

Einleitung

Dieser Bericht soll Ihnen:

- eine komplette Einleitung in luftunterstützten Pflanzenschutz geben.
- Informationen über Ergebnisse und Erfahrungen geben, die Landwirte und Forscher mit TWIN Spritzen erreicht haben.

Bei HARDI sind wir sehr stolz auf die sehr gründlichen Forschungsberichte, die wir gesammelt und verglichen haben, um den Hauptrahmen für dieses TWIN Buch zu erstellen. Genauso erkennen wir im höchsten Maße den Beitrag an, den unabhängige Forscher und Berater zu dieser Entwicklung beigetragen haben. Das TWIN SYSTEM steht nicht als einziges luftunterstütztes System dar, viele Hersteller versuchen es mit ähnlichen Varianten. Die kommerzielle Produktpalette von luftunterstützten Geräten variiert sehr weit, sowohl in Konstruktion, und Design als auch in der Leistung.

Viele Systeme werden am Markt angeboten und teilweise werden Versuchsergebnisse, welche mit TWIN erreicht wurden, auf andere Typen übertragen. Wir versichern Ihnen, daß die Auswahl an Versuchen, welche in diesem TWIN Buch aufgeführt sind, mit TWIN Geräten gemacht wurden, und wahrscheinlich ist dieses einzigartig. Das TWIN SYSTEM bleibt die einzige luftunterstützte Spritze, welche die Tropfen mit vorgewählter Geschwindigkeit und einstellbarem Winkel, gezielt steuern und genau anlagern kann. Dieses patentierte Prinzip ist Ihr Schlüssel, um Spritzleistung und Mittelwirkung zu steigern.

HARDI INTERNATIONAL A/S

November 2000

TWIN BUCH

670830-D-00/11

Inhalt

Zusammenfassung nach 10 Verkaufsjahren	1
Ökonomische Vorteile	3
1.1 Weniger ungewollte Umweltbelastungen	5
1.2 Hohe Flächenleistungen	5
1.3 Mehr Spritzstunden pro Tag.	7
1.4 Höhere Fahrgeschwindigkeiten	8
1.5 Geringere Wasseraufwandmengen.	9
1.6 Weniger Zeitverlust für Behälterfüllung	9
2. Reduzierte Chemikalienmengen / bessere Produktqualität.	9
2.1 Bessere biologische Wirksamkeit	10
2.2 Gleichmäßigere Flüssigkeitsverteilung	18
2.3 Optimales Timing	21
Anhang A	22
Anhang B	28
Anhang C	33
Hinweis 1	35
Hinweis 2	36
Quellenverzeichnis	38

Kultur verzeichnis

Getreide	Unkrautbekämpfung in Sommergerste	14
	Fungizidbehandlung in Gerste	15
	Fungizidbehandlung in Gerste	16
Baumwolle	Insektizidbehandlung	17
Ölsaaten	Abtötung von Öllein.....	18
	Bedeckung auf Vorder- und Rückseite in Sonnenblumen.....	31
Gemüse	Insektizidbehandlung	32
Erbsen	Unkrautbekämpfung gegen Quecke	13
	Fungizidbehandlung	14
Kartoffeln	Insektizidbehandlung	16
Zuckerrüben	Unkrautbekämpfung	12
	Spritzbeläge und Verteilung	21

Zusammenfassung nach 10 Verkaufsjahren

Die TWIN Geräte haben in den letzten 10 Jahren die Vorteile im Praxiseinsatz demonstriert. Die Kommentare von Anwendern aus der gesamten Welt können in drei Hauptgruppen gebündelt werden.

- 1. Bessere Ökonomie im Pflanzenschutz**
- 2. Mehr Möglichkeiten um zum richtigen Zeitpunkt zu spritzen.**
- 3. Weniger Belastung für die direkte Umwelt.**

Landwirte haben mit TWIN folgendes erreicht:

- weniger Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Vergleich zu konventionellen Geräten (- 16 % im Durchschnitt).
- 100 % höhere Flächenleistung.

Diese wirklichen Anwendervorteile resultieren aus einer Kombination von vielen Vorteilen, welche die TWIN Luftunterstützung bietet. Diese sind auch über den höchsten Standard im konventionellen Spritzen hinaus realisierbar. Die technischen Vorteile werden nun im einzelnen beschrieben.

1. Ökonomische Vorteile

ZUSAMMENFASSUNG

Eine TWIN Spritze kann die höhere Investition durch folgende Vorteile begründen:

- mindestens doppelte Einsatzzeit / weniger Überstunden
- geringere Wasseraufwandmengen und weniger Befüllzeiten
- wirkliche Pflanzenschutzmitteleinsparung
- besseres Timing / mehr Spritzstunden pro Tag
- höhere Effektivität im Feld bei jeder Spritzung
- die Forderungen von Spezialkulturen und traditionellen Kulturen können von einer Spritze abgedeckt werden.

Kalkulierte Beispiele für 75, 150 und 300 ha Betriebsgröße und 3 verschiedene Gerätegrößen zeigen, daß sich der TWIN Mehrpreis bei einer Mitteleinsparung von ca. 7% (**Tabelle 1**) rechnen kann.

Diese Daten sind sehr stark abhängig von der Betriebsart und Größe - einige Bedingungen bringen mehr Vorteile für TWIN und in anderen Fällen, besonders bei kleinen Betrieben mit traditionellen Kulturen kann sich unter normalen Bedingungen eine TWIN aus rein ökonomischen Gründen nicht rechnen.

Wenn ein Landwirt im Durchschnitt 16 % seiner Chemikalien durch TWIN einspart, können 9 % der Einsparung als Nettogewinn verrechnet werden. Weiterhin kann die Spritzarbeit in der halben Zeit erledigt werden, wie für eine konventionelle Spritze nötig wäre.

Die Berechnungen wurden mit dem PC-Programm HARDI SELECT durchgeführt, welches anhand von eingegebenen Betriebsdaten errechnet welche konventionelle oder TWIN Spritze die geringsten Kosten pro Hektar verursacht. Die Grunddaten für die oben angeführten Beispiele sind in **Hinweis 1** beschrieben. Falls Sie Interesse an einer Kalkulation für Ihre Betriebsgröße haben, beachten Sie das Formular im **Anhang C**.

Tabelle 1 zeigt wie viele Tage benötigt werden, um die 3 verschiedenen Betriebsgrößen, abhängig von der jeweiligen Spritze, zu spritzen. Es werden auch die minimal notwendige Einsparung an Chemikalien, sowie durchschnittliche Nettoeinsparung gezeigt damit sich die Investition in TWIN rechnet.

Betriebsgröße	75 ha		150 ha		300 ha	
Gerätegröße	12 m, 1000 l, Anbau		18 m, 1200 l, Anbau		24 m, 2200 l, Anhänge	
Spritzentyp	TWIN (TWIN STREAM)	Konventionell (MASTER)	TWIN (TWIN SYSTEM)	Konventionell (MEGA)	TWIN (TWIN FORCE)	Konventionell (COMMANDER LPY)
Tage die für Pflanzenschutz notwendig sind	8	19	16	39	25	59*)
Notwendige Mitteleinsparung für den Mehrpreis TWIN	5,3%		6,9%		7,3%	
Netto Mitteleinsparung durch TWIN **	10,7%		9,1%		8,7%	

*) 59 Spritztage ist selten realistisch, deshalb kann es sinnvoll sein die TWIN mit einer größeren konventionellen Spritze mit größerem Behälter und/oder größerer Arbeitsbreite zu vergleichen

**) Anwender Umfragen zeigen, daß die durchschnittliche Mitteleinsparung mit TWIN bei 16 % im Vergleich zu konventioneller Technik liegt.

Andere Gründe ein TWIN zu kaufen

Es gibt große Unterschiede wie viel Wichtigkeit Landwirte der Mitteleinsparung zumessen. Landwirte mit intensiven Viehbetrieben zum Beispiel haben traditionell Problem die Spritzarbeit zur richtigen Zeit durchzuführen, oder Gemüse- und Kartoffelanbauer, für sie ist Timing extrem wichtig.

Beide Gruppe sehen den größten Vorteil der TWIN Spritze in der hohen Flächenleistung und der geringen Windanfälligkeit, die bessere biologische Wirkung kommt erst an zweiter Stelle.

In den Niederlanden unterstützt das Agrarministerium die Investition in luftunterstützte Spritztechnik mit 20 % des Verkaufspreises und der Möglichkeit einer 100 prozentigen Abschreibung im ersten Jahr.

1.1. Weniger ungewollte Umweltbelastungen

Höhere Flächenleistungen und weniger Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit erlauben es zur richtigen Zeit zu spritzen, wenn die Krankheit, auch mit geringen Aufwandmengen, noch sehr gut zu bekämpfen ist. Weniger Abdrift und weniger Chemikalieneinsatz reduziert das Potential an negativen Effekten für die Umwelt und die Anwendersicherheit. Es gibt weniger Austragungen von Chemikalien in abwindseitig gelegene Oberflächengewässer, oder in benachbarte Kulturen.

Ebenso kann die Bodenkontamination reduziert werden (**Abb.19**) - die gesteigerte Anlagerung auf der Pflanze führt zu weniger Verlusten auf den Boden.

1.2. Höhere Flächenleistung

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund von mehr Spritzstunden pro Tag, geringeren Wassermengen und geringeren Füllzeiten hat eine TWIN Spritze die doppelte Einsatzleistung in ha/Saison wie eine vergleichbare konventionelle Spritze (**Tabelle 2**). Dieses bedeutet, daß eine TWIN Spritze auf größerer Betriebsfläche eingesetzt werden kann oder daß eine TWIN Spritze auf großen Betrieben die Arbeit von 2 konventionellen Spritzen schaffen kann.

Wenn man in Betracht zieht, daß die neu entwickelten TWIN FORCE Geräte eine höhere Fahrgeschwindigkeit ermöglichen, ohne dabei die Abdrift zu erhöhen, und die Geschwindigkeit von 7 auf 15 km/h erhöht werden kann, verdreifacht sich die Flächenleistung im Vergleich zu einer konventionellen Spritze mit gleicher Größe.

Mehr Spritzstunden/Tag

Höhere Fahrgeschwindigkeit



Höhere Flächenleistung

Geringere Wasseraufwandmengen

Weniger Zeitverlust durch Befüllung

Flächenleistung - Beispiele

In **Tabelle 2** ist ersichtlich wie viele ha/h mit 5 verschiedenen Modellen gespritzt werden können, unter den unter der Tabelle angegebenen Bedingungen.

Tabelle 2. Flächenleistungen ha/h und ha/Saison - bei 7 km/h bzw. 15 km/h. Genauso maximale Betriebsgröße (definierte Bedingungen) für 5 verschiedene Spritzenmodelle.

Fahrgeschwindigkeit	Leistung ha/h*		ha/Saison		Betriebsgröße	
	7 km/h	15 km/h	7 km/h	15 km/h	7 km/h	15 km/h
MA 1000 I/12 m HYB	5,2	-	707		177 ha	
CM 2800 I/24 m OLH	9	-	1224		306 ha	
MA 1000 I/12 m HAL**	5,9	-	1729		432 ha	
CM 2200 I/18 m HAY**	8,3	13,7	2432	(4014)	608 ha	(1004 ha)
CM 2800 I/24 m HAZ**	10,2	16,2	3018	(4788)	755 ha	(1187 ha)

** HAL, HAY, HAZ sind luftunterstützte TWIN Spritzen.

* Leistung enthält Befüllung, Straßentransport, Klappen des Gestänges.

Bedingungen: Transportgeschwindigkeit Hof - Feld 16 km/h

Füllstrecke: 1,5 km

Fülleistung: 200 l/min

Wasseraufwandmenge: Konventionell 200 l/ha, TWIN 100 l/ha

Umrüstzeit im Feld (Düsenreinigung usw.): 1 min/ha

Wenn die Anzahl der Spritzstunden pro Saison, in denen Spritzen möglich und sinnvoll ist (**Hinweis 2**) mit der Leistung (ha/h) der einzelnen Geräte multipliziert wird, erhält man die mögliche Flächenleistung pro Saison. Die maximale Betriebsgröße wird errechnet in dem die maximale Saisonleistung durch die durchschnittliche Anzahl an Behandlung pro Hektar teilt. Die Betriebsgröße 2 basiert auf Beispielswerten aus Nordeuropa (**Hinweis 1**).

