

## Berechnung der Versickerungsneigung von Pflanzenschutzmitteln in der Gleiskörperumgebung mit PELMO

### Hintergrund

Seit vielen Jahren wird das Computermodell PELMO (Pesticide Leaching Model) im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln zur Berechnung des Versickerungspotenzials dieser Stoffe eingesetzt. Es wurde vom Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie (Klein, 1991) entwickelt. Üblicherweise werden die Simulationen mit festgelegten Standardszenarien für die Klima- und Bodeneigenschaften durchgeführt. Für Zulassungsrechnungen wurden sowohl deutsche (Ressler et al. 1997) als auch europäische Szenarien definiert (FOCUS 2000). Mit den vorliegenden Szenarien wird allerdings stets das Verhalten der Wirkstoffe in landwirtschaftlich genutzten Böden beschrieben; die Berechnung der Versickerungsneigung in der Gleiskörperumgebung war bisher nicht möglich.

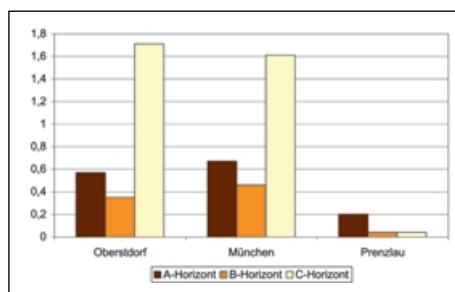


Abbildung 1:  
OC-Gehalte [%] der Szenarien

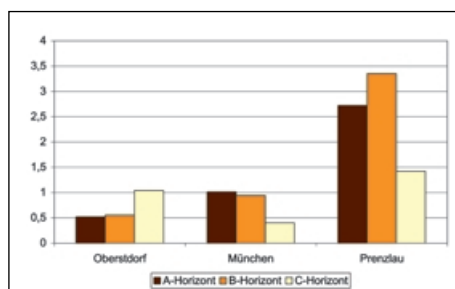


Abbildung 2:  
Bioabbaufaktoren [-] der Szenarien

### Material und Methoden

#### Wasserspeichervermögen der ausgewählten Böden

Im Vergleich zu landwirtschaftlichen Böden ist ein relativ hoher Steingehalt (= Grobboden) im Oberboden in Gleiskörpernähe auffällig. Der hohe Steingehalt ist sicherlich ein die Versickerungsneigung entscheidend beeinflussender Parameter. Konkret bedeutet dies, dass von einem sehr geringen Wasserhaltevermögen der Gleisböden auszugehen ist. Der Transport von Wasser (und damit möglicherweise von Herbiziden) ist dadurch beschleunigt. Die auf der Basis der Korngrößenverteilung berechneten Feldkapazitäten (für das Computerprogramm gewöhnlich der maximale Wassergehalt) und Welkepunkte (für das Computerprogramm der minimale Wassergehalt) mussten

aufgrund der hohen Steingehalte deshalb nach unten korrigiert werden.

### Wirkstoffsorption und Abbau

Für die Bestimmung des Verhaltens der Pflanzenschutzmittel in den Gleisböden wurden exemplarische Laboruntersuchungen mit dem Wirkstoff Diuron durchgeführt (Knoch, 1997). In diesen Laboruntersuchungen wurden pro Standort für jeweils drei Bodenhorizonte die Sorption und der Abbau des Wirkstoffs bestimmt um festzustellen, ob an den Standorten vergleichbare Bedingungen herrschen wie in der Landwirtschaft.

Für den Fall, dass für zukünftige Wirkstoffe keine an den Gleisbereichsböden bestimmten Daten bekannt sind, müssen ersatzweise die aus der Landwirtschaft vorliegenden Sorptionskonstanten und Abbauraten verwendet werden.

Basierend auf den Diuron-Labordaten wurden deshalb für jedes Szenario die notwendigen Parameter so definiert, dass zukünftig für alle Wirkstoffe das Versickerungsverhalten im Gleisbereich basierend auf herkömmlichen Laborstudien abgeschätzt werden kann (siehe Abbildungen 1 und 2).

