

# Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln – ein Systemvergleich

Die Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln soll den Anwender schützen, die Umwelt entlasten und die Mittel besser und flexibler dosieren können. Wird die heutige Technik diesen großen Worten gerecht? Unsere Autoren haben drei Systeme untersucht.

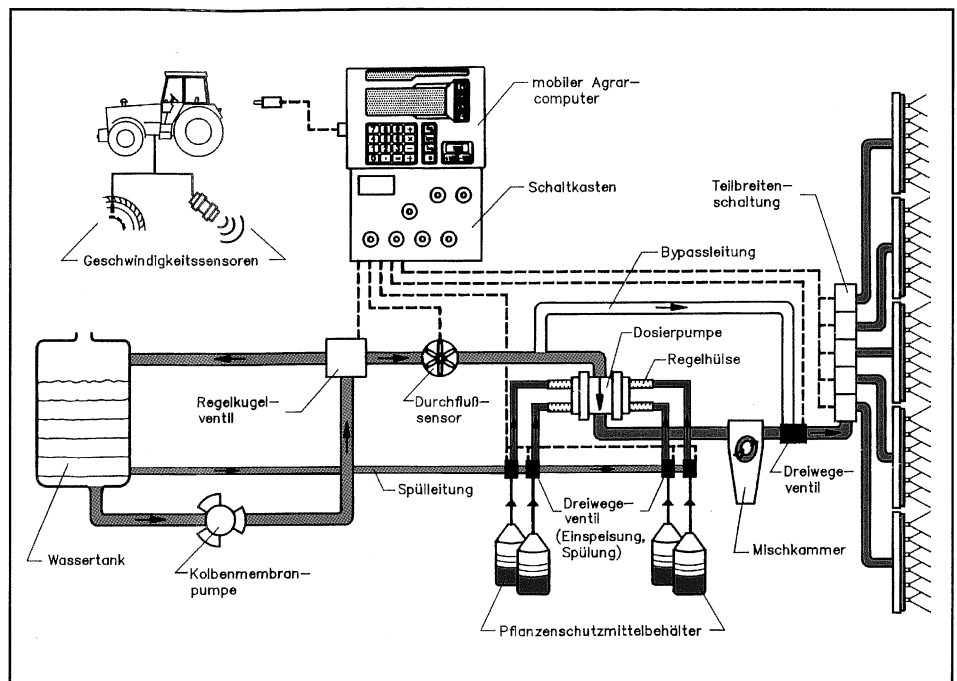
Von **S. Peisl**,  
**Prof. Dr. M. Estler** und  
**Dr. H. Auernhammer**