Abbildung 1 zeigt die theoretische Leistung von 5 verschiedenen Spritzen pro Saison als Grafik.

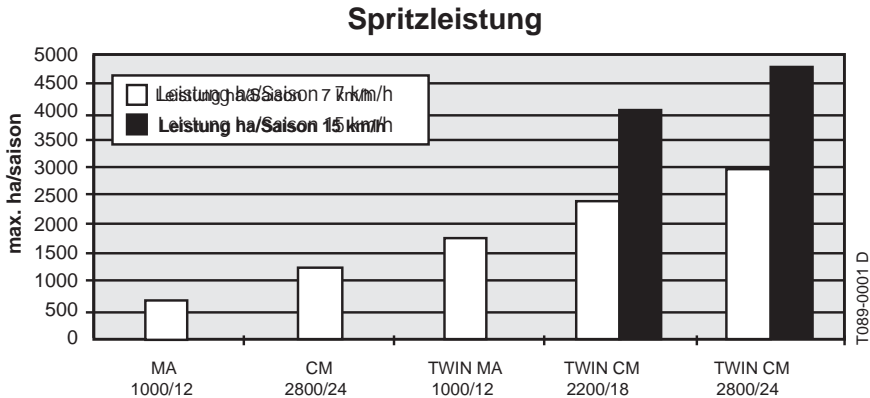


Abb. 1. Theoretische Leistung ha/Saison. Die Abbildung macht deutlich, daß die Spritzarbeit mit TWIN selten durch Wind gestoppt wird und weiterhin die höhere Leistung durch die geringere Wassermenge mit TWIN. Der Effekt höherer Fahrgeschwindigkeit wird durch separate Balken aufgezeigt.

1.3. Mehr Spritzstunden pro Tag

Die Abdrift konventioneller Geräte kann so hoch sein, daß der Anwender gezwungen ist die Arbeit einzustellen wenn die Windgeschwindigkeit höher als 3-4 m/s ist.

Die TWIN reduziert die Abdrift, und die Verluste, selbst bei höheren Windgeschwindigkeiten von 8 bis 9 km/h, sind die Werte geringer als bei konventionellen Geräten bei sicheren Windgeschwindigkeiten (**Abb.2**). Unter den meisten Bedingungen erhält der Landwirt durch die TWIN doppelt so viele Stunden, um eine effektive Spritzarbeit durchzuführen wie mit einer konventionellen Spritze.

T089-0002 D

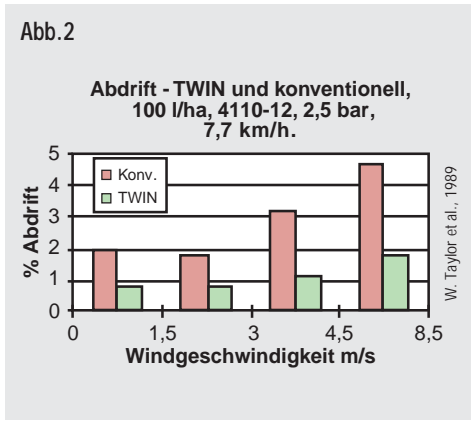


Abb.2. Die Vorteile der Luftunterstützung liegt darin die Abdrift über einen große Bereich mit verschiedenen Windgeschwindigkeiten zu kontrollieren. Auch bei hohen Windgeschwindigkeiten von 8,5 m/s ist die Luftabdrift der TWIN Spritze genauso niedrig wie bei konventionell unter optimalen Bedingungen (1,5 m/s). Die Versuche wurden über blankem Boden/ kurzem Gras durchgeführt.

1.4. Höhere Fahrgeschwindigkeit

Höhere Fahrgeschwindigkeiten sind ebenfalls möglich mit der TWIN. Unter normalen konventionellen Bedingungen, bedeutet eine höhere Fahrgeschwindigkeit als der traditionelle Bereich von 5 bis 8 km/h, einen Anstieg der Abdrift. Die TWIN FORCE ist speziell konstruiert, um eine effektive Kontrolle der Tropfen zu gewährleisten, dieses geschieht mit Hilfe des Luftvorhangprinzips, bei Fahrgeschwindigkeiten welche für andere Konstruktionen undenkbar sind.

1.5. Reduzierte Wasseraufwandmengen

Die hervorragende Driftkontrolle ermöglicht es die Wasseraufwandmengen zu reduzieren. Mit der TWIN werden kleinere Wassermengen durch den Einsatz kleinerer Tropfen kompensiert. Generell kann die Aufwandmenge gegenüber konventionell halbiert werden.

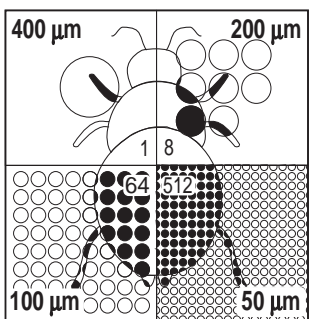


Abb.3. Jedes Quadrat zeigt die gleiche Wassermenge, aber zerstäubt in verschiedene Tropfengrößen. Je kleiner die Tropfen - desto besser ist die Bedeckung. Die Aufwandmenge kann signifikant reduziert werden - generell um 50 % der konventionellen Menge, teilweise mehr, weil kleine Tröpfchen viel effektiver in der Bedeckung sind - und mit der TWIN Luftunterstützung sicher genutzt werden können.

Im Kapitel „Verbesserte biologische Wirkung“ werden die speziellen Vorteile der feintropfigen Zerstäubung näher behandelt.

1.6. Weniger Zeitverlust für Behälterfüllung

Zusätzliche Fahrten und Behälterfüllungen sind zeitaufwendig. Geringere Wasseraufwandmengen und weniger Befüllungen, sparen Zeit, Energie und Geld. Bei konventionellen Spritzen wird nicht selten 25 % der gesamten Spritzzeit mit Straßentransport verbracht - mit TWIN kann die Anzahl der Stunden auf der Straßen normalerweise halbiert werden.

2. Reduzierte Chemikalienmengen / bessere Produktqualität

Zwei Anforderungen welche beide erfüllt sein müssen, um erfolgreich mit reduzierten Mittelmengen spritzen zu können:

- Zur richtigen Zeit spritzen
- Einsatz einer Spritztechnik, welche eine gleichmäßige Verteilung, hohe Anlagerung und eine bessere Bedeckung auf der Zielfläche garantiert.

Verbesserte biologische Wirksamkeit der Chemikalien sorgt für viele Möglichkeiten geringere Mittelmengen einzusetzen. Die exakte Dosis die der einzelne Anwender reduzieren kann hängt vom professionellen Wissen über Kultur, Wetterbedingungen und Krankheit ab, genauso wie von ökonomischen und politischen Aspekten.

Eine internationale Umfrage unter TWIN Anwendern zeigt eine Chemikalienreduzierung durch TWIN von 16 % im Durchschnitt, verglichen mit dem angenommenen Einsatz eines konventionellen Gerätes.

Die Spanne reicht dabei von 0 bis 50 % Mitteleinsparung.

Im einen extrem wünschen sich die Landwirte nur zum optimalen Zeitpunkt zu spritzen und haben kein Interesse an einer Reduzierung der Chemikalienmenge. Diese Gruppe baut Kulturen mit hohem Geldwert an und fordern die höchste Zuverlässigkeit im Krankheitsmanagement.

Das andere Extrem eine 50 %ige Reduzierung wird normalerweise von Betrieben eingesetzt, die Wissen und Erfahrung im Einsatz reduzierter Dosis haben, es wird dann eine gewisse Schadschwelle akzeptiert - diese Strategie bedeutet teilweise eine zusätzliche Spritzung.

2.1. Verbesserte biologische Wirksamkeit

Zusammenfassung

Biologische Versuche werden normalerweise unter optimalen Bedingungen für konventionelles Spritzen durchgeführt. Dieses ist gute Feldversuchs- und Entwicklungspraxis und wurde bei den folgenden Versuchen angewandt. Die Testparzellen sind normal klein und können in einer kurzen Zeitspanne behandelt werden. Nichtsdestotrotz, auch die beste Wirkung unter optimalen Bedingungen kann durch TWIN noch gesteigert werden. Es hat sich gezeigt, daß die Wirkung durch TWIN mit geringen Aufwandmengen oftmals genauso gut war wie konventionell mit voller Aufwandmenge.

Pflanzenschutz sollte idealerweise unter günstigsten Wetterbedingungen stattfinden, z.B. Windgeschwindigkeit unter 3 m/s, Kulturen mit mittlerer Höhe und alle Zielfläche geöffnet. Unter diesen Bedingung kann eine konventionelle Spritze eine sehr gute Arbeit machen, vorausgesetzt der richtige Zeitpunkt, in Relation zum Entwicklungsstadium der Krankheit oder des Unkrautes, wird eingehalten. In Wirklichkeit sind solche idealen Spritzbedingungen selten.

Die TWIN Spritze zeigt ihre Stärke unter einer oder mehrerer der folgenden Bedingungen:

- windig
- Kulturen oder Vegetation sind hoch und/oder dicht
- die Zielfläche für die Spritzung sind nicht frei zugänglich.

Ein Rückblick auf mehr als 100 Unkrautversuche zeigt, daß der Grad der Zerstäubung mit welcher die Spritzung stattfindet ein Hauptfaktor ist. Diese Resultate sind in **Tabelle 3 und 4** aufgezeigt.

Tabelle 3. *Der biologische Effekt durch Verringerung der Tropfengröße bei der Ausbringung von Blattherbiziden.*

Tropfengröße		% der Versuche in denen die Wirkung kleiner Tropfen			Anzahl Versuche
µm (micron)	Düse	besser	gleich	schlechter war	
< 150	4110-10	79	21	0	(24)
150-250	4110-14	71	20	8	(49)
250-350	4110-20	72	2	7	(46)
>350	4110-36	65	25	10	(40)
Gesamt		71	22	7	(159)

M. Knoche, 1994

In ungefähr 70% dieser 159 Versuche, führte die Verringerung der Tropfengröße zu einer besseren Unkrautkontrolle.

Table 4. Der Effekt durch Verringerung der Tropfengröße mit systemischen und Kontaktherbiziden

Wirkungsweise des Herbizides	Ergebnisse mit kleineren Tropfengrößen (% der Versuch)			Anzahl Versuche
	besser	gleich	schlechter war	
Kontakt	58	19	23	(26)
Systemisch	76	24	0	(38)
Gesamt	69	22	9	(64)

M. Knoche, 1991

Entgegen der herkömmlichen Meinung werden beim Einsatz systemischen Herbiziden (**Table 4**); bessere Ergebnisse durch eine Verringerung der Tropfengröße und der daraus resultierenden besseren Bedeckung erzielt. Kontaktherbizide haben eine bessere Wirkung in 58% der Versuche, aber überraschender Weise ist eine schlechtere Wirkung in 23 % der Versuche auch möglich.

In den folgenden Beispielen zeigen die Ergebnisse daß die Applikation mit TWIN zu einer besseren biologischen Leistung führt als bei einer konventionelle Spritze. In diesen vorsichtig durchgeführten Versuchen, wurde nur eine Variable verändert, der Einsatz der TWIN Luftunterstützung alle anderen Faktoren waren konstant.

Der TWIN Einsatz führte zusammenfassend zu einer höheren Anlagerung und einer besseren Verteilung der Spritzflüssigkeit, wie schon beschrieben, und daraus resultierte eine bessere biologische Wirkung.

UNKRAUTBEKÄMPFUNG - Beispiele

Abbildung 4 und 5 zeigt eine bessere biologische Wirksamkeit bei der Unkrautbekämpfung durch TWIN im Vergleich mit konventioneller Technik. Die Spritzung mit TWIN, mit halber und normaler Dosierung, ist genauso effektiv wie konventionelles Spritzen mit voller Menge. Größere Tropfen von Low-Drift Düsen sind schlechter als konventionelle feintropfige Ausbringung.

