

Regionalisierung diffuser stofflicher Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern

Rick-Arne Kollatsch, Andreas Küchler,
Beate Schwerdtfeger,
Bodo Stöken, Stephan Hannappel

In Mecklenburg-Vorpommern wurden Grundwasserbeschafftheitsdaten des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters mit einem geostatistischen Verfahren regionalisiert. Damit lassen sich Rückschlüsse auf diffuse Belastungen aus der Landwirtschaft ziehen.

1. Einleitung

Mecklenburg-Vorpommern ist ein Agrarland. 56 % der Landesfläche nimmt Acker-, 15 % Grünland ein, nur über 21 % erstreckt sich Wald; der Rest sind Siedlungs-, Verkehrs- und Wasserflächen. Vor allen anderen Nutzungen bestimmt die Landwirtschaft den Zustand der Gewässer im Land: Fließgewässer wurden zur landwirtschaftlichen Vorflut ausgebaut, verrohrt und in den Untergrund verlegt [1]. Viele Fließgewässer wurden künstlich geschaffen, um Niederungen zu entwässern, weite Flächen des Landes sind drainiert. In Standgewässern wurde der Wasserstand abgesenkt, um angrenzende Flächen für die Landwirtschaft nutzbar zu machen.

Auch die Wassergüte der oberirdischen Gewässer wird von der Landwirtschaft beeinflusst: So stagniert die Stickstoffbelastung der Fließgewässer trotz erheblicher Fortschritte in der Abwasserbeseitigung auf erhöhtem Niveau [2], weil der überwiegende Teil des in die Fließgewässer eingetragenen Stickstoffes aus der Landwirtschaft stammt. Davon dürfte ein nicht unwesentlicher Teil in der landwirtschaftlichen Produktion unvermeidbar sein. In den Standgewässern, in deren Einzugsgebieten intensiv Landwirtschaft betrieben wird, verbesserte sich die Wassergüte in den letzten Jahren gleichfalls nur wenig.

Die in Fließgewässer eingetragenen Nährstoffe gelangen schließlich in die Küstengewässer. Die Mehrzahl der mecklenburg-vorpommerschen Küstengewässer ist – teils erheblich – eutrophiert [3].

Vor diesem Hintergrund ist zu vermuten, dass das Wirken der Landwirtschaft auch am Grundwasser nicht spurlos vorübergeht. Insbesondere auf die Grundwasserbeschaffenheit sollten angesichts der Belastung der Oberflächengewässer Auswirkungen zu erwarten sein. Zur Einschätzung dieser Auswirkungen wurden in Mecklenburg-Vorpommern von der landwirtschaftlichen Produktion ausgehende Stoffemissionen und -immissionen ermittelt:

1. Erfassung von Emissionen: Die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA) errechnete beispielhaft vereinfachte Stickstoffbilanzen der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Landes. Auf die Emissionsbilanz weiterer Stoffe wurde vorläufig verzichtet.
2. Erfassung der Immissionen: Das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) leitete aus vorliegenden Beschaffenheitsdaten regionalisierte Grundwasserbelastungen her. Die Regionalisierung wurde für fünf Parameter durchgeführt, die diffuse Belastungen aus der Landwirtschaft anzeigen.

2. Erfassung von Emissionen

2.1. Datengrundlagen

Für die Berechnung vereinfachter Stickstoffbilanzen für die Flächen der Gemeinden wurden folgende Datenbestände herangezogen:

- Daten der Bodennutzung des Jahres 2003 aus dem integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem beim Landwirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommern (InVeKoS-Daten)
- Daten des Landwirtschaftsministeriums Mecklenburg-Vorpommern zur Viehzählung des Jahres 2001 auf Gemeindeebene
- Erntestatistik 1999 bis 2003 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern
- Daten der LFA zu natürlichen Standorteinheiten der Gemeinden
- Betriebsauswertung der LMS Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern / Schleswig-Holstein GmbH (LMS) und Düngungsbroschüre [4] des Landwirtschaftsministeriums Mecklenburg-Vorpommern.

