	5,2	4,1	6,6	12,3	1,9	4,2	9,3	32,4	16,7
2013	5,3	4,1	6,7	11,3	1,8	3,8	8,0	31,8	17,2
2014	5,7	3,9	6,9	12,7	2,0	4,0	11,1	34,1	19,8
2015	5,6	4,2	7,5	11,6	2,0	4,0	9,2	30,9	18,1
2016	5,8	4,3	6,5	14,0	1,8	3,8	14,2	31,9	22,5
2017	5,5	4,4	6,9	13,4	1,9	4,1	12,2	29,5	18,5
ab 2018 Modifizierung der Berechnungsmethode für Ackerbaukulturen → bei gleicher Intensität: höhere BI-Werte									
2018	5,0	4,2	7,0	10,9	1,8	3,9	13,4	26,9	18,1
2019	5,3	4,2	7,5	11,5	2,0	4,3	12,9	30,6	17,4
2020	4,6	4,0	6,4	12,0	1,9	4,7	13,7	28,3	16,8
2021	5,3	4,5	7,6	14,1	1,9	4,7	13,3	31,5	20,1
2022	5,1	4,5	7,9	11,5	1,9	5,2	11,4	29,5	17,0
2023							12,2		19,2

Quelle: JKI PAPA-Erhebung

Gliederung

1. Rechtliche Grundlagen für Pflanzenschutz
2. Aufbau und Funktion von Pflanzenschutzspritzen
3. Innovationen im Bereich Pflanzenschutztechnik
4. Quellen

1. Rechtliche Grundlage für Pflanzenschutz

- Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) regelt zusammen mit verschiedenen Verordnungen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM)
 - > z.B. Pflanzenschutzssachkundeverordnung (PflSchSachkV)
Pflanzenschutzgeräteverordnung (PflSchGerätV)
- Vorschriften lassen sich in verschiedene Bereiche unterteilen

1.1 Anwenderbezogene Vorschriften

Sachkundepflicht für jeden der:

- Pflanzenschutzmittel anwendet
 - über den Pflanzenschutz berät
 - andere anleitet oder beaufsichtigt, die Pflanzenschutzmittel im Rahmen eines Ausbildungsverhältnisses oder einer Hilfstätigkeit anwenden,
 - Pflanzenschutzmittel gewerbsmäßig in Verkehr bringt
 - Pflanzenschutzmittel über das Internet auch außerhalb gewerbsmäßiger Tätigkeiten in Verkehr bringt
- (§ 9 Abs. 1 PflSchG)



Beispielbild Sachkundenachweis
Quelle: Pflanzenschutzamt Berlin

1.1 Anwenderbezogene Vorschriften

Erwerb des Sachkundenachweis

- Nachweis der notwendigen Kenntnisse durch
 - Abschluss einer Berufsausbildung z.B. Landwirt/in, Förster/in, Gärtner/in
 - Erfolgreiche Teilnahme an mehrtägigem Lehrgang
 - **Abschluss eines Studiums mit Bescheinigung des Prüfungsamtes das notwendige Kenntnisse vermittelt wurden**
 - Bescheinigung der zuständigen Behörde eines anderen EU-Mitgliedsstaates
 - Beantragung beim zuständige Pflanzenschutzamt
- (§ 1 PflSchSachkV)

1.1 Anwenderbezogene Vorschriften

Fort- oder Weiterbildung

- Um den Sachkundenachweis zu behalten muss alle 3 Jahre an einer Weiterbildungsmaßnahme teilgenommen werden
 - Diese muss die Vorgaben nach § 7 PflSchSachkV erfüllen und als solche gekennzeichnet sein

1.1 Anwenderbezogene Vorschriften

Abgeber (Verkäufer) von Pflanzenschutzmitteln müssen sich vor der Abgabe von Käufern den Sachkundenachweis vorlegen lassen

- Ohne Sachkundenachweis kein Erwerb von Pflanzenschutzmitteln möglich (§ 23 PflSchG)

1.2 Pflanzenschutzmittelbezogene Vorschriften

Zweistufiges Verfahren in der EU:

- Zulassung von Wirkstoffen (z.B. Glyphosat) durch EU-Kommission
- Zulassung von formulierten Produkten (z.B. RoundUp) durch nationale Behörden, in Deutschland durch Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)
- Länder können eigene Anwendungsaufgaben festlegen
z.B. Gewässerabstände oder Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

In Deutschland gültige Anwendungsaufgaben werden in Onlinedatenbank des BVL veröffentlicht

Film

1.2 Pflanzenschutzmittelbezogene Vorschriften

Handelsbezeichnung: Belkar

Anwendungsnummer: 008778-00/00-001

Status	Zulassung, bis 5. August 2026
Wirkungsbereich	Herbizid
Einsatzgebiet	Ackerbau
Anwendungsbereich	Freiland
Kultur/Objekt	Winterraps
Stadium Kultur	Von 2. Laubblatt entfaltet bis 8. Laubblatt entfaltet
Schadorganismus/Zweck	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter
Anwendungszeitpunkt	Herbst , nach dem Auflaufen UND nach dem Auflaufen der Unkräuter
Max. Zahl Behandlungen	In der Anwendung: 2 In der Kultur bzw. je Jahr: 2
Anwendungstechnik	spritzen
Aufwand	0,25l/ha in 100 bis 300 l/ha Wasser
Weitere Erläuterungen	Anzahl der Behandlungen: zeitlicher Abstand der Behandlungen mindestens 14 Tage Hinweis zum Mittelaufwand: maximaler Mittelaufwand für die vorgesehene Kultur pro Jahr 0,5 l/ha Anwendungstechnik: im Splittingverfahren (2 Behandlungen)

Zulassungsende	05.08.26
Wirkungsbereich	Herbizid
Wirkstoffgehalt	48 g/l Picloram 10 g/l Halauxifen-methyl
Formulierung	Emulgierbares Konzentrat (Emulsionskonzentrat)

1.2 Pflanzenschutzmittelbezogene Vorschriften

Anwendungbestimmungen (NT, NW...):

NT103: Die Anwendung des Mittels muss in einer Breite von mindestens 20 m zu angrenzenden Flächen (ausgenommen landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen, Straßen, Wege und Plätze) mit einem verlustmindernden Gerät erfolgen, das in das Verzeichnis "Verlustmindernde Geräte" vom 14. Oktober 1993 (Bundesanzeiger Nr. 205, S. 9780) in der jeweils geltenden Fassung, mindestens in die Abdriftminderungsklasse 90 % eingetragen ist. Bei der Anwendung des Mittels ist der Einsatz verlustmindernder Technik nicht erforderlich, wenn die Anwendung mit tragbaren Pflanzenschutzgeräten erfolgt oder angrenzende Flächen (z. B. Feldraine, Hecken, Gehölzinseln) weniger als 3 m breit sind oder die Anwendung des Mittels in einem Gebiet erfolgt, das von der Biologischen Bundesanstalt im "Verzeichnis der regionalisierten Kleinstrukturanteile" vom 7. Februar 2002 (Bundesanzeiger Nr. 70a vom 13. April 2002) in der jeweils geltenden Fassung, als Agrarlandschaft mit einem ausreichenden Anteil an Kleinstrukturen ausgewiesen worden ist.

NW607-1: Die Anwendung des Mittels auf Flächen in Nachbarschaft von Oberflächengewässern - ausgenommen nur gelegentlich wasserführende, aber einschließlich periodisch wasserführender Oberflächengewässer - muss mit einem Gerät erfolgen, das in das Verzeichnis "Verlustmindernde Geräte" vom 14. Oktober 1993 (Bundesanzeiger Nr. 205, S. 9780) in der jeweils geltenden Fassung eingetragen ist. Dabei sind, in Abhängigkeit von den unten aufgeführten Abdriftminderungsklassen der verwendeten Geräte, die im Folgenden genannten Abstände zu Oberflächengewässern einzuhalten. Für die mit "*" gekennzeichneten Abdriftminderungsklassen ist, neben dem gemäß Länderrecht verbindlich vorgegebenen Mindestabstand zu Oberflächengewässern, das Verbot der Anwendung in oder unmittelbar an Gewässern in jedem Fall zu beachten. Zuwiderhandlungen können mit einem Bußgeld bis zu einer Höhe von 50.000 Euro geahndet werden.

: reduzierte Abstände: 50%, 20,75%, 10,90%, 5

NW706: Zwischen behandelten Flächen mit einer Hangneigung von über 2 % und Oberflächengewässern - ausgenommen nur gelegentlich wasserführender, aber einschließlich periodisch wasserführender - muss ein mit einer geschlossenen Pflanzendecke bewachsener Randstreifen vorhanden sein. Dessen Schutzfunktion darf durch den Einsatz von Arbeitsgeräten nicht beeinträchtigt werden. Er muss eine Mindestbreite von 20 m haben. Dieser Randstreifen ist nicht erforderlich, wenn: - ausreichende Auffangsysteme für das abgeschwemmte Wasser bzw. den abgeschwemmten Boden vorhanden sind, die nicht in ein Oberflächengewässer münden, bzw. mit der Kanalisation verbunden sind oder - die Anwendung im Mulch- oder Direktsaatverfahren erfolgt.

1.2 Pflanzenschutzmittelbezogene Vorschriften

PSA beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln:

- Grundsätzlich lange Arbeitskleidung und festes Schuhwerk
- Zusätzlich können je nach PSM Schutzanzug, Schutzhandschuhe, Ärmelschürzen, Gesichtsschutz, dichtsitzende Schutzbrille oder Atemschutz nötig sein
- Was genau benötigt wird steht in der Zulassung des Pflanzenschutzmittels

Eigene Sicherheit



» Zur Pflanzenschutzapplikation gehört die eigene Sicherheit an oberster Stelle

[Film](#)

» Schutz der Augen

» Schutzhandschuhe

» Schutzanzug

» Sicherheits-
schuhe



Kabinenkategorien nach DIN EN 15695

- Schutzigenschaften zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Schützt vor		Kabinenkategorie	Mindestanforderungen	
Stäuben	JA	 Kategorie 4	Frischluftdurchsatz	30 m³/h
Aerosolen	JA		Druckausgleich	20 Pa
Dämpfen	JA		Druckanzeiger	Pflicht
Stäuben	JA	 Kategorie 3	Frischluftdurchsatz	30 m³/h
Aerosolen	JA		Druckausgleich	20 Pa
Dämpfen	NEIN		Druckanzeiger	Pflicht
Stäuben	JA	 Kategorie 2	Frischluftdurchsatz	30 m³/h
Aerosolen	NEIN		Druckausgleich	20 Pa
Dämpfen	NEIN		Druckanzeiger	Freiwillig
Stäuben	NEIN	 Kategorie 1	Frischluftdurchsatz	Freiwillig
Aerosolen	NEIN		Druckausgleich	Freiwillig
Dämpfen	NEIN		Druckanzeiger	Freiwillig

Abbildung 76: <https://sncd.net/de/unternehmen/norm-en15695>

Kat. 4

- Aktivkohlefilter anstelle des herkömmlichen Kabinen-Luftfilters
- Nachträgliche Hochrüstung durch Umrüstsätze möglich

1.2 Pflanzenschutzmittelbezogene Vorschriften

- Vorgaben zur persönlichen Schutzausrüstung gelten auch bei der PSM-Ausbringung in der Schlepperkabine
- Zertifizierte Kabinen können Teile der PSA ersetzen

Kabinentyp	ersetzbare PSA			
	Schutzanzug	Schutzhandschuhe	Augen-/Gesichtsschutz	Atemschutz
				
Kategorie 1	-	-	-	-
Kategorie 2*				-
Kategorie 3				 *)
Kategorie 4				

*) Kabinen der Kategorien 3 liefern keinen ausreichenden Schutz gegen gasförmige Schadstoffe

Quelle: BVL

1.3 Anwendungsbezogene Vorschriften

Pflanzenschutz darf nur nach guter fachlicher Praxis erfolgen

- Alle **aktuell gültigen** Zulassungsaufgaben werden eingehalten
(Auflagen laut BVL-Datenbank nicht laut Aufkleber auf Verpackung)
- Ordnungsgemäße Dokumentation der Maßnahmen
- Einhaltung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes

1.3.1 Integrierter Pflanzenschutz

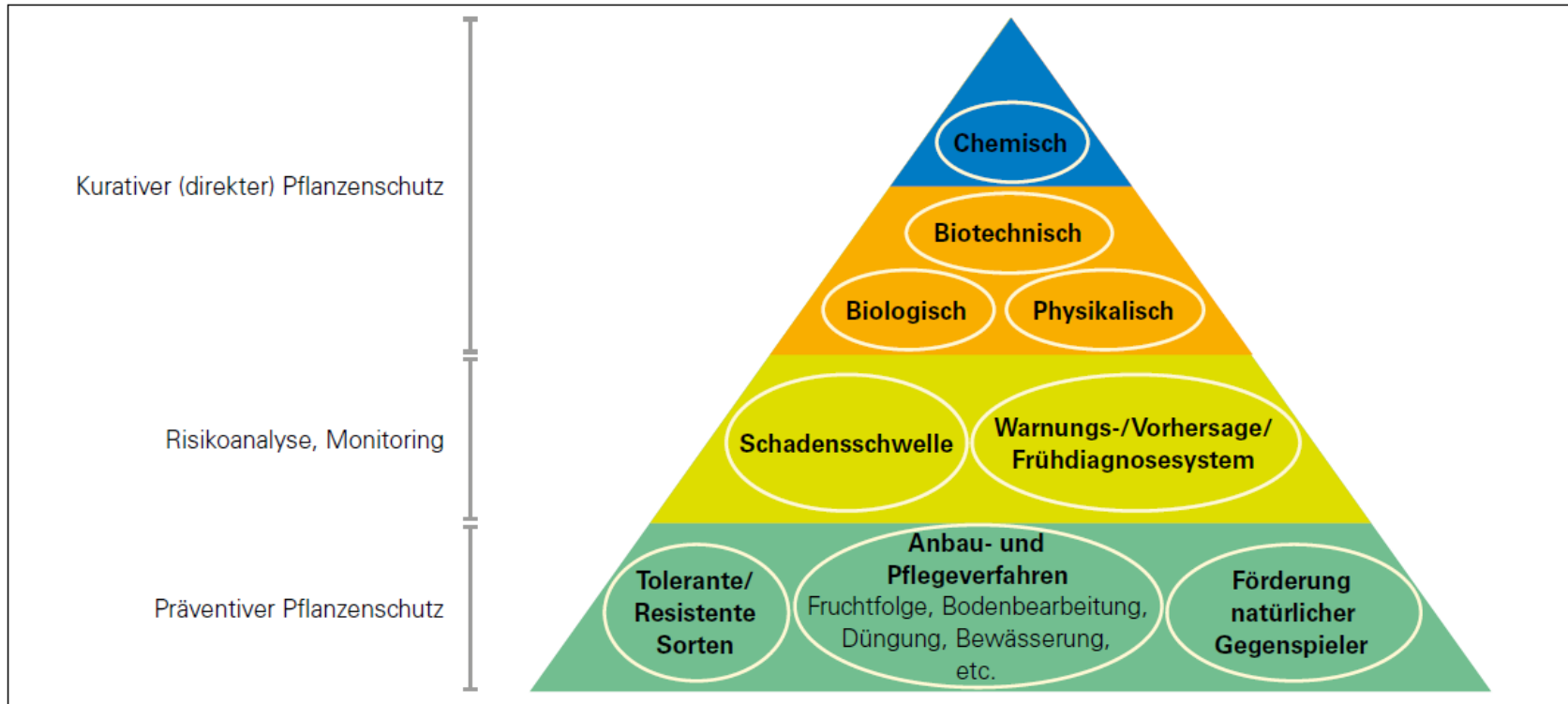
Integrierter Pflanzenschutz ist die

Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wurde.

§ 2 Nr. 2 PflSchG

- Chemischer Pflanzenschutz soll auf ein notwendiges Maß beschränkt werden
 - > So viel wie nötig, so wenig wie möglich

1.3.1 Integrierter Pflanzenschutz



Die Instrumente des integrierten Pflanzenschutzes

Bekämpfung/ Kontrolle von	Maßnahme	Wirkung /Effekt

Bekämpfung/ Kontrolle von	Maßnahme	Wirkung /Effekt

1.3.2 Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutz

1. Die Vorbeugung und/oder Bekämpfung von Schadorganismen sollte neben anderen Optionen insbesondere wie folgt erreicht oder unterstützt werden:
 - Fruchtfolge
 - Anwendung geeigneter Kultivierungsverfahren (z. B. Beikrautbekämpfung im abgesetzten Saatbett vor der Saat/ Pflanzung, Aussaattermine und -dichte, Untersaat, konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat)
 - gegebenenfalls Verwendung resistenter/toleranter Sorten und von Standardsaat- und -pflanzgut/zertifiziertem Saat- und Pflanzgut
 - Anwendung ausgewogener Dünge-, Kalkungs- und Bewässerungs-/Drainageverfahren
 - Vorbeugung gegen die Ausbreitung von Schadorganismen durch Hygienemaßnahmen (z. B. durch regelmäßiges Reinigen der Maschinen und Geräte)
 - Schutz und Förderung wichtiger Nutzorganismen, z. B. durch geeignete Pflanzenschutzmaßnahmen oder die Nutzung ökologischer Infrastrukturen innerhalb und außerhalb der Anbau- oder Produktionsflächen.

1.3.2 Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutz

2. Nachhaltige biologische, physikalische und andere nichtchemische Maßnahmen sind chemischen Maßnahmen vorzuziehen, wenn mit ihnen ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht werden kann
3. Eingesetzte PSM sollen möglichst Zielartspezifisch sein und möglichst geringe Nebenwirkungen aufweisen
4. Einsatz von PSM soll möglichst weit reduziert werden ohne Bekämpfungserfolg oder Resistenzrisiko zu verändern
5. Wenn ein Resistenzrisiko bekannt ist, sind verfügbare Resistenzvermeidungsstrategien anzuwenden
z.B. Wechsel zwischen PSM mit unterschiedlichen Wirkungsweisen

1.3.2 Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutz

6. Erfolg von Pflanzenschutzmaßnahmen muss überprüft werden
7. Schadorganismen müssen, sofern möglich, mit geeigneten Instrumenten überwacht werden. Dazu zählen:
 - Beobachtungen vor Ort
 - Systeme für wissenschaftlich begründete Warnungen, Voraussagen und Frühdiagnosen
 - Ratschläge von qualifizierten Beratern
8. Auf Grundlage der Ergebnisse der Überwachung der Schadorganismen und begründeten Schadschwellen muss der **Anwender** entscheiden, ob, wann und welche Pflanzenschutzmaßnahme notwendig ist

1.3.2 Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutz

Unkräuter/ Ungräser	Bekämpfungsschwelle Pflanzen je m²
Windhalm	5 - 10
Ackerfuchsschwanz	5 - 10
Weidelgras	5
Rispengras	20
Flughafer	5
Ungräser insgesamt	10 - 20
Klettenlabkraut	0,1
Windenknöterich	2
Unkrautwicken	2
Hohlzahn	3 - 5
Vogelmiere	10
andere Unkräuter insgesamt	20 - 30

Schadschwellen für Bekämpfung von Beikräutern und Beigräsern in Wintergetreide Quelle: Lfl

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Pflügen

- Bekämpfung von Beikräutern, -gräsern, pilzlichen Erregern und Mäusen durch vergraben
- Schaffung eines „reinen Tisches“, dadurch bessere Bedingungen für Bodenherbizide



Umbruch von Ackergras mit dem Pflug

Quelle: landwirtschaft.de

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Stoppelbearbeitung/Scheinsaatbett

- Reduzierung von Ausfallgetreide, Beikraut- und Beigrassamen
- Schaffung von guten Keimbedingungen durch flachen Einsatz von Grubber, Scheibenegge oder Spezialgeräten
- Samen keimen und können im nächsten Arbeitsgang bekämpft werden



Stoppelbearbeitung mit einem Flachgrubber

Quelle: agrarheute.de

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

2. Stoppelbearbeitung

- Aufgelaufene Beikräuter und Beigräser werden flach abgeschnitten und vertrocknen
- Wiederholter Einsatz von Grubber, Scheibenegge oder Spezialgeräten
- Neue Samen werden zum Keimen angeregt



Flaches Abschneiden von Ausfallgetreide mit Spezialgerät

Quelle: die-glocke.de

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Walzen

- Walzen von Zwischenfrüchten verhindert Samenreife
-> keine zusätzlichen Samen im Boden
- Walzen nach der Saat reduziert Hohlräume
-> weniger Lebensraum für Schnecken



Walzen von Zwischenfrucht von der Samenreife

Quelle: agrarheute.de

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Mulchen

- Mulchen von Zwischenfrüchten verhindert Samenreife
-> keine zusätzlichen Samen im Boden
- Zerkleinerung des organischen Materials sorgt für schnellere Umsetzung
-> Krankheitserreger im Stroh und Maiszünsler können nicht so lange überleben



Mulchen von Maisstoppeln zur Zünslerbekämpfung

Quelle: eilbote-online.com

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Seed-Terminator

- Hammermühle zerstört Ausfallgetreide und Beikrautsamen am Mähdrescher
-> Samen werden keimunfähig



Seed-Terminator angebaut an John-Deere Mähdrescher
Quelle: profi

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Fruchtfolge

- Durch Einhaltung von Anbaupausen verringert sich der Schädlingsdruck, z.B. bei Rapsglanzkäfer
- Beikrautarten sind in verschiedenen Kulturen unterschiedlich gut zu bekämpfen
 - > Herbstkeimer lassen sich in Sommerrungen leichter bekämpfen als in Winterungen

Sortenwahl

- Geringerer Krankheitsdruck durch den Anbau resistenter Sorten

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Striegeln

- Möglichkeit der Beikrautregulierung im Kulturpflanzenbestand
- Hauptmaßnahme im ökologischen Landbau
- In nahezu allen Kulturen möglich
- Kleine Beikräuter werden herausgerissen oder verschüttet
- Geringe Wirkung gegen große Beikräuter



Beikrautregulierung im Getreide mit Striegel

Quelle: diegrüne.ch

1.3.3 Möglichkeiten des nichtchemischen Pflanzenschutz

Hacken

- Bekämpfung von Beikräutern durch flaches abschneiden
- Auch größere Beikräuter werden bekämpft
- Einsatz nur in Reihenkulturen möglich, Reihen müssen genau getroffen werden
- Bekämpfungserfolg in den Reihen meist gering



Beikrautregulierung in Mais mit kamerageführter Hacke

Quelle: Einböck

Feldspritzeneinsatz in der Landwirtschaft



Herbizide

Ackerfuchsschwanz in Weizen



Fungizide

Gelbrostbefall in Weizen



Insektizide

Rapsglanzkäferbefall in Raps



Düngung

AHL Düngung in Grünland

1.3.4 Möglichkeiten des chemischen Pflanzenschutz

Molluskizide

- Wirken gegen Schnecken
-> In der Landwirtschaft als Schneckenkorn bekannt

Akarizide

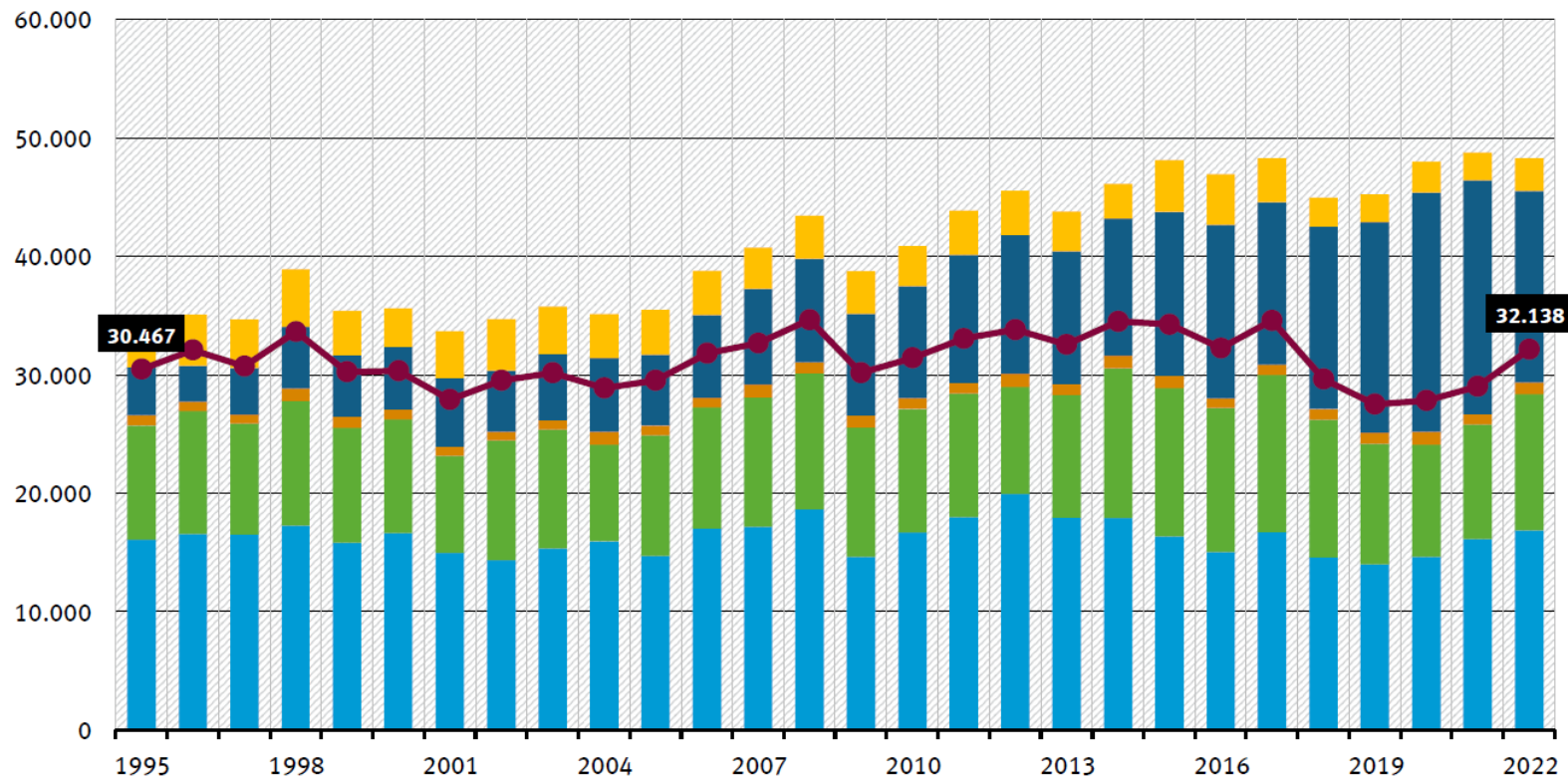
- Wirken gegen Milben
-> Vor allem in der Lagerhaltung von Obst eingesetzt

Rodentizide

- Wirken gegen Nagetiere
-> Zur Bekämpfung von Ratten und Mäusen eingesetzt

Inlandsabsatz einzelner Wirkstoffgruppen in Pflanzenschutzmitteln

Tonnen Wirkstoff



Herbizide
Insektizide, Akarizide als Spritzmittel im Freiland
Sonstige Wirkstoffe (ohne inerte Gase)

Fungizide
Inerte Gase im Vorratsschutz*
Summe ohne inerte Gase

* zum Beispiel Kohlendioxid; inert = wenig reaktionsfreudig;
Einsatz in geschlossenen Räumen/Lagerungsbehältern

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 (früher § 19) Pflanzenschutzgesetz

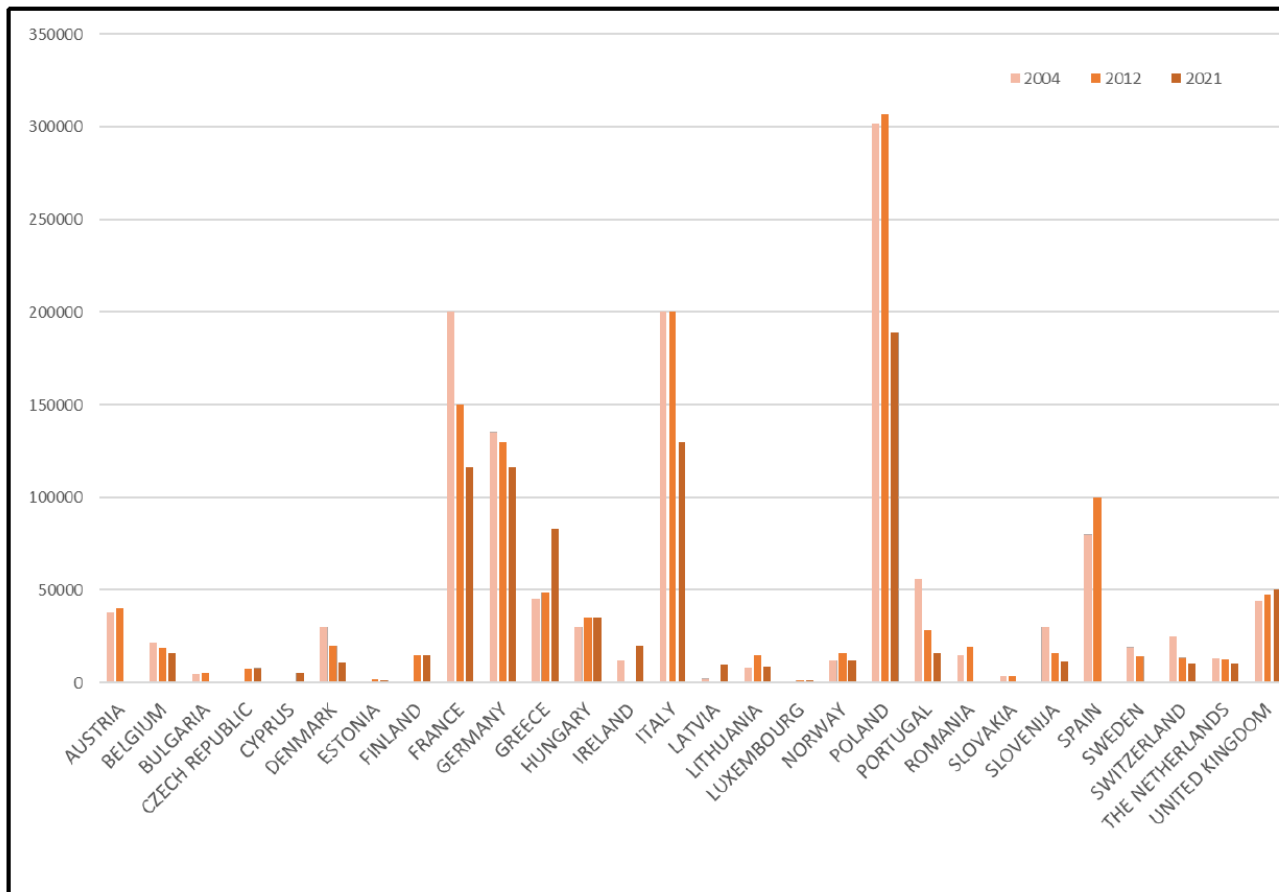


Figure 1: Number of field crop sprayers in use (2004 – 2012- 2021)