### Ergebnisse

Mit den neuen Gleiskörperszenarien wurden Simulationen mit dem Computerprogramm PELMO (Version 3.2) durchgeführt. Für die Simulationen wurde der Wirkstoff Diuron verwendet, der bereits bei den Laborversuchen eingesetzt wurde. Zur Beschreibung des Mobilitäts- und Abbauverhaltens wurde ein  $K_{OC}$  von 400 L/kg und eine  $DT_{50}$  von 70 Tagen eingesetzt. Zum Vergleich wurde auch eine Simulation unter Verwendung des Standardszenarios für die

Landwirtschaft mit dem Boden „Borstel“ und dem Klima „Hamburg“ (Klein, 1991) durchgeführt. Für die Simulation mit dem Landwirtschaftsszenario wurde von einer Mais-Monokultur ausgegangen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 3 zusammengestellt.

## Diskussion

Alle ausgewählten Gleisszenarien zeichnen sich aufgrund ihres hohen Grob-bodenanteils durch einen hohen Wassereintrag im Boden aus, wodurch der „realistic worst case“-Charakter der Szenarien bestätigt werden konnte. Die niedrigen Kohlenstoffgehalte im Boden (vor allem bei dem Standort Prenzlau) weisen außerdem auf eine erhöhte Verlagerungstendenz im Vergleich mit landwirtschaftlich genutzten Böden hin, weil der Humusgehalt im Boden allgemein als verantwortlich für die Sorption im Boden angesehen wird. Neben der Sorption der Pflanzenschutzmittel stellt ihr Abbau die zweite, das Versickerungspotenzial maßgeblich beeinflussende Größe dar. Die Laboruntersuchungen deuteten darauf hin, dass von einem (im Vergleich zur Landwirtschaft) beschleunigten Abbau in diesen Böden auszugehen ist. Eine Ursache für dieses Verhalten könnte die geringere Sorption darstellen, die dazu führt, dass ein größerer Anteil des Wirkstoffs in der gelösten Phase vorliegt.

Der Vergleich mit dem Standard-Landwirtschaftsszenario machte allerdings deutlich, dass im Gleisbereich nicht grundsätzlich von einer erhöhten Versickerungsgefahr durch Pflanzenschutzmittel auszugehen ist: für Diuron wurden maximale Konzentrationen von 0,033 µg/L (Standort Oberstdorf) berechnet. Dieser Standort am Fuße der Alpen ist durch eine extreme Niederschlagsneigung gekennzeichnet. Für die beiden anderen Standorte wurden mit

0,000 µg/L (München) bzw. 0,010 µg/L (Prenzlau) vergleichbare Sickerwasserkonzentrationen berechnet wie für das landwirtschaftliche Standardszenario (0,002 µg/L). In jedem Fall ist die Dynamik der Versickerung bei den Gleiskörperszenarien gegenüber der landwirtschaftlichen Situation erhöht. Aufgrund des beschleunigten Abbaus kann bei günstigen Witterungsbedingungen unmittelbar nach dem Anwendungszeitpunkt von geringeren Einträgen als in der Landwirtschaft ausgegangen werden. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist allerdings von höheren Einträgen auszugehen.

## Literatur

FOCUS (2000): FOCUS groundwater scenarios in the EU plant protection product review process. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000, 197 pp

Klein, M. (1991): PELMO: Pesticide Leaching Model. Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, D-57392 Schmallenberg

Knoch, E. (1997): Bestimmung der Boden-Adsorptionswerte von Diuron an drei Boden-Horizonten im Gleisbereich (Standorte Immenstadt, München und Prenzlau). Institut Fresenius AG, Prüfnummern IF-96/30531, IF-96/30532 und IF-96/30533

Ressler, H., H. Schäfer, G. Görlitz, M. Hermann, J. Hosang, R. Kloskowski, R. Marx, R. Sarafin, B. Stein and R. Winkler (1997): Recommendations for Conducting Simulation Calculations for the Registration Procedure. Nachrichtenblatt des Deut. Pflanzenschutzdienstes (Newsletter of the German Crop Protection Service) 49 (12): 305-309

Die Arbeiten wurden von der Deutschen Bahn finanziell unterstützt.