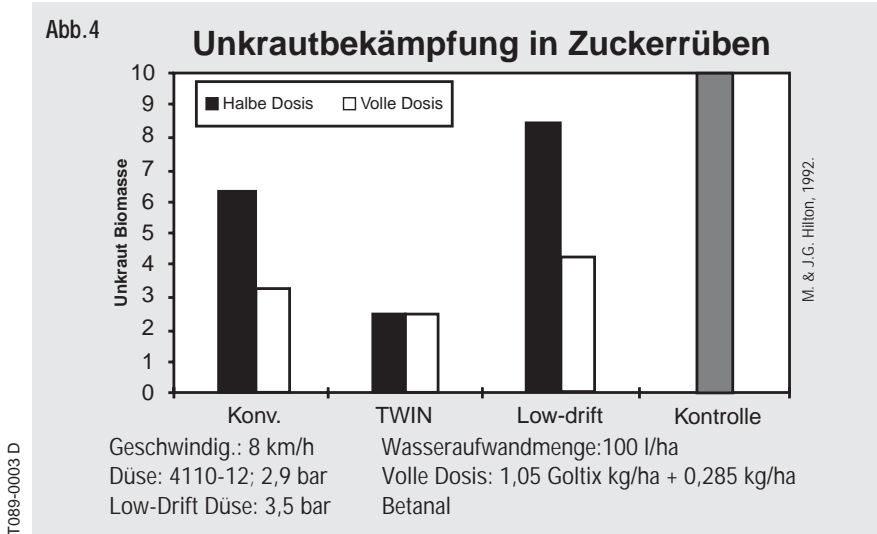
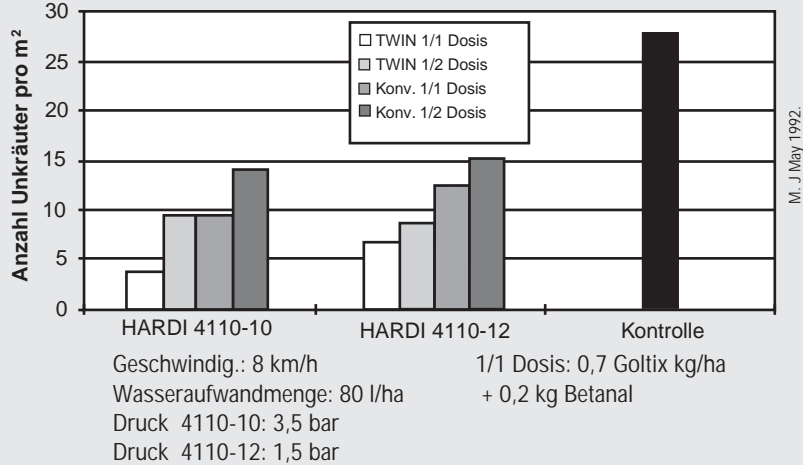


Abb.4. Die Unkraut Biomasse wurde auf einer Skala von 0-10 bewertet, wobei 0 100 % Abtötung und 10 kein Effekt bedeutet. Bei konventionell und Low-Drift Düse war die volle Aufwandmenge effektiver als die halbe Dosis - TWIN erreicht auch mit der halben Mittelmenge eine gute Wirkung.

Abb.5

Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben

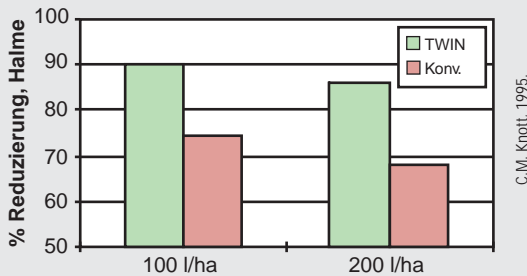


T089-0004 D

Abb.5. Luftunterstütztes Spritzen mit voller Aufwandmenge bringt die beste Wirkung. TWIN mit halber Menge ist genauso wirksam wie konventionelle Technik bei voller Mittelmenge.

Abb. 6

Queckenbekämpfung in Erbsen 1/2 Dosis = Cycloxidim (Focus Ultra) 225g Ai/ha + Actipron



T089-0005 D

Abb.6. Bekämpfung von Quecke - ein langlebiges Grasunkraut mit rhizomerer Vermehrung. Luftunterstützung brachte eine gute Bekämpfung dieses Problemunkrautes sowohl bei 100 als auch bei 200 l/ha. Diese Ergebnisse wurden mit der empfohlenen Aufwandmenge erzielt und zeigen eine Tendenz zu einer besseren biologischen Wirkung bei geringeren Wasseraufwandmengen.

Ein Unkrautversuch in Sommergerste zeigt, daß die volle Aufwandmenge eines Sulfonylharnstoffes - bei 200 l/ha und konventioneller Ausbringung - die erwartete gute Wirkung gegen Vogelmiere und bringt. Ein Teil dieses Effektes geht durch Reduzierung der Dosis auf 1/3, sowohl bei 100 bzw. 200 l/ha, verloren. Nur mit TWIN wird die volle Wirkung auch bei 1/3 Dosis erreicht auch bei 100 l/ha Wasseraufwandmenge. (**Abb.7 und 8**).

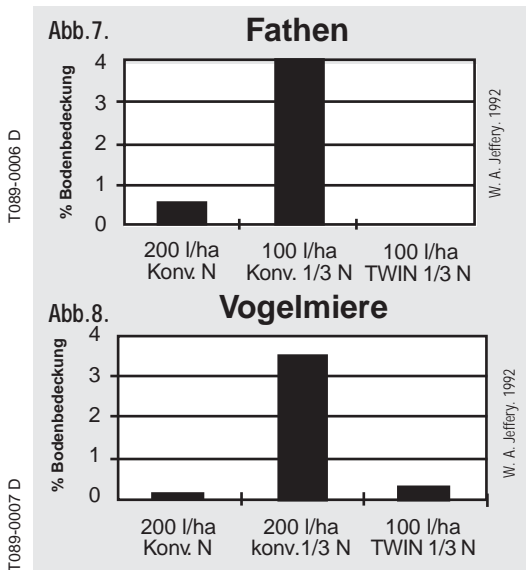
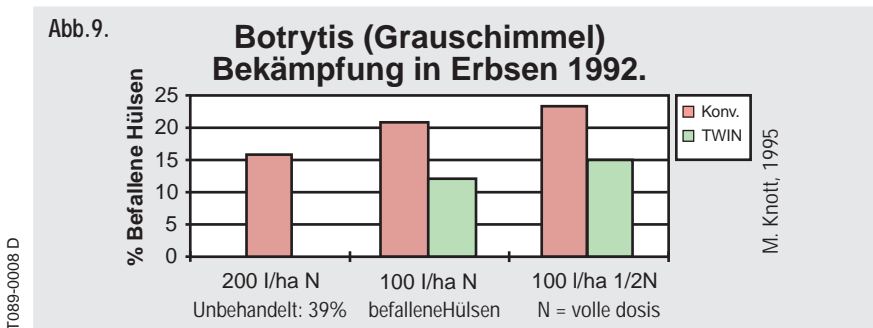


Abb.7. zeigt, daß 100 l/ha und 1/3 der normalen Mittelmenge eines Sulfonylharnstoffes mit Luftunterstützung ausgebracht eine volle Wirkung bringen.

Abb.8. zeigt, daß 1/3 der normalen Mittelmenge eines Sulfonylharnstoffes ausgebracht in 100 l/ha Wasser mit Luftunterstützung genauso wirksam ist wie eine konventionelle Spritze mit 200 l/ha und voller Dosis.

Fungizidbehandlung - Beispiele

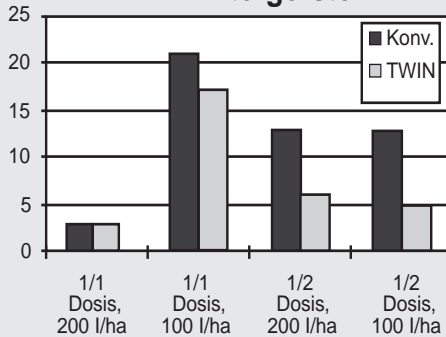
Abb.9. In einem Versuch zur Bekämpfung von Grauschimmel in Erbsen, wurde das beste Ergebnis mit TWIN Luftunterstützung erzielt. Der Einsatz der halben Mittelmenge und 100 l/ha waren genauso gut wie konventionelles Spritzen mit voller Menge und 200 l/ha.



Die Ergebnisse von zwei Fungizidbehandlungen in Wintergerste wurden in % der befallenen Blattfläche gemessen. Die biologische Wirkung war am höchsten mit voller Aufwandmenge und 200 l/ha mit beiden Spritztechniken. In allen anderen Behandlungen hatte TWIN bessere Ergebnisse als die vergleichbaren konventionellen Spritzungen (**Abb.10**). Ein vergleichbarer Versuch wurde zwei Jahre später durchgeführt, aber hier wurde der Effekt in Erntemenge anstelle von % befallener Blattfläche gemessen (**Abb.11**).

Abb. 10.

Fungizidspritzung in Wintergerste



Amt für Land und Wasserwirtschaft Kiel, 1990

Geschwindigkeit: 6,0 km/h

Windgeschwind.: 1 - 2 m/s

100 l/ha:Düse 4110-12 Druck 1,2 bar (empfohlener Druck min. 1.5 bar)

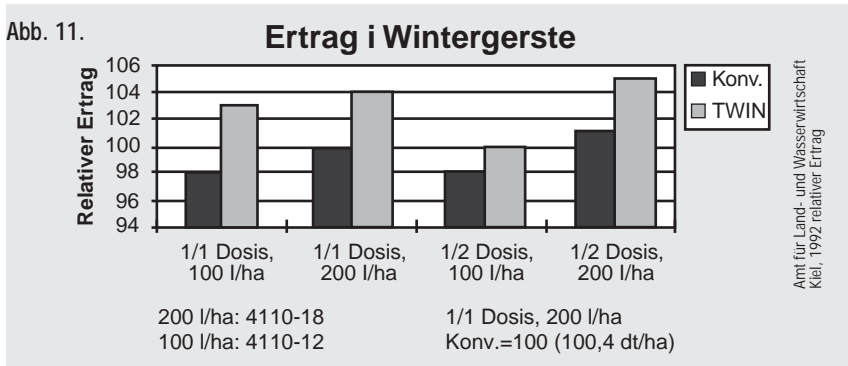
200 l/ha: Düse 4110-18 Druck 1,7 bar

N= Sportak 1,5 l/ha (EC32) und Folicur 1,0 l/ha (EC 49)

T089-0009 D

Abb. 10. Ein klarer Trend das TWIN Luftunterstützung eine Hilfe ist, um gute Wirkungen bei reduzierten Aufwandmengen zu erreichen.

Abb. 11.



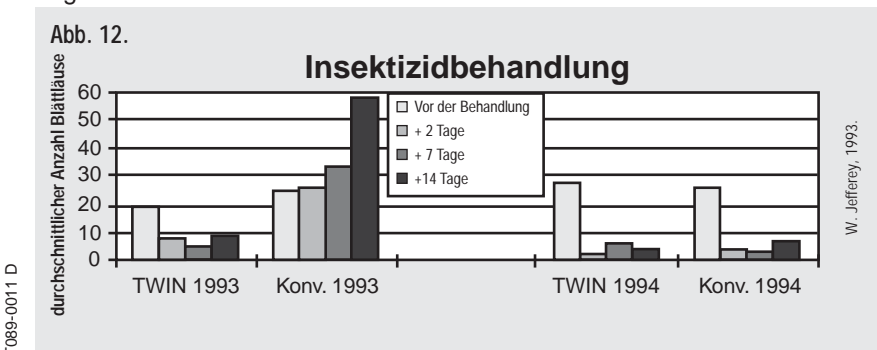
T089-0010 D

Abb.11. Die Kornerträge waren höher mit größeren Wasseraufwandmengen. Zusammenfassend ist festzustellen, daß ein klarer Trend für TWIN vorhanden ist, um höchste Erträge zu erreichen.

Insektizidbehandlung - Beispiele

Unter einigen Bedingungen kann geringer Insektenbefall durch konventionelle Technik ausreichend bekämpft werden. Bei hohem Befallsdruck, mit vielen Schädlingen, wie in diesem Beispiel, können diese sowohl auf der Ober-, als auch auf der Unterseite von Kartoffelblättern sitzen, der Einsatz der TWIN zeigt auch hier große Vorteile (**Abbildung 12**). Die schnellere Stoppwirkung, welche besonders bei virusübertragenden Blattläusen notwendig ist, läßt sich durch die gleichmäßigere Belagsverteilung der TWIN begründen.

Abb. 12.

