

Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für ein Prüfverfahren für Sägeräte mit verminderter Abdrift von Beizstäuben

Development of a test method for sowing machines concerning the drift of dust abrasion

Roland Bahmer*, Dr. Michael Glas, Klaus Schmidt

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Stuttgart, Germany

* Corresponding author, roland.bahmer@ltz.bwl.de

DOI 10.5073/jka.2014.444.024

Zusammenfassung

Lange Zeit galt die Saatgutbeizung als die effektivste und in Bezug auf die Beeinträchtigung des Naturhaushalts als die sicherste Form des Pflanzenschutzes. Seit den schweren, durch Beizstäube verursachten Bienenschäden im Rheintal vor 5 Jahren, steht jedoch die Zulassung von insektizidhaltigen Saatgutbehandlungsmitteln in der Diskussion.

Um das Emissionsverhalten von Sägeräten während der Aussaat auf Basis gesicherter Daten beurteilen zu können, wurden am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) die fachlichen Grundlagen für ein Prüfverfahren zur Messung der Beizstaubabdrift bei Sägeräten erarbeitet. Es wurde ein Indoor-Prüfstand erstellt und eine standardisierte Prüfmethode entwickelt, mit der es möglich ist, das Abdriftverhalten von Sägeräten im Vergleich zu bewerten. Als Prüfsaatgut dient ein Granulat, welches mit einem fluoreszierenden Farbstoff gebeizt ist. Die „Tracertechnik“ ermöglicht eine reproduzierbare, schnelle und kostengünstige Beurteilung des Abdriftverhaltens der in der Praxis eingesetzten Sägeräte.

Zur Einordnung der im Prüfstand gewonnenen Abdriftwerte der Sägeräte wurden zum Vergleich Messungen im Freiland durchgeführt. Die dabei ermittelten Driftmengen lagen auf vergleichbarem Niveau wie die im Prüfstand gemessenen Werte. Die standardisierte Abdriftmessung im Prüfstand eignet sich damit auch zur Berechnung von Expositionsszenarien für die Aussaat von gebeiztem Saatgut.

Stichwörter: Prüfverfahren, Sägeräte, Beizstaubabdrift, Windkanal, Expositionsszenarien

Summary

For a long time the seed treatment was regarded as the most effective and in terms of the impact of the natural environment as the safest form of plant protection. Since the serious damage of bees, caused by dust of abraded seed treatment in the Rhine Valley five years ago, the admission of seed treatment products containing insecticide is in the discussion.

To evaluate the emission characteristics of sowing machines during sowing based on secure data, the technical basis for a test method for measuring the drift of abraded seed-dust in sowing machines were developed at the Centre for Agricultural Technology Augustenberg. An indoor test bench was created and a standardized test method by which it is possible to evaluate the drift behavior of sowing machines in comparison was developed. A granulate which is stained with a fluorescent Tracer is used as test seed. The „tracer technique“ allows a reproducible, rapid and inexpensive assessment of the drift behavior of the sowing technology, which is commonly used.

To classify the obtained drift values in the test bench, measurements in the field were carried out for comparison. The determined drift volumes of those measurements were at a similar level as the measured values in the test stand. Therefore the standardized measurement of drift in the test stand is suitable for the calculation of exposure scenarios for the sowing of treated seeds.

Keywords: Test method, sowing machines, dust drift, wind tunnel, exposure scenarios

1. Einleitung

Im Frühjahr 2008 wurden in der oberen Rheinebene mehrere tausend Bienenvölker geschädigt. Ursache dafür waren offensichtlich neonicotinoidhaltige Beizmittelemissionen, die durch Abdrift bei der Aussaat von Mais auf Blüten benachbarter Kulturen gelangten und dort von den Bienen aufgenommen wurden. Abdriftmessungen während der Maissaat mit pneumatischen Einzelkornsäegeräten an verschiedenen Instituten konnten eine Exposition wirkstoffhaltiger Stäube auf den Nahbereich der gesäten Fläche nachweisen. In der Folge wurden sofortige Maßnahmen zur Minimierung dieser Emissionen ergriffen, wie die Verbesserung der Beizverfahren und die Ausrüstung der Einzelkornsäegeräte mit Deflektoren zur Ableitung der Gebläseabluft an die Bodenoberfläche. Die Zulassung neonicotinoidhaltiger Beizmittel wurde ausgesetzt und die Erlaubnis zur Aussaat von Saatgut, welches mit Mesuro (Wirkstoff: Methiocarb) gebeizt ist, wurde auf Säegeräte beschränkt, die eine Minderung der Abdrift um 90 % gegenüber herkömmlichen Einzelkornsäegeräten ohne Umrüstsatz erzielten.