2.2. Berechnung der Stickstoff-Flächenbilanz der Gemeinden

Eine Stickstoff-Flächenbilanz ist die Differenz aus Stickstoffzufuhr und Stickstoffabfuhr auf einer Fläche, hier der landwirtschaftlichen Fläche. Für die Zufuhr können die Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngermengen sowie die legume Stickstoffbindung angesetzt werden, für die Abfuhr die gesamten Mengen an pflanzlichen Ernteprodukten. Damit ergibt sich eine vereinfachte Flächenbilanz, bei der die atmosphärische Deposition vernachlässigt wird.

Die InVeKoS-Daten werden auf Betriebsebene erhoben. Für die Flächenbilanz wurden die landwirtschaftlich

genutzten Flächen der Betriebe den Gemeinden zugeordnet und die Flächen in den jeweiligen Gemeinden aufsummiert. Damit waren die Größe der landwirtschaftlichen Flächen und das Kulturartenspektrum der einzelnen Gemeinden bekannt.

Die den landwirtschaftlichen Flächen zugeführten Mineraldüngermengen ergaben sich aus der Höhe der Düngung der verschiedenen Kulturen und der Fläche der angebauten Kulturen in einer Gemeinde; die Höhe der Düngung wurde der Betriebszweigauswertung der LMS entnommen bzw. stammte aus Schätzungen der LFA und der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Rostock der LMS (LUFA). Die zugeführten Wirtschaftsdüngermengen wurden aus den Viehbeständen der jeweiligen Gemeinde – wobei die Tierbestände zuvor auf die Flächen der Betriebe und damit auf die Gemeinden neu verteilt und zusammengefasst wurden – und den durchschnittlichen Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere gemäß Düngungsbroschüre errechnet. Die legume Stickstoffbindung ermittelte sich aus der jeweiligen Anbaufläche von Leguminosen und von Grünland in der Gemeinde sowie den Werten der symbiotischen Stickstoffbindung von Leguminosen nach Düngungsbroschüre.

Aus den InVeKoS-Daten ergab sich, dass in Mecklenburg-Vorpommern etwa 100 verschiedene pflanzliche Kulturen angebaut werden. Mit der zur Verfügung stehenden Erntestatistik auf Kreisebene bzw. mit Schätzungen der LFA und der LUFA und den natürlichen Standorteinheiten wurden die Erträge der verschiedenen Kulturen bestimmt. In Verbindung mit den Nährstoffgehalten in der Pflanzenfrischmasse gemäß Düngungsbroschüre wurde der Stickstoffentzug für jede Gemeinde errechnet.

Mit den Angaben der Stickstoffzufuhr und -abfuhr konnten dann die Stickstoffbilanzen der landwirtschaftlichen Flächen der 1.116 Gemeinden Mecklenburg-Vorpommerns (Stand 2003) ermittelt werden. Abschließend wurden die Stickstoffbilanzen rechnerisch von der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf die gesamte Gemeindefläche umgelegt.

Bild 1 stellt die landwirtschaftlichen Stickstoffüberschüsse bezogen auf die

Gemeindefläche ohne atmosphärische Deposition dar. Die Stickstoffüberschüsse werden gemäß Höhe und Flächenanteil nach Perzentilen klassifiziert. Danach bedeutet beispielsweise das > 90-Perzentil die 10 % höchsten Stickstoffüberschüsse; die Flächen, auf denen diese Stickstoffüberschüsse auftreten, nehmen 10 % der Landesfläche ein.