Quelle: SPISE 8,
8th Euopean
Workshop on
Standardized
Procedure for the
Inspection of
Sprayers in
Europe, World
Horti Center,
Naaldwijk,
Netherlands, May
2-4, 2023

1.4 Pflanzenschutzgerätebezogene Vorschriften

- Pflanzenschutzgeräte müssen alle sechs Kalenderhalbjahre geprüft werden – „Spritzen-TÜV“
 - > Prüfung muss in von Julius Kühn-Institut (JKI) anerkannter Werkstatt nach Richtlinien des JKI erfolgen

1.4.1 Julius Kühn-Institut (JKI)

- Bundesbehörde im Bereich des BMEL
- Hauptsitz in Quedlinburg, acht weitere Standorte
- Forscht u.a. in den Bereichen Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz
- Berät die Bundesregierung u.a. im Bereich Pflanzenschutz
- Legt in JKI-Richtlinien die technischen Mindestanforderungen an Pflanzenschutzgeräte fest
- Seit 2013 ist das JKI im ENTAM (EU – Prüfung)
- Regelt die Anforderungen und den Ablauf des „Spritzen-TÜV“

2.1 Bauteile einer Pflanzenschutzspritze



Historische Darstellung einer Pflanzenschutzspritze

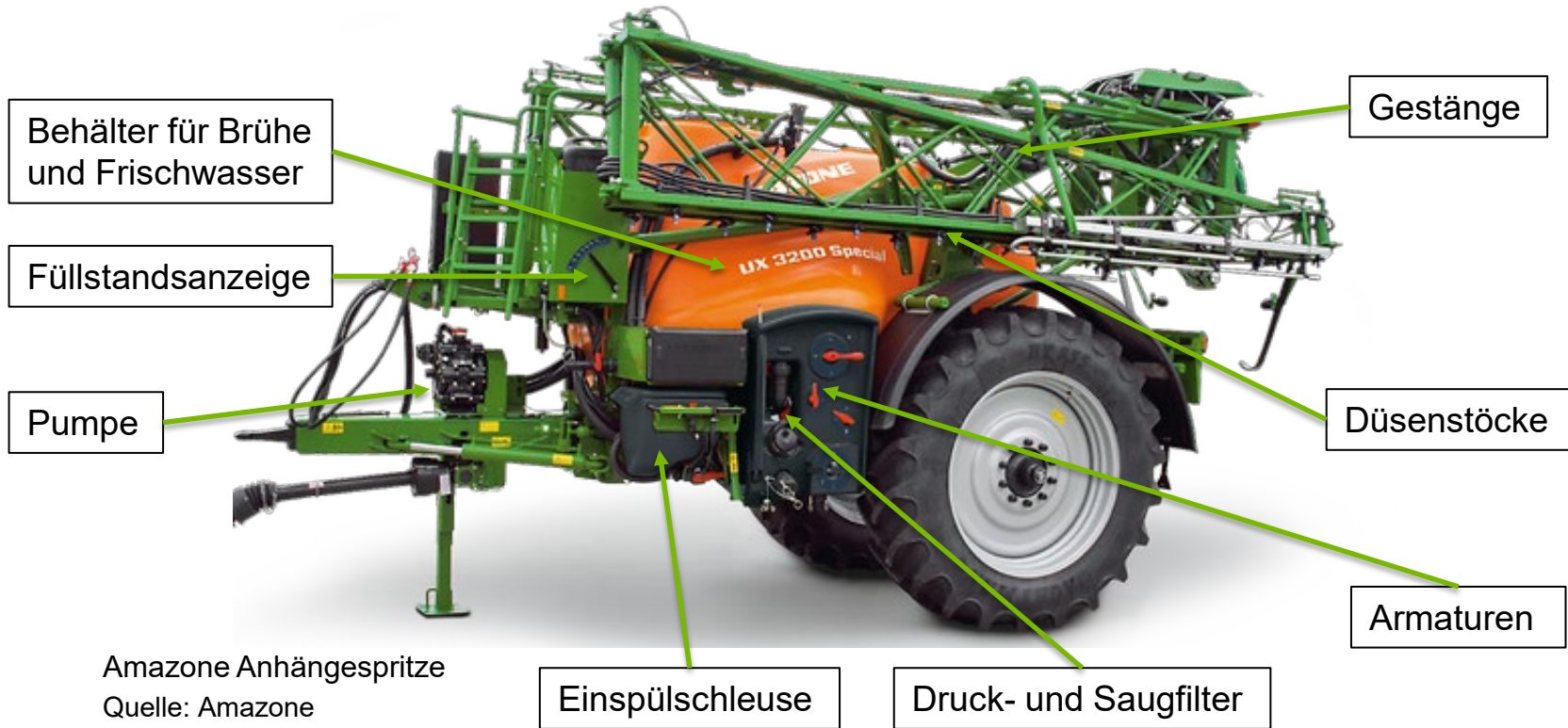
Quelle: landtechnik-historisch.de

Bereits vor 100 Jahren hatten Pflanzenschutzspritzen:

- Fass (Behälter)
- Pumpe
- Armaturen
- Gestänge mit Düsen

-> Alles Bauteile die moderne Spritzen auch noch haben

2.1 Bauteile einer Pflanzenschutzspritze



2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Anbauspritze Horsch Leeb CS

Quelle: agrarheute

Anbauspritzen

- Bis ca. 2000l Behältergröße
- Bis 30m Arbeitsbreite
- Einfache, kostengünstige Lösung für kleinere Betriebe
- Ungünstige Lastverteilung
- Geringe Schlagkraft
- Erweiterbar durch Fronttank
 - > Bessere Lastverteilung und höhere Schlagkraft, aber höhere Rüstzeiten und Kosten

2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Aufbauspritze für JCB-Fasttrac

Quelle: Iss-agrio

Aufbauspritzen

- Speziell an einen Systemtraktor (z.B. MB-Trac) angepasste Spritzen
- Behältergrößen bis 4000l
- Arbeitsbreiten bis 30m
- Eigenschaften ähnlich wie Selbstfahrer
- Aufwendiger Auf- und Abbau
- Spritze nur mit Systemtraktor einsetzbar

2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Aufbauspritze für JCB-Fasttrak

Quelle: Iss-agrio

Aufbauspritzen

- Speziell an einen Systemtraktor (z.B. MB-Trac) angepasste Spritzen
- Behältergrößen bis 4000l
- Arbeitsbreiten bis 30m
- Eigenschaften ähnlich wie Selbstfahrer
- Aufwendiger Auf- und Abbau
- Spritze nur mit Systemtraktor einsetzbar

2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Anhängespritzen

- Behältergrößen bis ca. 12000l (teilweise bis 20000l)
- Arbeitsbreiten bis 52m
- Hohe Schlagkraft
- Schnelles An- und Abhängen
- Eingeschränkte Wendigkeit
- Schlecht Übersicht

Anhängespritze Amazone UX Spezial

Quelle: Amazone

2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Selbstfahrspritze Amazone Pantera

Quelle: agrarheute

Selbstfahrspritzen

- Bis 12000l Behältervolumen (Zweiachser bis 8000l, Nexat bis 22000l)
- Bis 52m Arbeitsbreite (Nexat bis 70m)
- Hohe Schlagkraft und Bodenfreiheit
- Hohe Kosten
- Selbstfahrer nicht anderweitig verwendbar

2.2 Bauarten von Pflanzenschutzspritzen



Quelle: agrarheute

Selbstfahrspritzen

- Bis 12000l Behältervolumen (Zweiachser bis 8000l, Nexat bis 22000l)
- Bis 52m Arbeitsbreite (Nexat bis 70m)
- Hohe Schlagkraft und Bodenfreiheit
- Hohe Kosten
- Selbstfahrer nicht anderweitig verwendbar

2.3 Brühebehälter von Pflanzenschutzspritzen

Anforderungen laut JKI:

- Volumen mind. 5% größer als Nennvolumen
-> Sicherheitspuffer für Schaumbildung
- Restmenge max. 0,5% von Nennvolumen + 2l je Meter Arbeitsbreite
-> In Behälter, Pumpe, Leitungen und Gestänge zusammen
- Leicht zu reinigende Oberfläche (Innen und Außen)
- Kein unbeabsichtigtes Austreten von Spritzbrühe
- Behälter meist aus Polyethylen, Edelstahl oder GFK

2.3 Brühbehälter von Pflanzenschutzspritzen

Polyethylen:

- Glattwandig
-> Einfache Reinigung
- Intelligente, der Funktion folgende Bauformen sind möglich
-> Niedriger Schwerpunkt und geringe Restmenge
- Bei kleineren Beschädigungen/Rissen ist eine Reparatur möglich (PE-Schweißgerät)
- Teuer in der Herstellung



Anhängespritze Amazone UX Spezial

Quelle: Amazone

2.3 Brühbehälter von Pflanzenschutzspritzen

Edelstahl:

- Sehr glatte Oberfläche
-> Einfache Reinigung
- Gute Haltbarkeit
- Aufwendigere Konstruktion
-> Behälterform muss aus Blech gebogen und verschweißt werden
- Teuer in der Herstellung
- Behälter kann recycelt werden



Anhängespritze Horsch Leeb GS

Quelle: Horsch

2.3 Brühbehälter von Pflanzenschutzspritzen

GFK:

- Relativ raue Oberfläche
 - > Höherer Reinigungsaufwand
- Nur einfache Bauformen möglich
 - > Einfache Konstruktion
 - > Ungünstiger Schwerpunkt
 - > Schwer aufzurühren und zu reinigen
- Preiswert und einfach zu reparieren
- Tank besteht aus zwei Hälften die verklebt werden



Anhängespritze Dammann Profi-Class

Quelle: Dammann

2.4 Frisch- und Klarwassertank

Anforderungen laut JKI:

- Klar-/Spülwassertank:
 - > Mind. 10% vom Nennvolumen des Brühebehälters oder zehnmal die technische Restmenge
 - > Spülen der Leitungen muss auch bei vollem Brühebehälter von Spülwassertank aus möglich sein
 - > Spülwassertank kann auch zum verdünnen der Spritzbrühe verwendet werden
- Frischwassertank für den Bediener (z.B. zum Händewaschen):
 - > Muss unabhängig von Spülwassertank sein

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Anforderungen laut JKI:

- Mind. Ausstoß der größten an der Spritze verbauten Düsen + Flüssigkeit für das Rührwerk laut Tabelle

Behälterinnenvolumen	Zus. Volumenstrom
bis 1000 l	5 % des Behälterinnenvolumens
über 1000 bis 2000 l	60 l/min
über 2000 l	3 % des Behälterinnenvolumens

Flüssigkeitsbedarf für Rührwerk laut JKI; Quelle: JKI

- Nötiger Volumenstrom kann auch von zwei Pumpen erreicht werden (eine fürs Spritzen und eine fürs Rührwerk)
- Faustformel:

Volumenstrom [l/min] = 5l/m Arbeitsbreite + 5% vom Behältervolumen

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Kolbenmembranpumpe:

- Selbstansaugend
 - Aufwendiger Aufbau
 - Relativ große Bauform
 - Hohe Drücke möglich (bis 50 bar)
 - Trockenlaufen ist kein Problem
 - Am häufigsten verwendete Pumpenform
- > Mit einer Pumpe kann gesamte Spritze betrieben werden



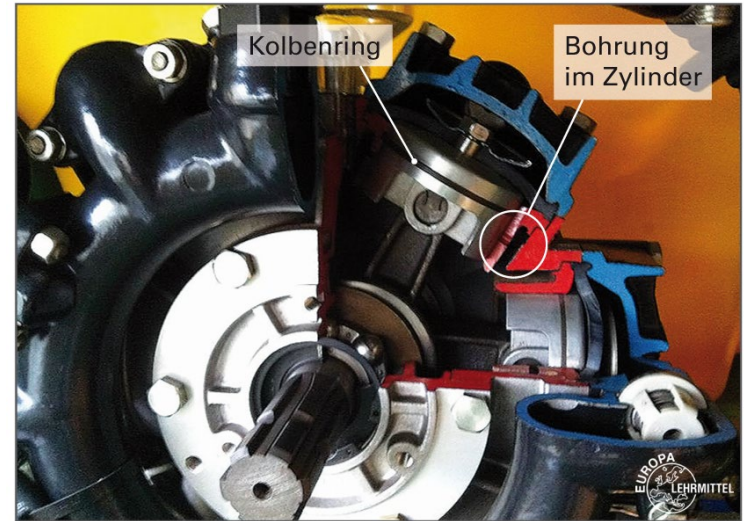
Mechanisch angetriebene Kolbenmembranpumpe

Quelle: DLG

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Funktionsweise Kolbenmembranpumpe

- Durch Kurbelwelle wird der Kolben in eine Hubbewegung versetzt
- Membrane bewegt sich zusammen mit dem Kolben
- Volumen oberhalb der Membrane wird abwechselnd größer und kleiner
- Bei Vergrößerung des Volumens entsteht ein Unterdruck
 - > Saugventil öffnet sich und Flüssigkeit wird angesaugt
- Bei Verkleinerung entsteht Unterdruck
 - > Saugventil schließt und Druckventil öffnet, Flüssigkeit wird herausgedrückt

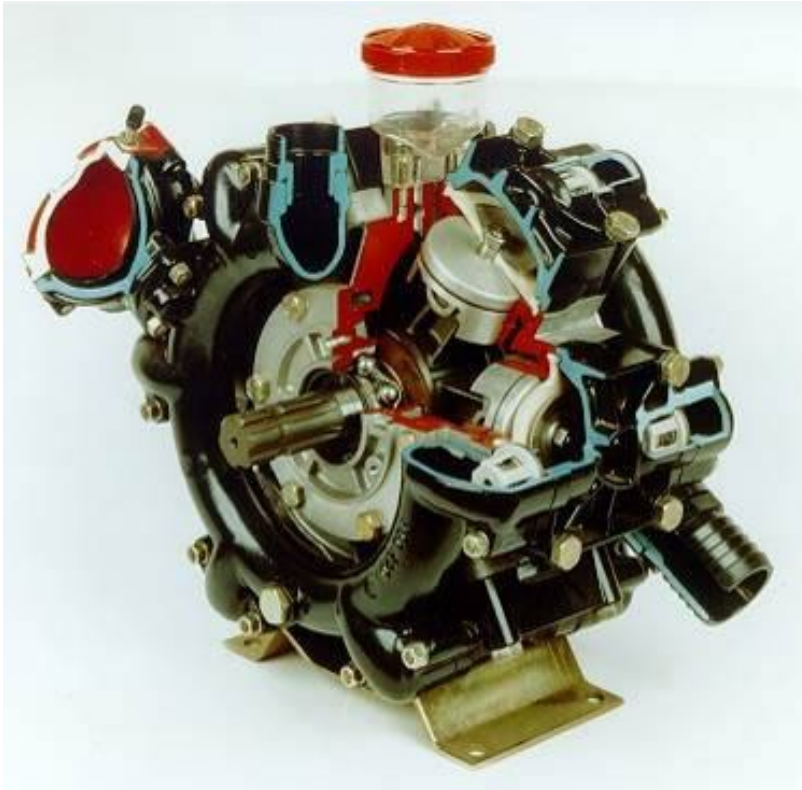


Schemazeichnung Kolbenmembranpumpe

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Funktionsweise Kolbenmembranpumpe

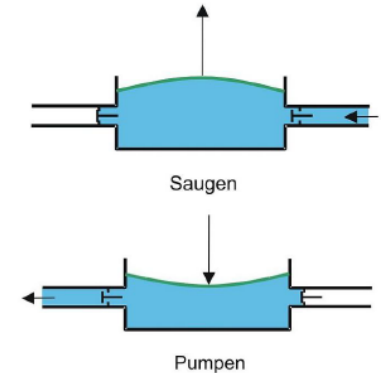
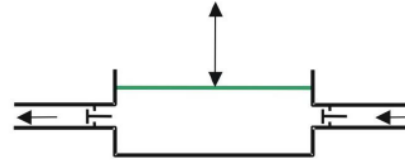
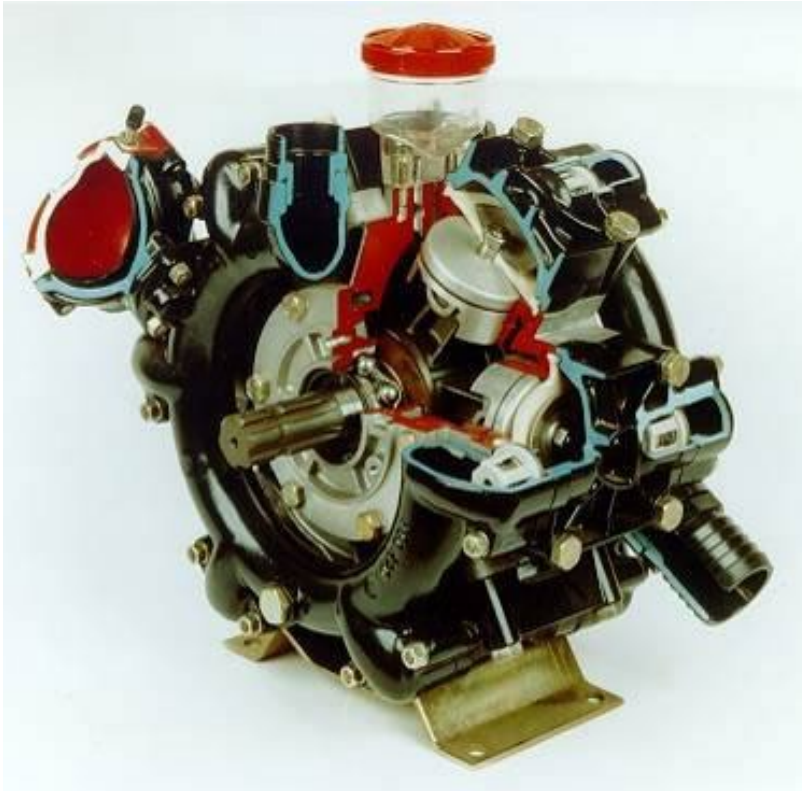


Schemazeichnung Kolbenmembranpumpe

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

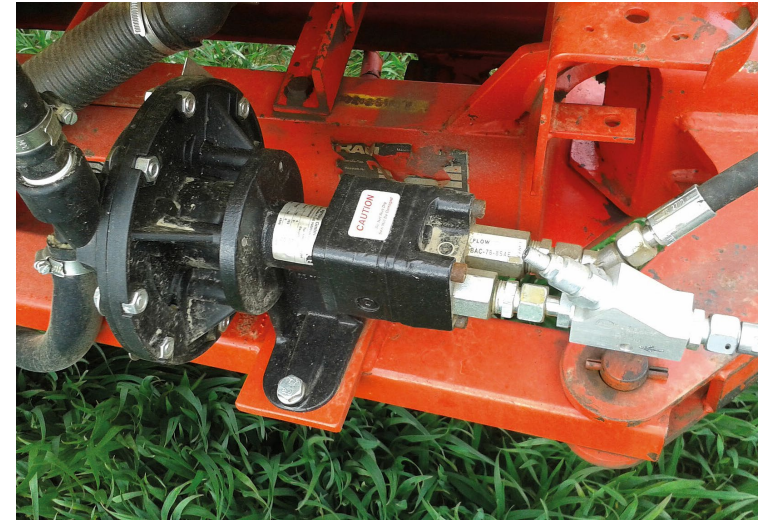
Funktionsweise Kolbenmembranpumpe



2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Kreiselpumpen:

- Nicht Selbstansaugend
- Einfacher Aufbau
- Kleine Bauform
- Geringer Leistungsbedarf
 - > Meist hydraulisch angetrieben, dadurch Position in Spritze unabhängig von Gelenkwelle
- Hohe Förderleistung
 - > Oft zum Befüllen verwendet
- Muss immer in Kombination mit selbstansaugender Pumpe verbaut werden



Hydraulisch angetriebene Kreiselpumpe

Quelle: DLG-Merkblatt 467

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Kreiselpumpen:

- Nicht Selbstansaugend
- Einfacher Aufbau
- Kleine Bauform
- Geringer Leistungsbedarf
 - > Meist hydraulisch angetrieben, dadurch Position in Spritze unabhängig von Gelenkwelle
- Hohe Förderleistung
 - > Oft zum Befüllen verwendet
- Muss immer in Kombination mit selbstansaugender Pumpe verbaut werden



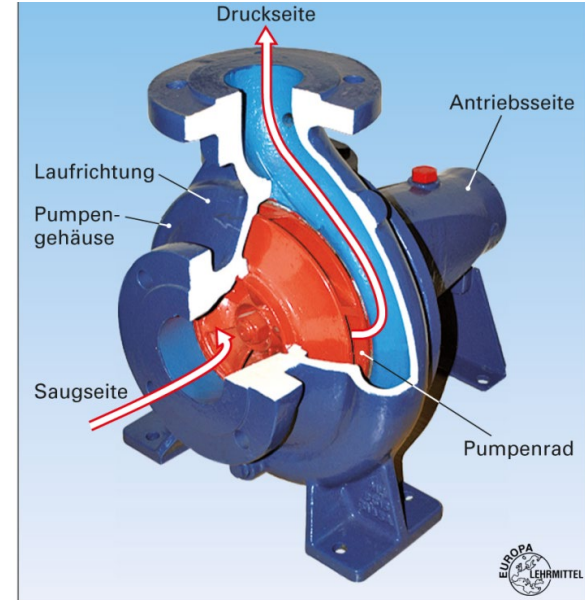
Hydraulisch angetriebene Kreiselpumpe

Quelle: DLG-Merkblatt 467

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Funktionsweise Kreiselpumpen:

- Pumpenrad wird durch Antrieb in Drehbewegung versetzt
- Flüssigkeit in der Pumpe wird durch Zentrifugalkraft nach außen und damit aus der Pumpe raus gedrückt
- In der Mitte der Pumpe entsteht Unterdruck
- Flüssigkeit wird nachgezogen
- Wenn Pumpenrad nicht mit Flüssigkeit gefüllt ist wird keine Flüssigkeit nach außen gedrückt und es entsteht kein Unterdruck
-> leere Pumpe muss extern befüllt werden



Schemazeichnung Kreiselpumpe

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.5 Pumpen von Pflanzenschutzspritzen

Pumpenantrieb:

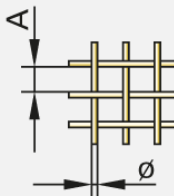
- Mechanisch über Gelenkwelle
 - > Mit allen Schleppern möglich
 - > Konstante Motordrehzahl nötig
- Hydraulisch
 - > Position der Pumpe unabhängig von Gelenkwelle
(Position an idealer Stelle für Flüssigkeitskreislauf)
 - > Hoher Ölbedarf – evtl. Aufsteckpumpe nötig
 - > Pumpendrehzahl unabhängig von Motordrehzahl

2.6 Filter in Pflanzenschutzspritzen

- Laut JKI mindestens ein Saug- und ein Druckfilter
- Maschenweite der Filter muss auf Düsengröße angepasst sein
- Filter müssen sich immer reinigen lassen ohne das mehr Flüssigkeit ausläuft als im Filtergehäuse ist
-> Auch bei komplett gefülltem Behälter
- Meist werden zusätzlich Düsenfilter verbaut

2.6 Filter in Pflanzenschutzspritzen

- Filtergrößen werden in MESH angegeben
 - > Maschenanzahl pro Zoll (25,4 mm)
 - > je höher die Zahl desto mehr Maschen hat der Filter
 - > desto feiner ist der Filter
- Filter haben eine genormte Farbkodierung



Alt	Neu ISO	MESH	A (µm)	ø (µm)	S (%)	M
		16	980	490	44,4	Polypropylen
		16	1320	220	73,3	Edelstahl
		32	500	320	37,1	Polypropylen
		32	594	200	55,3	Edelstahl
		50	365	140	50,8	Edelstahl
		80	229	80	55,7	Edelstahl
		100	173	80	46,4	Edelstahl

MESH= Maschenzahl pro Zoll (25,4 mm)

A = Maschenöffnung/-weite

ø = Drahtdurchmesser

S = Prozentuales Verhältnis der Maschenöffnungsfläche zur Gesamtfläche

M= Material

Farbkodierung für Filter

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik



2.6 Filter in Pflanzenschutzspritzen

- Saugfilter schützt die Pumpe vor großen Partikeln
 - > Ist der gröbste Filter in der Spritze
- Druckfilter schützt die dünnen Leitungen im Gestänge und die Düsen vor Verstopfungen
 - > Ist der feinste Filter in der Spritze
- Düsenfilter sind ein zusätzlicher Schutz für die Düsen
 - > Sollte eine Größe gröber sein als der Druckfilter
 - > Zentraler Druckfilter ist einfacher zu Reinigen als einzelne Düsenfilter, deswegen sollen Verschmutzungen eher im Druckfilter bleiben
 - > Muss auf die Düsengröße abgestimmt sein

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen

- Auf der Saugseite meist ein großes Ventil
 - > Hier wird vorgewählt woher die Pumpe die Flüssigkeit nimmt (z.B. aus Brühertank, Spülwassertank, externe Quelle)
 - > Steuerung entweder manuell oder elektrisch
 - > Elektrische Steuerung ermöglicht Positionierung an idealer Stelle für Flüssigkeitsstrom (Ventil muss nicht zugänglich sein)
 - > Außerdem sind dadurch Automatikfunktionen möglich (z.B. Befüllstop, Reinigungsprogramm von der Kabine aus)

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen

- Auf der Druckseite müssen folgende Bauteile vorhanden sein:
 - > Ein Hauptventil zum Vorwählen der verschiedenen Funktionen (z.B. Spritzen, Befüllen, Innenreinigung)
 - > Eine Druckregelung
 - > Eine Teilbreitensteuerung
- Mindestanforderungen des JKI:
 - > Stellteile für den Spritzbetrieb müssen vom Fahrerplatz aus bedient werden können
 - > Arbeitsdruck muss bei konstanter Pumpendrehzahl konstant gehalten werden
 - > Es müssen einzelne Teilbreiten an- und abgeschaltet werden können
 - > Bis 24m Arbeitsbreite darf eine Teilbreite max. 4,5m breit sein, darüber max. 6m

Bedienzentrum – Manuelle 4-Wege-Ventile



Druckwahlhahn
“Wohin geht’s?”

- in das Fass
- in die Rührdüsen
- in die Reinigungsdüsen
- in die Einspülschleuse

Saugwahlhahn
“Woher kommt’s?”

