

Niels Kohlschütter, Matthias Rothmund, Martin Bachmaier

Implementierung von Abtriftberechnungen bei Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern in der Software „QuickTrift“

1 Einleitung

Das Problem der Koexistenz wird zur Zeit am stärksten im Falle des Einsatzes von gentechnisch veränderten Organismen diskutiert. Ein schon früher erkanntes Problem der Koexistenz ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Mineraldüngern (MD). Auf der einen Seite stehen die Interessen der konventionellen Landwirtschaft, die mit dem Einsatz von PSM und MD versucht die Produktivität so weit wie möglich zu steigern. Dem gegenüber stehen beispielsweise Belange des Grundwasserschutzes, vor allem in Wassereinzugsgebieten, oder die Interessen von Produzenten ökologischer Produkte, die auf den Einsatz von PSM und MD verzichten.

Nachdem unterschiedlich genutzte Flächen sich in unmittelbarer Nachbarschaft befinden, stellt sich die Frage, wie groß der Stoffeintrag auf Flächen, die nicht mit PSM und MD behandelt werden (Nicht-Zielflächen), durch die Anwendung von PSM und MD auf den benachbarten Schlägen (Zielflächen) ist. Wie stark ökologisch erzeugte Produkte durch die direkte PSM-Abtrift betroffen werden, beschäftigt beispielsweise die Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter in Baden-Württemberg beim Ökomonitoring, bei dem im Jahr 2002 bei sieben Prozent der Öko-Lebensmittel und 75 Prozent der konventionellen Lebensmittel Pestizidrückstände festgestellt wurden. Der folgende Ansatz kann beispielsweise einen Beitrag in der Diskussion leisten, auf welche Quellen die PSM-Rückstände bei Ökoprodukten zurückgeführt werden können.

Durch die Integration der Abtrifteckwerte der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA 2000) und der Versuchsergebnisse des Danish Institute of Agricultural Science (DIAS 1999) für Düngerstreuer wird der Stoffeintrag von Zielflächen auf Nicht-Zielflächen modelliert und in der Software QuickTrift (www.quicktrift.de) implementiert. QuickTrift ist dazu geeignet, die Größenordnung der abgetriften PSM-Menge abzuschätzen und berechnet die auf die Nicht-Zielfläche ausgebrachte MD-Menge.

2 Methodik der Berechnung des Stoffeintrages

2.1 Modellierung der Pflanzenschutzmittelabtrift

Bei Pflanzenschutzmitteln beschränken sich die Untersuchungen auf die direkte Abtrift. Unter direkter Abtrift wird der Anteil der ausgebrachten Spritzbrühe verstanden, der während des Applikationsvorganges über die zu behandelnde Fläche infolge von Luftbewegungen hinausgetragen wird. Ein Stoffeintrag durch Verdunstung oder Auswaschung aus benachbarten Flächen ist nicht der direkten Abtrift zuzurechnen. Für die hier betrachteten Flächenkulturen wird die direkte Abtrift als Bodensediment mit Objektträgern erfasst (Ganzelmeier et al. 1995).

2.1.1 Rahmenbedingungen bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Die zugrunde gelegten Daten gelten für Lufttemperaturen unter 25°C und eine Windgeschwindigkeit unter 5 m/s. Die mittlere Windrichtung darf nicht mehr als 30° von der Hauptwindrichtung abweichen, wobei davon ausgegangen wird, dass bei der Ausbringung der Pflanzenschutzmittel quer zur Hauptwindrichtung gefahren wird. Bei Versuchen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), die zu den verwendeten Daten führten, wurde ein Flüssigkeitsaufwand von 300 l/ha bei einer Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h und Drücken zwischen 2,4 und 2,5 bar eingestellt. Die Windgeschwindigkeiten lagen zwischen 0,8 m/s und 3,6 m/s, die Temperaturen zwischen 10 °C und 17 °C bei Luftfeuchten von 57 bis 83 %. Bei den Feldspritzen handelt es sich um konventionelle Geräte ohne Luftunterstützung (Ganzelmeier et al. 1995). Verlustmindernde Technik wird hier nicht eingesetzt. Es wurden 16 Abtriftversuche durchgeführt, davon acht auf unbewachsenem Boden und acht in Getreidebeständen in späten Wachstumsstadien (Ganzelmeier et al. 1995). Die verwendeten Abtrifteckwerte sind Mittelwerte aus frühen und späten Wachstumsstadien. Als Nachweisstoffe wurden OB21 Pflanzenschutzmittel „Cupravit“ Zulassungsnummer 21356 und BSF Brillantsulfolflavin verwendet (Ganzelmeier et al. 1995).

