

# **Spritztechnik**

## **Feldspritzen**

674954-D-2003/08



## Sehr geehrter HARDI Kunde

Um effektiven und verantwortungsbewussten Pflanzenschutz durchführen zu können müssen heute viele Kriterien beachtet werden. Optimaler Nutzen kann nur dann erreicht werden, wenn alle Auflagen berücksichtigt werden, dass heißt minimaler Einfluss auf die Umwelt, bei maximalem Schutz des Anwenders, sowie der Verbraucher.

Dieses Buch soll dabei helfen die teilweise komplizierten Zusammenhänge im Bezug auf die Anwendungstechnik besser zu verstehen. Damit Sie den hohen Anforderungen an modernen Pflanzenschutz besser gerecht werden können. Wir hoffen dass diese Informationen die tägliche Arbeit vereinfacht.

Bei HARDI INTERNATIONAL verwenden wir viel Zeit damit, nützliche und verständliche Informationsmaterialien für die Praxis zu erstellen. Dieses ist eine große Herausforderung und unser Erfolg hängt von der Zusammenarbeit

mit unabhängigen Experten im Bereich der Pflanzenschutztechnik ab.

Besonders danken möchten wir:  
Jan van de Zande vom IMAG, Wageningen, Niederlande, Prof. Ricardo Martínez Peck, Argentinien und Prof. Paul Miller, Silsoe Research Institute in Großbritannien dafür dass sie dieses Buch überprüft haben und mit ihren Ideen verbessert haben.

Weiter möchten wir Per Kudsk für seine Informationen zum Thema »Witterungsbedingungen« danken. Ebenso Prof. Arne Helweg für den Bereich „Reinigung und Decontamination“, sowie Erik Kirknel für den Bereich „Anwendersicherheit“ - alle vom Dänischen Institute für Agrarwissenschaften (DIAS). Wir hoffen dass diese Informationen Ihnen helfen, falls Sie Kommentare haben senden Sie diese bitte an: [Hardi@Hardi-International.com](mailto:Hardi@Hardi-International.com)

Applications technology Group  
Januar 2003

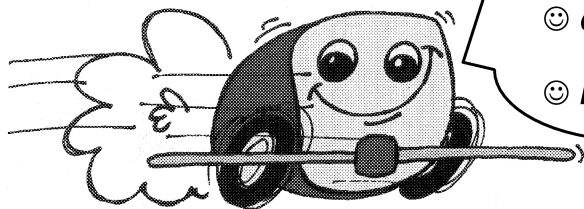
Weitere Informationen finden Sie auf unser Homepage: [www.Hardi-International.com](http://www.Hardi-International.com)

**[www.Hardi-International.com](http://www.Hardi-International.com)**



# Inhalt

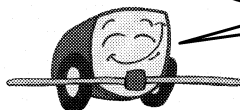
Kalibrierung	Warum?	2
	Wann?	2
	Kalibrierscheibe	3
	Sichere Kalibrierung	4
	Kalibrierung von Feldspritzen	4
	Düsenüberprüfung auf Verschleiß und Gleichmäßigkeit	7
	Kalibrierung Flüssigdüngerausbringung	8
	Kalibrierung von Bandspritzen	9
	Überprüfen der Spritztechnik mit Wassersensitivem Papier	10
	Optimierung der Spritztechnik beim Einsatz	10
	Befüllung der Spritze mit Pflanzenschutzmitteln	11
	Kalibriernotizen	42
	Nützliche Formeln	40
Wie kann eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung garantiert werden		11
	Querverteilung	12
	Gestängehöhe	12
	Gestängestabilität	13
	Spurweite und Luftdruck im Reifen	14
Wie kann Abdrift reduziert werden?		15
	Abstandsauflagen	16
Wie können Anlagerung und Bedeckungsgrad erhöht werden?		17
Wie kann die Bestandesdurchdringung verbessert werden?		18
Düsen	Internationale Standardisierung	19
	Düsentyp	20
	Spritzqualität (Tropfengröße)	23
	Düsenauswahl für Feldkulturen	24
	Verschleiß und Wartung	25
Arbeitsdruck		26
Wasseraufwandmenge		27
Filterung		28
Spritzgeschwindigkeit		29
Empfohlene Spritztechnik – Zusammenfassung		30
Witterungsbedingungen		30
Umweltsicherheit beim Befüllen, Spritzen und Reinigen		31
	Befüllen	32
	Spritzen	33
	Reinigen	33
Anwendersicherheit		35
Fehlersuche		38
Vorbereiten der Spritze für die Gerätekontrolle		39
Spritztagebuch		40
Nützliche Formeln		41
Kalibriernotizen		43



**Kalibrierung**  
Ist eine der schwierigsten Aufgaben die sie mit ihrer Feldspritze durchführen müssen, wenn sie :

- ☺ den optimalen Nutzen von Pflanzenschutzmitteln erreichen wollen
- ☺ das Risiko für die Kultur, den Verbraucher und die Umwelt minimieren wollen.
- ☺ Produktverschwendung verhindern wollen!

“Kalibrierung” bedeutet: Die Feldspritze überprüfen und Justieren für präzise Applikation.



## Kalibrierung - Warum?

1. Um eine hochpräzise Spritzarbeit zu garantieren, bei der die Spritzflüssigkeit im Behälter exakt mit der zu behandelnden Fläche übereinstimmt. Eine Kalibrierung überprüft ob:
  - Die Düsen leicht verschlissen sind und der Druck nachgeregelt werden muss.
  - Die Düsen verschlissen sind und getauscht werden müssen.
  - Die Geschwindigkeit korrekt ist. Die Geschwindigkeitsanzeige des Schleppers kann ungenau sein (z.B. aufgrund anderer Bereifungsgröße)
  - Ein Druckverlust zwischen Manometer und Düsen vorhanden ist, welcher beachtet werden muss.
2. Um zu überprüfen ob die Düsen optimal arbeiten (keine Düsen beschädigt oder verstopft sind).
3. Um zu überprüfen ob die Spritze in gutem Zustand ist und keine Leckagen hat.

## Kalibrierung - Wann?

- **Bevor mit einem neuen Düsensatz, einer anderen Aufwandmenge, veränderter Geschwindigkeit, veränderter Bereifung, oder verändertem Spritzdruck gearbeitet wird. Oder andere Feldbedingungen oder Ausstattungen vorhanden sind:**
  - **Überprüfung der Fahrgeschwindigkeit**
  - **Überprüfung von Düsenausstoß und Druck**
- **Einmal im Jahr** (und vor der Gerätekontrolle) empfiehlt HARDI eine komplette Überprüfung:
  - **Überprüfung der Fahrgeschwindigkeit**
  - **Überprüfung aller Düsen**
    - falls der durchschnittliche Ausstoß um mehr als 10 % angestiegen ist, alle Düsen tauschen
    - Falls eine größere Abweichung als +/- 5% im Düsenausstoß auftritt, alle Düsen tauschen
- **Während der Saison** empfiehlt HARDI einen routinemäßigen Schnelltest
  - **2 Düsen pro Gestängesektion prüfen**
    - falls eine Düse mehr als 15 % Anstieg im Durchfluss hat, alle Düsen tauschen

Wann prüfen ?	Fahrge- schwind- igkeit	Düsenaus- stoß aller Düsen	Düsenaus- stoß (l/min) von 2 Düsen pro Teilbreite	Sichtkon- trolle auf verstopfte und beschädigte Düsen	Flüssigkeits- system auf Dichtheit prüfen
Vor der Saison und der Gerätekontrolle ►	✓	✓		✓	✓
Während der Saison ►►			✓	✓	✓
Vor dem Spritzen mit: • neuem Düsensatz • neuer Aufwandmenge • neuer Geschwindigkeit • neuem Druck	✓		✓	✓	✓

► Eine komplette Liste befindet sich auf Seite 38

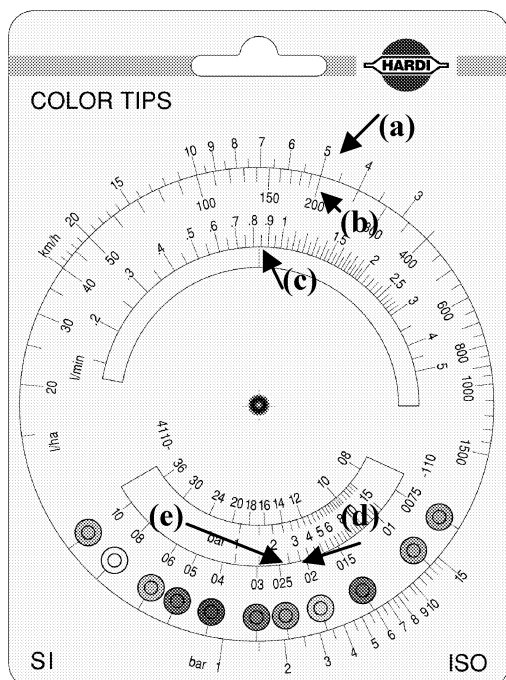
►► Je älter, oder je kleiner die Düsen sind, desto häufiger sollten Überprüfungen stattfinden. Auch beim Einsatz von viel Pulver und stark abreibenden Mitteln – sind mehr Überprüfungen notwendig.

## Kalibrierscheibe

Kalkulationen für die Kalibrierung können einfach mit der HARDI Kalibrierscheibe (Bestell.-Nr.285802), sowohl für ISO-Düsen, als auch Düsen der 4110-Serie, durchgeführt werden.

**Die Kalibrierscheibe arbeitet mit einem Standarddüsenabstand von 50 cm.**

Nachdem entschieden wurde, welche Wasseraufwandmenge [l/ha] ausgebracht werden soll und welche Geschwindigkeit [km/h] gefahren werden kann, wird mit Hilfe der Kalibrierscheibe der Düsenausstoß [l/min] ermittelt, sowie welche Düsengröße und welcher Druck sinnvoll sind. Dazu wird die Kalibrierscheibe von oben nach unten benutzt.

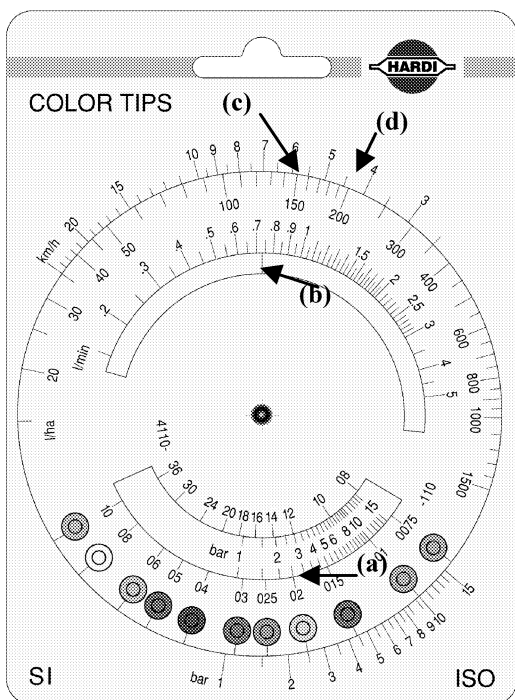


### Beispiel 1

Wenn die überprüfte Geschwindigkeit 5.0 km/h **(a)** beträgt und die gewünschte Ausbringung 200 l/ha **(b)** sein soll, dann die größere Scheibe so drehen, dass 5 km/h und 200 l/ha in einer Linie stehen. Im Fenster auf der oberen Hälfte kann der Einzeldüsenausstoß abgelesen werden, in diesem Falle 0.83 l/min **(c)**.

Auf der unteren Hälfte kann nun abgelesen werden, dass dieses entweder mit einer 02 Düse bei 3,3 bar **(d)** oder mit einer 025 Düse bei 2,1 bar **(e)** erreicht wird.

Die Kalibrierscheibe kann auch dazu genutzt werden, den Düsenausstoß und eine passende Kombination von Fahrgeschwindigkeit und l/ha mit einer bekannten Düsengröße und bekanntem Druck zu ermitteln. Dabei wird die Kalibrierscheibe von unten nach oben benutzt (Beispiel 2)



### Beispiel 2

Wenn die 02 Düse mit 2,5 bar eingesetzt werden soll, dann werden die beiden Werte in eine Linie gebracht (a) und der passende Durchfluss von 0,74 l/min (b) kann abgelesen werden.

Mit dieser Düsen und Druckkombination kann zum Beispiel 150 l/ha bei 5,9 km/h (c) oder 200 l/ha bei 4,4 km/h (d) gespritzt werden.

**Beachten! Wenn der Düsenabstand von den normalen 50 cm abweicht, kann die Kalibrierscheibe trotzdem hilfreich sein die passende Kombination von Düsen und Druck zu finden – es ist aber eine weitere Kalkulation notwendig:**

$$\frac{\text{Gewünschte l/ha} \times \text{vorhandener Düsenabstand(cm)}}{50 \text{ cm}}$$

$$= \text{l/ha auf der Kalibrierscheibe}$$

Beim Einsatz der Scheibe wird mit "l/ha auf der Kalibrierscheibe" gearbeitet und beim Spritzen erhält man dann "gewünschte l/ha" beim "vorhandenen Düsenabstand".

## Sichere Kalibrierung

Immer mit einer sauberen Spritze mit sauberem Wasser im Behälter beginnen. Aus Sicherheitsgründen sollte der Düsentest über einer Grasfläche oder anderer Vegetation im Feld erfolgen. Es sollten immer Handschuhe getragen werden, auch wenn die Spritze gerade gereinigt wurde. Sicherheitsausrüstung (wie Handschuhe, Overall und Stiefel) ist immer als vorsorglicher Schutz gedacht. Denken Sie daran Handschuhe und andere Sicherheitskleidung – besonders wenn diese kontaminiert sind – auszuziehen, bevor die Schlepperkabine betreten wird.

## Kalibrierung von Feldspritzen

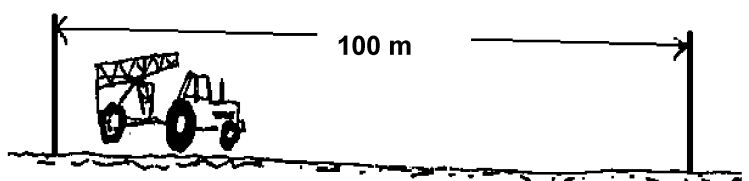
### 1 Wahl der Spritzparameter:

Die Packungsbeilage des Pflanzenschutzmittels dient als sichere Informationsquelle, wie das Mittel ausgebracht werden soll. Die Spritze muss dann immer noch an die spezifischen Spritzbedingungen angepasst werden, Aufwandmenge, Fahrgeschwindigkeit, Düse und Spritzdruck müssen festgelegt werden. Meist werden Aufwandmenge und Fahrgeschwindigkeit zuerst festgelegt – dann ist die Düsenauswahl limitiert für einen akzeptablen Druckbereich (Normalerweise 2 bis 2,5 bar bei konventionellen Düsen, 4 bis 5 bar bei Injektordüsen). Mit Hilfe der Kalibrierscheibe kann dieses einfach durchgeführt werden, oder den Einzeldüsenausstoß errechnen und die Düse mit Hilfe der Düsenscheibe auswählen.

*Beispiel: Wir wollen 200 l/ha mit 6 km/h ausbringen.*

### 2 Messen der Fahrgeschwindigkeit

- 100 m abmessen. Es kann sinnvoll sein feste Markierungen einzusetzen, die an einer sicheren Stelle stehen (direkt in Feld oder unter ähnlichen Bedingungen).
- In den Daten des Schleppers kann der Gang ausgewählt werden, der bei der gewünschten Drehzahl die passende Geschwindigkeit ermöglicht.
- Die gemessene Strecke abfahren (mit ½ gefülltem Behälter) und die Fahrzeit messen



- Die Geschwindigkeit errechnen:

$$\frac{\text{gefahrenre Strecke (m)} \times 3.6}{\text{Zeit (Sekunden)}} = \text{km/h}$$

Beispiele: Es werden 60 Sekunden gemessen um eine Strecke von 100 m zu fahren:

$$\frac{100 \text{ m} \times 3.6}{60 \text{ Sekunden}} = 6 \text{ km/h}$$

Andere Beispiele für Fahrgeschwindigkeiten und gemessene Zeiten

Sek/100 m	<b>40</b>	42	44	46	48	50	52	54	56	58	<b>60</b>	62	64	66	68	70	72	74	76	78	<b>80</b>
Km/h	<b>9,0</b>	8.6	8.2	7.8	7.5	7.2	6.9	6.7	6.4	6.2	<b>6.0</b>	5.8	5.6	5.5	5.3	5.1	5.0	4.9	4.7	4.6	<b>4.5</b>

- Falls die gewünschte Geschwindigkeit nicht erreicht wird, entweder einen anderen Gang ausprobieren und die Geschwindigkeit nochmals ermitteln, oder die Motordrehzahl ändern, um die gewünschte Geschwindigkeit zu erreichen.

$$\frac{\text{U/min Geschwindigkeitsmessung} \times \text{gewünschte Geschwindigkeit (km/h)}}{\text{(km/h) Geschwindigkeitsmessung}} = \text{U/min gewünschte Geschwindigkeit*}$$

\*Die Zapfwellendrehzahl sollte nicht 540 U/min überschreiten. Falls die Rührleistung akzeptabel bleibt kann die Zapfwellendrehzahl auf 400 reduziert werden (dass ist – 25%).

- Zeit, Geschwindigkeit und Drehzahl notieren

### 3 Errechnen des benötigten Düsenausstoßes und der Düsengröße

Dieses kann entweder mit der Kalibrierscheibe erfolgen, oder mit Hilfe der Formel (Düsenabstand 50 cm):

$$\frac{\text{Gemessene Geschwindigkeit (km/h)} \times \text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}}{1200} = \text{Einzeldüsenausstoß (l/min)}$$

Beispiel: Beim Einstellen von 200 l/ha und 8 km/h auf der Kalibrierscheibe, zeigt die Markierung im Fenster (l/ha), dass ein Einzeldüsenausstoß von 1.0 l/min benötigt wird. Dann kann eine sinnvolle Kombination von Düsengröße und Druck auf der unteren Hälfte der Scheibe ausgewählt werden: ISO 03 bei 2 bar (oder ISO 025 bei 3 bar).

Mit der Hilfe der Formel:  $\frac{6 \text{ km/h} \times 200 \text{ l/ha}}{1200} = 1.0 \text{ l/min}$

Düsen und Druck, um 1.0 l/min auszuspritzen können auch im Düsenkatalog gefunden werden.

