

# Bodenschutz

Die wichtigsten Grundlagen für die rechtssichere Vorbereitung und Durchführung Ihrer Sanierungsprojekte!

1. Auflage 2009. CD.  
ISBN 978 3 8111 7195 4  
Format (B x L): 14,8 x 21 cm  
Gewicht: 1010 g

[Recht > Öffentliches Recht > Umweltrecht > Abfallrecht, Bodenschutzrecht](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](#) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

# Verhalten von Schadstoffen in Böden

Autor: Holger Fiegenbaum/Gunnar Behrens, überarbeitet von Thomas Suttner

Stand: Dezember 2007

## 1 Schadstoffvorräte und Verfügbarkeit

Durch Aufnahme und Bindung der in das Bodensystem eingetragenen Stoffe wird - je nach Art der Schadstoffe und Eigenschaften der Böden - durch Rückhaltung oder Umwandlung eine Veränderung der im Stoffkreislauf der Ökosphäre beteiligten Elemente erreicht.

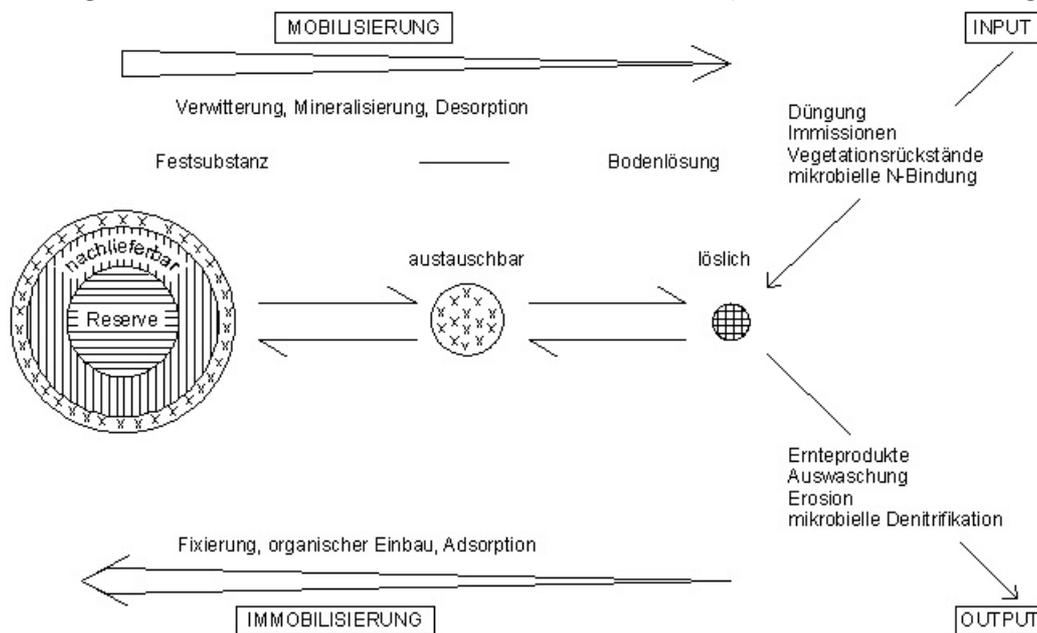
Der Schadstoffhaushalt eines Bodens kann als ein dynamisches Gleichgewicht zwischen

- der Zufuhr (Input = Immission),
- dem Entzug (Output = Auswaschung, Pflanzenaufnahme) und
- der Vorrats- und Zustandsänderung (Mobilisierung - Immobilisierung)

aufgefasst werden. Je nach Bindungszustand können Schadstoffe verschiedene „Schadstoff-(Nährstoff-)Pools“ bilden. Man unterscheidet vier verschiedene Schadstoff-Pools (nach Kuntze et al., 1994):

- mineralisch und organisch fest gebundene Schadstoffe
- nachlieferbare Schadstoffe
- austauschbar sorbierte Schadstoffe
- ungebundene Ionen in der Bodenlösung