Landtechnik Weihenstephan

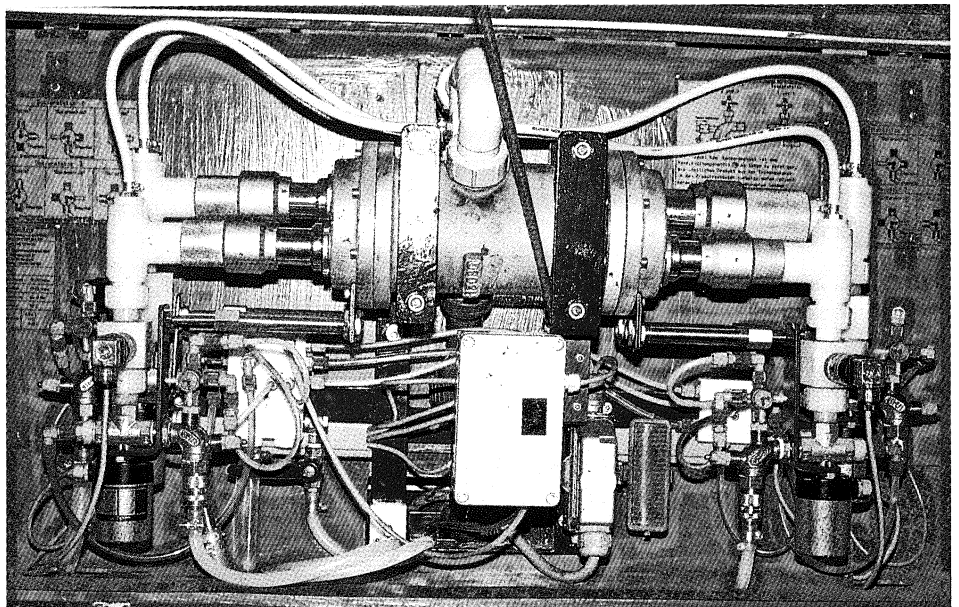
Der Praxis steht heute eine ausgereifte Pflanzenschutzgerätetechnik zur Verfügung. Neben geräteseitigen Weiterentwicklungen, wie Einspülschleusen und Klarwasserbehälter, hat auch die Elektronik ihren Beitrag zur einfacheren Bedienung, Fahrerinformation über Ausbringmengen und damit sicher auch zur Vermeidung problematischer Restmengen geleistet. Beim derzeitigen Stand der Pflanzenschutzmittelausbringung ist es jedoch nach wie vor erforderlich, vor Arbeitsbeginn eine Spritzbrühe anzusetzen. Auch bei guter fachlicher Praxis kann es vorkommen, daß der Anwender mit dem Pflanzenschutzmittel in Berührung kommt und seine Gesundheit gefährdet. Ist zudem einmal die Spritzbrühe mit konstanter Konzentration angesetzt, kann auf eine teilschlagspezifische Verunkrautung lediglich durch geringfügige Veränderung der Aufwandmenge reagiert werden. Ein Präparatewechsel während der Fahrt ist völlig ausgeschlossen. Wird aufgrund falscher Bedarfsberechnung auch noch zuviel Spritzbrühe angesetzt, kommt es selbst bei sachgerechter Entsorgung zu einer nicht vertretbaren Belastung für die Umwelt und gleichzeitig zur sinnlosen Verschwendung von Betriebsmitteln.

## Vorteile der Direkteinspeisung . . .

Als Alternativen bieten sich heute verschiedene Systeme zur Direkteinspeisung von



Fotos: Peisl



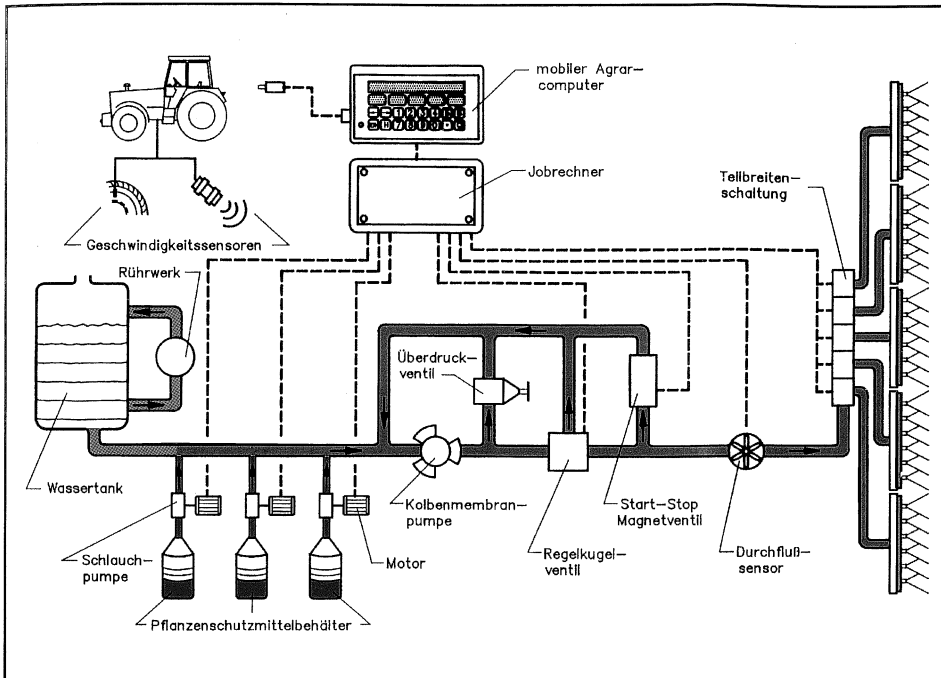
Agrojunct von Ciba Geigy/MSR ist schon zweimal auf der Agritechnica zu sehen gewesen. Als einziges der drei getesteten Geräte hat es eine BBA-Anerkennung. Vier verschiedene Pflanzenschutzmittel können getrennt eingespeist werden. Die Konzentration muß aber vorher eingestellt werden und läßt sich während des Betriebes nicht ändern.

