

# Räumliche Auswertung und Visualisierung der Veränderung der Trinkwasserqualität aufgrund der Änderung der Fruchtfolge und Düngung mit der Auswirkung auf das Grundwasser

Jürgen Hager

juergen.hager@web.de

Short paper

Durch intensive landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere die Massen-, „Nutztier“-haltung und mineralische Düngung von Ackerflächen wird das Grundwasser mit Schadstoffen, insbesondere mit Nitrat, belastet. Außerdem ist die erhebliche Zunahme der Erzeugung von Bioenergie, die zeitweilig mit Steuermitteln gefördert wurde, sehr problematisch, denn ein Großteil der Wasserentnahmestellen in Bayern befindet sich im Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen.

Damit Landwirte, Anwohner, aber auch kommunale Entscheidungsträger und Behörden die Konsequenzen für das Trinkwasser besser als bisher nachvollziehen können, wird durch die räumliche Visualisierung der Verbesserung der Trinkwasserqualität durch umweltgerechteres Handeln (Änderung der Fruchtfolge und der Düngung) aufgezeigt und ansprechend veranschaulicht.

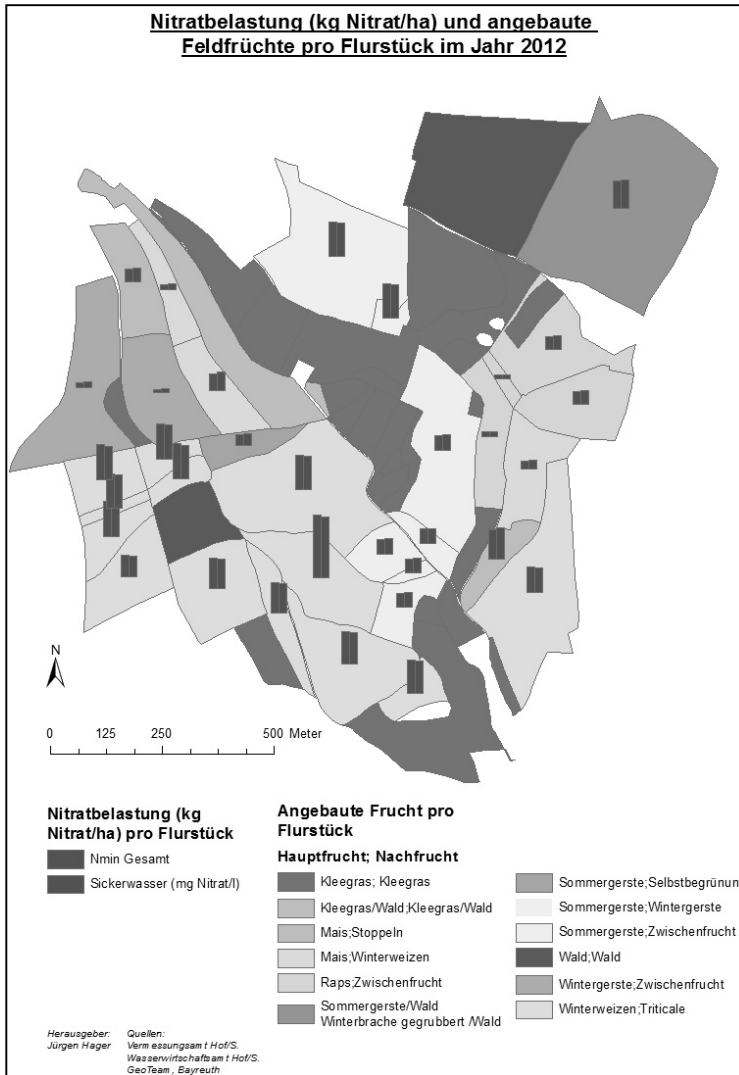
Das ausgewählte Gebiet liegt in der Gemeinde Konradsreuth (Landkreis Hof im Norden Bayerns) und beinhaltet ein Wasserschutzgebiet mit zwei Tiefbrunnen, deren Flurstücke als Ackerflächen landwirtschaftlich genutzt werden.