Abbildung Närelement- und Schadstofffraktionen sowie beeinflussende Prozesse (Kuntze, Roeschmann, Schwerdtfeger, 1994)



Zu den in der Abbildung dargestellten Schadstoff-Pools:

- mineralisch und organisch fest gebundene Schadstoffe**  
Diese Schadstoffe sind im Kristallgitter der Tonminerale und Minerale fest eingebunden und bilden gewissermaßen eine Schadstoff-Reservefraktion. Sie werden nur bei einer Zerstörung des Kristallgitters freigesetzt.
- nachlieferbare Schadstoffe**  
In Abhängigkeit des Strukturaufbaus der Huminstoffe sind Schadstoffe in Randpositionen oft schwächer gebunden bzw. Bindungen durch Verwitterung destabilisiert. An diesen Positionen können Desorptionsprozesse leicht ansetzen. Die durch die Pflanzenwurzeln ausgeschiedenen organischen Säuren können zur Bildung komplexer Verbindungen (Chelate) mit Metallionen führen. Insbesondere während der Vegetationsperiode werden Schadstoffe allmählich mobilisiert und dadurch pflanzenverfügbar bzw. verlagerbar.
- austauschbar sorbierte Schadstoffe**  
Austauschbar sorbierte Anionen und Kationen sind besonders leicht und kurzfristig verfügbar. Im Austausch mit den von den Pflanzenwurzeln produzierten oder anderweitig in die Bodenlösung überführten Ionen werden äquivalente Schadstoffionen von den Austauschern (Ton, Humus, Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxide) verfügbar. Dabei werden die dynamischen Prozesse des Ionenaustausches von den spezifischen Eigenschaften der adsorbierten Ionen und der Austauscher gesteuert.
- ungebundene Ionen in der Bodenlösung**  
In der Bodenlösung ist ebenfalls in geringer Menge ein frei beweglicher Schadstoffanteil vorhanden, der sehr leicht und permanent pflanzenverfügbar vorliegt.

Durch Mobilisierungs- und Immobilisierungsprozesse stehen die beschriebenen Schadstoff-Pools im Boden in einem Fließgleichgewicht: Durch Schadstoffentzüge (beispielsweise durch Pflanzenaufnahme) gehen Anteile aus sorptiver Bindung in die Bodenlösung über. Durch Verwitterungs- oder Mineralisierungsprozesse werden schwächer gebundene Ionen frei, die zunächst sorptiv gebunden werden.

Die Immobilisierungsprozesse im Boden verlaufen entgegen den Mobilisierungsprozessen. So werden beispielsweise durch Immissionen zugeführte Schadstoffe adsorbiert oder in die organische Bodensubstanz eingebaut.

## 2 Der Boden als Filter

Den Böden kommt aufgrund ihrer natürlichen Filtereigenschaften eine besondere Bedeutung im Stoffkreislauf der Ökosphäre zu. Sie besitzen die Fähigkeit, im Bodenwasser suspendierte oder gelöste Schadstoffe von ihrem Transportmittel zu trennen. Die Reinigungsprozesse des Bodens lassen sich unterscheiden in

- **Filterung** (mechanische Rückhaltung),

- **Pufferung** (eine Adsorption an Bodenaustauscher oder eine chemische Fällung) und
- **Transformation** (Umwandlungs- oder Abbauprozesse).

## 2.1 Filterung

Die mechanische Filterleistung des Bodens wird maßgeblich durch die Wasserdurchlässigkeit, das Porenvolumen und die zur Verfügung stehende Filterstrecke bestimmt. In Abhängigkeit von der Bodenart und der effektiven Lagerungsdichte und dem daraus ableitbaren Grob- und Mittelporenanteil wird die mechanische Filterleistung bei nicht bindigen (sand- und kiesreichen) Böden als hoch und bei bindigen (ton- und schluffreichen) Böden als gering eingestuft.

