

## Nitratsanierung

WASSER

GEOTHERMIE

MARKIERVERSUCHE

SCHADSTOFFE

FILTERTECHNIK

LEBENSMITTEL

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

ISOTOPE

GASE

FESTSTOFFE

ANALYTIK



HYDROISOTOP GMBH  
Woelkestraße 9  
85301 Schweitenkirchen

Tel. +49 (0)8444 / 92890  
Fax +49 (0)8444-928929  
eMail [info@hydroisotop.de](mailto:info@hydroisotop.de)  
Web: [www.hydroisotop.de](http://www.hydroisotop.de)

akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Isotopie & Chemie in Umwelthydrologie & Lebensmittel



## NITRATSANIERUNG

### Problematik

Bei zahlreichen Trinkwasserversorgungsanlagen mit landwirtschaftlich geprägtem Grundwassereinzugsgebiet steht die Nitratproblematik an erster Stelle. Nitrat gelangt durch Versickerung aus intensiv bewirtschafteten Böden oder durch Abwasser in das Grundwasser und ggf. in das Trinkwasser.

### Motivation

In vielen der betroffenen Wasserschutzgebieten werden seit längerer Zeit Anstrengungen im Sinne einer grundwasserschonenden Landwirtschaft unternommen, um die Nitratbelastung des Grundwassers zu reduzieren.

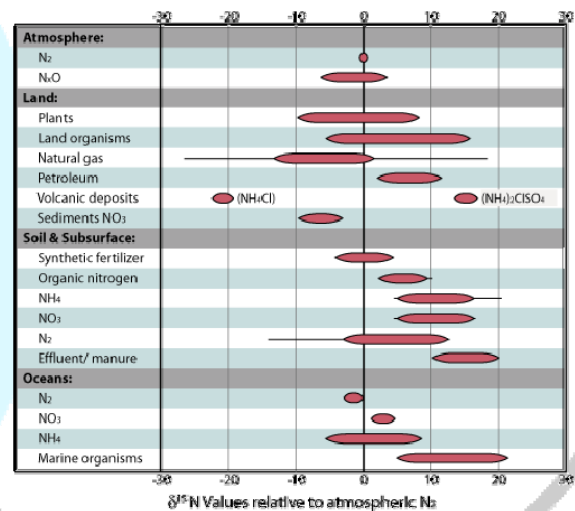
Um derartige Einschränkungen der Landwirtschaft langfristig bewerten zu können, sind Prognosen zur Dauer und des Erfolges der Maßnahmen - zum Beispiel welche Nitratkonzentration in 10 Jahren zu erwarten sind - sehr hilfreich. Eine solche Prognose ist mit Hilfe des Einsatzes von isotopehydrologischen Messungen in Kombination mit hydrogeologischen Untersuchungen möglich.



### Aussagen über den Nitrathaushalt anhand von $\delta^{15}\text{N}$ und $\delta^{18}\text{O}$ am Nitrat

Die Bestimmung von  $\delta^{15}\text{N}$  und  $\delta^{18}\text{O}$  am Nitrat liefert Aussagen über die Herkunft des Nitrats (Gülle, Mineraldünger, Urbane Abwässer) und über die in der ungesättigten und gesättigten Zone ablaufenden Abbauprozesse (Nitrifikation und Denitrifikation).

