

TEXTE 3/01

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

- Bodenschutz -
Forschungsbericht 298 71 752
UBA-FB 000028

Überprüfung und Validierung der terrestrischen Ökotoxizität

**Dipl.-Chem. Meinolf Stützer, Ing.-Päd. Martina Watzke,
Dipl.-Phys. Rolf Sonnenberger, Dr. Hans-Jürgen Förster, Prof. Dr. Siegfried
Johne**

Triton Umweltschutz GmbH

Zusammenfassung und Empfehlungen

Angesichts ihrer zentralen Stellung im Ökosystem und der an sie gestellten Nutzungsansprüche nehmen die Böden eine Vielzahl von Funktionen wahr. Einige davon wurden unter dem Begriff „ökologische Bodenfunktionen“ zusammengefaßt. Aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung für den Erhalt des Naturhaushaltes sollen sie durch das Bodenschutzgesetz vorrangig und langfristig geschützt werden.

Dies muß auch bei der Beurteilung von wassergefährdenden Stoffen in ihrer Wirkung auf den Boden berücksichtigt werden.

Für die Bewertung von Böden im Hinblick auf ihre Belastung und Belastbarkeit durch Chemikalien existiert eine Anzahl verschiedener Bewertungskonzepte. Dabei sollte die ökosystemare Bewertung von Schadstoffen in Böden mindestens unter Berücksichtigung von Bodenart, organischer Substanz und pH-Wert erfolgen.

Vergleichende Untersuchungen zum Einfluß von Chemikalien auf terrestrische Organismen sind nur an einheitlichen Bodentypen, die auch chemisch und bodenphysikalisch definiert sind, sinnvoll. Auch läßt sich der beträchtliche materielle und zeitliche Aufwand bei der ökotoxikologischen Testung vieler Substanzen vereinfachen, wenn man sich auf die Überprüfung repräsentativer Substanzen aus Substanzgruppen beschränkt.

In den vergangenen Jahren wurden durch viele Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, des BMBF und weiterer Institutionen zahlreiche Erkenntnisse zur Wirkung von Stoffen auf Bodenorganismen gesammelt. Diese Daten können grundsätzlich nach

Systematisierung auch für die Bewertung wassergefährdender Stoffe herangezogen werden.

Auszugehen ist von der allgemein akzeptierten Einschätzung, daß fundierte Aussagen über die terrestrische Ökotoxizität von Schadstoffen nur zu treffen sind, wenn ein System von Parametern entwickelt wird, daß geeignet ist, den für die Erhaltung des ökosystemaren Gleichgewichtes notwendigen Zustand biologischer Bodenfunktionen und seine Veränderungen anzuzeigen.

Aus heutiger Sicht und insbesondere auch aus ökonomischen Gründen halten wir die Untersuchung des Zustandes der mikrobiellen Aktivität (z.B. Dehydrogenase-aktivität), Regenwurmmortalität (*Eisenia fetida*, EDIN ISO 11268-1/3) und die Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf höhere Pflanzen (DIN ISO 11269-1, DIN ISO 11269-2, 1994; OECD 208, 1984) unter Berücksichtigung von abiotischen Bodenparametern wie pH, Feuchtigkeit, Temperatur, Kernährstoffgehalt und Kationenaustauschkapazität für notwendig und ausreichend.

Unsere Untersuchungen wurden an Verbindungen durchgeführt, die in WGK eingestuft sind. Bekanntlich werden in Deutschland seit fast 20 Jahren Stoffe in Wassergefährdungsklassen (WGK) nach § 19g Wasserhaushaltsgesetz eingestuft, um abgestufte Anforderungen an die Sicherheitsauslegung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen stellen zu können. Der Einstufung liegt ein eigenes Bewertungsschema zugrunde; sie erfolgt durch die Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS). Dabei wird die stoffspezifische Wassergefährdung von toxikologischen und ökotoxischen Daten, sowie dem Verteilungsverhalten und der Beständigkeit der Stoffe in der Umwelt bestimmt.