Ziel war es, die über einen Zeitraum von 12 Jahren ermittelten Daten zu visualisieren. Die Werte lagen zum einen als Flächennitratwerte im Boden und zum anderen im Sickerwasser bezogen auf das Flurstück, jedoch nicht georeferenziert, vor, sodass keine Interpolation der Werte möglich war. Darüber hinaus waren für den Fassungsbereich der Tiefbrunnen und der Vormessstellen seit 1993 georeferenzierte Nitratwerte des Grundwassers vorhanden. Aus der unterschiedlichen Datenlage, d. h. einerseits waren Daten georeferenziert vorhanden, zum anderen waren Daten auf die Fläche bezogen, folgt, dass unterschiedliche Darstellungsweisen notwendig sind.

Zur Visualisierung der Werte wurde deshalb eine Flächenverschnidung der Ackerflächen mit dem Wasserschutzgebiet vorgenommen. Die Flurstücksdateien lagen als shp-Datei ohne Raumbezug, die Wasserschutzzonen als shp-Datei ohne Raumbezug und die Vormessstellen/Tiefbrunnen als shp-Datei mit Raumbezug vor.

Die Nitratwerte waren in Wertetabellen verfügbar, die erst aufbereitet werden mussten.

Im weiteren Vorgehen wurden die Wertetabellen mit den entsprechenden Attributtabelle verknüpft. Es wurde ein DGM auf der Grundlage einer txt-Datei mit den entsprechenden x-, y- und z-Werten erzeugt und mithilfe des DGM der Oberflächentransport des Regenwassers ermittelt.

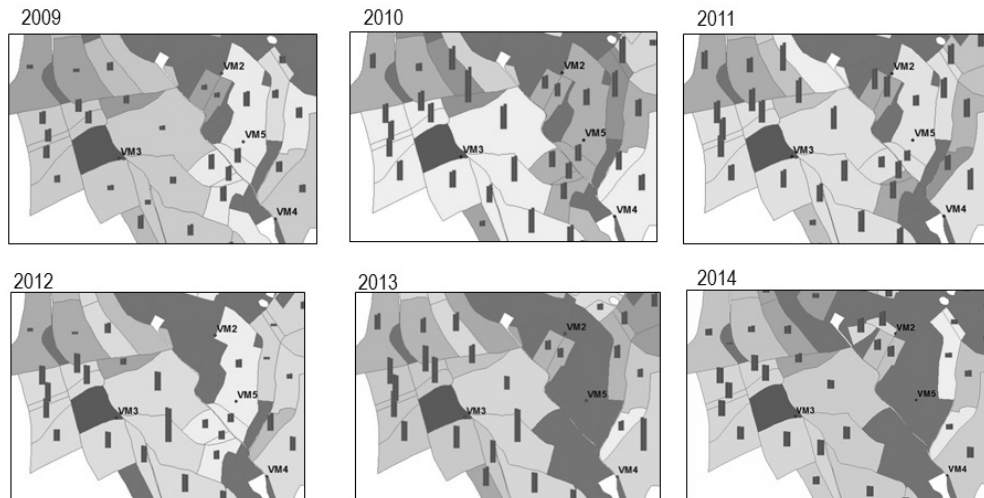


**Abb. 1:** Darstellung der Nitratbelastung im Sickerwasser und in der Fläche in Abhängigkeit der angebaute Feldfrüchte

Für die Darstellung der Flächennitratwerte wurde die Präsentation von Balkenwerten gewählt, die über 12 Jahre in Bezug zu den jeweiligen Flurstücken gesetzt wurden, ebenso die Nitratwerte des Sickerwassers und die Nitratwerte in den jeweiligen Bodentiefen. Mit den vorhandenen Werten konnte eine Zeitanimation erstellt werden und in ein gängiges Videoformat ausgegeben werden und somit auch die (jahres-) zeitliche Veränderung der Schadstoffbelastung visualisiert werden.<sup>1</sup> Durch die Visualisierung wurden die Auswirkungen

<sup>1</sup> BILL, R. & HEY, A., Universität Rostock.

einer Fruchtfolgenänderung auf die Nitratbelastung anschaulich. Darüber hinaus konnten Gebiete lokalisiert werden, in denen es in den letzten Jahren zu einer erhöhten Nitratbelastung kam, obwohl die Dünge- und Fruchtfolgeempfehlungen eingehalten worden waren.