### 4 Flüssigkeitssystem überprüfen

- Kalibrierung immer nur mit sauberem Wasser durchführen.
- Die gewählten Düsen einstellen.
- Die Spritze anstellen und mit mindestens 7 bar spritzen, während das Flüssigkeitssystem auf Undichtigkeiten geprüft wird.
- Rührwerk prüfen



## 5 Düsenausstoß messen

- Druck einstellen.
- Die Gleichdruckeinrichtung justieren. (Bedienungsanleitung Armatur)
- Düsenausstoß in 1 Minute messen.
- Den Vorgang mit mindestens 2 Düsen pro Teilbreite durchführen.
- Durchschnittlichen Düsenausstoß errechnen.

### Gleichdruckeinrichtung / Rücklauf

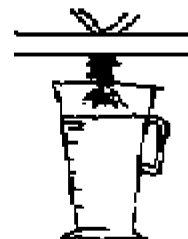
Wenn Düsengrößen gewechselt werden, müssen die Gleichdruckventile neu eingestellt werden, um beim Schalten von Teilbreiten eine korrekte Menge zu erreichen:

1. Sicherstellen dass nur sauberes Wasser im Behälter ist.
2. Alle Teilbreiten öffnen und Druck einstellen.
3. Eine Teilbreite schließen und Gleichdruck einstellen, sodass der Druck auf dem Manometer gleich mit dem vorher eingestellten Wert ist.
4. Alle Teilbreitenventile einstellen.

Wenn der gemessene Düsenausstoß vom gewünschten abweicht (und die Düsen nicht mehr als 10 % verschlissen sind):

- kann der Druck korrigiert werden:

$$\left( \frac{\text{Sollmenge (l/min)}^2}{\text{Istmenge (l/min)}} \right) \times \text{Istdruck} = \text{Neuer Druck}$$



*Beispiel: Bei 2 bar (Istdruck) wurde eine durchschnittliche Menge von 1.06 l/min (Istmenge) gemessen – die gewünschte Menge soll aber 1.0 l/min (Sollmenge) sein, deshalb muss der Druck korrigiert werden:*

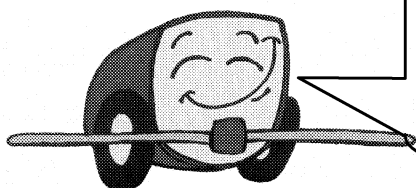
$$\left( \frac{1.0 \text{ l/min}}{1.06 \text{ l/min}} \right)^2 \times 2 \text{ bar} = 1.77 \text{ bar} \approx 1.8 \text{ bar}$$

*Durch korrigieren des Druckes auf 1,8 bar wird ein Durchfluss von 1,0 l/min erreicht. Ausstoßmenge nochmals überprüfen.*

- oder es kann eine etwas höhere oder niedrigere Ausbringungsmenge (l/ha) akzeptiert werden. Diese Ausbringungsmenge kann mit Hilfe der Kalibrierscheibe oder dieser Formel berechnet werden:

$$\frac{600 \times \text{Istmenge Düse (l/min)}}{0,5 \text{ m}^* \times \text{Geschwindigkeit (km/h)}} = \text{l/ha}$$

\* Düsenabstand



**Wenn die Spritze frühzeitig kalibriert wird, ist das Gerät startklar, wenn Spritzzeitpunkt und Wetter ideal sind.**

*Warten Sie nicht mit der Kalibrierung bis kurz vor dem Einsatz – meistens verliert man dann wertvolle Zeit und verpasst optimale Bedingungen.*

# Düsen überprüfen auf Verschleiß und Gleichmäßigkeit

## A. Verschleißtest – vor der Saison und Gerätekontrolle:



1. Eine neue Düse einbauen (gleicher Typ und Größe wie die zu prüfende Düse)  
Dieses ist die Referenzdüse

2. Den Ausstoß bei Prüfdruck messen *Beispiel: 1 l/min bei 3 bar ist Referenzdüse*

3. Den maximalen Toleranzwert errechnen *Beispiel: 1 l/min x 1.10 = 1.10 l/min*  
= Ausstoß neue Düse + 10%  
= l/min neue Düse x 1.10

4. Überprüfen bei 3 bar

*Beispiel: 025 bei 3 bar*

### Verschleiß prüfen

- Eine neue Düse der gleichen Größe am Gestänge montieren
- Ausstoß bei Arbeitsdruck als Referenz messen
- Überprüfen ob der durchschnittliche Ausstoß maximal 10 % höher ist als der Ausstoß der Referenzdüse

Bei:

Referenzdüse	Druck	Gemessener Referenzwert für neue Düse
025	3 bar	1 l/min = 100 %

Düse	l/min
1	1.05
2	1.09
3	1.06
4	1.05
5	1.10
6	1.13
7	1.13
8	1.07
9	1.07
10	1.07
11	1.11
12	1.06
13	1.12
14	1.10
15	1.10
16	1.05
17	1.07
18	1.06
19	1.05
20	1.08
21	1.13
22	1.09
23	1.08
24	1.06
Summe	25.98
Durchsch.	1.0825 ≈ 1.08

5. Durchschnitt errechnen  
Summe Durchfluss / Anzahl der Düsen

*Bei.: 25.98 l/min / 24 = 1.0825 l/min ≈ 1.08 l/min*

6. Errechneten Durchschnittswert durch den Referenzwert teilen

*Bei.: 1.08 l/min / 1 l/min = 1.08*

7. Multipliziert mit 100 ergibt den Ausstoß in %

*Bei.: 1.08 x 100% = 108 % dass ist ein Anstieg von 8 % im Vergleich zum Referenzdüse mit 100%*

8. Akzeptieren oder Düsen tauschen

*Bei.: In diesem Beispiel ist die Durchflussmenge um 8 % angestiegen dieses ist geringer als der Maximalwert von 10% und kann toleriert werden. Die Düsen sind in Ordnung für weitere Spritzungen.*

## Gleichmäßigkeit

- Die akzeptablen maximalen und minimalen Düsenausstoßwerte in einem Bereich von +/- 5% errechnen:  
Durchschnitt (l/min) + 5% = Durchschnitt (l/min) x 1.05  
Durchschnitt (l/min) - 5% = Durchschnitt (l/min) x 0.95  
*Bei.: Mit den Werten aus dem Verschleißtest*  
 $Durch. (l/min) + 5\% = 1.08 l/min \times 1.05 = 1.13 l/min$   
 $Durch. (l/min) - 5\% = 1.08 l/min \times 0.95 = 1.03 l/min$
- Prüfen ob alle gemessenen Werte innerhalb dieses Bereiches liegen.  
*Bei. Alle Werte liegen innerhalb dieser Grenzen die Gleichmäßigkeit ist korrekt und ein Tauschen von Düsen ist nicht notwendig.*

**Beachten!** Spritzen mit Durchflussmesser benötigen ebenfalls einen Düsentest, um festzustellen ob Düsen nicht zu stark verschlissen sind und die Verteilung akzeptabel ist.

**Düsen Arbeitsqualität.** Es ist ebenfalls wichtig einen Blick auf das gesamte Arbeitsbild des Gestänges zu werfen – am einfachsten geht dieses, wenn die Sonne hinter dem Gestänge steht – beobachten ob Düsen beschädigt oder verstopft sind. Streifen im Spritzbild sind ein Zeichen von Verschleiß, die Düsen sollten dann getauscht werden.

## B. Verschleißtest – Schnelltest während der Spritzsaison:

Ein Schnelltest während der Saison ist als Ergänzung zum kompletten Düsentest vor der Saison zu sehen. Da nicht alle Düsen getestet werden kann einer höherer Fehler akzeptiert werden. Als Verschleißwert gelten 10 %, dazu kommt eine mögliche Abweichung von + 5%, daraus ergibt sich eine maximale Abweichung für eine einzelne Düse von + 15 %.

- Eine neue Düse einbauen (gleicher Typ und Größe wie die zu prüfende Düse)  
Dieses ist die Referenzdüse
- Den Ausstoß beim Prüfdruck messen *Beispiel: 1 l/min bei 3 bar ist Referenzdüse*
- Den maximalen Toleranzwert errechnen *Beispiel: 1 l/min x 1,15 = 1,15 l/min*  
= Ausstoß neue Düse + 15%  
= l/min neue Düse x 1,15
- Überprüfen bei 3 bar
- Einige Düsen (2 pro Teilbreite) bei 3 bar überprüfen *Beispiel: 1,05, 1,09, 1,05, 1,10, 1,06 und 1,13 l/min*
- Akzeptieren oder Düsen tauschen *Beispiel: In diesem Beispiel hat keine Düse einen höheren Durchfluss als den 15% Toleranzwert – die Düsen müssen nicht getauscht werden..*

## Kalibrierung Flüssigdüngerausbringung

Flüssigdünger hat meistens eine höhere Dichte als Wasser und alle anderen Spritzlösungen. Um sicherzustellen das die gewünschte Ausbringmenge erreicht wird, muss der Spritzdruck passend zur Dichte (g/cm<sup>3</sup>) des Düngers erhöht werden. Die Dichtekorrekturtabelle zeigt die Druckerhöhung die benötigt wird, um die gewünschte Flüssigdüngemenge zu erreichen.

Bevor der Spritzdruck korrigiert werden kann, müssen die Flüssigdüngerdüsen montiert werden und die Spritze mit Wasser kalibriert werden. Wenn die gewünschte Ausbringmenge beim Einsatz von Wasser gefunden wurde, kann der Druck entsprechend der Flüssigdüngerdichte erhöht werden.

**Beispiel:**

Es wird ein Ausstoß von 2,3 l/min benötigt. Bei der Kalibrierung mit Wasser wird dieses bei 3 bar erreicht. Wenn die Dichte des Flüssigdüngers 1,2 g/cm<sup>3</sup> ist muss der Druck von 3 bar mit 1,2 multipliziert werden. Dieses ergibt einen benötigten Arbeitsdruck von 3,6 bar. Dieser Wert kann in der Tabelle bei 3 bar (Kalibrierter Druck) und einer Dichte von 1,2 g/cm<sup>3</sup> gefunden werden.

Kalibrierter Druck (bar)	Dichte (g/cm <sup>3</sup> )				
	1.10	1.15	1.20	1.30	1.40
	Druck für Flüssigdünger (bar)				
1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4
1.5	1.7	1.7	1.8	2.0	2.1
2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	2.8
2.5	2.8	2.9	3.0	3.3	3.5
3.0	3.3	3.5	3.6	3.9	4.2

Druck für Flüssigdüngerausbringung = Kalibrierter Druck (mit Wasser) x Dichte des Flüssigdünger

**Einsatz der Kalibrierscheibe:**

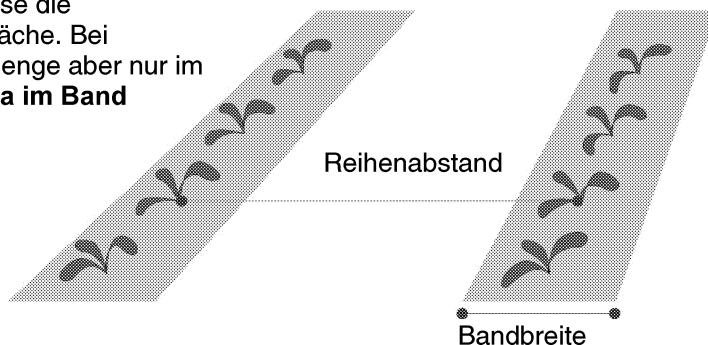
Bei 3- und 5-Lochdüsen, mit normalem Düsenabstand (50 cm), kann die Kalibrierung mit Wasser mit Hilfe der Kalibrierscheibe erfolgen – es muss dann nur der kalibrierte Druck mit der Dichte des Flüssigdüngers multipliziert werden, um den korrekten Druck für die Ausbringung von Flüssigdünger zu erhalten.

**Beachten!** Beim Einsatz von Flüssigdünger wird empfohlen alle unlackierten Metallteile mit einem Korrosionsschutzöl zu schützen (z.B. Castrol Rustillo).

## Kalibrierung von Bandspritzen

① Fahrgeschwindigkeit ermitteln (siehe „Kalibrierung von Feldspritzen“ Seite 4)

② Wasseraufwandmenge (l/ha) im Band  
 Packungsbeilagen empfehlen normalerweise die Aufwandmengen in l/ha für die gesamte Fläche. Bei Bandspritzungen wird diese empfohlene Menge aber nur im Band ausgespritzt, so dass wir hier von l/ha im Band sprechen.



③ Kalkulation der Düsenleistung  

$$\frac{\text{l/ha im Band} \times \text{Bandbreite (m)} \times \text{km/h}}{600} = \text{Wasseraufwandmenge (l/min) im Band}$$

Wenn 200 l/ha bei 6 km/h in einem 0,2 m breitem Band ausgespritzt werden sollen, ist der benötigte Ausstoß 0,4 l/min pro Band. Bei 1 Düse pro Reihe muss jede Düse 0,4 l/min ausbringen (Bei 2 Düsen pro Band: Muss jede Düse 0,2 l/min ausbringen). Düsen und Druck können den jeweiligen Tabellen entnommen werden. Beim Einsatz von ISO-Düsen oder 4110-Düsen kann die Kalibrierscheibe zur Hilfe genommen werden: den benötigten Wert l/min und Düse einstellen (im oberen Fenster der Kalibrierscheibe) und die passende Kombination von Düse und Druck ablesen.

④ Kalkulation der benötigten Spritzflüssigkeit

$$\frac{\text{Flächengröße (ha)} \times \text{l/ha im Band} \times \text{Bandbreite (m)}}{\text{Reihenabstand (m)}} = \text{Spritzflüssigkeit (Gesamt l/Schlag)}$$



Wenn zum Beispiel der Reihenabstand 0,5 m, die Bandbreite 0,2 m, die Schlaggröße 5 ha ist und die Aufwandmenge l/ha im Band 200 l/ha ist kann die Gesamtflüssigkeitsmenge errechnet werden:

$$\frac{5 \text{ ha} \times 200 \text{ l/ha} \times 0,2 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 400 \text{ l}$$

## ⑤ Kalkulation der Chemikalienmenge je Behälterfüllung

$$\frac{\text{Wassermenge im Behälter (l)} \times \text{Chemikalienmenge (l / ha)}^*}{\text{l/ha im Band}} = \text{Chemikalien pro Behälterfüllung (l/ha)}^*$$

\*oder [kg/ha] oder [Gramm/ha]

Wenn der Behälterinhalt 400 l und die gewünschte Chemikalienaufwandmenge 2 l/ha im Band ist errechnet sich die Mittelmenge je Behälterfüllung wie folgt:

$$\frac{400 \text{ l} \times 2 \text{ l/ha}}{200 \text{ l/ha}} = 4 \text{ l Chemikalienmenge pro Behälterfüllung}$$

## Überprüfen der Spritztechnik mit Wassersensitiven Papier

Wassersensitives Papier (WSP - gelbes Papier welches sich bei Berührung mit Flüssigkeit blau färbt) ist ein sehr hilfreiches Mittel bei der Optimierung der Spritztechnik.

Wenn zum Beispiel in einem sehr dichten Bestand eine Chemikalie ausgebracht werden soll, die eine gute Durchdringung braucht, kann mit Hilfe von WSP die optimale Spritztechnik gewählt werden.

- Das Papier auf der Zielfläche platzieren (Tacker oder Klebestreifen verwenden – die Position der Pflanzenblätter sollte nicht verändert werden)
- Die Pflanzen markieren, z.B. mit Markierungsstäben, somit lässt sich das Papier leichter wieder finden
- Spritzen und danach das Papier kontrollieren
- Sind die Tropfen dort angekommen, wo sie hin sollten? Wenn nicht kann man versuchen die Einstellung zu verbessern, z.B. eine größere Düse wählen.

Wassersensitives Papier kann beim HARDI Händler bestellt werden (50 St. Bestellnr. 893211).

## Optimierung der Spritztechnik beim Einsatz

### Besser einen Kompromiss bei der Tropfengröße als beim Zeitpunkt.

Bei vielen Spritzungen ist der richtige Zeitpunkt sehr wichtig, angefangen bei Herbizidspritzungen im Keimblattstadium, bis hin zu Fungizidspritzungen im Kartoffelanbau. Eine Verzögerung führt oft dazu, dass höhere Mittelmengen, oder zusätzliche Spritzungen notwendig werden.

Die möglicherweise geringere Effektivität der Spritzung aufgrund von größeren Tropfen – welche ein geringeres Abdriftrisiko haben – ist weniger dramatisch, solange eine gute Flüssigkeitsverteilung erreicht wird. Deshalb ist es sinnvoll einen Satz LowDrift oder INJET Injektordüsen einsatzbereit am Gerät zu haben, um diese einzusetzen, wenn die Windgeschwindigkeit ansteigt. Es ist sicherlich schneller und günstiger im Feld die Düsenhalter zu drehen, anstatt mit halbgefülltem Behälter nach Hause zu fahren. Deshalb ist es sinnvoll alle Düsen am Gerät kalibriert zu haben, um somit immer eine genaue Applikation durchführen zu können.

## Befüllung der Spritze mit Pflanzenschutzmitteln

Wenn die Spritze kalibriert ist und die gewünschte Aufwandmenge gewählt wurde, kann die genaue Mittelmenge eingefüllt werden.

$$\frac{\text{Behältergröße } *(\text{l}) \times \text{Aufwandmenge ( l/ha) oder (kg/ha)}}{\text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}} = (\text{l/ha) oder (kg/ha) Pflanzenschutzmittel pro Behälter}$$

\*Falls der Behälter nicht komplett gefüllt wird, muss mit der aktuellen Füllmenge gerechnet werden.

