

Fakultät für Geowissenschaften
 Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik
 Lehrstuhl Angewandte Geologie

Untersuchungen zum Nitratabbau im Grundwasserleiter der Halterner Sande
 Martin Leson

Motivation

Das Verbreitungsgebiet der Halterner Sande (Abb. 1) wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Durch Düngung gelangen viele Nährstoffe wie Nitrat in das Grundwasser. Um unter anderem die Trinkwasserversorgung auch in Zukunft zu sichern, wurden Kooperationen zwischen der Wasser- und Landwirtschaft gegründet. Ziele des Projektes waren:

- ⇒ Effizienzkontrolle der Kooperationen
- ⇒ Ermittlung der Nitratreinträge in das Grundwasser
- ⇒ Untersuchung der Nitratabbaukapazität der Sedimente
- ⇒ Prognose der Rohwasserbeschaffenheit

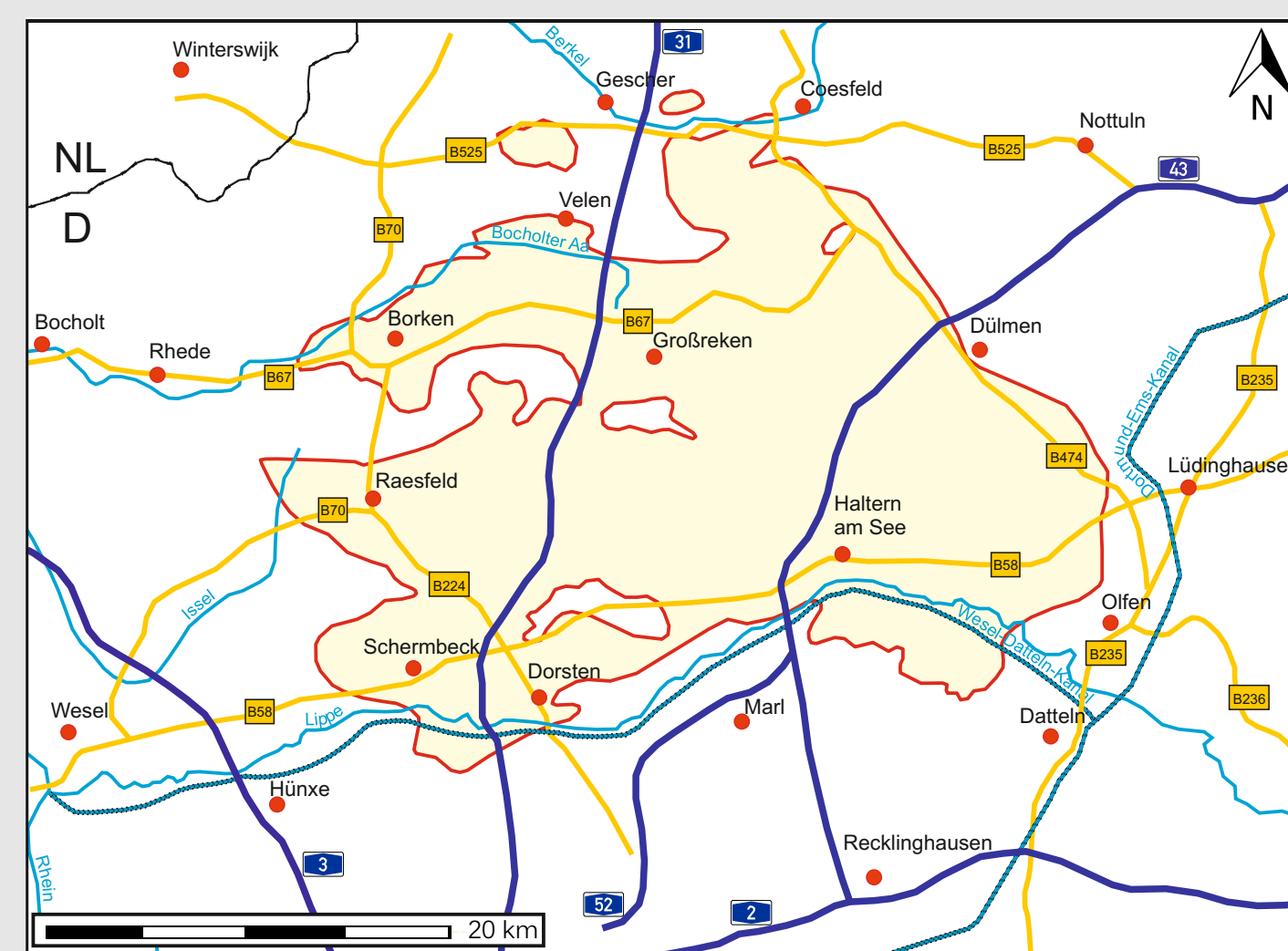


Abb. 1: Verbreitungsgebiet der Halterner Sande

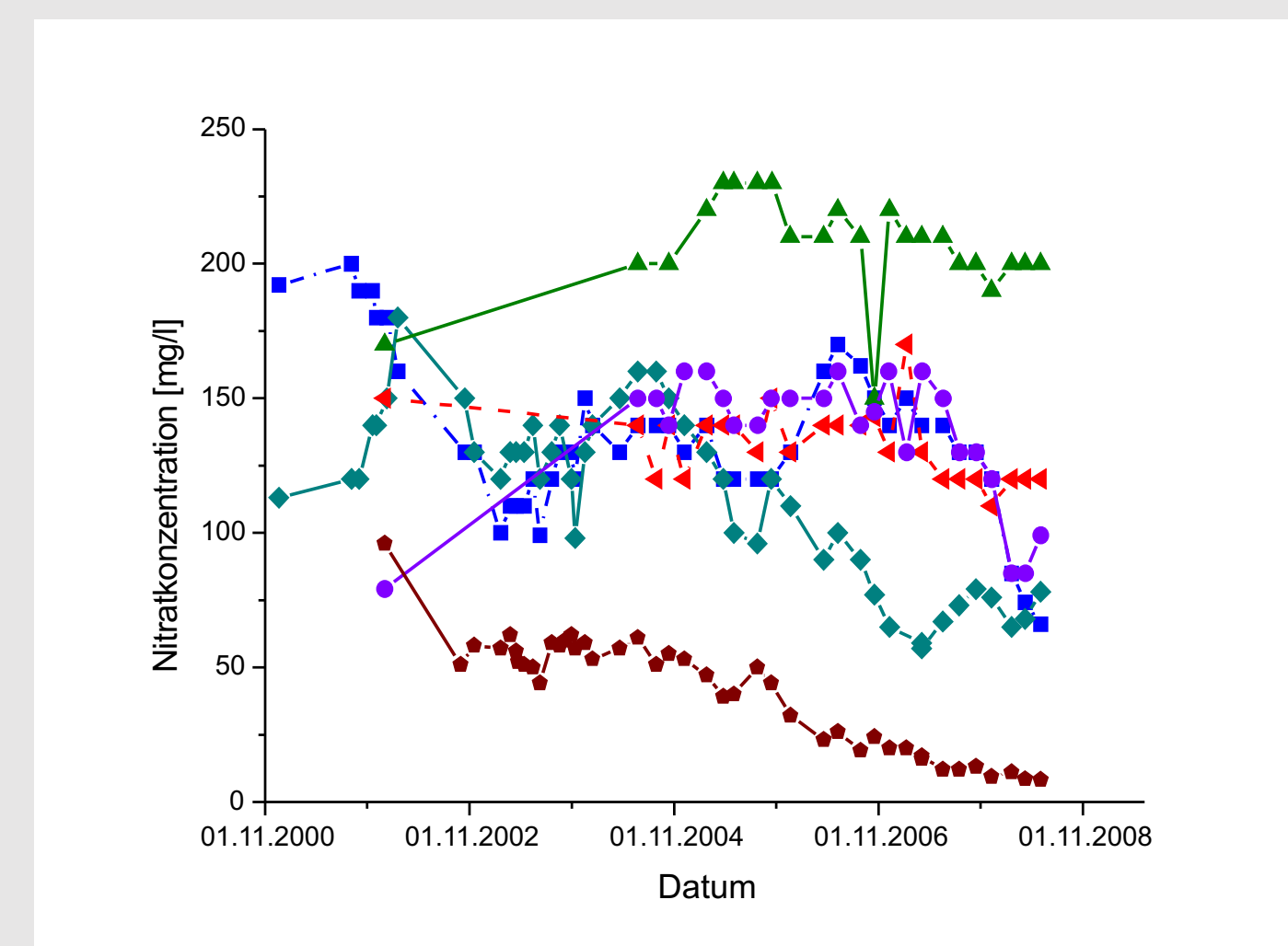


Abb. 2: Nitratkonzentration in flach verfilterten Messstellen in einem Teiluntersuchungsgebiet

Hydrochemische Zeitreihen

Anhand der Entwicklung der Hydrochemie in den flach verfilterten Grundwassermessstellen kann eine Effizienzkontrolle der Kooperationen zwischen Land- und Wasserwirtschaft durchgeführt werden. Es konnte keine eindeutige Minderung der Nitratreinträge festgestellt werden. Oftmals sind auch weiterhin hohe Konzentrationen messbar (Abb. 2).

Multi-Level-Messstellen

Um die Hydrochemie tiefspezifisch zu untersuchen, wurden Multi-Level-Messstellen errichtet. Dadurch kann die Verlagerung des Nitrats in die Tiefe erkannt und mögliche Abbaureaktionen bereits identifiziert werden. Diese machen sich vor allem durch eine Konzentrationserhöhung der Abbauprodukte Sulfat und Kohlendioxid-Gesamt bemerkbar (Abb. 4). Die Grundwasserleiter konnten so in Bereiche eingeteilt werden, dessen Hydrochemie durch die Stoffeinträge oder durch einen Abbau dominiert werden. Eine weitere Möglichkeit der Nitratminderung ist die Mischung mit altem nitratarmen Grundwasser. Dies kann vor allem in Grundwasserleitern ohne Nitratabbau beobachtet werden (Abb. 3).