Pflanzenschutzmitteln an. Von diesen werden einige Vorteile erwartet:

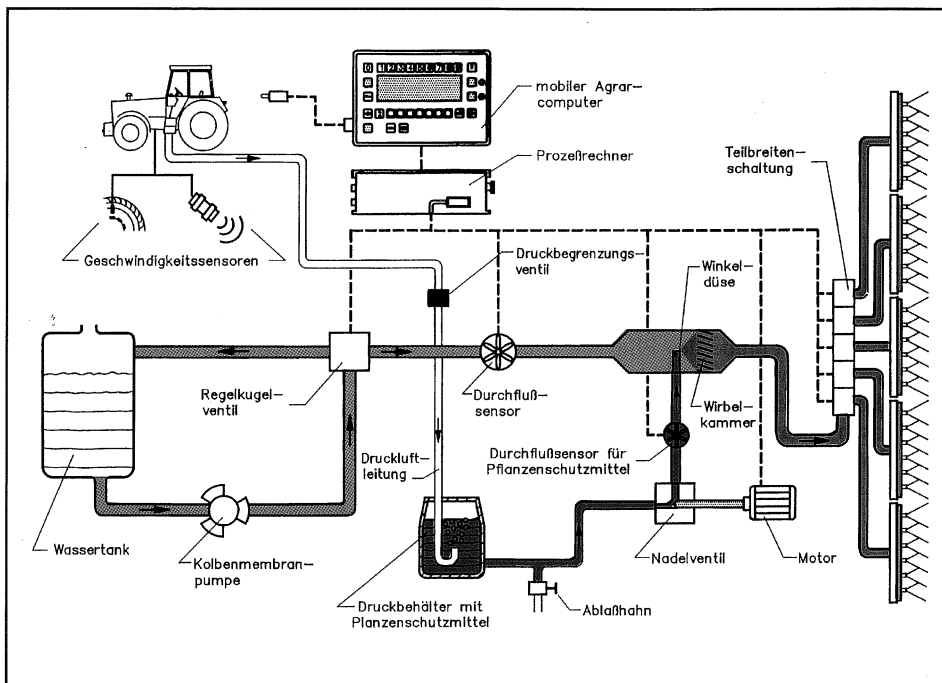
Für den Anwender:

- Direkte Entnahme der Präparate aus Originalbehältern.
- Kein Anmischen der Spritzbrühe.

- Kaum Reinigungsarbeiten bei Wechsel der eingespeisten Pflanzenschutzmittel oder bei Arbeitsende.
- Verminderung der kontaminierten Bereiche des Pflanzenschutzgerätes.
- Verringerung der Anwenderkontamination.



Öko-Lok von Biotronik läßt sich wie ein Baukasten erweitern. Wasser und Mittel lassen sich getrennt regeln, so daß die Konzentration der Spritzbrühe laufend angepaßt werden kann (wenn auch vorerst nur per Hand). Verglichen mit Agroinject, kommen mehr Bauteile mit Pflanzenschutzmitteln in Berührung.



Bei Dos-Intro, der Erfindung eines bayerischen Landwirtes, kann man wie bei Öko-Lok den Wasserstrom und die Einspeisung getrennt regeln. Eingespeist wird unmittelbar vor der Teilbreite. An der konstanten Dosierung muß bei diesem Gerät jedoch noch gearbeitet werden.