Die Einstufung der Geräte hinsichtlich ihrer Abdriftminderung erfolgt derzeit durch eine Freilandmessmethode des Julius Kühn-Instituts in Braunschweig (JKI). Da diese Messungen im Freiland auf Grund der Boden- bzw. Witterungsverhältnisse nur in engen Zeitfenstern möglich sind und die Einflussfaktoren auf die Staubexposition wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Konvektion und Bodenverhältnisse dabei stark variieren, wurde die Entwicklung eines entsprechenden Indoor-Prüfverfahrens angeregt, bei dem diese Einflüsse standardisiert werden können. Um der Praxis ausreichende Möglichkeiten hinsichtlich der Sätechnik zur Verfügung zu stellen, mit der unvertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausgeschlossen werden können, bedarf es gesicherter Prüfrichtlinien, mit denen reproduzierbare Ergebnisse erarbeitet werden können. Die Erarbeitung der fachlichen Grundlagen wie auch die Entwicklung eines Prüfverfahrens war Inhalt eines dreijährigen Forschungsprojekts am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ).

2. Material und Methoden

Indoor-Prüfverfahren zur Messung der Beizstaubabdrift bei Säegeräten

Das Prinzip der Indoor-Prüfmethode zur Messung der Beizstaubabdrift bei Säegeräten beruht auf einer Durchführung der Saat in einem Windkanal und der anschließenden Massenbestimmung abgeriebener und abgedrifteter Staubmengen sowie der darin enthaltenen Wirkstoffanteile bei einer definierten Windgeschwindigkeit. Als Nachweisstoff im Rahmen des Prüfverfahrens dient der Tracer „Pyranin 120 %“, welcher fluoreszierende Eigenschaften hat. Zusammen mit einem zur Saatgutbehandlung gebräuchlichen Kleber (Peridiam) wird das Prüfstaatgut mit diesem Tracer gebeizt.

Da sich die Abriebeigenschaften von handelsüblichem Saatgut durch Luftfeuchtigkeits- und Temperaturschwankungen verändern, ist es für ein standardisiertes Messverfahren nicht geeignet. Für Abdriftmessungen im Prüfstand wird deshalb ein aus Kunststoff und Holzstaub hergestelltes Granulat verwendet, welches vergleichbare physikalische Eigenschaften hat und sich für alle Säegerätebautypen eignet. Die poröse Oberfläche des Kunstsaatguts ermöglicht eine gute Anlagerung von Beizmitteln, welche nach der Verwendung wieder abgewaschen werden können. Damit kann das Kunstsaatgut mehrmals eingesetzt werden. Die Beizung des Kunstsaatguts erfolgt in einem Chargenbeizgerät und ist für die beschriebene Methode ebenfalls standardisiert. Durch die Ermittlung des Tausendkorngewichts und des Heubachwertes nach der Beizung wird die Einheitlichkeit des Kunstsaatguts gewährleistet. Die Saatmenge für eine Messung mit Einzelkornsäegeräten beträgt 6 kg. Diese Menge entspricht einem bei der Maissaat üblichen Hektaraufwand von 100.000 Korn. Bei Getreidekulturen, deren Aussaat meist durch Universalsäegeräte erfolgt, liegt der Hektaraufwand bezogen auf die Kornzahl deutlich höher (bis 4.500.000 Korn). Zur leichteren Handhabung während der Prüfung wurde hier die Saatmenge bei diesen Geräten auf 24 kg (400.000 Korn) festgelegt.

Das zu prüfende Säegerät wird auf die aus Gitterrosten bestehende Standfläche des Prüfstands gestellt. Für den Bereich direkt um die Schare werden Formteile aus 5 cm dicken Styrodur-Platten zugeschnitten, die einen Saatschlitz bilden. Der übrige Bereich der Standfläche wird mit Blechen

abgedeckt. Während des Sävorganges fällt das aus der Sämaschine austretende Saatgut durch den Gitterrost auf Förderbänder. Diese führen die Körner ab und befördern sie zur anschließenden Massenbestimmung der ausgebrachten Saatgutmenge in darunter befindliche Behälter. Das Gebläse und die Säwelle des Sägeräts werden durch stufenlos regelbare Elektromotoren angetrieben. Die Einstellungen des Sägeräts werden so gewählt, dass der Saatgutdurchsatz einer Arbeitsgeschwindigkeit von 6 km/h bei üblichem Hektaraufwand entspricht. Während des Sägerätebetriebs im Prüfstand wird dieser mit einer antistatischen Folie verschlossen, um den Luftaustausch der Messzelle mit der Umgebung zu verhindern.

Ein Radialgebläse mit einer Volumenleistung von 6.500 m³/h erzeugt den Luftstrom im Windkanal, wobei die Luft über Rohre in einem geschlossenen System zirkuliert. Die Messung der Abdrift im Prüfstand erfolgt bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s, die sich durch einen Frequenzumrichter zur stufenlosen Einstellung der Gebläsedrehzahl genau einstellen lässt. Während des Saatgutdurchlaufes werden die driftenden Staubpartikel von einem Filtervlies der Filterklasse F8 abgeschieden. Zur Differenzierung der Driftmenge über die Höhe ist die Filterfläche in 5 Segmente unterteilt. Die Abmessungen der gesamten Filterfläche betragen 900 x 1500 cm (B/H). In Abb. 1 ist der Sägeräteprüfstand schematisch dargestellt.