Wenn die Dosierung in Wirkstoffmenge/ha angegeben ist, muss zuerst die Menge des formulierten Produktes je Hektar errechnet werden:

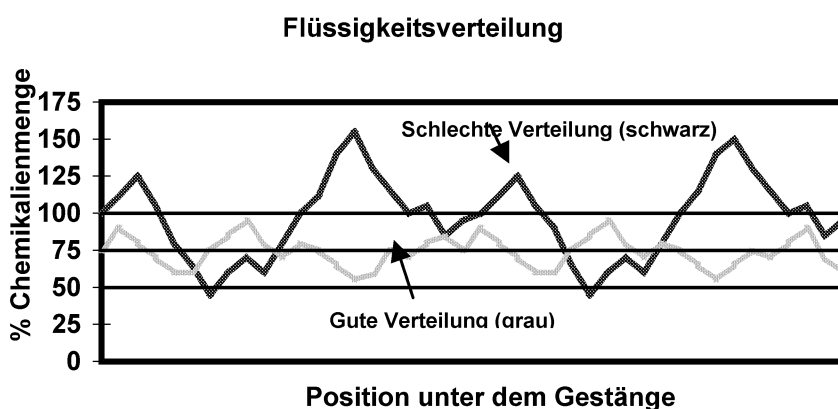
$$\frac{\text{Dosiermenge Wirkstoff (kg/ha) } \times 1000}{\text{Wirkstoffkonzentration Produkt (g/ kg)}} = \text{Aufwandmenge Produkt (kg/ha)}$$

**Einfüllen von Pflanzenschutzmittel.** Normalerweise kann das Pflanzenschutzmittel eingefüllt werden, wenn der Behälter  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  mit Wasser gefüllt ist und das Rührwerk angestaltet ist. Falls die Packungsbeilage eine andere Empfehlung gibt, muss dieser Folge geleistet werden. Eine Einspülschleuse macht die Befüllung mit Chemikalien sicherer und schneller. Der Anwender muss nicht mit der Chemikalie auf das Gerät klettern, sondern kann alle Arbeiten bequem vom Boden aus durchführen. Die Bedienhinweise der Einspülschleuse und auf der Chemikalienpackung sorgen für eine korrekte Nutzung. Eine Kanisterspüleinrichtung sorgt dafür, dass das gesamte Mittel aus dem Kanister genutzt wird und das Gebinde komplett gereinigt zurückgegeben werden kann.

## Wie kann eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung garantiert werden

Eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung über die gesamte Spritzbreite – mit einer vernünftigen Aufwandmenge und passender Tropfengröße – ist eins der wichtigsten Ziele bei der Auswahl der Spritztechnik.

Je geringer die Variation in Fahrrichtung und unter dem Gestänge ist, desto besser ist die Effektivität des eingesetzten Pflanzenschutzmittels. Dieses ist besonders wichtig, wenn reduzierte Aufwandmengen eingesetzt werden. Der Zusammenhang wird in der Grafik verdeutlicht.



Die Grafik kann entweder eine Flüssigkeitsverteilung unter dem Gestänge in Fahrrichtung, oder als Querverteilung zeigen. Die Variation in Längsrichtung ist mit Gestängebewegungen zu begründen. Die Variation in der Querverteilung ist auf schlechte Düsen, falschen Spritzdruck oder falscher Gestängehöhe zurückzuführen. Weiterhin hat Wind einen großen Einfluss sowohl auf die Längs- als auch auf die Querverteilung.

Wenn in diesem Beispiel der passende biologische Zeitpunkt und die Witterungsbedingungen perfekt sind und 50 % der Aufwandmenge ausreichen, dann würden beide Verteilungen eine hohe Effektivität erreichen. Dann hätte aber das Gerät mit der guten Verteilung, die Möglichkeit die Chemikalie um 25 % zu reduzieren, dieses wäre dann nur auf die geringere Variation zurückzuführen.



## Spritzbild und Querverteilung

Ein guter Ausgangspunkt ist sicherlich, dass die Düsen eine gleichmäßige Querverteilung haben – dieses wird bei der Gerätekontrolle mit Querverteilungsmessgeräten (z.B. HARDI Spray Scanner) überprüft. Alle Geräte werden vor der Auslieferung im Werk einem solchen Test unterzogen und dementsprechend mit einer Prüfplakette versehen.

Wenn die Düsen:

- sauber sind (keine Chemikalienrückstände in den Düsen eingetrocknet sind)
- nicht verschlissen sind
- niemals mit harten Materialien gereinigt wurden, welche die Düsenöffnung beschädigen können
- eine optisch gutes Spritzbild haben, ohne Strahlbildung und ohne Lücken (einfacher gegen die Sonne zu erkennen)

dann kann davon ausgegangen werden, dass die Spritzverteilung gut ist, wenn mit richtiger Gestängehöhe gearbeitet wird.

Um eine gleichmäßige Spritzverteilung der Düsen zu gewährleisten sind eine Reihe von Faktoren zu beachten – einige stehen im Zusammenhang mit der Spritze, einige mit der Bearbeitung der Fläche. Windbedingungen und Düsenauswahl wird im Abschnitt „Auswahl der Düsen für Flächenkulturen“ behandelt. Gestängehöhe, Gestängestabilität und Spurweite, sowie Reifendruck sind später beschreiben.

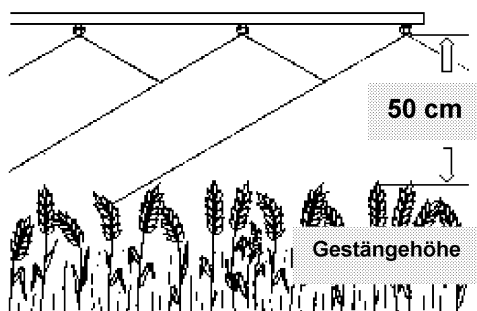
### Faktoren für eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung und Anlagerung im Praxiseinsatz

- Geringe Windgeschwindigkeiten
- Größere Tropfen / höhere Tropfenenergie
- Geringere Fahrgeschwindigkeit
- Keine verschlissenen Düsen
- Gute Gestängelage
- Große Spurweite
- Geringer Reifendruck
- Ebener Boden
- Gleichmäßige Pflanzendichte und Höhe
- Luftunterstützung

## Gestängehöhe

Eine korrekte Gestängehöhe ist wichtig für eine gleichmäßige Verteilung: 110° Flachstrahldüsen, im Abstand von 50 cm haben eine 100%ige Überlappung, bei einer Höhe von 35 cm. Aber um leichte Gestängebewegungen tolerieren zu können wird eine Gestängehöhe von 50 cm empfohlen.

Es gibt aber Ausnahmen: Wenn das Feld sehr eben ist und das Gestänge sehr ruhig liegt, kann das Gestänge auf 40 cm Höhe abgesenkt werden, dieses hat einen sehr großen Einfluss auf die Abdriftreduzierung.



Bei großen Arbeitsbreiten kann es einfacher sein, mit Gestängehöhen von 60 bis 70 cm zu arbeiten, dieses bedeutet aber eine höhere Abdrift. Bei diesen Gestängehöhen kann es sinnvoll sein 80° Düsen einzusetzen und somit Abdrift zu reduzieren.

**Gestängehöhe** wird immer zwischen Düse und ersten Oberfläche, welche die Tropfen erreichen, gemessen. Falls Unkräuter höher sind als die Kultur, dann muss die Gestängehöhe zwischen Düsen und Unkräutern gemessen werden.

## Gestängehöhe und Toleranzbereich

Düsentyp	Empfohlene Gestängehöhe	Toleranzbereich
Flachstrahldüsen 110°	50 cm	35 cm – 70 cm
Flachstrahldüsen 80°	70 cm	50 cm – 100 cm
Hohlkegeldüsen	Abhängig vom Spritzdruck, je höher der Druck, desto weiter ist der Spritzwinkel – desto tiefer muss das Gestänge	Keiner
3-Lochdüsen für Flüssigdünger	Abhängig vom Spritzdruck	Keiner
5-Lochdüsen für Flüssigdünger HARDI QUINTASTREAM	50 cm	35 cm – 100 cm

## Gestängestabilität

Es gibt zwei Arten von Gestängebewegungen: Hoch/Runter (vertikal) und parallel zum Feld (horizontal), auch Schwingung genannt. Beide Arten müssen möglichst minimiert werden. Ein schlechtes Gestänge führt zu mehr als 100% Variation der Flüssigkeitsverteilung.

### Vertikale Gestängebewegungen:

Wie in der Tabelle im Abschnitt Gestängehöhe ersichtlich haben Hohlkegeldüsen und 3-Lochdüsen keinen Toleranzbereich bei vertikalen Gestängebewegungen. In der Praxis sind keine Gestängebewegungen nicht möglich, dieses ist auch der Hauptgrund warum Hohlkegeldüsen heute praktisch nicht mehr eingesetzt werden und 3-Lochdüsen in Zukunft weniger Einsatz finden, die neuen QUINTASTREAM 5-Lochdüsen tolerieren Gestängebewegungen. Flachstrahldüsen tolerieren einige vertikale Gestängebewegungen ohne das die Spritzverteilung zu stark beeinträchtigt wird.

### Horizontale Gestängebewegungen:

Horizontale Gestängebewegungen bedeuten, dass sich das Gestänge langsamer oder schneller vorwärts bewegt als der Schlepper. Diese Bewegungen sind extrem kritisch zu beurteilen, und können alle Entscheidungen in bezug auf richtige Düsen, optimalen Spritzzeitpunkt usw. zerstören. Horizontale Bewegungen können zu Variationen der Flüssigkeitsverteilung von einigen hundert Prozent führen, besonders Überdosierungen durch Zurückschwingen des Gestänges summieren sich auf

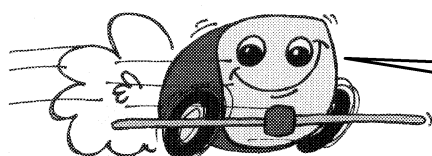
**Optimierung der Gestängelage.** Hin und wieder reichen kleinere Justierungen aus, um eine bessere Gestängelage zu erreichen. Dabei stehen vor allem das Nachstellen der Anlagepunkte und das Abschmieren im Vordergrund. Teilweise müssen auch Bolzen oder verschlissene Bolzen erneuert werden. Das Gestänge sollte so eingestellt werden, dass es horizontal eine Linie bildet und sich nicht aufschaukeln kann. Wenn das Gestänge von Hand bewegt wird muss es selbsttätig wieder in die Ausgangsposition zurückkommen. Die Bedienungsanleitung gibt Informationen was am Gestänge kontrolliert werden muss. Ein Blick auf das Gestänge und dessen Ausrichtung sollte zur täglichen Spritzroutine gehören.



## Spurweite und Reifendruck

Große Spurweiten und geringer Reifendruck sind zwei effektive Wege, um die Gestängelage im Feld zu verbessern. Weiterhin helfen breite Reifen, hier muss aber immer der Kompromiss mit der Kulturbeschädigung und der Fahrgassenweite berücksichtigt werden.

Der minimal mögliche Reifendruck hängt vom Gewicht des Gerätes und der Fahrgeschwindigkeit ab, die technischen Daten für die Bereifungen können der Bedienungsanleitung entnommen werden.



**Große Spurbreite und geringer Reifendruck**  
– weniger Gestängebewegung!

### Prüfliste um eine gleichmäßige Verteilung zu erreichen

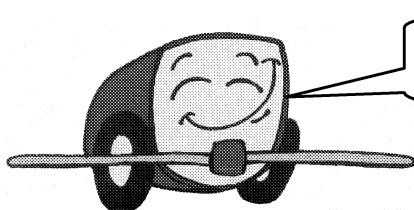
	Vor dem Spritzen	Während des Spritzens
Düsen	Kalibrieren, um zu überprüfen, ob die Düsen nicht verschlissen sind. (Seite 23)	Sicherstellen dass keine Düse verschmutzt oder beschädigt ist.
Abdrift	Pflanzenschutz früh morgens (oder abends) durchführen, normalerweise herrscht dann geringerer Wind. Düsenwahl abhängig von der Windgeschwindigkeit vornehmen. (S.13)	Falls Abdrift vom Gerät zu sehen ist, kann man davon ausgehen dass der Wind die Tropfen bewegt und dieses zu einer schlechten Verteilung führt. Entweder die Einstellung des Gerätes an die Situation anpassen oder die Spritzung verschieben. (S. 13 und 21)
Fahrgeschwindigkeit	Geringere Geschwindigkeiten bedeuten weniger Turbulenzen um das Gestänge. Die Gestängeeinstellung muss zur Fahrgeschwindigkeit passen.	Geschwindigkeit entlang kritischer Bereiche, z.B. Gewässer reduzieren.
Druck	Den Arbeitsdruck passend zur gewählten Düse einstellen. Unter windigen Bedingungen immer den geringsten Druck wählen.	Den Druck immer im optimalen Bereich halten.
Gestängelage	Gestänge einstellen und abschmieren, um möglichst wenig Gestängebewegungen zu haben. Möglichst breite Spurweiten und geringer Reifendruck.	Die Einstellungen des Gerätes überprüfen und an die Bedingungen anpassen.
Gelände	Ein gutes Saatbett sorgt für eine gute Gestängelage – ein guter Grund für ordnungsgemäße Bodenbearbeitung..	
Pflanzendichte	Es ist sehr schwierig ein Gerät passend zur Bestandesdichte einzustellen – die passende Aussaat und ein gutes Saatbett helfen hier am besten weiter.	Falls größere Bereiche dichter oder offener sind. Kann über die Aufwandmenge oder die Fahrgeschwindigkeit das Gerät angepasst werden. Mit einigen Fungiziden und Insektiziden kann es notwendig sein die Menge an die Bestandesdichte anzupassen. Herbizide sind nicht so problematisch, da dichte Bestände eine höhere Konkurrenzkraft haben. (Teilflächenapplikation).

## Reduzierung von Abdrift

### Abdrift – nicht nur ein Umweltproblem

Es gibt 2 wichtige Gründe Abdrift zu minimieren. Ein Grund ist die Beschädigung von Nachbarkulturen und angrenzender Gewässer, aufgrund von abgedrifteten Chemikalien. Ein anderer, sehr wichtiger, Grund ist dass Abdrift ein klares Zeichen für eine schlechte Verteilung und einen Verlust an Wirksamkeit bedeutet.

Wenn Abdrift vorhanden ist, erreichen nicht alle Tropfen die Zielfläche, sondern werden durch den Wind weggeweht, dieses führt dann zu einer schlechten Verteilung und einer reduzierten Wirkung.

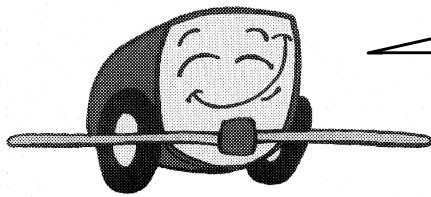


*Abdrift kann die Wirkung erheblich reduzieren!*

### Wie kann Abdrift reduziert werden

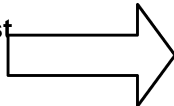


Früh morgens spritzen	Meist herrscht morgens kein oder nur wenig Wind (Beachten dass bei Windstille die Spritzwolke hinter dem Gerät "stehen" bleiben kann, dieses ist keine optimale Bedingung) Spritzung am frühen Morgen bei geringem Wind, ermöglichen eine gute Effektivität mit geringen Aufwandmengen und feinen Tropfen.
Düsentyp	Entweder LowDrift oder INJET Düsen einsetzen, oder vorbereitet sein, um auf abdriftreduzierte Düsen wechseln zu können. Die Auswahl hängt von Windgeschwindigkeit und Spritzaufgabe ab. (Seite 21).
Düsengröße	Größere Düsen auswählen. Dadurch wird die Wasseraufwandmenge erhöht und es werden größere und schnellere Tropfen produziert. Die höhere Aufwandmenge kompensiert teilweise die reduzierte Bedeckung größerer Tropfen.
Spritzdruck	Einen geringeren Spritzdruck wählen, dadurch werden größere Tropfen produziert.
Fahrgeschwindigkeit	Geringere Geschwindigkeiten sorgen für geringere Turbulenzen, dadurch wird das Spritzbild weniger beeinträchtigt und die Abdrift reduziert. Außerdem sind geringere Gestängehöhen möglich.
Gestängehöhe	Wenn das Gestänge ruhig liegt, kann die Höhe auf 40 cm reduziert werden. (Dieses ermöglicht Bewegungen der Düsen von +/- 5 cm)



*Durch Erhöhung der Wasseraufwandmenge kann die schlechtere Bedeckung von größeren, aber abdriftfesten Tropfen, bei Spritzungen unter windigen Bedingungen kompensiert werden.*

Wenn man bereits im Feld ist und der Wind zunimmt



Düsentyp	Auf eine gröbere Zerstäubung wechseln: LowDrift oder INJET Düsen – den minimalen Druck der INJET Düsen beachten.
Spritzdruck	Einen geringeren Spritzdruck einstellen, denn höherer Druck bedeutet feinere Tropfen.
Fahrgeschwindigkeit	Wenn der Spritzdruck eine Reduzierung zulässt, dann zurückschalten und Geschwindigkeit und Druck reduzieren. Bei Spritzungen mit Gegenwind und Rückenwind, kann der Anwender nur mit Rückenwind spritzen. Durch den Fahrtgegenwind wird der Rückenwind dann in der Wirkung abgemindert.
Gestängehöhe	Wenn das Gestänge ruhig liegt kann die Höhe auf 40 cm reduziert werden. (Dieses ermöglicht Bewegungen der Düsen von +/- 5 cm)
Mehr Wasser einfüllen	Dieses ermöglicht den Wechsel auf eine größere Düse, die dann bei größeren Tropfen eine vergleichbare Bedeckung erreicht.
Spritzung beenden	Das Spritzsystem mit Spülwasser säubern. Die Spritzung beenden und auf bessere Bedingungen warten.

## Abdriftreduzierende Zusätze sind selten eine Lösung

Der Zusatz von abdriftreduzierenden Zusätzen (falls erlaubt) ist nicht einfach nur das Zumischen eines Additivs und einer daraus resultierenden Abdriftreduzierung. Diese Additive vergrößern die Tropfen durch Veränderung der Flüssigkeitseigenschaften, z.B. der Viskosität. Dieses kann verschiedene Konsequenzen haben: Zum einen wird der Spritzwinkel reduziert, und somit die Querverteilung beeinträchtigt. Einige Zusätze werden auch durch Pumpen beeinträchtigt und können dann zu kleineren Tropfen führen. Um auf der sicheren Seite zu sein, ist es deshalb besser die Düse zu wechseln als sich auf unbekannt Variablen einzulassen (Hewitt and Bagley 2000)

## **Abstandsauflagen**

Bei der Zulassung von Pflanzenschutzmittel ist ein wichtiges Kriterium das Umweltrisiko des Produktes. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Kontamination von Oberflächenwasser wie Gräben, Bächen, Flüssen und Seen. Die Zerstörung dieser Ökosystem zu verhindern ist ein Grund, ein anderer ist die Trinkwasser Gewinnung aus Oberflächenwasser. Wasserversorger müssen für die Qualität des Wassers garantieren, immer schärfere Rückstandsauflagen sorgen für immer höhere Kosten. Es ist nur unter höchsten Kosten möglich Pflanzenschutzmittel aus Trinkwasser herauszufiltern.