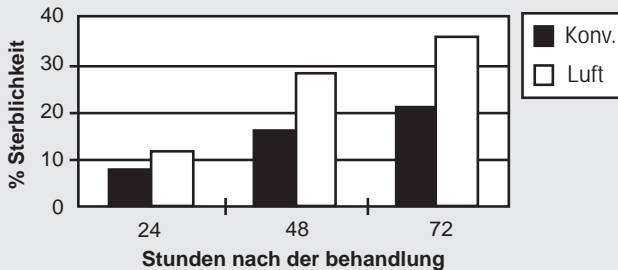


T089-0011 D

Abb.12. Bei Blattlausbekämpfung in Kartoffeln, in zweijährigem Versuch, zeigen sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren. In 1994 erreichten sowohl TWIN, als auch konventionell eine sehr gute Kontrolle der Blattläuse. Aber 1993 waren die Lebensbedingungen für die Blattläuse besser und hier brachte nur die TWIN einen guten Erfolg.

Die Ergebnisse von Insektizidmaßnahmen in Baumwolle verdeutlichen, daß Luftunterstützung die Wirkung bei zwei mit konventioneller Technik schwierig zu bekämpfenden Baumwollschädlingen signifikant steigern kann. (Abb. 13 und Abb. 14).

Abb. 13. **Prozentuelle Sterblichkeit von Samentrüsselkäfern auf Baumwollpflanzen nach der Bekämpfung mit Malathion**



Düse: HARDI 4110-08
 Druck: 3,1 bar
 Geschwindigkeit: 8,1 km/h

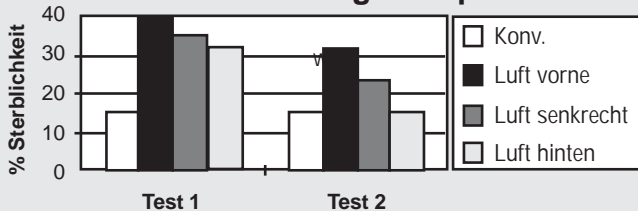
Wasseraufwandmenge: 46,5 l/ha
 Mittel: Malathion 1,1 kg/ha

Mulrooney J.E. & Skjoldager L., 1997

T089-0012 D

Abb.13. Sterblichkeit von Samentrüsselkäfern

Abb. 14. **Prozentuelle Sterblichkeit von der Unterseite von Baumwollblättern nach der Behandlung mit Spod-X LC**



Düse: HARDI 4110-10
 Druck: 3,5 bar
 Geschwindigkeit: 6,5 km/h

Wasseraufwandmenge: 93 l/ha
 Mittel: Spod-XL-C: 247 ml/ha

Mulrooney J.E. & Skjoldager L., 1997

T089-0013 D

Fig. 14. Sterblichkeit von Rauben

Abtötung - Beispiele

Bei der Abtötung vieler Kulturen zur Vereinfachung der Ernte, wie bei Öllein bedarf es normalerweise hoher Wasseraufwandmengen, um eine brauchbare Blatt- und Stengelbenetzung mit Kontaktherbiziden in allen Blattstagen zu erreichen. TWIN brachte die schnellste und beste Abtötung unabhängig von der Wasseraufwandmenge. Bei konventioneller Technik zeigt sich, daß auch geringe Wassermengen genauso effektiv sein können wie große Mengen, welche aufgrund der Abdrift auf Nachbarkulturen empfohlen werden, aber eine schlechte Stengelbenetzung bringen.

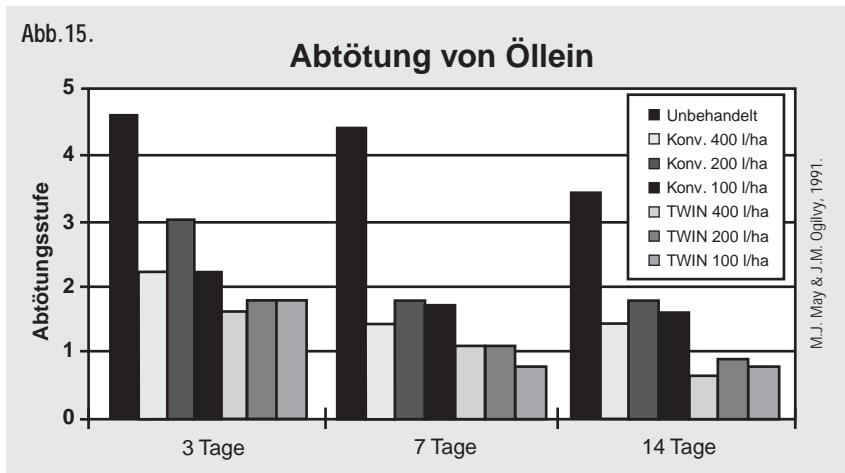


Abb. 15. Abtötung von Öllein

2.2. Gleichmäßigere Flüssigkeitsverteilung

ZUSAMMENFASSUNG

TWIN erreicht eine gleichmäßigere Verteilung der Spritzbrühe im Behandlungsbereich unter dem Gestänge. Unkräuter die hinter Erdklumpen oder auf der Lee Seite von Dämmen verborgen sind werden auch erfaßt. Hiermit wird eine weitere wichtige Voraussetzung für erfolgreichen Einsatz von reduzierten Chemikalienmengen erreicht.

Viele verschiedene Düsen sind über die Jahre am TWIN System getestet worden. Die 110° Flachstrahldüse zeigt die unübertroffene Gleichmäßigkeit in der Spritzverteilung bei allen Gestängehöhen und in einem Druckbereich von 1,5 bis 5 bar.

Die TWIN Luftunterstützung garantiert eine gleichmäßige Verteilung über allen Zielflächen auch unter windigen Verhältnissen. (Abb. 16).

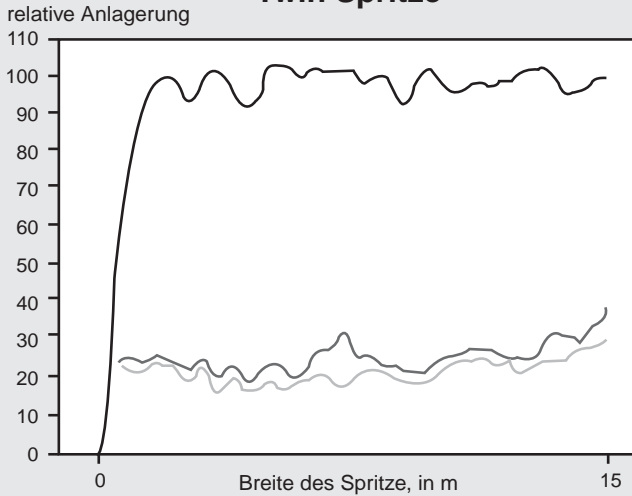
Abb.16.

Verteilung in Weizen - TWIN und konventionell

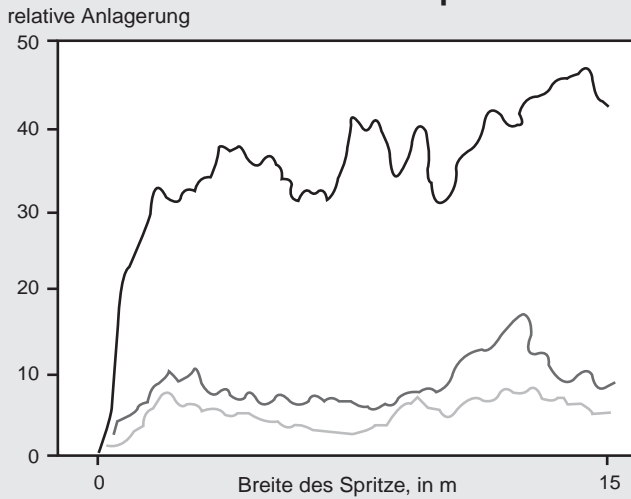
Die drei Kurven repräsentieren drei Höhen im Bestand
(oben, Mitte und unten)

Wassermenge: 200 l/ha

Twin Spritze



Konventionelle Spritze



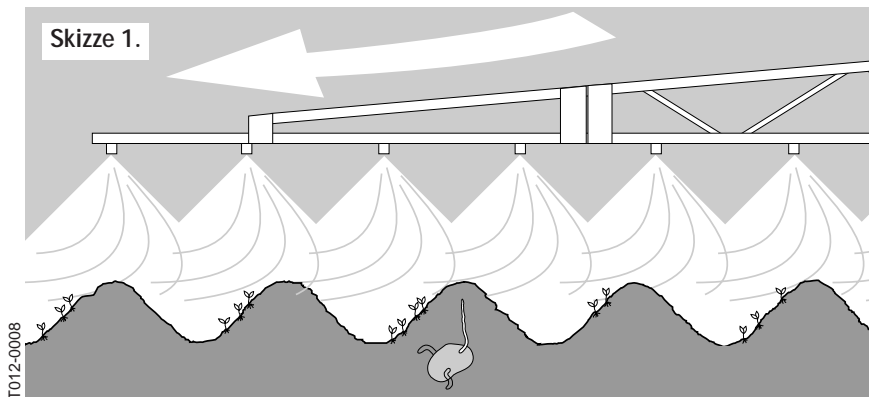
V. Hofman, 1991.

T89-0015 D

Unkrautbekämpfung in Kartoffeln

Seitenwind führt beim Spritzen in Kartoffeln zu einer schlechten Anlagerung auf der Lee Seite der Kartoffeldämme (**Skizze 1**).

Konventionelle Geräte müssen deshalb unter günstigen Witterungsbedingungen arbeiten, damit diese Schattenbereiche mit unzufriedener Herbizidanlagerung vermieden werden.

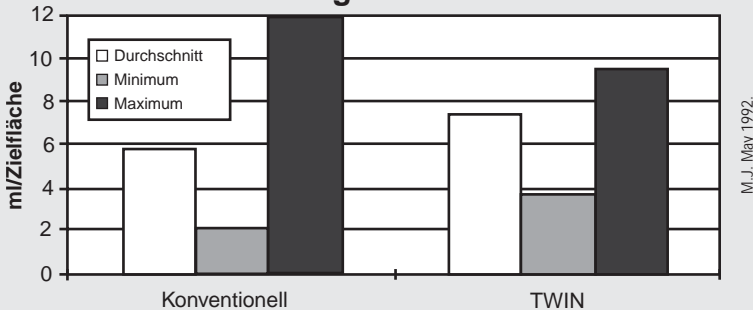


Skizze 1: Der Dammeffekt führt dazu, daß Unkräutern auf der Lee Seite nicht vom Herbizid getroffen werden, wenn konventionell unter windigen Bedingungen gearbeitet werden muß.

Kartoffelanbauer die eine TWIN einsetzen berichten, daß der Dammeffekt bei Luftunterstützung nicht auftritt. Die Tropfen halten die Flugbahn bei und werden nicht vom Wind beeinflusst, dieses führt zu Kontaktwirkung unabhängig von der Position der Unkräuter. Das Ergebnis ist eine besserer Erfolg der Herbizidspritzung ohne Problemstreifen entlang der Dämme.

Abb. 17.

Spritzmittel Anlagerung und Verteilung in Zuckerrüben



M.J., May 1992.

T089-0016 D

Abb. 17. Im Morley Forschungscenter in England wurden unabhängige Messungen der Spritzbeläge in Zuckerrüben durchgeführt.

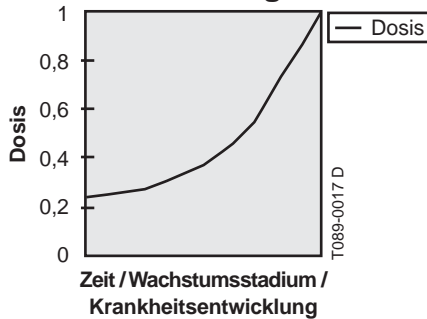
Die total angelagerte Spritzflüssigkeit auf einem simulierten Ungras war mit TWIN um 20 % besser als bei konventioneller Technik, dieses lässt sich durch geringere Abdrift und weniger Verluste auf den Boden begründen. Aber interessanter ist der Unterschiede zwischen geringster und höchster Anlagerung, dieser wird durch TWIN reduziert, die Variabilität ist geringer. Die minimale Menge ist besonders kritisch zu betrachten, da sie als Grad für die mögliche Mittelreduzierung anzusehen ist. Die bessere Verteilung die durch TWIN erreicht wird lässt sich auf die geringere Windanfälligkeit, besonders beim Einsatz feiner Tropfen und kleiner Zielflächen, begründen. Höhere Anlagerung und geringere Variation sind wichtige Bedingungen für einen erfolgreichen Pflanzenschutz.