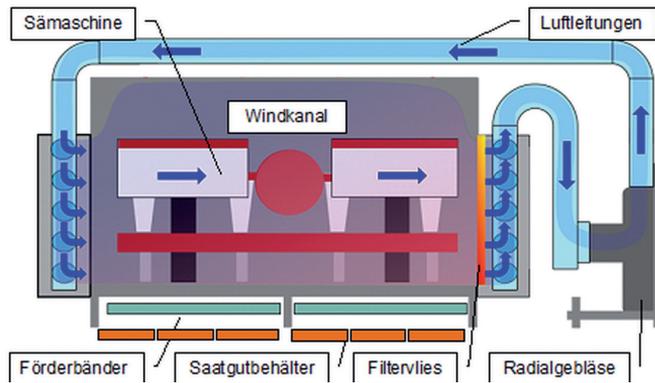


Abb.1 Schematische Darstellung des Sägeräteprüfstands.

Fig. 1 Schematic presentation of a test stand for sowing machines.

Die Beurteilung der Geräte erfolgt sowohl durch Wiegen der im Filter abgeschiedenen Stäube, als auch durch fluorometrische Bestimmung der darin enthaltenen Farbstoffmengen. Das Prinzip der Fluoreszenzspektrometrie ist die Anregung des in Lösung befindlichen Farbstoffs mit Licht einer bestimmten Wellenlänge. Dabei wird Licht höherer Wellenlänge zurückgestrahlt (emittiert). Diese von der Menge des Farbstoffs abhängige Strahlungsemission wird von einem Detektor gemessen. Der Vorteil dieser Tracertechnik liegt zum einen in der sehr tiefen Nachweisgrenze bis zu einer Verdünnung von 10⁻¹² (WERNLI, 2003), was den Einsatz geringer Tracermengen erlaubt und zum anderen in einer schnellen und kostengünstigen Messung.

Die Auswertung der fluorometrisch ermittelten Pyraninkonzentration in der Abwaschflüssigkeit erfolgt mit einer modifizierten Version von APPLCALC (K. SCHMIDT, 2012, persönliche Mitteilung). Diese zur Ermittlung von Spritzbelagswerten im Pflanzenschutz entwickelte Excel-Tabellenkalkulation ist speziell auf die Fluoreszenzmessung abgestimmt worden. Da Fluoreszenzmessungen Konzentrationsmessungen sind, die, in einem weiten, über den bei Abdriftmessungen erforderlichen Messbereich hinaus, linear verlaufen, genügt für die Umrechnung der Messwertanzeige die Bestimmung einer „Eichgeraden“ aus zwei Punkten. In die Umrechnung fließen die jeweiligen Basiswerte Saatgutmenge, Farbstoffmenge, Hektaraufwand und Fluoreszenzanzeige ein. Als Referenz für die Berechnung der Pyraninmengen in den einzelnen Proben wird der Eichwert einer bekannten Pyraninkonzentration herangezogen.

Messung der Beizstaubabdrift im Freiland

Zur Einordnung der im Prüfstand gemessenen Abdriftwerte wurden zum Vergleich Messungen im Freiland durchgeführt. Die Messmethode der Feldversuche orientierte sich an den Vorgaben des Julius Kühn-Instituts (JKI), welches in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt und den Pflanzenschutzmittelherstellern hierzu eine „Methode zur Messung der Abdrift beim Aussäen von Maissaatgut im Freiland“ definiert hat. Danach erfolgt die Messung des Bodensediments mit Petrischalen in 6 Messabständen (1, 3, 5, 10, 20, 30 m) und zehnfacher Wiederholung je Messabstand (1 m Abstand). Schwebende Stäube wurden mit einer Gaze gemessen, die in 1 m Entfernung vom Saatfeld mit einer Fläche von 4 m Breite und 2 m Höhe auf einen Bauzaun aufgespannt war. Die Probenentnahme an der Gaze erfolgte nach der Aussaat durch Herausschneiden von quadratischen Gewebestücken in einer Messhöhe zwischen 0,5 m und 1 m. Da dieses Messdesign nicht die gesamte Luftdrift erfasst, sondern auf die Messung sedimentierender und bodennah schwebender Stäube begrenzt ist, waren für einen Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Prüfstand zusätzliche Kollektoren notwendig (Abb. 2).