Für Umwelt und Betriebsmittelaufwand:

- Kein Verdünnen und Entsorgen von Restmengen.
- Gezielte und selektive Verwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel.
- Geschwindigkeitsabhängige Regelung der Ausbringmenge.
- Möglichkeit der Weiternutzung von Mittelresten.

Für die Applikationsqualität:

- Optimierung der Tröpfchengröße.
- Verminderung von Abdrift.
- Verbesserung von Penetration und Anlagerung.
- Unterstützung der Wirksamkeit der Pflanzenschutzmittel.

... und kritische Fragen

Direkteinspeisungssysteme werfen aber auch kritische Fragen auf:

- Wie gefährlich ist das Mitführen von Mittelkonzentraten?
  - Erlauben die benötigten Zeiten für den Konzentrationsaufbau in den Spritzleitungen situatives Handeln bei der Mittelwahl?
  - Wie wirken sich unterschiedliche physikalische Eigenschaften der Pflanzenschutzmittel auf die Dosiergenauigkeit aus?
  - Sind die genannten Vorteile im landwirtschaftlichen Einsatz auch nachweisbar?
- Deshalb wurden 1992 für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben »Einführung der

Elektronik für die Außenwirtschaft in die Praxis« drei Betriebe in Bayern mit neuen Systemen zur Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln ausgerüstet und von der Landtechnik Weihenstephan wissenschaftlich betreut.

Bei der technischen Ausführung zeichnen sich deutliche Unterschiede ab. Jedes der drei Systeme ist durch ein typisches Applikationsverhalten gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund dieser Aspekte sollen die in der Praxis eingesetzten und sehr unterschiedlichen Systeme mit ihrem Funktionsprinzip, den Vorteilen und Problemen vorgestellt werden. Welche Direkteinspeisungssysteme wurden eingesetzt?

## Agroinject (Ciba Geigy und MSR)

Hinter den Regeleinrichtungen des Pflanzenschutzgerätes durchströmt das Trägermedium, in den meisten Fällen klares Wasser, eine Dosierpumpe und treibt diese an. Die Feindosierkolben zur Einspeisung der Mittelkonzentrate sind mit dem Antrieb der Dosierpumpe fest verbunden. Deshalb bleibt die Konzentration der Spritzbrühe stets konstant. Oder anders ausgedrückt: Erhöht sich bei Zunahme des Trägervolumenstromes die Frequenz der Dosierpumpe, wird die Einspeisung durch die Dosierkolben proportional mit verändert.

Eine Änderung der voreingestellten Konzentration während des Betriebes ist derzeit nicht möglich. Dies wäre aber durch einen elektromotorischen Antrieb der Regelhülsen, mit denen die Eintauchtiefe und Fördermenge der Dosierkolben verstellt werden kann, denkbar.

Bauartbedingt ist bislang die Einspeisung von maximal vier verschiedenen Pflanzenschutzmitteln möglich. Die Hersteller tragen durch die Ausrüstung mit verschiedenen Dosierstellen dem Umstand Rechnung, daß Pflanzenschutzmittel mit sehr unterschiedlichen Aufwandmengen eingespeist werden müssen. Die Einspeisung wird in Prozent der Wasseraufwandmenge angegeben. Sie beträgt für die erste Dosierstelle 0,01 bis 0,1%, für die zweite und dritte 0,1 bis 1,0% und für die vierte 1,0 bis 3,0%. Sollen bei 300 l/ha Wasseraufwandmenge 2 l/ha Präparat, also 0,67%, eingespeist werden, gibt der mobile Agrarcomputer den erforderlichen Einstellwert für die zweite und dritte Dosierstelle an. Diese Einstellung ist vor dem Geräteinsatz zu überprüfen, wobei systembedingte Parameter unbedingt berücksichtigt werden müssen, um Fehler bei der Kalibrierung zu vermeiden. Denn die Dosierpumpe läuft erst ab einer Mindestwassermenge von etwa 6 l/min an. Eine sichere Dosierung wird erst bei einem Durchfluß von etwa 12 bis 15 l/min erreicht. Demzufolge kann das Gerät, eine Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h und eine Arbeitsbreite von 12 m unterstellt, nur dann einwandfrei dosieren, wenn bei einer Aufwandmenge von 100 l/ha alle Teilbreiten und bei 200 und 300 l/ha mindestens 2 Teilbreiten in Betrieb genommen werden. Zusätzlich sollte für die Kalibrierung eine Laufzeit von mindestens 5 bis 10 Minuten vorgesehen

werden. Darunterliegende Kalibrierzeiten erhöhen das Fehlerrisiko.

