

Abdrift beim Einsatz von Sprüh- und Stäubegeräten im Obst- und Ackerbau

Von Heinz Ganzelmeier, Stuttgart*)

Professor Dr.-Ing. Eberhard Moser zum 60. Geburtstag

DK 631.348:632.934.1

Beim Pflanzenschutz sollen bevorzugt die Verfahren eingesetzt werden, bei denen ein hoher Anteil des Wirkstoffs auf den Zielflächen angelagert wird und ein möglichst geringer Anteil des Wirkstoffs in Form der Abdrift die Behandlungsfläche verläßt.

In diesem Beitrag wird untersucht, in welchem Maße sich die Verfahren Sprühen und Stäuben hinsichtlich der entstehenden Abdrift unterscheiden. Dazu werden Versuche mit fahrbaren und rückentragbaren Kombinationsgeräten durchgeführt, die sowohl zum Sprühen als auch zum Stäuben einzusetzen sind. Beim Einsatz in Obst- und Feldkulturen wird die entstehende Abdrift im Leebereich der Behandlungsfläche gemessen durch Auffangen des Bodensedimentes im Bereich bis zu 30 m Entfernung und durch Abscheiden der atmosphärischen Drift mit Meßsonden in 1–6 m Höhe im Abstand von 10 m von der Behandlungsfläche.

1. Einleitung

Bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln erreicht nur ein Teil der Mittel die Zielfläche, der Rest gelangt auf den Boden oder geht über die zu behandelnde Fläche hinaus als Abdrift verloren. Als "Abdrift" wird definitionsgemäß nur der Anteil an Pflanzenschutzmitteln verstanden, der über die zu behandelnde Fläche hinausgetragen wird und sich außerhalb dieser Fläche im Nahbereich absetzt (Bodensediment) oder als Schwebeanteil durch den Wind über größere Distanzen verfrachtet wird (atmosphärische Drift). Diese Definition gilt nur für die Zeitdauer der Behandlung, d.h. ein späterer Wirkstoffauftrag z.B. durch Verdampfung oder Auswaschung ist nicht der Abdrift zuzurechnen.

Der Anteil der Pflanzenschutzmittel, der innerhalb der Behandlungsfläche sich auf dem Boden ablagert, wird der Definition entsprechend nicht zur Abdrift gerechnet, wird aber in der Regel als Verlust eingestuft. Neben den klimatischen Bedingungen hängt das Ausmaß der Abdrift insbesondere von der Ausbringungstechnik und von der Art und Form des Pflanzenschutzmittels selbst (flüssig, fest) ab [1]. Pflanzenschutzmittel werden heute üblicherweise in Verbindung mit einem flüssigen Trägerstoff (Wasser) durch Spritzen oder Sprühen ausgebracht. Die Ausbringung in fester Form (Staub) hat nur noch eine geringe praktische Bedeutung.

Erfahrungsgemäß nimmt mit abnehmender Teilchengröße der Anteil der Abdrift zu. Beim Ausbringen von Stäubepreparaten, deren mittlere Teilchengröße im Bereich von wenigen Mikrometern liegt, kann deshalb von einer größeren Abdrift ausgegangen werden als bei Sprühverfahren, die mit mittleren Tropfengrößen über 100 µm arbeiten.

Diese Abschätzung aufgrund der Teilchengröße ist zwar plausibel, der Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese wurde aber im Rahmen von Freilanduntersuchungen bisher noch nicht geführt. Auch der Versuch, die Frage der Abdrift modellmäßig zu beschreiben und abzuschätzen, hatte bislang keinen Erfolg [2, 3]. Die Landesanstalt für Pflanzenschutz (LfP), Stuttgart, hat daher im Jahre 1985 umfangreiche Abdriftmessungen mit dem Ziel durchgeführt, die Unterschiede in der entstehenden Abdrift zwischen den Verfahren "Sprühen" und "Stäuben" für den Einsatz in Obst- und Feldkulturen aufzuzeigen.

2. Aufbau und Wirkungsweise der Abdriftmeßeinrichtungen

Pflanzenschutzmittel, die nicht innerhalb der Behandlungsfläche verbleiben, sedimentieren im Nahbereich auf dem Boden oder werden als Schwebeanteil durch die bewegte Luft weitergetragen. Meßtechnisch können diese beiden Abdriftformen erfaßt werden. Umfangreiche Arbeiten sind hierzu in der Vergangenheit durchgeführt worden [4]. Voraussetzung ist jedoch, daß sich leeseits der Behandlungsfläche eine Freifläche anschließt, über der sich die Driftwolke ungehindert absetzen (Bodensediment) bzw. ausbreiten (atmosphärische Drift) kann, Bild 1.

Für die Erfassung des Bodensediments wurden Weithalsgläser, verschließbar mit Kunststoffdeckeln (Bienenhoniggläser), verwendet. Je 2 Gläser wurden in 30°-Schrägstellung zur Behandlungsfläche in Abständen von 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 1/2, 10, 15, 20 und 30 m vom Rand der Behandlungsfläche in Windrichtung (Drift-richtung) aufgestellt.



Bild 1. Aufbau der Abdriftmeßeinrichtungen auf der leeseits angrenzenden Freifläche; Erfassung des Bodensediments mit Weithalsgläsern, Bestimmung der atmosphärischen Drift über an einem Teleskopmasten montierte Ansaugsonden.

*) Dr.-Ing. H. Ganzelmeier ist Mitarbeiter der Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart.