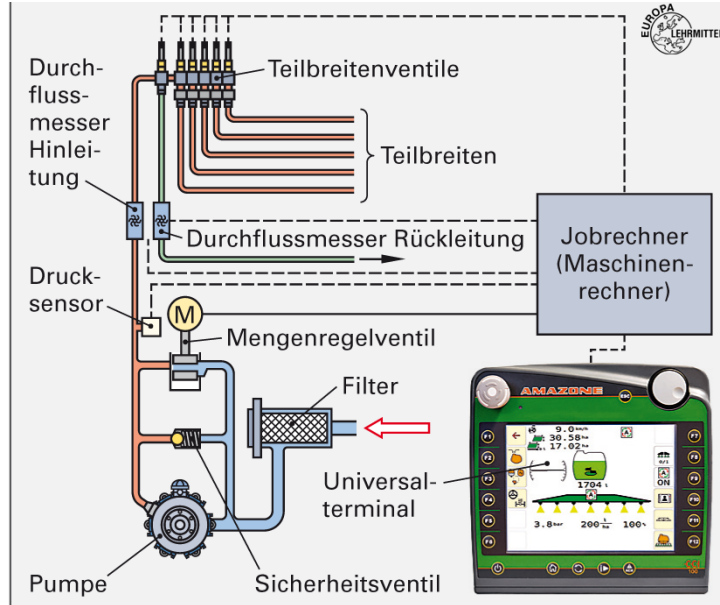
- von außen angesaugt (z.B. aus Wasserfass)
- aus dem Fass
- aus dem Klarwassertank
- Absperren (zur Filterreinigung)

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen

➤ Druckregelung:

- > Ein Teil der zur Spritzleitung geförderten Spritzbrühe fließt über eine Bypassventil zurück zum Brühebehälter
- > Erhöht sich der Druck und der Spritzleitung, z.B. weil eine Teilbreite geschlossen wird, erhöht sich der Anteil der Spritzbrühe die zurückfließt bis der Ausgangsdruck wieder erreicht ist
- > Druck in der Spritzleitung kann entweder konstant eingestellt werden oder wird elektronisch an die Fahrgeschwindigkeit angepasst

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen

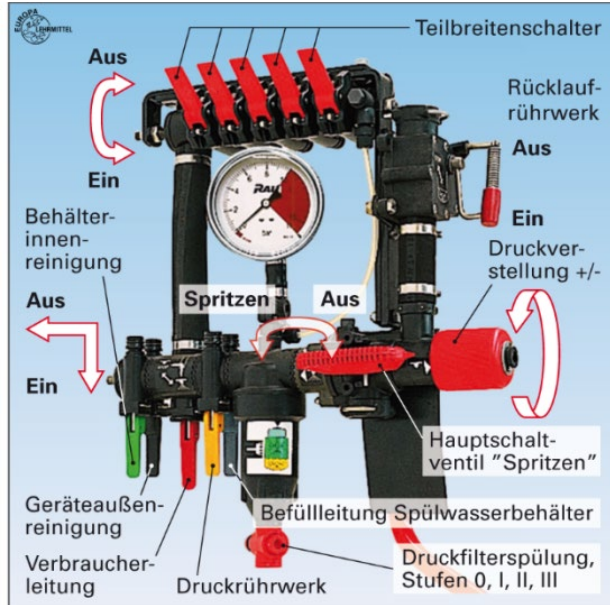


- Bei modernen Spritzen werden ein Drucksensor und zwei Durchflussmengensensoren verbaut:
 - > Einer in der Vorlaufleitung und einer in der Rücklaufleitung
 - > Über die Differenz der beiden Sensoren kann Ausbringmenge genau bestimmt werden
 - > Computer kann Ausbringmenge besser regeln

Regelsystem moderner Pflanzenschutzspritzen

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen



Manuelle Blockarmatur

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

- Bei älteren Spritzen wurde meist eine Blockarmatur verbaut
 - > Hierbei wurden alle Bedienteile auf der Druckseite (z.B. Teilbreiten-ventile, Hauptventil, Druckfilter) zu einem Bauteil zusammengefasst
 - > Bedienung erfolgte ausschließlich manuell, deshalb wurde die Armatur so positioniert das Sie vom Fahrerplatz aus erreicht werden konnte

2.7 Armaturen von Pflanzenschutzspritzen

- Bei modernen Spritzen werden diese Bauteile vermehrt elektrisch bedient
- Dadurch entstehen einige Vorteile:
 - > Bauteile können freier positioniert werden, wodurch Schläuche kürzer werden (z.B. Teilbreitenventile werden ins Gestänge integriert)
 - > Abläufe können Automatisiert werden, z.B. die Teilbreitenschaltung oder Reinigungsprogramme
- Teilweise werden auch Einzeldüsenschaltungen umgesetzt, wodurch Teilbreitenschaltungen überflüssig werden

2.8 Einspülschleusen von Pflanzenschutzspritzen

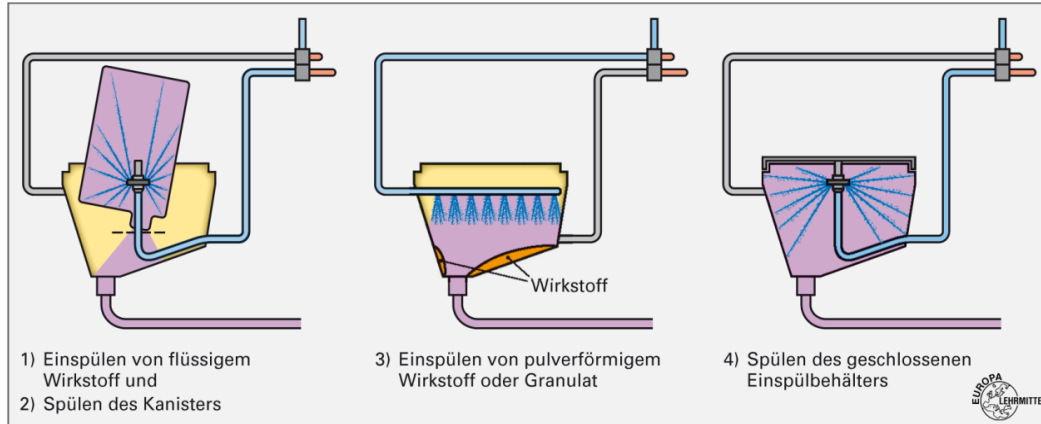


Einspülschleuse Amazone UF

Quelle: Amazone

- Darüber werden alle Bestandteile der Spritzbrühe, außer Wasser, eingefüllt
-> z.B. flüssige oder feste Wirkstoffe, Granulate
- Um den Saugfilter nicht zu verstopfen, wird der Inhalt der Einspülschleuse mit einer Injektordüse ohne Filter in den Brühebehälter gesaugt

2.8 Einspülschleusen von Pflanzenschutzspritzen

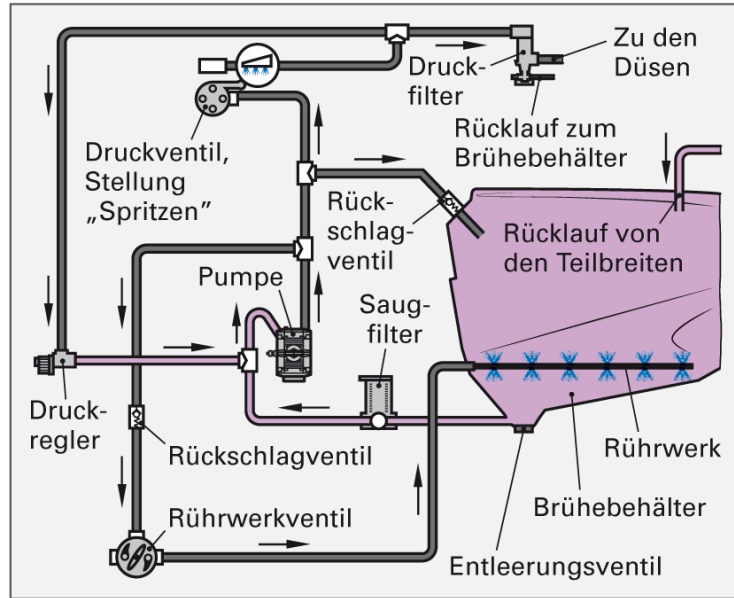


- Einspülschleusen verfügen normalerweise über:
- > Reinigungsdüsen zum Reinigen von Kanistern
 - > Düsen zum Einspülen von Pulvern und Granulaten
 - > Düsen zur Reinigung der Einspülschleusen

Funktionen von Einspülschleusen

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.9 Rührwerke von Pflanzenschutzspritzen

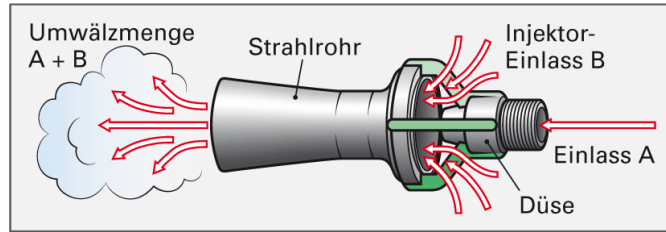


Funktionsschema Rührwerk

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

- Laut JKI müssen Rührwerke gleichmäßige Konzentration der Spritzbrühe sicherstellen (max. 15% Konzentrationsabweichung)
- Meist hydraulische Rührwerke
-> Rühren mit Flüssigkeit
- Im einfachsten Fall ein Rohr mit Bohrungen
- Flüssigkeitsstrom kommt von zweiter Pumpe oder vom Rücklauf der Druckregelung

2.9 Rührwerke von Pflanzenschutzspritzen



Durchfluss ca.	Druck am Einlass						
	0,7 bar	1 bar	1,5 bar	2 bar	2,5 bar	3 bar	3,5 bar
Einlass A (l/min)	34	41	50	58	65	71	77
Injektor-Einlass B (l/min)	138	164	201	232	259	284	307
Umwälzmenge A + B (l/min)	172	205	251	290	324	355	384



- Um intensiver zu Rühren werden häufig Injektoren verwendet
-> Höhere Flüssigkeitsmenge wird bei gleicher Pumpenleistung umgesetzt
- Injektor muss unterhalb des Brühepegels im Behälter liegen
sonst saugt er Luft an
-> Erhöhte Schaumbildung
-> Injektorrührwerk wird bei leerem Behälter abgeschaltet

Funktionsschema und technische Daten eines Injektors

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.9 Rührwerke von Pflanzenschutzspritzen



- Um intensiver zu Rühren werden häufig Injektoren verwendet
 - > Höhere Flüssigkeitsmenge wird bei gleicher Pumpenleistung umgesetzt
- Injektor muss unterhalb des Brühepegels im Behälter liegen
 - sonst saugt er Luft an
 - > Erhöhte Schaumbildung
 - > Injektorrührwerk wird bei leerem Behälter abgeschaltet

Quelle: Horsch Leeb AX4

2.10 Gestänge von Pflanzenschutzspritzen

- Mindestanforderungen laut JKI:
 - > Höhenverstellbereich von mind. 1,0m
 - > Bei keiner Höheneinstellung darf Spritzflüssigkeit Gerätebauteile treffen
 - > Ab 13m Arbeitsbreite muss ein Pendelausgleich vorhanden sein
- Gestänge werden meist aus Stahl oder Aluminium (oder einer Kombination) gebaut
 - > Mittlerer Teil aus Stahl (Hohe Stabilität nötig um Ausleger zu tragen)
 - > Äußere Teile aus Aluminium (Leichte Bauweise um Kräfte auf innere Gestängeteile gering zu halten)

2.10.1 Höhenverstellung



Hubmast- und Parallelogrammaufhängung

Quelle: Amazone; Horsch

- Hubmastaufhängung
 - > Kurze aber hohe Bauweise
 - > Schwerpunkt liegt näher an der Achse
 - > Höherer Verschleiß
 - > meist an 3 - Punkt Aufhängungen
- Parallelogrammaufhängung
 - > Lange Bauweise
 - > Niedrigere Bauweise
 - > Weniger Spiel/Verschleiß
 - > Bessere Höhenanpassung und Federung des Gestänges
 - > Schwerpunkt Verlagerung nach hinten

2.10.2 Gestängeklappung

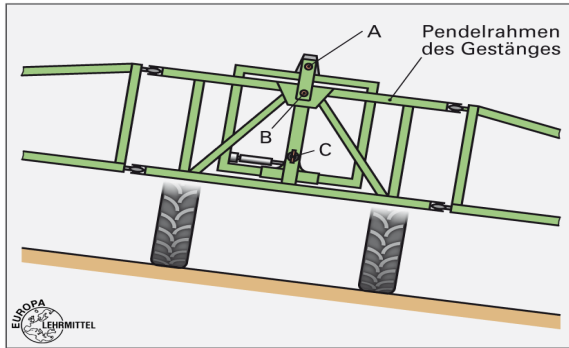
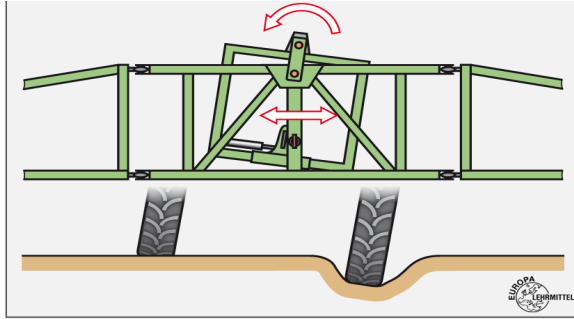


Paket- und Z-Klappung

Quelle: Amazone

- **Paketklappung**
 - > Sehr kompakt /platzsparend
 - > Zeitaufwändiges klappen
 - > Je nach Hersteller Arme einzel-klappbar
 - > Aufwändiger Aufbau
- **Z- Klappung**
 - > Schnelle Klappung
 - > Wenig Verschleiß
 - > Für große Arbeitsbreiten
 - > Sehr viel Überhang nach vorne

2.10.3 Pendel-/Hangausgleich



Pendel- und Hangausgleich

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

- Gestänge wird im Schwerpunkt aufgehängt
 - > Kann frei pendeln
 - > Bleibt immer waagrecht
- Bewegungen werden durch Feder-/Dämpfereinheit reduziert
- Über Hydraulikzylinder können Aufhängungspunkt und Gestängeschwerpunkt verschoben werden
 - > Gestänge pendelt sich nicht waagrecht ein, sondern parallel zum Hang

Verschiedene Gestängebauarten



Lemken: Düsenstock in Aluminium Rahmen verbaut



Dammann: Z-Klappung mit Parallelogrammaufhängung

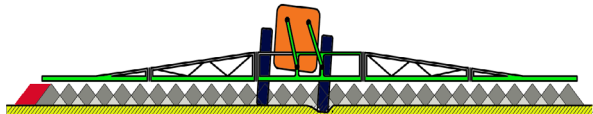
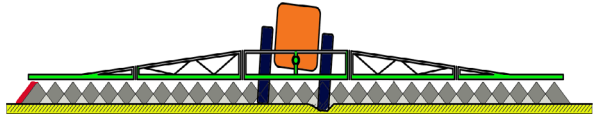
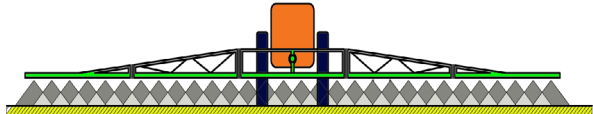
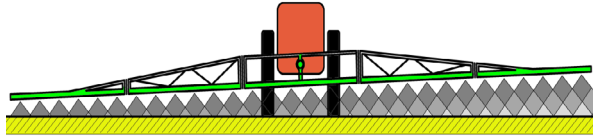


Amazone: Gestänge an Hubmasten angebaut



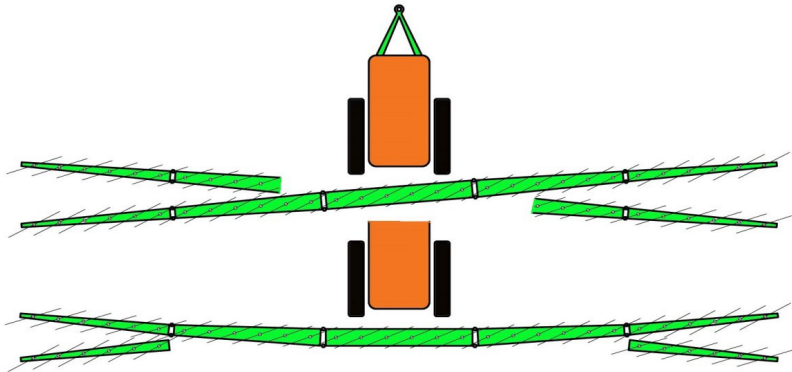
Amazone: Packetklappung mit Parallelogrammaufhängung

2.10.4 Die unterschiedlichen Schwingbewegungen



- Schwingungen in der vertikalen Ebene:
 - Diese Bewegungen werden vom Betrachter am deutlichsten wahrgenommen, verursachen aber die geringsten Spritzfehler.
 - Ursachen:
 - > Gestängeführung nicht optimal
 - > ungleicher Bestand auf dem Feld
- Schwingungen quer zur Fahrtrichtung:
 - Diese Bewegungen können deutliche Fehler beim Anschlussfahren bewirken, besonders bei nach weit nach hinten reichender Aufhängung.
 - Ursachen:
 - > Uebener Acker
 - > Starker Kurvenfahrt mit hoher Geschwindigkeit

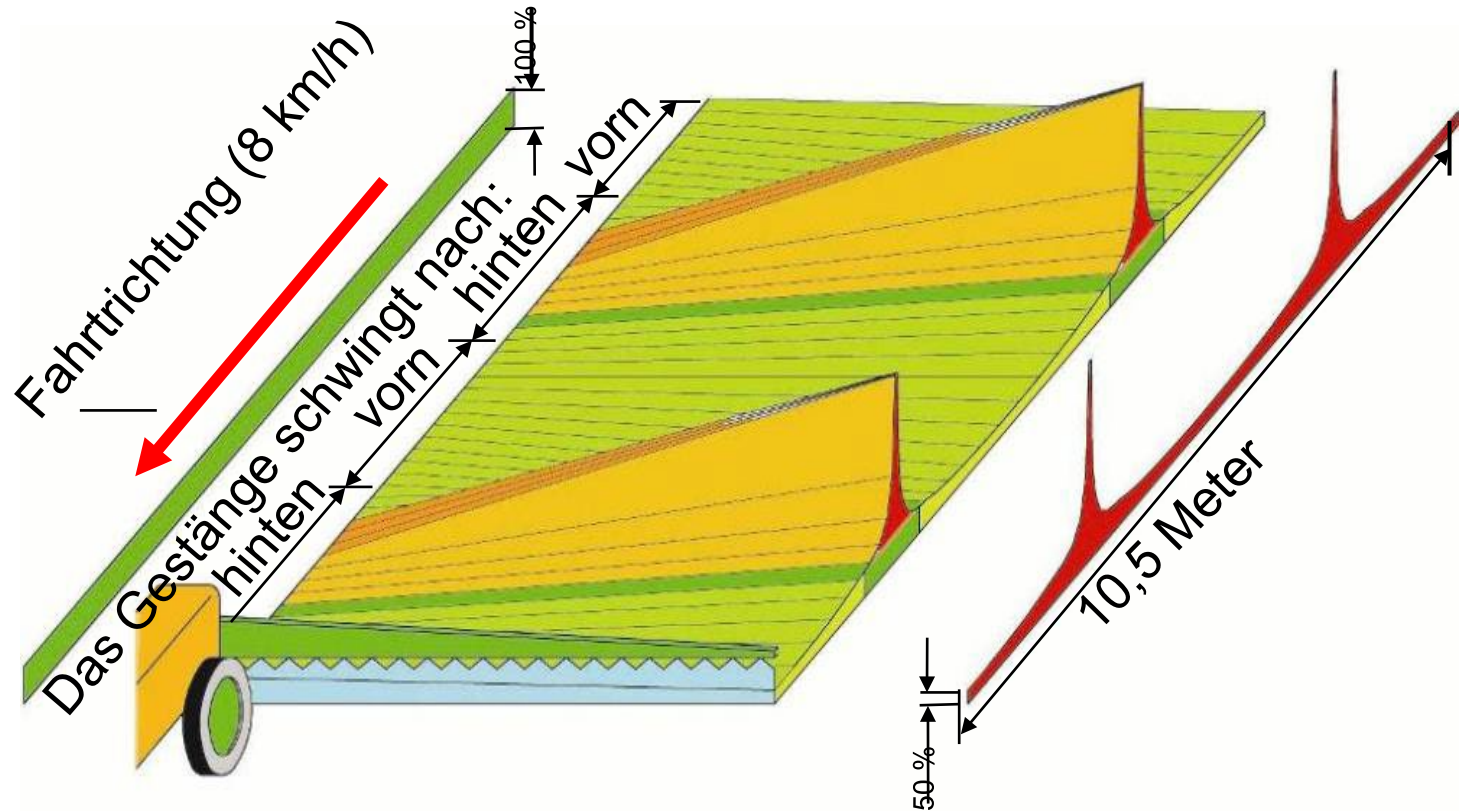
2.10.4 Die unterschiedlichen Schwingbewegungen



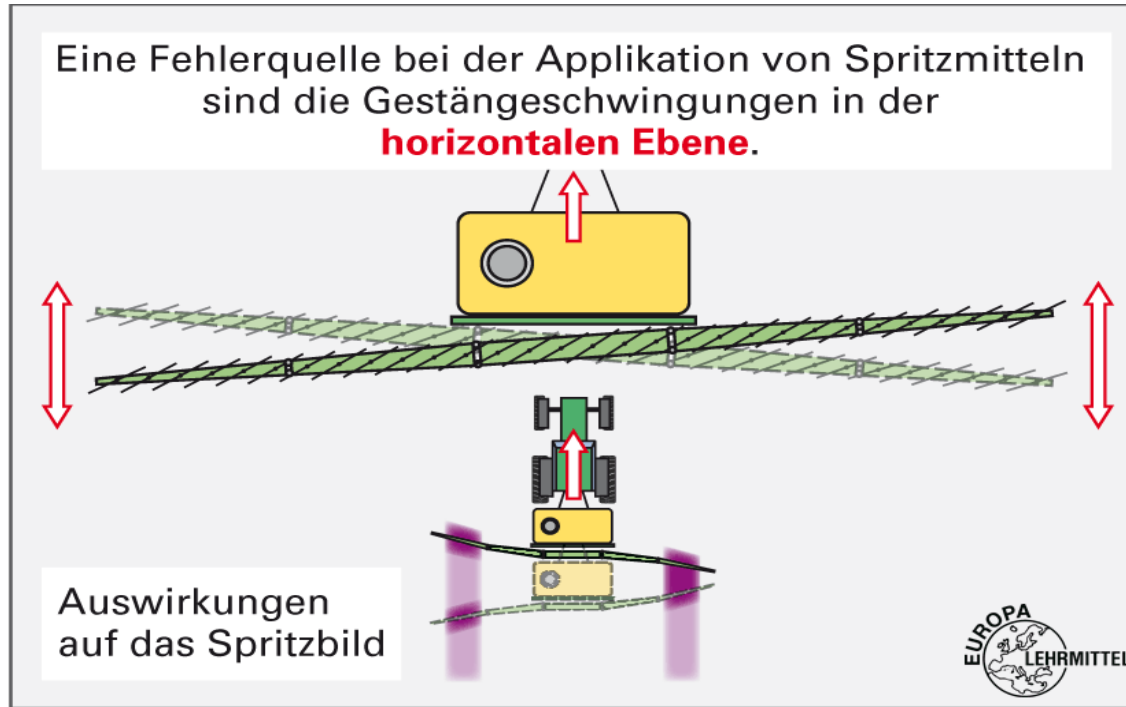
- Schwingbewegungen in der horizontalen Ebene:
 - Diese Bewegungen verursachen die größten Fehler
 - Reduzieren lassen sich diese Fehler nur durch:
 - > Starre Bauweise
 - > Weiche Aufhängung
 - > Spielfreie Gelenke

2.10.4 Die unterschiedlichen Schwingbewegungen

Spritzfehler durch Gesteinsschwingungen in der horizontalen Ebene



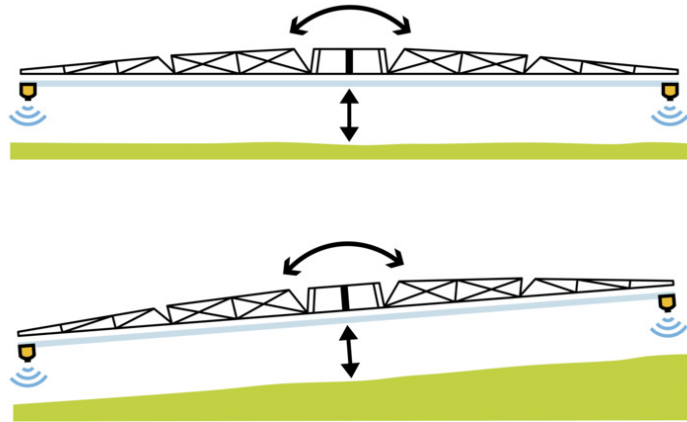
2.10.4 Die unterschiedlichen Schwingbewegungen



Auswirkung von horizontalen Schwingungen auf das Spritzbild

Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

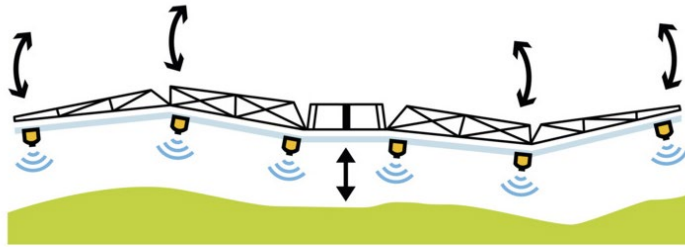
2.10.5 Automatische Gestängeführung



Gestängeführung BoomControl
Quelle: Horsch

- Über zwei oder vier Ultraschallsensoren wird die aktuelle Höhe und Neigung des Gestänges ermittelt
 - > Zwei reichen bei gleichmäßigen Beständen
 - > Vier sind z.B. bei Lagergetreide oder Dammkulturen von Vorteil
- Rechner steuert die Hydraulikzylinder für Höhenverstellung und Pendelausgleich
- Feder-/Dämpfereinheit im Pendelausgleich bleibt erhalten

2.10.6 Aktive Gestängeführung

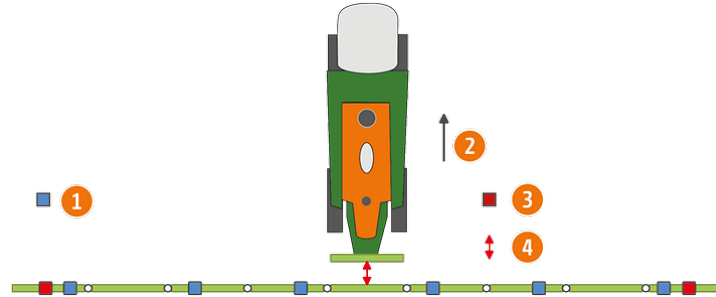


- Meist sechs Ultraschallsensoren
- Feder-/Dämpfereinheit im Pendelausgleich entfällt
 - > Gestänge wird über Hydraulikzylinder vorgespannt
 - > Bei Abweichungen wird aktiv über Hydraulik geregelt
- Zusätzlich können einzelne Gestängeausleger angewinkelt werden

Gestängeführung BoomControl Pro Plus

Quelle: Horsch

2.10.6 SwingStop



Schwingungstilgung SwingStop

Quelle: Amazone

- Zusätzlich zur aktiven Gestängeführung werden zwei Beschleunigungssensoren an den Gestängeenden verbaut
-> Messen ob sich Gestängeenden schneller/langsamer als Spritze bewegen (Messen horizontale Schwingungen)
- Hydraulikzylinder in der Mitte des Gestänges spannt dieses entgegen der horizontale Schwingungen vor
-> Das System reduziert horizontale Schwingungen

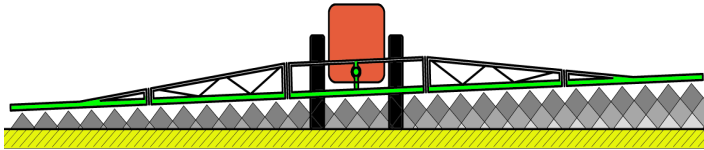
Bedeutung von Gestängebewegung für die Verteilgenauigkeit

DLG-VDI Tagung Landtechnik für Profis 2016,
Dr. Ir. Jan Anthonis, Octinion bvba, B-Leuven-Heverlee



LAND. TECHNIK FÜR PROFIS 2016

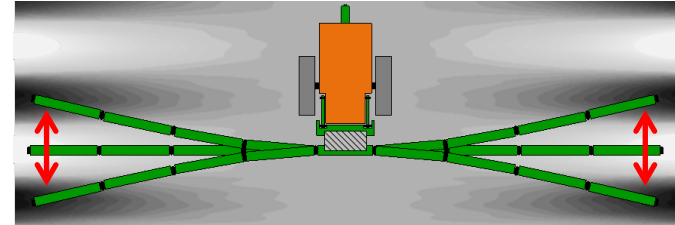
Vertikale Gestängebewegung



Abweichung < 50 % von **Zielhöhe**:

→ Variation Ausbringmenge: **80% -120%**

Horizontale Gestängebewegung



Horizontale **Schwingung** (Amplitude von 0.3m)

→ Variation Ausbringmenge: **60% - 400%**

- Vertikale => Spritzbrüheverteilung entlang des Gestänges
- Horizontale => Spritzbrüheverteilung lotrecht zum Gestänges
- **Horizontale viel bedeutsamer als vertikale Bewegungen**

SwingStop

Aktive Schwingungstilgung des Gestänges

Gestänge bewegt sich schneller als Feldspritze:

→ Unterdosierung

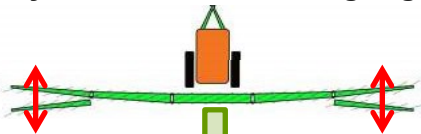
Gestänge bewegt sich langsamer als Feldspritze:

→ Überdosierung

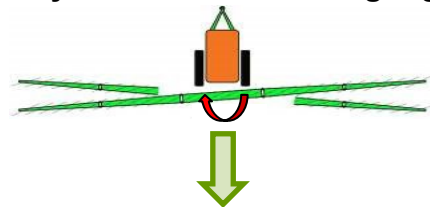
Gestängeschwingung:

- Dauerhafte Wechsel zwischen Vorwärts- und Rückwärtsbewegung

Symmetrische Schwingung

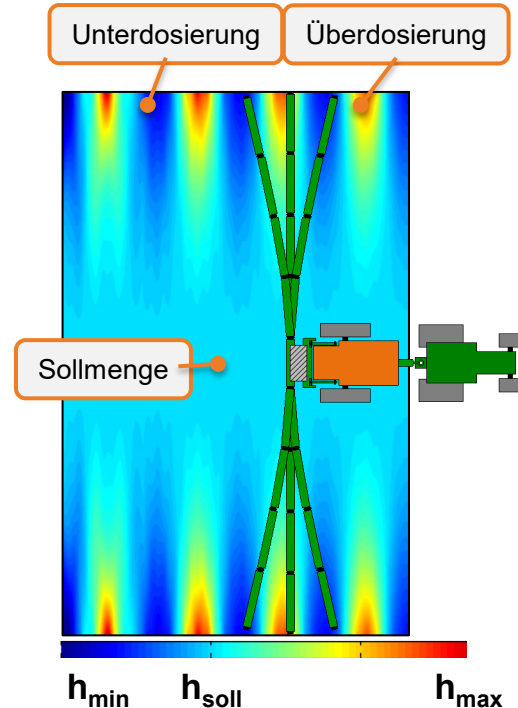


Asymmetrische Schwingung



In und nach Kurvenfahrt

Bei Feldfahrt treten fast ausschließlich symmetrische Schwingungen auf.