Grundlage für die Bestimmung und Einstufung des zu prüfenden Stoffes ist die Einstufung in R-Sätze, gemäß Anhang I Nr. 3 Gefahrstoff-Verordnung.

Die stoffspezifisch relevanten R-Sätze werden der jeweils aktuellen Stoffliste der RL 67/548/EWG, Anhang I entnommen, die national über die Gefahrstoff-Verordnung

§ 4a Abs. 1 bis 4 umgesetzt werden. Den so ermittelten R-Sätzen werden Bewertungspunkte gemäß der Tabelle zugeordnet. Liegen Nachweise der Prüfung auf bestimmte toxische Eigenschaften sowie bestimmte Auswirkungen auf die Umwelt für einen Stoff nicht vor, und ist der Stoff nicht in der jeweils aktuellen Gefahrstoffliste der EU (Anhang I zur RL 67/548/EWG) enthalten, werden dem Stoff sogenannte Vorgabewerte zugeordnet, die für die WGK-Bestimmung berücksichtigt werden müssen.

Die abschließende Einstufung in Wassergefährdungsklassen erfolgt dann über die Gesamtzahl der Bewertungspunkte, die sich aus der Summe der Bewertungspunkte (R-Satz Punkte plus Punkte für Vorgabewerte) ergibt.

Die seit 1. Juni 1999 geltende neue Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) enthält neben der Neueinstufung von weiteren Stoffen als wesentliche Änderung die Streichung der WGK 0 und die Bestimmung und Einstufung wassergefährdender Stoffe auf der Grundlage der R-Sätze aus dem Gefahrstoffrecht. In der vorliegenden Arbeit hielten wir aufgrund früherer Erkenntnisse eine Überprüfung einiger Substanzen in bestehenden Standardtests für sinnvoll, um den Aspekt Bodengefährdung innerhalb des WGK-Systems zukünftig berücksichtigen zu können. Adaptiert man dafür die Vorgehensweise wie bei der Ableitung von WGK, so war zunächst zu recherchieren, welche Erkenntnisse zu gefährlichen Eigenschaften des

Stoffes bekannt sind. Dabei kommt den Eigenschaften des Basisdatensatzes besondere Bedeutung zu. Häufig sind weitere Untersuchungen durchzuführen.

Aus den oben genannten Ergebnissen unserer experimentellen Untersuchungen werden folgende Empfehlungen abgeleitet:

- Die Untersuchungen sollten an mindestens zwei Bodenarten (lehmiger Sand und sandiger Lehm), eventuell ergänzt durch einen mit dazu höheren Humusgehalten (4-8%), durchgeführt werden.
- Die im Pflanzentest eingesetzten drei Species haben sich bewährt, ihre Anzahl braucht nicht erweitert zu werden. Gegenüber den untersuchten Substanzen erwies sich Salat unter den gewählten Versuchsbedingungen als sehr sensitiv. Hirse ist als relativ unempfindliche Testpflanze einzustufen. Rettich besitzt eine eher mittlere Empfindlichkeit.
- Eine Wurzellängenmessung erscheint wenig sinnvoll, da offenbar keine Korrelation zwischen der Wurzellänge (mit dem morphologischen Erscheinungsbild der Wurzel) und der Chemikalienkonzentration herzustellen ist
- Die Verwendung von Kunsterde (aus Sand/Torf/Bentonit) ist für die o.g. Untersuchungen nicht gut geeignet.
- **Wir empfehlen aus der Sicht des vorbeugenden Bodenschutzes die Ergänzung der bisherigen R-Sätze durch folgenden neuen: „Verbindung ist pflanzengefährdend“.**
- **Als gefährdungsbestimmende Merkmale könnten die Keimhemmung und/oder vermindertes Wachstum (Reduktion der Biomasse) innerhalb eines bestimmten Zeitraumes deklariert werden. Für beide Parameter sollten in weiteren Versuchen Grenzwerte ermittelt werden. Bei ihrer Unterschreitung würde die Verbindung als „pflanzengefährdend“ einzustufen sein. Die Versuchsdurchführung sollte dabei nach der bisher gut bewährten Internationalen Norm DIN ISO 11269-2 („Bestimmung der Wirkungen von Schadstoffen auf die Bodenflora“) erfolgen.**
- Phthalsäurediethylester (eingestuft in die WGK 2) und Phthalsäuredimethylester (WGK 1) sind nach unseren Untersuchungen als bodengefährdend einzuschätzen. Obwohl beide Verbindungen als biologisch gut abbaubar gelten, scheint von ihnen eine echte Bodengefährdung auszugehen. Bereits in einer Konzentration < 100 mg/kg lassen sich deutliche toxische Wirkungen auf Pflanzen feststellen.
- **Beide Verbindungen sollten (auch unter Einbeziehung der Literaturbefunde) die o. g. neue R-Satz-Einstufung erhalten.**
- Obwohl die eingesetzten Tests als ausreichend für eine schnelle und ökonomisch vertretbare erste Bewertung von Substanzen über deren mögliche Bodengefährdung angesehen werden, wird die Einbeziehung weiterer Tests (z.B. Bodenatmung und N-Mineralisierung) in speziellen Fällen bzw. bei vertieften Prüfungen empfohlen.

