

Brunnenverockerung und Härteanstieg – Lösungsansätze zu Folgeproblemen erhöhter Stickstoffeinträge ins Grundwasser

Zunehmende nachteilige **Veränderungen der Rohwasserqualität** und **Brunnenleistung** infolge lang anhaltender **Stickstoffeinträge** erfordern eine vorausschauende **Anpassung der Bewirtschaftung von Grundwasserressourcen**. Mit Hilfe **hydrogeochemischer Modellsysteme** können **standortspezifische Maßnahmen zur Optimierung und Qualitätssicherung** geplant und ihre **Effektivität zur nachhaltigen Sicherung der Rohwasserqualität** bewertet werden.

von: Dr. Anna Jesubek, Dr. Siegfried Wilde, Dr. Carsten Hansen & Hilger Schmedding (alle: CONSULAQUA)

Während **Grundwasserstrmungsmodelle** als Grundlage der Bewirtschaftung von Grundwasserressourcen allgemein anerkannte und vielfältig genutzte „Handwerkszeuge“ sind, gewinnen auch hydrogeochemische Modelle in diesem Einsatzbereich zunehmend an Bedeutung. Dies liegt, neben deutlichen Fortschritten in der Modellentwicklung, vor allem an der wachsenden Erkenntnis, dass die bisherigen Ansätze im Spannungsfeld Landwirtschaft/Was-

serwirtschaft in vielen Fllen nicht ausreichen, um die langfristige Sicherstellung der Rohwasserqualität zu gewährleisten. Hierzu ist ein tiefergreifendes Systemverständnis der hydraulischen und hydrogeochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Trinkwassergewinnungen notwendig.

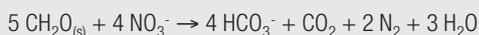
Die Entwicklung der Stickstoffeinträge und die damit verbundenen Umsatzprozesse von Nitrat im Grund-

wasser führen in vielen Wassergewinnungsgebieten zu nachteiligen **Veränderungen der Grund- und Rohwasserqualität** sowie zu unerwünschten **Brunnenalterungsprozessen** [1]. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass nicht nur die Stickstoffeinträge der vergangenen Jahrzehnte im Grundwasserleiter bereits unumkehrbar unterwegs sind, sondern zudem durch die weiter fortschreitende **Intensivierung der Landwirtschaft** (Massentierhaltung, Energiemais) aus Sicht der Wasserwirtschaft keine Verbesserung zu erwarten ist. So erreichen infolge zu hoher Nitratbelastungen **ber ein Drittel der Grundwasserkörper in Deutschland** nicht den geforderten guten chemischen Zustand [5]. Zunehmender **Flächendruck**, die geringe **Verfügbarkeit** von ehemals landwirtschaftlichen Flächen als „Verdnnungsflchen“ sowie **EU-politische Entscheidungen** (Stichwort Dauergrünland) erschweren die Möglichkeiten eines nachhaltigen Grundwasserschutzes. Damit wächst die Notwendigkeit einer auf die Grund- und Rohwasserqualität bezogenen Bewirtschaftungsstrategie, die gezielt am Eintragsort ansetzen muss und sich auf die Flächen fokussiert, die für Nutzungsanpassungen zur Verfügung stehen. Dabei müssen die chemischen Prozesse im Grundwasserleiter berücksichtigt werden.

Nitratbauprozesse im Grundwasserleiter

ber organisch gebundenen Kohlenstoff (C_{org}):

Bildung von zusätzlichem **Hydrogenkarbonat**



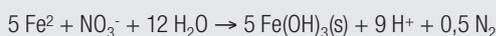
Konsequenz: Anstieg der Karbonathärte

ber Pyrit (Eisendisulfid):

Freisetzung von **Eisen^(II)** und **Sulfat**



Ausfllung von **Eisenhydroxid**



Konsequenz: Anstieg der Eisen- und Sulfatkonzentrationen, Brunnenverockerung

Quelle: Consulaqua

Abb. 1: Übersicht über die Hauptbauprozesse für Nitrat in den Grundwasserleitern Deutschlands und deren Konsequenzen für die Rohwasserqualität und Verockerungsneigung von Brunnen