Die meisten Mittel haben deshalb eine Abstandsauflage, um zu verhindern das diese Mittel aufgrund von Abdrift in den Wasserkreislauf gelangen.

Nicht alle Mittel haben identische Abstandsauflagen, die Packungsbeilage gibt genaue Hinweise über die Auflagen und Einsatzbedingungen. In der Praxis ist die Option nicht zu Spritzen keine sinnvolle Lösung, deshalb besteht die Möglichkeit mit Hilfe von „verlustmindernder Technik“ Abstandsauflagen von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren. Der gesamte Vorgang ist fließend, es werden ständig Neuerungen eingeführt.

HARDI bietet eine umfangreiche Palette, sowohl an Geräten als auch an Düsen, welchen den Anforderungen der Abdriftreduzierung gerecht werden. HARDI TWIN FORCE und INJET Düsen erreichen höchste Abdriftreduzierungen. Der Einsatz von B-Jet Düsen im Zusammenhang mit INJET Düsen, verändert die Spritzweite am Ende des Gestänges, somit wird verhindert, dass Flüssigkeit zu weit nach außen gespritzt wird.

## **Wie können Anlagerung und Bedeckungsgrad erhöht werden?**

### **Anlagerung**

Wenn ein Tropfen auf die Zielfläche auftrifft, dann bleibt er entweder haften, oder rollt ab, oder zerspringt in verschiedene kleinere Tropfen. Dieses Verhalten hängt von Tropfengröße, Tropfengeschwindigkeit, Blattoberfläche und physikalischen Eigenschaften der Spritzflüssigkeit ab. Wenn die Tropfen klein sind (feine und mittlere Spritzqualität) bleiben diese normalerweise auf dem Blatt haften. Bei größeren Tropfen (grob oder sehr grobe Spritzqualität), hängt die Anlagerung sehr stark von der geringeren Tropfengeschwindigkeit und guter Haftung zwischen Blatt und Tropfen ab.

Große Tropfen von Flachstrahldüsen zerspringen sehr oft beim Auftreffen. Wenn die Bestandesdichte hoch ist werden die neuen kleineren Tropfen tiefer unten in der Kultur angelagert.

Die Blattstellung hat ebenfalls Einfluss auf die Anlagerung. Senkrechte Blätter nehmen weniger Flüssigkeit von großen Tropfen auf, als waagrecht liegende Blätter.

Die Haftung ist besser, wenn nur wenig oder gar kein Wachs auf den Blättern ist. Wenn aber die Oberflächenspannung gering ist können auch größere Tropfen auf wachsigen Blättern angelagert werden.

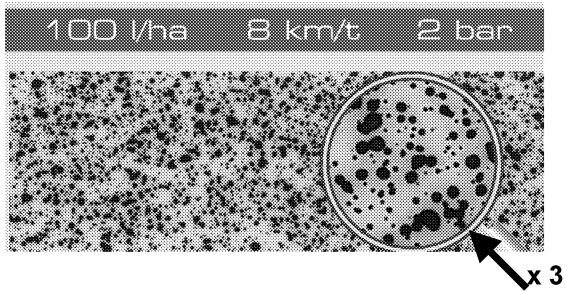
Normalerweise haben die Chemikalienhersteller bereits Oberflächenspannung regulierende Zusätze in den Formulierungen berücksichtigt. Teilweise weisen auch Packungsbeilagen daraufhin Zusätze, wie z.B. Öl einzusetzen.

### **Bedeckung**

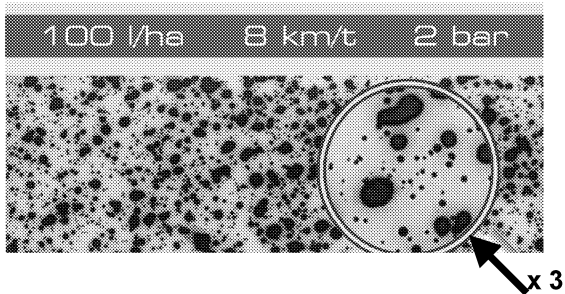
Je kleiner die Tropfen desto größer ist die Oberfläche des Tropfens - im Verhältnis zum Volumen – viele kleine Tropfen können eine größere Blattfläche benetzen, als ein großer Tropfen mit gleichem Volumen.

Wenn die Tropfengröße halbiert wird, werden achtmal mehr Tropfen produziert – und die theoretisch bedeckte Fläche wird verdoppelt. Dieses ist der Grund warum bei geringer Abdrift (wenig Wind oder TWIN Luftunterstützung) die Wasseraufwandmenge durch den Einsatz kleiner Tropfen reduziert werden kann. Die kleinen Tropfen kompensieren dann die geringere Wassermenge.

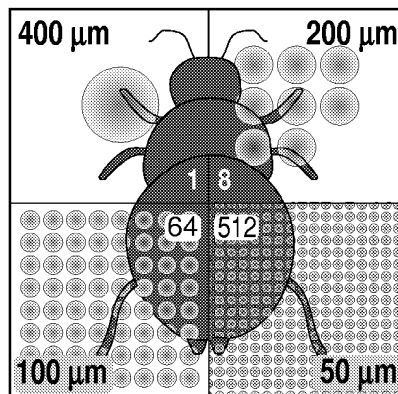
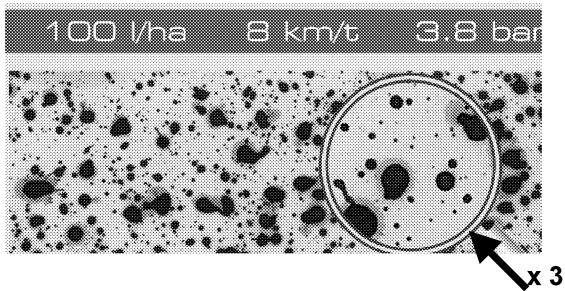
### Flachstrahl ISO-F 02



### LowDrift ISO-LD 02



### INJET 015



In der Zeichnung haben die Tropfen in jedem Quadrat das gleiche Volumen. Jedes Mal, wenn der Tropfendurchmesser halbiert wird, entstehen 8 mal mehr Tropfen.

Die wassersensitiven Papiere auf der linken Seite zeigen das gleiche Bild: Je kleiner die Tropfen desto besser ist die Bedeckung, wenn die Wasseraufwandmenge gleich bleibt. Auf dem wassersensitiven Papier wird deutlich das durch Wahl der passenden Düse, die Spritzqualität an die jeweiligen Bedingungen angepasst werden kann. Die richtige Wahl ist meist ein Kompromiss aus Wetter, Spritzaufgabe und Zeitpunkt. Der Abschnitt „Auswahl der korrekten Düse“ enthält einige Hinweise die passende Düse zu finden, falls kein Hinweis auf der Packungsbeilage zu finden ist.

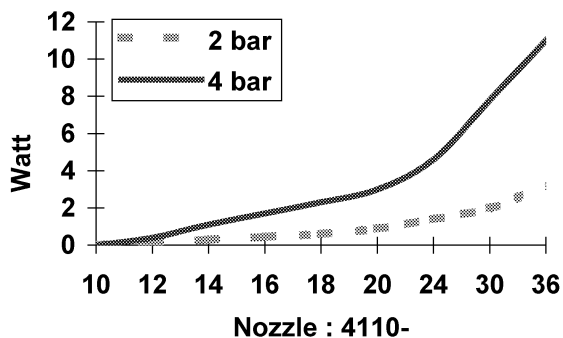
## Wie kann die Bestandesdurchdringung verbessert werden?

Geringere Fahrgeschwindigkeit von 3 bis 5 km/h reduziert die Turbulenzen um das Gestänge, somit entstehen weniger negative Einflüsse auf die senkrechte Tropfenenergie.

### Größere Tropfen

Größere Tropfen sind schneller auf dem Weg zur Zielfläche und deshalb nicht so anfällig wie kleine Tropfen. Deshalb ist der Einsatz großer konventioneller Flachstrahldüsen - beim Einsatz einer konventionellen Spritze – der einfachste Weg eine gute Durchdringung in dichten Kulturen zu erhalten, in dem man größere Tropfen und höhere Drücke einsetzt, wird die Tropfengeschwindigkeit erhöht. Aber es muss, besonders bei höheren Drücken, auf gute Witterungsbedingungen geachtet werden.

Energie der Spritzflüssigkeit 50 cm unter der Düse



Tropfen benötigen Energie um die Kultur zu erreichen und zu durchdringen. Die Grafik zeigt wie die Energie, durch einen höheren Spritzdruck, gesteigert wird. Die Durchgezogene Linie mit 4 bar ist auf einem höheren Niveau als die gestrichelte 2 bar Linie. Die Grafik zeigt auch, dass die Größe der Düse erheblichen Einfluss auf die Tropfenenergie hat. Wenn die Größe der Düse größer als 4110-20 (vergleichbar ISO-F 04) ist, nimmt der Einfluss des Spritzdruckes stärker zu.

# Düsen

## Internationale Standardisierung

ISO Düsen sind standardisiert in Bezug auf: Codierung, Durchfluss, Farben und äußeren Abmessungen. Der Düsentyp und der Durchfluss sind genauso wie der Spritzwinkel auf der Düse vermerkt. Der Durchfluss ist in Gallonen pro Minute bei 40 PSI angegeben, aber durch Multiplikation der angegebenen Menge mal 4 ergibt sich der Durchfluss in l/min bei 3 bar.



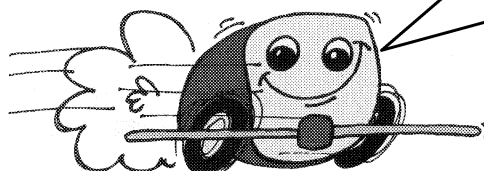
Beispiel: **F-03-110**

**F** = Flachstrahl

**03** bedeutet bei 3 bar eine Menge von:  $0,3 \times 4 \text{ l/min} = 1,2 \text{ l/min}$

**110** ist der Spritzwinkel:  $110^\circ$

Um den Ausstoß bei 3 bar zu errechnen:  
Größe x 4 = l/min

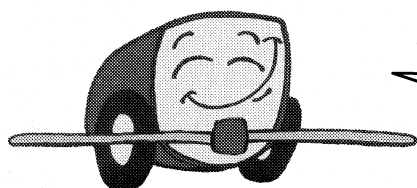


ISO Düsen der selben Farbe haben den selben Durchfluss, bei gleichem Spritzdruck, solange sie nicht verschlissen sind. Dieser Standard garantiert, dass auch bei versehentlichem vertauschen von Düsentypen gleicher Farbe, Wassermenge und Dosierung gleich bleiben und der Schaden im Feld nicht so kritisch wird.

### Durchfluss bei 3 bar

l/min	Farbe	Codierung	Typ*
0,3	Rosa	0075	F
0,4	Orange	01	F, LD, AI
0,6	Grün	015	F, LD, AI
0,8	Gelb	02	F, LD, AI
1,0	Lila	025	F, LD, AI
1,2	Blau	03	F, LD, AI
1,6	Rot	04	F, LD, AI
2,0	Braun	05	F, AI
2,4	Grau	06	F, AI
3,2	Weiß	08	F, AI
4,0	Hellblau	10	F

\* F = Flachstrahl, LD = LowDrift und AI = Luftinjektor Düse (INJET)

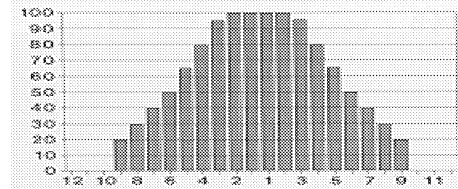
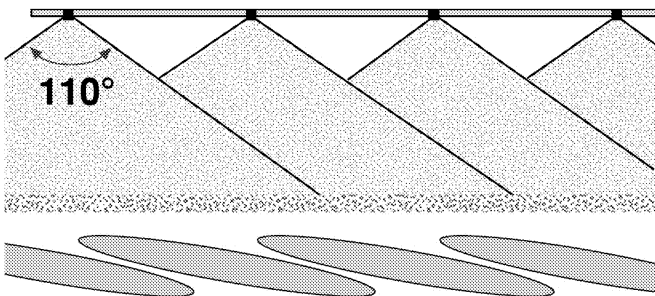


Bei identischem Druck hat eine 02 Düse den doppelten Ausstoß wie ein 01 Düse  
- die ISO Bezeichnung macht die Düsenwahl sicher und schneller.

## Düsentypen

Es stehen 3 Typen von Flachstrahldüsen für den Einsatz in Flächenkulturen zur Verfügung: Standard Flachstrahldüsen, LowDrift und Luftinjektordüsen. Weiterhin bietet die 5-Loch Flüssigdüngerdüse QUINTASTREAM dieselben Verteilungsvorteile. Hohlkegeldüsen werden heute nur noch selten in Flächenkulturen genutzt, da Flachstrahldüsen eine gleichmäßige Verteilung bei geringerer Windanfälligkeit garantieren, besonders bei den geringen Drücken die heute in der Praxis genutzt werden.

**Flachstrahldüsen** sind die am häufigsten eingesetzten Düsen in Flächenkulturen. Diese produzieren – wie der Name schon sagt – einen flachen Strahl von Tropfen, mit einem elliptischen „Fußabdruck“. Die größte Flüssigkeitsmenge wird mittig unter der Düse ausgebracht, und eine geringere Menge an den Seiten. Die Überlappung von den Nachbardüsen sorgt dafür, dass die Flüssigkeitsverteilung unter dem gesamten Gestänge gleichmäßig ist.



Es ist wichtig, dass die Düsen in einem Winkel von 8° unter dem Gestänge montiert werden. Dieses geschieht mit Hilfe der COLOR-TIP Düsen automatisch, da die Düsen fest in den SNAP-FIT Bajonettkappen eingepreßt sind, stehen diese immer in der korrekten Position. Falls der Winkel nicht korrekt justiert ist, können sich Spritzfächer der einzelnen Düsen behindern und somit die Querverteilung erheblich beeinträchtigen.

Standard Flachstrahldüsen sind für fast alle Spritzungen in Flächenkulturen geeignet.

Standard Flachstrahldüsen können mit 110° oder 80° Spritzwinkel geliefert werden. 110° ist die meist genutzte Größe, aber 80° Düsen werden interessant, wenn die Gestänge breiter werden und das Gestänge höher als 50 cm eingesetzt wird.

**Gestängehöhe:** 50 cm bei 110° Düsen und 70 cm bei 80° Düsen.

**Druckbereich:** 1,5 bis 5 bar. Empfohlener Bereich: 2 – 2,5 bar.

**LowDrift** Düsen sind eine neuere Entwicklung und werden dort eingesetzt, wo eine Abdriftgefahr besteht. Wenn LowDrift Düsen gleicher Größe anstelle von Standard Flachstrahldüsen eingesetzt werden, kann eine höhere Windgeschwindigkeit toleriert werden. Pflanzenschutz mit LowDrift Düsen ist unter windigen Bedingungen genauso effektiv wie mit Standard Flachstrahldüsen, deren Verteilung durch den Wind negativ beeinträchtigt wird.

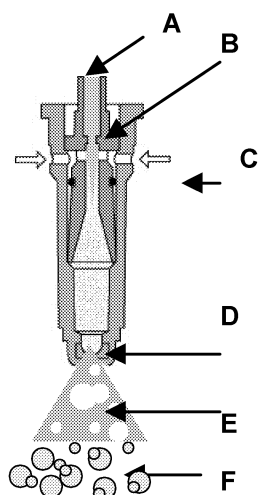
Wasseraufwandmengenreduzierungen sind interessant, z.B. in Zuckerrüben, wo bei Herbizidspritzungen mit kleinen Flachstrahldüsen das Abdriftisiko ansteigt. Wenn aber von der Standard Flachstrahldüse auf eine kleinere LowDrift Düse gewechselt wird, ist die Applikation mit geringeren Wasseraufwandmengen möglich, ohne dass das Abdriftisiko erhöht wird.

Eine Vorzerstäuberplatte direkt vor der Düsenöffnung reduziert den Spritzdruck in der Düse. (Ohne Vorzerstäuber hat das Flachstrahlmündstück der LowDrift Düse einen größeren Durchfluss als eine Standard Flachstrahldüse gleicher Größe.) Der geringere Druck und die größere Öffnung führen außerhalb der Düse zu einem breiteren Flüssigkeitsfilm. Ein dickerer Film bedeutet größere Tropfen. Das Ergebnis ist, dass LowDrift Düsen ein Tropfenspektrum mit weniger Feintropfen produzieren, aber nach wie vor vergleichbar mit konventionellen Düsen.

**Gestängehöhe:** 50 cm bei 110° Düsen.

**Druckbereich:** 1,5 bis 5 bar. Empfohlener Bereich: 2 – 2,5 bar.

**Luftinjektor:** INJET ist eine Luftinjektordüse und – der Name weist darauf hin – dass es kleine Lufteinlässe an der Seite der Düse gibt. INJET Düsen haben einen eingebauten Injektor direkt oberhalb der Lufteinlassöffnungen, welcher zusammen mit der Luft den Flüssigkeitsdruck in der Düse reduziert.



- A: Flüssigkeitseinlass
- B: Restriktor
- C: Lufteinlass
- D: Mischkammer
- E: Flachstrahlmundstück
- F: Flüssigkeitsfilm

Wenn Luft in die Düse gesogen wird, wird diese in der Mischkammer mit der Flüssigkeit vermischt. Diese Mischung aus Luft und Flüssigkeit erzeugt außerhalb des Düsenmundstückes einen relativ breiten unstabilen Flüssigkeitsfilm. Die Luftblasen zerstören den Film, bevor er in normale Tropfen zerreißen würde. Somit wird die Spritzqualität sehr groß.

INJET Düsen sind sehr effektiv in bezug auf Abdriftreduzierung. Mit Luftinjektordüsen kann die Abdrift, im Vergleich zu Standard Flachstrahldüsen gleicher Größe, um 50 bis 90 % reduziert werden. Die sehr grobe Zerstäubung bedeutet aber einen schlechteren Bedeckungsgrad, bei Herbizidspritzungen in frühen Stadien, unter optimalen Bedingungen sind schlechtere Wirkungen zu erwarten.