Für die Messung der Luftdrift von Beizstäuben gibt es bisher kein allgemein anerkanntes Verfahren. Deshalb wurde das Staubabscheidungsvermögen folgender Kollektoren, die sich bei Abdriftmessungen im Pflanzenschutz bewährt haben, im Vergleich getestet: Nylondrähte (Ø 2 mm), die in dreifacher Wiederholung bis zu einer Höhe von 6 m aufgespannt wurden, Bälle aus Kunststoffgeflecht (Ø 5 cm), deren Anordnung in 50 cm Abständen bis zu einer Messhöhe von 4 m erfolgte (2 Wiederholungen) und tote Bienen, die in unmittelbarer Nähe zu den Bällen aus Kunststoffgeflecht angebracht waren. Die Bälle aus Kunststoffgeflecht und die Bienen blieben unbehandelt, während die Nylondrähte zur Verbesserung der Haftfähigkeit der Driftpartikel mit Silikonöl eingesprüht wurden.

Für die Anordnung der Kollektoren war die allgemeine Definition für Luftdrift („Airborne Drift“), die auch den Bereich der Beizstaubabdrift umfasst, maßgebend: *“The volume (or mass) of chemical per unit length of spray run that passes above a point at a given down-wind distance outside the field or target area”* (ONLINE ENCYCLOPEDIA, 2010). Der Messpunkt zur Abscheidung driftender Stäube hatte bei allen Kollektorarten einen Abstand zum Aussaatfeld von 1 m. Zur Untersuchung des Driftverlaufs nichtsedimentierender Stäube mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle wurden Nylondrähte auch in weiteren Entfernungen (5 m, 15 m und 30 m) von der Aussaatfläche aufgespannt. Die Abmessungen der Saatfläche betragen 45 m Länge und 27 m Breite, woraus sich bei Sägeräten mit 3 m Arbeitsbreite 9 Säbahnen ergaben.



Abb. 2 Freilandmessung mit verschiedenen Kollektoren zur näheren Bestimmung der Luftdrift (1 = Gaze; 2 = Bälle aus Kunststoffgeflecht; 3 = Bienen; 4 = Nylondrähte; 5 = Petrischalen).

Fig. 2 Outdoor measurement of various collectors to determine air drift (1=gauze; 2=balls of synthetic network; 3=bees; 4=nylon wires; 5=Petri dishes).

3. Ergebnisse

In Abb. 3 sind exemplarisch die Abdriftmengen dargestellt, die im Prüfstand während der Aussaat von Prüfgranulat bei einem Einzelkornsägerät (ESM IV) gemessen wurden. Im linken Diagramm sind die absoluten Driftmengen abgebildet, welche in den einzelnen Höhengsegmenten des Filtervlieses enthalten waren. Das rechte Diagramm zeigt die relativen Driftmengen aktiver Substanz (Pyranin) in Prozent, die das Driftpotenzial des Sägeräts darstellen. Das Driftpotenzial ist als maximal mögliche Staubemission eines Sägeräts definiert, die bei gegebener Windgeschwindigkeit während der Aussaat eines Saatguts mit vergleichbaren Abriebeigenschaften durch Drift im Nahbereich sedimentieren oder über den Nahbereich hinaus verschweben kann.

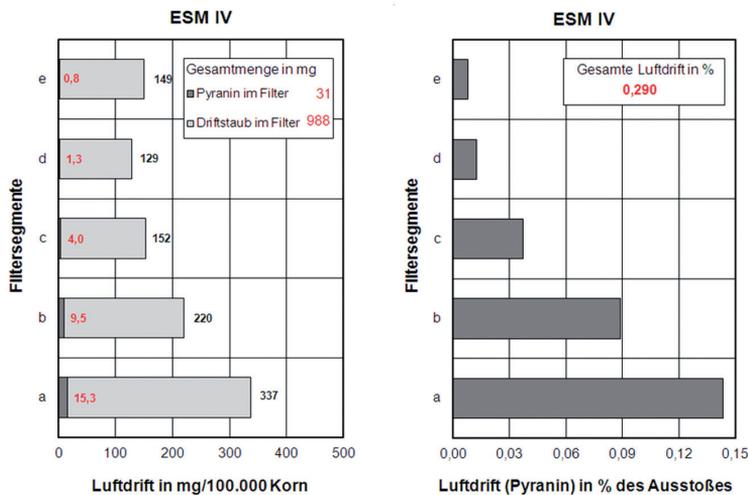


Abb. 3 Vertikal differenziertes Driftpotenzial einer Einzelkornsämaschine in % des Ausstoßes.

Fig. 3 Vertically differentiated drift potential of a single seed sowing machine in % output.

Nach zahlreichen Abdriftmessungen mit Sägeräten, die zur Erarbeitung der oben beschriebenen Prüfmethode durchgeführt wurden, erfolgten insgesamt 20 Geräteprüfungen, die zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse dienten. Die hellen Balken der in Abb. 4 dargestellten Driftpotenziale stellen abgesehen von einer Einzelmessung („Pneum ESM III“) jeweils Mittelwerte aus zwei Wiederholungsmessungen mit Granulat dar. Diese lagen bei den Einzelkornsägeräten im Bereich zwischen 0,08 und 0,45 %. Bei den beiden pneumatischen Universalsägeräten lagen die Werte zwischen 0,03 % und 0,08 %.