Der Nitratabbau im Grundwasserleiter erfolgt überwiegend über Pyrit und/oder organisch gebundenen Kohlenstoff (C_{org}). Wesentliche Konsequenzen für den Wasserversorger sind in der Regel eine Zunahme der Karbonathärte, der Eisenkonzentrationen und/oder der Verockerungsneigung der Förderbrunnen (Abb. 1) [2, 3]. Wird Nitrat nicht vollständig abgebaut, ist zudem mit steigenden Nitratkonzentrationen im Rohwasser zu rechnen. Die Folgen reichen von einer Verringerung der Förderleistung über eine Stilllegung von Brunnen bis hin zur kostenintensiven Anpassung der Wasseraufbereitung. Die Suche nach Ersatzstandorten kann zudem an der Verfügbarkeit von Flächen scheitern; Flurstückswechsel können wasserrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen. Als Grundlage für eine angepasste Bewirtschaftungsstrategie sind daher nicht nur fundierte Informationen zur „Sensibilität“ einzelner Flächen im Hinblick auf den Stickstoffeintrag erforderlich, sondern auch Kenntnisse des Nitratabbauvermögens im Grundwasserleiter und Prognosen zur langfristigen Entwicklung der Rohwasserqualität.

Mit Hilfe hydrogeochemischer Stoffflussmodelle [4] können die für die Entwicklung der Grund- und Rohwasserbeschaffenheit maßgeblichen Stoff-

Tabelle 1: Eckdaten der untersuchten Wassergewinnungen

WG	Dörenthe (WTL)	Ortheide (Stw. Emsdetten)
Brunnen	18 Vertikalfilterbrunnen 2 Horizontalfilterbrunnen	14 Vertikalfilterbrunnen
Infiltration	rund 60 % Infiltration mit Oberflächenwasser (Fluss)	nicht relevant
Herausforderungen	Brunnenverockerung, Nitrat im Rohwasser	Brunnenverockerung, Karbonathärte-Anstieg im Rohwasser, Ergiebigkeitsverluste
geplante Maßnahmen	Erneuerung der gesamten WG, einschl. der Anlagen zur Wasseraufbereitung, Änderung des Infiltrationswassers	schrittweise Erneuerung aller Förderbrunnen

Quelle: Consultaqua

einträge und Reaktionsprozesse im Grundwasserleiter identifiziert, quantifiziert und in ihrer zeitlichen Entwicklung prognostiziert werden. Auf dieser Basis entsteht ein belastbares Planungsinstrument für zielgerichtete Maßnahmen zur Verbesserung der Rohwasserqualität und Minderung der Brunnenalterung.

Am Beispiel der nordwestdeutschen Wassergewinnungen Ibbenbüren-Dörenthe (Wasserversorgung Tecklenburger Land GmbH) und Ortheide (Stadwerke Emsdetten GmbH) (Tab. 1) werden Einsatzbereiche hydrogeochemischer Modelle und deren Nutzen in der Planungs- und Bewirtschaftungspraxis vorgestellt.

Verknüpfung von Hydraulik und Hydrogeochemie

Die hydrogeochemische Entwicklung von Grund- und Rohwasser ist eng an die hydraulischen Verhältnisse im Gewinnungsgebiet geknüpft. So bestimmt die Lage der Einzugsgebiete der Förderbrunnen, welche Flächen wann durch nutzungsbedingte Stoffeinträge auf das Rohwasser Einfluss nehmen. Die Fließzeit des Grundwassers vom Neubildungsort und damit auch vom Ort des Stoffeintrags zum Brunnen bestimmt, auf welche zeitlich und räumlich differenzierte Eintragungssituation die heutige Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit zurückzuführen ist



... mit Gewindeverbindung in gemuffter Ausführung!

DVGW certified

NEU

DOPPELTE LAGERKAPAZITÄT
ZENTRALLAGER 1+2



PUMPENSTEIGLEITUNGEN



MIT STECKMUFFE

Schutzrechte angemeldet

Hydropipe

Vertriebsgesellschaft m.b.H.

Büro & Verwaltung / Headoffice: 5082 Grödig • Oberfeldstraße 4
 Zentrallager / Distributioncenter: 5412 Puch • Riesbachstraße 769 & 770
 Tel. +43 (0) 62 46 / 744 31-0 • Fax +43 (0) 62 46 / 744 31-17 • office@hydropipe.at • www.hydropipe.at

DN 500 & DN 600 in normal- und starkwandiger Ausführung sofort lieferbar!