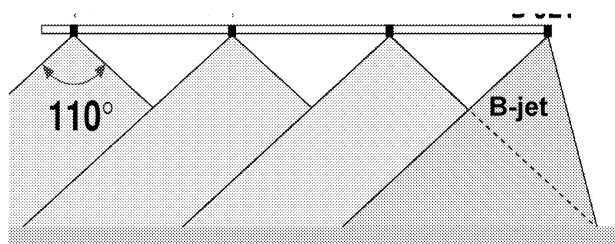
Die Forderung nach einem hohen Bedeckungsgrad gibt nach wie vor Fragen auf, es scheint aber in einigen Situation notwendig zu sein. Zum Beispiel, wenn sehr kleine Unkräuter und Ungräser mit Kontaktmittel bekämpft werden müssen, ist mit einer geringeren Wirkung zu rechnen.

Es kann aber sein, dass der Vorteil rechtzeitig zu spritzen (auch bei Wind) höher zu bewerten ist als eine optimale Bedeckung. Man muss auch berücksichtigen, dass eine höhere Wasseraufwandmenge diesen Nachteil kompensieren kann. Dieses ist besonders bei breitblättrigen Unkräutern und dem Einsatz von Kontaktherbiziden sinnvoll. Wenn aber Ungräser in frühem Stadium bekämpft werden müssen, zeigt sich dass höhere Aufwandmengen den Nachteil der geringeren Bedeckung nicht kompensieren können.

**Gestängehöhe:** 50 cm

**Druckbereich:** 3 bis 8 bar. Empfohlener Bereich: 3 – 5 bar.

**B-Jet** Düsen sind INJET Düsen, welche nur ein halbes Spritzbild produzieren. B-Jet (border-jet = Grenzdüse) werden als Enddüse entlang abdriftgefährdeter Bereiche eingesetzt. Ein klar erkennbares Abschneiden des Spritzbildes sorgt für eine saubere Abgrenzung zu Nachbarkulturen. In den Niederlanden ist der Einsatz von B-Jet Düsen Pflicht, wenn entlang abdriftsensitiver Bereiche wie Gräben gespritzt wird.



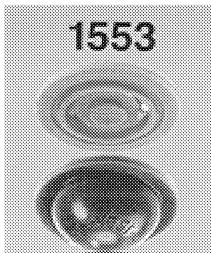
**Gestängehöhe:** 50 cm

**Druckbereich:** 3 bis 8 bar. Empfohlener Bereich: 3 – 5 bar

**Kegeldüsen** bestehen aus einer Strahldüse welche die Durchflussmenge bestimmt und einer Wirbelplatte, welche für die gewünschte Tropfengröße (sehr fein, fein, mittel) sorgt. Die Wirbelplatte verteilt die Flüssigkeit unter der Düse als Hohlkegel (Ring) oder als Vollkegel (Kreis).

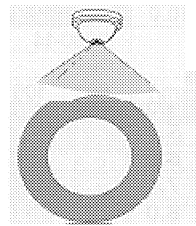
Bis zur Einführung der Flachstrahldüsen wurden an den meisten Feldspritzen Kegeldüsen eingesetzt. Aufgrund der schlechteren Verteilung und einer hohen Windempfindlichkeit werden Kegeldüsen heute nicht mehr empfohlen. Nur unter speziellen Voraussetzungen, wie Unterblattspritzungen mit feinen Tropfen und hohen Wasseraufwandmengen werden sie noch an konventionellen Geräten eingesetzt. Der Einsatz sollte trotzdem nur bei geringem Wind und optimaler Gestängelage stattfinden.



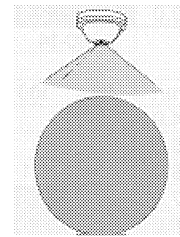


**1553**  
Wirbelplatte  
(Hohlkegel)

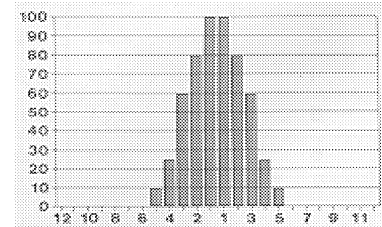
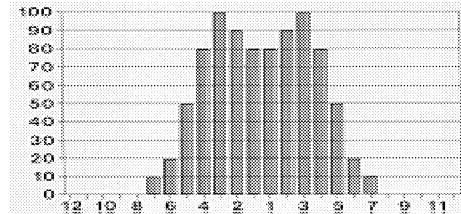
Kalibrierdüse



Hohlkegel



Vollkegel



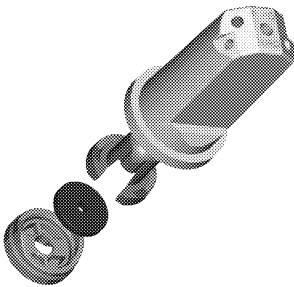
**Gestängehöhe:** Variabel, abhängig vom Spritzdruck (Spritzwinkel). Gestängehöhe muss konstant sein, sodass die benachbarten Spritzkegel sich direkt oberhalb der Zielfläche berühren.

**Spritzdruck:** 2 bis 10 bar.

**5-Lochdüse für Flüssigdünger (Quintastream).**

Die Quintastream ist die logische Weiterentwicklung der 3-Lochdüse. Die Düse produziert 5 Strahlen, wobei jeder im Winkel und Durchfluss so optimiert ist, dass eine Überlappung ähnlich wie bei einer Flachstrahldüse erreicht wird. Somit wird eine gleichmäßigere Verteilung des Flüssigdüngers erreicht, ohne dass ein Kompromiss in Bezug auf die Tropfengröße eingegangen werden muss. Die QUINTASTREAM Düse produziert große, schnelle Tropfen, die sehr schnell von der Pflanze abrollen, somit werden Verbrennungen auf ein Minimum reduziert. Die 5-Lochdüse ist der schnellste und einfachste Weg aus der Spritze einen exakt arbeitenden Düngerstreuer zu machen.

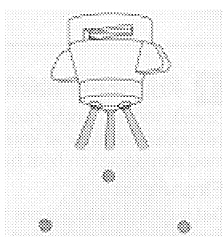
Quintastream Düsen folgen dem ISO Farbencode, somit kann die Kalibrierscheibe für die Kalibrierung der Düse mit Wasser eingesetzt werden – es muss dann nur noch der Druck entsprechend der Dichte des Düngers umgerechnet werden (Seite 8).



**Gestängehöhe:** 50 cm

**Druckbereich:** 1,5 bis 5 bar

**3-Lochdüse für Flüssigdünger.** Die HARDI 3-Lochdüse erzeugt ein Spritzbild aus 3 Einzelstrahlen, dadurch wird das Risiko von Blattverätzungen beim Einsatz von Flüssigdünger reduziert. Der Dünger wird in Streifen von 17 cm Abstand auf der Oberfläche verteilt, somit ist eine gleichmäßige Düngeraufnahme gewährleistet.



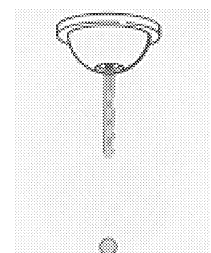
**Gestängehöhe:** Die optimale Spritzhöhe variiert etwas in Abhängigkeit vom Spritzdruck. Die Strahlen haben einen gleichmäßigen Abstand bei einer Höhe von 50 cm über der Kultur.

**Druckbereich:** 1.5 bis 5 bar

**Strahldüse für Flüssigdünger.** Die Strahldüse kann im Abstand von 25 cm für die Flüssigdüngerausbringung an Gestängespritzen eingesetzt werden. Diese Düse dient bei der HARDI Schleppschlauchanlage als Dosierblende. Mit Hilfe von Schleppschläuchen werden Blattverätzungen nahe zu ausgeschlossen, eventuell muss aber die Fahrgeschwindigkeit in dichten Kulturen reduziert werden.

**Gestängehöhe:** Wenn ohne Schlauch gearbeitet wird besteht keine Anforderung an die Höhe.

**Druckbereich:** 1 bis 10 bar



# Spritzqualität (Tropfengröße)

## Das Tropfenspektrum

Alle landwirtschaftlichen Düsen produzieren Tropfen verschiedener Größe. Dieses ist ein sehr nützlicher Faktor, da die zu behandelnden Kulturen meist 3-dimensional sind, und Blattoberflächen in verschiedenen Winkeln aufweisen. In einem Pflanzenbestand bedeutet dieses, dass feine Tropfen weiter oben angelagert werden und größere Tropfen weiter unten.

Tropfengrößen werden in Mikrometer gemessen ( $1 \mu = 1/1.000.000$  Meter)

Um den mittleren Tropfendurchmesser der von einer speziellen Düse produziert wird, zu beschreiben nutzt man den MVD.

### MVD = Mittlerer Tropfendurchmesser

MVD ist der mittlere Tropfendurchmesser, der Wert gibt an, dass 50 % des Volumens aus Tropfen besteht welche kleiner sind als dieser Wert und die andere Hälfte des Flüssigkeitsvolumens aus Tropfen besteht die größer sind als der MVD. Die Anzahl der kleinen Tropfen ist natürlich höher als die der großen Tropfen.

Tropfen mit einer Größe kleiner als  $150 \mu$ , sind als stark Abdrift gefährdet anzusehen. Dieses bedeutet, dass Düsen mit einem MVD kleiner als  $150 \mu$  ein extrem hohes Abdriftrisiko besitzen, wenn sie an konventionellen Geräten eingesetzt werden. Diese und andere abdriftrelevante Parameter werden in den nächsten Abschnitten näher betrachtet.

## Spritzqualität – BCPC

Das British Pflanzenschutz Council (BCPC) hat eine sinnvolle Richtlinie erstellt, mit der die Spritzqualität verschiedener Düsen, abhängig von der Tropfengröße (MVD) in Gruppen eingeteilt werden: Sehr Fein, Fein, Mittel, Grob, Sehr Grob. Diese Größen werden oft als Beschreibung für die Spritzqualität herangezogen. Dafür werden spezielle international standardisierte Düsen als Referenzdüsen eingesetzt. Die Größenklassen sind für die Praxis einfacher in der Handhabung als einen Vergleich nur auf Basis des MVD.

### BCPC Referenzdüsen

Referenzdüse – ISO	BCPC Grenzwert	Aerometrics MVD	Dantec MVD
BCPC 01	Sehr Fein - Fein	139 $\mu$ m	164 $\mu$ m
BCPC 03	Fein - Mittel	237 $\mu$ m	238 $\mu$ m
BCPC 06	Mittel - Grob	317 $\mu$ m	297 $\mu$ m
BCPC 08	Grob – Sehr Grob	359 $\mu$ m	353 $\mu$ m

### Spritzqualität von HARDI ISO 110°Flachstrahldüsen

ISO	01				015				02				025				03				04			
Druck (bar)	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Std	F				M	F			M	F			M				M				M			
LD	M				M				M				G		M	G		G						
Druck (bar)	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0
INJET	SG		G		SG		SG		SG		SG		SG		SG		SG		SG		SG			

F	M	G	SG
Fein	Mittel	Grob	Sehr Grob

Einige Pflanzenschutzmittelhersteller geben auf der Packungsbeilage an welche Spritzqualität empfohlen wird.



# Auswahl von Düsen für Flächenkulturen

## Welche Düse wird benötigt

Die benötigte Spritzqualität sollte auf der Packungsbeilage angegeben sein. Falls keine Hinweise vorhanden sind kann folgendes allgemein behauptet werden: Für die Ausbringung der meisten Fungizide, Insektizide und Grasherbizide sollte eine feine oder mittlere Spritzqualität gewählt werden, um eine optimale Bedeckung zu erreichen. Für breitblättrige Unkräuter sollte eine mittlere oder grobe Zerstäubung eingesetzt werden. Grobe und sehr grobe Spritzqualitäten sollten nur bei Abdriftgefahr zum Einsatz kommen. Sehr feine Düsen werden nur in Kombination mit TWIN Luftunterstützung empfohlen, da diese Geräte aufgrund der Konstruktion in der Lage sind Abdrift zu reduzieren ohne die Tropfengrößen zu erhöhen.

Immer die empfohlene Spritzqualität auf der Packungsbeilage beachten (Tropfengröße). Falls keine Hinweise gegeben werden können diese Tabelle als Richtlinie gelten.

## Optimale Spritzbedingungen

Düsentyp	Konventionell <sup>①</sup>					TWIN Luftunterstützung <sup>②</sup>		
	Standard Flachstrahl ISO F 110			LowDrift ISO LD 110		Standard Flachstrahl ISO F 110		
Spritzqualität	Fein	Mittel	Grob	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob
<b>Herbizide</b> - Bodenwirkung	○	●	●	●	●	●	●	●
- Gräser	●	○		○		●	○	
- Zweikeimblättrige	○	●	○	●	○	●	●	○
<b>Fungizide</b> - Systemisch	●	●	○	●	○	●	●	○
- Kontakt	●	○		○		●	○	
<b>Insektizide</b> – Dampfwirkung	●	●	○	●	○	●	●	○
- Kontakt	●	○		○		●	○	
- Systemische	●	●	○	●	○	●	●	○

① bei Fahrgeschwindigkeiten >7 km/h sollten LowDrift Düsen eingesetzt werden

② bei Fahrgeschwindigkeiten > 12 km/h sollten LowDrift Düsen eingesetzt werden

- 1. Wahl
- Mögliche Alternative

## Normale Spritzbedingungen

Düsentyp	Konventionell <sup>①</sup>				TWIN Luftunterstützung <sup>②</sup>		
	Standard Flachstrahl ISO F 110		LowDrift ISO LD 110		Standard Flachstrahl ISO FF 110		
Spritzqualität	Mittel	Grob	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob
<b>Herbizide</b> - Bodenwirkung	●	●	●	●	●	●	●
- Gräser	○		○		●	○	
- Zweikeimblättrige	●	○	●	○	●	●	○
<b>Fungizide</b> - Systemisch	●	○	●	○	●	●	○
- Kontakt	○		○		●	○	
<b>Insektizide</b> – Dampfwirkung	●	○	●	○	●	●	○
- Kontakt	○		○		●	○	
- Systemische	●	○	●	○	●	●	○

① bei Fahrgeschwindigkeiten >7 km/h sollten LowDrift Düsen eingesetzt werden

② bei Fahrgeschwindigkeiten > 12 km/h sollten LowDrift Düsen eingesetzt werden

- 1. Wahl
- Mögliche Alternative

## Wenn hohe Abdriftgefahr besteht – die Spritzung aber nicht verschoben werden kann

Wenn Pflanzenschutz zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt wird, kann oft die Mittelmenge erheblich reduziert werden. Ein verschieben der Spritzung bedeutet oft, dass eine größere Menge eingesetzt werden muss. Wenn die Abdrift kontrollierbar ist sollte immer der optimale Zeitpunkt anvisiert werden.

Die Erhöhung der Tropfengröße, um Abdrift zu reduzieren, bedeutet oft auch eine schlechtere Bedeckung auf der Zielfläche in Kauf zu nehmen, wenn nicht mit einer höheren Wasseraufwandmenge gearbeitet wird. Nur TWIN Luftunterstützung bietet gleichzeitig die Möglichkeit eines effektiven Bedeckungsgrades, einer reduzierten Abdrift und einer geringen Wasseraufwandmenge.

Düsentyp	Konventionelle Spritze			TWIN Luftunterstützung			
	Std. Flach. ISO F 110	LowDrift ISO LD 110	Luftinjektor INJET 110	Std. Flach. ISO F110	LowDrift ISO LD110	LowDrift ISO LD110	Luftinjektor INJET 110
<b>Spritzqualität</b>	<i>Grob</i>	<i>Grob</i>	<i>Sehr Grob</i>	<i>Fein</i>	<i>Mittel*</i>	<i>Grob</i>	<i>Sehr grob</i>
<b>Herbizide - Bodenwirkung</b>	○	○	●	●	●	○	●
- Gräser	○	○		●	●	○	
- Zweikeimblätt.	●	●		●	●	●	
<b>Fungizide</b>	●	●	○	●	●	●	○
- Systemisch							
- Kontakt	○	○		●	●	○	
<b>Insektizide</b>	○	○	○	●	●	○	○
-Dampfwirkung							
- Kontakt	○	○		●	●	○	
- Systemische	○	○	○	●	●	○	○

\* Wenn auf blankem Boden oder in sehr niedrigen Kulturen gespritzt wird helfen mittlere Tropfengrößen, sowohl Wasseraufwandmenge, als auch Abdrift niedrig zu halten

Bitte beachten dass TWIN Luftunterstützung, aufgrund der Abdriftkontrolle, den Einsatz von Standard Flachstrahldüsen und den höheren Bedeckungsgrad ermöglicht.

- 1. Wahl
- Mögliche Alternative

## **Düsenverschleiß und Wartung**

-Düsen sind wichtige, hoch präzise Komponenten an der Spritze, von denen optimaler Pflanzenschutz abhängt.  
-Hohe Präzision und effektive Arbeitsleistung sind nur mit routinemäßig geprüften Düsen möglich; die Düsen müssen sauber sein, als kompletter Satz am Gerät und einen geringeren Verschleiss als 10 % haben.

### **Regeln für eine hohe Leistungsfähigkeit von Düsen:**

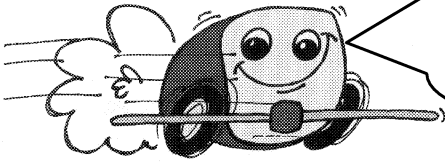
Einmal pro Jahr (und vor einer unabhängigen Kontrolle) empfiehlt HARDI eine komplette Überprüfung:  
Alle Düsen überprüfen ➤ falls der durchschnittliche Ausstoß mehr 10 % gestiegen ist, alle Düsen tauschen  
➤ falls die Abweichung +/- 5 % übersteigt, alle Düsen tauschen

Während der Saison, empfiehlt HARDI eine routinemäßige Überprüfung:  
2 Düsen pro Teilbreite überprüfen:

- falls eine Düse im Durchfluss um 15 % abweicht, alle Düsen tauschen

Wenn der durchschnittliche Ausstoss, um mehr als 10 % angestiegen ist oder die Abweichung der Einzeldüse mehr als +/- 5 % beträgt, dann wird die Flüssigkeitsverteilung des gesamten Spritzbildes schlechter. Weiterhin steigt der Verschleiß am Mundstück, die Ecken werden runder, dadurch entstehen Streifen im Spritzbild, welche dann für eine schlechte Verteilung sorgen.