SwingStop

Aktive Schwingungstilgung des Gestänges

Auswirkungen Unterdosierung

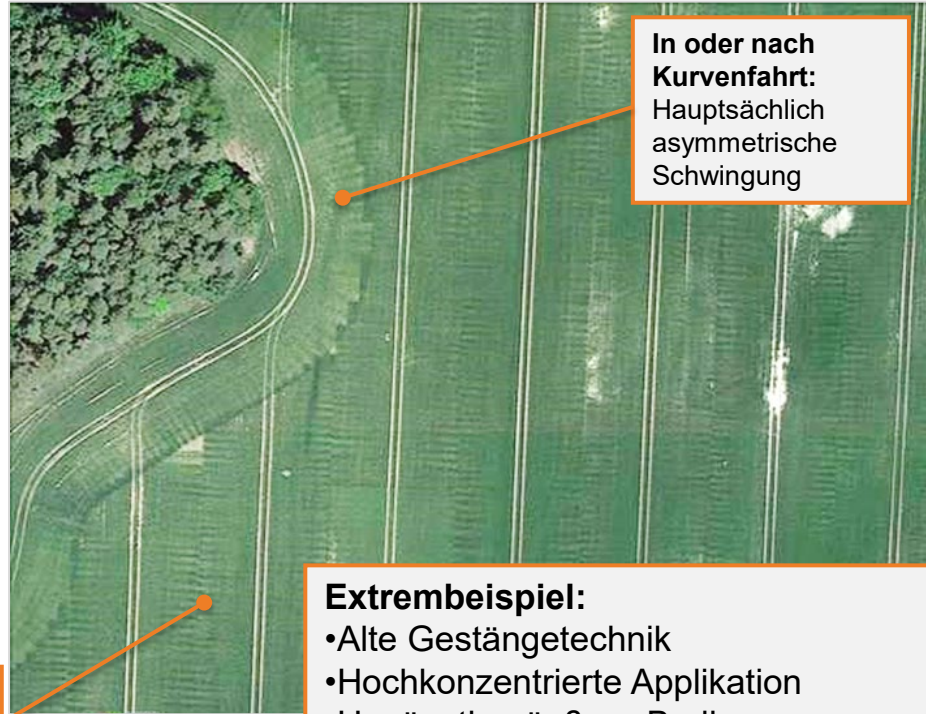
- Keine ausreichende Wirkung der Produkte
- Risiko von Resistenzbildungen

Sollmenge

Auswirkungen Überdosierung

- Schädigungen der Nutzpflanzen
- Negative Beeinträchtigung von allen weiteren Organismen

In der Fläche:
Hauptsächlich symmetrische Schwingung

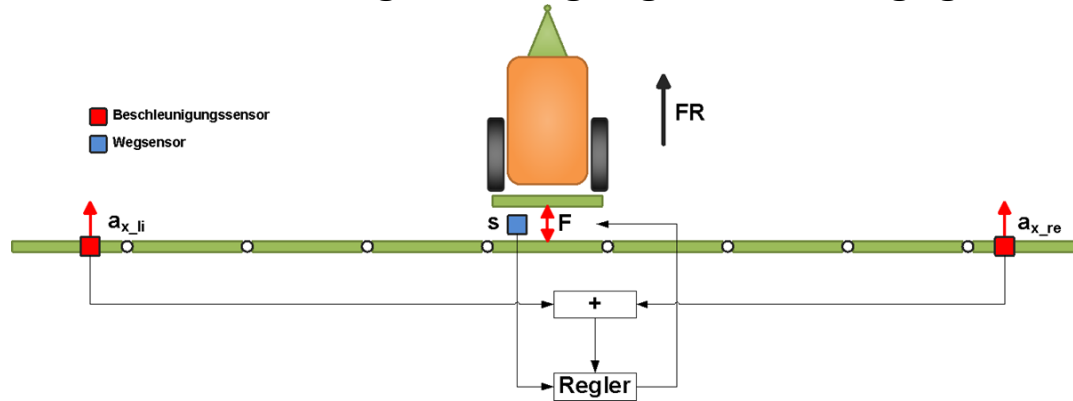


In oder nach Kurvenfahrt:
Hauptsächlich asymmetrische Schwingung

Extrembeispiel:

- Alte Gestängetechnik
- Hochkonzentrierte Applikation
- Ungünstige äußere Bedingungen

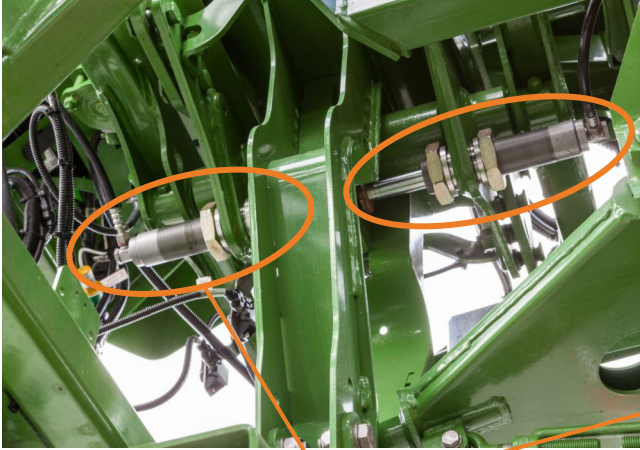
SwingStop ist ein aktive Schwingungstilgung und wirkt auftretenden Gestängeschwingungen aktiv entgegen



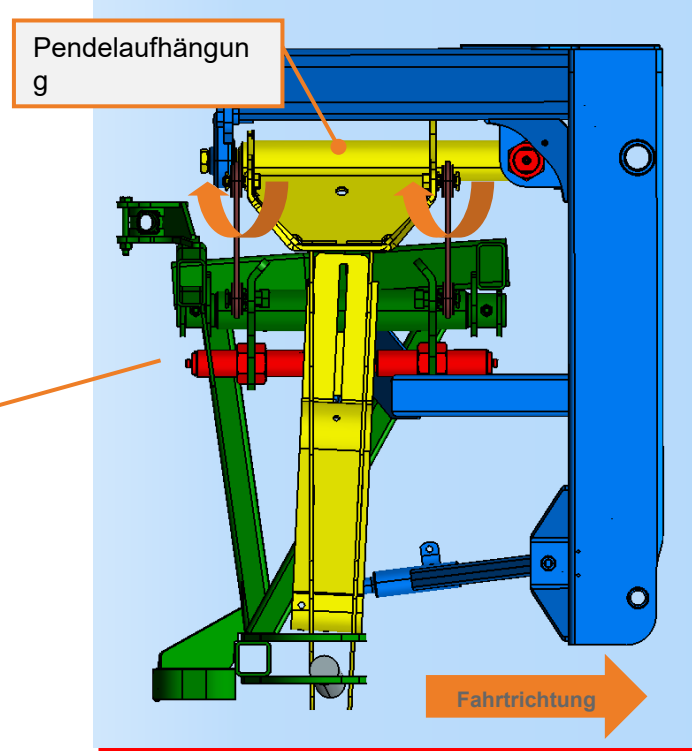
1. Messung der Beschleunigung auf jeder Gestängeseite
2. Addition der Beschleunigungen in Fahrtrichtung, um ausschließlich die symmetrischen Schwingungen zu ermitteln
3. Regelung der Zylinderdrücke in Abhängigkeit der gemessenen Beschleunigungen
4. Tilgung der Schwingung

SwingStop

Aktive Schwingungstilgung des Gestänges



- Je Hydraulikzylinder in und entgegen der Fahrtrichtung
- Ansteuerung über hochdynamische proportionale Druckregelventile



2.11 Düsen

- Anforderungen laut JKI:
 - > Am Rinnenprüfstand gemessener Variationskoeffizient darf max. 9% betragen
 - > Alle gleichzeitig verwendeten Düsen müssen vom gleichen Typ sein (Ausnahme: Randdüsen)
 - > Volumenstrom jeder einzelnen Düse darf max. 5% vom Mittelwert abweichen
 - > Pro Düse dürfen nicht mehr als 2ml Nachtropfen

2.11 Düsen

- Düsen werden nach Norm bezeichnet:
 1. Düsentyp: Bezeichnung vom Hersteller, z.B. ID, IDK, IDKT bei Lechler oder XR, TTJ, AITTJ bei TeeJet
 2. Spritzwinkel: meist 110-120° ; 80° bei Randdüsen
 3. Düsengröße: Durchfluss in Gallonen pro Minute bei 40psi Druck
 4. Material: z.B. C oder K für Keramik, POM oder P für Kunststoff, S oder SS für Edelstahl



Flachstrahldüse ID-120-03C

Quelle: spritzenteile.de

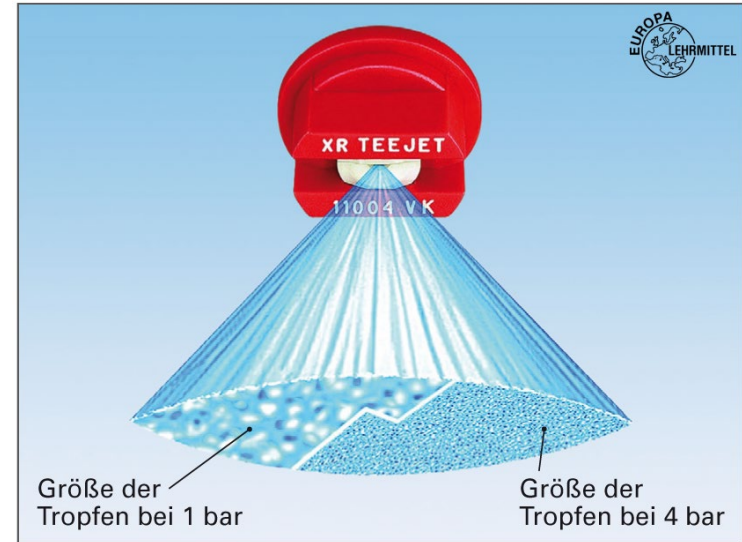
2.11 Düsen

- Düsenfarben sind ebenfalls genormt und entsprechen der Düsengröße
- z.B. ist eine 04er Düse immer rot und hat einen Durchfluss von 0,4 US-Gallonen pro Minute bei 40psi Druck
-> das entspricht 1,5l pro Minute bei 2,81bar

Düsen -größe	Farbcodierung	Liter / min bei 2,81 bar
01	orange	0,4 l
015	grün	0,6 l
02	gelb	0,8 l
025	lila	1,0 l
03	blau	1,1 l
04	rot	1,5 l
05	braun	2,0 l
06	grau	2,3 l
08	weiß	3,0 l

2.11 Düsen

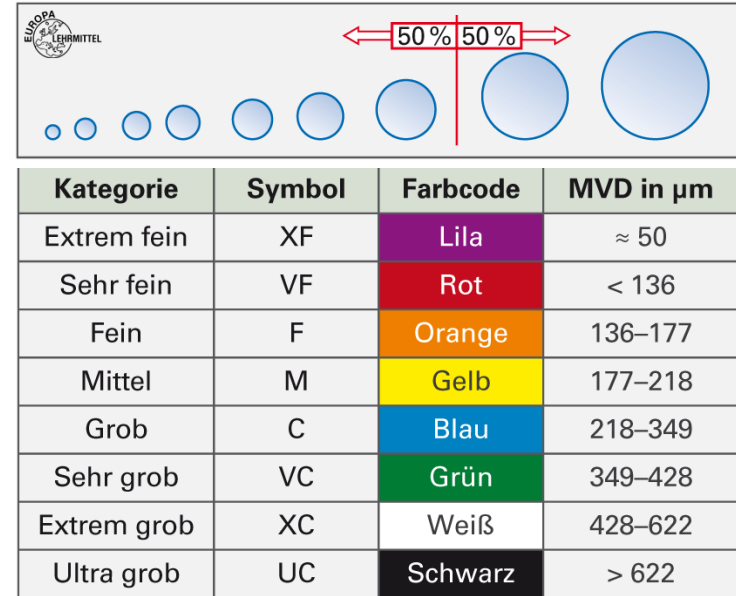
- Der Spritzdruck maßgeblichen Einfluss auf das Spritzbild einer Düse. Bei steigendem Druck nimmt:
 - > Der Durchfluss pro Düse zu
(Und damit bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Ausbringmenge)
 - > Die Tropfengröße ab



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11 Düsen

- Die Tropfengröße wird mit dem mittleren volumetrischen Durchmesser (MVD) gekennzeichnet
-> 50% des Tropfenvolumens sind kleiner und 50% größer als der MVD
- Tropfengrößen werden einheitlich gekennzeichnet



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11 Düsen

- Düsenhersteller geben die Tropfengrößen ihrer Düsen in Tabellen an
- Angaben erfolgen immer in Abhängigkeit des Spritzdrucks

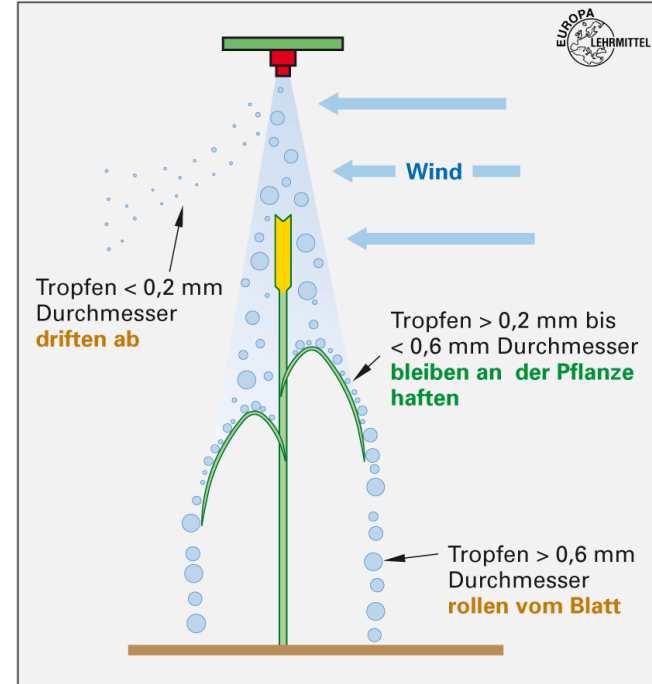
XR TeeJet							
	bar						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
XR11001	F	F	F	F	F	VF	VF
XR110015	F	F	F	F	F	F	F
XR11002	M	F	F	F	F	F	F
XR110025	M	M	F	F	F	F	F
XR11003	M	M	F	F	F	F	F
XR11004	M	M	M	M	M	F	F
XR11005	C	M	M	M	M	M	M
XR11006	C	C	M	M	M	M	M
XR11008	C	C	C	C	M	M	M



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11 Düsen

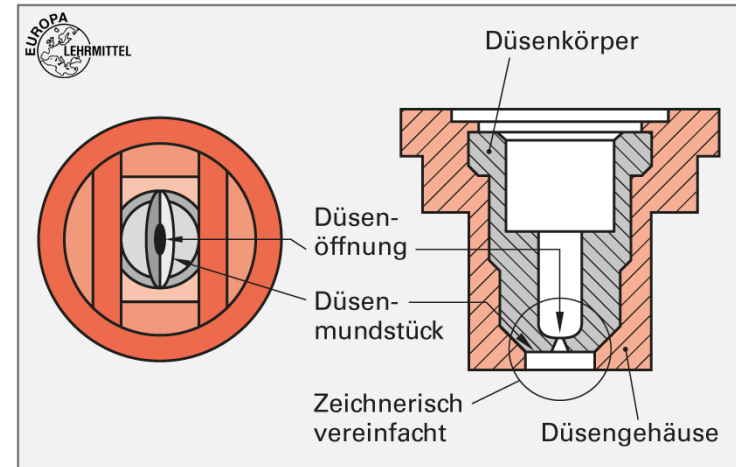
- Tropfengrößen verhalten sich beim Spritzen unterschiedlich:
 - > Feine Tropfen werden leicht vom Wind erfasst und driften ab
 - > Mittlere Tropfen bleiben auf dem Blatt
 - > Grobe Tropfen sind zu schwer um auf den Blättern zu haften und rollen ab



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

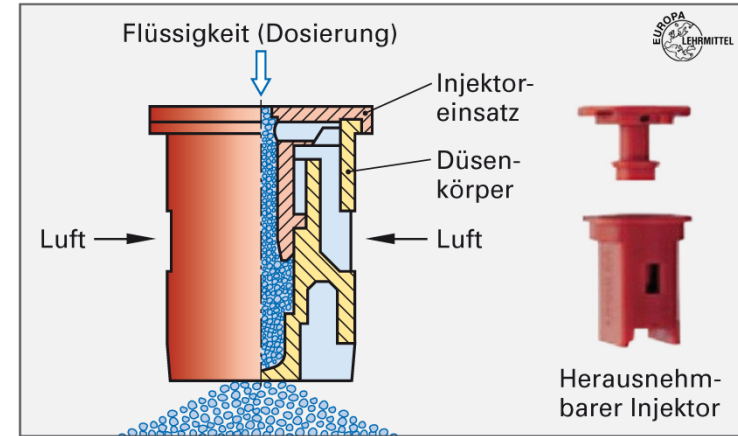
- Flachstrahldüsen:
 - > Einfachste Düsenbauart
 - > Elliptische Austrittsgeometrie sorgt für einfachen Flachstrahl
 - > Größe der Düsenöffnung und Spritzdruck bestimmen die Ausbringmenge



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

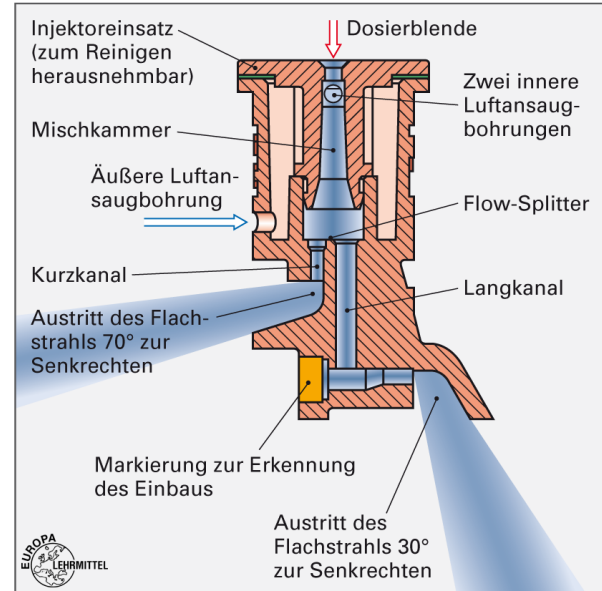
- Injektordüsen
 - > Über einen Injektor wird der Spritzbrühe vor der Verteilung Luft zugemischt
 - > Dadurch verringert sich der Feintropfenanteil
 - > Zusätzlich verlassen die Tropfen die Düse mit höherer Geschwindigkeit
 - > Beides verringert die Abdriftgefahr, weshalb Injektordüsen meist als Abdriftmindernd eingetragen sind



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

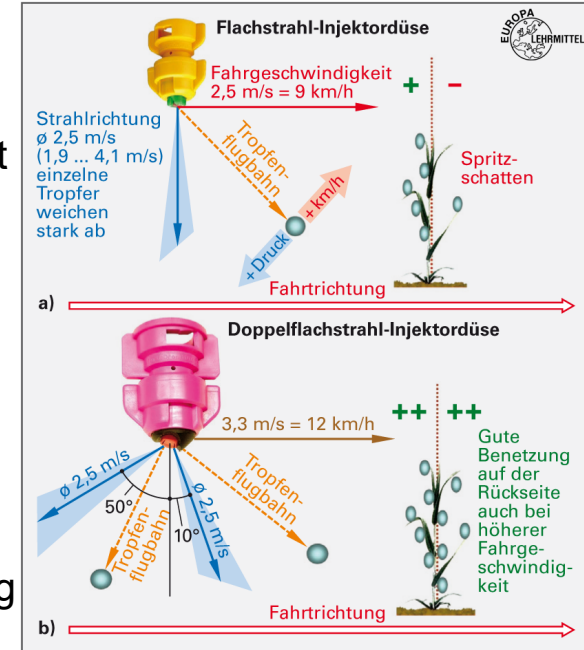
- Doppelflachstrahldüsen
 - > Anstelle eines einzelnen Flachstrahls werden zwei erzeugt und einer nach hinten und einer nach vorne abgelenkt
 - > Pflanze wird von beiden Seiten benetzt
 - > Keine Spritzschatten hinter großen Pflanzen oder Kluten
 - > Als Standarddüse oder Injektordüse erhältlich



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

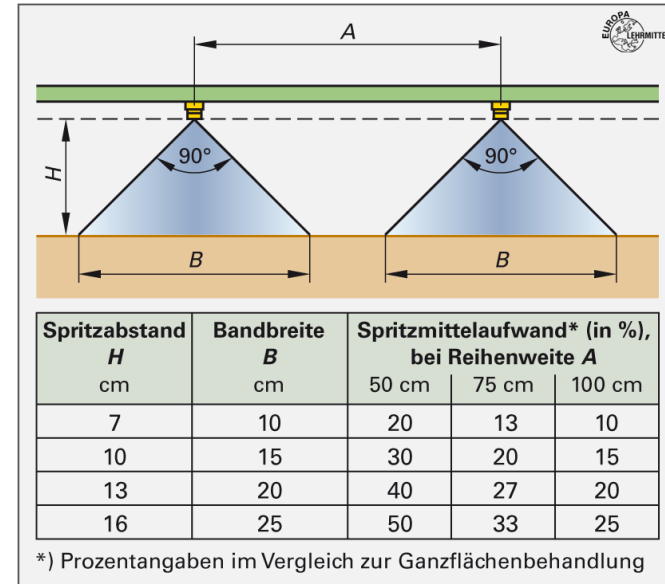
- Doppelflachstrahldüsen
 - > Spritztropfen bewegt sich beim Verlassen der Düse vertikal mit seiner Austrittsgeschwindigkeit und horizontal mit der Fahrgeschwindigkeit
 - > Daraus resultiert eine Flugbahn die nicht senkrecht nach unten sondern schräg nach vorne verläuft
 - > Bei Doppelflachstrahldüsen wird der vordere Strahl nur flach und der hintere stark abgelenkt
 - > Idealerweise treffen so beide Strahle im 45° Winkel auf die Pflanzen auf
 - > Bei höherer Geschwindigkeit wird die Ablenkung größer
 - > Jede Doppelflachstrahldüse hat ihre optimale Arbeitsgeschwindigkeit



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

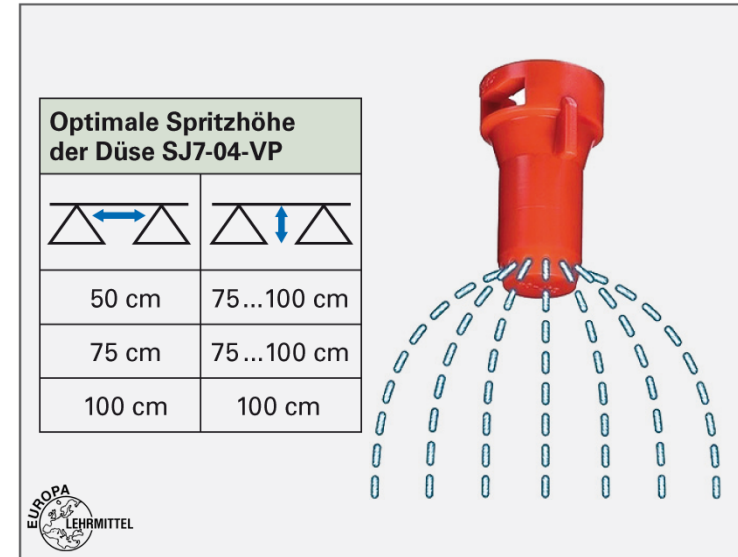
- Bandspritzdüsen
 - > Spezialdüsen für Bandspritzungen
 - > Haben einen kleineren Spritzwinkel und ein nahezu rechteckiges Spritzbild um ein Band mit nur einer Düse gleichmäßig zu benetzen
 - > Bandbreite ist Abhängig von Abstand zwischen Düse und Boden
 - > Deshalb ist eine sehr genaue Höhenführung nötig



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

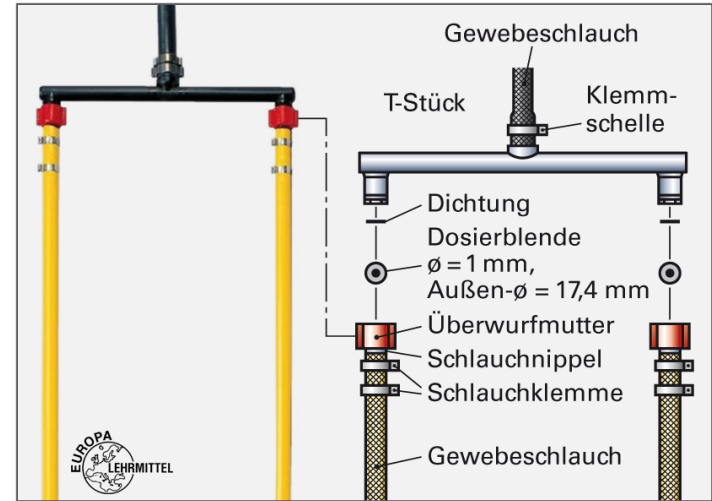
- Flüssigdüngerdüsen
 - > Flüssigdünger soll Pflanzen nicht bedecken sondern abtropfen um Ätزشäden zu vermeiden
 - > Flüssigdünger-/Mehrlochdüsen bilden keinen durchgehenden Flachstrahl sondern einzelne Strahlen mit groben Tropfen aus



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.1 Düsenbauarten

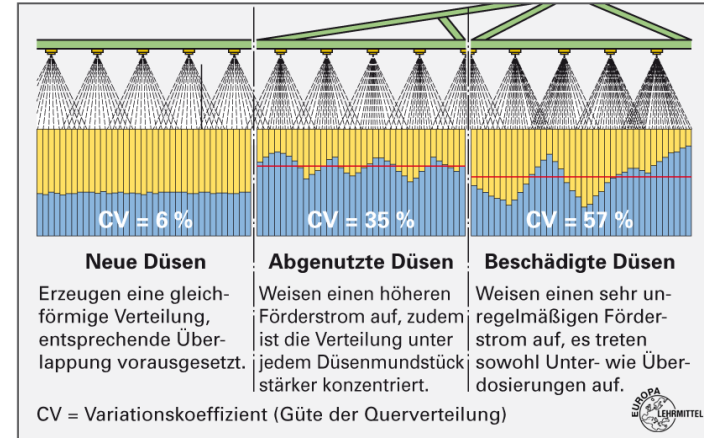
- Schleppschläuche
 - > In hohen Beständen bieten Mehrlochdüsen keinen ausreichenden Schutz vor Verätzungen
 - > Schleppschlauchdüsen werden durch den Bestand gezogen und applizieren so tief genug um keine Schäden zu verursachen
 - > Dosierung erfolgt knapp unter dem Gestänge über Dosierblenden
 - > Danach tropft der Dünger nur noch nach unten



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.11.2 Düsenverschleiß

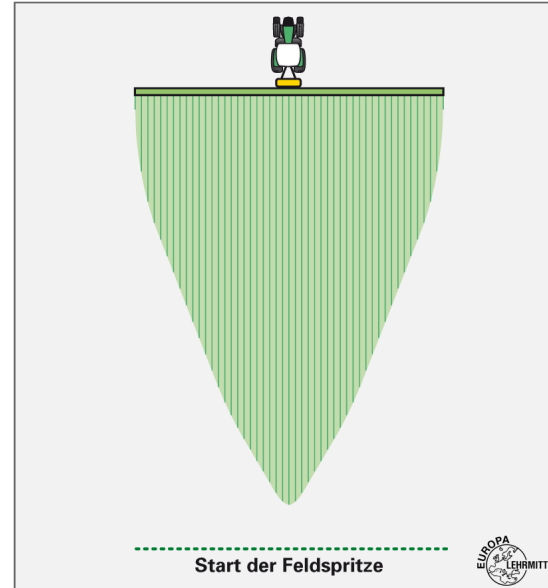
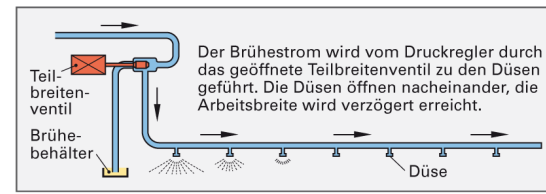
- Spritzflüssigkeit trägt mit der Zeit Material von der Austrittsöffnung einer Düse ab
- Dadurch verändert sich das Spritzbild der Düse
- Querverteilung verschlechtert sich
- Wenn der Variationskoeffizient größer als 9% wird bekommt die Spritze keinen TÜV mehr
-> Düsen müssen ersetzt werden



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.12 Spritzleitungen

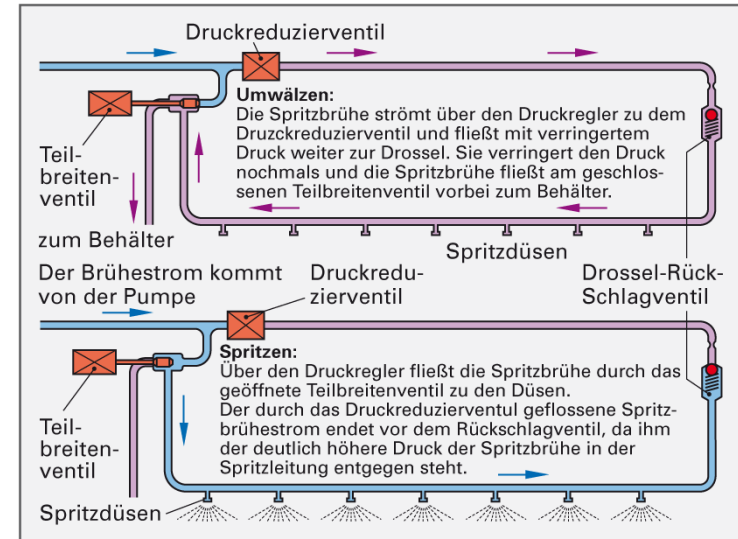
- Standardmäßig wird jede Teilbreite von einer Seite mit Spritzbrühe versorgt und ist am anderen Ende verschlossen
 - > Flüssigkeit in der Leitung wird nur beim Spritzen ersetzt
 - > Zu Beginn der Arbeit sind Leitungen mit Wasser und nicht mit Spritzbrühe gefüllt
 - > Beim Start entstehen Flächen die mit Wasser und nicht mit Spritzbrühe behandelt werden



Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.12 Spritzleitungen

- Druckumlaufsystem
 - > Bei geschlossenem Teilbreitenventil kann Spritzbrühe über ein Druckreduzierventil vom hinteren Ende durch die Spritzleitung fließen
 - > Druck in der Leitung liegt unter dem Öffnungsdruck der Düsen
 - > Leitungen werden mit Spritzbrühe durchspült
 - > Wird das Teilbreitenventil geöffnet liegt der Arbeitsdruck an den Düsen an, diese öffnen und bringen sofort Spritzbrühe aus



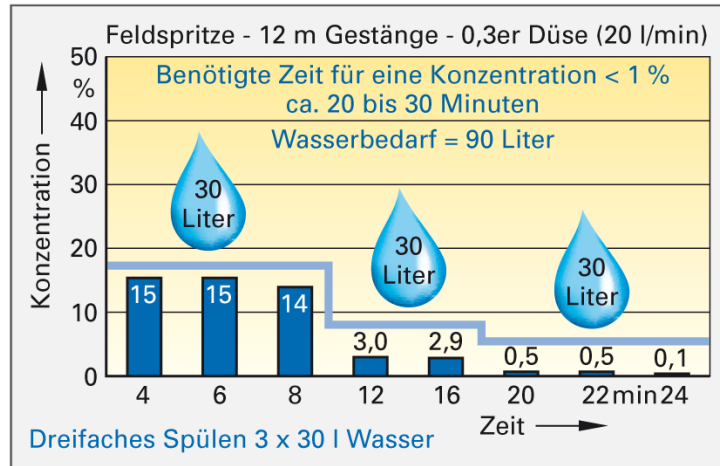
Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.13 Reinigung von Pflanzenschutzspritzen

Grundsätzliches:

- In jeder Spritze bleibt nach der Arbeit ein kleiner Teil Spritzbrühe zurück (technische Restmenge)
- Dieser Rest kann nicht ausgebracht sondern nur verdünnt werden
- Ziel ist eine Restkonzentration von unter 1% nach der Reinigung (Spritzbrühe in Spülwasser nicht PSM in Spülwasser)
- Da beim Spülen noch Reste von PSM ausgebracht werden wird das Spülwasser auf der behandelten Fläche ausgebracht
-> nicht auf dem Hof oder sonstigen Flächen!