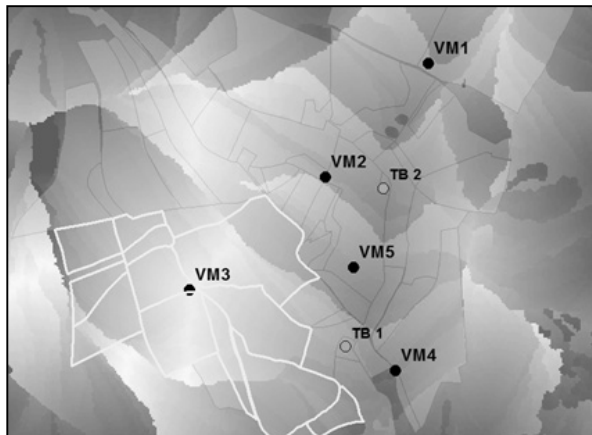


**Abb. 2:** Die Daten ergeben eine Erhöhung des Nitratwertes im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes im Umkreis der VM3 (vgl. Balkendarstellung und interpolierte Werte)

In Abbildung 2 sind für die letzten Jahre die Nitratwerte in der Fläche und im Sickerwasser für den südwestlichen Bereich nochmals hervorgehoben dargestellt. Hierbei ist die Entwicklung zu erkennen, dass in diesem Bereich des Wasserschutzgebietes ein hoher Nitratwert bestehen bleibt, wohingegen in anderen Bereichen stets eine Variation des Nitratwertes zu beobachten ist, d. h. auf einen hohen Wert erfolgt aufgrund der Fruchtfolgeänderung ein niedrigerer Wert.

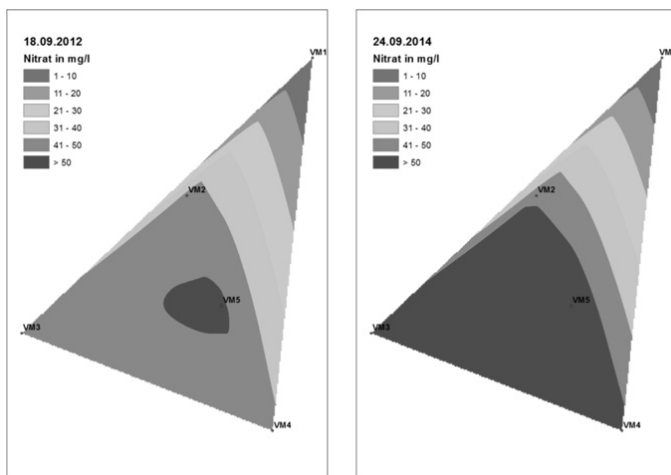
Um die Ursache für den lokal nachgewiesenen hohen Nitratwert in einer bestimmten Region des Untersuchungsgebietes erklären zu können, wurde auf Grundlage des DGM und unter dem Einsatz des GIS-Werkzeuges „Hydrologie“ ein Abflussmodell und die maximale Fließlänge ermittelt. So konnte aufgezeigt werden, dass sich das extrem belastete Gebiet an einer besonders exponierten Stelle des Wasserschutzgebietes befindet. Für dieses Gebiet, das sich im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes liegt, kann eine Art Sattelpunkt nachgewiesen werden, an dem es zu Abflussstauungen von nitratbelastetem Humusmaterial kommen kann. Dies kann auch ein Anzeichen für eine vorhandene Erosion sein. Um den Einfluss von in den letzten Jahren gehäuft aufgetretenen Starkregeneignissen nachzuweisen, sind tägliche Niederschlagsmessungen notwendig.

Des Weiteren konnten mittels der georeferenziert vorliegenden Nitratwerte an den Vormessstellen die Nitratwerte mithilfe der Interpolationsmethode „Natürlicher Nachbar“ seit dem Jahr 1993 über die Fläche interpoliert werden, womit demonstriert werden konnte, dass sich das gleiche Bild widerspiegelt wie bei den auf die Fläche bezogenen Nitratwerten.