2.3. Optimales Timing

Flächenleistungen, Dosierung und Effekt

Der wichtigste Faktor beim Spritzen ist das Wetter. Kann man jetzt spritzen, wenn alle anderen Bedingungen dieses fordern? Hier bringt die hohe Flächenleistung der TWIN den großen Vorteil mehr Fläche zum optimalen Zeitpunkt (mit reduzierten Mittelmengen) zu spritzen, und als positive Nebenwirkung, bringt das bessere Timing die Möglichkeit die höchste Effektivität der Pflanzenschutzmittel auszunutzen. Als Beispiel aus der Praxis ist die Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben oder Kartoffeln zu nennen, hier stehen ca. 2 Tage zur Verfügung, um das Unkraut im Keimblattstadium mit geringsten Mittelmengen sicher zu bekämpfen.

Theoretisch Relation zwischen Timing und Dosierung



Prinzipielle Skizze

Z.B. bei Unkrautspritzung in Zuckerrüben oder Kartoffeln wird generell eine Spanne von ca. 2 Tagen akzeptiert, um das Unkraut im Keimblattstadium mit der geringsten Menge sicher zu bekämpfen.

Die Windunabhängigkeit, welche die Freiheit bietet zum optimalen Zeitpunkt zu spritzen - und somit die besten Ergebnisse mit dem geringsten Einsatz zu erreichen - in Kombination mit den weiteren TWIN Vorteilen einer besseren, gleichmäßigeren Anlagerungen - sind der Schlüssel zu gesteigerter Zuverlässigkeit und besserer biologischen Wirkung.

Anhang A

Effektive Abdriftkontrolle

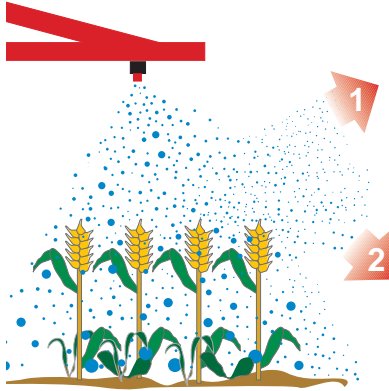
ZUSAMMENFASSUNG

Wirkungsvoll Abdriftkontrolle, aufgrund der einzigartigen Kombination von Luftunterstützung und Winkelverstellung der Düsen/Lufteinheit, ermöglicht dem TWIN System sowohl hohe Flächenleistung, als auch minimalen Bedarf an Pflanzenschutzmitteln.

Die schwierigste Spritzbedingung für eine Abdriftreduzierung - dieses gilt für alle Spritztechniken - ist das Arbeiten über blankem Boden oder in niedrigen Kulturen bei Seitenwind. Deshalb werden die meisten Abdriftversuche unter diesen ungünstigsten Bedingungen durchgeführt. Trotz dieser Einschränkung ist es mit TWIN möglich, die Abdrift, auch in frühen Wachstumsstadien, um 50% oder mehr zu reduzieren (**Abb.2**). Beim Einsatz in späten Wachstumsstadien ist TWIN in der Lage die Probleme der Windabdrift nahezu zu eliminieren. Die Unabhängigkeit von Windbehinderungen erlaubt es der TWIN Technik eine höhere Flächenleistung zu erreichen, daß bezieht sich auf Hektar pro Tag. Zur gleichen Zeit kann dieser gewaltige Vorteil erreicht werden bei einem höheren Bedeckungsgrad auf der Zielfläche, welchen die feinere Zerstäubung ermöglicht.

Sowohl Windabdrift, als auch Flächenleistung sind für Anwender wichtige Faktoren. Dabei stehen diese beiden Faktoren sehr oft in direktem Zusammenhang, denn Wind ist der limitierende Faktor für eine hohe Flächenleistung.

Skizze 2



1. Luftabdrift
2. Sedimentationsabdrift

Es gibt zwei Hauptkomponenten die zur Windabdrift beitragen, die Luftabdrift und die Sedimentationsabdrift (Niederschlag) (**Skizze 2**). Die Luftabdrift ist verantwortlich für Luftverschmutzung und kann empfindliche Pflanzen auf weit entfernt liegenden Feldern schädigen. Die Sedimentationsabdrift entsteht aus Tropfen, welche normalerweise im Abstand von 0 bis 20 m, mit dem Wind, neben dem Gestänge niederschlagen. Dieser Effekt bedeutet ein potientielles Risiko für die Nachbarkultur und gefährdet offene Gewässer wie Gräben und Flüsse. Es ist nachgewiesen, daß TWIN beide Abdriftarten signifikant reduziert (**Abb. 18-19**).

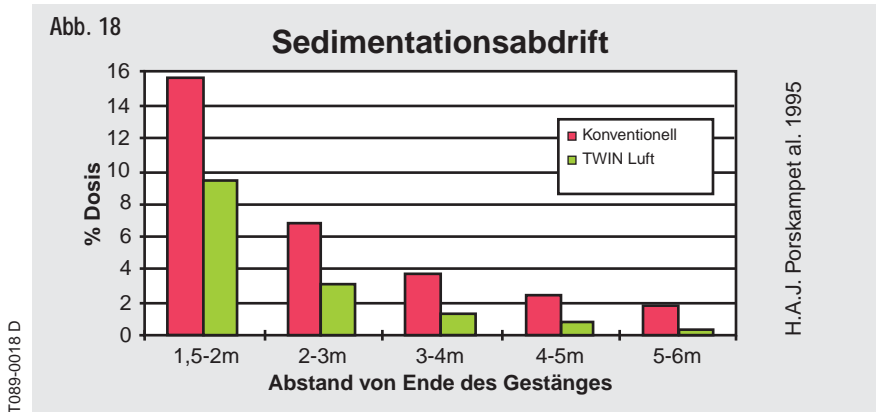


Abb. 18. Mittelmengenausstrag durch Wind neben der behandelten Fläche. TWIN hat die Austragung im Vergleich zu konventionellem Spritzen halbiert. Beide Systeme arbeiteten feintropfig mit 150 l/ha.

Für uns ist es von großem Interesse darauf hinzuweisen, daß luftunterstützte Spritzen in den Niederlanden aufgrund der Reduzierung der Sedimentationsabdrift subventioniert werden. Diese Hilfen sind die Konsequenz aus dem staatlich unterstützten Ziel, Landwirte zu ermutigen umweltfreundlichere Spritztechnik zu kaufen. Basierend auf den gleichen Ergebnissen dürfen holländische Landwirte die unbehandelte Fläche entlang von Wassergräben beim Einsatz von TWIN reduzieren - diese Möglichkeit haben Anwender mit konventionellen Spritzen nicht.

Neueste Versuche des dänischen Instituts für Unkraut- und Bodenfor-
schung zeigen nachweisbare Reduzierungen bei Luftabdrift und
Sedimentationsabdrift (**Abb. 19a und 19b**).

In **Abb.19a** ist zu sehen, daß der Einsatz der TWIN Luftunterstützung mit einer kleinen 4110-10 Düse die Abdrift, im Vergleich zur identischen Düse ohne Luft und auch zur größeren 4110-14 Düse, erheblich reduziert. Das Kyndestoff Luftsystem war nicht in der Lage die Abdrift zu reduzieren - im Gegenteil das Driftniveau ist höher als ohne Luftunterstützung. Mit dem Danfoil (pneumatische Düse) ist die Abdrift auf dem gleichen niedrigen Niveau wie beim TWIN, und dieses ist beträchtlich besser als bei vorangegangenen Versuchen mit Danfoil erreicht wurde. Bei diesen Daten sollte beachtet werden, daß die Lufteinstellung der Geräte aufgrund der Empfehlung der Hersteller durchgeführt wurden. Die neuen Empfehlungen schließen eine großtropfigere Zerstäubung mit weniger Windanfälligkeit ein. Aber zur gleichen Zeit ist es eine Einstellung bei der die Wirkung, z.B. bei der Unkrautbekämpfung, nicht untersucht wurde.

Reduzierung der Abdrift beim Spritzen auf blankem Boden

Es gibt mehrere luftunterstützte Spritzsysteme welche in der Lage sind die Abdrift zu reduzieren, wenn eine Kultur mit ausreichend Blattmasse behandelt wird. In dieser Situation, welche immer die einfachste ist um die Drift zu kontrollieren, wird die Luft im Pflanzenbestand durch die Gebläseluft ersetzt. Die Auffangrate der Tropfen wird immer größer sein, als dies beim Spritzen in frühen Stadien, aufgrund der fehlenden Blattmasse, der Fall ist.

Unglücklicherweise finden viele Spritzungen statt, bevor die Kultur den Boden bedeckt, und unter diesen üblichen Spritzbedingungen ist nur eine luftunterstützte Spritze in der Lage ein wirkliche Reduzierung der Luft- und Sedimentationsabdrift nachzuweisen. Es ist reichlich bewiesen, auch bei fein- und sehr feintropfiger Zerstäubung auf blankem Boden - die größte Herausforderung zur Abdriftreduzierung - daß TWIN eine 50 % Reduzierung der Luftabdrift erreicht. (**Abb.2, 18, 19**). Dieser Vorteil steigert sich auf mehr als 90 % Reduzierung über entwickelten Beständen.

Intensität der Luftabdrift

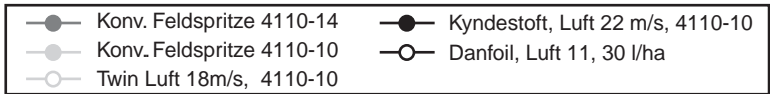


Abb. 19a

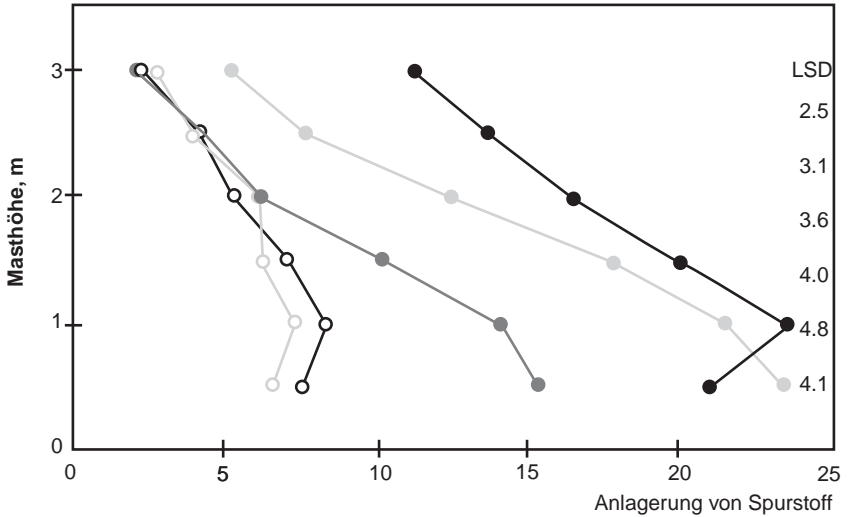
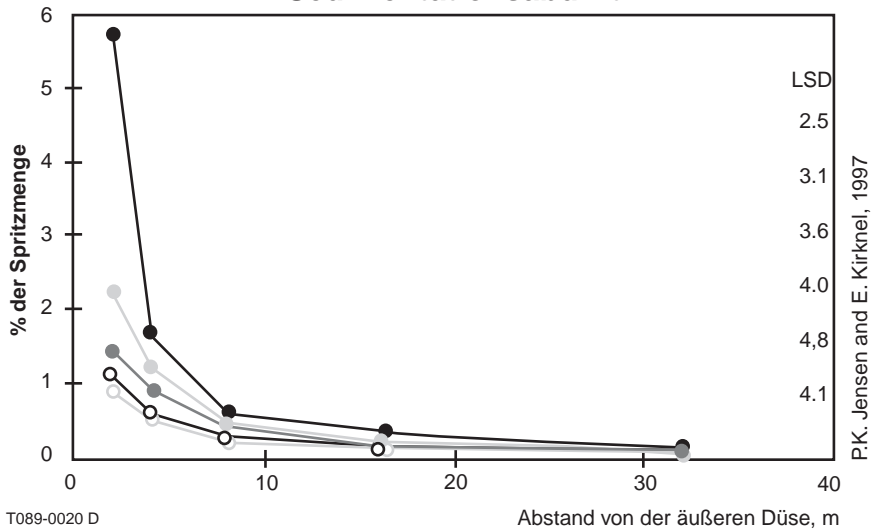


Abb. 19b

Sedimentationsabdrift



T089-0020 D

Abstand von der äußeren Düse, m

P.K. Jensen and E. Kirknel, 1997

Abb. 19a und 19b. Abdrift von verschiedenen Spritzen mit empfohlener Einstellung. Gemessen in verschiedenen Höhen an einem Masten in 5 m Abstand zur Spritzfläche (**19a**) und auf senkrechten Gegenständen in größeren Abständen zur Spritzfläche (**19b**).