Zu den Messungen mit Granulat wurden bei 5 Geräten Vergleichsmessungen mit Mais durchgeführt, welcher ebenfalls mit Pyranin gebeizt war (2 g/kg). Bei diesen Abdriftmessungen mit Maissaatgut wurden im Vergleich zu den Messungen mit Granulat deutlich höhere Abdriftmengen gemessen, was offensichtlich durch den schlechteren Heubachwert des Maissaatguts begründet war. Es zeigt sich aber eine enge Korrelation zwischen den Messungen mit Granulat und Mais. Die Untersuchung mechanisch arbeitender Universalsägeräte wurde auf Grund der niederen Werte, die dabei gemessen wurden, nicht weiter verfolgt. Hierbei lagen die Driftmengen bei weniger als 0,005 %.

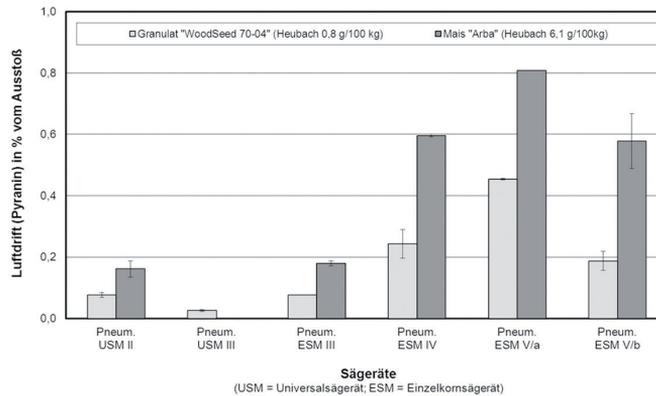


Abb. 4 Driftpotenziale verschiedener Sägeräte.

Fig. 4 Drift potential of various sowing machines.

Bei den Freilandmessungen zur Ermittlung der Luftdrift wurden die beschriebenen Kollektoren eingesetzt. In Abbildung 5 sind die mittleren Abdriftwerte aus vier Messungen im Vergleich dargestellt, die mit den jeweiligen Kollektortypen ermittelt wurden.

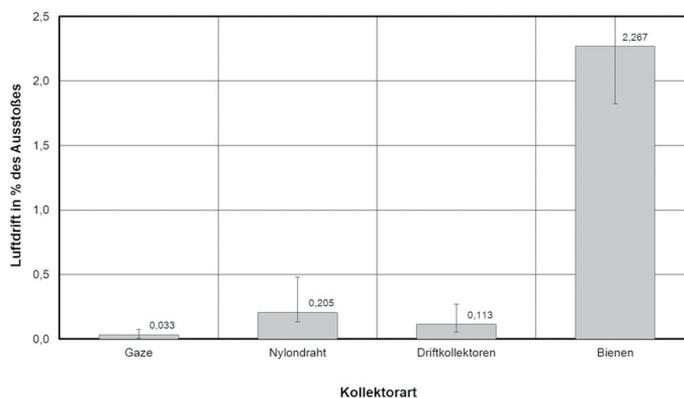


Abb. 5 Mittlere Abdriftwerte verschiedener Driftkollektoren aus vier Messungen mit Einzelkornsägeräten (gemessen von 0 bis 1 m über dem Boden bei einem Messabstand von 1 m vom Saatfeld).

Fig. 5 Mean drift values of various drift collectors from four measurements with single seed sowing machines (measurement of 0 to 1 m above ground, measuring distance – 1 m from sown field).

Die vergleichsweise hohen Abdriftmengen, die an Bienen gemessen wurden, konnten im Forschungszeitraum nicht ausreichend erklärt werden. Möglicherweise hängen diese hohen Werte mit der elektrostatischen Ladung zusammen, die bei Untersuchungen in den USA an Bienen nachgewiesen werden konnten (PRIER *et al*, 2001). Bei allen Freilandmessungen lag das mit Gaze ermittelte Abdriftniveau unterhalb den Nachweisstoffmengen, die an den übrigen Kollektoren gemessen wurden. Wie Luftströmungsmessungen zeigten, wird das großflächig aufgespannte Gewebe von der Abdriftwolke auf Grund des hohen Luftwiderstands teilweise umströmt. Es wird also hier nur ein Teil der tatsächlichen Luftdrift erfasst. Ein ähnlicher Effekt könnte für die vergleichsweise niederen Werte der Bälle aus Kunststoffgeflecht gegenüber den Nylanddrähten verantwortlich sein. Für die Beurteilung des Driftverhaltens von Sägeräten im Freiland stellen deshalb die mit Nylanddraht ermittelten Driftmengen die am ehesten belastbaren Werte dar.