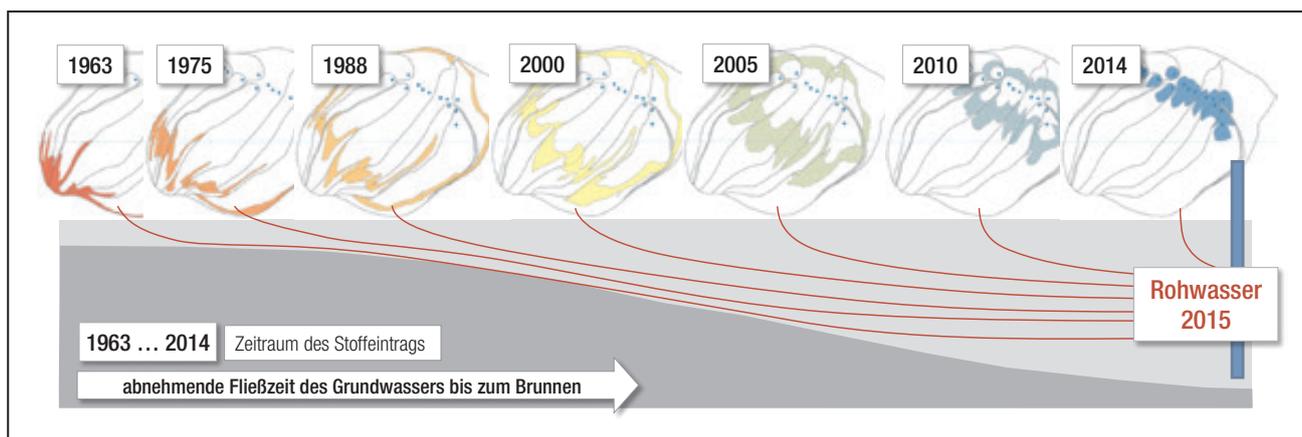


Abb. 2: Anhand der Fließzeitzone (farbig markierte Flächen) lässt sich der Zeitraum des flächenspezifischen Stoffeintrags bestimmen, der sich auf die heutige Rohwasserbeschaffenheit auswirkt.

(Abb. 2). Außerdem ist sie maßgeblich für die Zeit, die den Reaktionsprozessen im Grundwasserleiter zur Verfügung steht. Das Strömungsmodell muss also immer Grundlage des Stoffflussmodells sein.

Ein Stoffflussmodell berechnet die Beschaffenheitsentwicklung des Grundwassers entlang exemplarischer „Stromstreifen“, vom Ort der Neubildung bis hin zum Brunnen. Jeder „Stromstreifen“ steht dabei für einen nutzungs- und bodenspezifischen Stoffeintrag und spezifische hydrogeochemische Wechselwirkungen entlang der Fließstrecke (Abb. 3). Auch Einflüsse aus Grundwasseranreicherung, Uferfiltrat oder höher mineralisierten Tiefenwässern lassen sich dabei berücksichtigen.

Prozessidentifikation und Systemverständnis

Als retrospektive Wirkungsanalyse ist die „Kalibrierung“ des Modells der Schlüssel zum Verständnis der hydrogeochemischen Verhältnisse. Die „Zielfunktion“ ist dabei die Beschaffenheitsentwicklung des Rohwassers über einen zurückliegenden Zeitraum. Um die gemessene Entwicklung von Leitparametern wie pH-Wert, Eisen, Nitrat, Sulfat, Hydrogencarbonat, Natrium, Chlorid u. a. rechnerisch nachbilden zu können, müssen im Modell alle relevanten Stoffumsatzprozesse im Grundwas-

serleiter und die Mischung der zuströmenden Wasser im Förderbrunnen berücksichtigt werden.

Im Fall der Gewinnungsgebiete Dörenthe und Ortheide lag der Fokus der Untersuchungen auf der Entwicklung der Nitratabbauleistung im Grundwasserleiter. Beide Gewinnungsanlagen verzeichnen zunehmende Brunnenverockerungen, in einigen Brunnen der Wassergewinnung Dörenthe steigen zudem die Nitratkonzentrationen. Im Stoffflussmodell konnte die zurückliegende Entwicklung der Nitratabbauleistung in den einzelnen Teileinzugsgebieten der Brunnen berechnet werden. Dabei wurden auch die prozentualen Anteile bestimmt, mit denen die jeweiligen Nitratabbaureaktionen über Pyrit bzw. C_{org} am Gesamtabbau beteiligt sind.

In beiden Gewinnungsgebieten zeigen sich abnehmende Nitratabbauleistungen aufgrund anhaltender Stickstoffeinträge. Der Anteil des Nitratabbaus über Pyrit am Gesamtabbau ist in beiden Gebieten rückläufig, liegt dabei aber auf unterschiedlichen Niveaus (Dörenthe bei 60 %, Ortheide bei 20 %). In Dörenthe führt der Rückgang des pyritgebundenen Abbaus auch zu einer Abnahme des Gesamtabbauvermögens, während dieser in Ortheide durch Abbauvorgänge über C_{org} „ersetzt“ wird. Hierdurch nimmt dort das Gesamtabbauvermögen derzeit nur geringfügig ab. Für die

zukünftige Bewirtschaftung gilt aber generell, dass das Abbauvermögen durch Pyrit endlich ist. Der Nitratabbau über C_{org} benötigt aufgrund seiner Reaktionskinetik eine vergleichsweise lange Fließzeit und kann daher, besonders im brunnennahen Bereich, nicht zu einem vollständigen Nitratabbau beitragen.