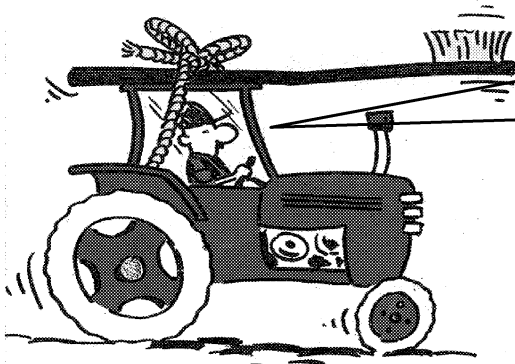
Für Düsenhersteller ist es nicht möglich eine feste Lebensdauer für Düsen anzugeben. Der Verschleiß hängt sehr stark von den Einsatzbedingungen, der Mittelformulierung, der Wasserqualität, dem Spritzdruck und der Reinigung ab.



**Kunststoffdüsen bieten die höchste Präzision. Keramikdüsen haben den geringsten Verschleiß, sind aber teurer. Für den normalen Einsatz an Feldspritzen empfiehlt HARDI Kunststoffdüsen. Nur bei sehr stark abreibenden Chemikalien – wie besondere Pulvermittel – sollten Keramikdüsen in Erwägung gezogen werden. Immer alle Düsen gleichzeitig tauschen – eine Mischung aus alten und neuen Düsen führt auch zu einer schlechten Verteilung.**

### **Eine einfache Hilfe beim Düsenverschleißtest**

Eine neue Düse als Referenz einsetzen – der Spritzdruck muss dann beim Vergleich nicht betrachtet werden. Wenn die Düsen beim Test in Ordnung sind, dieses wird meistens der Fall sein, die Referenzdüse wieder durch alte Düse ersetzen.



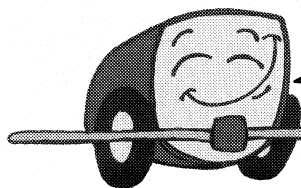
**Düsen mit einer weichen Zahnbürste oder Druckluft reinigen. Niemals harte Werkzeuge wie Messer einsetzen, die scharfen Kanten am Düsenmundstück könnten beschädigt werden und somit zu einer schlechten Verteilung führen.**

## **Spritzdruck**

### **Spritzdruck und Bestandesdurchdringung**

Spritzdruck beeinflusst die Effektivität der Spritzung auf 3 Arten:

- 1 Druck beeinflusst den Spritzwinkel: Je höher der Druck desto breiter ist der Spritzwinkel. Wenn der Druck zu gering ist (unter 1,5 bar bei Flachstrahl und unter 3 bar bei INJET), ist der Spritzwinkel zu klein und die Überlappung ist nicht gewährleistet und somit wird die Verteilung schlechter.
- 2 Je höher der Druck, desto kleiner sind die Tropfen und somit nimmt der Belag im oberen Bereich des Bestandes zu. Die kleineren Tropfen sind auch anfälliger bei Wind.
- 3 Je höher der Druck, desto mehr in Bestand eindringen.
  - Umgebungsluft wird bewegt, dadurch können größere Tropfen tiefer
  - Luftturbulenzen entstehen, welche die Anlagerung von kleinen Tropfen auf den Blattunterseiten ansteigen lassen, besonders wenn konventionelle Düsen mit geringen Ausstoss eingesetzt werden.



*Ein glyceringedämpftes Manometer arbeitet nur dann korrekt, wenn die Entlüftung geöffnet ist.*

*Beachten: Nach der Spritzsaison soll das Manometer frostfrei in aufrechter Position gelagert werden.*

### **Empfohlener Druck mit Standard Flachstrahldüsen und LowDrift Düsen**

Für Standard Flachstrahldüsen und LowDrift Düsen sind für die meisten Applikationen Drücke von 2 bis 3 bar zu empfehlen. Nur für sehr weit entwickelte, dichte Kulturen, bei denen es auf eine gute Durchdringung ankommt – wie bei Herbizidspritzungen im späten Stadium – kann der Druck erhöht werden auf 5 bar bei Düsen 03, 04 oder größer.

Beachten dass der Druck nicht unter 2 bar betragen sollte, damit das HARDI MATIC\* Ventil noch regulieren kann, wenn die Fahrgeschwindigkeit reduziert wird – dieses kann z.B. bei Spritzen hangaufwärts oder bei Kurvenfahren vorkommen.

Generell ist 1,5 bar der absolut unterste Druck – bei geringerem Druck fällt der Spritzwinkel zu stark zusammen und die Überlappung ist nicht mehr korrekt.

### **Empfohlener Druck mit INJET Düsen**

INJET Düsen benötigen einen minimalen Druck von 3 bar, um einen vollen Spritzwinkel zu haben, der maximale Druck ist 8 bar. (Die INJET 05 ist BBA anerkannt mit 2 bar Druck, mit diesem Druck wird eine Abdriftreduzierung von 90 % erreicht). Es gibt reichlich Diskussionen ob die großen Tropfen der Injektordüsen aufgrund des Lufteinschlusses besser haften, als große Tropfen aus Standarddüsen, hier gibt es noch genügend Untersuchungsbedarf.

\***HARDI MATIC bedeutet** gleichbleibende Aufwandmenge bei Drehzahlschwankungen in einem Gang: Eine Steigerung oder Reduzierung der Geschwindigkeit 20-30% ändert nicht die Aufwandmenge l/ha.

## **Wasseraufwandmengen**

Packungsbeilagen von Pflanzenschutzmitteln geben Wasseraufwandmengen meist als Bereich an, z.B. von 150 bis 250 l/ha.

Es muss immer beachtet werden, dass bei nicht Beachtung dieser Empfehlung, die Chemikalienhersteller Garantieforderungen ablehnen. Die empfohlenen Aufwandmengen hängen aber oft mit der Zulassung und anderen Auflagen zusammen, weitere Informationen sind bei den Herstellern einzuholen.

Die angegebene Aufwandmenge ist nicht immer die optimale, die Menge muss für viele variable Bedingungen gelten, bei denen das Mittel eingesetzt werden kann, somit enthält die Empfehlung immer Kompromisse.

Da geringe Wasseraufwandmengen eine höhere Flächenleistung (ha/h) bedeuten, wählen viele Landwirte eine geringere Aufwandmenge für spezielle Spritzungen – wissend dass dieses in eigener Verantwortung geschieht – aber der wichtige Vorteil der hohe Flächenleistung und des besseren Spritzzeitpunktes gleicht diesen Nachteil aus.

Verschiedene Faktoren müssen bei der Auswahl der Aufwandmenge berücksichtigt werden.

#### **1. Wirkungsweise und Bedeckungsgrad**

Generell steigert ein guter Bedeckungsgrad die Effektivität der meisten Chemikalien. Wobei bodenwirksame und systemische Chemikalien unabhängiger sind von dieser Forderung und geringere Aufwandmengen und größere Tropfen tolerieren.

#### **2. Zielhöhe**

Höherer Bewuchs kann eine höhere Aufwandmenge benötigen, wenn die Zielfläche unten im Bestand ist. Im Gegensatz dazu kann bei der Ährenbehandlung in Weizen, wenn nur ein geringer Teil der Pflanze behandelt werden soll, mit einer geringeren Wassermenge und kleineren Tropfen gearbeitet werden.

#### **3. Bestandesdichte**

Je dichter die Kultur ist, desto mehr Flüssigkeit wird benötigt. Normalerweise nimmt der Flüssigkeitsbedarf zu, wenn die Kultur wächst und dichter wird, es ist dann mehr Pflanzenmasse vorhanden (Blattflächenindex), die vernünftig mit Flüssigkeit benetzt werden muss.

#### 4. **Mischung von Pflanzenschutzmitteln**

Wenn mehr als ein Pflanzenschutzmittel eingesetzt wird, muss die Aufwandmenge an das Mittel mit dem höchsten Bedarf angepasst werden.

#### 5. **Windgeschwindigkeit, Feuchtigkeit, Temperatur und Tau.**

Allgemein kann am frühen morgen mit reduzierten Aufwandmengen, bei geringem Wind, hoher Luftfeuchtigkeit und geringen Temperaturen gespritzt werden. Tau ist Wasser, welches bereits auf den Pflanzen vorhanden ist, und um ein Abrollen der Tropfen zu verhindern sollten die Wasseraufwandmengen 150 l/ha nicht überschreiten.

Es kann sein, dass der Tau so stark ist, dass Pflanzenschutz unterbleiben sollte, aber normalerweise ist Tau ein Vorteil, um Wasseraufwandmengen zu reduzieren.

## Wasseraufwandmengen bei Ackerbaukulturen

Traditionell unterschieden sich die Wasseraufwandmengen von Land zu Land. Zum Beispiel wird in Deutschland selten unter 200 bis 300 l/ha gespritzt, während in Dänemark, GB und Frankreich die selben Spritzungen mit 100 bis 150 l/ha durchgeführt werden. Auch 100 l/ha wird konventionell eingesetzt (Ährenbehandlung oder Herbizidspritzungen), aber unter 150 l/ha muss mit erhöhter Aufmerksamkeit gearbeitet werden.


In den letzten Jahren ist die Tendenz zu sehen Wasseraufwandmengen weiter zu reduzieren. Diese Entwicklung hängt, sowohl von der Einführung neuer Düsentypen und verbesserter Spritztechnik ab, als auch von der Forderung nach größeren Flächenleistungen.

## Filter

Zusätzlich zum Einfüllsieb, gibt es auf Feldspritzen standardmäßig 3 weitere Filterungspunkte, (mit Inline-Filtern 4).

Saugfilter → Druckfilter (Selbstreinigender Filter) → Inline Filter (Sonderausstattung) → Düsenfilter

Die Feinheit des Filters wird in "Mesh" angegeben, wobei der Wert die Anzahl von Maschen pro Zoll angibt. Je höher der Wert, desto feiner ist der Filter. Um die Größe einfacher erkennen zu können sind die Filter farbcodiert.

Farbcodierung	Grün	Blau	Rot	Gelb
Maschen je Zoll	30	50	80	100
 mm	0.58	0.30	0.18	0.15

### Saugfilter

Bei den meisten HARDI Spritzen befindet sich der Saugfilter oben, geschützt im Behälter. Der Filter kann bei gefülltem Behälter problemlos entnommen und gereinigt werden.

### Selbstreinigender Filter (Druckfilter)


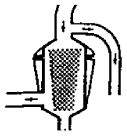
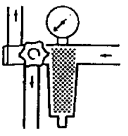
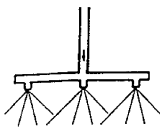
Der selbstreinigende Filter ist so konstruiert, dass sich die Fließgeschwindigkeit an der Sieboberfläche im Filter erhöht, dadurch werden am Filter haftende Schmutzpartikel abgespült und über den Rückfluß zurück in den Behälter befördert. Bei einigen Geräten wird die Spülmenge über eine farbige Blende reguliert. Die Größe der Blende richtet sich nach Pumpenleistung und Düsengröße.

WICHTIG!

Darauf achten, dass die richtige Blende montiert ist, damit genügend Spüleistung gegeben ist und ausreichend Spritzdruck aufgebaut werden kann.

## Düsenfilter

Die Düsenfilter sind die letzte Möglichkeit Düsenmundstücke gegen Verstopfungen zu schützen. Je feiner diese Filter gewählt werden, desto größer ist die Chance, dass die Siebe sich bei Pulverformulierungen zusetzen. Meistens wird ein Sieb mit geringerer Maschenzahl eingesetzt, dessen Aufgabe hauptsächlich darin besteht Rückstände die sich in den Düsenleitungen lösen aufzufangen. Dieses Risiko ist bei modernen Spritzen geringer, als Gründe sind hier das integrierte Spülwassersystem und die Reinigung direkt im Anschluss an die Spritzung, sowie bessere Formulierungen der Pflanzenschutzmittel, zu nennen.

	Filtergröße in Maschen/Zoll ( <b>Standard Montage</b> )				
	Saugfilter	Selbstreinigender Filter	Druckfilter	Inline Filter	Düsenfilter
Flachstrahl ISO Düsengröße					
0075 – 02	50	100	80-100	80-100	50*-100
025 – 03	50	<b>80</b>	80	50-80	<b>50*-80</b>
04 oder größer	<b>30</b>	<b>80</b>	50	<b>50</b>	<b>50</b>
Quintastream	50	80	80	50-80	**

\*Falls Inline Filter eingesetzt werden können gröbere Düsenfilter eingesetzt werden

\*\*Flüssigdüngerdüsen: arbeiten am besten ohne Düsenfilter – Filtergehäuse ohne Sieb werden als Dichtung montiert: Bestell.-Nr. 725737

## Spritzgeschwindigkeit

Seit vielen Jahre gilt 6 bis 8 km/h [und 4 bis 6 km/h in dichten Kulturen, wenn eine gute Durchdringung benötigt wird) als gute fachliche Praxis. Geringere Arbeitsgeschwindigkeiten bedeuten immer weniger Gestängebewegungen, weniger Turbulenzen um das Gestänge und somit weniger Abdrift und eine bessere Spritzverteilung.

Einige wichtige Dinge sollten überlegt werden, bevor ein höherer Gang gewählt wird:

<b>Nebeneffekte aufgrund höherer Geschwindigkeit</b>	<b>Welche Konsequenzen sind aus den Nebeneffekte zu ziehen</b>
Mehr Turbulenz /mehr Abdrift	Größere Tropfen / TWIN Luftunterstützung
Mehr Gestängebewegung	Gestängeeinstellung öfters kontrollieren und Pendel an höhere Geschwindigkeit anpassen

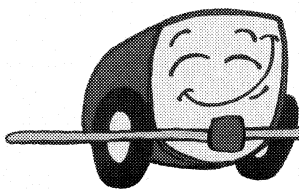
## Empfohlene Spritztechnik – Zusammenfassung

Wasseraufwandmenge	150 - 300 l/ha
Fahrgeschwindigkeit	(4) 7 - 8 km/h
Düse	Packungbeilage, Witterung und Aufwandmenge
Spritzdruck	2 bis 2.5 bar für Flachstrahl und LowDrift und 3 bis 5 bar für INJET
Gestängehöhe	40 - 50 cm für 110° Düsen
Gestängehöhe	60 - 70 cm für 80° Düsen



## Witterungsbedingungen

Die Witterungsbedingungen vor, während und nach dem Spritzen sind sehr wichtig für die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln. Wie ein Mittel wirkt, hängt von der Formulierung, den lokalen Klimabedingungen und der Applikationstechnik ab. Die Packungsbeilagen der Chemikalien geben meistens Hinweis unter welchen Bedingungen vorsichtig mit dem Mittel gearbeitet werden muss. Lokale Gesetze geben auch öfters Einsatzempfehlungen vor, z.B. die maximale Windgeschwindigkeit.



### Mit der Sonne aufstehen - oder früher!

Früh morgens herrschen meist günstige Spitzbedingungen:

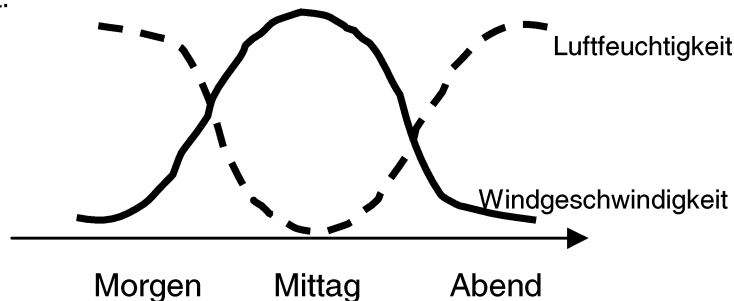
1. Geringe Windgeschwindigkeit
2. Hohe Luftfeuchtigkeit
3. ein kompletter Tag mit viel Licht und Wärme erhöht meist die Wirkung der Pflanzenschutzmittel.

### Witterungsbedingungen vor dem Spritzen

**Trockenheit und Wind** Falls Pflanzen längere Zeit trocken und windigen Bedingungen ausgesetzt waren, haben sie eine dicke Wachsschicht als Schutz gegen weitere Verdunstung gebildet. Dieses macht das Eindringen von Pflanzenschutzmitteln schwierig und führt zu einer geringeren Effektivität. Pflanzenschutz unter guten Wachstumsbedingungen bedeutet gibt immer die besten Ergebnisse.

### Witterungsbedingungen während des Spritzens

**Windgeschwindigkeiten** sind abends, nachts und morgens meist geringer. Zu diesen Zeiten ist die Luftfeuchtigkeit höher, diese Kombination bedeutet für viele Blattapplikationen eine optimale biologische Wirksamkeit.



Windgeschwindigkeiten müssen bei jeder Spritzung berücksichtigt werden. Besonders die Abdrift muss immer beobachtet werden, damit kein Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer erfolgt, oder Nachbarkulturen beschädigt werden. Die gute fachliche Praxis geht von Windgeschwindigkeiten von maximal 4 bis 5 m/s auf Gestängehöhe aus. Die mögliche Windgeschwindigkeit hängt stark von der eingesetzten Tropfengröße ab.

Windgeschwindigkeit m/s	Spritzbedingungen	Empfohlene Tropfengröße
0 – 0,5	Inversionsrisiko	Fein, mittel oder grob
<b>0,5 – 2</b>	<b>Ideal</b>	<b>Fein, mittel oder grob</b>
2 – 3	Akzeptabel	(Fein) mittel oder grob
3 – 5	Weniger gut	Mittel oder grob (sehr grob)
> 5	Unmöglich	Nur mit abdriftreduzierender Technik und groben Tropfen

**Temperatur** hat einen bekannten Einfluss auf die Wirkung von blattwirksamen Pflanzenschutzmitteln. Viele Herbizide arbeiten besser bei höheren Temperaturen (bei heimischen Kulturen bis zu 25/30°C), während andere – z.B. Round Up (Glyphosate) und viele der Sulfonylharnstoffe nicht Temperatur abhängig sind, oder unter kühlen Bedingungen besser wirken.

**Lichtintensität** und Dauer haben auch einen Effekt, Paraquat zum Beispiel zeigt eine schnellere Wirkung, wenn eine Periode mit hoher Lichtintensität nach der Spritzung vorhanden ist.