Die in Abb. 6 dargestellten Luftdriftwerte einer Messung mit einem Einzelkornsäegerät, die hier exemplarisch für die Mehrzahl der Freilandmessungen stehen, lassen den Schluss zu, dass nur ein Teil der in den Nahbereich der Aussaatfläche hinein schwebenden Beizstäube dort auch sedimentiert. Die Messwerte in 1 m Abstand nehmen mit zunehmender Höhe über dem Boden ab. Sie zeigen eine ähnliche Verteilung wie die vertikale Verteilung der Abdrift im Prüfstand. In größerer Entfernung von der Aussaatfläche zeigt sich dagegen eine gleichmäßige Verteilung der Driftmengen bis zu einer Höhe von 6 m. Zwischen den beiden Messabständen (1 m und 5 m) sedimentiert ein Teil der Partikel, was zu einem absoluten Rückgang der Luftdrift innerhalb dieses Bereichs führt. Ein wesentlicher Anteil der bei 1 m gemessenen Luftdrift bleibt demnach in der Luft. Wie weitere Messungen zur Luftdrift zeigen, bleibt diese Nachweisstoffmenge in der Luft auch bis zu einer Entfernung von 30 m zur Aussaatfläche nahezu unverändert.

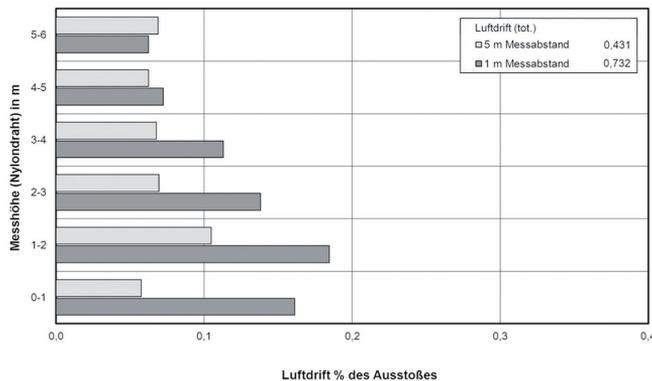


Abb. 6 Vertikale Verteilung der Abdriftmengen bei der Aussaat von Mais mit einem Einzelkornsäegerät im Freiland.

Fig. 6 Vertical distribution of the drift volume on sowing maize with a single seed sowing machine in the field.

Die Driftkurven des Bodensediments zeigten entsprechend der physikalischen Gesetze zur Sinkgeschwindigkeit von Partikeln unterschiedlicher Größe den erwarteten Verlauf. Größere Beizstaubpartikel als Träger höherer Mengen aktiver Substanz sedimentieren schneller, weshalb im Nahbereich des Saatfeldes höhere Werte gemessen werden. Mit zunehmender Entfernung von der Nulllinie werden die sedimentierenden Partikel kleiner und somit die nachgewiesenen Abdriftmengen je Flächeneinheit geringer. Der in folgendem Diagramm dargestellte Verlauf des Bodensediments, welcher bei einer Abdriftmessung im Nahbereich der Aussaatfläche gemessen wurde, entspricht näherungsweise einer Exponentialverteilung (Abb. 7).

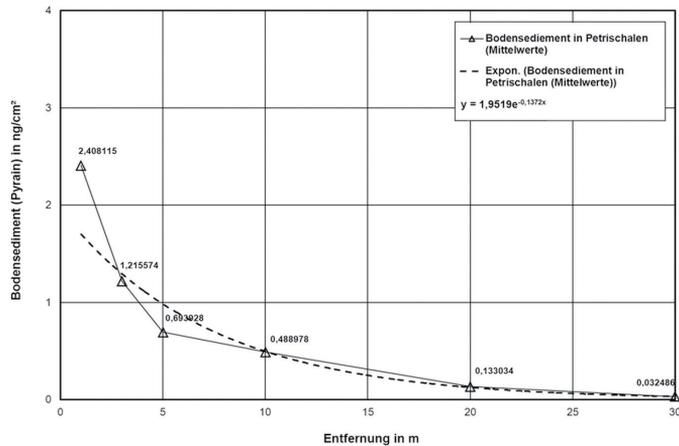


Abb. 7 Abdriftkurve zur Bilanzierung der im Nahbereich sedimentierten Beizstäube.

Fig. 7 Drift curve to balance nearby sedimented dressing dust.