2.13 Reinigung von Pflanzenschutzspritzen



- Für eine gute Innenreinigung wird die Restmenge im Verhältnis 1:10 mit Klarwasser verdünnt
- Dann wird die Spritze bis auf die Restmenge leergespritzt
- Anschließend wird der wird wieder mit Klarwasser verdünnt und die Spritze leergespritzt
- Nach drei Wiederholungen liegt die Restkonzentration unter 1%

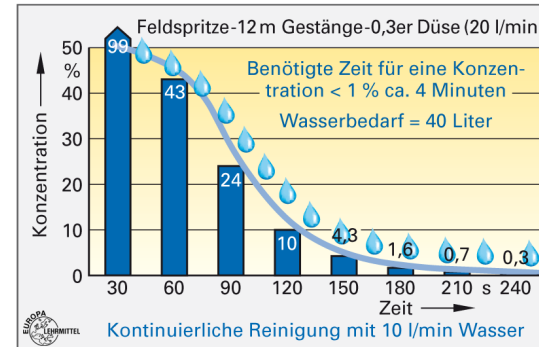
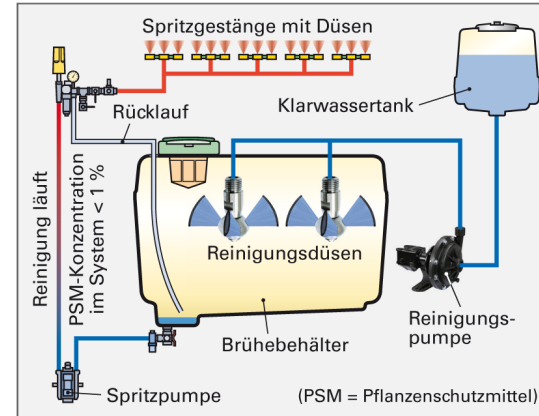
Quelle: Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik

2.13 Reinigung von Pflanzenschutzspritzen

- Für eine ausreichende Reinigung der Behälterinnenwand sollten Reinigungsdüsen verbaut sein
- Fahrer muss meist mehrfach absteigen um Klarwasser in den Brühbehälter zu leiten
- Durch elektrisch geschaltete Ventile kann die Reinigung auch automatisiert und damit komfortabel von der Kabine aus gestartet werden

2.13.1 Kontinuierliche Innenreinigung

- Hierbei wird für die Innenreinigung eine zusätzliche Pumpe verbaut
 - > Diese fördert kontinuierlich Klarwasser in den Tank
 - > Die Fördermenge liegt bei ca. 90% der Ausbringmenge
 - > Spülwasser wird sofort von Spritzpumpe wieder ausgebracht
 - > Gewünschte Restkonzentration wird schneller und mit geringerem Wasserverbrauch erreicht



2.14 Düsenbeleuchtung



Düsenbeleuchtungen

Quelle: Amazone

- Um das Spritzen bei Dunkelheit zu ermöglichen werden Düsenbeleuchtungen verbaut
- Fehler im Spritzbild können auch bei Dunkelheit erkannt werden
- Entweder werden zwei LED-Strahler, die jeweils zu einer Seite leuchten, in der Mitte des Gestänges,
- Oder an jeder Düse eine einzelne LED verbaut

2.15 Wasser

- Wichtigstes „Spritzmittel“ (95-99,9% der Spritzbrühe)

- **Wasser ist nicht gleich Wasser**

Unterschiede in:

-> pH-Wert

-> Härtegrad

-> Temperatur

- Ungünstige Kombinationen haben negative Auswirkungen auf:

-> Technik: Ausflockungen oder Gipsbildung verstopfen Filter

-> PSM-Wirkung: Durch zu viel Wasserhärte oder falschen pH-Wert können Wirkstoffe schlechter in die Pflanze gelangen und deshalb nicht wirken

-> Verätzungen: Durch falschen pH-Wert können Wirkstoffe zu schnell in die Pflanze gelangen und zu Verätzungen führen

3. Innovationen im Bereich Pflanzenschutz



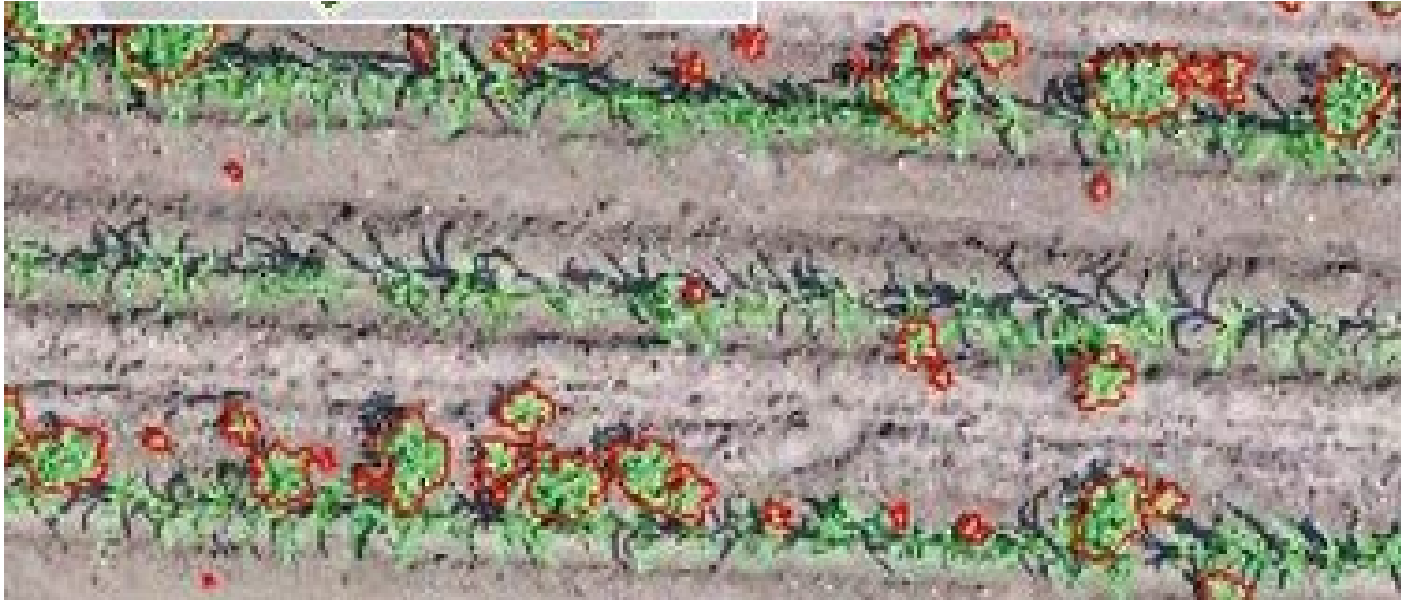
Selbstfahrspritze mit Kamerasystem zur Unkrauterkenkung zwischen den Reihen

Quelle: Dammann

3.1 Spot-Spraying

- Grundprinzip:
 - > Fläche wird vor der Applikation gescannt
 - > Software legt fest wo gespritzt werden soll
 - > Es wird nur dort gespritzt wo es nötig ist
- Einfachste Möglichkeit: „Green in Brown“
 - > Überall wo grüne Pflanzen sind wird gespritzt (Vor allem für Totalherbizid interessant)
- Aufwendigere Möglichkeit: „Green in Green“
 - > Software filtert Reihen aus dem Bild heraus und nur bei Pflanzen zwischen den Reihen wird gespritzt (Interessant für Reihenkulturen)
 - > Alternativ filtert Software nach Blattform (z.B. Erkennung von Ampfer in Grasbeständen)

3.1 Spot-Spraying



Software erkennt in Kamerabild Pflanzen, die nicht in einer Reihe stehen

Quelle: Amazone

3.1 Spot-Spraying

Vorteile:

- Pflanzenschutzmittelreduktion
 - > PSM werden nur dort ausgebracht wo sie benötigt werden
- Weniger Stress für Kulturpflanzen
 - > Sie überleben Herbizide zwar, „leiden“ aber trotzdem darunter, was zu Ertragseinbußen führen kann
 - > Nicht behandelte Pflanzen müssen kein Herbizid verstoffwechseln

3.1 Spot-Spraying

Herausforderungen:

- Verarbeitungs- und Schaltzeit

- > 10 km/h entsprechen 2,78 m/s, wenn die Kamera und die Düsen 0,5 m auseinander sind hat das System 0,18 s Zeit um Bilder zu verarbeiten und zu Schalten
- > Scannen und Spritzen in getrenntem Arbeitsgang? (Drohnenüberflug)

- Teilbreiten

- > 3 m Teilbreite anschalten um Unkraut mit 2x2 cm zu spritzen?
- > Selbst bei Einzeldüsenschaltung werden noch 50 bzw. 25 cm geschalten
- > Was passiert mit Randbereichen der Düsen in denen die Ausbringmenge abfällt? (Resistenzrisiko)

3.1 Spot-Spraying



Spritzgestänge mit Kamerasystem zur Unkrautererkennung

Quelle: Amazone

- Einige Hersteller haben bereits Systeme im Angebot
 - > Amazone (SmartSprayer)
 - > John Deere (See&Spray Select)
- Hohe Anschaffungskosten
- Einige Firmen bieten Drohnenüberflüge und Applikationskartenerstellung an
 - > Sam-Dimension
- Applikation mit jeder SectionControl-fähigen Spritze möglich

3.2 Automatische Düsenumschaltung

Grundprinzip:

- Es werden Mehrfachdüsenstöcke am Gestänge verbaut, an denen die einzelnen Düsen elektrisch oder pneumatisch geschaltet werden können
- An jedem Düsenstock werden Düsen des gleichen Typs aber mit unterschiedlicher Größe verbaut
- Je nach Ausbringmenge und Fahrgeschwindigkeit wird die passende Düse ausgewählt
- Mittlerweile bei vielen Herstellern verfügbar
-> z.B. Amazone (AmaSelect), Horsch (AutoSelect)

3.2 Automatische Düsenumschaltung

- Vorteile:
 - > Ausbringmenge kann stark variiert werden ohne optimalen Druckbereich zu verlassen
 - > Unterschiedliche Ausbringmengen innerhalb des Gestänges möglich
- Grenzen:
 - > Keine stufenlose Anpassung der Ausbringmenge möglich, da nur ein Druck innerhalb des Gestänges eingestellt werden kann

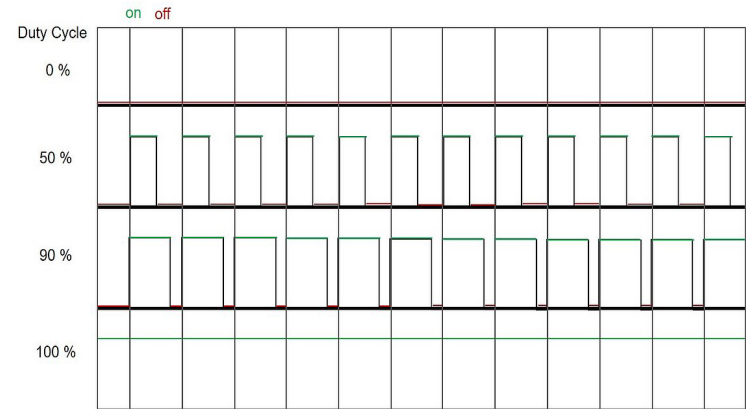


Mehrfachdüsenkörper mit elektrischer Umschaltung
Quelle: Amazone

3.3 Pulsweitenmodulation

Grundprinzip:

- Düsen werden mehrmals pro Sekunde an- und ausgeschaltet
- Zeit zwischen Ein- und Ausschalten (Duty Cycle) kann variiert werden
- Ausbringmenge kann dadurch ohne Druckänderung angepasst werden



Öffnungszeiten der Düsen bei unterschiedlichem Duty Cycle
Quelle: Horsch

3.3 Pulsweitenmodulation

➤ Vorteile:

- > Stufenlose Änderung der Ausbringmenge an jeder Düse möglich
- > Konstantes Tropfengrößenspektrum unabhängig von Fahrgeschwindigkeit und Ausbringmenge

➤ Herausforderungen:

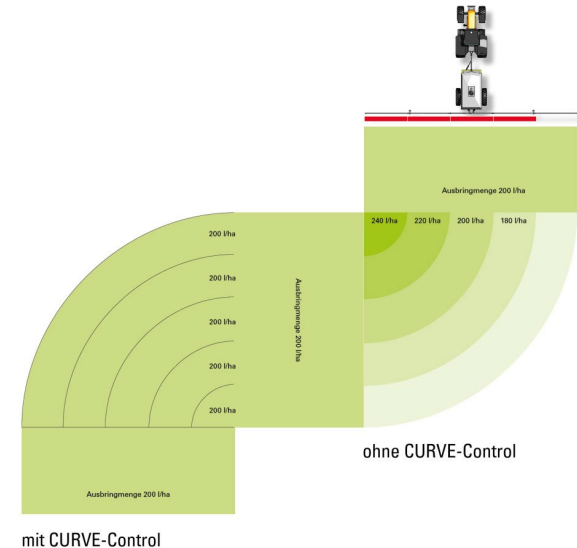
- > Düse muss innerhalb von Millisekunden perfektes Spritzbild aufbauen und darf überhaupt nicht nachtropfen
- > Bei 20 km/h und 20 Herz (Anzahl an Ein- und Ausschaltvorgängen pro Sekunde) würde Düse innerhalb von 30 cm einmal an- und ausgeschalten
- > Bei 10% Duty Cycle spritzt die Düse 3 cm weit und dann 27 cm nicht
- > Kann dabei noch eine gleichmäßige Benetzung gewährleistet werden?



3.4 Kurvenkompensation

Grundprinzip:

- Bei Kurvenfahrten bewegt sich kurveninnere Gestängeseite langsamer und kurvenäußere Gestängeseite schneller als die Spritze
- Dadurch wird innen zu viel und außen zu wenig ausgebracht
- Hersteller versuchen durch verschiedene Systeme dem entgegenzuwirken



Auswirkung von Kurvenfahrten auf die Ausbringmenge
Quelle: Agrio

3.4 Kurvenkompensation

Umsetzung:

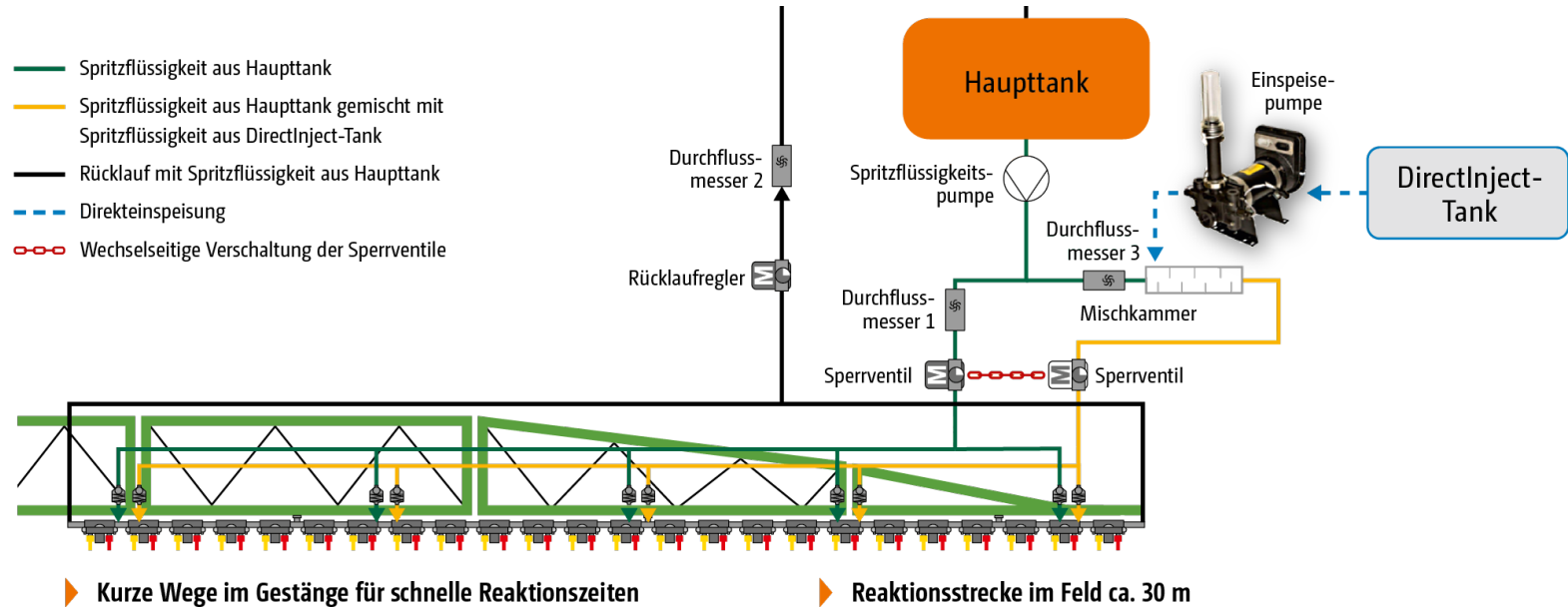
- Umschalten von verschiedenen Düsen (Automatische Düsenumschaltung)
-> z.B. Amazone (CurveControl), Horsch (AutoSelect Pro)
- Veränderung des Duty Cycle (Pulsweitenmodulation)
->z.B. Horsch (PrecisionSpray), Dammann (ProSpray)

3.5 Pflanzenschutzmittel-Direkteinspeisung

Grundprinzip:

- Zeitgleich sind zwei unterschiedliche Pflanzenschutzmaßnahmen auf der einer Fläche nötig
 - > z.B. Fungizidbehandlung im Getreide und teilflächenspezifische Distelbekämpfung
- Normalerweise werden entweder auf der ganzen Fläche Disteln bekämpft, oder es sind zwei Überfahrten notwendig
- Alternative:
 - > Pflanzenschutzmittel zur Distelbekämpfung wird nur teilflächenspezifisch zur Spritzbrühe dosiert

3.5 Pflanzenschutzmittel-Direkteinspeisung



Flüssigkeitskreislauf einer Spritze mit Pflanzenschutzmittel-Direkteinspeisung

Quelle: Amazone

3.5 Pflanzenschutzmittel-Direkteinspeisung

➤ Vorteile:

-> Pflanzenschutzmittel und Überfahrten können eingespart werden

➤ Herausforderungen:

-> Investitionskosten für zweiten Flüssigkeitskreislauf und zweite Pumpe

-> Pures Pflanzenschutzmittel muss sehr genau dosiert werden
(nicht 100-400l/ha, sondern 0,1-4l/ha)

-> Leitungen von zweiter Pumpe zum Gestänge müssen gefüllt
(Einschaltverzögerung) und gereinigt werden (konzentrierte Pflanzenschutzmittel)

Verständnisfragen

1. Welche Maßnahmen im Bereich gibt es? Was sind ihre konkreten Ziele?
2. Wie ist eine Pflanzenschutzspritze aufgebaut? Welche funktion haben die Bauteile?
3. Was ist beim Gestänge zu beachten?
4. Welche technischen Neuerungen machen die Applikation effizienter und genauer?
5. Welche Düsenarten kennen Sie? Was sind die Vor- und Nachteile?

Landtechnik organische Düngung





Gliederung

1. Allgemeine Einleitung
2. Anforderungen an die organische Düngung
3. Feste organische Dünger
4. Flüssige organische Dünger

Organische Dünge oder Wirtschaftsdünger?

Als Wirtschaftsdünger werden organische Dünger bezeichnet, die in landwirtschaftlichen Betrieben anfallen.

Anforderungen an Miststreuer

Welche Stoffe werden ausgebracht?

- Festmist
- Klärschlamm
- Separierte Gülle

Anforderungen an Miststreuer

Welche Stoffe
werden ausgebracht?

Organischer Dünger mit Code-Nr.		Einheit	Nährstoffgehalt ¹⁾ in kg/t bzw. m ³ Frischmasse					N-Mindestwirksamkeit	
			N _{gesamt}	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N _{gesamt} Acker	in % Grünland
Rind									
17	Rindermist, geringe Einstreu (18,5 % TM)	t	3,7	0,37	2,5	5,9	1,9	25	25
18	Rindermist, hohe Einstreu (23 % TM)	t	4,1	0,41	2,1	8,1	1,7	25	25
Schwein									
27	Schweinemist (21 % TM), geringe Einstreu	t	6	0,6	4,3	6,2	2	30	30
29	Schweinemist (25 % TM), hohe Einstreu	t	5,2	0,52	2,9	7	1,5	30	30
Geflügel									
31	Hühnermist (50 % TM)	t	20,3	9,14	16	18	6,9	(30) 45	(30) 45
32	Hühnerkot (50 % TM)	t	22,1	9,95	17,5	18,9	7,5	60	60
33	Putenmist (50 % TM)	t	20,6	9,27	19	13,6	5	(30) 45	(30) 45
34	Masthähnchenmist (60 % TM)	t	19,7	8,87	15,7	19,7	7,5	(30) 45	(30) 45
35	Pekingenten- und Gänsemist (30 % TM)	t	6,5	2,93	6	6,2	2,3	(30) 45	(30) 45
36	Flugentenmist (30 % TM)	t	7,8	3,51	8,1	6,9	2,5	(30) 45	(30) 45
sonstige tierische Herkunft									
41	Pferdemist (30 % TM)	t	3,6	0,36	2,7	9,3	1,9	25	25
42	Schaf-, Lama-, Alpaka- und Ziegenmist (30 % TM)	t	5,9	0,59	3,1	11,3	2,6	25	25
43	Kaninchenmist (30 % TM)	t	5,6	0,56	5,7	9,2	2,1	30	30
51	Hornspäne (88 % TM)	t	140	1	7,5	1	0,6	70	70
Gärrückstand, Klärschlamm									
62	Biogasgärrest fest (25 % TM)	t	6,0	2,40	5,0	5,0	1,5	(30) 40	(30) 40
68	Klärschlamm fest (50 % TM)	t	7,5	0,75	12,0	1,0	4,0	25	25
sonstige pflanzliche Herkunft									
88	Pilzsubstrat/Champost (33 % TM)	t	8,6	0,30	4,0	9,0	3,7	10	10
89	Rhizinusschrot (70 % TM)	t	57,0	2,00	24,0	14,0	8,0	30	30
90	Kompost BioAbV (Grüngut) (60 % TM)	t	6,6	0,70	3,9	5,1	8,2	(3) 11	(3) 11
91	Kompost BioAbV (Bioabfall) (60 % TM)	t	8,5	0,90	5,4	7,9	10,0	(5) 11	(5) 11
94	Grüngut frisch (20 % TM)	t	5,2	0,00	2,1	6,1	0,9	10	10

Die grau hinterlegten Zahlen sind Orientierungswerte; eine eigene Untersuchung bzw. Deklaration ist hier zwingend erforderlich!

LFL (Tabelle 5a:
Nährstoffgehalte organischer
Dünger zum Zeitpunkt der
Ausbringung, nach
Berücksichtigung der
anrechenbaren Stall- und
Lagerverluste (Stand:
November 2023, unverändert
seit Dezember 2021))

Anforderungen an Miststreuer

Welche Stoffe
werden ausgebracht?

Stoff	Lagerungsdichten (spezifische Gewichte)
Separierte Gärreste:	0,65 t/m ³
Getrocknete Gärreste > 80% TS:	0,35 t/m ³
Rindermist:	0,8 t/m ³
Schweinemist:	0,9 t/m ³
Pferdemist:	0,5 t/m ³
Schafe-/Ziegenmist:	0,65 t/m ³
Hähnchenmist:	0,5 t/m ³
Putenmist:	0,4 t/m ³
HTK bei TS > 50%:	0,5 t/m ³
Bei der Berechnung der Mistplattengröße wird von einer durchschnittlichen Stapelhöhe von 2 m ausgegangen.	

Anforderungen an Miststreuer

??????

Bauarten von Miststreuern

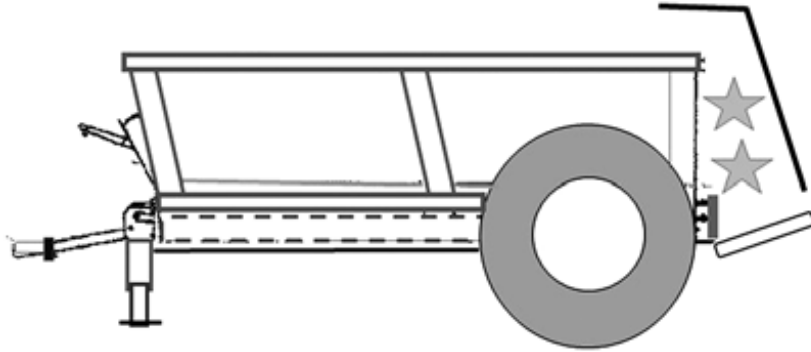
- Fahrwerk/ Chassis
- Dosieraggregat
- Verteilaggregaten

Baugruppen von Miststreuern

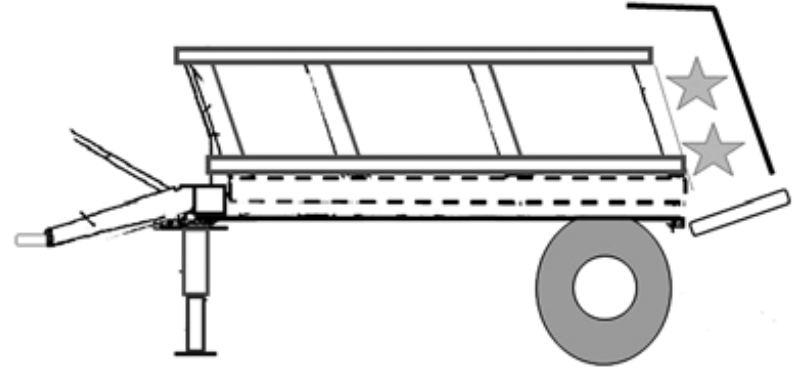
- Fahrwerk/ Chassis
 - Achsen
 - Bereifung
 - Anhängung
 - Bremssystem
 - Ladevolumen
- Dosieraggregat
 - Kratzboden/Schubboden/Walzen/ Schieber
- Verteilaggregaten
 - Teller /Walzen
- Zusatzaustattungen
 - Wiegeeinrichtungen, Antriebe, Grenzstreueinrichtungen

Baugruppen von Miststreuern

Ladevolumen:



Tieflader



Hochlader

(Köller 2019)



Baugruppen von Miststreuern

Doppelnutzung



Baugruppen von Miststreuern

Doppelnutzung



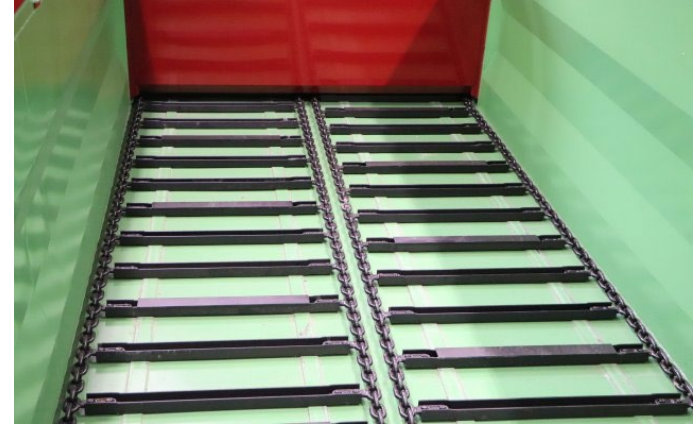
Baugruppen von Miststreuern

Förderung zum Streuwerk - Abschiebewagen



Baugruppen von Miststreuern

Förderung zum Streuwerk - Kratzboden



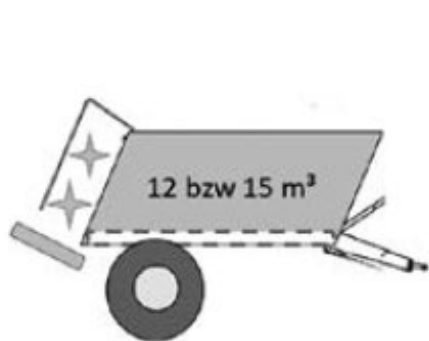
Baugruppen von Miststreuern

Förderung zum Streuwerk - Kratzboden

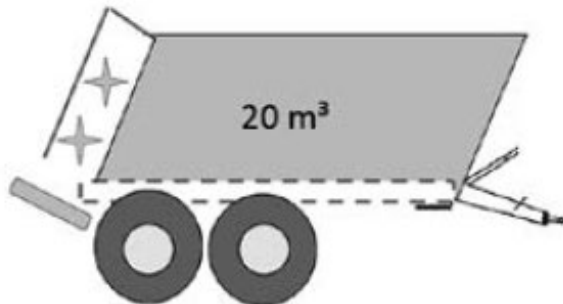


Baugruppen von Miststreuern

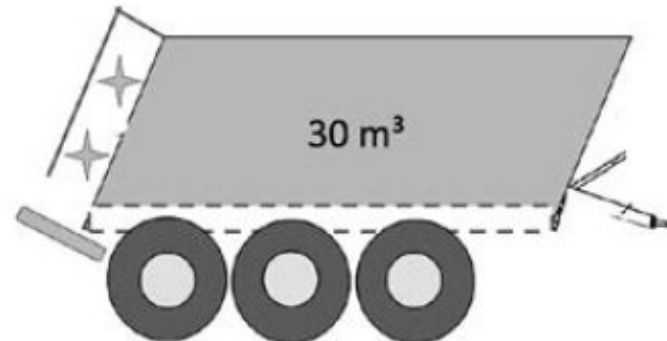
Ladevolumen & Achsen:



einachsiger
kleiner Streuer



doppelachsiger
mittelgroßer Streuer



dreiachsiger
großer Streuer

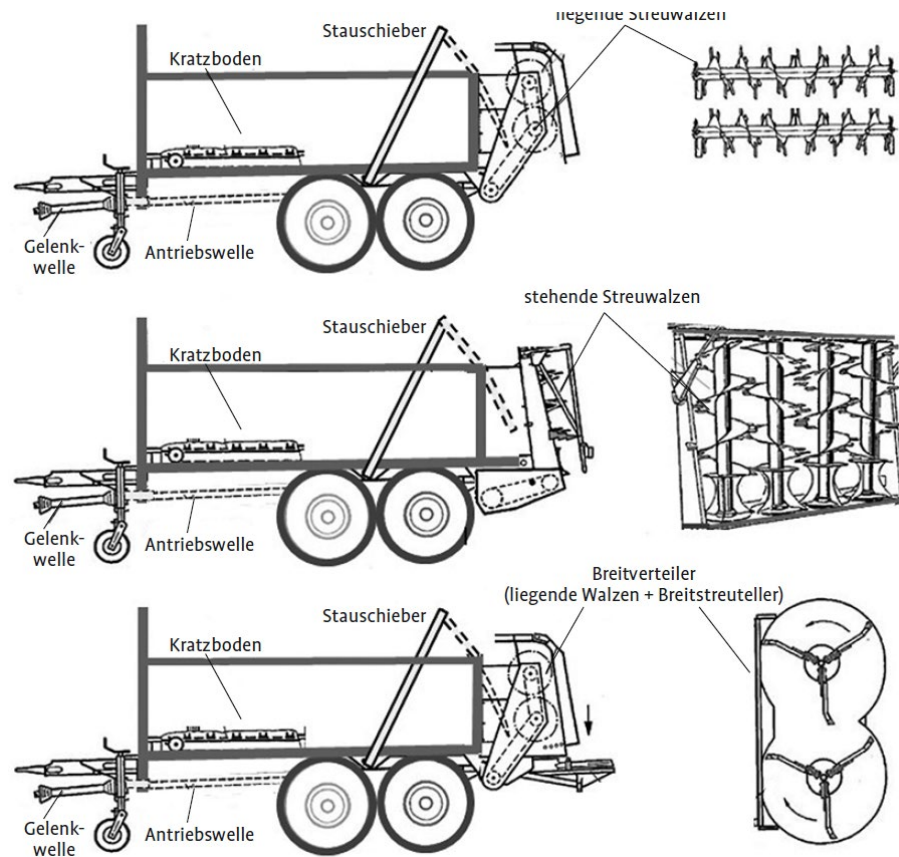
Hochlader

(Köller 2019)