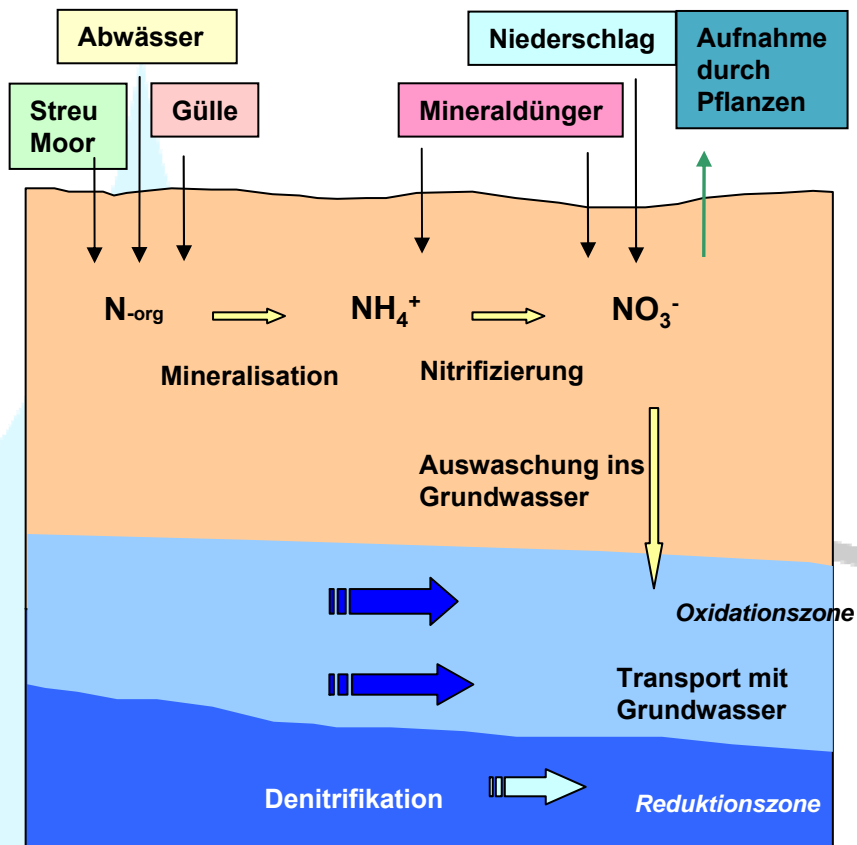
Je nach Herkunft weist das im Grundwasser gelöste Nitrat eine spezifische Isotopensignatur ( $\delta^{15}\text{N}$ ) auf. Mineraldünger wird durch Haber-Bosch-Synthese aus Luftstickstoff produziert und zeigt daher eine Signatur, die ungefähr dem Stickstoff der Luft entspricht. Abweichungen hiervon sind auf den Herstellungsprozess, zum Beispiel auf die Synthese von Nitratdünger aus Ammonium, zurückzuführen.



Stickstoff aus organischen Quellen wie urbanen Abwässern oder organischem Dünger hingegen besitzt eine Isotopensignatur, die wesentlich angereicherter ist.



## NITRATSANIERUNG



Die in der ungesättigten und gesättigten Zone ablaufenden mikrobiellen Prozesse - Nitrifikation und Denitrifikation - führen ebenfalls zu einer veränderten Isotopensignatur. Bei der Nitrifikation entsteht im oxidischen Milieu aus Ammonium Nitrat. Ist die Nitrifikation unvollständig, kommt es zu einer Abreicherung an schweren Isotopen im entstehenden Nitrat.

Bei der im Anaeroben stattfindenden Denitrifikation wird Nitrat in mehreren Schritten zu elementarem Stickstoff reduziert. Hierbei kommt es zu einer Anreicherung an schweren Isotopen im verbleibenden Nitrat, da die Mikroorganismen bevorzugt die leichten Moleküle umsetzen. Für die Aufklärung dieser Prozesse ist sowohl  $d^{15}N$  als auch  $\delta^{18}O$  des Nitrats von Bedeutung, da bei der Denitrifikation die Fraktionierung bei Stickstoff etwa doppelt so hoch ist wie bei Sauerstoff.



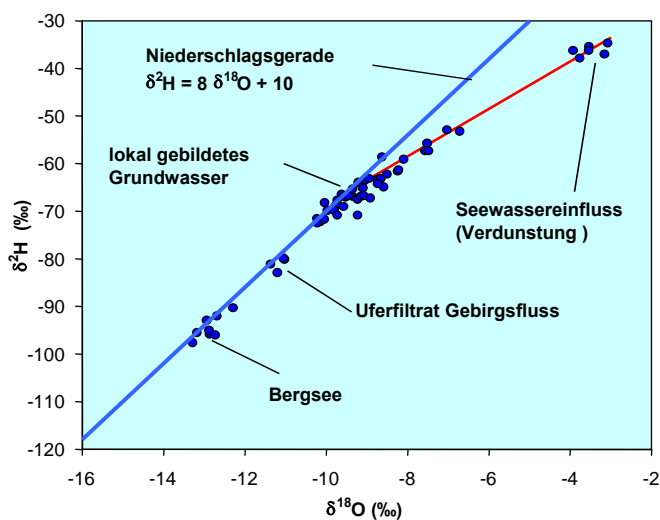
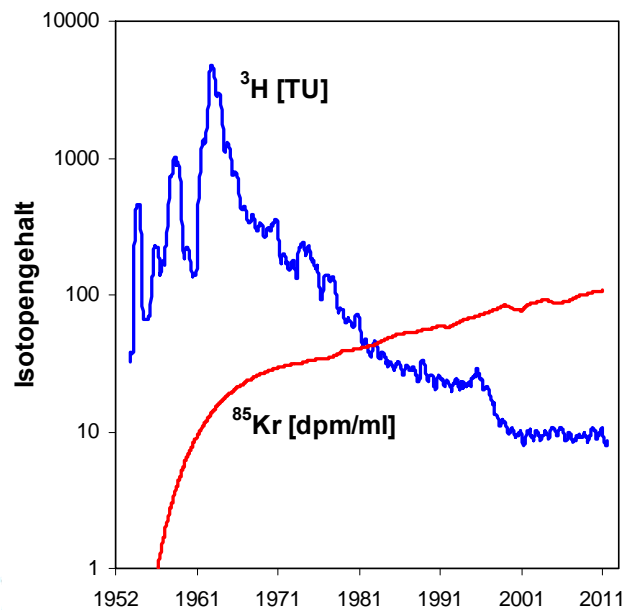