Für die Bilanzierung der im Nahbereich sedimentierenden Beizstäube (bis 30 m) wird aus den gemessenen Abdriftwerten eine Ausgleichsfunktion ermittelt. Das Integral dieser Funktion entspricht der absoluten Abdriftmenge je Streckeneinheit (ng Pyraindrift/cm Sästrecke x Breite des Saatfelds). Bei der Aussaat verursacht jede gefahrene Säbahn eine Driftwolke. Jede dieser Driftwolken hat näherungsweise denselben Sedimentationsverlauf und kumuliert, jeweils um die Arbeitsbreite des Sägeräts versetzt, zur gemessenen Abdriftkuve. In dargestelltem Beispiel ergibt sich aus den errechneten flächenbezogenen Mittelwerten (in ng/cm²) eine Exponentialfunktion, welche den in der Legende angegebenen Verlauf hat ($y = 1,9519e^{-0,1372x}$) mit „x“ für die Entfernung in m und „y“ für die Driftmenge aktiver Substanz (Pyrain) in ng. Bis zu einer beliebigen Entfernung kann mit dieser Ausgleichsfunktion die absolute Driftmenge je Streckeneinheit berechnet werden. Im Beispiel ergibt sich bis 30 m Entfernung von der Nulllinie eine Driftmenge von 1.338 ng/cm Fahrstrecke.

Entsprechend der Vorgehensweise bei der Ermittlung der Luftdrift wird die so berechnete Driftmenge zur ausgebrachten Menge aktiver Substanz in Beziehung gesetzt. Im Beispiel ergibt sich aus einem Hektaraufwand von 48,2 g Pyrain bei einer Fahrstrecke von 1 cm und einer Arbeitsbreite von 3 m ein Pyrainausstoß von 144.600 ng/cm. Multipliziert mit der Anzahl gefahrener Bahnen, welche bei den durchgeführten Freilandversuchen 9 Bahnen betrug, ergibt sich eine Referenzmenge von 1.301.400 ng/cm Fahrstrecke. Daraus errechnet sich für das Bodensediment eine relative Driftmenge von 0,103 %.

Berechnung von Expositionsszenarien aus Prüfstandsmessergebnissen

Mit Hilfe dieser bei Freilandmessungen ermittelten Driftverläufe lassen sich aus den im Prüfstand ermittelten Abdriftmengen Expositionsszenarien für die Aussaat im Freiland errechnen. Für ein Worst-Case-Szenario wird dabei angenommen, dass die gesamte Driftmenge, die im Filter des Prüfstands abgeschiedenen wurde, bei einer Aussaat im Freiland im Nahbereich der Aussaatfläche sedimentiert. Mit Hilfe der bei Freilandmessungen ermittelten Driftverteilung lässt sich dann eine Driftkurve aus den im Prüfstand gemessenen Driftmengen berechnen. Diese Driftkurve entspricht dem Driftverlauf einer einzelnen Säbahn. Wird die von der Breite des Saatfeldes abhängige Anzahl von Driftverläufen, jeweils um die Arbeitsbreite des Sägeräts versetzt, aufsummiert, ergibt sich die höchstmögliche Abdrift aktiver Substanz auf den Nahbereich des entsprechenden Aussaatfeldes (Abb. 8).

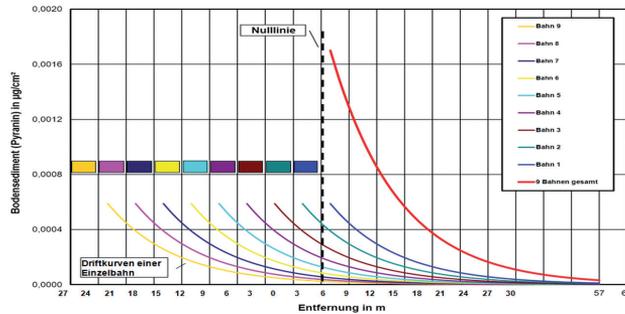


Abb. 8 Interpolierte Abdriftmengen (Bodensediment) einer Freilandmessung in % vom Ausstoß.

Fig. 8 Interpolated drift volumes (soil sediment) of a field measurement in % output.

Eine wesentliche Fragestellung bei der Durchführung der Freilandmessungen war, in wieweit die Ergebnisse der Prüfstandsmessungen mit den im Freiland gemessenen Driftmengen korrelieren. Aus den 21 Freilandmessungen, die mit 6 verschiedenen Sägeräten durchgeführt wurden, waren die Sägeräte-Saatgut-Kombinationen aus 3 Freilandmessungen direkt mit Ergebnissen aus den Sägeräteprüfungen vergleichbar. In Abbildung 9 sind die im Prüfstand ermittelten Driftpotenziale der drei Einzelkornsäugeräte mit der jeweils im Freiland gemessenen Luftdrift und dem entsprechenden Bodensediment im Vergleich dargestellt. Wie dem Diagramm zu entnehmen ist, liegen die Werte der mit Nylandrächten gemessenen Luftdrift und des im Prüfstand ermittelten Driftpotenzials im gleichen Bereich. Das ergänzend abgebildete Bodensediment zeigt deutlich, dass für die Berechnung von Abdriftszenarien für den Nahbereich ein gewisser Anteil nicht sedimentierender Stäube vom gesamten Driftpotenzial abzuziehen ist.