Baugruppen von Miststreuern

Streuwerke:

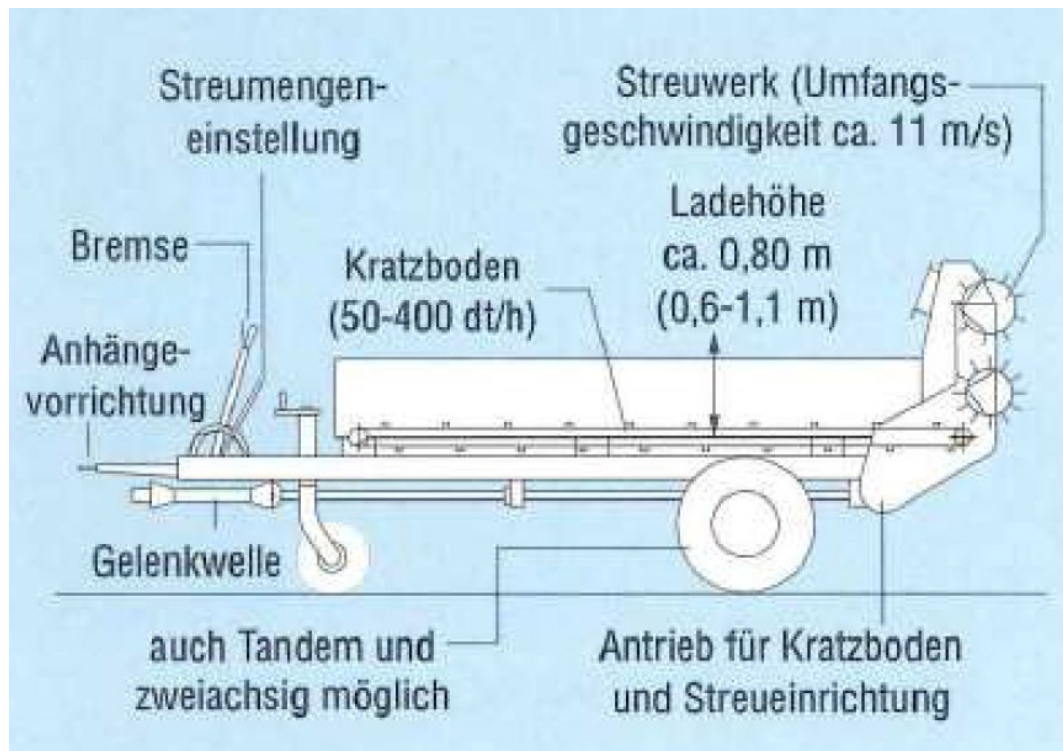
- Zerkleinerung
- Arbeitsbreite
- Verteilung



Baugruppen von Miststreuern

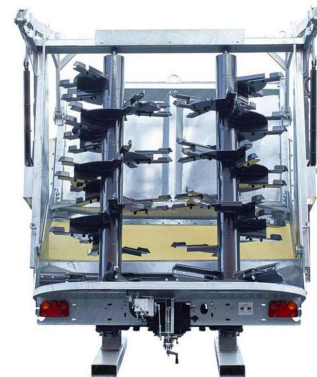
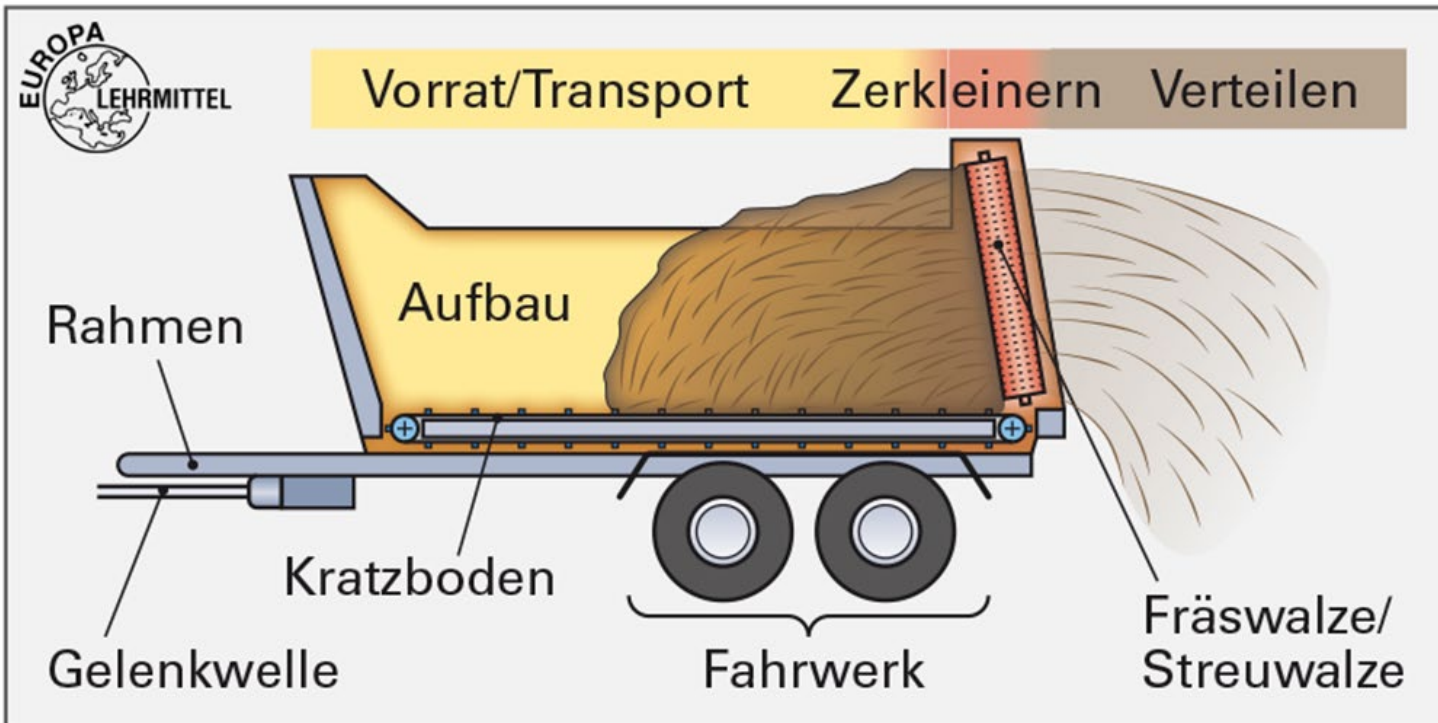
Schmalstreuwerk

- Liegende Walzen
- Geringe Arbeitsbreite
- Eigenmechanisierung



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern



Baugruppen von Miststreuern

Vertikales Streuwerk

- Stehende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 8 m
- Eigenmechanisierung



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern

Vertikales Streuwerk

- Stehende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 24 m
- Hoher Durchgang



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern

Vertikales Streuwerk

- Stehende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 24 m
- Hoher Durchsatz
- Mit Stauscheiber
- Fokus auf Stalldung/festmist



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern

Seperates Streuwerk und Dosierung / Zerkleinerung

- Stehende Walzen / Liegende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 39 m
- Hoher Antriebsbedarf
- Universalstreuwerk für Kalke, Kompost und Festmist



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern

Seperates Streuwerk und Dosierung / Zerkleinerung

- Stehende Walzen / Liegende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 39 m
- Hoher Antriebsbedarf
- Universalstreuwerk für Kalke, Kompost und Festmist



(Landtechnik und
Bauwesen 1999)

Baugruppen von Miststreuern

Seperates Streuwerk und Dosierung / Zerkleinerung

- Stehende Walzen / Liegende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 39 m
- Hoher Antriebsbedarf
- Universalstreuwerk für Kalke, Kompost und Festmist



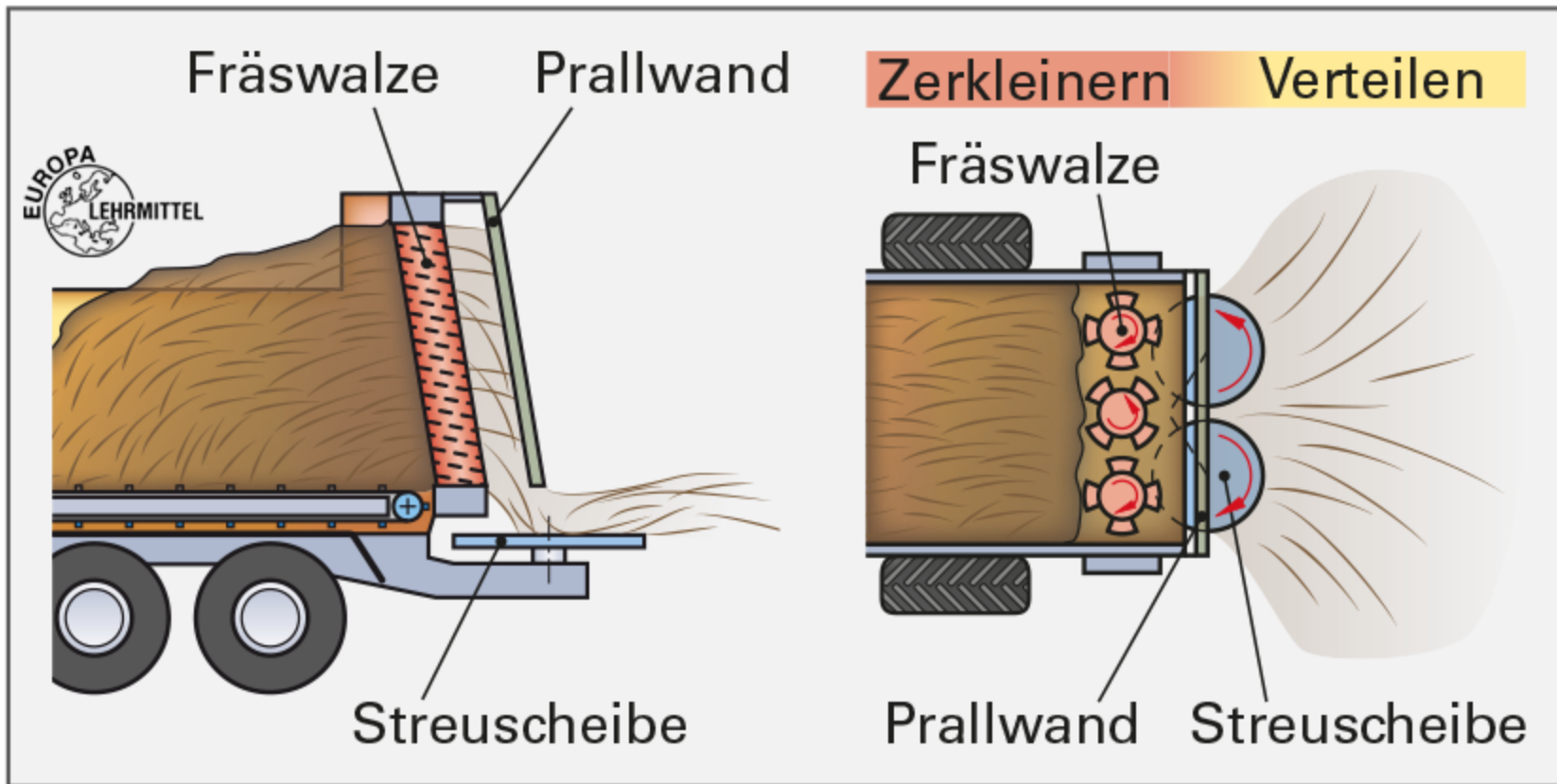
Baugruppen von Miststreuern

Seperates Streuwerk und Dosierung / Zerkleinerung

- Stehende Walzen / Liegende Walzen
- Arbeitsbreiten von 6 – 39 m
- Hoher Antriebsbedarf
- Universalstreuwerk für Kalke, Kompost und Festmist



Baugruppen von Miststreuern



Baugruppen von Miststreuern

Kapazität

Auswirkungen der unterschiedlichen Arbeitsbreite verschiedener Streuwerke.

Miststreuer	Entleerungsstrecke pro Wagenladung* bei Streuwerk mit Nutzlast		
	liegenden Walzen (3 m Arbeitsbreite)	stehenden Walzen (8 m Arbeitsbreite)	Breitstreuwerk (15 m Arbeitsbreite)
Einachser 7 t	2330 m	880 m	470 m
Zweiachser 14 t	4670 m	1750 m	930 m
Dreiachser 21 t	7000 m	2630 m	1400 m
Überfahrener Flächenanteil	40 %	15 %	8 %
* bei Mistgabe von 10 t/ha			

Bauarten von Miststreuern

Einstellung des Kratzbodenvorschubs:

$$\text{Entladezeit [min]} = \frac{\text{Lademasse [kg]} * 6}{\text{Arbeitsbreite [m]} * \text{Ausbringmenge} \left[\frac{\text{dt}}{\text{ha}} \right] * \text{Fahrgeschwindigkeit} \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]}$$

Beispiel:

*Der Stallungstreuer fasst im Mittel **4350 kg Mist**. Bei einer **Arbeitsbreite von 2,20m** und einer Fahrgeschwindigkeit von **6,6 km/h** sollen **300 dt/ha** Mist ausgebracht werden.*

Wie lang ist die Entladezeit?



Bauarten von Miststreuern

Einstellung des Kratzbodenvorschubs:

Kontrolle:

$$\text{Fahrstrecke [m]} = \frac{\text{Lademassee [kg]} * 100}{2,2 \text{ [m]} * 300 \left[\frac{dt}{ha} \right]} = 659 \text{ [m]}$$

Baugruppen von Miststreuern

Streumenge

Die Streumenge in dt/ha ist abhängig von:

- der Ladehöhe
- Vom spezifischen Gewicht des Streugutes
- Von der Arbeitsbreite
- Von der Fahrgeschwindigkeit
- Von der Vorschubgeschwindigkeit

Welche Größe wird zur Bewertung der Genauigkeit der Verteilung genutzt?

Bewertung der Verteilung von Miststreuern

DLG-TEST Verteilqualität – Beispiel Stallmist

- Querverteilung
- Längsverteilung

Einflussfaktoren:

- Ballistische Eigenschaften des Streugutes
- Homogenität des Streugutes
- Arbeitsbreite
- Dosiertechnik
- Umwelteinflüsse (Wind, Topographie, Feldbedingungen)

Bewertung der Verteilung von Miststreuern

DLG-TEST Verteilqualität – Beispiel Stallmist

- Querverteilung



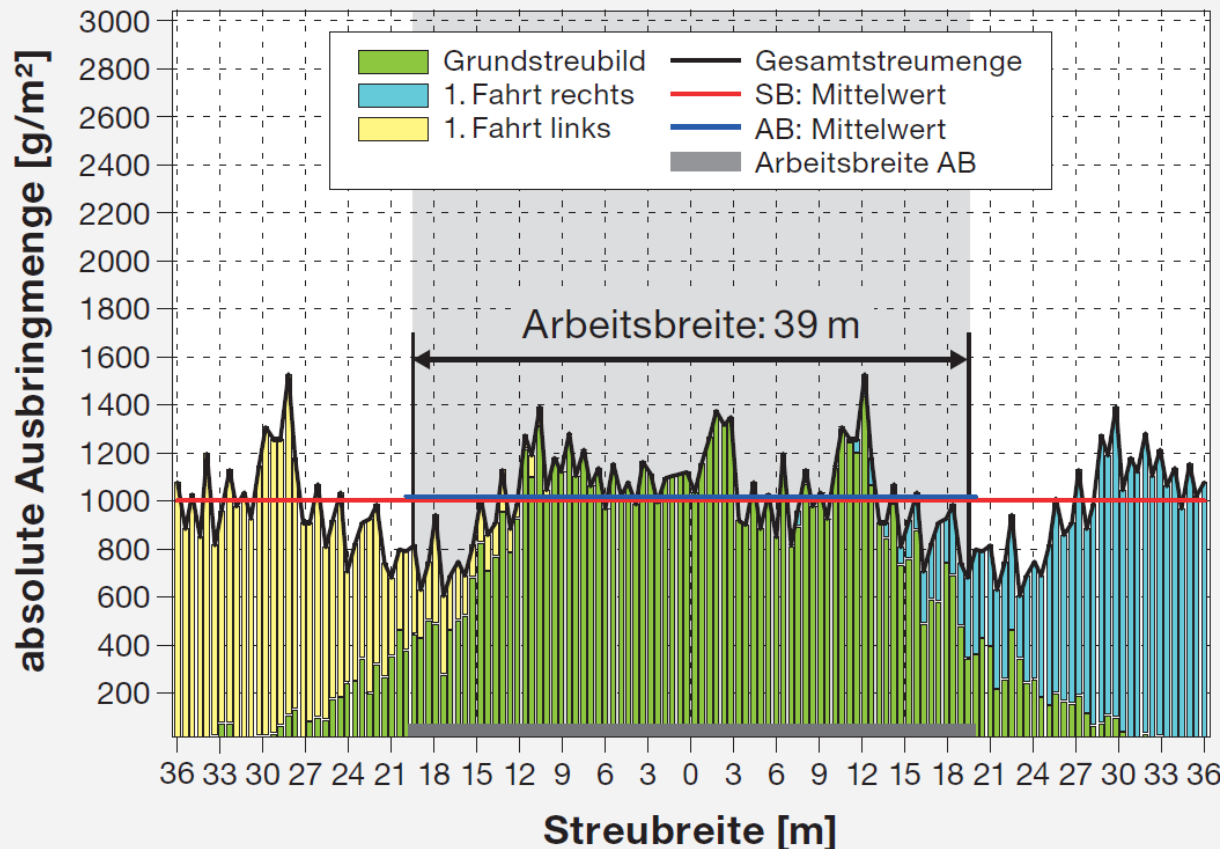
Bild 2:
Mobiler Prüfstand zur Ermittlung der Querverteilung



Bild 2:
Prüfstand zur Ermittlung der
(Lehrbuch) Querverteilung

Bewertung der Verteilung von Miststreuern

Querverteilung (symmetrisch), Beetfahrt



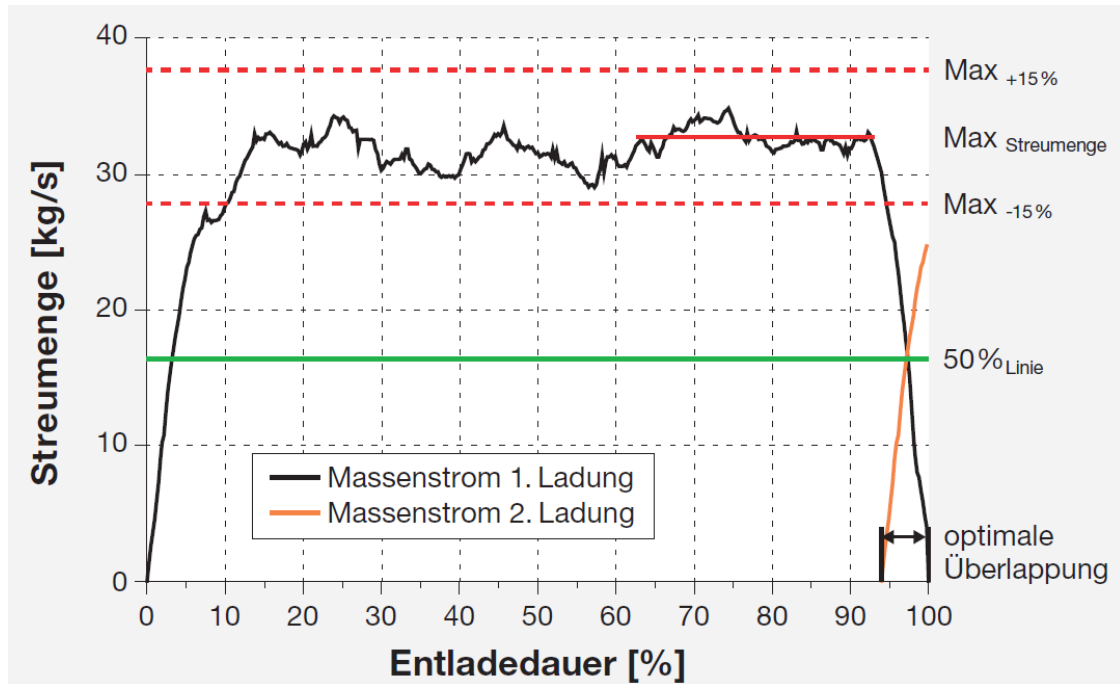
- 10 t/ha Stallmist
- 5,0 km/h
- Vorschub 0,8 m/min
- VK < 20 % =
befriedigend (o)

(Lehrbuch des Pflanzenbaus Band 2)

Bewertung der Verteilung von Miststreuern

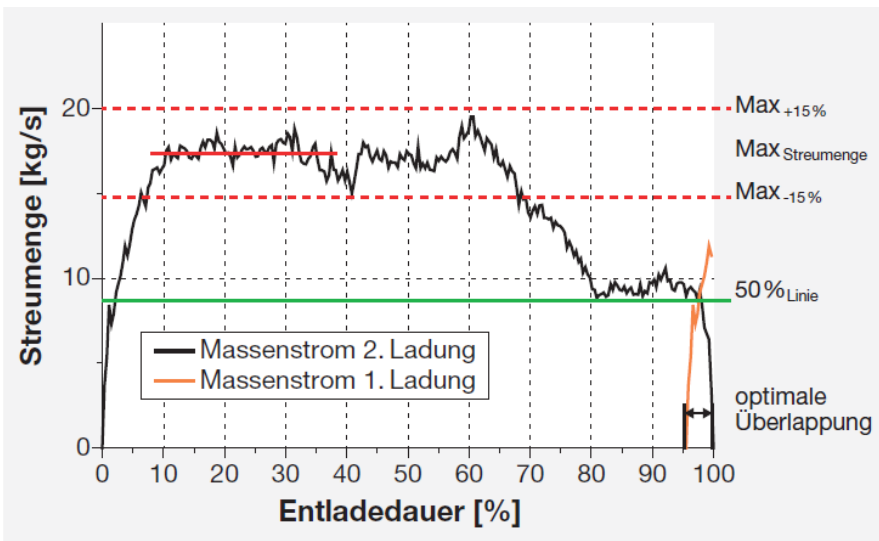
DLG-TEST Verteilqualität – Beispiel Stallmist

- Längsverteilung



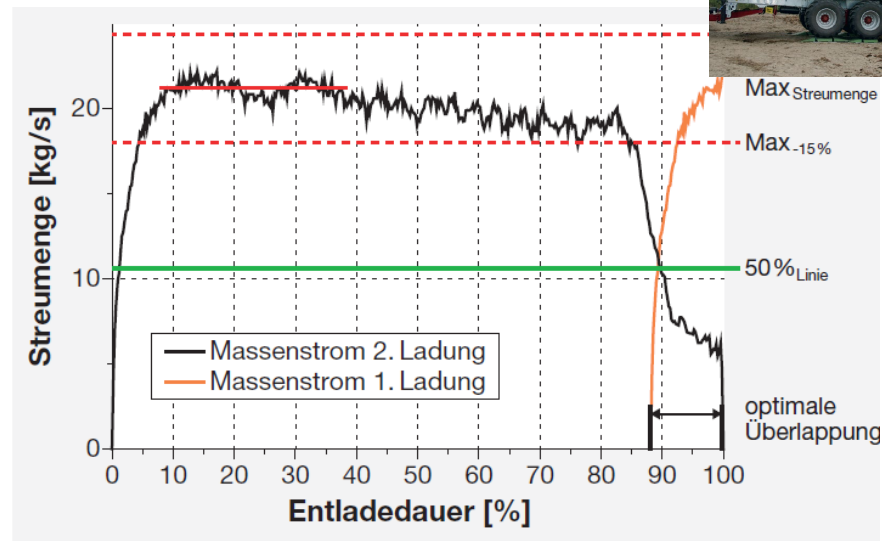
(Lehrbuch des Pflanzenbaus Band 2)

Bewertung der Verteilung von Miststreuern



gleichbleibende Streumenge: 17,4 kg/s
 Streckung innerhalb der Toleranzzone: 61,2 %
 VK bei optimaler Überlappung: 20,3 %
 optimale Überlappung bei der 50 %-Linie: 4,5 %

Bild 12:
 Längsverteilung mit Stallmist (30 Tonnen)



gleichbleibende Streumenge: 21,3 kg/s
 Streckung innerhalb der Toleranzzone: 79,7 %
 VK bei optimaler Überlappung: 13,3 %
 optimale Überlappung bei der 50 %-Linie: 11,9 %

Bild 13:
 Längsverteilung mit Kompost (25 Tonnen)



Bewertung der Verteilung von Miststreuern

DLG-TEST Verteilqualität – Beispiel Stallmist

- Längsverteilung

Kenngrößen zur Verteilqualität von Stallmist, Kompost, Hühnerkot und Gärrest

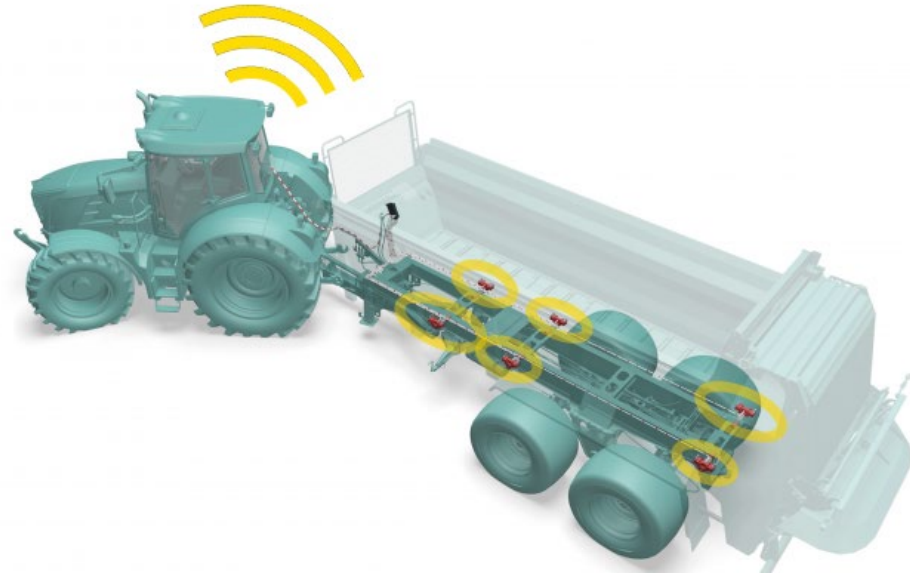
	Streugut							
	Stallmist		Kompost		Hühnerkot		Gärrest	
Arbeitsbreite [m]	18	18	10	14	12	22	16	20
Soll-Ausbringmenge [t/ha]	10	30	5	25	2,7	2,7	5	30
Fahrgeschwindigkeit [km/h]	7,1	3,7	10,3	5,6	12,1	12,1	5,6	3,2
Querverteilung								
– Variationskoeffizient (VK) [%]*	14,5 (+)	14,7 (+)	13,9 (+)	14,4 (+)	8,9 (++)	19,3 (○)	7,9 (++)	14,7 (+)
Längsverteilung								
– Variationskoeffizient (VK) [%]**	11,9 (+)	16,7 (○)	8,3 (++)	10,8 (+)	8,4 (++)	8,4 (++)	13,3 (+)	14,1 (+)
– Streckung innerhalb der Toleranzzone [%]***	75,9 (++)	62,5 (+)	92,4 (++)	87,4 (++)	91,2 (++)	91,2 (++)	83,2 (++)	69,7 (+)



(DLG Prüfbericht 7088)

Precision Farming bei Festmist

- Gewichtsabhängige Ausbringung vs. Volumendosierung
- Applikationskarten (variable Menge)
- Dokumentation
- Grenzstreueinrichtungen
- Isobussteuerung (Einfach Bedienung)