3. Erfassung der Immissionen

3.1. Datengrundlagen

Das Landesmessnetz, mit dem in Mecklenburg-Vorpommern die Grundwasserbeschaffenheit beobachtet wird, gestattet allein keine Regionalisierung der Belastungen. Es umfasst 160 Messstellen bei einer Landesfläche von rund 23.000 km²; dies entspricht einer Dichte von einer Messstelle auf etwa 140 km². Für die Regionalisierung wurden daher weitere Datenbestände zusammengetragen und digital aufbereitet. Dies waren vor allem

- Beschaffenheitsdaten der Wasserversorgungsunternehmen
 - Beschaffenheitsdaten aus der Lagerstättenüberwachung
 - Beschaffenheitsdaten zu dezentralen Eigenwasserversorgungsanlagen.
- Außer diesen aktuellen Daten wurden zur Regionalisierung ferner ältere, jedoch digitalisiert vorliegende Datenbestände herangezogen, so
- Archivdaten der Bezirkshygieneinstitute der DDR zur Rohwasserüberwachung

- Archivdaten aus hydrogeologischen Erkundungsarbeiten vor 1990 (HYRA).

Damit lagen zunächst Daten von 15.730 Messstellen vor. Diese Daten wurden einer Sichtung unterzogen, bei der Messstellen- und Datumsdublikate, nahe benachbarte Messstellen und Messstellen, deren Messwerte statistische Ausreißer zeigen, aus dem Datenbestand entfernt wurden. Ebenfalls aus dem Datenbestand genommen wurden Messstellen, die tiefer als 50 Meter unter Geländeoberkante verfiltert sind, und Messstellen, die in Gebieten mit Geschiebemergelüberdeckung des Grundwassers liegen und deren Filter oberflächennah (als konkrete Tiefenlage wurden 15 Meter gewählt) ausgebaut sind.

Mit der Regionalisierung sollte die Belastung des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters eingeschätzt werden. „Oberer großräumig zusammenhängender Grundwasserleiter“ ist ein Modellbegriff, der den oberen Grundwasserleiter flächendeckend in ganz Mecklenburg-Vorpommern umfasst, ohne im Einzelnen auf die regional komplexen hydrogeologischen Lagerungsbedingungen einzugehen. Unter den Begriff fällt der oberste Grundwasserleiter in Bereichen ohne Grundwasserüberdeckung und in Gebieten mit bindiger oder sickerwasserhemmender Grundwasserüberdeckung der erste Grundwasserleiter unter einer solchen Deckschicht. In der Regionalisierung wurde die Tiefenerstreckung des oberen großräumig zusammen-