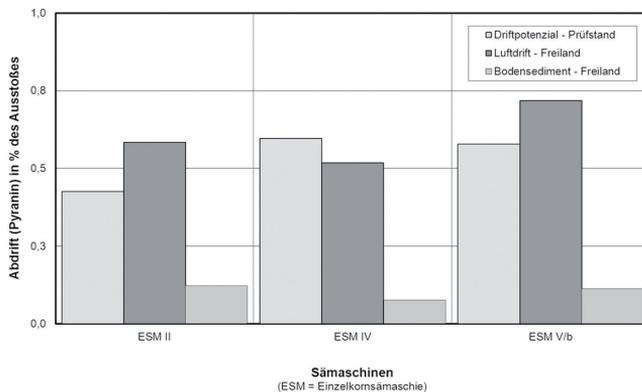


Abb. 9 Vergleich von Prüfstandsmesswerten und Driftmengen aus Freilandmessungen.

Fig. 9 Comparison of drift values obtained from test stand and field measurements.

4. Schlussfolgerungen

Mit dem im Forschungszeitraum entwickelten Prüfverfahren ist es möglich, das Driftpotenzial von Sägeräten unter standardisierten Bedingungen zu ermitteln. Wechselnde Witterungsverhältnisse, wie sie bei Freilandmessungen gegeben sind, können hier ausgeschlossen werden. Eine simulierte Aussaat im Windkanal ermöglicht es, sämtliche driftfähigen Staubemissionen durch einen Filter abzuscheiden und zu messen. Somit stellen die ermittelten Emissionsmengen eine durch die technischen Eigenschaften der Maschine bedingte wie auch von der Beizqualität des Saatguts abhängige „Worst-Case-Situation“ dar.

Die gewonnenen Messdaten erlauben eine Beurteilung der Geräte sowohl hinsichtlich der mechanischen Beeinträchtigung des Saatguts im Saatgutstrom als auch des Emissionsverhaltens. Mit der Verwendung eines Kunstsaahtguts, welches im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelt wurde, können mit dem Prüfverfahren reproduzierbare Ergebnisse erarbeitet werden. Es sind damit Grundlagen für die Prüfung von Sägeräten sämtlicher Bautypen geschaffen.

Wie einige methodische Ansätze im Rahmen des Forschungsprojekts zeigten, die hier nicht näher beschrieben wurden, kann auch die Effizienz technischer Verbesserungen an Maschinen durch Messungen im Prüfstand getestet werden. Eine Untersuchung der Emissionsquellen an Geräten ist möglich, wobei Lösungsansätze zur Reduzierung der Beizstaubabdrift erarbeitet werden können. Dabei ermöglicht der Prüfstand auch eine anschauliche Demonstration des Emissionsverhaltens von Sägeräten.

Das im Prüfstand ermittelte Driftpotenzial einer Sägeräte-Saatgutkombination spiegelt die maximale im Freiland zu erwartende Abdrift von Beizstäuben bei entsprechenden Windbedingungen wider. Es besteht somit die Möglichkeit, aus den im Prüfstand ermittelten Werten Expositionsszenarien zu erarbeiten. Hierfür müssen die bei Freilandmessungen ermittelten Driftkurven herangezogen werden, deren Verläufe wesentlich von der Windgeschwindigkeit abhängen. Diese Szenarien sind jedoch lediglich für den Nahbereich berechenbar. Die Driftverläufe nichtsedimentierender Stäube sind nicht ausreichend erforscht. Hierzu sind weitere Messungen im Freiland nötig.

Danksagung

Die Förderung des Projektes erfolgte aus Mitteln der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

Literatur

- HERBST, A., H.-J. AND WYGODA, 2006: Pyranin, – ein fluoreszierender Farbstoff für applikationstechnische Versuche. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienste **58**, 79-85.
- KRAUS, J. (ohne Erscheinungsdatum): „Bewertung des Staubemissionsverhaltens handgeführter Maschinen“ (Präsentation zum Forschungsprojekt: http://www.bgbau.de/GGTSPU-styx2.bba.de-14930-75056177-khNRkWsYJgGz8Bjt-DAT/gisbau/fachthemen/staub/downloads/Kraus_Kluger_Forschungsprojekt.pdf).
- ONLINE ENCYCLOPEDIA (<http://www.encyclo.co.uk/define/Airborne%20drift>). Abruf am 01.10.2010.
- PRIER, K.R.S., B. LIGHTHART AND J.J. BROMENSHENK, 2001: Adsorption of Aerosolized Bacterial Spores (*Bacillus subtilis* Variety niger) Onto Free-Flying Honey Bees (Hymenoptera: Apidae and its Validation); *Environmental Entomology* **30**, 1188-1192.
- WERNLI, H.R., 2003: Einführung in die Tracerhydrologie, Geographisches Institut der Universität Bern.