2.1.2 Algorithmen zur Berechnung des Pflanzenschutzmitteleintrags

Anhand der Abtrifteckwerte für Einfachanwendungen beim Ackerbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA 2000) wird die Verteilung des Pflanzenschutzmittels aus der Flachstrahldüse einer Spritze durch eine abgeschnittene Cauchy-Verteilung modelliert (Bachmaier, Kohlschütter 2004). Das Modell gibt die in Windrichtung auf eine bestimmte Nicht-Zielfläche (z.B. eine ökologisch bewirtschaftete Fläche) insgesamt abgetriftete Pflanzenschutzmittelmenge an. Dabei gibt der negative Parameter μ_0 , dem Modell nach den Abstand zwischen Spritzgestänge und Ackergrenze an. Der Skalenparameter σ entspricht dem Abstand der Modelldüse über dem Boden, wobei die wirkliche Düse viel höher liegt, dafür aber nicht so stark streut wie im Modell. Der Winkel φ (im Bogenmaß) entspricht dem Streuwinkel der Modelldüse gegen die Windrichtung, während der Streuwinkel der Modelldüse in Windrichtung $90^\circ = \pi/2$ beträgt. Bachmaier zeigt, dass die Abtrifteckwerte der BBA durch die komplementäre Verteilungsfunktion einer abgeschnittenen Cauchy-Verteilung mit den Parametern $\mu_0 = -0,058$ m, $\sigma = 0,082$ m und $\varphi = 70^\circ = 1,22173$ nahezu exakt approximiert werden können. Diese abgeschnittene Cauchy-Verteilung entspricht einer Gleichverteilung der Spritzbrühe auf einem Kreissegment mit Winkel φ nach links und Winkel $\pi/2$ nach rechts. Näheres in Bachmaier, Kohlschütter (2004).

Im Rahmen des Modells wird angenommen, dass Ziel- und Nicht-Zielfläche parallel zueinander liegen und die Hauptwindrichtung quer zur Fahrtrichtung bei der Ausbringung verläuft (Abbildung 1).

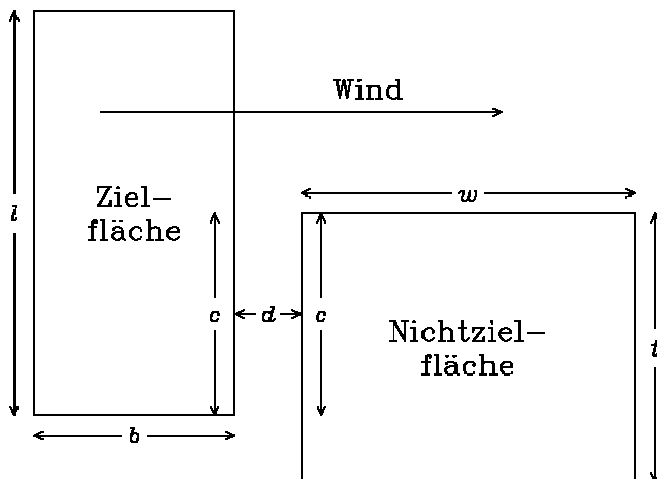


Abbildung 1: Lage von Ziel- und Nicht-Zielfläche zueinander

Unter Verwendung der Modellparameter μ_0 , σ und φ , sowie Angaben zu den Schlaggrößen mit b = Breite der Zielfläche, d = Abstand zwischen Zielfläche und Nichtzielfläche, w = Breite der Nichtzielfläche (siehe

Abbildung 1) und der Behandlungsintensität λ (z.B. $\lambda = 300$ l/ha), hat Bachmaier mittels Integration der Dichtefunktion der genannten abgeschnittenen Cauchy-Verteilung über Ziel- und

Nicht Zielfläche folgende Formel für die Abtrift von der Ziel- auf die Nicht-Zielfläche hergeleitet (Bachmaier, Kohlschütter 2004):

$$\begin{aligned} \text{Abtrift} = & \frac{\lambda \cdot c}{\varphi + \frac{\pi}{2}} \left[\frac{\sigma}{2} \ln \left(\frac{\sigma^2 + (b+d)^2}{\sigma^2 + (-\mu_0 + d)^2} \cdot \frac{\sigma^2 + (-\mu_0 + d + w)^2}{\sigma^2 + (b+d+w)^2} \right) \right. \\ & + (b+d) \operatorname{arccot} \frac{b+d}{\sigma} \\ & - (b+d+w) \operatorname{arccot} \frac{b+d+w}{\sigma} \\ & - (-\mu_0 + d) \operatorname{arccot} \frac{-\mu_0 + d}{\sigma} \\ & \left. + (-\mu_0 + d + w) \operatorname{arccot} \frac{-\mu_0 + d + w}{\sigma} \right] \end{aligned}$$

2.2 Modellierung des Eintrags von Mineraldüngern (MD) in Nicht-Zielflächen

Im Unterschied zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln besteht bei der Ausbringung von Mineraldüngern nur bei sehr nah benachbarten Schlägen die Möglichkeit, dass Mineraldünger auf den Nachbarschlag gelangt. Dazu werden im Folgenden verschiedene Grenzstreuverfahren und die Vorgehensweise bei der Berechnung der Menge an Mineraldünger, der auf die Nicht-Zielfläche gelangt, betrachtet.