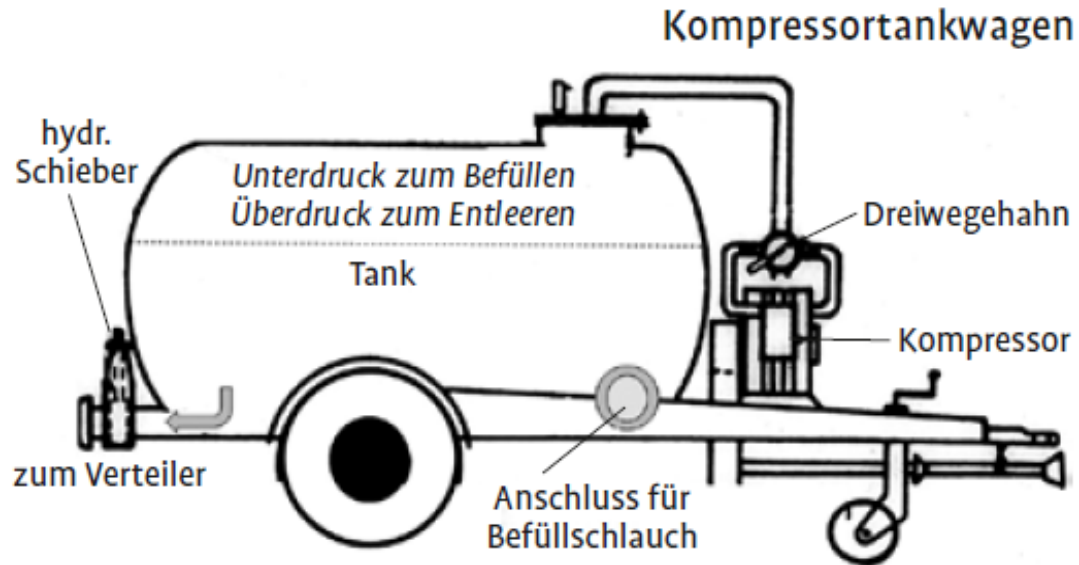


Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen
- Verdrängerpumpen-Tankwagen
- Schleudertankwagen

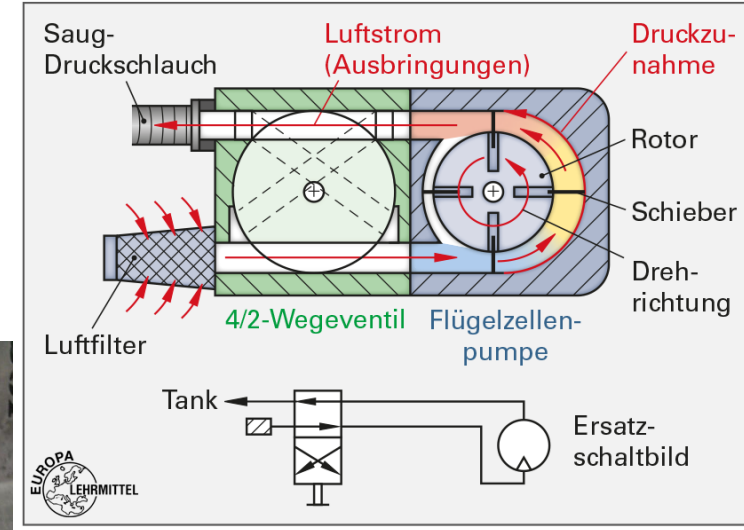
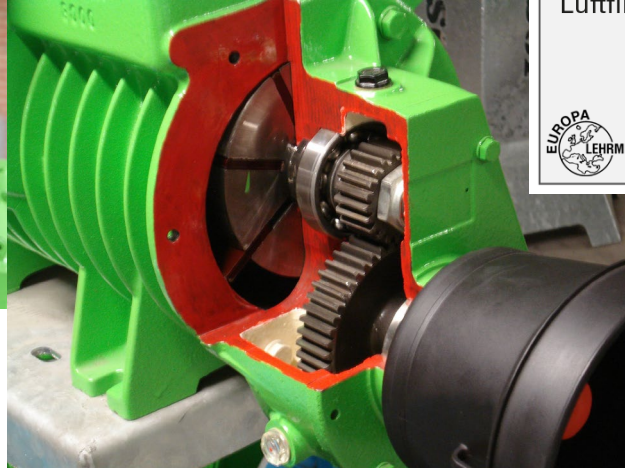
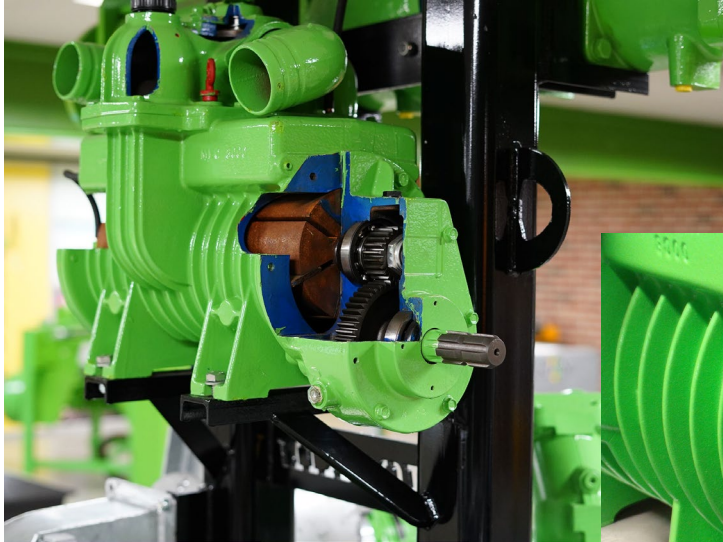
Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen



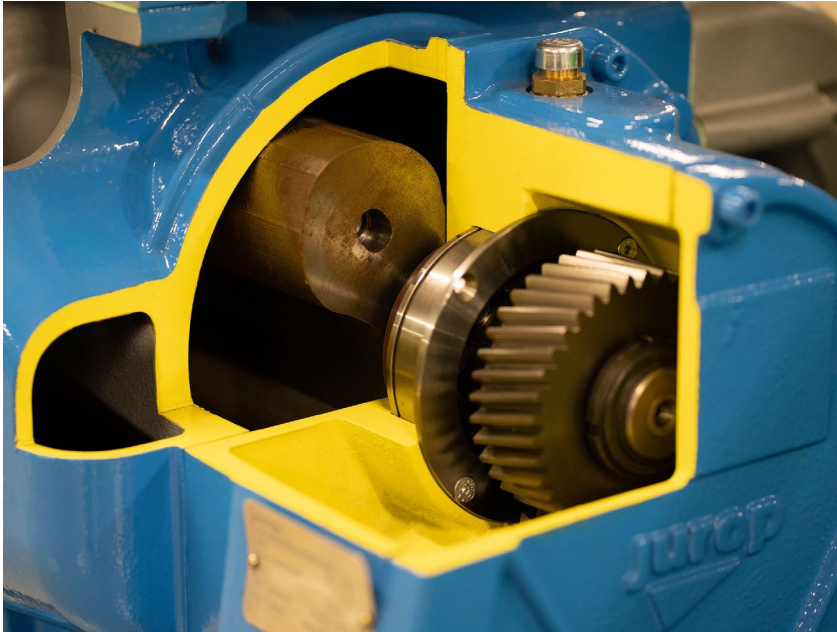
Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen - Flügelzellenpumpe



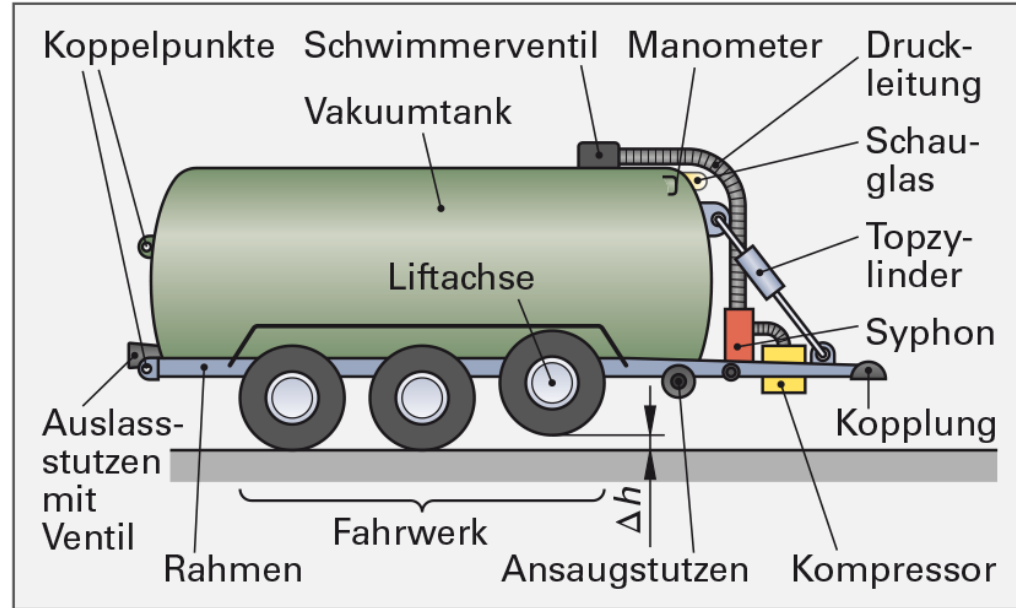
Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen - Drehkolben-Vakuumpumpen



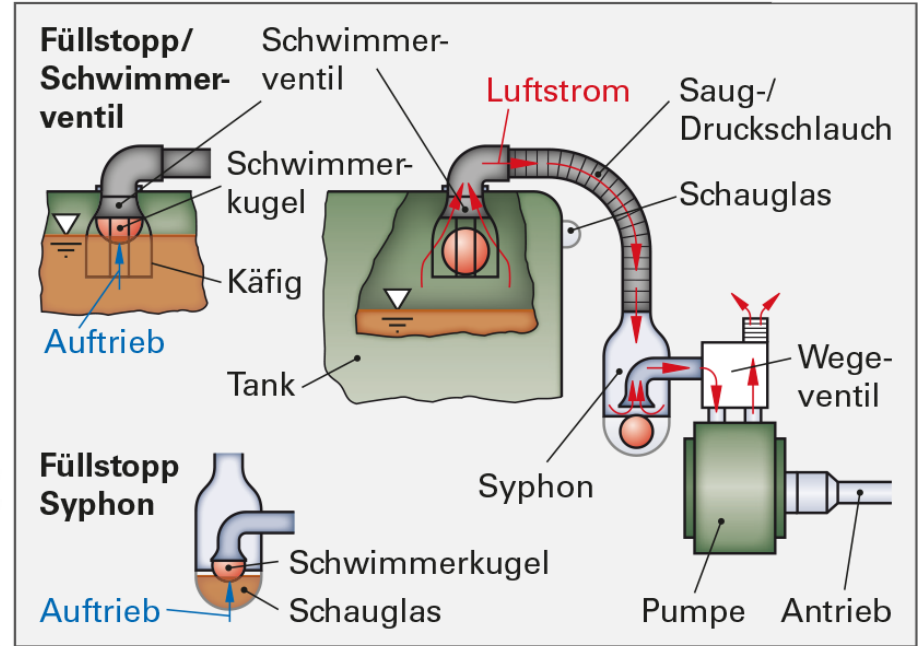
Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen



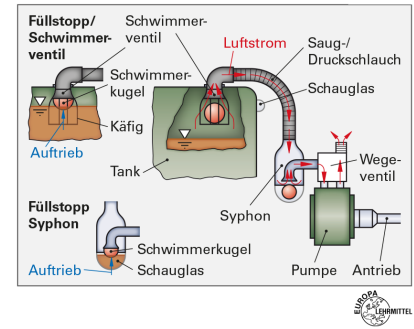
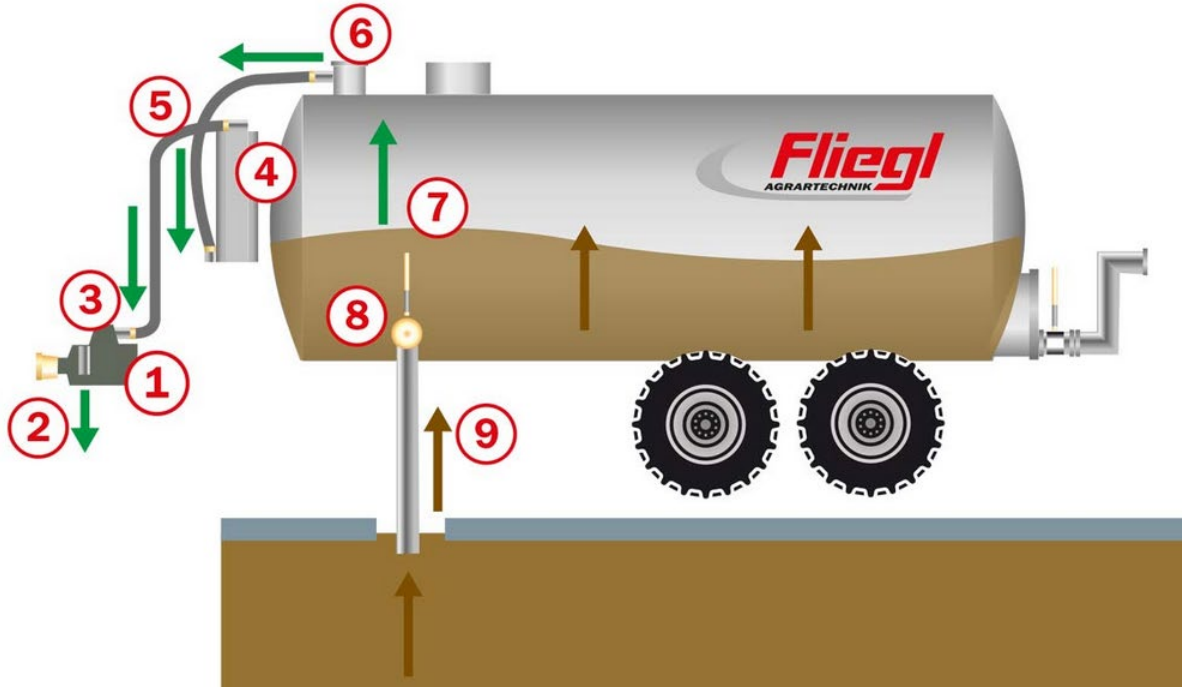
Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen



Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen

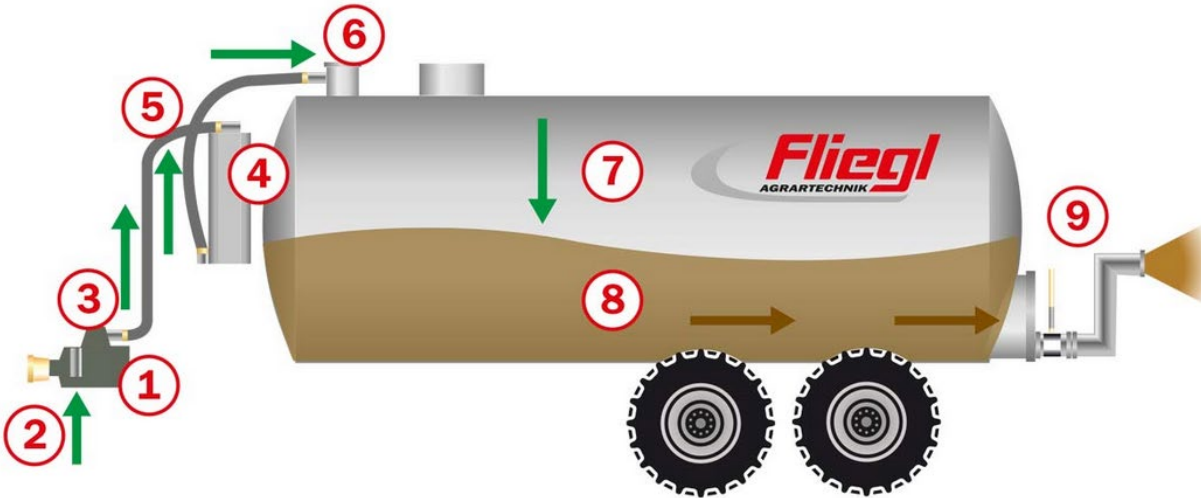
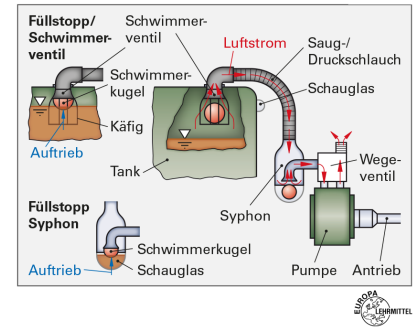


Ansaugen

1. Vakuumkompressor
2. Luftauslass des Kompressors
3. Überdruckventil
4. Schaumabscheider
5. Manometer zur Unterdruckkontrolle
6. Siphon
7. Unterdruck
8. Ansaugschieber
9. Saugleitung

Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen



Ausbringen

1. Vakuumkompressor
2. Luftauslass des Kompressors
3. Überdruckventil
4. Schaumabscheider
5. Manometer zur Unterdruckkontrolle
6. Syphon
7. Überdruck
8. Ansaugschieber
9. Saugleitung

Gülletechnik

- Vakuum-Tankwagen
- Sonderlösung



Vakuumentankwagen

Vorteile

- Selbstansaugend
- Hohe Leistungen
- Fremdkörperunempfindlich
- Geringer Verschleiß

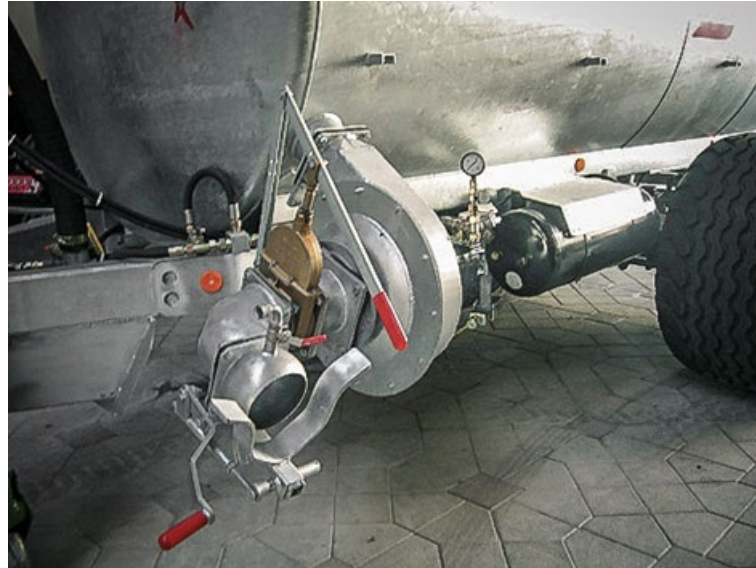
Nachteile

- Erhöhte Anforderungen an den Tank
- Hohe Geräuschbelastung
- Saugtiefe ist begrenzt
- Evtl. nicht vollständig gefülltes Fass



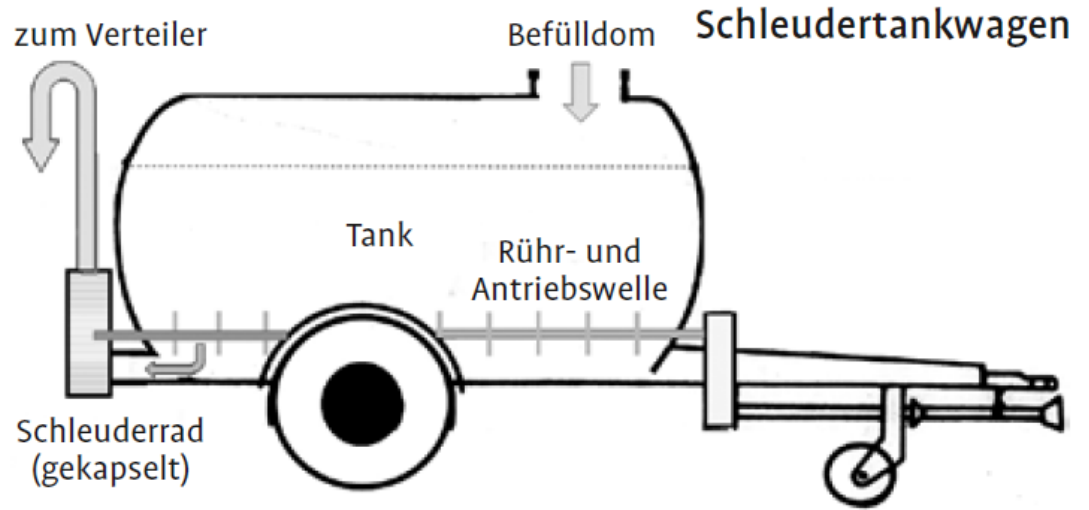
Befüllbeschleuniger

Bei einem Befüllbeschleuniger handelt es sich um eine Kreispumpe. Diese kann mit der Vakuumtechnik kombiniert werden. Hat der Güllestrom den Befüllbeschleuniger erreicht, beginnt dieser das Fass weiter zu füllen.



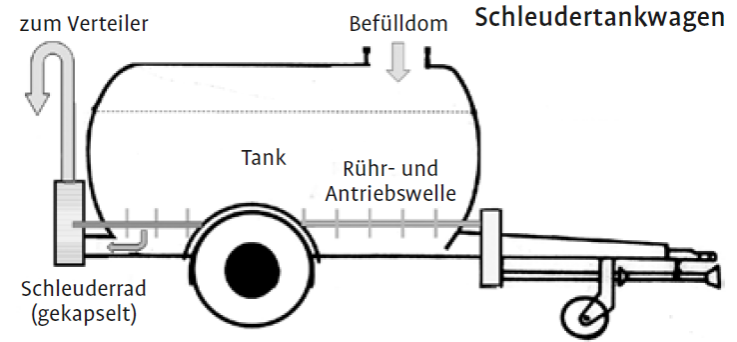
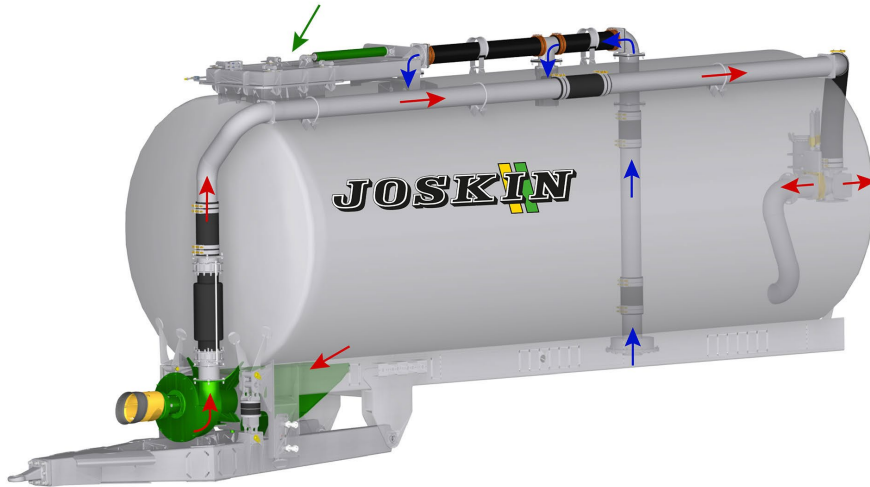
Gülletechnik

- Schleudertankwagen



Gülletechnik

- Schleudertankwagen



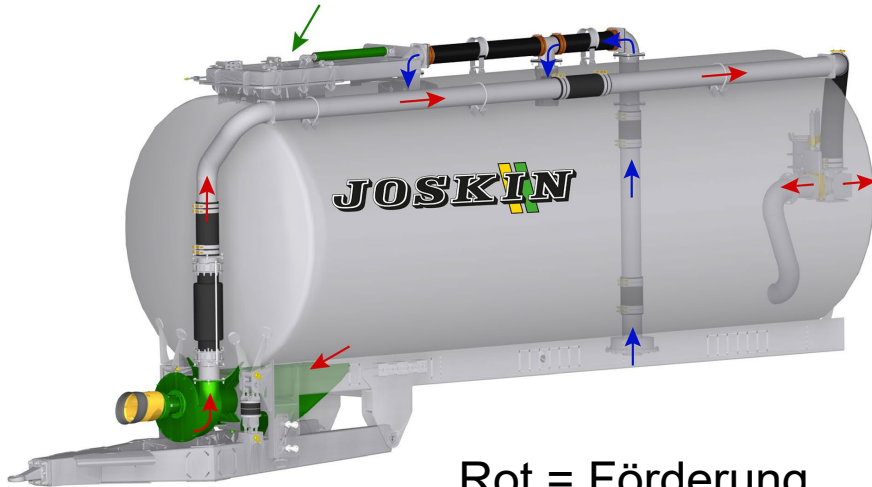
Rot = Förderung

Grün = Ansaugen/Befüllen

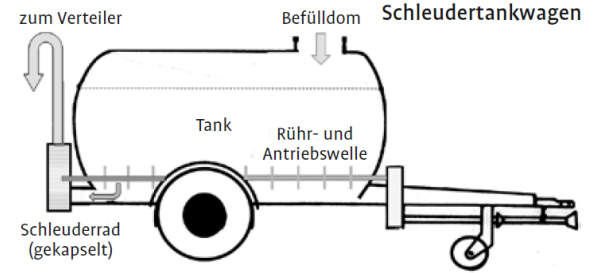
Blau = Luftkreislauf bei der Förderung

Gülletechnik

- Schleudertankwagen



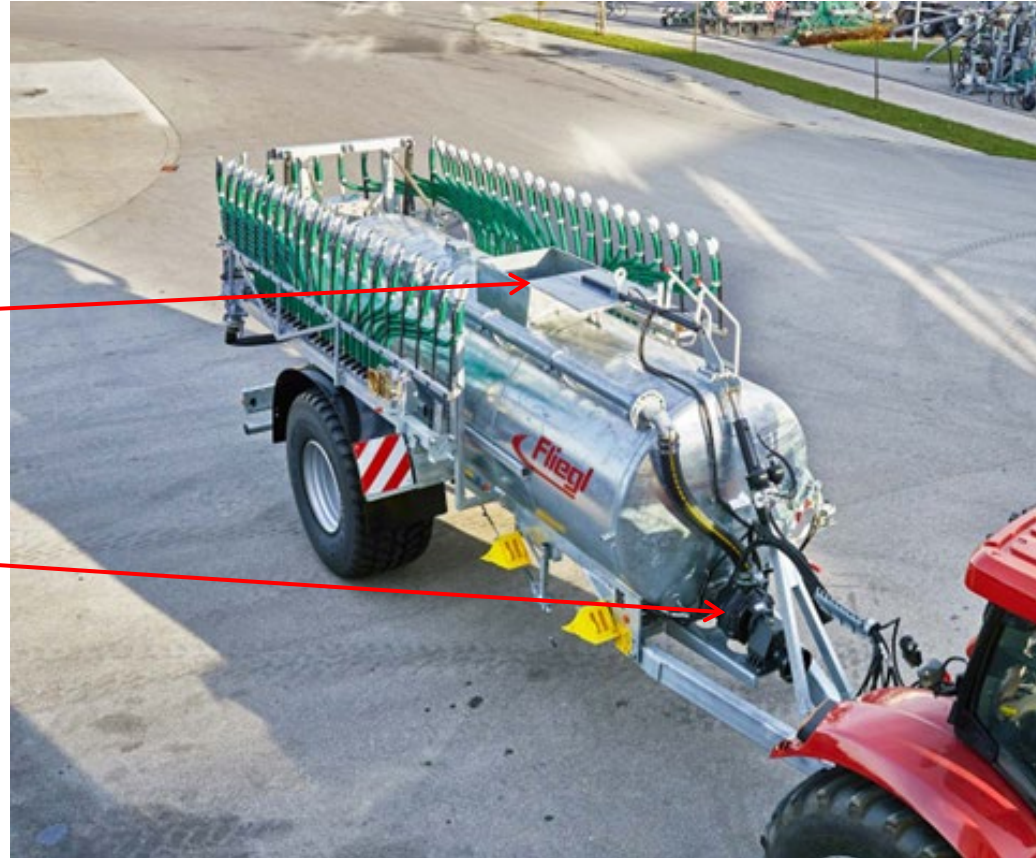
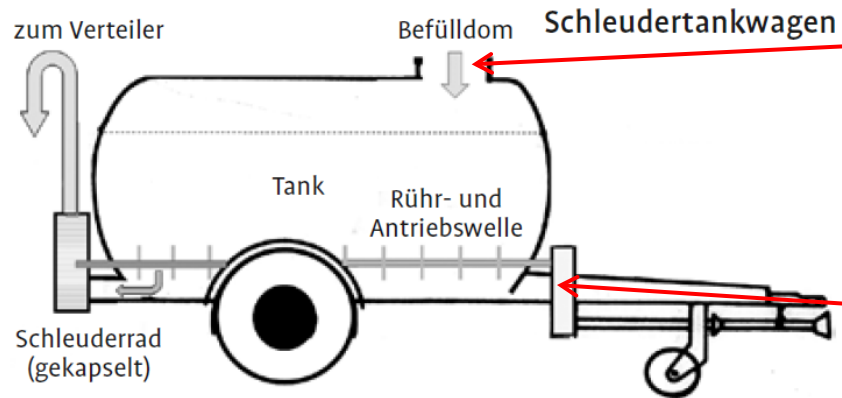
Rot = Förderung
Grün = Ansaugen/Befüllen
Blau = Luftkreislauf bei der Förderung