Die Berechnung der bisherigen Entwicklung des Nitratabbauvermögens in einzelnen Teileinzugsgebieten und das Verständnis der Wirkungszusammenhänge bilden die Grundlage für die Ableitung des jeweiligen Handlungsbedarfs bei der Planung von Verbesserungsmaßnahmen im Einzugsgebiet und in der Wassergewinnung.

Prognose der Rohwasserbeschaffenheit

Sind die hydrogeochemischen Umsatzprozesse und Mischungsvorgänge anhand der Systemanalyse im Modell gut nachgebildet, lassen sich darauf aufbauend Prognoseszenarien berechnen, die die zukünftige Beschaffenheitsentwicklung des Rohwassers unter veränderten Bedingungen aufzeigen. Unterschiedliche Förderkonstellationen und veränderte Brunnenstandorte können so im Planungsprozess miteinander verglichen und nicht nur hinsichtlich ihrer hydraulischen, sondern auch nach ihren hydrogeochemischen Auswirkungen bewertet werden.

So wurden im Rahmen der Planungen zur Neugestaltung der Wassergewinnungsanlagen Dörnthe verschiedene Konstellationen der Brunnen und Infiltrationsbecken hinsichtlich der zu erwartenden Rohwasserbeschaffenheiten und Verockerungsneigungen der Brunnen miteinander verglichen. Dabei wurden auch die geplante Verwendung eines alternativen Infiltrationswassers (Kanal- statt Flusswasser) und dessen saisonale Veränderlichkeit berücksichtigt. Die hieraus resultierende Rohmischwasserbeschaffenheit ist eine maßgebliche Information für die Auslegung und Dimensionierung der neu zu errichtenden Wasseraufbereitungsanlagen.

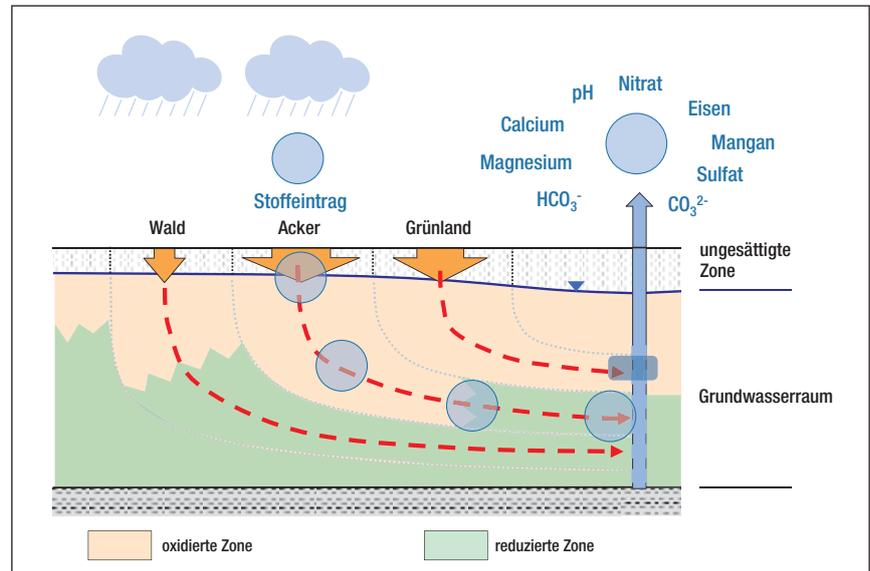
Gleichzeitig wurden die Konsequenzen einer potenziellen vollständigen Aufzehrung von Pyrit im Bereich zwischen Infiltrationsbecken und Förderbrunnen im Hinblick auf die Entwicklung der Nitratkonzentration, Härte und Brunnenverockerung berechnet. Die Erkenntnisse aus den verschiedenen Prognoseszenarien bilden die Grundlage für die Ermittlung der optimalen Neubau- und Bewirtschaftungsstrategie. Standort- und förderbedingte nachteilige Entwicklungen der Rohwasserqualität (z. B. Nitrat, Härte) und Brunnenalterung (Verockerungen) können so gemindert oder vermieden werden. Gleichzeitig sorgt die Prognose der zu erwartenden Rohwasserbeschaffenheit für eine verbesserte Planungssicherheit in Bezug auf die Auslegung und Bemessung der Wasseraufbereitungsanlagen.