2.2.1 Rahmenbedingungen bei der Ausbringung von Mineraldüngern

Die dem Stoffeintrag von Mineraldüngern zugrunde gelegten Daten basieren auf dem Europäischen Prüfbericht des Danish Institute of Agricultural Sciences (DIAS 1999). Es wurden Anbau-Zweischeiben-Düngerstreuer mit einer Arbeitsbreite von 24 m und drei verschiedene Grenzstreuverfahren in Betracht gezogen. Die Streuverfahren sind unterteilt nach dem Abstand der ersten Fahrgasse vom Feldrand und nach den angestrebten Ertrags- oder Umwelteffekten. Folgende drei Verfahren werden unterschieden (DIAS 1999):

TS/EOS

(Tramline spreading / Environment optimisation setting)

Das Ausbringen des Mineraldüngers erfolgt bei einem Fahrgassenabstand zum Feldrand entsprechend der Hälfte der vollen Arbeitsbreite mit dem Ziel, die Düngermenge außerhalb der Feldgrenze zu begrenzen.

TS/YOS

(Tramline spreading / Yield optimisation setting)

Das Ausbringen des Mineraldüngers erfolgt bei einem Fahrgassenabstand zum Feldrand entsprechend der Hälfte der vollen Arbeitsbreite mit dem Ziel, die volle Düngergabe bis zur Feldgrenze zu geben und die Gabe außerhalb der Feldgrenze schnellstmöglich auf null zu reduzieren.

FS/YOS

(Field edge spreading / Yield optimisation setting)

Das Ausbringen des Mineraldüngers erfolgt bei einem Abstand der Fahrgasse nahe (im Rahmen dieser Arbeit 1,5 m) der Feldgrenze mit dem Ziel, die volle Düngergabe bis zur Feldgrenze zu geben und die Gabe außerhalb der Feldgrenze schnellstmöglich auf null zu reduzieren.

Für die Verfahren TS/EOS und FS/YOS wurden gepörrte Dünger, zum Beispiel NPK 21-3-10 verwendet. Bei dem Streuverfahren TS/YOS wurde granulierter Dünger, zum Beispiel Ammonsalpeter 24 % oder Harnstoff 46 % verwendet. Die Einstellung des Streuers erfolgt nach der Betriebsanleitung. Für die Modellierung des Stoffeintrags auf Nicht-Zielflächen wurden aus den Versuchen mit verschiedenen Herstellern die Mittelwerte für die maximale Streuweite und die durchschnittliche Streumenge außerhalb der Grenze gebildet. Falls Daten mehrerer Versuche zur Verfügung standen, wurde das Ergebnis mit der größten Streuweite außerhalb der Feldgrenze ausgewählt. Die zugrunde gelegten Daten wurden bei einer Mindestluftfeuchte von 50 % und einer Mindesttemperatur von 12 °C ermittelt. Ausgebracht wurde der Dünger bei einer Geschwindigkeit von 8,3 km/h und einer Zapfwelldrehzahl von 540 min⁻¹.

Tabelle 1: Durchschnittswerte der verschiedenen Grenzstreuverfahren

| | TS / EOS | TS / YOS | FS / YOS |
|---|----------|----------|----------|
| Ø Streuweite außerhalb der Feldgrenze (m) | 1,67 | 5,40 | 1,00 |
| Ø Streumenge außerhalb der Feldgrenze (g/m ²) | 1,62 | 4,44 | 1,33 |
| Ø Streumenge im Feldbereich (kg/ha) | 355 | 314 | 304 |

2.2.2 Algorithmen zur Berechnung des Mineraldüngereintrags

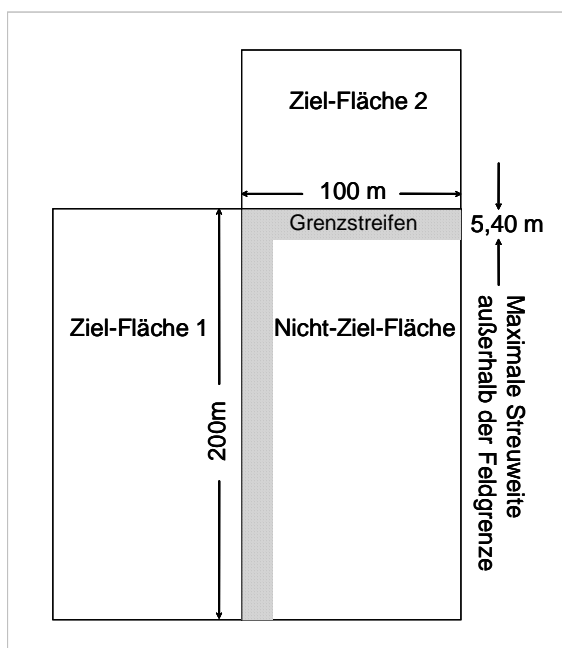


Abbildung 2: Feldanordnung der Beispielrechnung zum Grenzstreuen

Das DIAS gibt in Abhängigkeit des Streuverfahrens die maximale Streuweite außerhalb des Feldes und die Menge an Mineraldünger in Gramm pro Quadratmeter auf der Nicht-Zielfläche an (

Abbildung 2).