Für die Erfassung der atmosphärischen Drift sind spezielle, aktiv ansaugende Meßsonden entwickelt und eingesetzt worden, Bild 2. Die bisher verwendeten isokinetischen Meßsonden konnten wegen mangelnder Abscheidung kleinster Schwebeteilchen hierfür nicht verwendet werden [5]. Die Ansaugstutzen (Plexiglas) wurden den isokinetischen Sonden entsprechend gestaltet (Ansauginnen-durchmesser $d_i = 32$ bzw. 40 mm). Für die Abscheidung der Schwebeteilchen aus der Luft sind Glasfaserfilter (Fa. Sartorius: Art.-Nr. 13400-50-S) verwendet worden, die die Feststoffpartikel in Form einer Tiefenfiltration zurückhalten. Dies hat den Vorteil, daß die Teilchen etwas in die Filteroberfläche eindringen, dadurch fixiert werden und beim Filterwechsel nicht verlustig gehen. Der eingelegte Filter wird über ein Drahtgewebe abgestützt. Der zwischen Filter und Ansaugstutzen befindliche O-Ring verhindert ein Ansaugen von Fremdluft. Zum Filterwechsel wird der Ansaugstutzen durch Lösen der beiden Klammern abgenommen. Der Filter ist somit gut zugänglich und läßt sich mittels einer Pinzette problemlos auswechseln.

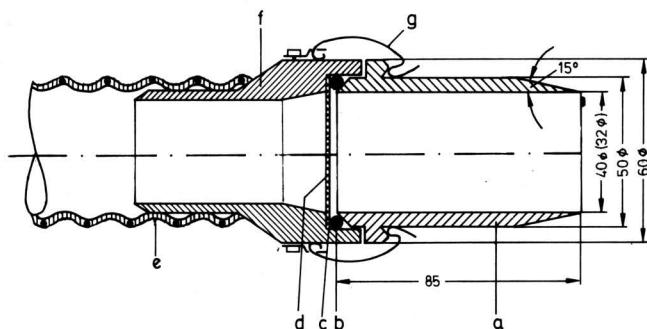


Bild 2. Querschnitt durch eine aktiv ansaugende Meßsonde zur Erfassung des luftgetragenen Schwebanteils. Schwebeteilchen werden im Filter (Glasfaserfilter) zurückgehalten und danach quantitativ (fluorometrisch) ausgewertet.

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| a Ansaugstutzen (Plexiglas) | e PVC-Spiralschlauch |
| b O-Ring | f Meßsondenkörper |
| c Glasfaserfilter | g Klammern |
| d Stützgewebe | |

Die Ansaugsonden werden an einem Teleskopmast befestigt und können damit problemlos in den vorgesehenen Meßpositionen in 1, 2, 3, 4, 5 und 6 m Höhe platziert werden, Bild 3. Dieser Teleskopmast war bei allen Messungen leeseitig in 10 m Entfernung von der Behandlungsfläche aufgestellt.

Der Ansaugvolumenstrom wird von einem speziellen Gebläse (Seitenkanalverdichter) erzeugt, das auf der Saugseite über einen Verteiler und spiralverstärkte PVC-Schläuche ($d_i = 40$ mm) mit den Meßsonden verbunden ist. Bei maximaler Saugleistung des Gebläses wird bei Verwendung von 6 Meßsonden eine mittlere Ansauggeschwindigkeit von $4,0$ m/s ($d_i = 32$ mm) bzw. $2,5$ m/s ($d_i = 40$ mm) erreicht. Der Druckverlust an den Glasfaserfiltern ist dabei mit maximal etwa 12 kPa (1200 mm Wassersäule) gemessen worden. Dank der großdimensionierten Leitungs- und Schlauchquerschnitte liegen in allen 6 Sonden gleiche Ansaugverhältnisse vor. Bei den Messungen des Jahres 1985 wurde vor Beginn der eigentlichen Messung die Ansauggeschwindigkeit auf die mittlere Windgeschwindigkeit eingestellt und die Ansauggeschwindigkeit, während des Versuches nicht nachgeregelt, sondern konstant gehalten. In der Zwischenzeit ist die Anlage mit einer Regelung ausgestattet worden, die die Ansauggeschwindigkeit automatisch der Windgeschwindigkeit anpaßt.

Das für diese Versuche ausgewählte Obstquartier ist mit der Apfelsorte "Discovery" bepflanzt (Pflanzjahr 1971, Unterlage M9, Spindel, Dichtpflanzung $4 \times 1,5$ m, Höhe etwa $3,0$ m). Die Behandlungsfläche war mit 50 m Länge und 20 m Breite (5 Baumreihen) $0,1$ ha groß. Bei den vergleichenden Versuchen wurden dieselben Baumreihen behandelt.

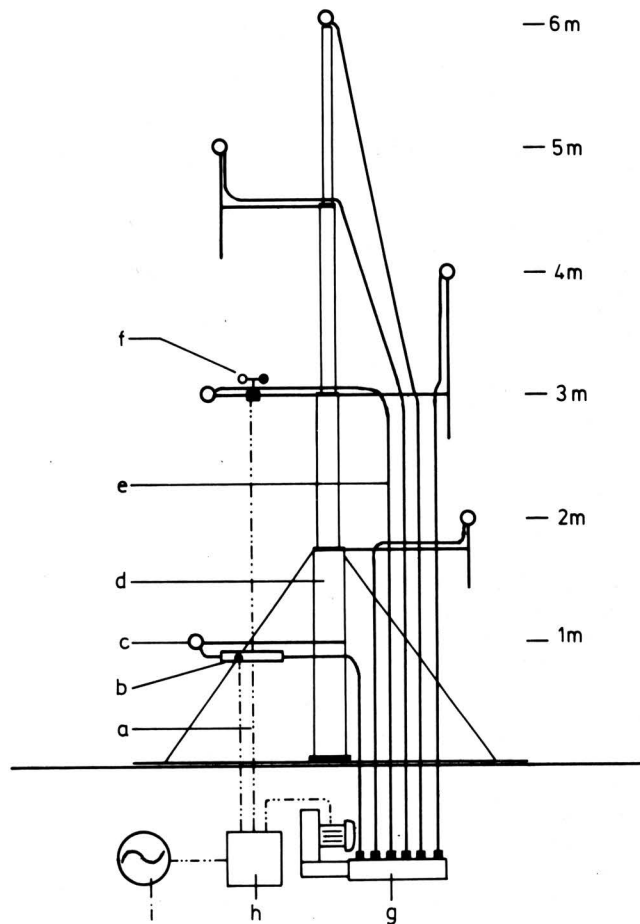


Bild 3. Teleskopmast mit 6 Ansaugsonden zur Erfassung des Schwebanteils und mit der Windgeschwindigkeits-Meßeinrichtung; Ansauggeschwindigkeit der Meßsonden entsprechend der mittleren Windgeschwindigkeit.