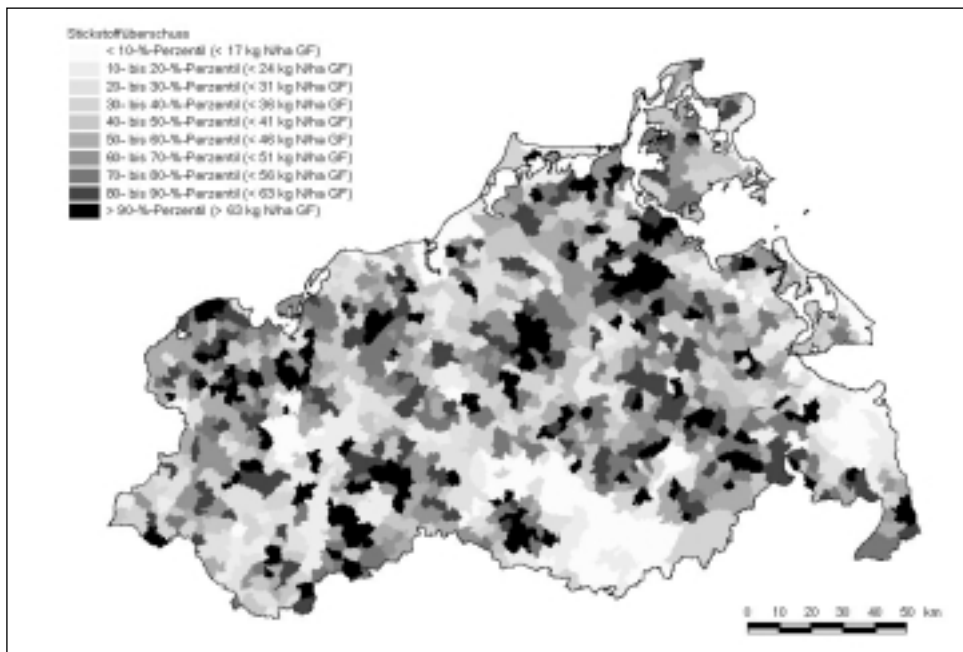


Bild 1: Stickstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft 1999/2003 (bezogen auf die Gemeindefläche, ohne Anteile atmosphärischer Deposition)

hängenden Grundwasserleiters pauschal auf maximal 50 Meter unter Geländeoberkante begrenzt.

Bei den weniger als 15 Meter tief verfühlerten Messstellen in Gebieten mit Geschiebemergelüberdeckung des Grundwassers handelt es sich vornehmlich um dezentrale Eigenwasserversorgungsanlagen. Da sie nicht in den oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiter reichen und somit für den Zielhorizont nicht repräsentativ sind, hätte eine Einbeziehung dieser Messwerte die Ergebnisse der Regionalisierung verfälscht.

Nach der Sichtung verblieb ein Datenbestand von 6.298 Messstellen, die sich recht gleichmäßig über die Landesfläche verteilten. Die Messstellendichte lag bei etwa einer Messstelle auf 3,65 km². Um die Regionalisierung an der Landesgrenze nicht abrupt abbrechen zu lassen, wurden die mecklenburg-vorpommerschen Daten mit rund 300 Messstellen aus den angrenzenden Gebieten in Brandenburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein ergänzt.

Die Regionalisierung wurde für die Parameter Nitrat, Ammonium, Kalium, Sulfat und Chlorid durchgeführt. Für die 6.298 betrachteten Messstellen lagen rund 12.200 Messwerte zu Nitrat, 11.000 Messwerte zu Ammonium, 5.700 Messwerte zu Kalium,

10.800 Messwerte zu Sulfat und 11.700 Messwerte zu Chlorid vor.

3.2. Regionalisierungsverfahren

Zweck einer Regionalisierung ist es, aus den punktbezogenen Messwerten einer Messstelle deren flächenhafte Verteilung zu ermitteln. Dazu interpoliert man mit mathematischen Modellen zwischen den Messstellen. Die hergeleiteten Flächeninformationen geben zwischen den Messstellen insofern keine tatsächlich gemessene, sondern geschätzte Grundwasserbeschaffenheiten wieder.

Bei der Regionalisierung diffuser Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern kam das SIMIK+-Verfahren zur Anwendung. Dieses Verfahren wurde im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) von dem Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung entwickelt [5] und für die Anwendung in Mecklenburg-Vorpommern kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Das SIMIK+-Verfahren kann neben den Messwerten als Haupteingangsdaten zweierlei qualitative Zusatzinformationen bei der Interpolation berücksichtigen. Bei der Regionalisierung der diffusen Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern

gingen die Landnutzung, wie sie sich in dem aktuellen Datenbestand der CORINE-Landbedeckung (CLC2000) darstellt, sowie Informationen aus der geologischen Übersichtskarte im Maßstab 1: 500 000 (GÜK 500) zusätzlich ein [6]. Der Maßstab der geologischen Übersichtskarte ist vergleichsweise klein, wurde jedoch für Berechnungen zur landesweiten Übersicht als ausreichend eingeschätzt.

3.3. Regionalisierungsergebnisse

Die für die Regionalisierung gewählten Parameter können eine diffuse Belastung aus der Landwirtschaft und andere anthropogene Belastungen anzeigen, aber auch auf Konzentrationserhöhungen geogenen Ursprunges hindeuten. Gerade die natürliche Versalzung oberflächennah anstehenden Grundwassers ist in Mecklenburg-Vorpommern nicht selten. Daher wurden für die Interpretation der berechneten Flächendaten Kenntnisse zur Verbreitung geogen erhöhter Konzentrationen berücksichtigt [7]. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Parameter Nitrat und Ammonium dargestellt.