Aus den gegebenen Daten lässt sich sowohl die vom Stoffeintrag betroffene Fläche als auch die durchschnittliche Menge an Mineraldünger auf der Nicht-Zielfläche berechnen.

Es werden 2 Flächenformen unterschieden, das Rechteck und das gleichseitige Dreieck. Eine Vielzahl von Feldern weist annähernd eine rechteckige Form auf, weshalb sich die Betrachtung eines rechteckigen Modells anbietet. Neben dem Rechteck lässt sich die Vielfalt an organischen Feldformen schwer erfassen. Das Dreieck steht für eine ungünstige Schlagform und lässt sich mit dem Rechteck gut kombinieren. So kann zum Beispiel ein langer rechteckiger Schlag am Ende in einer dreieckigen Form enden. Die Berechnung unterscheidet sich insofern, als die betroffene Fläche auf der Nicht-Zielfläche an den Ecken des Dreiecks etwas kleiner ist. Die Zielflächen werden in ihrer Schlagform nicht voneinander unterschieden, da nur die Fahrt entlang der Feldgrenze beim Ausbringen des Mineraldüngers einen Einfluss auf den Nachbarschlag hat.

3 Entwicklung einer Software zur Abschätzung des Stoffeintrags

Das Programm QuickTrift wurde zur Abschätzung des Stoffeintrags von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern bei Flächenkulturen entwickelt. Es wurde mit Microsoft® Visual Basic® programmiert. Mit QuickTrift können verschiedene Projekte beziehungsweise Szenarien, die in einzelne Schläge unterteilt werden, miteinander verglichen werden. Zur Berechnung des Stoffeintrags an Pflanzenschutzmitteln und Mineraldünger wurden dem Programm die unter Gliederungspunkt 2 erwähnten Funktionen zugrunde gelegt.

3.1 Ziel des Programms QuickTrift

Ziel des Programms QuickTrift ist eine schnelle, anwenderfreundliche und übersichtliche Dateneingabe zur Abschätzung der Abtrift von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern. Es werden Daten zur Form und Größe der Ziel- und Nicht-Zielfläche sowie zum Aufwand an Spritzbrühe pro Hektar benötigt. Für die Berechnung des Stoffeintrags von Mineraldüngern ist das entsprechende Grenzstreuverfahren zu wählen. Abhängig von der Hauptwindrichtung kann der Anwender entscheiden von welcher Seite oder Seiten ein Stoffeintrag an Pflanzenschutzmitteln stattfindet. Neben der leicht verständlichen Dateneingabe ist auch die übersichtliche Darstellung der Ergebnisse Ziel von QuickTrift (

Abbildung 3). Die Ergebnisse werden unterteilt in die Stoffausträge der relevanten Zielflächen, die Summe der Stoffeinträge auf die einzelnen Nicht-Zielflächen und eine Übersicht über Stoffeinträge auf verschiedene Nicht-Zielflächen in einer Region, bzw. in einem Projekt. Die Übersichten können zum Vergleich verschiedener Szenarien herangezogen werden. Unterschieden wird außerdem zwischen zwei standardisierten Flächenformen der Nicht-Zielfläche, dem Rechteck und dem gleichseitigen Dreieck.