- | |
|--|
| a Signalleitungen |
| b Meßstrecke für die Ansauggeschwindigkeit (v_A) |
| c Ansaugsonde (siehe Bild 2) |
| d Teleskopmast |
| e spiralverstärkte PVC-Schlauchleitungen (40 mm ϕ) |
| f Anemometer für Windgeschwindigkeit (v_L) |
| g Seitenkanalgebläse (ab 1986 drehzahl geregelt) mit Verteiler |
| h Regler zur Anpassung von v_A an v_L |
| i Stromerzeuger |

Für die Versuche in Feldkulturen ist eine Behandlungsfläche ohne Bewuchs gewählt worden, die mit 25 m Länge und 20 m Breite, d.h. mit $0,05$ ha, nur halb so groß war. Die Länge dieser Fläche ist deshalb gegenüber den Obst-Versuchen auf die Hälfte zurückgenommen worden, weil hier bevorzugt rückentragbare Sprüh- und Stäubegeräte mit geringer Flächenleistung verwendet wurden. Mit dem handgeführten Strahlrohr sind jeweils Streifen von 2 m Breite behandelt worden. Einzelheiten der hier verwendeten Versuchsanordnung gehen aus der Lageskizze in Bild 4 hervor. Die von uns als noch zulässig betrachtete Abweichung von der Hauptwindrichtung lag für unsere Verhältnisse bei $\pm 15^\circ$. Bleibt während der Abdriftmessungen die Windrichtung innerhalb dieser vorgegebenen Grenzwerte, ist gewährleistet, daß die Driftwolke auch die entferntesten Meßstellen noch erreicht.

Für die Erfassung der Klimadaten wurde eine separate Klimameßstation installiert, mit der Temperatur und Luftfeuchte in 2 und 12 m Höhe, die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung in 6 m Höhe gemessen und z.T. kontinuierlich registriert wurden.

3. Durchführung und Auswertung der Abdriftmessungen

Die Abdriftbeläge wurden fluorometrisch mittels des Tracers Brillantsulfonflavin (BSF) bestimmt [6]. Beim Sprühen wurde eine Tracerkonzentration in der Flüssigkeit von $0,1$ % verwendet. Bei

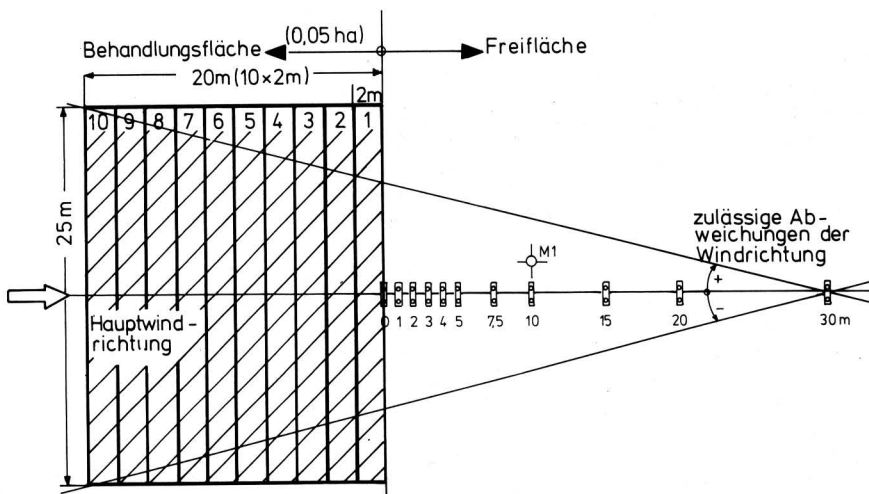


Bild 4. Versuchsanordnung bei der Behandlung von Feldkulturen; im Leebereich der behandelten Fläche (schraffiert) sind entsprechend der Hauptwindrichtung Bodengläser (2 Stück je Meßpunkt) und 1 Teleskopmast (M 1) mit Meßsonden angeordnet.

den Stäuberversuchen ist mit einer Leerformulierung (Staub ohne Wirkstoff) gearbeitet worden, der bereits beim Herstellungsprozeß 1 Gew-% BSF zugesetzt wurde. Die mittlere Partikelgröße des Staubs (gemessen mit einem Malvern-Laser-Granulometer) lag bei $9,3 \mu\text{m}$. Bei sämtlichen Belagsmessungen konnte daher stets dasselbe Meßverfahren (Fluorometrie) beibehalten werden, wodurch unterschiedliche systematische Fehler in der Meßtechnik ausgeschlossen werden können.

Im Labor werden die Driftbeläge in den Gläsern (Bodensediment) bzw. auf den Filtern der Sonden (atmosphärische Drift) in definierten Mengen destillierten Wassers gelöst und nachfolgend die Konzentrationen des fluoreszierenden Farbstoffes bestimmt. Ausgehend von den Eichkurven (spezifisch für Gerät und Farbstoff) und der jeweiligen BSF-Konzentration des ausgebrachten Mittels kann flächenbezogen die auf den Meßflächen abgelagerte Menge an Sprühflüssigkeit (in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ oder l/ha) bzw. an Staub (in $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ oder kg/ha) ermittelt werden.