Bild 2 gibt die regionalisierten Nitratgehalte des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters wieder. In den extensiv genutzten Landesteilen wie der Rostocker Heide im Norden, der Ueckermünder Heide im Osten des Landes und in weiten Teilen der Wald- und Seenlandschaft der Mecklenburger Seenplatte liegen die Nitratwerte fast immer in niedrigen Bereichen. In dem großen Gebiet der Sude und Elde im Südwesten, der Gegend um Demmin im mittleren Nordosten des Landes oder im Gebiet der mittleren Warnow finden sich erhöhte Gehalte, die auf diffusen Stoffeintrag durch Bewirtschaftung weisen. Dagegen bewegen sich die Nitratwerte am landwirtschaftlich intensiv genutzten Klützer Winkel im Nordwesten wiederum in niedrigeren Bereichen.

Insgesamt sind die Gebiete auffallend erhöhter Nitratgehalte stark zersplittert; es treten in der Regel nur regionale Häufungen kleinerer Belastungsgebiete auf. In 10 % des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters betragen die Gehalte weniger als 1,5 mg NO₃/l und in ebenso 10 % mehr als 16 mg NO₃/l, in

50 % des Grundwasserleiters übersteigen sie 5 mg NO₃/l. Der geogene Hintergrund ist in Neubildungsgeprägten Grundwasserleitern mit maximal 8 mg NO₃/l anzusetzen, in bedeckten Grundwasserleitern können die natürlichen Gehalte weniger als die Nachweisgrenze von 0,5 mg NO₃/l betragen. Nach dem Regionalisierungsergebnis belaufen sich die Nitratgehalte in 30 % des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters auf mehr als 8 mg NO₃/l, und gerade in den Bereichen, die bindige Deckschichten schützen, kommen kaum Gehalte von weniger als 3 bis 3,5 mg NO₃/l vor. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf eine ubiquitäre anthropogene Überprägung der natürlichen Verhältnisse. Die Überprägung dürfte weitgehend auf landwirtschaftliche Nutzung zurückgehen.

Wie das Regionalisierungsergebnis gemessen an den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [8] ausfällt, zeigt **Bild 3**. Die bisher einzige verbindliche Umweltqualitätsnorm, die den guten chemischen Zustand beschreibt, ist der Nitratgrenzwert von 50 mg NO₃/l aus der Nitratrichtlinie [9], den die WRRL sich zu Eigen macht. Die Bereiche, in denen die Nitratgehalte diesen Wert überschreiten, machen in Mecklenburg-Vorpommern 1,6 % des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters aus. Nach dem Durchschnittswertgrundsatz der WRRL dürfte damit der Grundwasserleiter gegenwärtig auch regional kaum Gefahr laufen, die Nitratqualitätsnorm der WRRL nicht einzuhalten.

Im Gegensatz zu Nitrat stellt sich bei Ammonium in dem Regionalisierungsergebnis nach **Bild 4** eine deutliche Konzentration von Gebieten erhöhter Gehalte dar. Vor allem im Gebiet der mittleren Sude im Südwesten sowie in der Rostocker Heide finden sich stark erhöhte Ammoniumgehalte. Im Süden des Landes liegen die Konzentrationen dagegen niedrig. Auch fast der gesamte Bereich der Insel Rügen zeigt niedrige Werte. Die berechneten Gehalte lassen deutliche Bezüge zu den Lagerungspositionen erkennen: Im Bereich der Sander mit größeren Kornfraktionen sind die Ammoniumwerte oft niedrig, während die feinkörnigeren Grundwasserleiter oder Beckenbildungen wie der Rostocker Heide in der Tendenz höhere Gehalte aufweisen.