Tabelle 5. Die Abdriftreduzierung ist in Kulturen mit großen starren Blättern schwieriger als in einer filternden Kulturen wie Getreide, aber auch in Kopfsalat und Rosenkohl kann eine beträchtliche Abdriftreduzierung erreicht werden. Reduzierung der Luftabdrift durch TWIN im Vergleich zu konventioneller Spritztechnik. Gespritzt mit sehr feintropfiger Zerstäubung (z.B. 4110-10 Düse)

	Frühes Wachstumsstadium, (blanker Boden/ niedrige Kultur)	Spätes Wachstumsstadium
allgemein	50 - 70 % Reduzierung	
Getreide		90-98 % Reduzierung
Bohnen		84 %
Erbsen		83 %
Rosenkohl		76 %
Salat		68 %

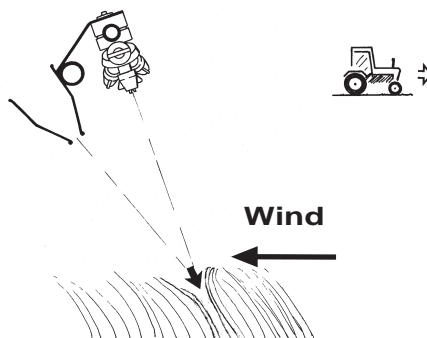
HARDI International 1988-93

Kompensation der Windrichtung

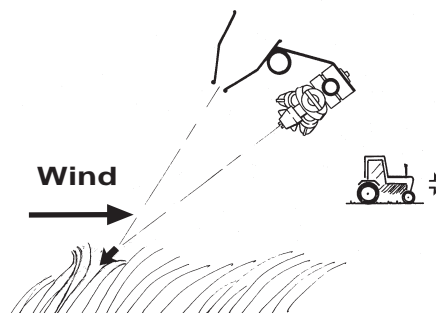
TWIN ist das einzige luftunterstützte System welches es ermöglicht den Winkel von Luftvorhang zusammen mit dem Spritznebel der Düsen zu verstellen. Dadurch ist es möglich die Windrichtung zu kompensieren.

Winkelverstellung der Düsen/Lufteinheit bringt den vollen Vorteil der Luftunterstützung:

Wenn der Wind von vorne gegen die Fahrrichtung kommt, wird der Winkel nach vorne gestellt.



Kommt der Wind von hinten wird der Winkel der Düsen/Lufteinheit nach hinten gestellt.



Winkelverstellung der Düsen/Lufteinheit - einzigartig bei TWIN

Um soviel Energie wie möglich auf die Tropfen zu übertragen, trifft die Luft erst 30 cm unterhalb des Gestänges auf das Spritzbild - dort haben die 110° Flachstrahldüsen bereits eine ausreichende Überlappung erreicht - ein einzigartiges System, welches zu einer sehr gleichmäßigen Verteilung der ausgebrachten Flüssigkeit unter dem Gestänge führt. Dieses synchrone System der Winkelverstellung ist extra konstruiert worden, um die kritischen Wechselwirkungen zwischen Luft und Flüssigkeit besonders bei der Winkelverstellung auszuschließen. Deshalb bilden Düsen- und Luftauslaß eine feste Einheit in optimaler Position, dieses vereinfacht die Bedienung.

Anhang B

Verbesserte Anlagerung auf der Zielfläche und gleichmäßigere Bedeckung

ZUSAMMENFASSUNG

TWIN liefert, nachweislich, eine höhere Anlagerung an senkrechten und waagerechten Zielflächen der Kultur oder dem Unkraut mit einer gleichmäßigeren Bedeckung auf der gesamten Pflanze, von der Spitze bis zum Boden. Die Vorteile führen, wie schon vorher erwähnt, zu einer Reduzierung der Chemikalienmenge und erhöhen deren Zuverlässigkeit im Feld.

Das TWIN System ermöglicht es dem Anwender alle Vorteile der feintropfigen Ausbringung auszunutzen ohne die Nachteile die normalerweise den Einsatz einschränken. Eine feine Zerstäubung kann zu einer höheren Anlagerung und einer gleichmäßigeren Bedeckung der Pflanzenoberfläche führen. Der Einsatz feiner Tropfen mit konventioneller Spritze führt zu Schwierigkeiten, die Abdrift ist inakzeptabel hoch, die Verteilung unter dem Gestänge ist ungleichmäßig und die Bestandesdurchdringung ist geringer.

Das TWIN System mit der präzisen Kombination aus Flachstrahldüsen und Luftkanal ist nicht so Windempfindlich und bietet eine optimale Verteilung der Spritzflüssigkeit. Der mit Tropfen gefüllte Luftvorhang steigert die Bestandesdurchdringung erheblich. Verteilungstests in verschiedenen Kulturen und Hochgeschwindigkeitsfilme zeigen, daß der Luftstrom den Bestand öffnet und eine bessere Durchdringung ergibt, gleichzeitig werden die Bodenverluste gegenüber Konventionell reduziert. Die Reduzierung der Bodenverluste ist das Ergebnis der Luftumlenkung über dem Boden, die Tropfen folgen der Bodenoberfläche und werden auf naheliegenden Pflanzen angelagert.

Hochgeschwindigkeitsfilme geben ein klares Bild davon, wie die gleichmäßigere Anlagerung auf der Blattober- und Blattunterseite erreicht wird, es ist eine Kombination aus abruptem Richtungswechsel der Luft im Bestand und der Blattbewegung in der dichten Spritzwolke, welche sicherstellt daß alle Oberflächen gleichmäßig benetzt werden. Durch Veränderung der Luftgeschwindigkeit und der Winkeleinstellung ist es möglich die Anlagerung der Spritzflüssigkeit vom oberen Bereich in den unteren Bereich der Kultur zu verlagern. Auf diese Weise kann eine gleichmäßigere Verteilung der Chemikalien auf die gesamte Pflanze erreicht werden.

Die Fähigkeit feintropfige Spritzbrühe gezielt anzulagern und gleichmäßig zu verteilen - wann und wo sie benötigt wird - ermöglicht es dem Anwender, in den meisten Fällen, die Aufwandmenge um 50 %, im Vergleich zu Konventionell, zu reduzieren.

Wenn man die Beläge auf Getreidepflanzen betrachtet (**Abb.20**) zeigt sich, daß die Luftunterstützung die Beläge entscheidet verbessert und gleichzeitig die Bodenverluste zurückgehen. Es wurde auch überprüft wie die Beläge in verschiedenen Blattetagen durch die Winkelverstellung der Düsen/ Lufteinheit beeinflusst werden können, falls Windgeschwindigkeit und Windrichtung dieses erlauben, z.B. kann der Belag auf der Ähre durch den Winkel nach vorne gesteigert werden (**Abb.20**).

Abb.20

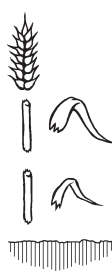
	Winkel rückwärts		Winkel vorwärts
Ähre	- 1 %		+ 46 %
Fahnenblatt	+ 43 %		+ 61%
Stengel oben	+ 11 %		+ 31 %
unteres Blatt und Stengel	+ 101 %		+ 14%
Boden	- 41 %		- 66 %

Abb.20. Prozentuelle Änderung der Beläge durch TWIN STREAM bei 125 l/ha Ausbringungsmenge im Vergleich mit Konventionell.

Wenn sich der Zielbereich nur auf einen speziellen Bereich der Pflanze beschränkt, ist es meist sinnvoll verschiedene Einstellungen der Düsen/ Lufteinheit mit Hilfe von wassersensitivem Papier, in der identischen Position wie der Zielfläche, auszuprobieren.

Laborversuche unterstützen die Ergebnisse aus **Abb. 20**, diese sind in **Abb. 21** aufgezeigt.

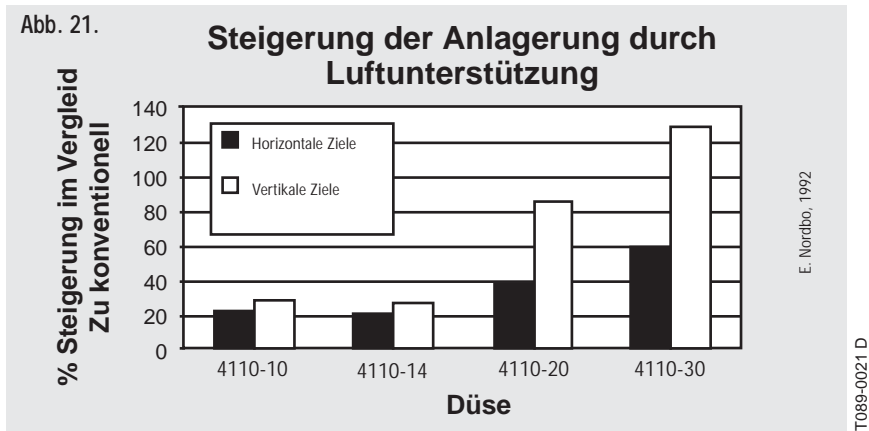


Abb.21. Laborversuche zeigen die Steigerung der Beläge auf künstlichen, waagerechten Zielflächen. Die horizontalen Ziele simulieren zweikeimblättrige Unkräuter oder Kulturen, die senkrechten einkeimblättrige Unkräuter oder Stengel und Ähren von Pflanzen. Bei allen relevanten Düsengrößen wird eine um mindestens 20 % bessere Anlagerung erreicht.

Ein Test mit Spurstoff in Sonnenblumen hat gezeigt, daß bei allen überprüften Aufwandmengen eine gleichmäßigere und im gesamten höhere Anlagerung auf den unteren Stengelteilen erreicht wird (**Abb. 22**). Der Zweck dieses Versuches war die Simulation einer Sklerotiniabehandlung.

Abb. 22.

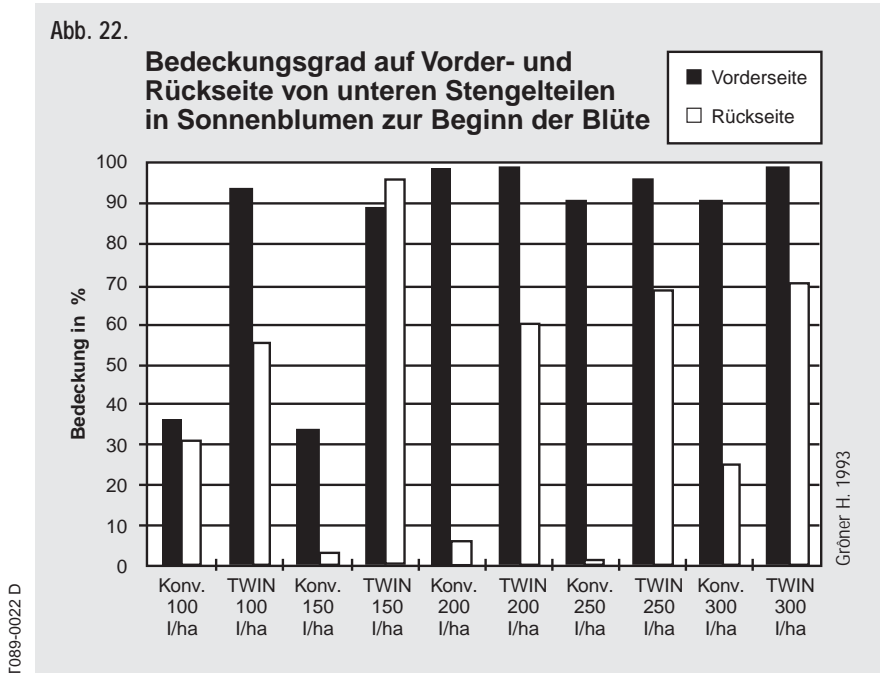
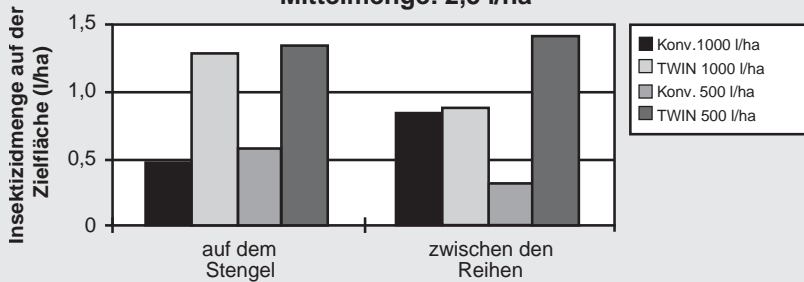


Abb.22. 100, 150, 200, 300 und 400 l/ha alle mit und ohne Luftunterstützung in Sonnenblumen.