Die so ermittelten Werte der Abdriftbeläge (Immissionswerte) hängen ganz entscheidend von der Größe der zugehörigen Emission – Flüssigkeitsaufwand (l/ha) bzw. Staubaufwand (kg/ha) – ab. Es ist daher zweckmäßig, die örtlich gemessenen Abdriftbeläge zu normieren, indem sie auf den tatsächlichen Aufwand (l/ha bzw. kg/ha) bezogen werden. Die aus dieser Rechnung resultierenden Relativwerte in % eignen sich für einen Verfahrens- bzw. Gerätevergleich besser als die zunächst ermittelten absoluten Belagwerte.

Sie geben in dieser Form keinen Aufschluß über den prozentualen Anteil des Flüssigkeits- bzw. Staubaufwandes, der als Abdrift einzustufen ist. Von einer Verrechnung der Belagswerte in dieser Form wurde wegen vieler Unsicherheiten und nicht zuletzt wegen ungünstiger gerätetechnischer Voraussetzungen (Dosierung) abgesehen.

4. Beschreibung der eingesetzten Sprüh- und Stäubegeräte

Für die Versuche wurden fahrbare und rückentragbare Kombinationsgeräte verwendet, die sich sowohl zum Sprühen als auch zum Stäuben eignen. Dadurch lassen sich die Unterschiede im Meßergebnis eindeutig der Verwendung des Trägermediums (flüssig, fest) zurechnen, da die gerätetechnischen Parameter unverändert blieben.

In der Obstkultur wurde das fahrbare Kombigerät der Firma Tecnom, Neustadt/W., (Typ: TP 445, Luftleistung $4500 \text{ m}^3/\text{h}$) eingesetzt, Bild 5. Dieses Gerät ist sowohl mit Pumpe und Armatur für die Flüssigausbringung als auch mit einer Staubzudosierung ausgestattet. Ohne Veränderungen am Gebläse und den Luftaustritts-

öffnungen, also bei gleichbleibender Luftunterstützung, konnte das Gerät in raschem Wechsel vom Sprühen zum Stäuben und umgekehrt eingesetzt werden. In der Funktion als Sprüherät ist mit einem Aufwand an Flüssigkeit von $250 \text{ l}/\text{ha}$ (Fahrgeschwindigkeit $v = 6 \text{ km}/\text{h}$) gearbeitet worden, deren Zerstäubung auf pneumatischem Wege an den Austrittsöffnungen erfolgt. In der Funktion als Stäubegerät wurde dem Gebläse saugseitig das Stäubemittel zudosiert, das durch das Gebläse hindurch zu den Ausblasöffnungen gelangte. Die Staubzudosierung ist in starkem Maße zeit- und füllstandsabhängig. Dies hatte zur Folge, daß bei Behandlung der ersten Baumreihen ein höherer Staubaustrag als bei den letzten Fahrten zustande kam. Auch war deshalb der angestrebte Staubaustrag von $20 \text{ kg}/\text{ha}$ nur näherungsweise einzuhalten. Für das Sprühen mit diesem Gerät wird im folgenden die Kurzbezeichnung "Tec. A. Spr.", für das Stäuben die Kurzbezeichnung "Tec. A. St." verwendet.



Bild 5. Seitenansicht des kombinierten Sprüh- und Stäubegerätes (TP 455) der Firma Tecnom, Neustadt/W.; die Ausblasöffnungen (unten 4-Finger-Düse, oben einzeln verstellbare Öffnungen) können beim Wechsel der Ausbringungsart (Sprühen/Stäuben) in ihrer Einstellung verbleiben.

- a Behälter für Stäubemittel
- b Behälter für Behandlungsflüssigkeit

Als zweite Gerätevariante wurde ein rückentragbares Sprüh- und Stäube-Gerät der Firma Holder, Metzingen (Typ: Supra 42) ausgewählt, das für die Obstkultur und die Feldkultur zur Anwendung kam. Um Umrüstarbeiten einzusparen, sind zwei baugleiche rückentragbare Geräte (eines als Sprüherät, das zweite als Stäubegerät) verwendet worden, Bild 6.

Für die Behandlungen in der Obstkultur wurde das Strahlrohr schräg in einem Winkel von ungefähr 45° zur Fortbewegungsrichtung auf die Baumreihen gerichtet und dabei zyklisch auf- und abbewegt. Auf dem Feld sind Streifen von 2 m Breite durch hin- und hergehende Bewegungen des Strahlrohres behandelt worden. Bei den Sprüh- und Stäuberversuchen ist jeweils mit voller Gebläseleistung ($700 \text{ m}^3/\text{h}$) gearbeitet worden. In Verbindung mit einer Vorwärtsgeschwindigkeit von $1,5 \text{ km}/\text{h}$ kam ein Flüssigkeitsaufwand von $250 \text{ l}/\text{ha}$ bzw. ein Staubaustrag von $20 \text{ kg}/\text{ha}$ zustande. Die

Zudosierung des Stäubemittels zum Trägerluftstrom erfolgte ebenfalls pneumatisch und ist ähnlich problematisch wie beim vorhergehenden Gerät zu bewerten. Die Zeitdauer einer Behandlung betrug 20 min (0,1 ha) bzw. 10 min (0,05 ha). Im folgenden werden die Kurzbezeichnungen "R. Spr." und "R. St." verwendet.

Für Feldkulturen werden fahrbare Stäubegeräte nicht hergestellt, so daß dort nur das rückentragbare Kombi-Gerät zum Einsatz kam. Im Vergleich hierzu sind auch etliche Versuche mit praxisüblichen Sprüh- und Feldspritzgeräten durchgeführt worden.