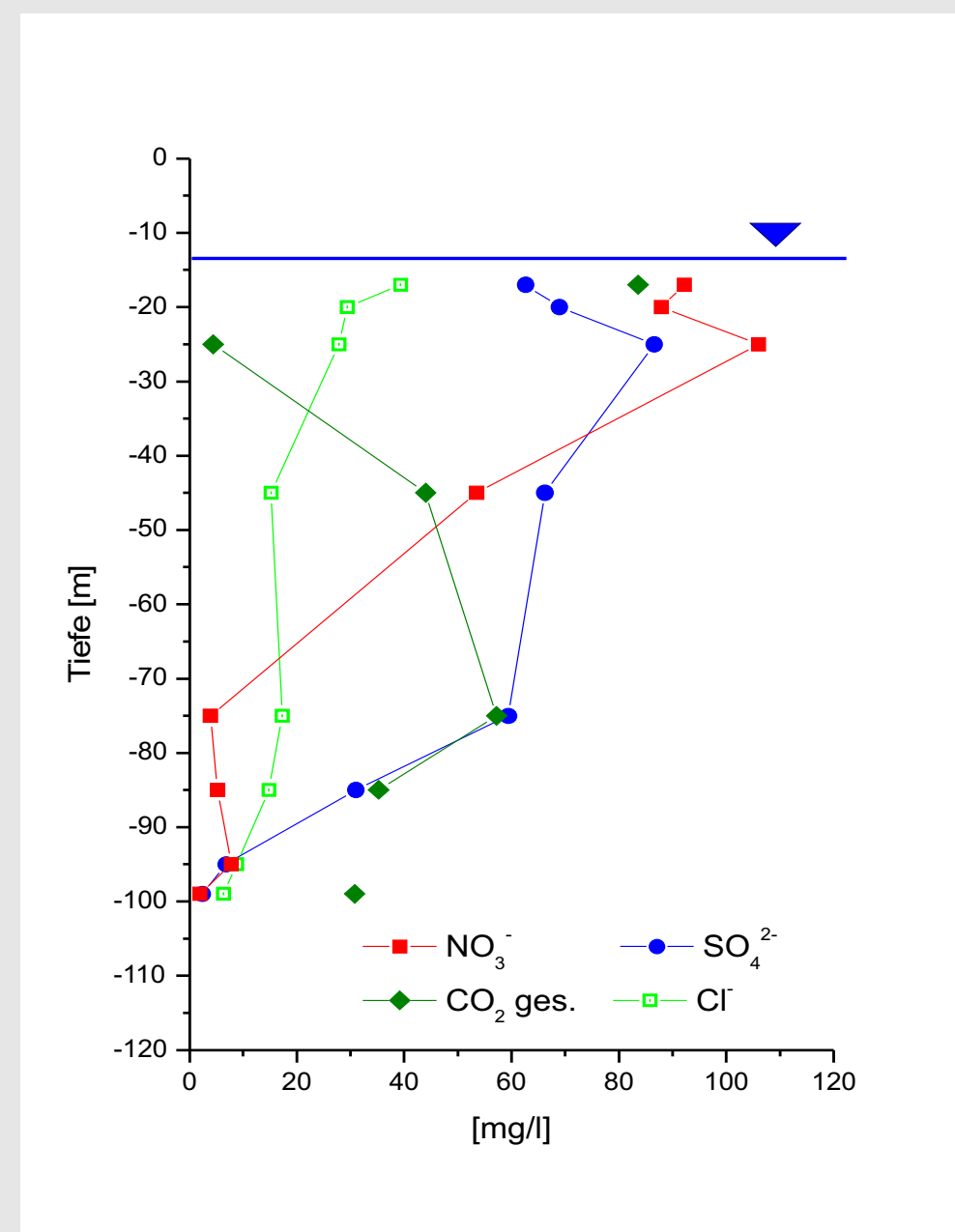


Abb. 3: Tiefenverteilung der Hydrochemie ohne erkennbare Nitratreduktion in der Messstelle X1