2.te Zentrifugalpumpe

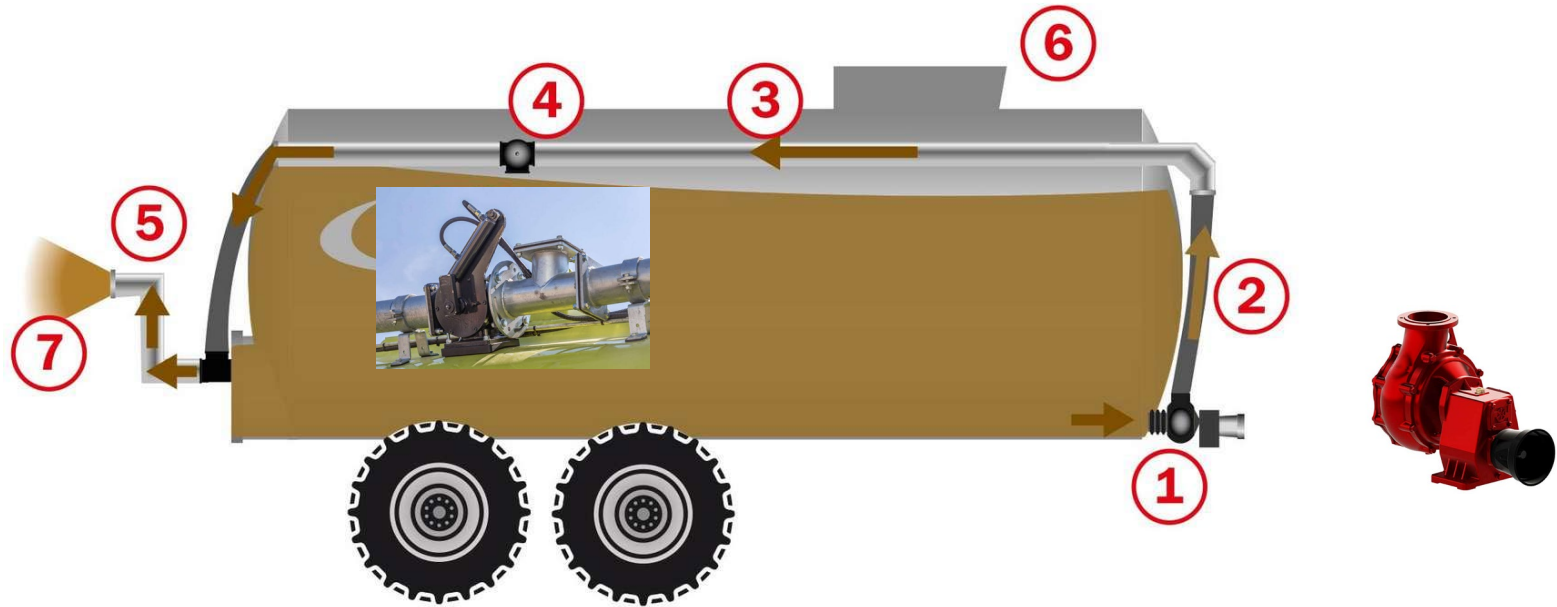
Gülletechnik

- Schleudertankwagen



Gülletechnik

- Schleudertankwagen/Hochdruckfaß



Gülletechnik

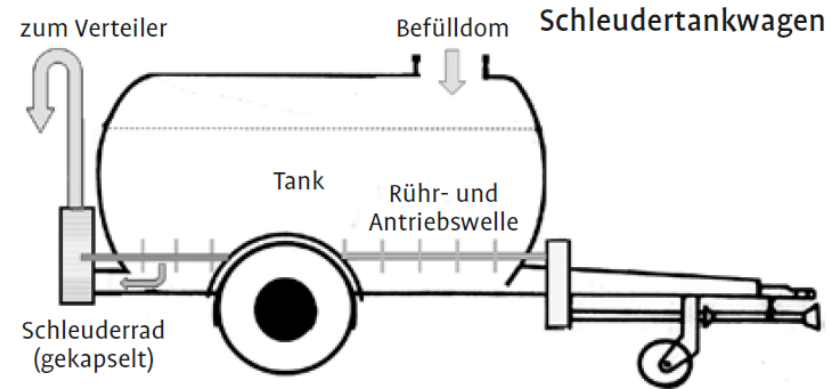
- Schleudertankwagen

Vorteile

- Keine hohe Belastung auf den Tank
- Verschleißarme Technik
- Geringes Eigengewicht
- Präzise und variable Ausbringmenge möglich

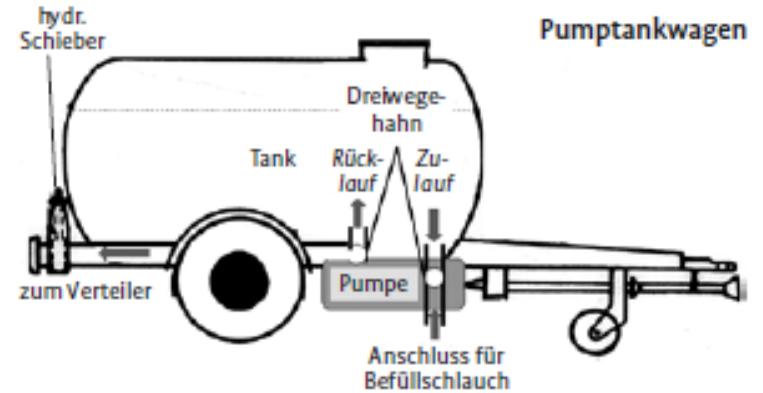
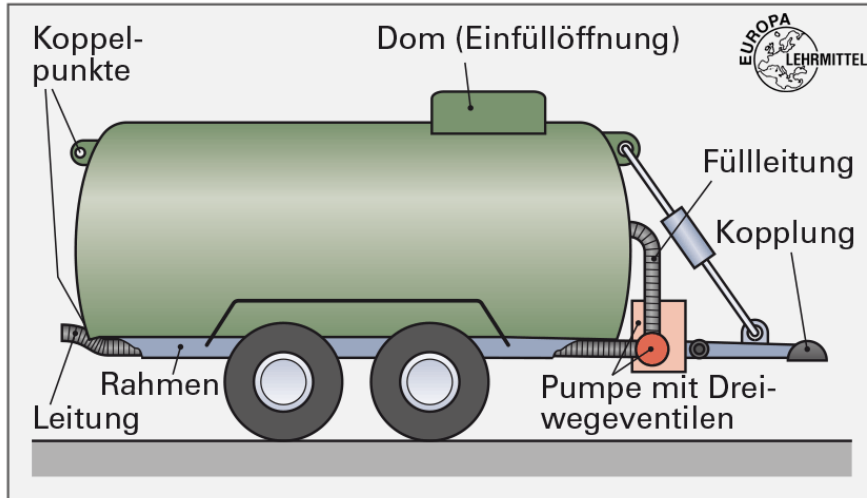
Nachteile

- Nicht Selbstansaugend
- Nicht flexibel einsetzbar



Gülletechnik

- Verdrängerpumpen-Tankwagen



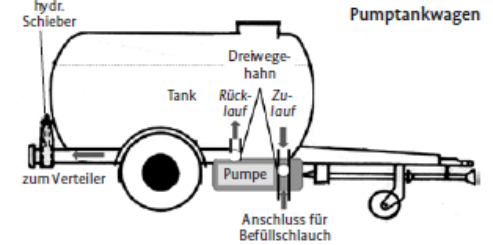
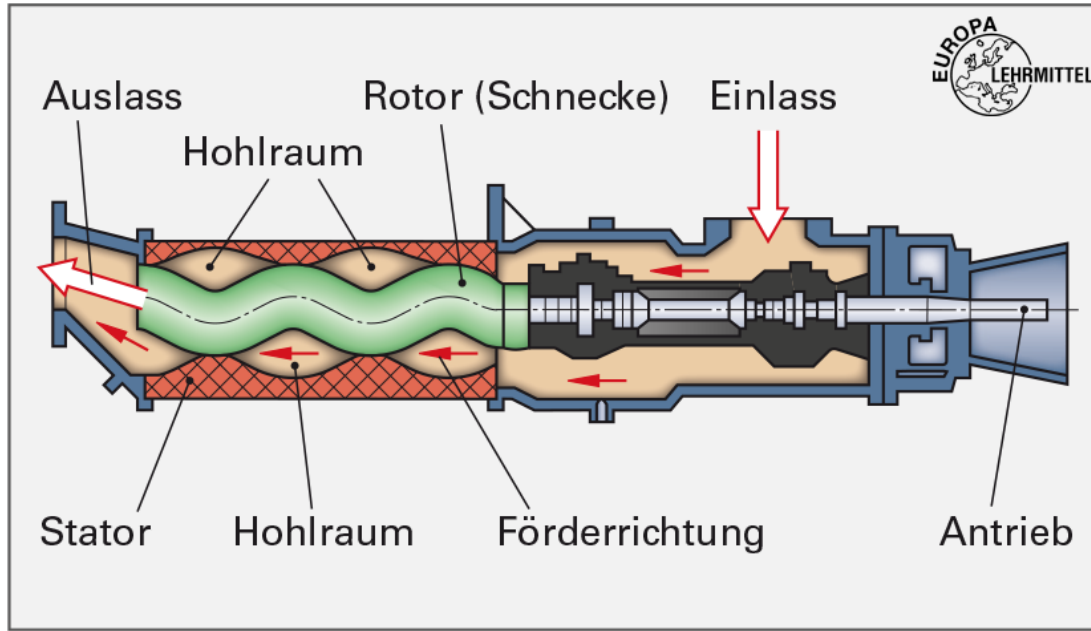
Gülletechnik

- Verdrängerpumpen-Tankwagen

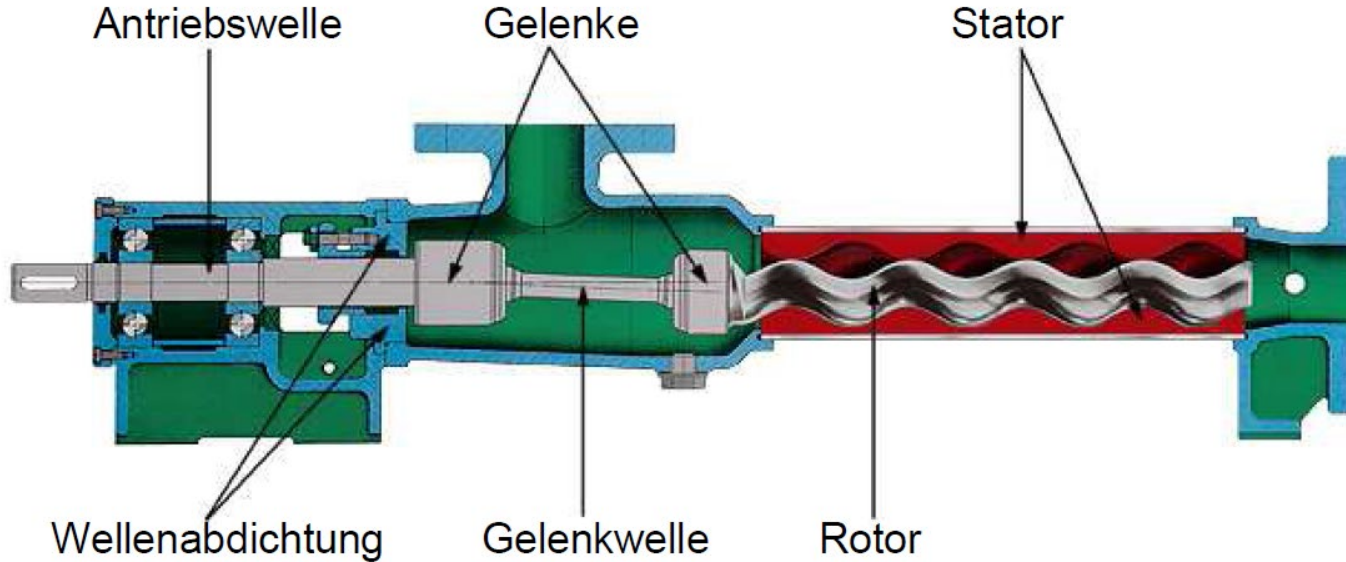


Gülletechnik

- Verdrängerpumpen-Tankwagen

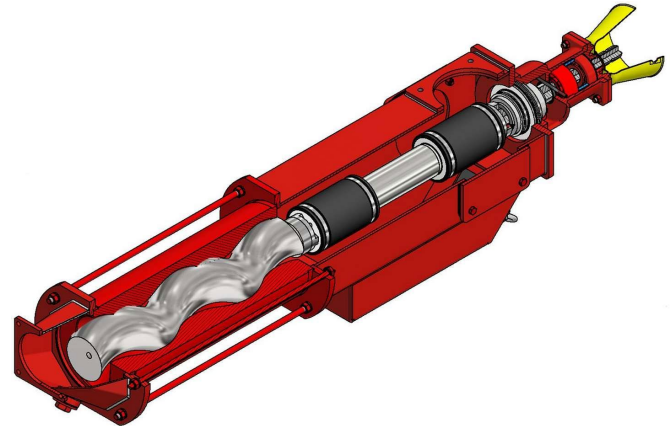


Exzentrerschneckenpumpen



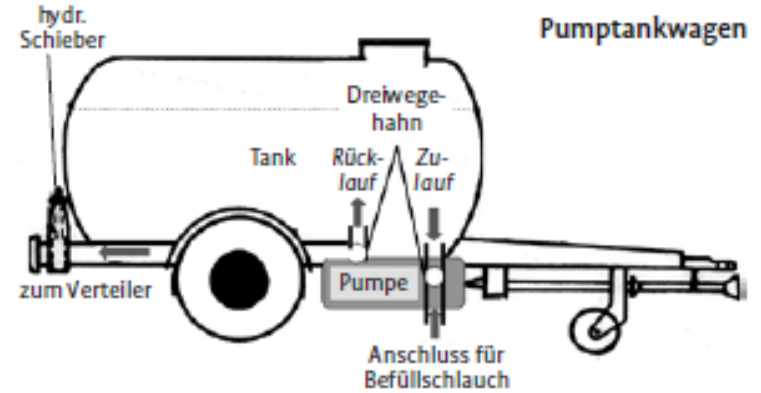
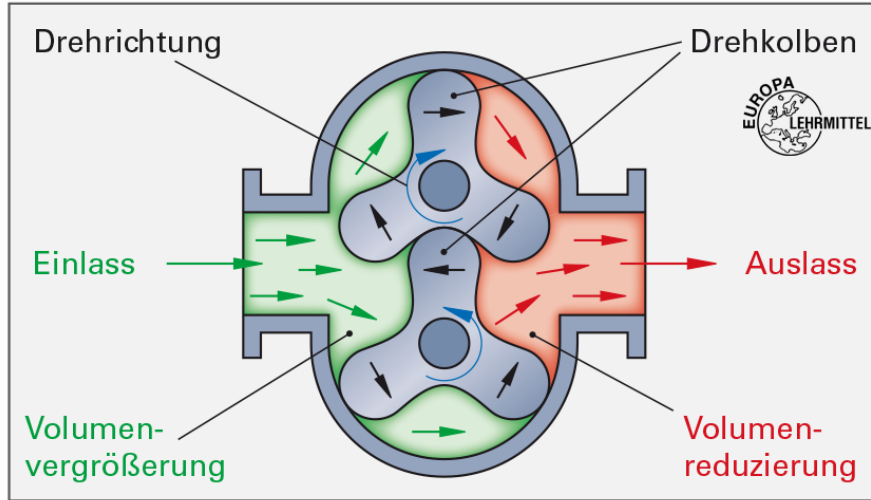
Exzentrerschneckenpumpen

- Gülle wird pulsationsarm gefördert
=> konstanter Güllefluss
- Pumpendrehzahl direkt proportional zur Ausbringmenge
- Hervorragendes Selbstansaugvermögen
- Saug- und Druckseite immer gleich
- **Hoher Verschleiß bei Trockenlauf**



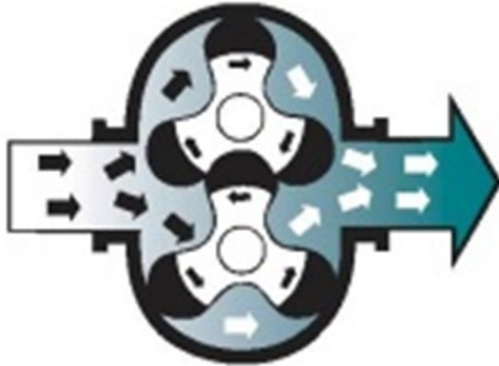
Gülletechnik

- Verdrängerpumpen-Tankwagen



Drehkolbenpumpe

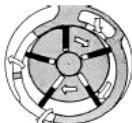
- Saug- und Druckseite einfach umkehrbar
- Selbstansaugend
- Güllekontakt
- Leistungsrückgang bei hohen TS-Gehalten



Kreiselpumpe

- Einfachste Pumpenform
- Nicht selbstansaugend
- Kombination mit Vakuumtechnik
- Sehr geringer Verschleiß



	Exzenter- schnecken- pumpe	Drehkolben- pumpe	Kreiseltauch- pumpe (Niederdruckpumpe)	Hochdruck- kreiselpumpe	Kompressor
					
Druck	++++ 5 - 7 bar	++++ 3 - 10 bar	++ 3 - 5 bar	++++ 4 - 8 bar	+ 1,5 bar
Ansaugen der Gülle	++++	++++	-	+	+++
Leistungsbedarf	++	++	+++	++	++++
Trockenlaufempfindlich	+	+	+++	++	++++
Fremdkörperempfindlich	+	+	+++	++	++++
Direkten Kontakt mit Gülle	ja	ja	ja	ja	nein
Verschleiß	+	+	+++	++	++++
Eignung	Pumptank- wagen	Pumptank- wagen	Befüllbe- schleuniger / Stationäre Pumpe	Befüllbe- schleuniger / Stationäre Pumpe	Vakuumwagen

Bewertung:

++++

bessere Beurteilung

+

schlechtere Beurteilung

Gülletechnik – Tankenwagen im Vergleich

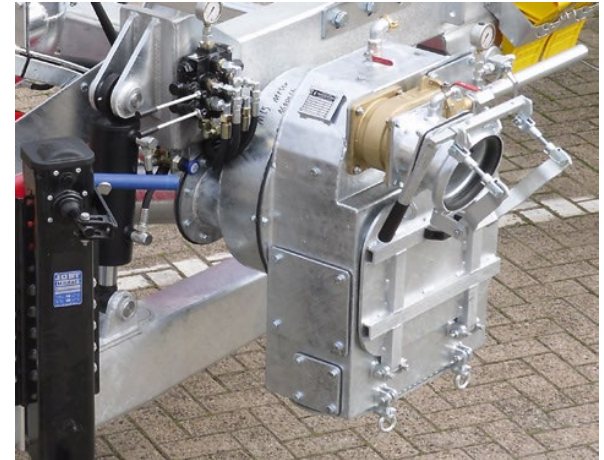
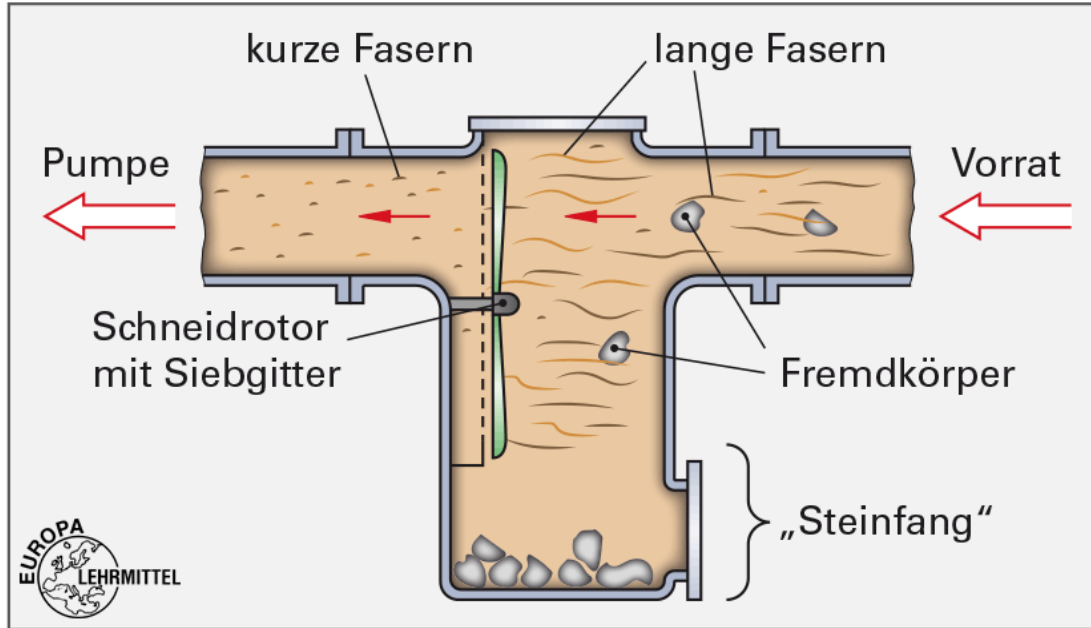
- Tankenwagen im Vergleich

Beurteilung verschiedener Güllewagenbauarten.

	Beurteilung		
	Kompressortankwagen	Schleudertankwagen	Pumptankwagen
Ansaugen	+	n. m.	+++
Ausnutzung des Tankvolumens	+	+++	+++
Zerkleinernde Wirkung	+	++	+++
Aufrühren des Fassinhalts	n. m.	+++	++
Druck im Verteilsystem	+	++	+++
Aufwand der Durchflussmessung	+	+	+++
Geräuschentwicklung	+	+++	+++
Verschleiß	+++	++	+
Beurteilung: + = schlechter, ++ = mittel, +++ = besser, n. m. = nicht möglich			

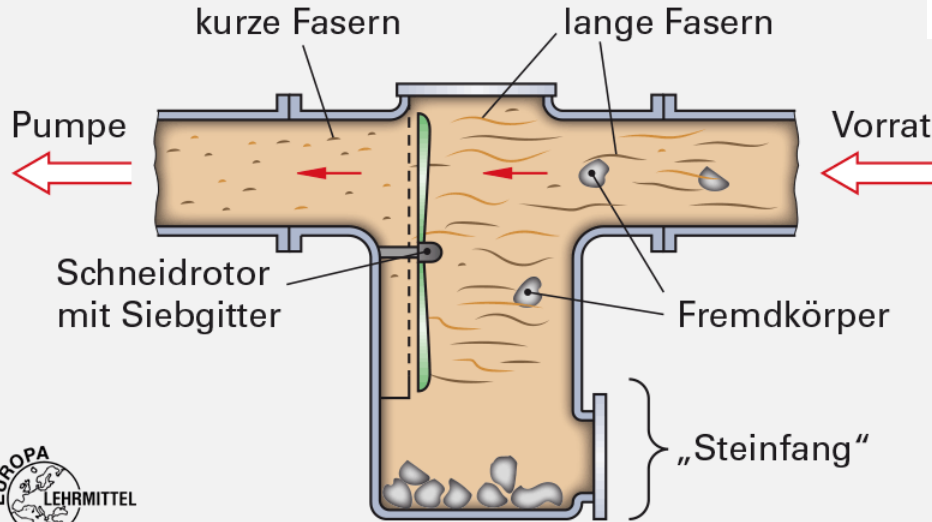
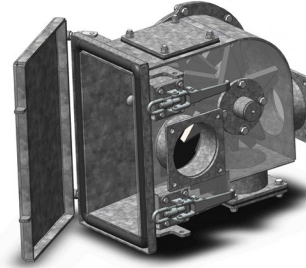
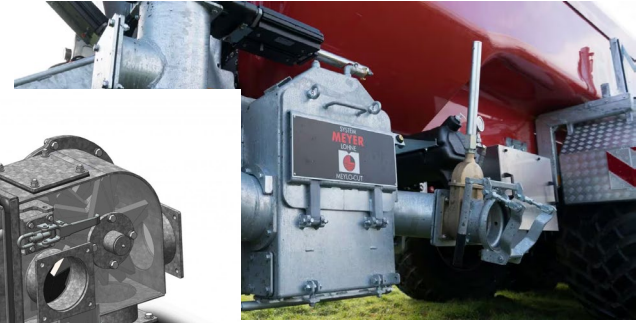
Gülletechnik – Pumptankwagen

- Schutz vor



Gülletechnik – Pumptankwagen

- Schutz vor Fremdkörpern



Gülletechnik – Verteiltechnik

Breitverteiler	Exaktverteiler
Prallkopf	Schleppschlauch
Schwenkverteiler	Schleppschuh
	Schlitzgerät
	Güllegrubber
	Strip-Till-Verfahren

Breitverteiler

Breitverteiler

- Gülle wird flächig auf dem Boden verteilt
- Relativ günstig in der Anschaffung
- Wenig Gewicht
- Einfache Bauform
- Erhöhte Stickstoffverluste
- Schlechte Querverteilung

Exaktverteiler

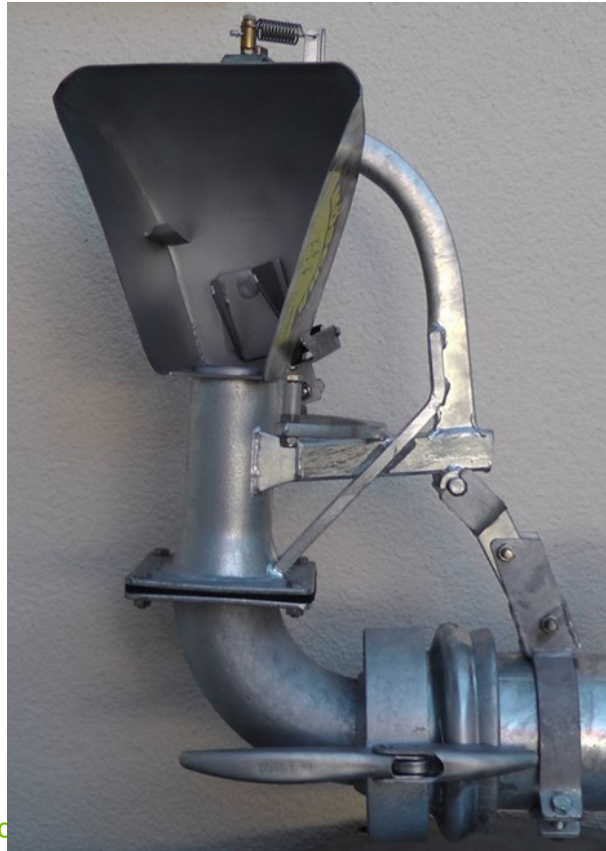
- Gülle wird streifenförmig abgelegt
- Zwangszuführung der Gülle über Schläuche
- Hohes Gewicht
- Aufwändige Technik
- Stickstoffverluste werden minimiert
- Verbesserte Querverteilung

Link zur Regelungen in Bayern:

<https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/325699/index.php>

Prallkopfverteiler





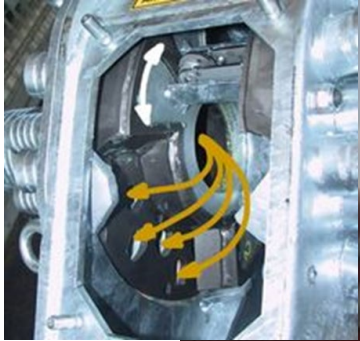
Prallkopfverteiler

- Sehr einfache Bauweise
- Keine Probleme mit Fremdkörpern
- Strahlt senkrecht nach unten
- Sehr hohe Austrittsgeschwindigkeit (bis 40 km/h)
- Windanfällig

Schwenkverteiler

- Größere Tropfen
- Mehr Verschleiß
- Mehr Wartung und Pflege nötig
- Gute Querverteilung

Exaktverteiler



Schleppschlauch



Schleppschlauch

- Große Arbeitsbreiten möglich
- Teilbreitenschaltung möglich
- Relativ geringes Gewicht
- Exakte, bodennahe Ausbringung
- Geringer Zugkraftbedarf

Schleppschuh



Schleppschuh

- Ähnlich aufgebaut wie Schleppschlauch
- Zusätzliche federnde Stahlelemente drücken die Schläuche auf den Boden
- Schlitzkufen drücken den Boden auseinander und die Gülle fließt in einen kleinen Schlitz
- Zugkraftbedarf hält sich noch in Grenzen
- Förderfähig

Schlitzgerät



Schäden bei falscher Einstellung



Schlitzgerät

- Schlitzgerät erfordert eine Heckhydraulik am Fass
- Durch eine Einzel- oder eine Doppelscheibe wird ein Schlitz geformt, welcher die komplette Gülle aufnehmen soll
- Scheiben können mit Druck beaufschlagt werden => Anpassung bei wechselnden Bedingungen
- Hoher Zugkraftbedarf
- Auch zukünftig förderfähig







Güllegrubber/Scheibenegge

- Zwei Arbeitsgänge auf einmal
- Emissionen werden nahezu komplett ausgeschlossen
- Großer Zugkraftbedarf, dadurch nur geringe Arbeitsbreiten möglich





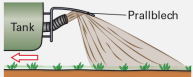
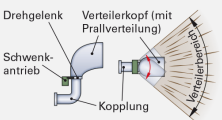
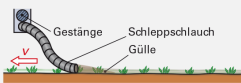
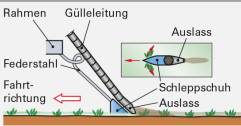
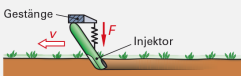
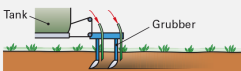
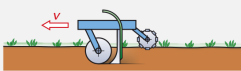










Ausbringung				Merkmale				
	Werkzeug	Bild		Zugkraft	Nährstoff- aufnahme	Geruchs- entwicklung	Quer- verteilung	mit Dreh- verteiler
Ausbringung über der Bodenober- fläche	Prallkopf- verteiler			++	--	--	--	Nein
	Schwenk- düsen- verteiler			++	-	-	+	Nein
Ausbringung auf der Bodenober- fläche	Schlepp- schlauch- verteiler			+	o	o	++	Ja
	Schlepp- schuh- verteiler			+	o	o	++	Ja
Ausbringung in den Boden	Injektor			-	++	+	++	Ja
Einarbeitung in den Boden	Scheiben- egge/ Grubber			--	+	++	++	Ja
	Strip Till			--	++	++	++	Ja

Vorteile

- Hohe Stundenleistung
- Bodenschonung möglich
- Wirtschaftlicher Transport über große Entfernungen
- Straßen werden nicht verschmutzt
- Größere Arbeitsbreiten möglich

Nachteile

- Hoher Personalaufwand
- Hohe Rüstzeiten
- Selten Eigenmechanisierung möglich
- Unflexibel
- Hohe Kosten (vor allem bei nahen Hof-Feld-Entfernungen)

Selbstfahrer



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3



Abbildung 4





Gülle-Verschlauchung

Vorteile

- Geringer Bodendruck
- Hohe Leistungsfähigkeit
- Ausbringmenge von Schlaglänge unabhängig
- Sehr interessant für arrundierte Betriebe

Nachteile

- Hohe Rüstzeiten
- Reinigen der Schläuche nach der Arbeit
- Ungeeignet für kleinere Strukturen
- Erfahrenes Personal nötig

Verschlauchung – Trennung von Transport und Ausbringung – weniger Gewicht auf dem Acker