## Ansprechpartner

Dr. Michael Klein  
Telefon: +49 (0) 29 72/3 02-3 17  
E-mail:  
michael.klein@ime.fraunhofer.de

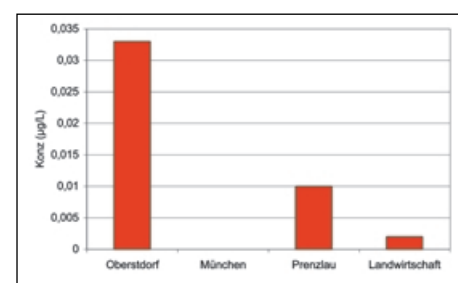


Abbildung 3:  
Sickerwasserkonzentrationen für Diuron  
berechnet mit PELMO

## Calculation of the Leaching Potential of Pesticides in Railway-Embankment Surroundings Using PELMO

### Background

For many years, the computer model PELMO (Pesticide Leaching Model) has been used for the registration of pesticides in order to calculate the leaching potential of these substances. It was developed by the Fraunhofer Institute for Environmental Chemistry and Ecotoxicology (Klein 1991). Normally, the simulations are carried out with fixed standard scenarios for climatic and soil characteristics. For registration purposes, both German (Ressler et al. 1997) and European scenarios are defined (FOCUS 2000). However, all the existing scenarios define the behaviour of such active substances in agriculturally utilized soils. Until now, it was not possible to calculate leaching tendencies in the areas around railway embankments.

### Procedure

#### Water-storage capacity of selected soils

Compared to agricultural soils, the topsoil in the vicinity of railway embankments is characterized by a relatively high stone content (coarse soil) that will affect leaching behaviour because of the extremely low ability of the track bed to store water. This in turn means that the transport of water (and possibly also of herbicides) is accelerated. The field capacities (for the computer program, generally the maximum water content) and wilting points (for the computer program, the minimum water content) which are based on the particle-size distribution, must therefore be adjusted downwards to take into account the high content of stones.

### Sorption and degradation of effective substances

In order to determine the behaviour of pesticides in railway embankment surroundings, exploratory laboratory tests were carried out using the substance Diuron (Knoch 1997). In these laboratory studies, the sorption and degradation of pesticides were determined for three soil horizons per location in order to establish whether conditions comparable to those in agriculture exist in railway embankment locations. Where data from the vicinity of railway embankments are not available, the sorption constants and degradation rates obtained in agricultural environments have to be used instead. On the basis of the Diuron laboratory data, the necessary parameters for each scenario were therefore defined in such a way that the leaching behaviour for all active substances could be estimated on the basis of conventional laboratory studies (see figs. 1 and 2).

### Results

Simulations of Diuron transport were carried out with the computer program PELMO (version 3.2) for the new railway embankment scenarios. In order to describe the mobility and degradation behaviour, a  $K_{oc}$  value of 400 L/kg and a  $DT_{50}$  of 70 days were used. For reference purposes, a simulation was also carried out with the standard agricultural scenario using the soil type "Borstel" and the climate "Hamburg" (Klein 1991). A maize monoculture was used as the basis for the agricultural scenario. The results are summarized in fig. 3.