Regionalisierung hydrogeochemischer Prozesse

Die Stoffumsatz- und Abbauprozesse können sich innerhalb eines Gewinnungsgebiets sowohl regional als auch vertikal (Grundwasserstockwerke) erheblich unterscheiden. Dies ist nicht nur Folge der unterschiedlichen Flächennutzung und deren spezifischer Stoffeinträge, sondern auch der geologisch bedingten, ungleichmäßigen Verteilung von Reaktionspartnern im Grundwasserkörper (z. B.

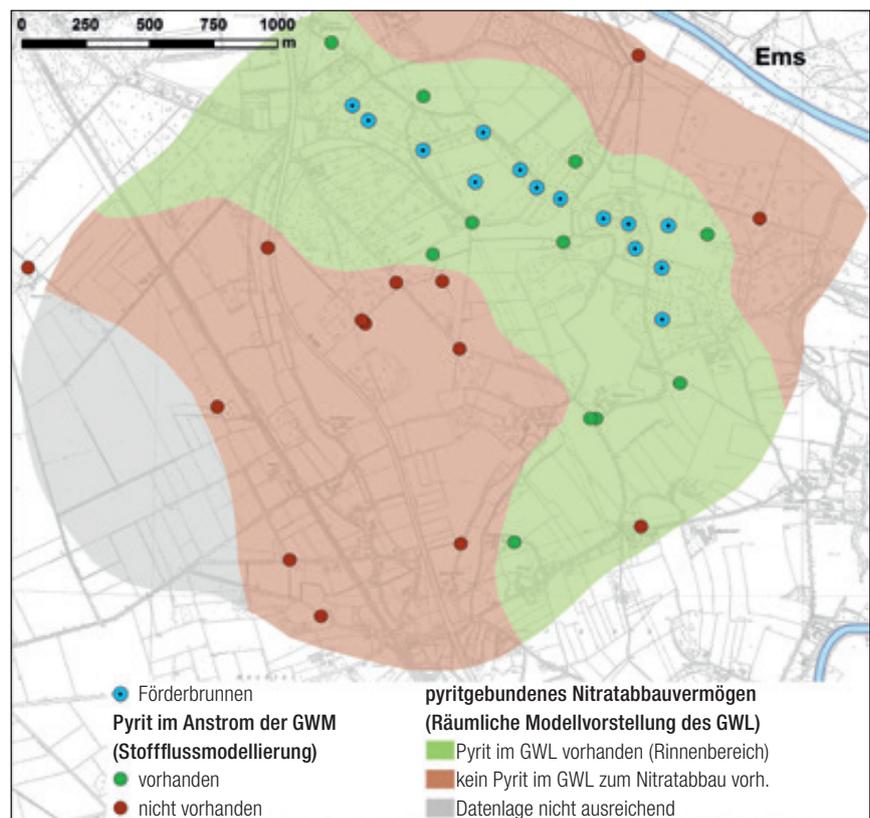
Pyrit für den Nitratabbau). So können Veränderungen der Fördermengen oder -standorte nicht nur die Stoffeintragsbilanz im Einzugsgebiet beeinflussen, sondern auch zu signifikanten Veränderungen der beteiligten Umsatzprozesse im Anstrom der Förderbrunnen führen.

Während sich die Stoffeinträge anhand von Nutzungskarten regionalisieren lassen, kann für die Betrachtung der mineralogischen Beschaffenheit des Grundwasserleiters das hydrogeochemische Modell hinzugezogen werden. Dabei werden Grundwasseranalysen aus den im Einzugs-