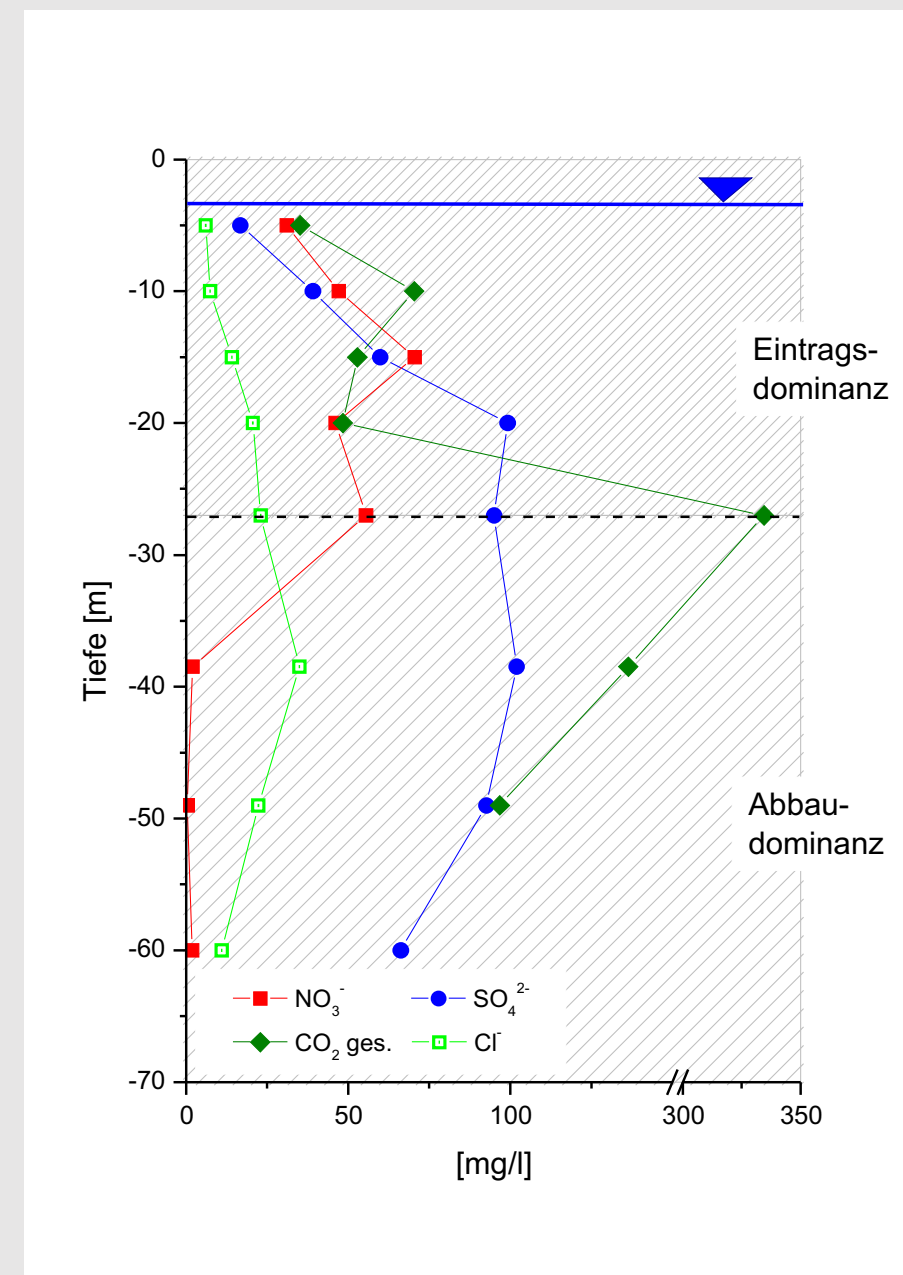


Abb. 4: Tiefenverteilung der Hydrochemie mit Einteilung in einen eintrags- und abbaudominierten Teil in der Messstelle X2

Säulenversuche

In Säulenversuchen wurden die Sedimente auf ihre natürliche Nitratabbaukapazität untersucht. Diese stellte sich als äußerst unterschiedlich dar. In den Versuchen mit Sedimenten vom Standort X1 konnten nur sehr geringe Nitratminderungen festgestellt werden (Abb. 7). Die Sedimente des Standortes X2 zeigten dagegen ein großes lithotrophes und/oder organotrophes Nitratabbaupotential, welches sich durch sinkende Nitrat- und steigende Sulfat-, Kohlendioxid-Gesamt- und zwischenzeitlich hohe Nitritkonzentrationen zeigte (Abb. 8).