**Abb. 3:** Visualisierung der betroffenen Flurstücke mit hoher Nitratbelastung im Bereich des Einzugsgebietes mit großen Fließlängen

Um eine Vergleichbarkeit und eine Beziehung zwischen den Nitratwerten im Sickerwasser und im Grundwasser herstellen zu können, müssen die hydrogeologischen Verhältnisse im betrachteten Gebiet mit einbezogen werden.<sup>2</sup> Die Zeit, in der das Sickerwasser den Grundwasserleiter erreicht, ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit in den unterschiedlichen Tiefen und dem Abstand der Geländeoberkante zum Grundwasserleiter. Aufgrund der vorliegenden Verhältnisse kann von einer durchschnittlichen Sickerdauer von ca. drei Jahren<sup>3</sup> ausgegangen werden.

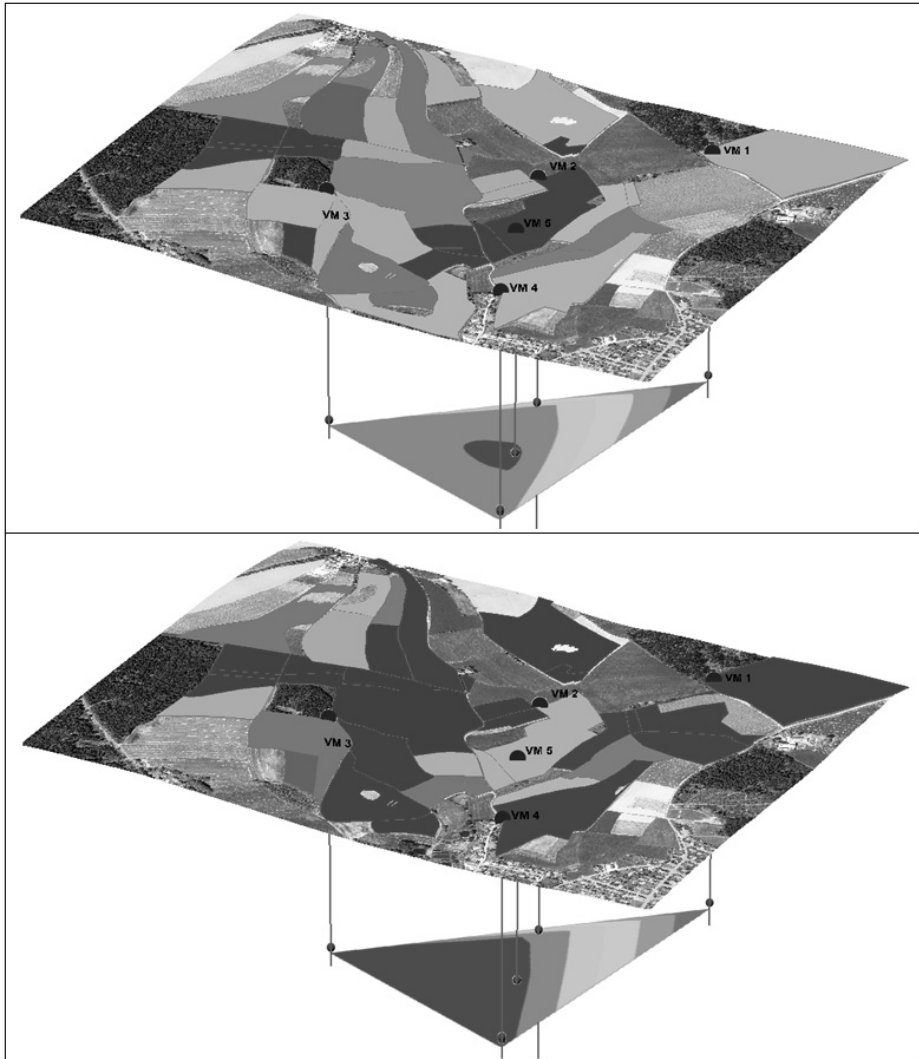


**Abb. 4:** Die interpolierten Werte Nitratwerte über die Fläche im Grundwasser

<sup>2</sup> Gutachten im wasserrechtlichen Verfahren, Zu Nr. 3.2-4532.5/HO 142 = 3065/04, S. 8.

<sup>3</sup> Hydrogeologisches Gutachten.

