

# Managementmodell zur Risikoabschätzung des Austrages von Pflanzenschutzmitteln aus Böden unter Berücksichtigung von Preferential Flow

Andreas Schwarz<sup>1</sup> und Martin Kaupenjohann<sup>1</sup>

## Einleitung

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind auf Grund ihrer hohen Affinität zur organischen Bodenfestphase im Boden prinzipiell nur wenig mobil. Trotzdem wurde eine Vielzahl von PSM bereits kurze Zeit nach ihrer Applikation im Grundwasser nachgewiesen (Übersicht z.B. in Flury, 1996). Ursache ist der schnelle Stofftransport in bevorzugten Fließwegen (preferential flow).

Bisher existiert für preferential flow keine einheitliche Definition. Verschiedene Prozesse (Bypass-Fluss, Fingering, Funneling) können dazu führen, dass Wasser und gelöste Stoffe in nur einem Teil des Bodens transportiert werden. Dadurch findet Stofftransport schneller statt, als auf Grund der Konvektions-Dispersions-Gleichung zu erwarten wäre, die Filterfunktion des Bodens ist eingeschränkt. Präferenzialer Stofftransport ist ein für stark sorbierende Stoffe wichtiger Transportpfad im Boden und eher die Regel als die Ausnahme (Flury et al., 1994).

Zentrale Steuergrößen für präferenzialen Stofftransport sind die Niederschlagsintensität und die zeitliche Verteilung von Niederschlägen (Lennartz et al., 1997) Diese sind jedoch zeitlich hoch variabel und auf Feldskala nicht voraussehbar. Daher ist es grundsätzlich nicht möglich, vorherzusagen, ob an einem bestimmten Standort zu einem Zeitpunkt präferenzialer Stofftransport stattfinden wird oder nicht. Um dennoch die Auswaschungsgefahr möglichst gering zu halten, wird für die landwirtschaftliche Praxis ein einfaches Modell zur Abschätzung des PSM-Austragsrisikos benötigt.

Ziel dieser Arbeit war es daher, ein solches Managementmodell zur Abschätzung des Risikos für Stofftransport mit preferential flow zu entwickeln und zu überprüfen.

## Entwicklung des Managementmodells

Grundlage des Managementmodells bildet eine Literaturstudie, in die Felduntersuchungen zum präferenzialen Transport von Wasser, konservativen Tracern, Farbstoffen und PSM eingegangen sind. Anhand der umfassenden Datengrundlage wurden Boden- und Standortseigenschaften identifiziert, mit denen das Risikopotenzial eines Standortes bezüglich preferential flow abgeschätzt werden kann.

Um eine Anwendbarkeit im Gelände zu gewährleisten, wurden insbesondere solche Inputgrößen berücksichtigt, die in einer Grundansprache mit der Bodenkundlichen Kartieranleitung erhoben werden. Ergänzt wurde dies durch Klimadaten und Angaben zur Bewirtschaftung.

Einen weiteren Beitrag zum Verständnis des Phänomens preferential flow liefern Farbtracer-versuche sowie Feldversuche zur PSM-Verlagerung unter Ackernutzung.

## Farbtracerversuche

Auf zwanzig Äckern mit unterschiedlichen Standortseigenschaften wurden auf 4 m<sup>2</sup> innerhalb einer Stunde 30 mm mit dem Lebensmittelfarbstoff Brilliant Blue angefärbte Lösung ausgebracht. Im Zentrum der Applikationsfläche wurden anschließend auf 0,8 m<sup>2</sup> horizontale Schichten frei präpariert, fotografiert und anschließend mittels Bildverarbeitung auf die blau gefärbten Flächenanteile analysiert.

## Das Managementmodell

Das Modell ist zweistufig gegliedert:

Das **Potenzial** bezüglich preferential flow dient als statische Kenngröße zur Beurteilung eines Standortes unabhängig von Witterung und aktueller Bodenbearbeitung.

Anhand geeigneter Parameter wird zunächst ermittelt, ob präferenziale Fließbahnen grundsätzlich existieren, um anschließend zu beurteilen, ob sie für einen Transport des Sickerwassers und der darin gelösten Stoffe zur Verfügung stehen. Abschließend wird mit Hilfe des Grundwasserflurabstandes und des geologischen Untergrundes ermittelt, ob präferenzial transportierte Stoffe zur

---

<sup>1</sup> Institut für Bodenkunde und Standortslehre (310), Universität Hohenheim, D-70593 Stuttgart

Belastung von Grund- oder Oberflächenwasser beitragen können.

Das **aktuelle Risiko** wird anhand der Witterung der letzten Tage und der Wettervorhersage sowie der aktuellen landwirtschaftlichen Maßnahmen (Bodenbearbeitung) beurteilt.

Sowohl Potenzial als auch aktuelles Risiko werden entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung mit einer 6-stufigen Skala klassifiziert.