Da der Einbau von Agroinject unmittelbar vor der Teilbreitenschaltung erfolgt, werden lediglich die Dosierpumpe, die Mischkammer, die Teilbreitenschaltung und die spritzbrühführenden Leitungen bis zu den Düsen kontaminiert. Das Spritzfaß, die Gerätepumpe und die Regeleinrichtungen, Durchflußsensor und Regelventil werden ausschließlich vom Träger (Klarwasser) durchströmt.

Eine Rückführung der Spritzbrühe in das Spritzfaß, beispielsweise beim Abschalten einer oder mehrerer Teilbreiten, ist generell bei Direkteinspeisungssystemen nicht zulässig. Das schließt den Einsatz einer Gleichdruckarmatur aus und erfordert einen leistungsfähigen mobilen Agrarcomputer zur Prozeßsteuerung und Verwaltung.

## Öko-Lok (Biotronik)

Bereits vor der Pumpe des Pflanzenschutzgerätes erfolgt, wie in der Abbildung dargestellt, die Einspeisung der Konzentrate in den drucklosen Ansaugbereich. Das System wird nach dem Baukastenprinzip erweiterbar geliefert, so daß mehrere Pflanzenschutzmittel unabhängig voneinander dosiert werden können. Die Dosierung wird über elektromotorisch angetriebene Schlauchpumpen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit geregelt. Das System Öko-Lok ermöglicht eine getrennte Regelung sowohl des Trägermediums als auch des Pflanzenschutzmittels in zwei Regelebenen: Der Volumenstrom des Trägers läßt sich nach applikationstechnologischen Gesichtspunkten optimieren und konstant halten, und dennoch kann die Konzentration der Spritzbrühe laufend den Erfordernissen angepaßt werden. Derzeit steht jedoch kein mobiler Agrarcomputer zur Verfügung, der diesem Regelaufwand gerecht wird, so daß bisher die Steuerung der Einspeisung noch manuell erfolgen muß. Der Fahrer kann über einen einfachen Bordcomputer die Präparatmenge absolut in l/min kontrollieren und die Schlauchpumpen manuell fernbedienen. Werden Teilbreiten abgestellt, erfolgt derzeit eine rasche Anpassung der Wasseraufwandmenge durch den Prozeßrechner. Mit der manuellen Reduzierung der Einspeisung zur Aufrechterhaltung einer konstanten Konzentration ist der Fahrer jedoch überfordert.

Bisher konnten mit Schlauchpumpen nur wenige Erfahrungen im Pflanzenschutz gesammelt werden. Deshalb fällt eine sichere Einsatzbeurteilung hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Betriebssicherheit noch schwer.