Spezielle Anforderungen, wie bei Bodenherbiziden, können eine hohe Anlagerung auf dem Boden bei vorhandener Blattdecke verlangen. Große Wasseraufwandmengen und größere Tropfen mit voller Luftunterstützung haben gezeigt daß sie besonders effektiv sind, um diese Stellen zu erreichen - eine Möglichkeit welche bei konventioneller Technik nicht gegeben ist (**Abb. 23**). Diese Versuche wurden in England in Zusammenarbeit von einem der größten europäischen Gemüseanbauer und HARDI INTERNATIONAL erstellt. Nachdem WH Knights Ltd. für ein Jahr mit TWIN Luftunterstützung gespritzt hatte, kaufte das Unternehmen 4 weitere TWIN Geräte für alle ihre Pflanzenschutzarbeiten in Kohl, Pastinak, Möhren und alle anderen Gemüsearten.

Abb. 23.

**Behandlung gegen die Möhrenfloh in Pastinak
Anlagerung von Insektizid auf der Zielfläche
Mittelmenge: 2,5 l/ha**



T089-0023 D

Abb.23. Anlagerungsversuch in Pastinak zeigt wie viel der gespritzten Menge (2,5 l/ha) des Insektizides - Hostathion - auf den Zielflächen, wo es die beste Wirkung gegen den Möhrenfloh erreicht, angelagert wurde. Es wurden 4 verschiedene Einstellungen getestet. Die Standardaufwandmenge mit konventioneller Technik ist 1000 l/ha, mit TWIN wurde die angelagerte Menge verdoppelt. Die Anlagerung mit TWIN und 500 l/ha war höher als konventionell bei 1000 l/ha.

Anhang C

HARDI SELECT

Optimieren Sie die Wirtschaftlichkeit der Spritze mit HARDI SELECT

Das PC-Programm HARDI SELECT wurde entwickelt, um Pflanzenschutzkosten individuell für einzelne Betriebe zu ermitteln und somit dem Anwender eine Hilfe bei der Auswahl der neuen Spritze zu geben. Die vom Programm gewählte ökonomisch günstigste Spritze muß dann mit den speziellen Bedürfnissen des Betriebes verglichen werden.

Falls Sie eine Kalkulation für Ihren Betrieb wünschen, das beiliegende Blatt ausfüllen und an die HARDI Vertriebsgesellschaft schicken.

Name:

Adresse:

Tel.:

Fax:

Händler:

Betriebsgröße	ha	Durchschn. Behandlungzahl pro Jahr	
Durchschnittliche Schlaglänge	m	Chemikalienkosten pro Jahr	DM
Geschwindigkeit Feld	km/h	Füllleistung	<i>l/min</i>
Geschwind. Straße	km/h	Durchschn. Abstand zur Füllstation	km
Anzahl Spritztage pro Jahr	Tage/Jahr	Fahrgassen	m
Konv. Spritze durchschn. Wassermenge Spritzstunden pro Tage	 l/ha Stunden	TWIN Spritze durchschn. Wassermenge je ha Spritzstunden pro Tag Reduzierung Chemikalien durch TWIN	 l/ha Stunden %

Finanzdaten

Abschreibung in Jahr	Jahre	Lohn für Fahrer	DM/h
Abschreibung in %	%	Schlepper incl. Kraftstoff und Wartung	DM/h
Verzinsung in %	%		

**Berechnungen sollen für folgende Möglichkeiten angestellt werden
(bitte eine oder mehrere ankreuzen)**

<input type="checkbox"/>	TWIN	<input type="checkbox"/>	Anbauspritze	<input type="checkbox"/>	nur EC-Armatur
<input type="checkbox"/>	Konventionell	<input type="checkbox"/>	Anhängespritze	<input type="checkbox"/>	nur hydraulisch
<input type="checkbox"/>	Selbstfahrer	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

**Berechnungen sollen für folgende Gestängebreite gemacht werden
(bitte eine oder mehrere ankreuzen)**

<input type="checkbox"/>	10 m	<input type="checkbox"/>	15 m	<input type="checkbox"/>	18 m	<input type="checkbox"/>	21 m	<input type="checkbox"/>	27 m
<input type="checkbox"/>	12 m	<input type="checkbox"/>	16 m	<input type="checkbox"/>	20 m	<input type="checkbox"/>	24 m	<input type="checkbox"/>	28 m

Frontbehälter vorhanden Liter

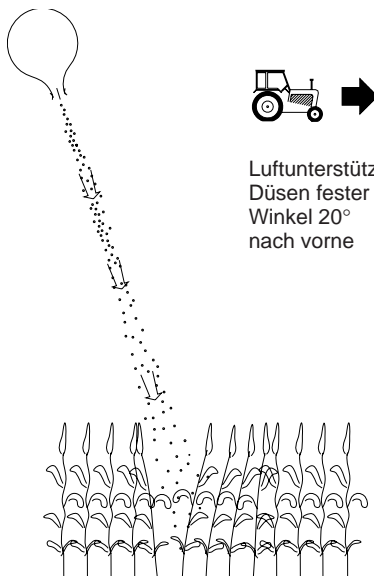
Frontbehälter gewünscht Liter

*Feldplan (nur notwendig wenn die Durchschnittswerte nicht vorher genannt wurden).

Kultur	Fläche ha	Anzahl Behandlungen	Wasser l/ha

APHANG D

Luftunterstützte Düse



Prinzip

Eine pneumatische Spritze: Die Tropfenbildung hängt von der Luftunterstützung ab.

Je höher die Luftgeschwindigkeit/ -menge je kleiner die Tropfen. Die Zerstäubungsqualität bei mittlerer bis hoher Luftgeschwindigkeit ist vergleichbar mit mittlerer oder kleinster bei Flachstrahldüsen.

Durchdrängung/ Abdriftkontrolle/

Arbeitet gut in gut entwickelten Kulturen.

Auf blankem Boden oder bei geringer Pflanzenhöhe ist der Anwender gezwungen mit wenig Luft zu arbeiten, dieses führt zu sehr großen Tropfen und einer schlechten Bedeckung, besonders bei den sehr geringen Wassermengen (30-60 l/ha) welche mit diesen Geräten möglich sind, oder er akzeptiert die höhere Abdrift und die schlechtere Verteilung. Es ist nicht möglich den Winkel des Gestänges zu verstellen und somit auf die Windrichtung zu reagieren.

Dokumentation

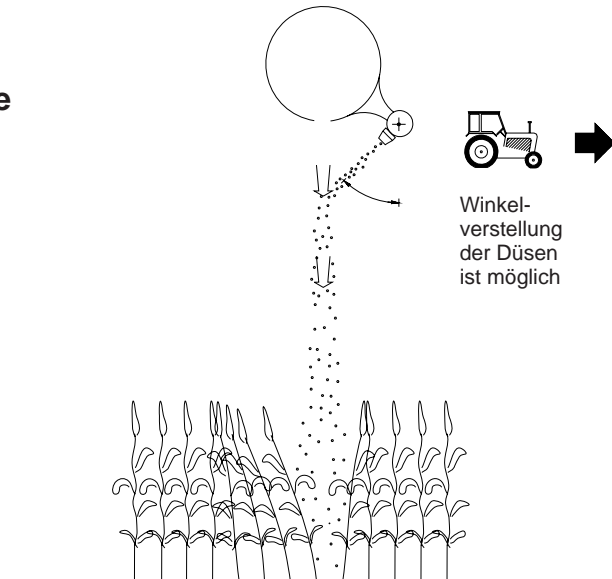
Eine geringe Anzahl von unabhängigen Versuchen. Keine Ergebnisse über die biologische Wirkung bei der Einstellung „wenig Luft - große Tropfen“ welche benutzt wird um Abdrift zu reduzieren.

Die maximale Luftmenge ist relativ niedrig im Vergleich zu luftunterstützten Spritzen, 420 m³/m Gestänge/h.

Kommentar

Konventioneller Einsatz (Flüssigdünger) ist nicht möglich.

Ärmel Gestänge (AIR plus)



Prinzip

Ein gelochter Luftsack entlang des Gestänges bläst die Luft durch 4 cm große Löcher (mit Abstand 4 cm) senkrecht nach unten. Ungefähr 10 cm unterhalb trifft die Luft auf die Flüssigkeit welche durch Hohlkegeldüsen mit 25 cm Düsenabstand produziert werden. Die Flüssigkeitsverteilung von Hohlkegeldüsen ist sehr stark abhängig vom Spritzdruck und nur in einem sehr engen Bereich optimal.

Durchdrängung/ Abdriftkontrolle

Arbeitet gut in gut entwickelten Kulturen. Aufgrund der fehlenden Winkelverstellung von Düsen und Luft besteht eine geringere Möglichkeit gezielter Anlagerung und Abdriftreduzierung über niedriger Vegetation. Wenn mit geringen Wassermengen gearbeitet werden soll hat der Anwender eine sehr feine Zerstäubung, da am Gestänge doppelt soviel Düsen wie konventionell arbeiten.

Dokumentation

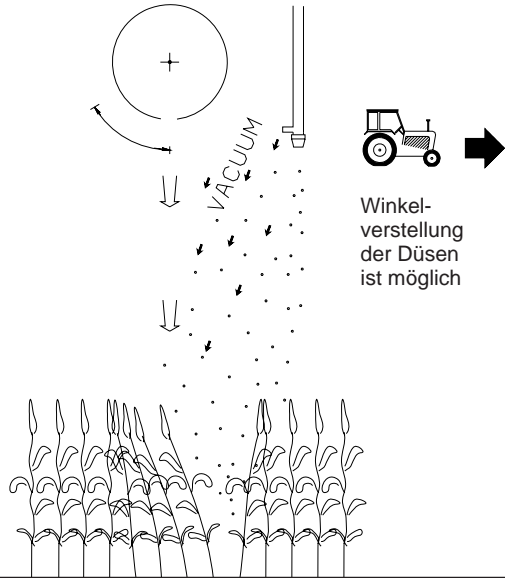
Eine geringe Anzahl von unabhängigen Versuchen.

Diese Gestängeform wurde ursprünglich für den Einsatz in Baumwolle entwickelt, daher die notwendige Luftmenge von 2500 bis 2800 m³/m Gestänge/h.

Kommentar

Die Konstruktion läßt den Einsatz großer Tropfen und 50 cm Düsenabstand nur bedingt zu. Tropfen gehen durch den Luftkanal hindurch und die Verteilungsqualität läßt nach. Die Gebläse haben einen großen Kraftbedarf.

Vakuumpsystem



Prinzip

Ein indirekte Methode Luftunterstützung zu nutzen. Luftsack wie beim Ärmelgestänge (s.o.) Die Luft dient nicht dazu die Tropfen zu transportieren, sondern um ein Vakuum hinter den Düsen zu erzeugen. Die Düsen spritzen senkrecht nach unten. Es ist möglich den Luftaustritt senkrecht nach unten oder nach hinten zu winkeln. Eine Verstellung nach vorne, um auf Gegenwind zu reagieren oder schneller zu fahren, ist nicht möglich.