## NITRATSANIERUNG

### Bestimmung der Grundwasserherkunft anhand von $^2\text{H}/^{18}\text{O}$

Die stabilen Isotope des Wassermoleküls Sauerstoff-18 ( $^{18}\text{O}$ ) und Deuterium ( $^2\text{H}$ ) liefern Informationen über die Herkunft und die Bildungsbedingungen eines Grundwassersystems. Der für eine Grundwasserkomponente charakteristische  $\text{d}^2\text{H}-\text{d}^{18}\text{O}$ -Wertebereich geht in erster Linie auf temperaturabhängige Verdunstungs- und Kondensationsprozesse zurück. Grundwasser, die aus Niederschlägen gebildet wurden, liegen auf der mittleren Niederschlagsgeraden. Bei Bildung in höheren Einzugsgebieten ist die Isotopensignatur aufgrund der niedrigeren Temperatur bei der Verdunstung angereichert. Ein klassisches Beispiel ist die Verdunstung bei Seen. Wird Grundwasser aus Seefiltrat gebildet, so kann dies an den  $\text{d}^2\text{H}-\text{d}^{18}\text{O}$ -Werten erkannt werden.

### Bestimmung der Grundwasseraltersstruktur anhand von $^3\text{H}/^{85}\text{Kr}$



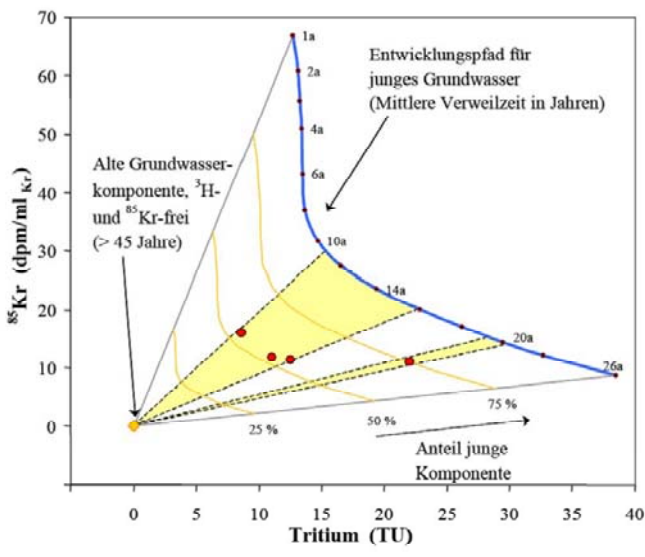
Das radioaktive Wasserstoffisotop Tritium ( $^3\text{H}$ ) mit einer Halbwertszeit von 12,4 Jahren ist ein Indikator für junges Grundwasser. Tritium stammt zum größten Teil aus den Kernwaffentests der 1960er Jahre sowie aus kerntechnischen Anlagen und gelangt mit den Niederschlägen ins Grundwasser.

Das Edelgasisotop Krypton-85 in Niederschlag und Grundwasser ( $^{85}\text{Kr}$ , Halbwertszeit 10,8 Jahre) stammt hauptsächlich aus den seit Mitte der 1950er Jahre weltweit zunehmenden kerntechnischen Anlagen.



## NITRATSANIERUNG

Liegen Grundwässer vor, die sich aus älteren und jüngeren Komponenten zusammensetzen, liefert, wie in nachfolgender Abbildung zu ersehen ist, nur die gleichzeitige Bestimmung des  $^{85}\text{Kr}$ -Gehaltes und des  $^3\text{H}$ -Gehaltes genauere Informationen über die Verweilzeit des Grundwassers.



## Nitratprognose

Mit Hilfe von Modellberechnungen können aufgrund der Kenntnis der Grundwasseraltersstruktur Prognosen über die zeitliche Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers in Abhängigkeit vom Sanierungskonzept getroffen werden.

Im rechts dargestellten Beispiel wurde die gemessene Nitratbelastung des Grundwassers von 68 mg/L auf eine modellmäßige Konzentration von 10 mg/L reduziert. Abhängig von der mittleren Verweilzeit ergaben sich nun unterschiedliche Zeiträume bis der Trinkwassergrenzwert im geförderten Rohwasser unterschritten wurde.