Durch die Überlagerung des DGM mit den entsprechenden Flurstücken und deren quantitativen Zuordnung zur Nitratbelastung im Sickerwasser kann die Belastung des dargestellten Wasserschutzgebietes mit Nitrat dreidimensional visualisiert werden. Diese Darstellung wird mit den interpolierten Nitratwerten im Grundwasser ergänzt. Somit ergibt sich ein räumliches Bild der Abhängigkeit zwischen der Nitratbelastung im Sickerwasser und im Grundwasser.



**Abb. 5:** Vergleich zwischen Sickerwasser in der Fläche 2009 und den interpolierten Nitratwerten im Grundwasser 2012 (obere Abbildung) und zwischen 2011 und 2014 (untere Abbildung)

Durch den zeitlichen Versatz wird in der Darstellung der interpolierte Nitratwert im Grundwasser mit einem dreijährigen Vorlauf im Vergleich zum Sickerwasserwert in der Fläche dargestellt. Dadurch kann eine Abhängigkeit zwischen dem Nitrat im Sickerwasser und dem Nitrat im Grundwasser aufgezeigt werden sowie welchen Einfluss das Nitrat im Grundwasser auf die zeitliche Veränderung des Nitrats im Grundwasser hat. Somit kann dargestellt werden, dass sich das bei signifikanten Spitzen in der Nitratbelastung in der Fläche auch auf das Grundwasser nach der zeitlichen Durchsickerung auswirkt.

Durch die Visualisierung war es den Behörden besser möglich, den betroffenen Landwirt zu überzeugen und Änderungsmöglichkeiten zu empfehlen sowie das Problembewusstsein und die Akzeptanz bei den Entscheidungsträgern zu erhöhen.

Das ausgewählte Gebiet behandelt eine aktuelle Fragestellung der Nitratbelastung von Ackerflächen im Bereich von Wasserschutzgebieten, nicht zuletzt durch das Ausbringen organischen Düngers durch die Massentierhaltung. Mithilfe einer modernen GI-Software sollte eine völlig neuartige Visualisierungsmöglichkeit aufgezeigt werden, die wesentlich anschaulicher, selbsterklärend und folglich verstehbarer ist, deshalb bessere Voraussetzungen schafft, Behördenmitarbeiter, Entscheidungsträger, interessierte, aber fachfremde Bürger und breitere Bevölkerungskreise zu erreichen – und damit auch einen Beitrag zur ökologischen Bildungsarbeit leisten – weil diese neuartige Visualisierung Emotionen auslösen kann (und damit eher geeignet ist, Menschen zu beeinflussen), als die sonst üblichen Darstellungen in Form von Liniendiagrammen. Der Nutzen liegt insbesondere im visuellen Aufzeigen der Zusammenhänge zwischen der Nitratbelastung aufgrund der Fruchtfolgenänderung in Bezug auf die entsprechenden Ackerflächen und das Ausbringen organischen Düngers, der in der Massentierhaltung anfällt.

Durch wachsendes Umweltbewusstsein ist deshalb relativ zeitnah ein Marktpotenzial vorhanden, nicht nur in strukturschwachen Regionen, sondern darüber hinaus, allgemein, können durch die vorgelegte Arbeit unnötige Kosten, etwa bezüglich Fehlinterpretationen, Desinteresse (durch mangelndes Verständnis) und die damit einhergehenden negativen gesundheitlichen und volkswirtschaftlichen Folgen gemindert werden.

Die Visualisierung von Nitratbelastung und -veränderungsmöglichkeiten im Boden, insbesondere bezüglich der Trinkwasserqualität, mithilfe der Werkzeuge einer modernen GI-Software in Bezug auf die räumliche und vor allem auf die zeitliche Dimension, ist die zentrale Innovation der vorgelegten Methode. In diesem Sinne handelt es sich um ein Pilotprojekt. Das beschriebene Procedere kann universell, räumlich und zeitlich mit überschaubarem Aufwand auch von Nichtfachleuten angewendet werden.

## Referenzen

- BILL, R., HEY, A., Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Geodäsie und Geoinformatik.  
Gutachten im wasserrechtlichen Verfahren, Zu Nr. 3.2-4532.5/HO 142 =3065/04.  
Hydrogeologisches Gutachten, GeoTeam, Bayreuth.  
Vermessungsamt Hof, Klostertor 1, 95028 Hof.  
Wasserwirtschaftsamt Hof, Jahnstraße 4, 95030 Hof.