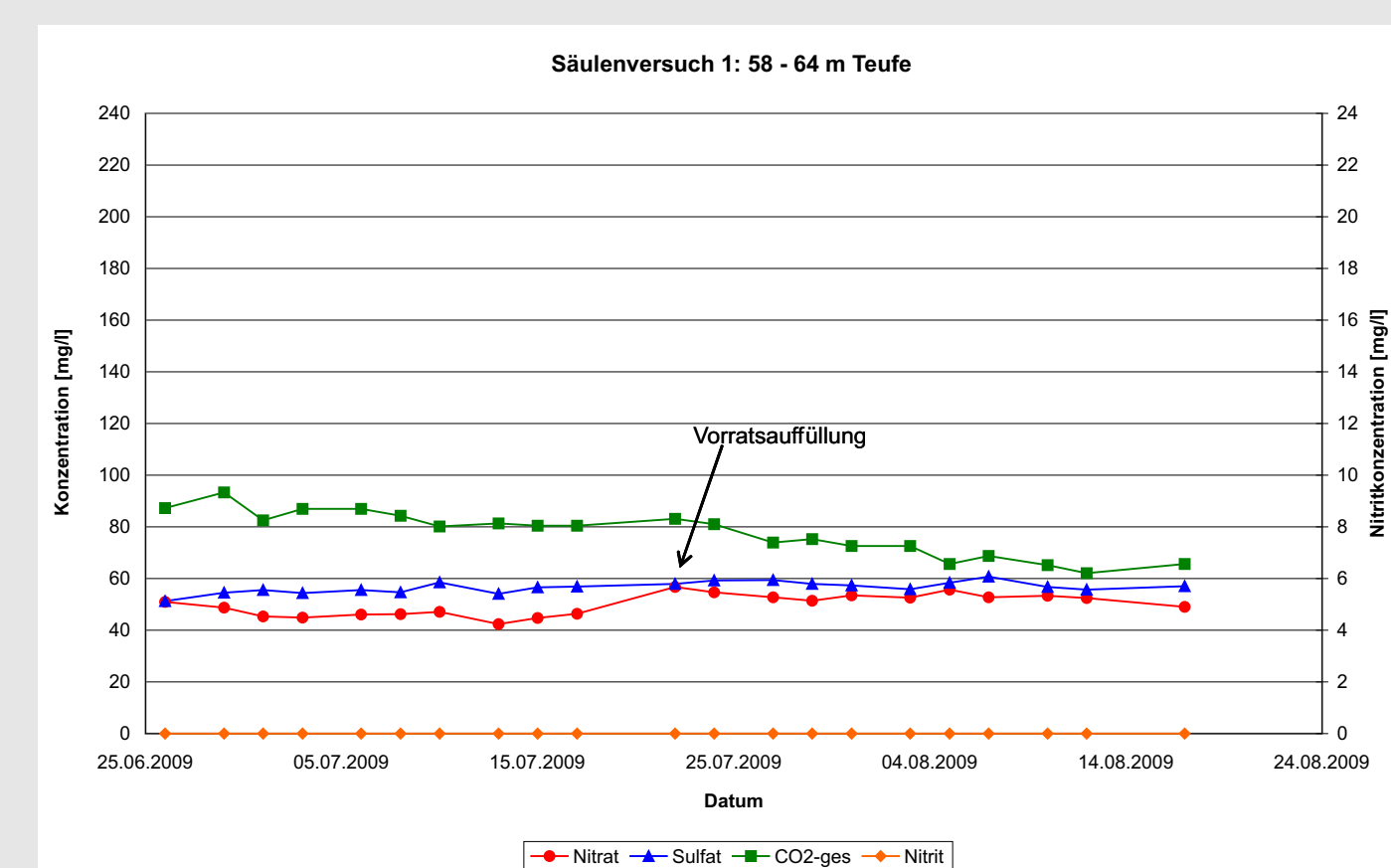


Abb. 7: Hydrochemische Zeitreihe des Säulenversuchs 1

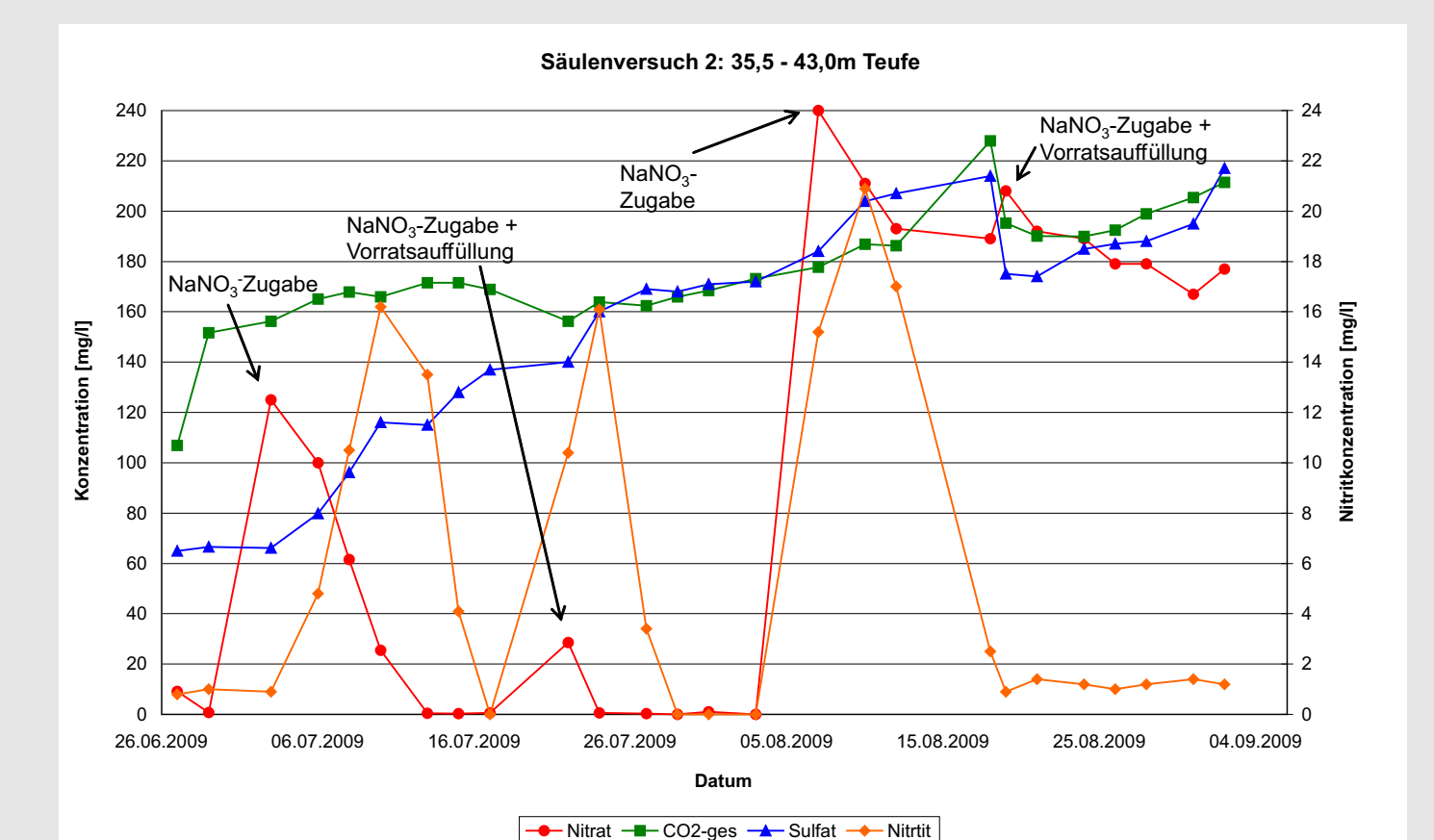


Abb. 8: Hydrochemische Zeitreihe des Säulenversuchs 2

Tiefenverteilung der Isotopie des Grundwassers

Anhand der Untersuchung der stabilen Isotope im Nitrat ($\delta^{15}\text{N}$ und $\delta^{18}\text{O}$) sowie im Sulfat ($\delta^{34}\text{S}$ und $\delta^{18}\text{O}$) können die Ergebnisse zum Nitratabbau untermauert werden. Für den Standort X2 sind die Werte über die Tiefe in Abb. 9 und 10 dargestellt. In tieferen Bereichen mit einer Abbaudominanz können gleichzeitig schwerer werdende $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Nitrat und leichter werdende $\delta^{34}\text{S}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Sulfat beobachtet werden.