Die Inputparameter – unterteilt in die vier Mastervariablen Boden, Standort, Witterung/Klima und Bewirtschaftung – sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

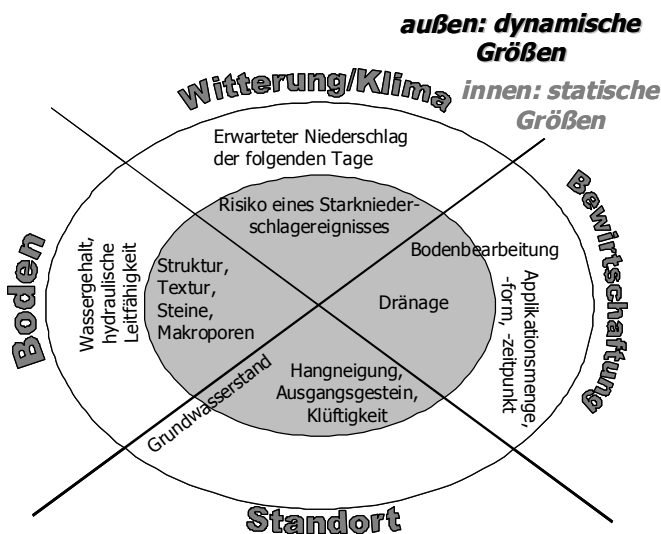


Abbildung 1: Inputparameter für das Managementmodell.

### Beispiel: Einfluss der Bodenbearbeitung

Durch Bodenbearbeitung werden Makroporen und damit die Kontinuität der Fließbahnen für preferential flow zerstört. Die Bodenbearbeitung wirkt sich einerseits auf kleiner zeitlicher Skala (Tage, Wochen) auf das Fließverhalten aus. Andererseits zeigt der Pflugeinsatz auch langfristige Auswirkungen auf Bodenstruktur und präferenzielle Fließpfade. Während der auf einen regelmäßig gepflügten Acker (letzter Pflugeinsatz vor ca. drei Monaten) aufgebrauchte Farbtracer vorwiegend im Pflughorizont verbleibt, dringt die Farbe in einem seit etwa zehn Jahren nicht mehr gepflügten, benachbarten Acker bis in über 100 cm Tiefe ein (Abbildung 2).

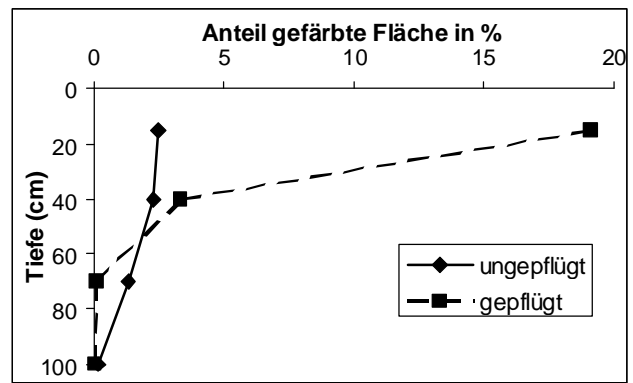


Abbildung 2: Anteile der gefärbten Fläche nach einem Farbtracerversuch in einem gepflügten und einem ungepflügten Acker.

### Grenzen des Modells

In der jetzigen Form des Modells wird lateraler Transport nicht berücksichtigt, weshalb es nur für Flächen mit geringer Hangneigung (< 5 %) geeignet ist.

Über das Verhalten von PSM in der Tiefe ist bisher wenig bekannt. Präferenzielle Fließpfade, in denen Bypass-Fluss stattfindet (z.B. Regenwurmröhren, Schrumpfrisse), enden häufig in einem bis zwei Meter Tiefe. Bisher liegen nur wenige Untersuchungen darüber vor, ob die Wirkstoffe auf Grund der geringen Anzahl an Sorptionsplätzen auch durch Matrixfluss weiter transportiert werden können oder ob sie an der mineralischen Festphase sorbiert werden, sodass kein weiterer Transport in die Tiefe stattfinden kann.

### Ausblick

Das Modell wird nach einer vollständigen Auswertung der Feldversuche ergänzt. Hierbei werden – wo nötig und möglich – weitere Faktoren (z.B. Hangneigung) berücksichtigt.

Anschließend wird das Managementmodell anhand weiterer Daten, die nicht zur Entwicklung des Modells berücksichtigt wurden, überprüft.

### Literatur

- Flury, M. (1996): Experimental evidence of transport of pesticides through field soils - a review. *Journal of Environmental Quality* **25**: 25-45.
- Flury, M., H. Flüeler, W. A. Jury und J. Leuenberger (1994): Susceptibility of soils to preferential flow of water: a field study. *Water Resources Research* **30**: 1945-1954.
- Lennartz, B., W. Wichtmann, K. Weber und P. Widmoser (1997): Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer durch Drainage. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **330**: 39-62.