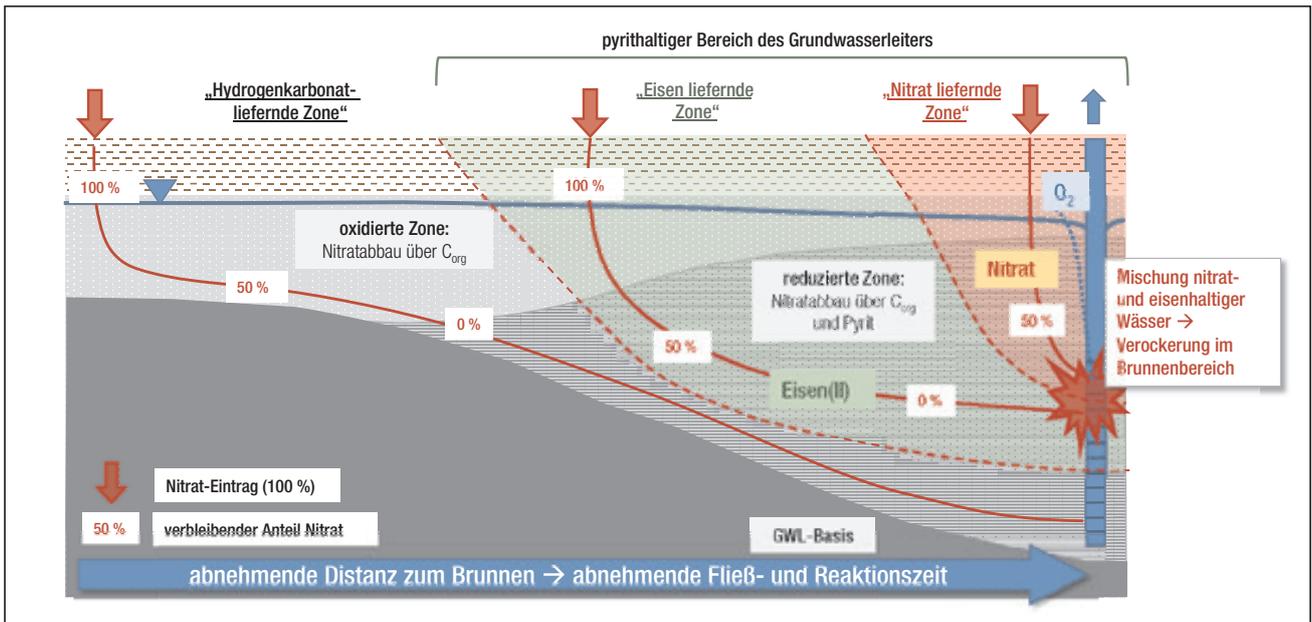
Quelle: Consulaqua

Abb. 3: Verlauf der unterschiedlichen „Stromstreifen“ im Stoffflussmodell. Das Modell setzt am Ort der Grundwasserneubildung mit unterschiedlicher Flächennutzung an und berechnet die hydrogeochemischen Wechselwirkungen in Boden und Grundwasserleiter bis hin zur Mischung im Förderbrunnen (schematische Darstellung).



Quelle: Consulaqua

Abb. 4: Regionalisierung der pyrithaltigen Bereiche des Grundwasserleiters im Einzugsgebiet Ortheide



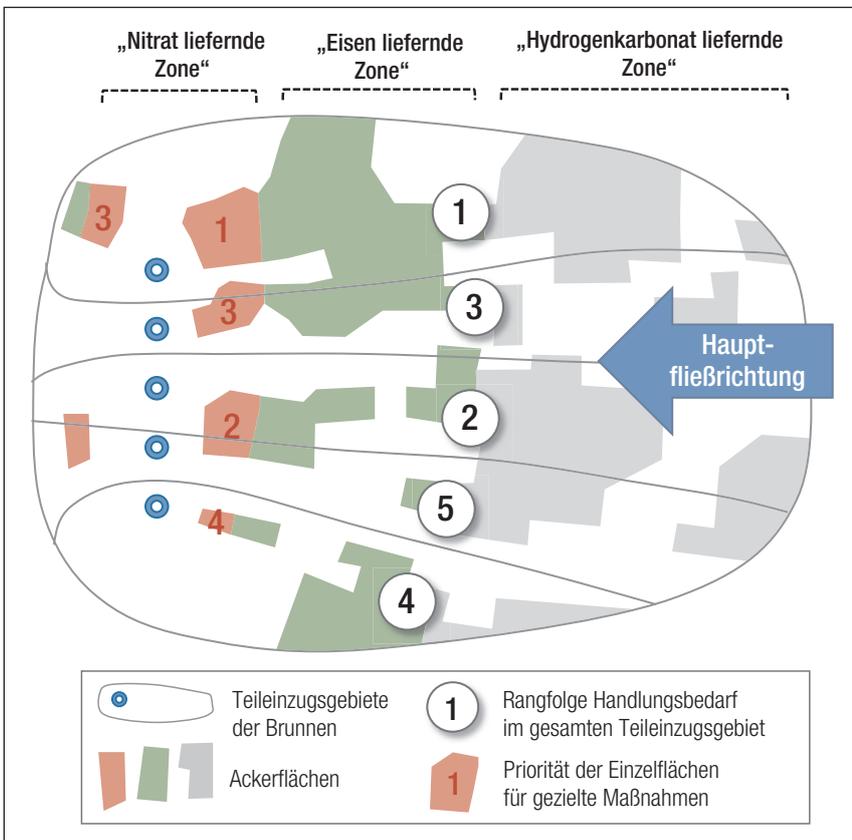
Quelle: Consultacqua

Abb. 5: Einteilung des Grundwasserleiters in „Lieferzonen“ für Nitrat, Eisen und Hydrogenkarbonat auf Basis der Regionalisierung pyrithaltiger Bereiche und der Fließzeiten des Grundwassers zum Brunnen (schematische Darstellung)