Report Titel:

Veryfication and validation of the terrestrial ecotoxicity

With the implementation of the German Federal Soil Act (BBodSchG) federal legislation shall be extended to include the protection of the soil as the third environmental medium. Hazard assessment of chemical contaminants in soil has been distinctly more orientated to estimate the exposure of human beings than to define impacts on ecosystems. Therefore the present report focusses on the latter problem by giving a detailed survey of the state of the art in ecotoxicological determination and evaluation procedures of soil contaminants. There is a number of concepts for the hazard assessment of chemical contaminants in soil. In this connection it is important to investigate the hazard assessment of chemical contaminants in soil which are hazardous to waters and classified in Water Hazard Classes. Up to now the ecotoxicological evaluation should take place in consideration of the type of soil, the content of organic matter and the pH-value. It is necessary to use standardized soils with defined chemical and physical properties but it is possible to investigate only some representatives from selected chemical type of compounds. In the past a great number of investigations took place on the influence of compounds to soil organisms. After systematizing these results could be used for the hazard assessment.

The suitability of test organisms and biotest approaches for the assessment of ecotoxicological risks resulting from pollutants is analysed. On the basis of this comparative evaluation, the critical discussion of already existing evaluation procedures and from economical point of view we propose the investigation of the following parameters for the hazard assessment:

- ◆ influence on the microbial activity (f. e. dehydrogenase activity)
- ◆ mortality rate of earthworm *Eisenia fetida*
- ◆ terrestrial plant growth test.

These tests should be used in consideration of abiotic soil parameters as pH-value, humidity, temperature, nutrients a. o.

On the basis of our investigations we would like to give the following recommendations:

- ◆ for the tests at least two type of soils should be used (loamy sand and sandy loam), complemented by a soil with a higher content of humus
- ◆ *Lactuca sativa*, *Raphanus sativus* and *Sorghum bicolor* as test plants are sufficient, an extension on other species is not necessary
- ◆ root length measurement is not suitable because there is no correlation with the concentration of chemical contaminants
- ◆ to use artificial soils is not qualified for this type of investigations

From the point of preventive soil protection we propose the valid R phrases to be complemented by a new one: „compound is dangerous to plants“. As parameters for this assessment should be the inhibition of germination and/or of growth, decrease of biomass during a defined period a. o. The OECD Guideline for Testing of Chemicals,

Terrestrial Plants, Growth Test“ for this purpose is proved but it is necessary to determine the limiting values by further investigations.

In our investigations dimethyl and diethyl phthalate possess a hazard potential for soils and plants. Both compounds show toxical effects to plants already in a concentration below 100 mg/kg soil.