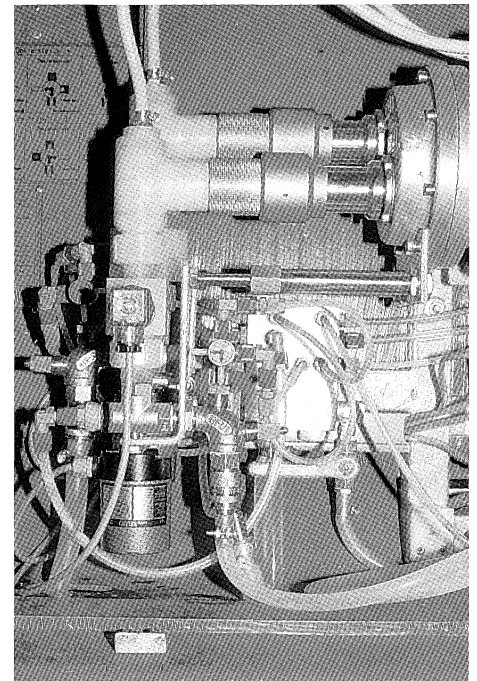
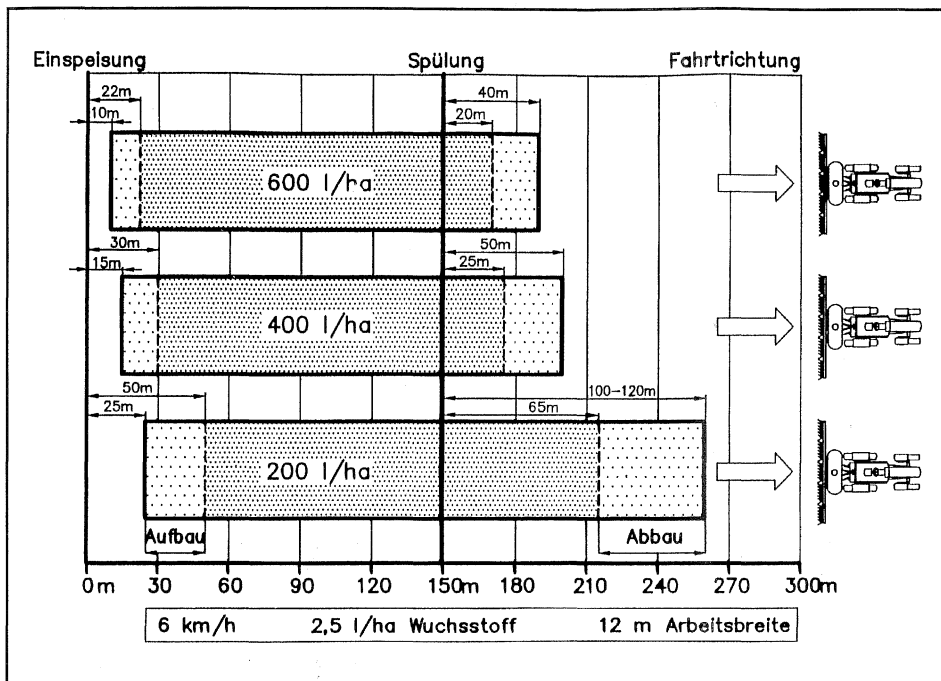
Bei Öko-Lok wird im Vergleich zu Agroinject eine größere Zahl von Bauteilen kontaminiert, nämlich die Ansaugleitung, die Gerätepumpe, die Druckleitung, die Armatur inklusive Durchflußsensor, die Leitungen über die Teilbreiten bis zu den Düsen sowie die Rücklaufleitung. Die spritzbrühführende Rücklaufleitung mündet in die Ansaugleitung vor der Pflanzenschutzgerätepumpe. Bauartbedingt ist es nötig, um im Behälter des Trägermediums zu rühren, ein zusätzliches Rührwerk einzusetzen, weil sämtliche Bereiche ab der Gerätepumpe bereits kontaminiert sind.

## DOS-Intro (Schönleber)

Bei dem System Dos-Intro besteht ebenfalls die Möglichkeit, den Trägerstrom und die Einspeisung getrennt zu regeln, sofern ein mobiler Agrarcomputer für die Prozeßsteuerung zu Verfügung steht. Die Einspeisung erfolgt nach den Regeleinrichtungen in die Druckleitung und damit unmittelbar vor der Teilbreitenschaltung. Die Dosierung des Pflanzenschutzmittels wird in der letzten Ausbaustufe über ein motorisch betätigtes Nadelventil durch den mobilen Agrarcomputer gesteuert. Bis dahin muß das Nadelventil noch manuell betätigt werden.

Ein nachgeschalteter Durchflußmesser meldet der Elektronik den aktuellen Pflanzenschutzmitteldurchsatz. Das Mittel wird in einem stabilen Behälter mit dem Druck der Schlepperluftdruckanlage beaufschlagt. Durch die Druckdifferenz zwischen Druckbehälter und Druckleitung des Pflanzenschutzgerätes erfolgt die Einspeisung ohne weiteren technischen Aufwand.