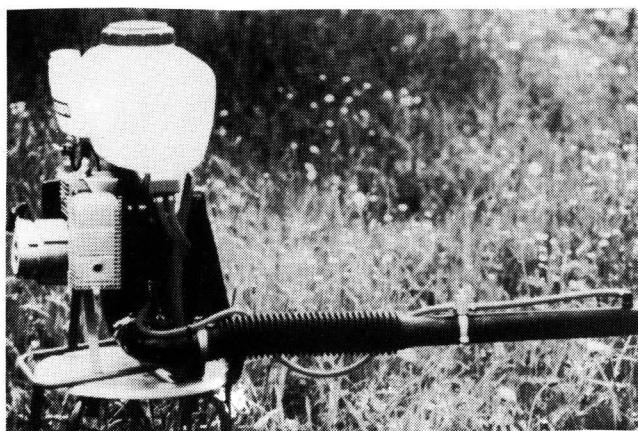


Bild 6. Rückentragbares Sprüh- und Stäubegerät (Supra 42) der Firma Holder/Platz, Metzingen (hier: Stäubeversion); das Strahlrohr muß der jeweiligen Behandlung angepaßt von Hand zyklisch bewegt werden.

5. Ergebnisse der Abdriftmessungen

5.1 Behandlung von Obstkulturen

Bei der Diskussion der Einzelversuche ist darauf zu achten, daß von vergleichbaren Bedingungen ausgegangen wird. Geräte- bzw. verfahrensspezifische Unterschiede sind nur dann gesichert, wenn Versuche mit annähernd gleicher Windgeschwindigkeit (v_L) verglichen werden. Auch ist darauf zu achten, daß die Ansauggeschwindigkeit der Meßsonden (v_A) ungefähr der Windgeschwindigkeit entspricht ($v_A/v_L \approx 1,0$), weil dadurch eine windangepaßte, d.h. isokinetische Probenahme vorliegt, die eine wesentliche Voraussetzung für eine exakte Schwebeteilchenmessung darstellt.

Die Auswirkungen zu hoher ($v_A/v_L > 1$) bzw. zu niedriger ($v_A/v_L < 1$) Ansauggeschwindigkeit auf das Meßergebnis lassen sich aus den folgenden Versuchsergebnissen abschätzen, Bild 7. Obwohl im Versuch 1 ($v_A/v_L \approx 2,6$) eine Windgeschwindigkeit von nur 1 m/s vorlag, ist in diesem Versuch im Vergleich zu Versuch 2 ($v_A/v_L \approx 0,4$) mit ca. 6,1 m Windgeschwindigkeit ein Mehrfaches an atmosphärischer Abdrift gemessen worden. Dies unterstreicht die Bedeutung, die einer windgeschwindigkeitsangepaßten Absaugung zukommt. Die Belegung des Bodens nimmt mit zunehmender Windgeschwindigkeit ab. Obwohl bei stärkerer horizontaler Luftströmung ein größerer Anteil des Staubes die Behandlungsfläche verläßt, kommt es nicht zu einer verstärkten Sedimentbildung im Nahbereich. Es ist anzunehmen, daß die Driftwolke über größere Distanzen verfrachtet wird und sich nicht im Nahbereich ablagert.

Von den insgesamt 50 Einzelversuchen des Jahres 1985 bleiben unter der Voraussetzung, daß für das Geschwindigkeitsverhältnis v_A/v_L ein Schwankungsbereich von $0,85 < v_A/v_L < 1,30$ zugestanden wird, nur relativ wenige Einzelversuche für einen exakten Vergleich übrig. Die Abweichung bei v_A/v_L nach oben ist deshalb größer gewählt worden (+ 30 %), weil bekannt ist, daß eine verstärkte Absaugung ($v_A/v_L > 1$) zu geringeren Meßfehlern führt, als eine zu schwache Absaugung ($v_A/v_L < 1$) [7].

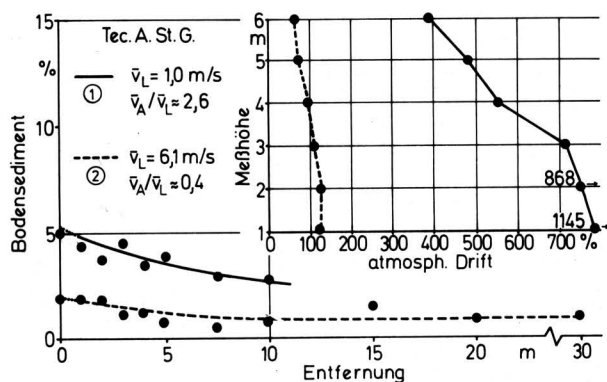


Bild 7. Bodensediment und atmosphärische Drift beim Einsatz des Tecnomas-Anhänge-Stäubegebietes. Meßfehler durch mangelnde Abstimmung zwischen Ansauggeschwindigkeit v_A und Windgeschwindigkeit v_L .

Für das Tecnomas-Gerät, Bild 8, wurden beim Stäuben (Tec. A. St.) für eine Windgeschwindigkeit zwischen 2 und 3 m/s und nahezu isokinetische Ansaugung der Schwebeteilchen ($v_A/v_L \approx 1,04$) für die atmosphärische Drift Maximalwerte von ca. 500 % für das Bodensediment demgegenüber mit < 5 % vergleichsweise geringe Werte gemessen. Die unübersehbare Staubwolke, die bei dieser Behandlung aus der Obstanlage austrat und sich über der Freilandfläche ausbreitete, verdeutlicht das Bild 9.

Beim Sprühen mit diesem Gerät (Tec. A. Spr.) stellen sich die Verhältnisse wesentlich anders dar. Unter den genannten Voraussetzungen ($2 \text{ m/s} < v_L < 3 \text{ m/s}$; $0,85 < v_A/v_L < 1,3$) werden sehr viel geringere Abdriftwerte gemessen. Die atmosphärische Drift weist nur Werte von 10–15 % auf, Bild 8. Auch die Werte für das Bodensediment liegen mit Maximalwerten von 1–2 % niedriger. Eine Sprühwolke war optisch nicht wahrnehmbar.