**Luftfeuchtigkeit.** Allgemein ist eine hohe Luftfeuchtigkeit aufgrund der geringeren Verdunstung von Vorteil. Wasserlösliche Chemikalien dringen bei hoher Luftfeuchtigkeit schneller in Pflanze ein. Wenn möglich sollten Spritzungen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von unter 50-60 % unterbleiben.

**Bodenfeuchte** ist sehr wichtig für den Transport der Chemikalie in der Pflanze. Hohe Bodenfeuchtigkeit fördert normalerweise die Wirkung und ist besonders bei bodenwirksamen Herbiziden sehr wichtig. Bodenwirksame Herbizide müssen im Boden verteilt werden, und dieses ist nicht möglich mit höheren Wasseraufwandmengen.

**Tau.** Es ist möglich Pflanzenschutzmittel in taunasse Bestände zu spritzen, aber nur mit geringen Aufwandmengen (Maximum 150 l/ha); zu hohe Aufwandmengen führen dazu, dass das Mittel vom Blatt abrollt. Teilweise kann der Tau aber so stark sei, dass eine Spritzung nicht wirken kann.

**Regen.** Falls es während der Spritzung anfängt zu Regnen muss die Spritzung abgebrochen werden. Schläuche und Düsen sollten dann mit Spülwasser gereinigt werden, bevor die Spritzung fortgesetzt wird muss die Spritzlösung vernünftig aufgerührt werden (mindestens 5 Minuten). Flüssigdünger und bodenwirksame Herbizide können auch bei leichtem Regen ausgebracht werden.

#### Witterungsbedingungen nach dem Spritzen

**Regen.** Einige Pflanzenschutzmittel sind sehr regenfest, die Eindringgeschwindigkeit in die Pflanze ist so hoch, dass kein Mittel verloren geht. Additive oder die Mischung mit anderen Chemikalien kann diese Vorteile aber schnell verändern. Weitere Hinweise hierzu geben aber die Packungsbeilagen.

**Temperatur.** Allgemein ist es besser, wenn die Temperatur für einige Tage im optimalen Bereich bleibt. Bei einigen Mitteln ist die Wirkung reduziert, wenn Frost nach der Applikation folgt. Kulturbeschädigungen sind dann ebenfalls möglich.

## ***Umweltschutz und Sicherheit beim***

### ***- Befüllen***

### ***- Spritzen und***

### ***- Reinigen***

Stellen Sie sicher, dass Sie mit dem Gerät vertraut sind, die Wetterbedingungen kennen, wissen wie das Mittel ausgebracht werden soll und was im Notfall zu tun ist. Wo immer die Befüllung des Gerätes stattfindet – im Feld oder auf dem Hof – sollten immer folgendes berücksichtigt werden: Es sollten keine Pflanzenschutzmittel verloren gehen, z.B. auf das Gerät oder den Boden tropfen, noch den Anwender kontaminieren.

## **Sichere Handhabung der Spritze beim Befüllen und Reinigen**

- Hinweise: Die Bedienungsanleitung beschreibt wie das HARDI Gerät bedient werden muss. Dieser Anleitung muss gefolgt werden und ebenfalls Hinweisen auf der Packungsbeilage.

Untersuchungen zeigen, dass ein Großteil der Verschmutzung durch Agrarchemikalien auf das Befüllen und Reinigen von Geräten zurückzuführen sind. Diese Arbeiten erfolgen oft Jahr für Jahr an der selben Stelle und somit steigt die Belastung stark an. An diesen Stellen dringen die Chemikalien tief in den Boden ein. Durch gute fachliche Praxis kann dieses Risiko minimiert werden.

### **Umweltsicherheit beim**

### **Befüllen der Spritze.**

#### Wasser einfüllen

Wenn die Spritze mit Wasser gefüllt wird muss sichergestellt sein, dass der Behälter nicht überfüllt wird und auch kein Wasser durch Unterdruck im Wassersystem aus dem Behälter gesogen werden kann. Des weiteren dürfen keine Tropfverluste in Gräben, Drainagen oder andere Gewässer gelangen.

Am sichersten ist es das Wasser aus einem separaten Wasserbehälter zu entnehmen. Falls das Wasser aus dem öffentlichen Wassersystem entnommen wird, muss gewährleistet sein, dass zwischen Schlauch und Einfüllöffnung mindestens eine 10 cm große Freifallstrecke vorhanden ist.

Die Spritze darf während des Füllvorganges nicht unbeaufsichtigt bleiben – somit wird ein Überfüllen oder andere Fehler vermieden.

Die Füllstation sollte sich möglichst nicht in der Nähe von Brunnen oder Quellen befinden. Die lokale Gesetzgebung ist immer zu beachten.

Um die Umwelteinflüsse möglichst gering zu halten sollte an verschiedenen Stellen im Feld gefüllt werden. Bei Befüllung auf dem Hof, sollte eine bewachsene Unterfläche gewählt werden.

#### Einfüllen von Pflanzenschutzmitteln

Pflanzenschutzmitteln sollten an verschiedenen Stellen im Feld oder an einer sicheren Füllstation auf dem Hof eingefüllt werden. Der Transport der Chemikalien sollte sicher und entsprechend der lokalen Gesetze erfolgen. Es wird empfohlen Pflanzenschutzmittel am Gerät in einer abschließbaren Kiste zu transportieren. Tropfverluste auf den Boden sind auf jeden Fall zu verhindern.

Wenn Pflanzenschutzmittel auf dem Betrieb eingefüllt werden, sollte dieses immer an einer Stelle geschehen, wo Tropfverluste oder unbeabsichtigt ausgelaufene Mittel mit Spezialgranulaten neutralisiert werden können. Wenn ein solcher Platz nicht zur Verfügung steht, sollte eine dichte Grasfläche gewählt werden. Beim Transport vom Hof zum Feld muss darauf geachtet werden, dass keine Fehlbedienungen des Systems zu Schäden führen können, am sichersten ist es die Pumpe auszuschalten, da das Spritzsystem dann nicht unter Druck steht.

#### ***Kontamination von Brunnen und Quellen verhindern***

- ✓ In der Nähe von Brunnen sollte eine Spritze nicht befüllt, gespült oder gereinigt werden.
- ✓ Die Wasserleitung muss über ein Sicherheitsventil verfügen, so dass kein Wasser zurückgesogen werden kann.
- ✓ Der Füllschlauch muss mindestens 10 cm über der Einfüllöffnung sein, damit ein Rücksaugen verhindert wird.
- ✓ Die Spritze immer im Auge behalten, um ein Überfüllen zu vermeiden.
- ✓ Mindestens 25 m Abstand zu Brunnen halten, auch beim Herbizidspritzen auf der Hoffläche.
- ✓ Sicherstellen dass der Brunnen abgedeckt ist und keine Flüssigkeit in den Brunnen gelangen kann.  
(Arne Helweg 2001)

#### ***Risikoreduzierung beim Einfüllen von Pflanzenschutzmitteln***

- ✓ Die Pflanzenschutzmittel im Feld einfüllen.  
  
Auf diesem Wege - kann verhindert werden immer an der identischen Stelle mit konzentrierten Produkten zu arbeiten
  - Vorteil eines aktiven Bodens um Tropfverluste zu kompensieren
  - besteht kein Transportrisiko mit einem vollen Behälter
- ✓ Chemikalien immer in sicheren Behältern transportieren. Tropfverluste müssen aufgefangen werden.

Leere Pflanzenschutzmittelkanister müssen gereinigt werden, entweder mit Hilfe der Kanisterspüleinrichtung in der Injektoreinspülschleuse, oder durch 3 maliges Ausspülen mit Wasser. In beiden Fällen ist es notwendig den Kanister zu bewegen, damit eine effektive Reinigung gewährleistet ist. Beim Einsatz der Kanisterspüldüse sollte die Reinigungszeit an die Größe des Kanisters angepasst werden. Ein Nachspülen mit klarem Wasser sorgt für einen optimal gereinigten Kanister. Das Reinigungswasser wird in den Hauptbehälter gegeben. Die Behälter sollten nachher trocken und über das Rücknahmesystem entsorgt werden.

## Umweltsicherheit beim Spritzen

Eine Windfahne vorne am Schlepper gibt dem Anwender einen Hinweis aus welcher Richtung der Wind kommt und wie stark dieser ist. Der Fahrer kann dann schneller reagieren und zum Beispiel größere Düsen wählen. Probleme sollten rechtzeitig erkannt werden und geeignete Lösungen anwendbar sein. Zum Beispiel beim Spritzen unter schwierigen Bedingungen und zunehmendem Wind sollte zuerst der Problembereich behandelt werden. Zu große Überlappungen müssen verhindert werden, sie kosten Geld und beschädigen die Kultur. Die Teilbreitenschaltung sollte genutzt werden und der Gleichdruck sollte korrekt justiert sein. HARDI TRIPLET dreifach Düsenhalter können einzeln abgeschaltet werden, dieses kann bei Spritzungen entlang von Gewässern sehr nützlich sein, wenn man z.B. nur einen 1 m ausschalten will.

## Umweltsicherheit beim Reinigen der Spritze

### Packungshinweise

Wenn die Packungsbeilage eine spezifische Reinigungsmethode vorgibt, muss diese eingehalten werden. Dieser Abschnitt gibt allgemeine Richtlinien. Es sollten immer Handschuhe, Gesichtsschutz und passende Kleidung getragen werden.

### Restmengen im Gerät

Die Reinigung der Spritze startet bereits mit der Kalibrierung: Wenn die Kalibrierung korrekt ist, bleibt nur eine geringe Restmenge im Gerät zurück. Die heutige Empfehlung ist, dass Gerät direkt nach Beendigung der Spritzarbeit, mit der Reinigungsausrüstung, im Feld zu reinigen.

Restmengen im kompletten Gerät

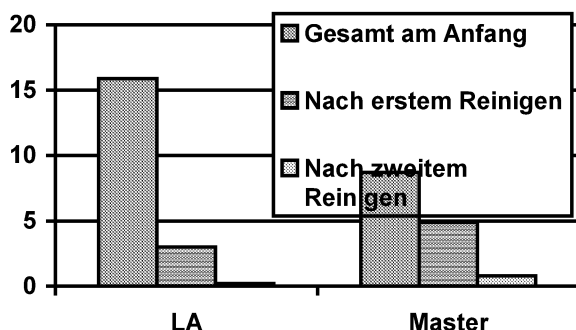
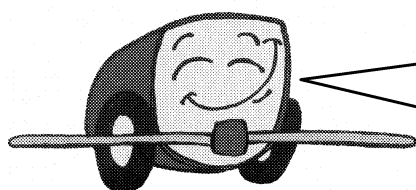


Abbildung 1

Reinigung der Geräte im Feld mit Hilfe von Spülwasserbehältern ist sehr effektiv. Obwohl Rückstände von 17 bzw. 8 l in den Geräten vorhanden war, wurde über eine zweimalige Reinigung das Gerät sehr gut gereinigt.

Die vorhandene Restmenge im Behälter sollte in der Praxis mit Wasser verdünnt werden und auf der zuletzt behandelten Fläche ausgespritzt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden dass die maximal zulässige Aufwandmenge nicht überschritten wird. Eine Verdünnung mit der 10 fachen Menge hat sich in der Praxis bewährt. Ein Spülwasserbehälter sollte heute als Standard angesehen werden.



### Die Spritze sauber halten

Reinigen niemals auf später verschieben. Angetrocknete Pflanzenschutzmittel sind viel schwerer zu beseitigen und der Zeitaufwand steigt an. Sauber halten ist schneller, einfacher und effektiver.

### Reinigen mit Spülwasserbehälter ( Tägliche Routine)

Der effektivste Einsatz des Spülwassers wird erreicht, wenn die Flüssigkeit in 2 bis 4 Teilmengen genutzt wird. Es ist wichtig, dass alle Ventile am Gerät während der Reinigung bedient werden, somit wird verhindert dass Rückstände im Gerät bleiben. Darauf achten, dass bereits gespülte Schläuche nicht im nächsten Reinigungsschritt wieder kontaminiert werden. Falls Behälterreinigungsdüsen zur Verfügung stehen, sollte diese bei jeder Reinigung zum Einsatz kommen. Es ist wichtig die Spritze nach jedem Reinigungsvorgang leer zuspritzen, somit kann im nächsten Reinigungsschritt wieder eine maximale Verdünnung erreicht werden. Das Ausspritzen sollte auf der zuletzt behandelten Fläche erfolgen.

### **Komplette Reinigung der Spritze beim Wechseln von Kulturen.**

Um nachfolgende Kulturen nach dem Einsatz eines sensitiven Mittels sicher behandelt zu können kann es notwendig sein das Gerät mit einer aktiven Reinigungskemikalie zu säubern. Somit werden Mittelablagerungen und Rückstände im Gerät neutralisiert. Auch hierbei muss sichergestellt sein, dass alle Ventile und Schläuche gespült werden. Falls die Packungsbeilage eine Reinigungsmethode vorgibt ist dieser Folge zu leisten. Andernfalls gibt es 2 Methoden:

Reinigung ohne Reinigungsdüse: Den Behälter komplett mit Wasser füllen und ein geeignetes Reinigungsmittel wie Ammoniak, oder ein Spritzenreinigungsprodukt zufügen. Die Pumpe anstellen und die Flüssigkeit 15 Minuten zirkulieren lassen. Alle Ventile betätigen – bei Geräten mit Sicherheitsventil am Selbstreinigenden Filter den Druck so hoch fahren, dass das Ventil öffnet, den Druck danach wieder zurückstellen. Die noch kontaminierte Flüssigkeit aus dem Gestänge ausspritzen, dieses sollte auf der zuletzt behandelten Fläche durchgeführt werden. Solange spritzen bis das Gestänge komplett sauber ist. Die Spritze für einige Stunden mit der Reinigungsflüssigkeit stehen lassen, damit alle Rückstände deaktiviert sind. Die Flüssigkeit danach ausspritzen.

Alle Filter und Düsen ausbauen und auswaschen. Die Filter und Düsen wieder ordnungsgemäß montieren. Danach das Gerät mit klarem Wasser spülen und die Flüssigkeit ausspritzen.

Reinigen mit Behälterreinigungsdüse: Den Behälter zu 10 Prozent mit Wasser und Reinigungsflüssigkeit füllen. Die Behälterreinigungsdüse einschalten und die Flüssigkeit für 15 Minuten zirkulieren lassen, in dieser Zeit alle Ventile betätigen, damit alle Schläuche gespült werden. Danach die Flüssigkeit wie oben beschrieben ausspritzen.

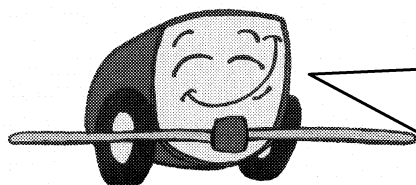
### **Außenreinigung**

Die Außenreinigung der Spritze sollte im Feld, auf der zuletzt behandelten Fläche erfolgen. Die Reinigungsflüssigkeit verbleibt damit auf der Fläche und Umweltschäden werden ausgeschlossen. Eine andere Möglichkeit ist eine Reinigung auf einer Grassfläche, von der kein direkter Abfluss zu Gewässern möglich ist. Die Reinigung sollte aber nicht immer auf der identischen Stelle erfolgen. Lokale Gesetze müssen immer berücksichtigt werden.

Es besteht die Möglichkeit Spritzen mit einem Außenreinigungssatz auszurüsten, so dass die Reinigung im Feld erfolgen kann. Dieses System sollte bevorzugt werden – für die Reinigung mit einer Spritzlanze wird zusätzlich Spülflüssigkeit benötigt, dieses muss bei der Innenreinigung berücksichtigt werden. Versuche zeigen, dass abhängig von der Gerätegröße zwischen 20 und 50 l benötigt werden. Die Reinigung sollte immer an den am stärksten kontaminierten Geräteteilen beginnen – Mittelsektion hinter dem Behälter, Gestänge, Räder. Die Häufigkeit der Außenreinigung hängt von verschiedenen Faktoren wie eingesetzter Tropfengröße, Wind, Temperatur usw. ab. Die Empfehlungen sind unterschiedlich es sollte aber nach jeder Einsatzperiode und vor Montagearbeiten eine Außenreinigung stattfinden. Anwenderschutz und die Vermeidung von Umweltschäden sollten immer größte Bedeutung haben im Umgang mit Pflanzenschutzspritzen. Um Umweltschäden mit kontaminierten Geräten zu verhindern sollten das Gerät immer unter Dach abgestellt werden.

## Anwendersicherheit

Den Sicherheitshinweisen auf der Packungsbeilage ist immer Folge zu leisten und der Einsatz von Sicherheitsausrüstung ist als Standard anzusehen.

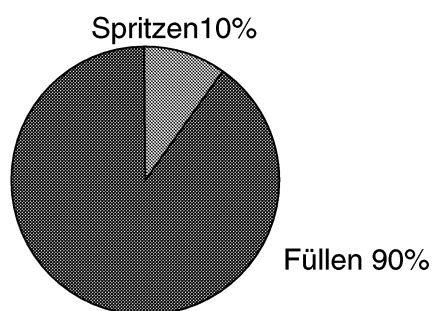


**Bei der Arbeit mit Pflanzenschutzmitteln muss immer berücksichtigt werden, dass Sicherheitskleidung die letzte Möglichkeit ist Kontakt mit Chemikalien zu verhindern. An Sicherheit denken und vorsichtig arbeiten!**

*Niemals defekte und verschmutzte Handschuhe benutzen. Nur passende Handschuhe einsetzen. Versuche zeigen, dass Chemikalien billige Handschuhe in wenigen Minuten durchdringen. Teuere Handschuhe schützen dagegen bis zu 4 Stunden.*

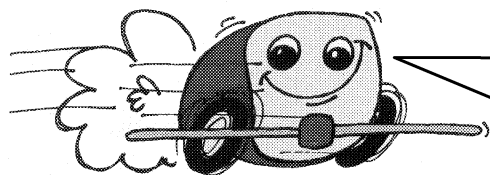
Normalerweise ist das Risiko für den Anwender beim Befüllen und dem Arbeiten mit konzentrierten Chemikalien größer als beim Spritzen. Die Hände sind die am stärksten belasteten Stellen.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis eines dänischen Versuchs über Chemikalienbelastung während der Spritzarbeit. (Kirknel und Thellesen 1989).