Der Mittelverbrauch wird absolut in l/min oder in l/ha, letzteres bei kombinierter Geschwindigkeitsmessung, durch einen einfachen Bordcomputer angezeigt. Wird eine Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h, 12 m Arbeitsbreite und eine Präparatmenge von 3 l/ha angestrebt, entspricht dies einer Mittelmenge von 0,36 l/min. Wird dieser Wert unter atmosphärischem Druck kalibriert und anschließend unter den im Pflanzenschutzgerät herrschenden Bedingungen geprüft, ist



Agroiject: So baut sich die biologisch wirksame Konzentration auf und ab (Praxisversuch 1992 auf Raps-Zwischenfrucht).

ein deutlicher Rückgang der eingespeisten Produktmenge bei einem Anstieg des Arbeitsdruckes zu verzeichnen. Im vorliegenden Beispiel sank die Einspeisrate auf unter 0,22 l/min bei einer Wasseraufwandmenge von 400 l/ha ab. Da der Präparatedurchsatz nicht umgekehrt proportional zum Arbeitsdruck des Pflanzenschutzgerätes sein darf, sind noch entscheidende Schritte zur Geräteverbesserung erforderlich.

Bei diesem System werden nur noch die Teilbreitenschaltung und die Leitungen zu den Teilbreiten und Düsen kontaminiert.

## Beobachtungen im Feldeinsatz

Ein wichtiges Kriterium für den Anwender ist die Reaktionszeit des Systemes, zum Beispiel beim Einspeisen eines Präparates, beim Präparatewechsel oder beim Spülvorgang. Davon hängt es ab, ob der Fahrer während der Fahrt auf Bedarfsänderungen ausreichend rasch reagieren kann, oder ob der zu behandelnde Schlag, nach entsprechender Programmierung, vom mobilen Agrarcomputer automatisch abgearbeitet werden muß.

Im praktischen Einsatz wurden deshalb die Auf- und Abbaustrecken der biologisch wirk-

samen Präparatekonzentration durch Ausbringen von Wuchsstoffmitteln auf einen Raps-Zwischenfruchtbestand ermittelt. Die Fahrgeschwindigkeit betrug 6 km/h bei 12 m Arbeitsbreite. Die Wasseraufwandmengen wurden auf die praxisüblichen Werte von 200, 400 und 600 l/ha eingestellt. Im Versuch mit Agroiject beispielsweise wurden 2,5 l/ha Wuchsstoffmittel eingespeist. 14 Tage nach der Behandlung konnten die Zonen, in denen die Zwischenfrucht (Raps) abgestorben war, vermessen und dargestellt werden. Das Ergebnis zeigt deutlich, daß mit einer Erhöhung der Wasseraufwandmenge die Fahrtstrecke bis zur Umsetzung eines Einspeis- oder Spülvorganges abnimmt. Zusätzlich wird die Strecke vom Auftreten der ersten Pflanzenschäden bis hin zur Wirkung auf der gesamten Arbeitsbreite verkürzt.

## Zusammenfassung

Pflanzenschutzmittel in das Trägermedium »Klarwasser« einzuspeisen, ist heute mit verschiedensten technischen Lösungen möglich. Diese Systeme müssen aber in der Lage sein, ohne Konzentrationsschwankungen Mittel unterschiedlicher Viskosität und Aggressivität auch bei wechselnden Wasseraufwand-

mengen störungsfrei einzuspeisen. Die Erfahrungen im praktischen Einsatz haben gezeigt, daß dies noch nicht in allen Fällen gelingt und weitere Verbesserungen eingebracht werden müssen. Dem Praktiker kann der Einbau einer Direkteinspeisung deshalb nur empfohlen werden, wenn sich dieses System bei Praxiseinsätzen unter wissenschaftlicher Betreuung bewährt hat. Zusätzlich ist die Anerkennung der Biologischen Bundesanstalt erforderlich. Bisher werden diese Anforderungen nur von Agroiject erfüllt.