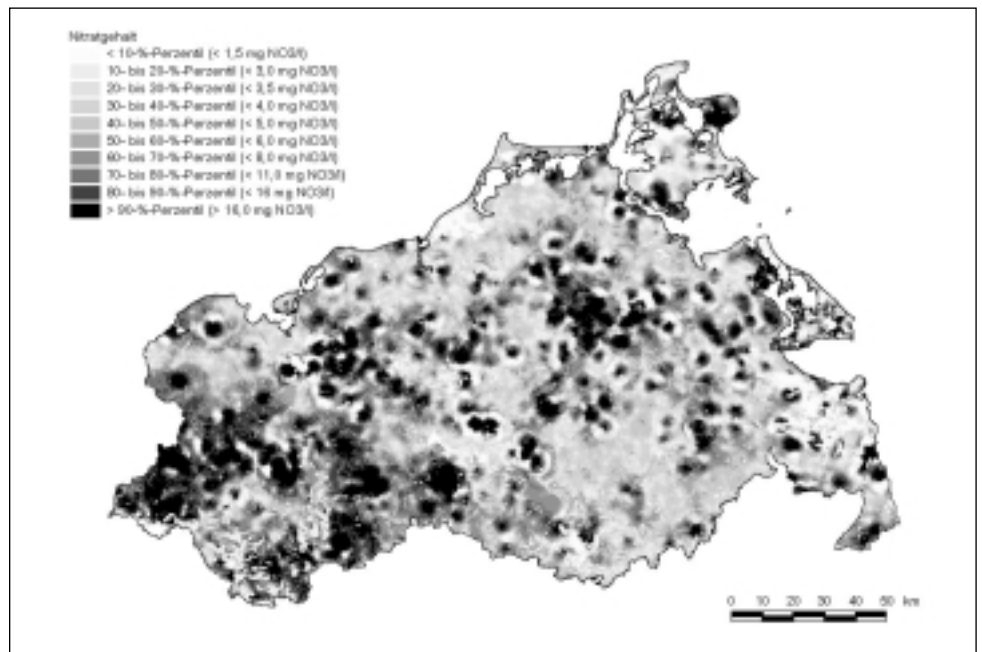


Bild 2: Regionalisierte Nitratgehalte in dem oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiter

Die natürlichen Hintergrundwerte von Ammonium liegen in Neubildungsgeprägtem Grundwasser bei 0,6 mg NH₄/l, der Indikatorwert der Trinkwasserverordnung [10] bei 0,5 mg NH₄/l. Dies zeigt, dass Ammonium in Lockergesteinsgrundwasserleitern recht beständig und verbreitet ist.

Nach dem Regionalisierungsergebnis machen die Bereiche mit Gehalten von mehr als 0,5 mg NH₄/l 12 % des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters aus. Abgesehen von dem Belastungsgebiet an der Sude können erst weitere Untersuchungen zeigen, ob diese erhöhten Werte auf