Diese Versuche zeigen, daß die Unterschiede zwischen den Verfahren Sprühen und Stäuben mit fahrbaren Geräten besonders deutlich in der atmosphärischen Drift hervortreten. Bei Betrachtung der über die Höhe gemittelten Schwebeteilchenkonzentrationen wird deutlich, daß beim Stäuben mit ca. 20–30fach höherer atmosphärischer Drift als beim Sprühen gerechnet werden muß. Die Werte für das Bodensediment fallen bei beiden Verfahren viel geringer aus. Dabei liegen aber auch die Niederschläge der Stäubeversuche etwas höher als die beim Sprühen (≈ 2 fach).

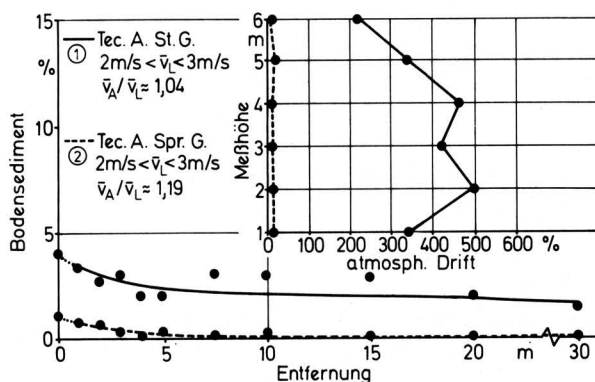


Bild 8. Bodensediment und atmosphärische Drift beim Einsatz des Tecnomas-Anhänge-Gerätes zum Stäuben (1) bzw. Sprühen (2) in der Obstkultur, angenähert isokinetische Probenahme.

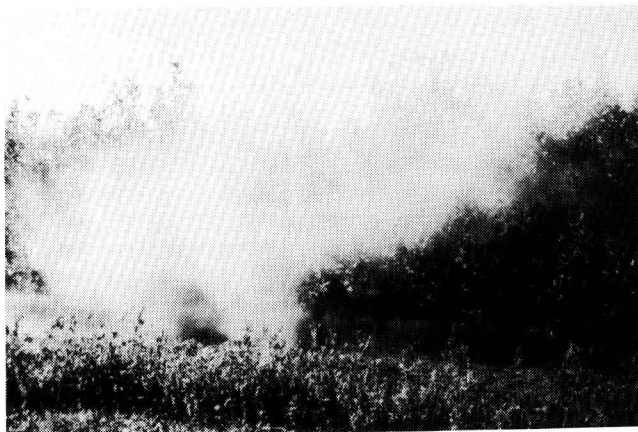


Bild 9. Staubwolke beim Einsatz des Tecnomat-Anhänge-Stäubergerätes in der Obstanlage.

Das rückentragbare Gerät, Bild 10, verursacht beim Stäuben (R.St.) unter den genannten Voraussetzungen ($2 \text{ m/s} < \bar{v}_L < 3 \text{ m/s}$; $0,85 < \bar{v}_A/\bar{v}_L < 1,3$) maximale Werte der atmosphärischen Drift von 100–150 %. Diese Werte sind deutlich niedriger (ca. 1/3) als beim fahrbaren Gerät (Tec. A. St.). Wesentlich dafür dürfte die geringere Gebläseluftleistung sein, die auch eine kleinere Schwebeteilchenwolke freisetzt. Die Bodensedimente liegen niedrig bei maximal 3 (4) %.

Beim Sprühen mit dem rückentragbaren Gerät (R. Spr.) ergeben sich Werte der atmosphärischen Drift von 10–20 % und damit ähnliche Werte wie für das fahrbare Gerät (Tec. A. Spr.). Auch die Werte des Bodensedimentes erreichen ähnlich niedrige Werte.

Ein Vergleich der Verfahren Stäuben und Sprühen weist auch bei dem rückentragbaren Gerät hinsichtlich der atmosphärischen Drift das Stäuben als die ungünstigere Ausbringungstechnik aus. Ausgehend von den mittleren Meßwerten für die atmosphärische Drift, wird beim Stäuben im Vergleich zum Sprühen das ca. 6–8fache in der Luft verfrachtet. Bei dem fahrbaren Gerät sind die Unterschiede zwischen beiden Verfahren noch deutlicher hervorgetreten (20–30fach). Die Bodensedimente mit Werten von einigen wenigen Prozent fallen vergleichsweise gering aus. Tendenziell erbrachte das Stäuben auch im Bodensediment die größeren Werte.

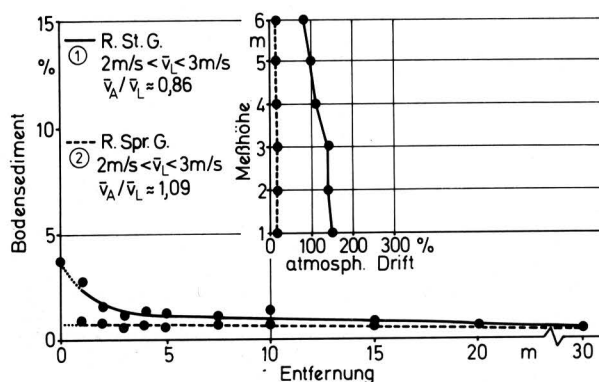


Bild 10. Bodensediment und atmosphärische Drift beim Einsatz des rückentragbaren Gerätes zum Stäuben (1) bzw. Sprühen (2) in der Obstkultur.