## 2.2 Pufferung

Die Pufferwirkung der Böden hängt vor allem von der Oberflächenaktivität der Bodenteilchen ab, wobei von einer mittleren Kationenaustauschfähigkeit der Tonfraktion ausgegangen wird.

Die Pufferwirkung der Böden beruht darauf, gelöste Schadstoffe entweder durch Adsorption an die Bodenaustauscher zu binden oder nach einer Reaktion mit bodeneigenen Substanzen chemisch zu fällen und somit weitgehend zu immobilisieren. In Abhängigkeit von der Boden- und der Schadstoffart verbleiben mehr oder weniger große Schadstoffanteile in der Bodenlösung zurück, die über die Vegetation in die Nahrungskette aufgenommen werden können oder aber durch Auswaschung in das Grundwasser gelangen.

Für die Pufferung von Schwermetallen spielen der pH-Wert und der Carbonatgehalt eine wichtige Rolle. Je nach Schwermetalleigenschaften ist auch der Humusgehalt, der Anteil an Ton und Sesquioxiden und das Redoxpotenzial von Bedeutung. Bei organischen Schadstoffen ist insbesondere der Humusgehalt und der Ton- und Sesquioxidgehalt besonders wichtig.

## 2.3 Transformation

Transformationen sind im Wesentlichen auf die biologische Aktivität der Mikroorganismen zurückzuführen. Mit Hilfe von Mikroorganismen können beispielsweise feste organische Substanzen in gasförmige (beispielsweise CO<sub>2</sub>), in gelöste oder andere feste Stoffe umgewandelt werden.

Eine weitere Möglichkeit einer Umwandlung ist bei organischen Stoffen an der Bodenoberfläche durch photochemische Vorgänge und im Boden durch rein chemische Prozesse gegeben. In geringerem Maße können auch anorganische Stoffe z.B. durch Änderung der Wertigkeit transformiert werden.

Durch die mikrobielle Transformation werden der Aggregatzustand und/oder die chemische Zusammensetzung der in den Boden eingetragenen Schadstoffe verändert. In der Regel erfolgt eine Transformation in Stoffe, die keine Schadstoffwirkung mehr besitzen. In Einzelfällen ist es jedoch möglich, dass die chemische Zusammensetzung so verändert wird, dass die gebildeten Stoffe eine größere Toxizität aufweisen als das Ausgangssubstrat (Scheffer/Schachtschabel, 1989).

## 3 Stofftransporte

Stofftransporte verlaufen neben erosiven Verlagerungsvorgängen (fluviale oder äolische) im Wesentlichen durch Lösungsverschiebungen.

Wichtigster Faktor im Zusammenhang mit dem Stoffaustausch ist deshalb die Zone des wasserungesättigten Bodens, die den gesamten Bereich der Grundwasserdeckschichten umfasst. Die Infiltration, der kapillare Aufstieg (Hub), die Wasserspeicherung, die Grundwasserneubildung und die Evapotranspiration werden durch die Wasserbewegung in der ungesättigten Bodenzone beeinflusst.

Die Wasserbewegung bestimmt - neben dem Wärmeaustausch an der Bodenoberfläche - die Versorgung der Pflanzenwurzeln mit Wasser und den darin gelösten Pflanzennährstoffen. Weiterhin führt sie zu einer Verlagerung von Schadstoffen in tiefere Horizonte und somit, je nach Sorptionsfähigkeit und Durchlässigkeit des örtlich anstehenden Bodens, zu einer Stoffanreicherung im Grundwasser.

Für eine Beurteilung des Stoffrückhaltevermögens eines Bodens bzw. der Auswaschungsgefährdung von Schad- und Nährstoffen aus dem Oberboden in das Grundwasser sind Kenntnisse über die komplexen Umsetzungs- und Verlagerungsprozesse im Boden eine maßgebliche Voraussetzung. Einige Stoffe, v.a. Nitrat werden in Böden kaum ad- bzw. desorbiert und meist nur in geringem Umfang transformiert. Sie gelangen damit nahezu unverändert ins Grundwasser und können damit die Qualität negativ beeinflussen.