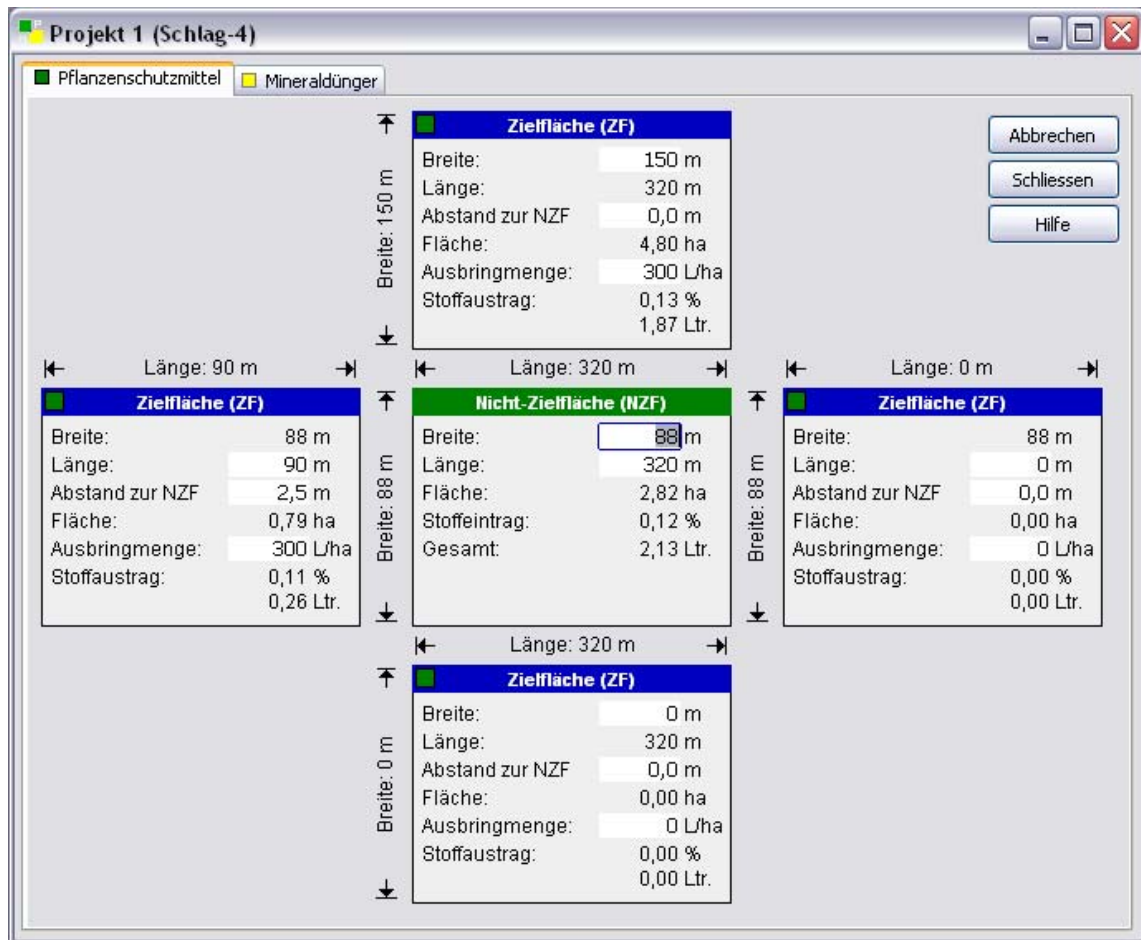


Abbildung 3: Oberfläche zur Dateneingabe und Ergebnisdarstellung in QuickTrift

| Schlagname | PSM-Eintrag | MD-Eintrag | Bel. Fläche (MD) |
|--------------|-------------|------------|------------------|
| Schlag-4 | 2,13 Ltr. | 9,67 kg | 2.518 qm |
| Schlag-5 | 2,66 Ltr. | 15,53 kg | 3.496 qm |
| Schlag-7 | 2,72 Ltr. | 17,97 kg | 4.050 qm |
| Durchschnitt | 2,50 Ltr. | 14,39 kg | |
| Summe | 7,51 Ltr. | 43,17 kg | 10.064 qm |

Abbildung 4: Tabellarische Übersicht über Pflanzenschutzmittel- und Mineraldüngereinträge auf die Nichtzielfläche als Ergebnisausgabe der Kalkulation in QuickTrift

3.2 Darstellung der Ergebnisse

Die Stoffausträge der einzelnen Zielflächen werden auf den entsprechenden Feldern dargestellt. Die Summe der Stoffausträge wird als Stoffeintrag auf der Nicht-Zielfläche erkennbar (

Abbildung 3). Auf beiden Feldern werden die Angaben sowohl in Prozent der ausgebrachten Menge, als auch in absoluten Zahlen (Liter) angegeben. Neben den Stoffaus- und -einträgen werden in den einzelnen Feldern auch Angaben zur Flächengröße und bei der Ausbringung von

Mineraldünger auch Angaben zur betroffenen Fläche auf der Nicht-Zielfläche sowie zur Aufwandmenge gemacht.

Zur übersichtlichen Darstellung der verschiedenen Schläge eines Projektes können die Ergebnisse in einer Tabelle angezeigt werden. Es wird der PSM- und MD-Eintrag der einzelnen Schläge, die Summe aller PSM- und MD-

Einträge in einem Projekt und der Durchschnittswert von allen Schlägen angegeben (Abbildung 4). Um die in QuickTrift eingegebenen Daten weiter bearbeiten zu können, kann in der Menüleiste unter „Datei“ die Option „Daten exportieren“ angeklickt werden. Die Daten werden dann automatisch von QuickTrift in eine Excel-Tabelle exportiert.

4 Diskussion

Das Programm QuickTrift ermöglicht es, einen bisher nur sehr schwer zu berechnenden Eintrag an Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern bei Flächenkulturen quantitativ abzuschätzen.

4.1 Bewertung des Modells zur Abschätzung der Pflanzenschutzmittelabtrift

Mit Hilfe einer abgeschnittenen Cauchy-Verteilung, auf der die Berechnung der Pflanzenschutzmittelabtrift basiert, ist es gelungen, die auf tatsächlich durch Messungen gefundenen Zusammenhänge zwischen dem mittleren Driftsediment (BBA 2000) und den als bedeutsam erachteten Einflussfaktoren Aufwandmenge und Größe der Ziel- und Nicht-Ziel-Fläche nahezu exakt zu modellieren. Lediglich die Wahl der Hauptwindrichtung kann subjektiv beeinflusst werden. Diese ist ausschlaggebend für den resultierenden Stoffeintrag. Verschiedene Windstärken haben keinen Einfluss auf das QuickTrift zugrunde liegende Modell. Eine Windgeschwindigkeit von fünf Metern pro Sekunde darf bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis nicht überschritten werden (BBA 2004).

