

## Neue Aspekte zur Frachtenberechnung

Die Bewertung von potentiellen Schadstoffen in Düngemitteln oder in Böden wird üblicherweise anhand der jeweiligen Konzentration des Stoffes im Dünger oder im Boden vorgenommen. Mit Blick auf mögliche Anreicherungsprozesse ist neben dem Gehalt auch die Fracht des Stoffes von Interesse, die mit gegebenen Aufwandmengen eines Düngers auf die Fläche gelangt. Bei Frachtenrechnungen ist bislang allerdings außer Acht gelassen worden, dass mit bestimmten Düngern, wie etwa Kompost, auch erhebliche Mengen an dauerhaft im Boden verbleibenden Bodenbestandteilen aufgebracht werden. Dass und wie dieser Sachverhalt bei der langfristigen Veränderung von Stoffgehalten in Böden berücksichtigt werden muss, wurde in einer Studie des VHE dargelegt.

Bei der Bewertung langfristiger Anreicherungsprozesse von potentiellen Schadstoffen in Böden aufgrund von Düngemaßnahmen werden üblicherweise Schadstofffrachten addiert, die sich nach Maßgabe der jeweiligen Schadstoffkonzentration des Düngers und den Aufwandmengen ergeben. Aus der Summe der Frachten wird die zu erwartende Erhöhung der Konzentration im Boden dann rechnerisch abgeleitet, ohne im Boden dauerhaft verbleibende Anteile zu berücksichtigen.

Bei der Düngung mit Kompost werden - im Gegensatz zu Mineraldüngern - neben den Nährstoffen jedoch erhebliche Mengen an mineralischen Bodenpartikeln ausgebracht. Die mineralischen Anteile (Glührückstand) im getrockneten Kompost betragen im Mittel rund 62 %, wovon etwa 11 % pflanzenverfügbare Nährstoffe und im Boden mobiles Kalziumkarbonat sind. Das bedeutet, dass über die Hälfte des Kompostes aus weitgehend stabilen mineralischen Anteilen besteht (Abbildung 1).

Während die organische Substanz zu größeren Anteilen mineralisiert, die Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden können und die Kalkanteile langfristig auswaschbar sind, verbleiben die restlichen mineralischen Bodenpartikel dauerhaft im Boden und tragen zum Bodenaufbau bei. Bei der Bewertung von Schadstoffkonzentrationen des Bodens ist daher nicht auf die ursprüngliche Masse des Bodens, sondern auf die tatsächliche, d.h. durch die Aufbringung mineralischer Anteile entsprechend erhöhte Masse abzustellen. Auf langfristige Anreicherungsszenarien hat dies, so das Ergebnis der Studie, einen deutlichen Einfluss.

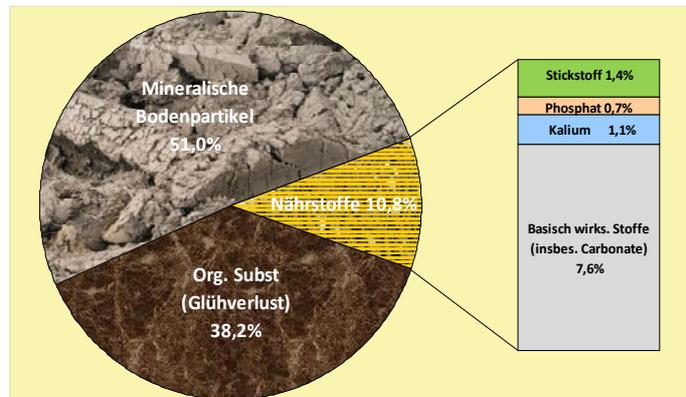


Abbildung 1: Zusammensetzung von Kompost

Durch die Horizonterhöhung (Bodenaufbau) fallen Anreicherungsprozesse im Boden deutlich geringer aus, als dies bislang diskutiert wird.

