

Zur Modellierung der Verlagerung und des Abbaues von Nitrat in der undurchwurzelten Aerationzone - eine einfache Berechnungsmethode

R.-J. MICHEL

Abstract:

A simple method was developed to calculate denitrification and transport of nitrate in each layer of the non-rooted aeration zone. It is based on typical values of denitrification depending on relevant properties of substrate. This method was used to describe the processes on a sandy site in northern Germany. Only small denitrification rates were calculated under these conditions.

Bei der Bewertung des Eintrags von Nitrat in das Grundwasser werden oft die Vorgänge in der Bodenzone relativ genau, die Nitratverlagerungs- und Abbauprozesse in der undurchwurzelten Aerationzone dagegen nicht oder nur sehr pauschal berücksichtigt. Da die Ursache dafür oft in der relativ aufwendigen Modellierung der Prozesse in der Aerationzone zu suchen ist, wurde im Rahmen der hier vorgestellten Arbeiten eine einfache Methode erarbeitet, mit der besonders für flächenhafte Bewertungen Nitratabbau und Nitratverlagerung in der undurchwurzelten Aerationzone auf vereinfachte Weise berücksichtigt werden können.

Im Modell sollten folgende Parameter mit berücksichtigt werden können:

- Mächtigkeit und Substratschichtung der Aerationzone,
- Sickerwasserrate,
- Nitratkonzentration des Sickerwassers bei Eintritt in die Aerationzone aus dem Boden,
- DOC- Gehalt des Sickerwassers.

Material und Methode

Der Ansatz der Berechnungsmethode beruht darauf, aus Richtwerten der pro Meter in der Aerationzone zu erwartenden Denitrifikation, die abhängig von den o.g. Parametern sind, den Nitratab-

bau für die Aerationzone insgesamt zu ermitteln. Grundlage der Ermittlung dieser Richtwerte waren eine Vielzahl von Berechnungen mit einem systembeschreibenden Simulationsmodell, in denen die Standortbedingungen variiert wurden. Das systembeschreibende Simulationsmodell SIFRONT (MICHEL, 1991) beschreibt

- den Wassertransport nach der Richards-Gleichung,
- den Nitrattransport nach der Dispersions-Diffusionsgleichung und
- den Nitratabbau nach Michaelis-Menten-Kinetik (in Abhängigkeit von den Parametern Luft- bzw. Wassergehalt in der Schicht, gelöster organischer Substanz, Temperaturverlauf und Nitratgehalt).

Mit den Ergebnissen der bisher durchgeführten Berechnungen wurden zu erwartende Denitrifikationsraten errechnet, die folgende Standort- und Randbedingungen berücksichtigen:

- Substrate: Feinsand, schwach lehmiger Sand, stark lehmiger Sand,
- DOC-Gehalte im Sickerwasser: 80 bis 220 mg/l,
- beliebige Mächtigkeit Aerationzone,
- Eintrag von Sickerwasser und Nitrat aus der Bodenzone in Zeitintervallen für ein halbes Jahr und Vielfache.

Neben dem Nitratabbau werden auch für die Verlagerungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Standortbedingungen Richtwerte angegeben.

Ergebnisse

In einem Beispielprojekt war es damit möglich, flächendifferenziert aus der Kenntnis des Nitrat- und Sickerwasseraustrages aus der Boden- in die undurchwurzelte Aerationzone unter Berücksichtigung der Standortbedingungen An-

kunftszeiten von Nitratfronten im Grundwasser einschließlich des Nitratgehaltes dieser Sickerwasserfronten zu errechnen. In dem überwiegend aus Sanden aufgebauten Gebiet wurden meist weniger als 10 mg/l Denitrifikation in der gesamten Aerationzone errechnet, d.i. gemessen an den Ausgangskonzentrationen um 150 mg/l trotz hoher DOC-Gehalte (um 100 mg/l) sehr gering. Dagegen variierte die Verlagerungsdauer bis zum Grundwasser stark (zwischen 3 und 12 Jahren), vor allem aufgrund der sehr unterschiedlichen Grundwasserflurabstände infolge des bewegten Reliefs.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß es auf der Basis dieser Richtwerte möglich ist, flächenhaft differenzierte Abschätzungen des Nitratabbau und der Versickerung des Nitrates in der Aerationzone vorzunehmen.

Die Anwendung der Methode stellt außer der Ermittlung der genannten Parameter keine Anforderungen an die Verfügbarkeit von Modellen. Vielmehr erfordert sie ein gewisses Verständnis der wesentlichen Prozesse der Wasser- und Stoffverlagerung beim Anwender.

In der Methode werden wesentliche Prozesse der Denitrifikation berücksichtigt. Weitere, unter bestimmten Standortbedingungen relevante Prozesse (z.B. Wechselwirkungen mit Schwefel) konnten nicht integriert werden.

Literatur

MICHEL, R.-J. 1991: Entwicklung eines Modells zur zeitlichen und örtlichen Verfolgung von Sickerwasserfronten in der Aerationzone und Anwendung zur Beurteilung der vertikalen Wasserbewegung unterschiedlicher Böden im Winterhalbjahr., TU Dresden, 15 S.