QuickTrift berücksichtigt nur die direkte Abtrift durch Luftverfrachtung. Die Einträge von Pflanzenschutzmitteln auf Nicht-Zielflächen durch Oberflächenabschwemmung zwischen 0,02 und 2 %, bei ungünstigen Bedingungen auch über 10 % (Winkler 2001), fließen nicht mit in die Berechnung ein. Bei (semi) volatilen Wirkstoffen können verflüchtigungsbedingte Depositionen in ähnlicher Größenordnung wie bei der direkten Abtrift auftreten (Kördel et al. 1998; Siebers et al. 2002). Im Gegensatz zu QuickTrift bietet das Excel-Programm „EVA 1.1“ (Exposure Via Air) die Möglichkeit, die Abtrift von Pflanzenschutzmitteln sowohl bezüglich der direkten Abtrift, als auch der Deposition durch Verflüchtigung abzuschätzen. Inwiefern der PSM-Austrag durch Verflüchtigung mit zu berücksichtigen ist, kann nur im Einzelfall von Experten entschieden werden (Winkler 2002). Die Entscheidung ist u.a. abhängig von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der PSM, meteorologischen Einflüssen, der Charakteristik der Zielfläche oder dem Dampfdruck. Da QuickTrift lediglich die direkte Abtrift berechnet, sind deutlich weniger Daten für die Abschätzung des PSM-Austrags nötig. Ein großer Vorteil von QuickTrift gegenüber EVA 1.1 ist, dass die direkte PSM-Abtrift auf Flächen abgeschätzt werden kann, die nicht unmittelbar (Koch et al. 2004) an die Zielflächen angrenzen.

Eine Mängelanalyse der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hat gezeigt, dass über die Hälfte der Pflanzenschutzgeräte nicht den geltenden Vorschriften entsprechen und wenigstens Teile erneuert oder repariert werden müssen (BBA 2000a). Diese Tatsachen, sowie der Umstand, dass die Deposition von PSM durch Verflüchtigung nicht berücksichtigt wird, führen zu einer Unterschätzung des Stoffeintrags. Dem kann gegenübergestellt werden, dass das hier verwendete Modell nur für Universaldüsen gültig ist und keine verlustmindernde Technik berücksichtigt wird. Grobtropfige Düsen, die als 50% verlustmindernd registriert sind (AI 110 025 3 bar), führten bei Messreihen der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz zu einer Belagsreduzierung auf Wiesen von 90% (Koch et al. 2001). Dieses große Potential zur Reduzierung der Abtrift wurde bei der Modellierung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln nicht beachtet. Inwieweit sich die oben geschilderten Einflüsse gegenseitig aufheben, kann nicht beurteilt werden.

Anzustreben wäre eine Kombination der Programme EVA 1.1, das die Verflüchtigung berücksichtigt und QuickTrift, bei dem die direkte Abtrift in Abhängigkeit des Abstands von Ziel- und Nichtzielfläche berechnet wird. In beiden Fällen sind die modellierten Daten mit gemessenen Felddaten zu verifizieren.

4.2 Bewertung des Modells zur Berechnung des Mineraldüngereintrags

Die verwendeten Daten wurden in Versuchen gewonnen, in welchen die verwendeten Anbau-Zweischeiben- Düngerstreuer nach den Betriebsanleitungen eingestellt wurden. Wie die gleiche Versuchsreihe zeigt (DIAS 1999), können bei einer optimierten Einstellung bessere Werte erzielt werden. Ein großer Vorteil bei der Messung des Stoffeintrags ist, dass der Grenzstreifen abhängig vom Grenzstreuverfahren genau gemessen werden kann. Durch die vergleichsweise zur Pflanzenschutzmittelausbringung größere Unabhängigkeit der Mineraldüngerausbringung von Witterungsbedingungen und die Möglichkeit einer exakten lokalen Eingrenzung der Stoffausträge, kann die von QuickTrift verwendete Berechnung als relativ genau betrachtet werden.

4.3 Anwendungsmöglichkeiten für QuickTrift

Das Programm QuickTrift kann auf einzelbetrieblicher Ebene den Stoffeintrag darstellen, durch den zum Beispiel ein ökologisch wirtschaftender Betrieb belastet wird. Vor allem in größeren Zusammenhängen kann QuickTrift die Potentiale von alternativen Szenarien aufzeigen. Bei der Betrachtung einer bayerischen Agrarregion mit hohem Anteil an ökologischer Bewirtschaftung von insgesamt 309 ha und einer durchschnittlichen Größe von 1,7 ha wurde deutlich, dass die Zusammenlegung von zersplitterten ökologischen Flächen zu ökologischen Zellen in Form von Ökogewannen mit einer durchschnittlichen Größe von 9,4 Hektar den PSM-Eintrag auf die ökologischen Flächen von 131 Litern Spritzbrühe um 66% auf 44 Liter senken konnte (Kohlschütter 2003). Inwiefern die agetrifftete PSM- und MD-Menge problematisch für die Lebensmittelqualität- und sicherheit ist, kann im Rahmen dieses Beitrages nicht beurteilt werden. Erzeuger ökologischer Produkte sind allerdings bestrebt, ihre Flächen frei von PSM- und MD-Eintrag zu halten.