Bei hohen Ausgangsgehalten von Schadstoffen im Boden, die bei oder über den Vorsorgegrenzen der BBodSchV für Lehm-/Schluffböden liegen, sind durch die Aufbringung von Komposten sogar eher Abreicherungen als Anreicherungen zu erwarten.

### Annahmen der Betrachtungen

Die Einflüsse der mineralischen Anteile sind wesentlich von den getroffenen Grundannahmen abhängig. Den hier dargestellten Ergebnissen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Bodentiefe: Entsprechend der betrachteten Nutzung Ackerbau wird für die Ausgangsbedingungen für die Frachtenrechnungen der Ap-Horizont, d.h. die oberen 30 cm, als relevante Horizonttiefe verwendet.

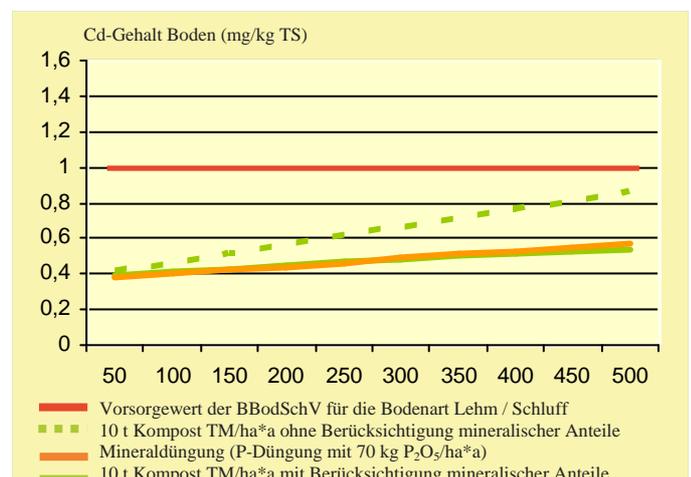
- Bodendichte: Es wird von einer mittleren Trockenrohdichte des Bodens und dauerhaft im Boden verbleibenden Kompostanteilen von 1,4 g/cm<sup>3</sup> ausgegangen.
- Hintergrundwerte: Werte für Oberböden nach LABO (2003). Verwendet wird das 50. Perzentil für Ackerbau im Gebietstyp III (ubiquitäre Gehalte im ländlichen Raum), d.h. 0,36 mg Cd/kg Boden.
- Ein- und Austräge: Einträge über Immissionen und eine ggf. ergänzende Mineraldüngung sowie Austräge über Erntegut und Sickerwasser werden nicht dargestellt, um die kompostbezogenen Einflüsse deutlich zu machen und von anderen Einflussfaktoren abzugrenzen.
- Stoffgehalte Kompost: Mittelwerte nach Bundesgütegemeinschaft Kompost. Anteile in der Trockenmasse: Mineralischer Anteil 61,8 %, davon Pflanzennährstoffe (N,P,K) 3,2 % und Carbonate 7,6 %. Abzüglich Pflanzennährstoffen und Carbonaten sind das 51 % mineralische Bestandteile, die im Boden dauerhaft verbleiben (Abbildung 1). Cadmium als betrachteter 'Referenz-Schadstoff' 0,42 mg/kg.
- Stoffgehalte mineralischer Phosphordünger: In der Düngungsvariante mit mineralischem P-Dünger wird von einem Cd-Gehalt von 25 mg Cd/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ausgegangen (Grenzwert nach DüMV: 50 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> für P-Dünger ab 5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) und einer Aufwandmenge, die 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha\*a entspricht.
- Aufbringungsmengen: 10 t Kompost p.a. (Maximalgabe, entsprechend 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).
- Horzonterhöhung: Bei einer regelmäßigen Kompostanwendung und langfristig im Boden verbleibenden Anteilen von 51 % (s.o.) erhöht sich der Oberbodenhorizont durch die Massenzufuhr umgerechnet pro Jahr um 0,36 mm, d.h. in 100 Jahren würde sich der Oberbodenhorizont bei jährlicher Anwendung von 10 t Kompost-TM um 3,6 cm erhöhen, bei 500-jähriger Anwendung würden es 18 cm sein.

## Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt eine Prognose der Entwicklung von Cadmiumgehalten des Bodens bei langfristiger Düngung mit Kompost. Wie bei anderen Düngeszenarien, findet auch bei Kompost ein langsamer Anreicherungsprozess statt. Die Darstellung des Prozesses wird allerdings stark davon beeinflusst, ob der mit den mineralischen Bestandteilen einhergehende Bodeneintrag berücksichtigt wird oder nicht. Wird er berücksichtigt, was sachlich richtig ist, kommt es im betrachteten Zeitraum von 500 Jahren selbst dann zu keiner wesentlichen Schadstoffanreicherung, wenn mit der maximal möglichen Aufwandmenge von 10 t Kompost TM/ha\*a gerechnet wird.

In der Düngungsvariante mit mineralischem P-Dünger zeigt sich ein vergleichbarer Verlauf, wie bei der organischen Düngung mit Kompost. Auf lange Sicht resultieren bei der organischen Düngung unter den hier angenommenen Annahmen sogar leicht geringere Anreicherungen (Abb. 2).

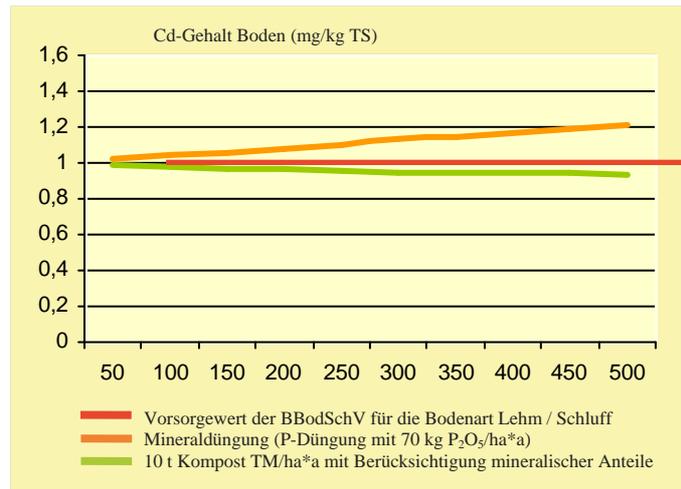
In Abbildung 3 ist unterstellt, dass der Boden zu Beginn der Betrachtung einen Ausgangscadmiumgehalt von 1 mg/kg aufweist (Vorsorge-wert der BBodSchV für Lehm/Schluff). In diesem Fall zeigen die Berechnungen, dass die Bodengehalte bei langfristiger Kompostanwendung nicht etwa zunehmen, sondern leicht abnehmen. Dies liegt daran, dass die Gehalte



**Abbildung 2: Rechnerische Entwicklung von Cadmiumgehalten des Bodens bei der Anwendung von Kompost über 500 Jahre (mit und ohne Berücksichtigung des dabei entstehenden Bodenaufbaus durch in Kompost enthaltene mineralische Bodenpartikel). Ausgangsgehalt Boden: 0,36 mg/kg TS (50. Perzentil nach LABO 2003).**

im Kompost niedriger sind als im Boden. Zusammen mit dem Eintrag mineralischer Bodenpartikel durch Kompost kann sich daraus langfristig eine Abreicherung ergeben.