Durchdringung/ Abdriftkontrolle

Wenn eine Kultur vorhanden ist die Luft fängt, kann mit dieser Variante eine verbesserte Durchdringung und geringe Drift erreicht werden. Auf blankem Boden oder bei geringer Bewuchs zeigen Versuche, daß die Abdrift zunimmt.

Dokumentation

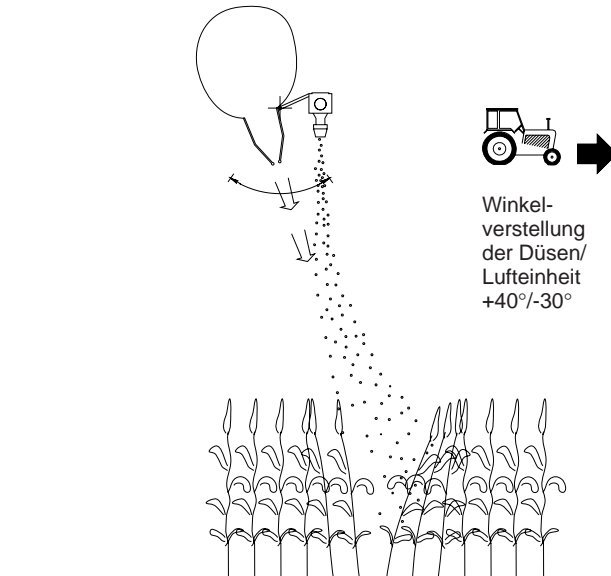
Dänische und schwedische Versuch zu Abdriftsteigerung und Reduzierung. Keine biologischen Versuchsergebnisse.

Maximal 2000 m³/m Gestänge/h, abhängig von der Gestängebreite.

Kommentar

Das Vakuumpsystem wird als Bausatz für konventionelle Gestänge angeboten - ein zusätzliches Gewicht von 75 - 95 kg auf einem konventionellen Pendel, welches nicht dafür konstruiert wurde, kann zu Problemen mit der Gestängestabilität führen.

TWIN SYSTEM



Prinzip

Die einzige luftunterstützte Spritze mit der patentierten Möglichkeit Düsen und Luft gleichzeitig im Winkel zu verstellen und somit auf unterschiedliche Windrichtungen und höhere Fahrgeschwindigkeit zu reagieren, ohne einen negativen Einfluß auf die Querverteilung zu haben. Die Tropfengröße kann unabhängig von Luftgeschwindigkeit und Wassermenge gewählt werden.

Durchdrängung/ Abdriftkontrolle

Abdriftversuche wurden unter einer Vielzahl von Bedingungen in verschiedenen Kulturen zeigen ein großes Driftreduzierungs-potential. Durchdringungstests in dichten Kulturen wie Kartoffeln zeigen eine erhöhte Anlage-tief in der Kultur und auf den Blattunterseiten.

Dokumentation

Durchdringung, Anlagerung und biologische Wirksamkeit wurden in vielen Versuchen, in vielen Länder und in unterschiedlichsten Kulturen durchgeführt und haben die Effektivität des System belegt. 1500 m³/ m Gestänge/h bei STREAM und SYSTEM sowie 2000 m³/ m Gestänge/h bei FORCE.

Kommentar

Aufgrund der guten Abdriftreduzierung über blankem Boden, bei geringem Bewuchs und dichten Kulturen haben TWIN Spritzen eine sehr hohe Flächenleistung.

Hinweis 1

Daten für die Ergebnisse aus Tabelle 1.

Betriebsdaten

Kultur	% Fläche	Chemikalienkosten	Anzahl Behandlungen
Weizen	50 %	140 DM/ha	4
Braugerste	20 %	80 DM/ha	3
Zuckerrüben	20 %	485 DM/ha	5
Erbsen	10 %	130 DM/ha	4
Durchschnitt		198,5 DM/ha	4

Zinsansatz 9 %, jährliche Abschreibung 10 %, Lohnkosten 25 DM/h,
Schlepperkosten 40 DM/h

	durchschnittliche Spritzenstunden	Aufwandmenge	Geschwindigkeit
Konventionell	3 Stunden/Tag	180 l/ha	7 km/h
TWIN	6 Stunden/Tag	90 l/ha	7 km/h

Grundforderungen an die Spritzgeräte

75 ha	12 m hydraulisch klappbar
150 ha	18 m hydraulisch klappbar, elektrische EC-Armatur
300 ha	24 m hydraulisch klappbar, EC-Armatur, Anhängespritze

Hinweis 2

(Daten für die Ergebnisse aus Tabelle 2)

Wie viele Spritzstunden stehen während der Saison zur Verfügung?

Es ist optimal wenn die Wetterdaten der nächsten Wetterstation z.B. aus den letzten 5 Jahren vorliegen. In Tabelle 6 ist der Landesdurchschnitt von 10 dänischen Stationen von 1989 bis 1991 aufgeführt. Es sind nur die wichtigsten Spritzmonate enthalten.

Windgeschwindigkeit	April	Mai	Juni	Gesamt
max. 4 m/s	34	138	198	371
max. 8 m/s	114	298	349	761

Staatliche Forschungsanstalt für Pflanzenbau, Abt. für Landwirtschaftsmeteorologie

Tabelle 6. Durchschnittliche Anzahl möglicher Spritzstunden*. Quelle: Statens Planteavlfsorsøg, Afd. for Jordbrugsmeteorologi.

*Bedingungen: Minimum 3 hintereinander folgende Stunden mit folgenden Werten: Temperatur höher als 1°C, mit Anstieg auf mehr als 10°C während des Tages. Kein Frost in der folgenden Nacht, weniger als 0,1 mm Regen pro Stunde und weniger als 2 mm Regen in den 3 Stunden vor und 6 Stunden nach der Behandlung, relative Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 95 %.

Behandlung sollte stattfinden zwischen 4 Uhr und 20 Uhr.

In der Praxis können nicht alle Perioden mit günstigen Witterungsbedingungen genutzt werden. Die letzte Spritzung kann gerade erst durchgeführt worden sein oder ein Pflanzenschutz ist nicht notwendig. Es ist sehr problematisch festzulegen wie viele der möglichen Stunden auch als Spritzstunden relevant sind. Wie die Anzahl von guten Spritzstunden von Jahr zu Jahr anders ist, so kann auch der Spritzbedarf variieren. Weiterhin können Spritzaufgaben in verschiedenen Kulturen zur gleichen Zeit anfallen, dieses führt auch zu einem Anstieg der benötigten Spritzleistungsfähigkeit.

Wie viele Spritzstunden stehen zur Verfügung wenn die Spritzarbeit rechtzeitig ausgeführt werden muß?

Im folgenden wird davon ausgegangen, daß es in April und Mai notwendig ist in 50% der möglichen Zeit zu spritzen.

In Juni ist es nur in 33 % der Zeit notwendig.

Unter diesen Bedingungen zeigt **Tabelle 7** auf, daß mit einer konventionellen Spritze, mit der über 4 m/s Windgeschwindigkeit nicht gespritzt werden sollte, 138 Stunden zur Verfügung stehen. Im Gegensatz stehen bei der TWIN, wo Spritzarbeiten bei Windgeschwindigkeiten bis 8 m/s möglich sind, 293 Stunden zur Verfügung.

Tabelle 7. Anzahl Stunden die für Behandlungen zur Verfügung stehen wenn Pflanzenschutz notwendig ist (April, Mai, Juni). Wenn man die nutzbaren Stunden mit der Flächenleistung der Spritze multipliziert erhält man die Saisonleistung des Gerätes.

Windgeschwindigkeit	Stunden
max. 4 m/s (konventionelle Spritze)	136
max. 8 m/s (TWIN Spritze)	293

Staatliche Forschungsanstalt für Pflanzenbau, Abt. für Landwirtschaftsmeteorologie

Durch den Einsatz von Durchschnittswerten gehen Informationen über extreme Situationen verloren. Deshalb ist es sinnvoll zu wissen viele Stunden in extremen Jahren zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage ob es günstiger ist eine größere Leistungsfähigkeit zu haben, um die notwendigen Maßnahmen auch in schwierigen Jahren zum optimalen Zeitpunkt durchzuführen.

Vollständigkeitshalber wollen wir einen anderen Weg erwähnen, um die notwendige Leistungsfähigkeit einer Spritze zu errechnen. Diese Methode setzt voraus, daß sie ihre Kulturen und die Krankheiten gut kennen und auch die Beziehung zwischen Chemikalienwirkung und Behandlungszeit. Ein grober Rahmen ist unten aufgeführt. Eine Prinzipielle Skizze wird auf Seite 22 gezeigt. Ein bekanntes Beispiel ist die Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben, dort kann die volle Wirkung mit 1/4 der Mittelmenge erreicht werden, wenn die Fläche innerhalb von 2 Tagen behandelt werden kann, wenn das Unkraut sich im Keimblattstadium befindet.

In Dänemark kann für die Standardkulturen grob folgendes Spritzfenster definiert werden, dieses ist die Zeit die zur Verfügung steht um mit geringer Dosis eine zufriedenstellende Wirkung zu erzielen.:

Getreide	5-6 Tage
Zuckerrüben	2 Tage
Kartoffeln	1 Tag

Verglichen mit der zu behandelnden Fläche der einzelnen Kulturen geben diese Werte eine gute Hilfe bei der Kalkulation der notwendigen Leistungsfähigkeit. In diesem Zusammenhang muß berücksichtigt werden, wie oft verschiedene Kulturen zum gleichen Zeitpunkt behandelt werden müssen, um eine optimale Wirkung zu erzielen.

Quellenverzeichnis:

Amt für Land- und Wasserwirtschaft. Kiel. 1990.

Technische Versuche mit dem Hardi Twin System.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft. Kiel. 1992.

Versuche mit dem Hardi-Twin System.

Enfält P., Alness K. & Engqvist A. 1996.

A mathematical model of dose response behaviour- depending on the spray liquid distribution. AgEng 96. Paper 96A-132.

Gröner H. 1993.

Luftunterstütztes Spritzverfahren in Sonnenblumen. BASF-Limburgerhof. (not published)

Hofman V. 1991.

Penetration of spray into Plant Canopies.
NDSU Extension Service. USA.

Jefferey W. A. 1992.

Evaluation of sprayer systems for applying agro-chemicals to cereal crops. Project report No. 81. SAC-Edinburgh, UK.

Jefferey W. 1993/1994.

Resource Engineering Department. SAC. Scotland. Partly publ. at the I. Agr. E. Meeting in October 1993, Silsoe, UK.

Jensen P.K. & Kirknel E. 1997.

Sammenligning af afdrift fra konventionel sprøjte, Hardi Twin, Kyndestofte Airsprayer og Danfoil (Comparison of spray drift from conventional field sprayer, Hardi Twin, Kyndestofte Airsprayer and Danfoil).
14. Danske Planteværnskonference 1997. SP rapport nr. 7, 159-167.

Knoche M. 1994.

Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. Crop Protection . vol.13 (3). pp 163-178.

Knott C.M. 1995.

Evaluation of downwards airassisted sprays in peas and beans. BPCB weeds. 1995

May M.J. 1992.

Spray deposit and distribution in sugar beet. Morley Research Center. Not published.

May M.J. & Hilton J.G. 1992.

New spray techniques for broad-leaved weed control.
Aspects of Applied Biology 32.

May M.J. & Ogilvy J.M. 1992.

Desiccation of linseed with diquat applied through an air assisted sprayer.
Morley Research Center / ICI. UK April issue of Test of agrichemical and cultivars
(TAC-AAB). April 1992

Mulrooney J.E. & Skjoldager L. 1997.

Evaluation of an air-assisted ground sprayer for control of Boll Weevil
(Coleoptera : Curculionidae) and Beet Armyworm (Lepdoptera: Noctuidea).
Southwestern Entomologist. Vol 22 No.3. pp 315-322.

Nordbo E. 1992.

Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on deposition on
artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments.
Crop Protection. Vol 11. pp 272-278.

**Porskamp H.A.J., Michielsen J.M.G.P., Huijsmans J.F.M. &
van de Zande J.C. 1995.**

Emissiebeperkende spuittechnieken voor de akkerbouw.
Rapport 95-19. Imag-dlo. NL.

Taylor W., Andersen P.G. & Cooper S. 1989.

The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify
drop trajectories. Brighton Crop Protection Conference -weeds.