Die Möglichkeit Alternativen quantitativ abschätzen zu können kann ein wichtiger Beitrag bei vielen Diskussionen sein. Potentielle Anwender könnten Wasserwirtschaftsämter, Verarbeiter von ökologischen Produkten oder Beratungseinrichtungen sein.

QuickTrift ermöglicht eine einfache Abschätzung des Eintrages an Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern bei Flächenkulturen. Die Angaben bezüglich der Abtrift beziehen sich auf die Spritzbrühe und den Mineraldünger. Angaben über die abgetrifftete Menge an Wirk- und Nährstoffen könnten in einem weiteren Schritt berechnet werden.

Literatur:

BACHMAIER, M., Kohlschütter, N. (2004): Abdrift des Pflanzenschutzmittelaustrags auf Nichtzielflächen - Modellierung und Berechnung, Agrartechnische Forschung, Heft 5, Oktober 2004 (im Druck)

BACHMAIER, M., Kohlschütter, N. (2004): The Pesticide Drift to Non-Target Areas - Modelling and Computing / Abdrift des Pflanzenschutzmittelaustrags auf Nichtzielflächen - Modellierung und Berechnung; englisch-deutsche Kurzfassung des vorausgehend zitierten Aufsatzes, Agrartechnische Forschung, Heft 5, Oktober 2004 (im Druck)

BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) (2000): Abtrifteckwerte für Flächen- und Raumkulturen sowie für den gewerblichen Gemüse-, Zierpflanzen- und Beerenobstanbau; Bundesanzeiger Nr. 100 – Seite 9879, Freitag den 26. Mai 2000, Köln

BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) (2000a): Prüfung und Forschung; Fachgruppe Anwendungstechnik

BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) 2004: Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz
<http://www.bba.de/recht/gfp08.htm>; Seite 1 und 2, am 18.5.2004

DIAS (Danish Institute of Agricultural Sciences) (1999): Europäischer Prüfbericht; Research Centre Bygholm; Dänemark

GANZELMAIER, H., Rautmann D., Spangenberg R., Streloke M., Herrmann M., Wenzelburger H.-J., Walter H.-F. (1995): Untersuchungen zur Abtrift von Pflanzenschutzmitteln; Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) Berlin-Dahlem, Heft 304. Wien, Blackwell Wissenschaftsverlag

KOCH, H., P. Weißer, M. Landfried, O. Straub (2001): Exposition durch Pflanzenschutzmittelabdrift an Blattoberflächen von Nichtzielpflanzen in terrestrischen Saumstrukturen; Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XVIII; Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

KOCH, H., Winkler, R. (2004): Berechnungsgrundlagen und Erläuterungen zum Simulationsmodell "EVA 1.1".
<http://www.bvl.bund.de/pflanzenschutz/Zulassung/UmweltEVA11Erl.pdf>. (am 20.10.04)

KÖRDEL, W., H. Klöppel (1998): Exposition von naturnahen Ökosystemen durch luftgetragene Pflanzenschutzmittel. Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, FKZ: 126 05 110, Mai 1998

KOHLSCHÜTTER, N. (2003):

Modellierung der Stoffeinträge in Nicht-Zielflächen bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern und Kalkulation der quantitativen Effekte durch Gewannebewirtschaftung an Hand eines Praxisbeispiels. Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW), Abteilung für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung, Freising,

ROTHSCHILD V., Logothetis N. (1986): Probability distributions; Seite 52, 53; USA

SIEBERS, J., R. Binner, K.-P. Wittich (2002): Investigation on downwind short-range transport of pesticides after application in agricultural crops. Chemosphere

WINKLER R. (2001):

Konzept zur Bewertung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächen- und Grundwasser unter besonderer Berücksichtigung des Oberflächenabflusses (Dokumentation zum Modell EXPOSIT)
Umweltbundesamt, Berlin

WINKLER, R., Binner, R., Gottschild, D., Koch, W., Siebers, J. (2002):

Bewertungskonzept zum Nahtransport von Pflanzenschutzmitteln infolge Exposition über den Luftpfad (Abtrift, Verflüchtigung und Deposition) Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) Berlin-Dahlem, Heft 110. Wien, Blackwell Wissenschaftsverlag

Abstract

Entry of pesticide and mineral fertiliser from conventional area into organic area or into nature conservation areas can lead to utilisation conflicts.