In der Düngungsvariante mit mineralischem P-Dünger kommt es bei der Düngung dagegen zu keinem nennenswerten Eintrag mineralischer Bodenpartikel. Aus diesem Grunde erhöhen sich die Cd-Gehalte des Bodens entsprechend der eingetragenen Frachten (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Rechnerische Entwicklung von Cadmiumgehalten des Bodens bei der Anwendung von Kompost über 500 Jahre (mit und ohne Berücksichtigung des dabei entstehenden Bodenaufbaus durch in Kompost enthaltene mineralische Bodenpartikel). Ausgangsgehalt Boden: 1 mg/kg TS (Vorsorgewert der BBodSchV für Lehm/Schluff).**

## Schlussfolgerungen

Aus den vorgenannten Ausführungen sowie den weitergehenden Berechnungen und Nachweisen der Studie, ergeben sich u.a. folgende Schlussfolgerungen:

- Frachtenrechnungen für Schadstoffe, bei denen ausschließlich Stoffkonzentrationen und Aufwandmengen berücksichtigt werden, führen - soweit bei der Düngung auch relevante Mengen an stabilen mineralischen Partikeln eingetragen werden - zu einer falschen Berechnung von Anreicherungsprozessen im Boden. Dies betrifft insbesondere Düngungsvarianten mit Kompost, deren langfristige Anreicherungsdynamik in der Vergangenheit häufig überschätzt wurde.
- Maßnahmen der Düngung sind immer auch mit Einträgen (meist unerheblicher Mengen) an potentiellen Schadstoffen in den Boden verbunden. Im Hinblick auf mögliche Schadstoffanreicherungen sind Mineraldünger und organische Dünger (Kompost) unter den hier getroffenen Annahmen in der Wirkung etwa vergleichbar. Wesentliche Schadstoffanreicherungen sind, auch auf lange Sicht, in beiden Fällen nicht zu erwarten. Langfristig ergeben sich für die organische Düngung Vorteile.
- Die erschlossenen kontinentalen Phosphorvorkommen haben beim derzeitigen Verbrauch eine Reichweite von nur noch ca. 100 Jahren. Hinzu kommt, dass Anteile dieser Reserven, nämlich die sedimentär gebildeten Rohphosphate, bereits heute Schadstoffbelastungen mit Cadmium und Uran aufweisen, die eine Verwendung in Düngemitteln in Deutschland verbieten. Schadstoffarme Rohphosphate sind also knapp und zunehmend weniger verfügbar. Würde der Grenzwert der DüMV ausgeschöpft, würde sich die in Abbildung 2 dargestellte Anreicherungsdynamik progressiver darstellen (die Bodengehalte lägen nach 500 Jahren dann nicht bei 0,57 mg/kg, sondern bei 0,78 mg Cd/kg Boden).
- In der Bioabfallverordnung vorgesehene Bodenuntersuchungen bei der Erstanwendung von Komposten oder von Gärprodukten sind zur Beurteilung, ob eine Anwendung dieser Dünger erfolgen sollte oder nicht, wenig sinnvoll. Bei 'normalen' Bodengehalten (Abbildung 2) ist evident, dass wesentliche Anreicherungen an Schadstoffen auch langfristig nicht zu erwarten sind. Bei geogen oder anthropogen erhöhten Gehalten des Bodens (Abbildung 3) führt eine Kompostdüngung i.d.R. zu keiner weiteren Erhöhung der bereits vorhandenen Schadstoffgehalte des Bodens. Im Gegenteil sind eher Abreicherung

rungen anzunehmen. Die Empfehlung, dass die zuständige Behörde bei Überschreitung der Vorsorgewerte der BBodSchV die erneute Aufbringung von Kompost oder von Gärprodukten untersagen soll (vgl. § 9 (2) 5 BioAbfV), ist vor diesem Hintergrund nicht zielführend.

Die [Studie](#) des Verbandes Humus- und Erdenwirtschaft (VHE) kann auf der Homepage des Verbandes unter [www.vhe.de](http://www.vhe.de) heruntergeladen werden.

*Quelle: H&K aktuell 01/2012, S. 3: Michael Schneider (VHE e.V.), Dr. Bertram Kehres (BGK e.V.)*