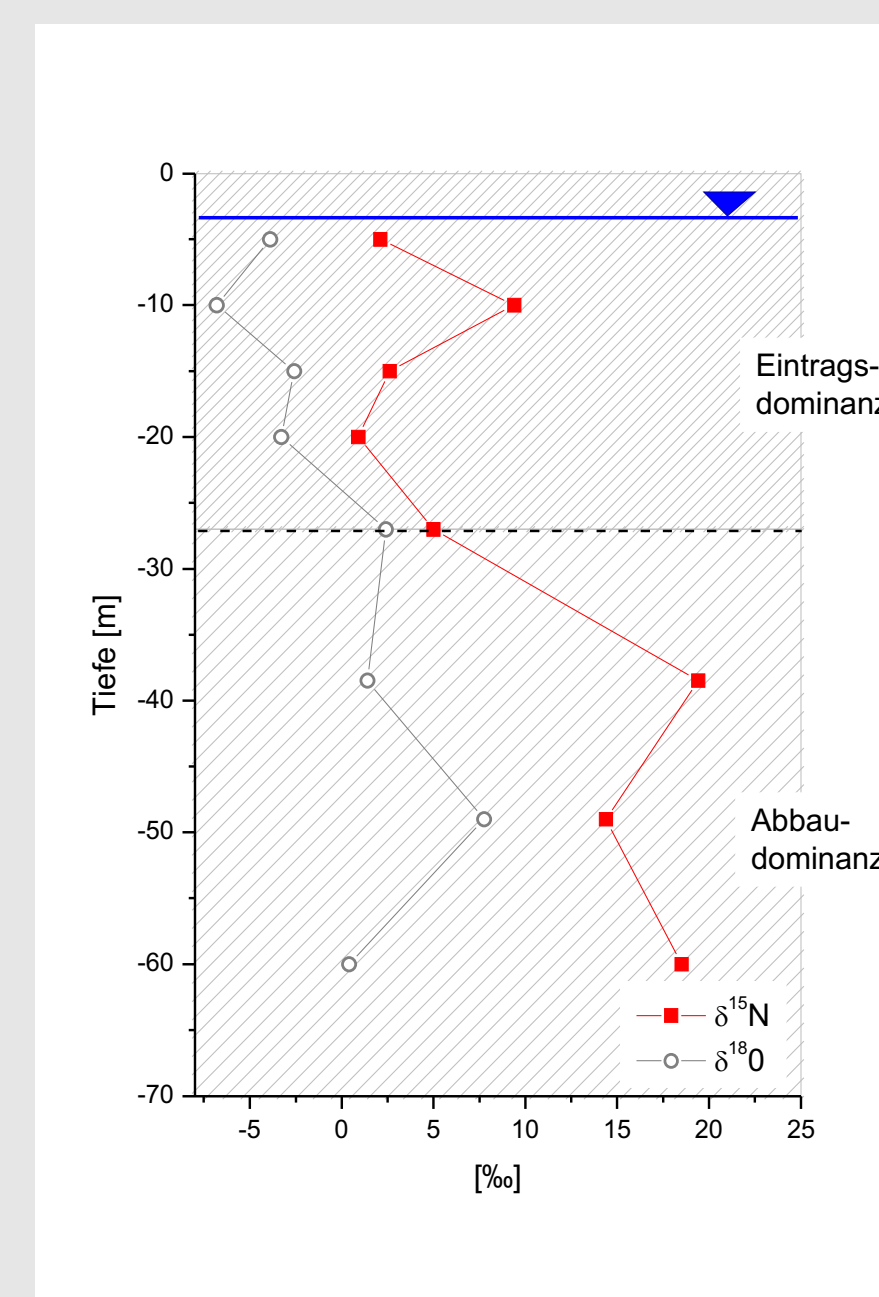


Abb. 9: Tiefenverteilung der Nitratisotopie am Standort X2

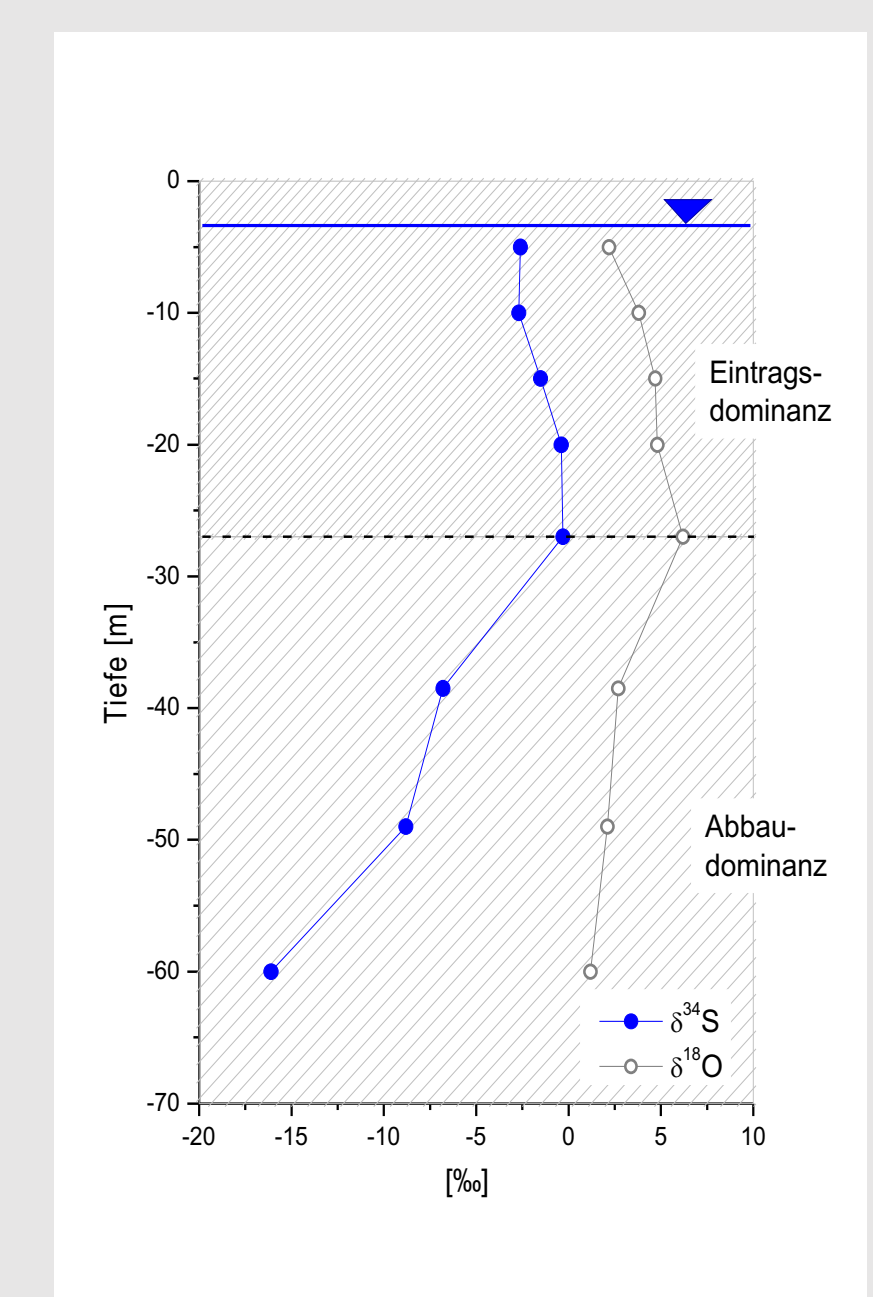


Abb. 10: Tiefenverteilung der Sulfatisotopie am Standort X2

Nitratreduzierende Eigenschaften der Gesteine

Die Sedimente aus vier Bohrungen wurden auf ihre nitratreduzierenden Eigenschaften untersucht. In den Abbildungen 5 und 6 sind die Gehalte an organischem Kohlenstoff und sulfidisch gebundenem Schwefel über die Tiefe dargestellt. Die geringen Stoffgehalte in der Bohrung X1 belegen eine geringe Nitratabbaukapazität, während in der Bohrung X2 in tieferen Bereichen durch eine Zunahme des organischen Kohlenstoffes und des sulfidisch gebundenen Schwefels die nitratreduzierenden Eigenschaften zunehmen.