5.2 Behandlung von Feldkulturen

Auch bei den Versuchen auf dem Feld wird die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse durch unterschiedliche Windverhältnisse und Meßbedingungen (\bar{v}_A/\bar{v}_L) – wie sie zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung vorgelegen haben – erschwert.

Für das rückentragbare Gerät, Bild 11, nehmen beim Stäuben (R.St.) die Meßwerte der atmosphärischen Drift in Bodennähe Maximalwerte von bis zu 450 % an; die Konzentration der Schwebeteilchenwolke nimmt mit zunehmender Höhe relativ stark ab. Die Schwebeteilchenwolke wird also vor allem in Bodennähe gehalten, wie auch aus der fotografischen Aufnahme in Bild 12 hervorgeht.

Die geringe vertikale Ausdehnung der Schwebeteilchenwolke mag damit zusammenhängen, daß bei diesen Flächenbehandlungen das Strahlrohr nach unten auf die Zielfläche gerichtet war und keine Abstrahlung nach oben erfolgte.

Die Bodensedimente sind mit Maximalwerten von etwa 15 % vergleichsweise hoch. Unter Umständen hat die behandelte Ackerfläche, die zu diesem Zeitpunkt ohne Bewuchs war, den Staubaustrag aus der behandelten Fläche und damit diese hohen Werte etwas begünstigt. Andererseits kann es auch infolge der zyklischen Bewegungen des handgeführten Strahlrohres bei der Behandlung des Randstreifens (1. Streifen zur Freifläche hin) zu einer geringen, aktiven Belegung der angrenzenden Freifläche gekommen sein. Die Maximalwerte bei geringer Entfernung (0–1 m) sind daher etwas unsicher. In einer Entfernung von 1–2 m von der Behandlungsfläche sind die Werte sehr viel zuverlässiger.

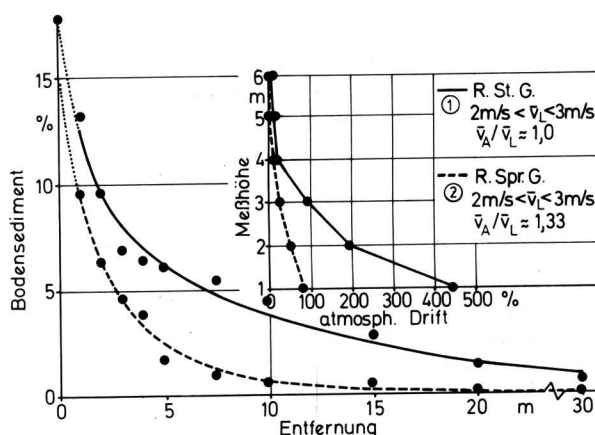


Bild 11. Bodensediment und atmosphärische Drift beim Einsatz des rückentragbaren Gerätes zum Stäuben (1) bzw. Sprühen (2) in der Feldkultur.



Bild 12. Staubwolke in Bodennähe beim Einsatz des rückentragbaren Stäubergerätes in der Feldkultur.

Beim Sprühen mit dem rückentragbaren Gerät (R. Spr.) erreicht die atmosphärische Drift in Bodennähe ($H = 1$ m) für die eingangs angegebenen Bedingungen ($2,0 \text{ m/s} < v_L < 3,0 \text{ m/s}$; $0,8 < v_A/v_L < 1,3$) recht beträchtliche Werte (ca. 90 %), Bild 11. Mit zunehmender Höhe fallen die Werte aber ebenfalls rasch ab und liegen im Minimum bei ca. 1 %. Eine Driftwolke ist optisch nicht wahrnehmbar. Das Bodensediment nimmt auf der angrenzenden Freifläche relativ hohe Werte an. Ein Vergleich mit dem entsprechenden Stäube-Versuch zeigt aber, daß beim Sprühen deutlich niedrigere Werte für das Bodensediment erreicht wurden.

Es kann festgestellt werden, daß auch in Feldkulturen beim Stäuben in wesentlich größerem Maße als beim Sprühen Schwebeteilchen mit der bewegten Luft transportiert werden. Unter Zugrundelegung von mittleren Werten der atmosphärischen Drift kann für das eingesetzte rückentragbare Gerät beim Stäuben näherungsweise von einer 3–5fach höheren Partikelverfrachtung als beim Sprühen ausgegangen werden.

Zur Anbindung der bei diesem Vergleich zwischen Sprühen und Stäuben ermittelten Werte an die der Praxis sind als Ergänzung auch einige Versuche mit praxisüblicher Ausbringungstechnik durchgeführt worden. Ausgehend von einem Flüssigkeitsaufwand von 500 l/ha für Obstkulturen und 400 l/ha für Feldkulturen sind in Bild 13 die gemessenen Maximalwerte der atmosphärischen Drift und des Bodensedimentes angegeben. Für Obstkulturen resultieren daraus bezogen auf die zuvor besprochenen Ergebnisse bei Flüssigausbringung keine größeren Unterschiede. Für Feldkulturen bringt die konventionelle Spritztechnik (Feldspritzgeräte) eindeutig die niedrigsten Abdriftwerte. Für die hohen Werte des Bodensedimentes im Grenzbereich von "behandelt" zu "unbehandelt" sind vornehmlich auch Fahrfehler oder Auslegerschwankungen verantwortlich. Bereits im Abstand von 2 m liegen die Bodensedimente i.d.R. unter 0,5 %, die atmosphärische Abdrift am 10 m-Punkt steigt maximal auf 5 % an.