**Abbildung 2**

Der Füllvorgang stellt für den Anwender ein viel größeres Risiko da als die Spritzarbeit.

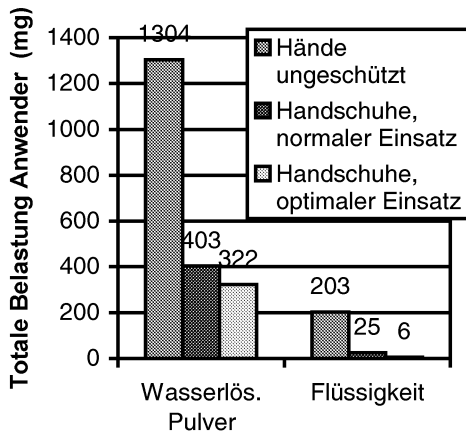


Sicherheitskleidung ist keine Sicherheitsgarantie, die Handhabung muss der guten fachlichen Praxis entsprechen. Gute fachliche Praxis und volle Aufmerksamkeit in Kombination mit passender Kleidung können Anwenderkontaminationen beim Umgang mit Chemikalien nahezu ausschließen.

**Optimaler Einsatz von Handschuhen.** Was ist gute fachliche Praxis? Gute Praxis beinhaltet eine Menge von Dingen, welche die meisten Anwender bereits wissen: Die Kanisterdichtung nicht mit den Händen abziehen, die Spritze nicht ohne Handschuhe bedienen, nicht durch eine gerade behandelte Kultur laufen. Es gibt auch Details die auch für erfahrene Anwender neu sind, zum Beispiel der „optimale Einsatz von Handschuhen“. Der Einsatz von Handschuhen ist sicherlich ein guter Weg die Hände zu schützen, aber Untersuchungen zeigen, dass viele Anwender sich beim Ausziehen der Handschuhe kontaminieren. **Es ist sehr wichtig die Handschuhe abzuwaschen, bevor man sie auszieht (und direkt nach Kontakt mit Chemikalien) – auch beim Einsatz von Schutzhandschuhen. Außerdem sollte die Außenseite der Handschuhe, beim Ausziehen, nicht berührt werden.**

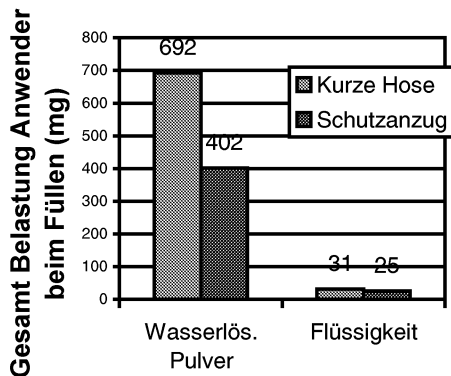
Die Grafiken zeigen den Unterschied zwischen normalem Einsatz von Handschuhen und dem Abwaschen der Handschuhe vor dem Ausziehen.

Die folgenden Werte sind Trends aus einem Projekt welches noch nicht komplett beendet ist.



**Abbildung 3.**  
**Wasserlösliche Pulver müssen besonders vorsichtig behandelt werden:**

Vorgaben: Normaler Baumwollanzug, geschlossene Kabine. Der große Unterschied in der Anwenderkontamination beim Einsatz wasserlöslichen Pulvern und der Vorteil von Handschuhen ist klar ersichtlich. Das Reinigen der Handschuhe reduziert die Kontamination um weitere 10 % bei Flüssigformulierungen.



**Abbildung 4.**  
**Kurze Hose oder Schutzanzug?**

Vorgabe: Handschuhe und geschlossene Kabine. Der Einsatz von wasserlöslichem Pulver zeigt wiederum die höchste Belastung. Ein Schutzanzug reduziert die Kontamination gegenüber kurzen Hosen um 40 %.

Säurebeständige Schutzhandschuhe scheinen die optimale Wahl zu sein, sie dürfen aber nicht beschädigt sein und müssen das Handgelenk bedecken:

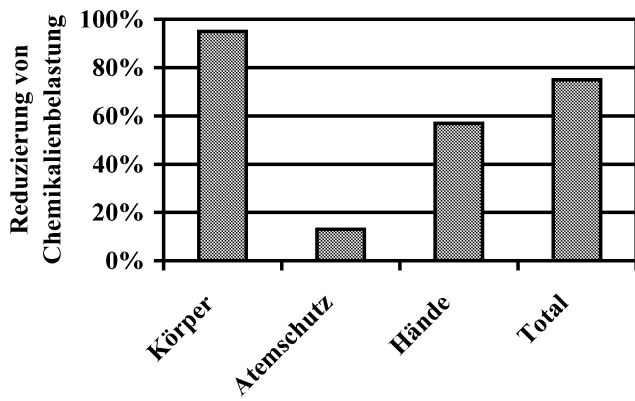
- Sie halten das Produkt sehr gut ab
- Sie sind verhältnismäßig preiswert
- Sie können einfach ausgezogen werden ohne die Hände zu kontaminieren.

Source: [www.agrsci.dk/plb/eki/exposure/exposure.html](http://www.agrsci.dk/plb/eki/exposure/exposure.html)

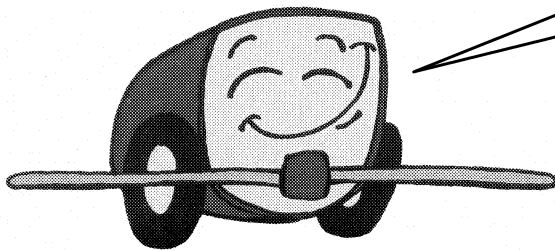
Während des Spritzens ist der Düsenwechsel die Hauptquelle für Chemikalienkontamination – dabei werden wiederum die Hände stark belastet. Die Beine können auch kontaminiert werden, wenn der Fahrer nicht aus dem gerade behandelten Bereich herausgefahren ist. Laufen in einer gerade gespritzten Fläche besonders bei hohen, dichten Kulturen sollte vermeiden werden.

Wenn Gestängeaufzug und Klappung von Hand erfolgen, müssen auch hier Handschuhe getragen werden.

Um die Anwenderkontamination zu reduzieren können verschiedene Ausrüstungen eingesetzt werden, elektrische Fernbedienung, Füllrichtungen, hydraulischer Aufzug, hydraulische Klappung, Einspülschleuse, Selbstreiniger Filter, 3-fach Düsenhalter, Bajonettkappen, Behälterreinigungsdüse, Spülwasserbehälter und Außenreinigungssatz. Mehr und mehr dieser Ausrüstung ist heute als Standard auf den Geräten vorhanden. Eine geschlossene Schlepperkabine und Fernbedienungen bedeuten eine Reduzierung der Chemikalienbelastung während des Spritzens von mehr als 70 %. (Abbildung 5).



**Abbildung 5.**  
Einfache Reduzierung der Anwenderbelastung durch den Einsatz von Fernbedienungen und Sonderausstattungen – im Vergleich zur komplett handbedienten Spritze.



*Nicht die Kabine besteigen mit verschmutzten Handschuhen oder kontaminierter Kleidung!*



## Fehlersuche

Problem	Möglicher Grund
Kein Ansaugen der Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-Wegeventil nicht geöffnet/falsche Position</li> <li>• Schläuche falsch montiert</li> <li>• Undichtigkeit auf der Saugseite</li> <li>• Pumpenventile falsch montiert</li> <li>• Pumpenventile verschmutzt</li> <li>• Pumpe muss erst entlüften</li> <li>• Saugfilter verstopft</li> </ul>
Zuwenig Druck	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saugfilter teilweise verstopft</li> <li>• Zu geringer Abstand zwischen gelbem Saugrohr und Behälterboden</li> <li>• Verstopfter Druckfilter</li> <li>• Pumpe zieht Luft</li> <li>• 3-Wegeventil undicht</li> <li>• Manometer nicht korrekt – Überprüfen ob Einlass verschmutzt</li> <li>• Blende im Selbstreinigendem Filter zu groß oder fehlt</li> <li>• Sicherheitsventil defekt</li> <li>• Pumpenventile falsch montiert</li> <li>• Pumpenventile verschlissen – ausbauen und mit Wasser überprüfen. (Ventil umdrehen, mit Wasser füllen, es darf kein Wasser durchlaufen).</li> </ul>
Druckverlust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filter setzen sich zu</li> <li>• Behälter ist luftdicht – Ventil im Deckel überprüfen</li> <li>• Zuviel Turbulenzen im Behälter – Drehzahl reduzieren</li> </ul>
Druck steigt an	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckfilter beginnen sich zu zusetzen</li> </ul>
Druckpulstaion an den Düsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luft auf der Saugseite</li> <li>• Defekte Membranpumpe</li> <li>• Gebrochene Pumpenventile</li> <li>• Pumpe falsch montiert (alle Membranen arbeiten gleichzeitig)</li> <li>• Zu hoher Druck im Druckwindkessel</li> <li>• Defekte Membran im Druckwindkessel</li> </ul>
Düsen tropfen nach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachtropfventil nicht fest genug</li> <li>• Membran oder Feder im Nachtropfventil defekt oder fehlt</li> </ul>
Spritzflüssigkeit schäumt auf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu viel Rührleistung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapfwellendrehzahl zu hoch</li> <li>- Sicherheitsventil nicht dicht</li> <li>- Rücklaufschläuche im Behälter fehlen</li> </ul> </li> <li>• Dichtungen auf der Saugseite defekt oder fehlen</li> </ul>
Flüssigkeit tropft aus der Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschädigte Pumpenmenbranen</li> </ul>
Undichtigkeit der Fittings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defekte Schläuche</li> <li>• Dichtungen fehlen oder nicht fest genug montiert</li> <li>• Beschädigte Dichtungen</li> <li>• Trockene Dichtungen ölen</li> </ul>
Eine Düse spritzt nicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Düse verstopft</li> <li>• Düsenfilter verstopft</li> </ul>
Ablagerungen im Behälter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmutziges Wasser</li> <li>• Falsches Anrühren der Flüssigkeit</li> <li>• Zu wenig Rührleistung – Pumpe zu klein</li> <li>• Rührwerk verstopft</li> </ul>

## Vorbereitung für die Gerätekontrolle

Immer mehr Länder haben eine unabhängige Gerätekontrolle; in einigen Ländern wie zum Beispiel Deutschland ist es Pflicht die Feldspritze alle 2 Jahre kontrollieren zu lassen. Andere Länder haben eine freiwillige Kontrolle.

Die Kontrollen sind bisher noch nicht standardisiert, so dass die Bedingungen in den jeweiligen Ländern unterschiedlich sind. Die Empfehlungen in diesem Abschnitt behandeln die wichtigsten Punkte, damit das Gerät optimal vorbereitet zum Test kommt.

Der Sinn der Gerätekontrolle besteht darin einen sicheren und optimalen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu garantieren. Die aufgeführten Punkte können auch genutzt werden, um routinemäßig das Gerät zu überprüfen und somit einen effektiven und verantwortungsbewussten Pflanzenschutz zu gewährleisten.

Beginnen mit einem sauberen Gerät	Falls notwendig - das Gerät von innen reinigen - alle Düsen und Filter ausbauen und in einem Eimer mit Seife und Wasser reinigen und wieder einbauen - das Gerät von außen reinigen
Alle Schläuche auf äußere Beschädigungen überprüfen  Überprüfen das kein Schlauch eingequetscht ist Überprüfen das kein Schlauch im Spritzbild hängt und von Flüssigkeit getroffen wird	Falls ein Schlauch verschlissen ist muss dieser ersetzt werden. Darauf achten dass der neue Schlauch nicht an scharfen Ecken beschädigt werden kann.
Pumpe überprüfen	Überprüfen dass das Tropfloch der Pumpe trocken ist Überprüfen ob der Druck konstant ist
Komplette Kalibrierung durchführen	Geschwindigkeit messen Alle Düsen prüfen (Durchfluss und Verschleiß) Optischen Verteilungstest durchführen Undichtigkeiten prüfen, inkl. Nachtropfventil bei einem Spritzdruck von 8 bar.
Rührwerk überprüfen	Rührdüsen reinigen falls notwendig
Wartung und Abschmieren	Wenn notwendig abschmieren
Gestänge überprüfen	Drehpunkte überprüfen, festziehen oder wechseln, wenn notwendig. Die Mittelsektion so einstellen, dass das Gestänge frei pendelt ohne zu lose zu sein. Das Gestänge muss über die gesamte Länge steif sein. Wenn eine Seite des Gestänges von Hand angehoben wird muss das Gestänge selbsttätig wieder in eine horizontale Position Zurückschwingen.
Licht und Bremsen überprüfen?	



# Spritztagebuch Kultur \_\_\_\_\_ Feld \_\_\_\_\_ ha \_\_\_\_\_

## Anwender, Uhrzeit & Wetter

Anwender				
Datum				
Beginn				
Ende				
Wachstumsstadium				
Wind (m/s)				
Windrichtung				
Temperatur				
Luftfeuchtigkeit				

## Pflanzenschutzmittel

Spritzaufgabe							
1. Chemikalie							
Dosis/ha							
l oder kg/Behälter							
BI*							
2. Chemikalie							
Dosis/ha							
l oder kg/Behälter							
BI*							
3. Chemikalie							
Dosis/ha							
l oder kg/Behälter							
BI*							
Aufwandmenge							
Summe BI *							

\*BI ist der Behandlungsindex, die Anzahl von Spritzungen mit voller Aufwandmenge.

## Spritze

Düsen				
Ausstoß l/min				
Druck (bar)				

## Schlepper:

Geschwindigkeit (km/h)				
Gang/ Drehzahl				
Bereifung				

## Nützliche Formeln

Die Geschwindigkeit errechnen:

$$\frac{\text{gefährte Strecke (m)} \times 3.6}{\text{Zeit (Sekunden)}} = \text{km/h}$$

### Kalibrierformeln

#### – Düsenabstand 50 cm

1. Berechnung des benötigten Einzeldüsenausstoßes (l/min), Wasseraufwandmenge (l/ha) und Geschwindigkeit (km/h) sind bekannt:

$$\frac{\text{Geschwindigkeit (km/h)} \times \text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}}{1200} = \text{Düsenausstoß (l/min)}$$

2. Berechnung der Wasseraufwandmenge (l/ha), Einzeldüsenausstoßes (l/min) und Geschwindigkeit (km/h) sind bekannt:

$$\frac{1200 \times \text{Düsenausstoß (l/min)}}{\text{Geschwindigkeit (km/h)}} = \text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}$$

3. Berechnung der benötigten Geschwindigkeit (km/h), Einzeldüsenausstoßes (l/min) und Wasseraufwandmenge (l/ha) sind bekannt

$$\frac{1200 \times \text{Düsenausstoß (l/min)}}{\text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}} = \text{Geschwindigkeit (km/h)}$$

#### -Düsenabstand abweichend von 50 cm:

$$\frac{\text{Düsenabstand (m)} \times \text{Geschwindigkeit (km/h)} \times \text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}}{600} = \text{Düsenausstoß (l/min)}$$

### Relation zwischen Ausstoß (l/min) und Druck (bar)

$$\left( \frac{\text{Sollmenge (l/min)}}{\text{Istmenge (l/min)}} \right)^2 \times \text{Ist Druck} = \text{Neuer Druck}$$

oder

$$\sqrt{\frac{\text{neuer Druck (bar)}}{\text{gemessener Druck (bar)}}} \times \text{gemessener Ausstoß (l/min)} = \text{neuer Ausstoß (l/min)}$$



## Einfüllen von Chemikalien

1. Berechnung der benötigten Pflanzenschutzmittelmenge pro Behälterfüllung:

$$\frac{\text{Behältergröße * (l) x Dosis ( l/ha oder kg/ha)}}{\text{Wasseraufwandmenge (l/ha)}} = \text{(l/ha) oder (kg/ha) Pflanzenschutzmittel}$$

\*Falls der Behälter nicht komplett gefüllt wird muss mit der Istmenge gerechnet werden.

2. Berechnung der gesamten Pflanzenschutzmittelmenge pro Flächeneinheit

$$\text{Dosis (l/ha oder kg/ha) x Behandlungsfläche (ha) = Gesamtmenge Pflanzenschutzmittel (l oder kg)}$$

3. Berechnung der Gesamtmenge Spritzflüssigkeit (l):

$$\text{Wasseraufwandmenge (l/ha) x Behandlungsfläche (ha) = Gesamtmenge Spritzflüssigkeit (l)}$$

# Kalibriernotizen

Datum: \_\_\_\_\_

## Überprüfte Spritzparameter:

	Zielwert	Gemessen
Fahrgeschwindigkeit	km/h	km/h
Aufwandmenge	l/ha	l/ha
l/min/Düse	l/min	l/min
Düse		
Druck	bar	bar
Gang / U/min	/	/

## Fahrgeschwindigkeit

Strecke (m) x 3.6  
 \_\_\_\_\_ = km/h  
 Zeit (sec)

	m x 3.6		=		km/h
	Sec				
Gang:					
U/min:					

Sec/100 m	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
Km/h	9,0	8.6	8.2	7.8	7.5	7.2	6.9	6.7	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.5	5.3	5.1	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5

**Die passende Düse mit Hilfe der Düsenkalibrierscheibe auswählen**

**Flüssigkeitssystem auf Undichtigkeiten prüfen**

## Düsenausstoß überprüfen

- Arbeitsdruck einstellen und mindestens 2 Düsen pro Teilbreite messen.

Düse	l/min	l/min (2 Test)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
Durchsch.		

## Verschleißtest (Schnelltest)

- Eine neue Düse der gleichen Größe am Gestänge montieren
- Ausstoß bei Arbeitsdruck als Referenz messen
- Überprüfen dass kein Ausstoßwert mehr als +/- 15 % von der Referenzdüse abweicht

l/min Referenzdüse	Maximaler Ausstoß (l/min) = l/min Referenzdüse x 115%

## Kalibrierdaten

### Pflanzenschutzmittel

Aufwandmenge l/ha	Düsentyp	Geschwindigkeit km/h	Gang/U/min	Druck bar	Datum Kalibrierung	Verschleißrate	
						Schnelltest %	Komplett Test %

### Flüssigdünger

Aufwandmenge l/ha	Düsentyp	Geschwindigkeit km/h	Gang/U/min	Druck bar		Datum Kalibrierung	Verschleißrate	
				Kalibrierung	Im Feld		Schnelltest %	Komplett Test %