gebiet befindlichen Messstellen hinsichtlich der in ihrem Anstrom vorliegenden hydrogeochemischen Gegebenheiten ausgewertet. Anhand einer rückschlüssigen Nachberechnung der gemessenen Grundwasser-

beschaffenheit kann nachvollzogen werden, ob im Anstrom der Messstelle bestimmte Reaktionspartner, wie Pyrit oder Calcit, vorhanden sind. Unter Berücksichtigung der geologischen Ablagerungsbedingungen las-

sen sich die messstellenbezogenen Daten auf das gesamte Einzugsgebiet übertragen. Im Gebiet Ortheide konnte gezeigt werden, dass sich die pyrithaltigen Bereiche des Grundwasserleiters im Wesentlichen auf den Bereich einer glazialen Rinnenstruktur („Ur-Ems-Rinne“, Abb. 4) beschränken, in der sich auch die Förderbrunnen befinden. Dies wurde durch Sedimentuntersuchungen auf Pyritschwefel in Erkundungsbohrungen bestätigt.



Quelle: Consultacqua

Abb. 6: Schematische Kartendarstellung zur Bewertung der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet der Brunnen im Hinblick auf die Effizienz von Maßnahmen zur Eintragsminderung („Werthaltigkeit“)

Ursachenidentifikation der Brunnenverockerung („Lieferzonen“)

Die Brunnenverockerung und die damit verbundene Fördermengenreduzierung ist einer der häufigsten Gründe für die Aufgabe von Brunnen und die Notwendigkeit zum Neubau. Im Vorfeld schlagen sich die Abnahme der spezifischen Ergiebigkeit, der erhöhte Reinigungs- und Regenerationsaufwand mit entsprechendem Schlammfall und die erforderlichen Förderunterbrechungen bereits in den Betriebskosten nieder.

Voraussetzung einer Brunnenverockerung mit Eisenhydroxid ist meist der Zustrom eisenhaltigen Grundwassers zum Brunnen. Das Eisen

stammt häufig aus dem pyritgebundenen Nitratabbau und der damit verbundenen Eisenfreisetzung. Die Verockerung am Brunnen erfordert zudem eine Zumischung eines Oxidationsmittels (wie Sauerstoff oder Nitrat). Kann der Zutritt sauerstoffhaltiger, oberflächennaher Grundwasser als Ursache der Eisenoxidation ausgeschlossen werden, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass nitrathaltiges Grundwasser dem Brunnen zuströmt und so die Verockerung auslöst.

Obwohl die Brunnen in Ortheide nahezu nitratfrei sind (Gesamt-Nitratabbauleistung von etwa 99 %), zeigen die Modellberechnungen, dass bereits geringe Nitratmengen im Zustrom der Brunnen ausreichen, um eine Verockerung zu verursachen. Dabei stammt das Nitrat vor allem aus den brunnennahen Einzugsflächen. Die kurzen Fließzeiten des Grundwassers zum Brunnen reichen dort für einen vollständigen Nitratabbau nicht aus. Die räumliche Ausbreitung von Verockerungen im Brunnenumfeld kann darüber hinaus mit dem hydrogeochemischen Modell berechnet und dargestellt werden. So kann das Abteufen von Ersatzbrunnen in bereits verockerte, wenig ergiebige Bereiche des Grundwasserleiters verhindert werden.

Basierend auf dem hydrogeochemischen Systemverständnis von Nitrateintrag und -abbau sowie der Verbreitung von Pyrit lassen sich die Bereiche im Grundwasserleiter eingrenzen, die durch eine erhöhte Eisenfreisetzung für die Brunnenverockerung maßgeblich sind. **Abbildung 5** stellt die relevanten Umsatzprozesse von Nitrat im Querschnitt des Grundwasserleiters und ihre Folgen für die Rohwasserbeschaffenheit schematisch dar. So wird im pyrithaltigen, aber brunnenferneren Bereich des Grundwasserleiters Nitrat unter Freisetzung von Eisen vollständig abgebaut. Das Wasser aus diesem Bereich ist nitratfrei, enthält aber erhöhte Eisenkonzentrationen