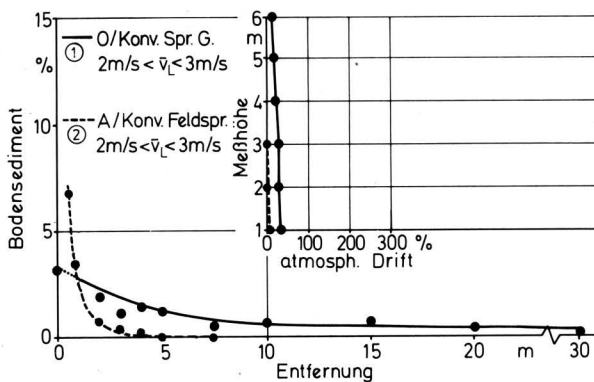


Bild 13. Bodensediment und atmosphärische Drift beim Einsatz eines konventionellen Sprüherätes in der Obstkultur (1) und eines konventionellen Feldspritzgerätes auf dem Feld (2).

6. Zusammenfassung

Die Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, hat zur Frage, inwieweit zwischen den Verfahren Sprühen und Stäuben Unterschiede bezüglich der entstehenden Abdrift auftreten, im Jahr 1985 umfangreiche Abdriftmessungen in Obst- und Feldkulturen durchgeführt.

Hierfür wurden kombinierte Sprüh- und Stäubegeräte (Anhänge- und rückentragbare Geräte) eingesetzt. Für den Verfahrensvergleich sind die Kombinationsgeräte gewählt worden, um das Sprühen und das Stäuben mit der gleichen Geräteausführung und ohne Veränderung wichtiger technischer Parameter (Geschwindigkeit und Richtung der Luftströmung u.a.) durchführen zu können.

Zur Erfassung der atmosphärischen Abdrift in verschiedenen Höhen über dem Boden sind spezielle Ansaugsonden entwickelt worden, die auch sehr kleine Teilchen abzuscheiden vermögen. Die Ergebnisse der Abdriftmessungen bestätigen, daß sich bei der Behandlung von sowohl Obst- als auch von Feldkulturen nur relativ wenig Sediment auf der leeseits angrenzenden Fläche absetzt. Der weitaus größte Abdriftanteil kommt nicht hier zur Sedimentation, sondern wird durch den Wind über größere Entfernungen verfrachtet.

Bei der Behandlung von Obstkulturen haben sich mit dem Anhängengerät zwischen den beiden Verfahren Sprühen und Stäuben gravierende Unterschiede in der atmosphärischen Abdrift ergeben. Der Schwebeteilchenanteil ist beim Stäuben etwa 20–30mal so groß wie beim Sprühen. Beim Stäuben sind Maximalwerte auf den Filtern der Meßsonden bis 500 % aufgetreten (100 % ist gleichzusetzen mit dem Flüssigkeits- bzw. Staubaufwand beim Ausbringen in l/ha bzw. kg/ha).

Mit dem rückentragbaren Gerät sind insgesamt geringere Abdriftwerte gemessen worden. Hier zeigt sich, daß beim Stäuben die atmosphärische Drift um den Faktor 6–8 höher liegt als beim Sprühen. Die Bodensediment-Werte auf der angrenzenden Freifläche liegen mit maximal 4 % (5 %) sehr niedrig. Tendenziell bringt das Stäuben auch hier etwas größere Bodenbeläge als das Sprühen.

Für den Einsatz in Feldkulturen stehen handelsübliche fahrbare Kombinationsgeräte zum Stäuben und Sprühen nicht zur Verfügung. Aus diesem Grunde wurde für die Vergleichsmessungen hier ein rückentragbares Gerät eingesetzt.

Es wurde festgestellt, daß die atmosphärische Drift in Bodennähe Maximalwerte von etwa 400 % annehmen kann, die mit zunehmender Höhe stark zurückgehen. Beim Stäuben sind eindeutig höhere Abdriftwerte gemessen worden. Sie liegen in bezug auf die atmosphärische Drift um den Faktor 3–5 über den entsprechenden Werten des Sprühens. Bei den Werten des Bodensediments treten die Unterschiede weniger deutlich hervor.

Zur Ergänzung dieses Verfahrensvergleichs sind auch einige Messungen mit konventionellen Pflanzenschutzgeräten (Sprüherät, Feldspritze) durchgeführt worden. Mit einem konventionellen Feldspritzgerät wurden dabei die niedrigsten Abdriftwerte erhalten. Die atmosphärische Drift bleibt in geringer Höhe und erreicht maximal 5 %. Eine Bodenbelegung mit dem Behandlungsmittel ist bereits nach wenigen Metern (5 m) nicht mehr nachweisbar.

Schrifttum

- [1] Göhlich, H.: Einfluß klimatischer und gerätetechnischer Faktoren auf die Drift im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. Bd. 31 (1979) Nr. 1, S. 1/9.
- [2] Thompson, N. u. A.J. Ley: Estimating spray drift using a random-walk model of evaporating drops. J. agric. Engng. Res. Bd. 28 (1983) Nr. 5, S. 419/35.
- [3] Hall, C.D.: The simulation of particle motion in the atmosphere by a numerical random-walk model. Quart. J. R. Met. Soc. Bd. 101 (1975) S. 235/44.
- [4] Göhlich, H.: Abdrift im Pflanzenschutz unter Berücksichtigung von Meßergebnissen am Steilhang. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. Bd. 34 (1982) Nr. 7, S. 100/109.
- [5] Göhlich, H. u. U. Dörries: Abdrift-Erfassung. Vortragssammlung 7. Pflanzenschutztechnisches Seminar – Meßtechnik in der Applikation –, 27./28. Febr. 1984, Institut für Landtechnik und Baumaschinen der TU Berlin.
- [6] Bau, H., U. Dörries u. J. Zanke: Anwendung der Fluorometrie zur Verteilungsmessung in der Pflanzenschutztechnik. Landtechn. Forschung Bd. 19 (1971) Nr. 3/4, S. 93/101.
- [7] Watson, H.H.: Errors due to anisokinetic sampling of aerosols. Am. Industrial Hygiene ASS. Quart. Bd. 15 (1954) Nr. 21, S. 21/25.