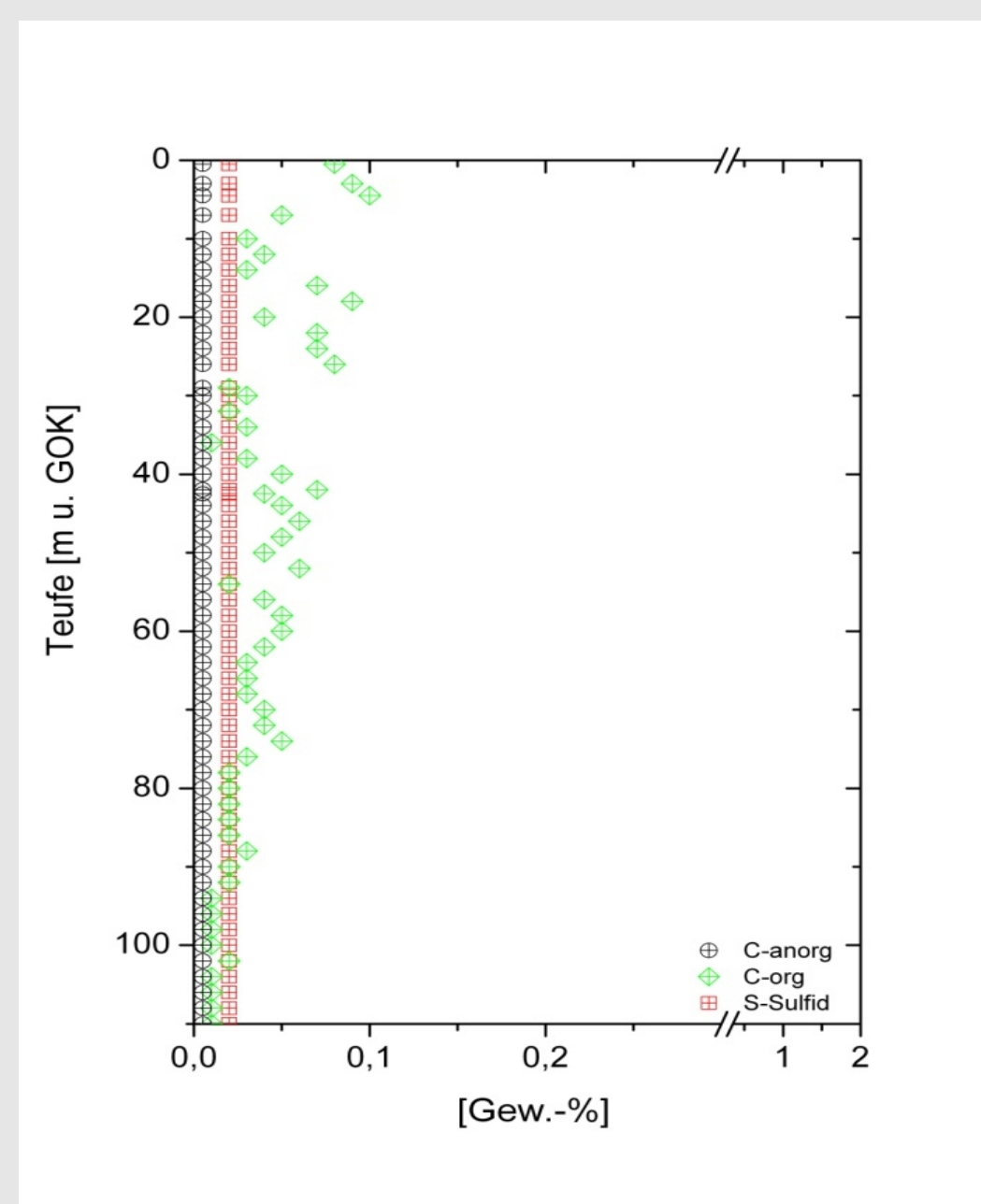


Abb. 5: Nitratreduzierende Eigenschaften in den Sedimenten der Bohrung X1

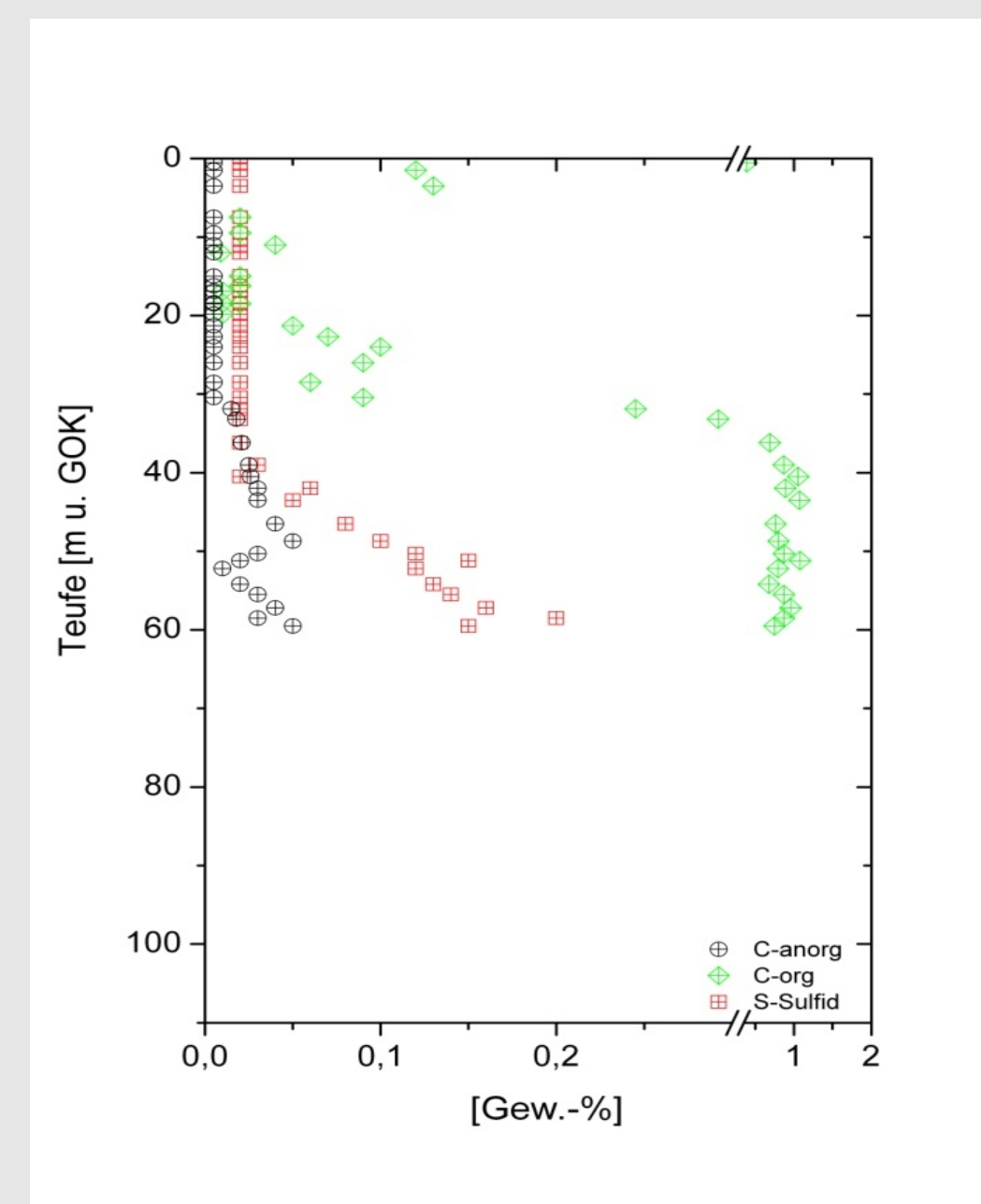


Abb. 6: Nitratreduzierende Eigenschaften in den Sedimenten der Bohrung X2

Schlussfolgerungen

Flache Grundwassermessstellen lassen einen unterschiedlichen, aber meist hohen Nitratreintrag in das Grundwasser erkennen. Fehlende nitratreduzierende Eigenschaften bewirken an einigen Standorten eine ungehinderte Verlagerung in die Tiefe. Hier werden steigende Nitratkonzentrationen im geförderten Rohwasser erwartet. An anderen Standorten kann eine Reduktion des Nitrats in der Tiefe beobachtet werden. Durch die Denitrifikation erhöhen sich die Konzentrationen von Sulfat und Kohlendioxid-Gesamt im Grundwasser. Bei anhaltend hohen Nitratreinträgen wird die endliche Nitratabbaukapazität verbraucht und es kann auch an Standorten mit nitratreduzierenden Eigenschaften zu einem Durchbruch der Nitratkonzentrationen in Höhe der Brunnenfilter kommen.