The modelling of direct drift-induced pesticide exposure was estimated by using a truncated Cauchy-distribution (Bachmaier, Kohlschütter 2004). The model is based on basic drift values for crop production from the Federal Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA 2000) which carried out detailed examinations on pesticide drift. The entry of mineral fertiliser is calculated by means of examination of results for fertiliser distributor done by the Danish Institute for Agricultural Sciences (DIAS 1999). The models to estimate the entry of pesticide and mineral fertiliser on non-target area are combined in the QuickTrift program, which is based on Microsoft® Visual Basic®. (www.quicktrift.de) QuickTrift facilitates the collection of data and clearly depicts the results. In addition, QuickTrift can export data to Microsoft® Excel®. Summaries in table form make it possible to compare different regions and scenarios.

The excellence of the model is expressed by the fact that the basic drift values of the Federal Research Centre for Agriculture and Forestry could be almost exactly approximated by the complementary distribution function of a truncated Cauchy-distribution. The program QuickTrift does not take into account the surface run-off, which can be up to 10% in extreme situations. This can lead to a underestimation of the complete entry of substances into a non-target field. For the estimation of the amount of run-off, the focus was solely

set on universal nozzles. By the use of run-off decreasing technique a reduction of the entry in non-target fields can be achieved. As a result of the independence from the weather conditions, the estimation of the entry of mineral fertiliser in non target fields with QuickTrift is quite accurate. In the discussion about the appropriate use of pesticides and mineral fertilisers, as well as the residues in ecologically produced foods, the accomplished analysis and the developed program QuickTrift are a starting-point for the estimation of the unwanted entry of substances in non-target fields.

Keywords: pesticide drift, entry of mineral fertiliser, non target fields, QuickTrift, Cauchy – distribution,

Kurzfassung

Abtrift von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern kann zwischen konventionell und ökologisch bewirtschafteten oder für den Naturschutz genutzten Nachbarflächen zu Nutzungskonflikten führen.

Die Modellierung der direkten Abtrift an Pflanzenschutzmitteln wurde mit Hilfe einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, im Wesentlichen der Cauchy-Verteilung (Bachmaier 2004) durchgeführt. Diese beruht auf den Abtrifteckwerten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA 2000) für Einfachanwendungen im Ackerbau. Der Stoffeintrag an Mineraldüngern von der Zielfläche auf die Nicht-Zielfläche wurde mit Versuchsdaten des Danish Institute of Agricultural Sciences (DIAS 1999) für Zwei-Scheiben-Düngerstreuer berechnet. Basierend auf den Ergebnissen zum Stoffeintrag von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern wurde das Programm „QuickTrift“ in der Programmiersprache Microsoft® Visual Basic® entwickelt (www.quicktrift.de). QuickTrift ermöglicht die Abschätzung des Eintrages an Spritzbrühe in Litern und Mineraldüngern in Kilogramm von verschiedenen Zielflächen bestellt mit Flächenkulturen auf eine Nicht-Zielfläche. Anhand von tabellarischen Übersichten können verschiedene Regionen, oder Szenarien miteinander verglichen werden.

Die Abtrifteckwerte der BBA konnten durch die komplementäre Verteilungsfunktion einer abgeschnittenen Cauchy-Verteilung nahezu exakt approximiert werden, ein Sachverhalt, der für die Güte des Modells spricht.

Im Programm Quicktrift wird der Oberflächenabfluss von Pflanzenschutzmitteln, der in Extremfällen bis zu 10% betragen kann, nicht berücksichtigt. Dies kann zu einer Unterschätzung des gesamten Stoffeintrages in eine Nicht-Zielfläche führen. Bei der Berechnung der Abtriftmenge wurden ausschließlich Universaldüsen betrachtet. Durch den Einsatz abtriftmindernder Technik kann eine Reduzierung des Eintrages in Nicht-Zielflächen erreicht werden.

Die Berechnung des Mineraldüngereintrages in Nicht-Zielflächen mit Quicktrift kann aufgrund der größeren Unabhängigkeit von Witterungsbedingungen mit einer vergleichsweise hohen Genauigkeit erfolgen.

In der Diskussion um den sachgemäßen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern sowie von Rückständen in ökologisch erzeugten Nahrungsmitteln bilden die durchgeführten Untersuchungen und das entwickelte Programm QuickTrift einen Ansatzpunkt für die Abschätzung des unerwünschten Stoffeintrages in Nicht-Zielflächen.

Schlagworte: Abtrift, Abdrift, Pflanzenschutzmittel, Mineraldünger, Nicht-Zielfläche, Modellierung von Stoffeinträgen, Cauchy-Verteilung, QuickTrift

Autoren

Niels Kohlschütter

Technische Universität München, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Am Staudengarten 2 D-85354 Freising-Weihenstephan

jetzt: Universität Bonn, Institut für Organischen Landbau (IOL), Katzenburgweg 3, D-53115 Bonn

Matthias Rothmund

Technische Universität München, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Am Staudengarten 2, D-85354 Freising-Weihenstephan

Martin Bachmaier

Technische Universität München, Versuchsstation Staatsgut Dürmast, Dürmast 1, D-85350 Freising