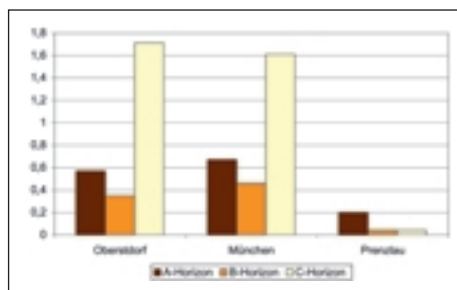


Figure 1:  
OC-contents [%] of scenarios

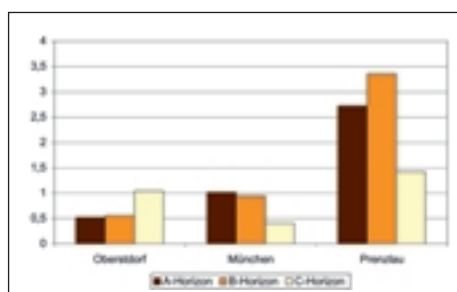


Figure 2:  
Biodegradation factors [-] of scenarios

## Discussion

The highly coarse soil fractions in railway embankment surroundings resulted in high percolate fluxes, confirming the realistic worst-case character of these scenarios. The low carbon content in the soil (in particular at the location Prenzlau) also resulted in high mobility compared to agriculturally utilized soils, because the humus content is generally regarded as being responsible for sorption. Pesticide degradation is the second factor decisively affecting the leaching potential. The laboratory experiments indicated that accelerated degradation might occur in such soils compared to agricultural scenarios. One cause of this behaviour could be the lower degree of sorption, which means that a larger proportion of the pesticide is present in the dissolved phase.

Comparisons with the standard agricultural scenario showed that a higher pesticide leaching risk does not always exist in the vicinity of railway tracks. For Diuron, maximum concentrations of 0.033 µg/L (Oberstdorf) were calculated. This location at the foot of the Alps is characterized by extremely high precipitation. For the other two locations, Munich (0.000 µg/L) and Prenzlau (0,010 µg/L), percolate concentrations were similar to those calculated in the agricultural scenario (0.002 µg/L). In all cases, the dynamics of the leaching process were accelerated compared to the agricultural scenario. In view of the accelerated degradation, lower entry into the environment compared to agriculturally utilized soils is to be expected immediately after application under favourable weather conditions. With unfavourable weather conditions, however, it may be assumed that the entry is higher.

## Literature

FOCUS (2000): FOCUS groundwater scenarios in the EU plant protection product review process. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000, 197 pp

Klein, M. (1991): PELMO: Pesticide Leaching Model. Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, D-57392 Schmallenberg

Knoch, E. (1997): Bestimmung der Boden-Adsorptionswerte von Diuron an drei Boden-Horizonten im Gleisbereich (Standorte Immenstadt, München und Prenzlau). (Determination of Soil-Absorption Values of Diuron in Three Soil Horizons in Rail-Track Vicinity: Immenstadt, Munich, Prenzlau): Institut Fresenius AG, Prüfnummern IF-96/30531, IF-96/30532 und IF-96/30533

Resseler, H., H. Schäfer, G. Görlitz, M. Hermann, J. Hosang, R. Kloskowski, R. Marx, R. Sarafin, B. Stein and R. Winkler (1997): Recommendations for Conducting Simulation Calculations for the Registration Procedure. Nachrichtenblatt des Deut. Pflanzenschutzdienstes (Newsletter of the German Crop Protection Service) 49 (12): 305-309

The studies were sponsored by the Deutsche Bahn (German Railways).

## Contact

Dr. Michael Klein  
Phone: +49 (0) 29 72/3 02-3 17  
E-mail:  
michael.klein@ime.fraunhofer.de

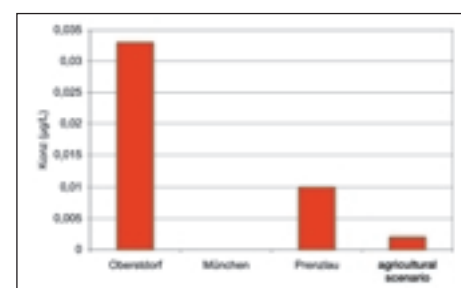


Figure 3:  
Percolate concentrations for Diuron calculated with PELMO