(„Eisen liefernde Zone“). Im brunnennahen Bereich wird Nitrat aufgrund der kurzen Fließzeit nicht vollständig abgebaut und gelangt anteilig zum Brunnen („Nitrat liefernde Zone“). Erst die Mischung dieser Wässer am Brunnen führt dann zu der beobachteten Verockerung. Außerhalb der pyrithaltigen Grundwasserbereiche wird Nitrat überwiegend über organisch gebundenen Kohlenstoff abgebaut. Dies führt insbesondere dort zur Bildung von Hydrogenkarbonat („Hydrogenkarbonat liefernde Zone“) und trägt damit zum Anstieg der Wasserhärte im Rohwasser bei.

Aus der modellgestützten Identifizierung der „Lieferzonen“ wurde eine Bewertung der Einzugsflächen im Einzugsgebiet im Hinblick auf die Effizienz von Maßnahmen zur Einzugsminderung („Werthaltigkeit“) entwickelt. Hierbei wurde berücksichtigt, dass die Stickstoffeinträge, je nach „Lieferzone“ und den im Abstrom ablaufenden Prozessen, hinsichtlich ihrer Wirkung am Brunnen (z. B. in Bezug auf Verockerungsneigung) sehr unterschiedlich zu bewerten sind (**Abb. 6**). Aus der Karte der „Werthaltigkeit“ einzelner Flurstücke leitet sich die Effektivität von Investitionen und Maßnahmen zur Einzugsverringering und somit zur nachhaltigen Verbesserung der Rohwasserqualität ab.

Zusammenfassung

Die Trinkwassergewinnung befindet sich zunehmend im Spannungsfeld zwischen der Intensivierung der Landwirtschaft, einer kontinuierlich abnehmenden Flächenverfügbarkeit sowie einer gestiegenen Sensibilität in Bezug auf die Trinkwasserqualität. Die Anwendung neuer Instrumente, wie der hydrogeochemischen Stoffflussmodellierung, bietet dabei die Möglichkeit, Maßnahmen zu planen und diese gezielt auf Flächen zu fokussieren, die für Nutzungsanpassungen zur Verfügung stehen. Durch die Bewertung der Effizienz können die zur Ver-

fügung stehenden Budgets gezielt und nutzbringend eingesetzt werden. Mit der hydrogeochemischen Stoffflussmodellierung steht somit ein fundiertes Planungs- und Entscheidungsinstrument für Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Rohwasserqualität zur Verfügung. ■

Literatur

- [1] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V. (DVGW) & Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2015): Stickstoffumsatz im Grundwasser. DVGW-Information Wasser Nr. 85; DWA-Themen T2/ 2015; Bonn.
- [2] Hansen, C.; Wilde, S.; Weber, F.-A.; Häubler, S. (2013): Konsequenzen nachlassenden Nitratabbauvermögens in Grundwasserleitern. DVGW-F&E-Projekt W1/06/08, Abschlussbericht, Allgemeiner Teil und Spezieller Teil Gewinnungsgebiet Ortheide.
- [3] Bergmann, A. et al.: (2014): Konsequenzen nachlassenden Nitratabbaus in Grundwasserleitern. DVGW energie wasser-praxis, H. 2/ 2014, S. 36-42, Bonn.
- [4] Van Berk, W. & Hansen, C. (2006): Hydrogeochemische Stoffflussmodelle – Leitfaden zur Modellierung der Beschaffenheitsentwicklung von Grund- und Rohwässern. Springer Verlag, Berlin.
- [5] BfG/ Bundesanstalt für Gewässerkunde: Berichtportal Wasserblick (2010). URL: www.wasserblick.net/servlet/is.

Die Autoren

Dr. Anna JesuBek ist Mitarbeiterin im Bereich Ressourcenmanagement bei der Consulaqua Hildesheim Geo-Infometric.

Dr. Siegfried Wilde ist Projektleiter im Bereich Ressourcenmanagement bei der Consulaqua Hildesheim Geo-Infometric.

Dr. Carsten Hansen ist Projektleiter im Bereich Ressourcenmanagement bei der Consulaqua Hamburg.

Hilger Schmedding ist Niederlassungsleiter der Consulaqua Hildesheim Geo-Infometric.

Kontakt:

Consulaqua Hildesheim Geo-Infometric
Gropiusstr. 3, 31137 Hildesheim
Tel.: 05121 7682-0
E-Mail: a.jesusek@geo-infometric.de,
s.wilde@geo-infometric.de,
chansen@consulaqua.de,
hschmedding@consulaqua.de
Internet: www.consulaqua.de