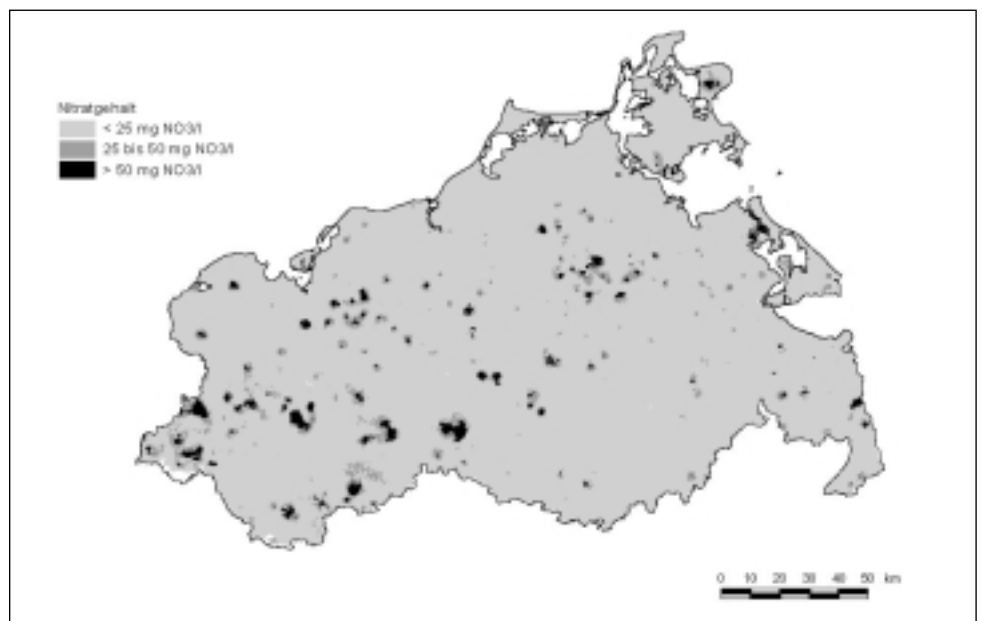


Bild 3: Regionalisierte Nitratgehalte in dem oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiter (bezogen auf den Grenzwert der Nitratrichtlinie)

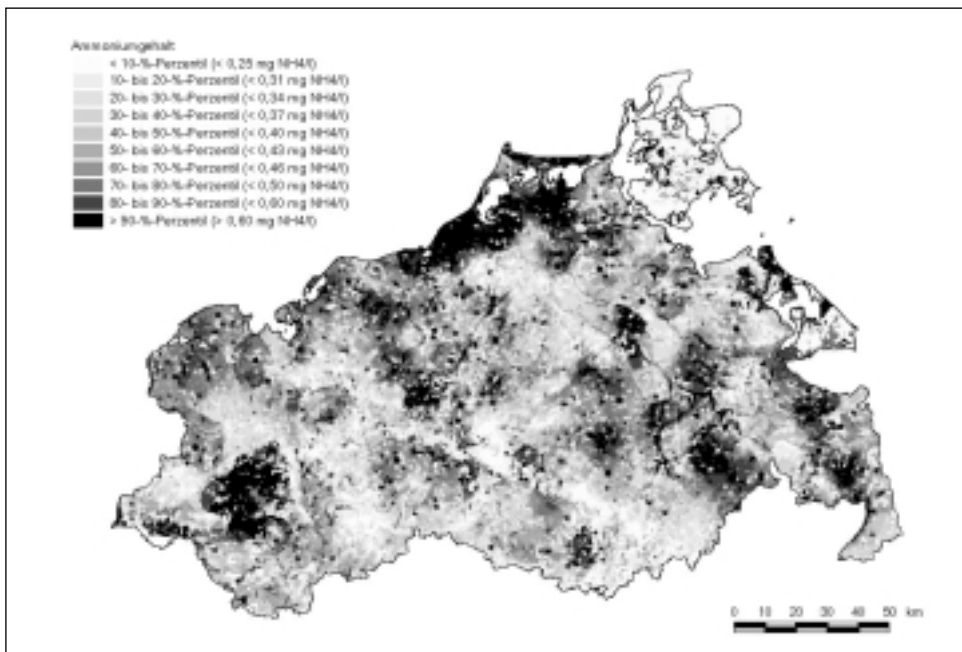


Bild 4: Regionalisierte Ammoniumgehalte in dem oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiter

landwirtschaftliche Tätigkeit zurückzuführen sind oder den natürlichen Verhältnissen entsprechen.

4. Vergleich von Stickstoffemission und -immission

Die ermittelten heutigen Stickstoffüberschüsse den regionalisierten Stickstoffimmissionen gegenüberzustellen ist vorderhand problematisch: Mit dem Sickerwasser eingetragener Stickstoff bedarf für seine Passage von Geländeoberkante zu Grundwasseroberfläche je nach anstehendem Boden Jahre bis Jahrzehnte. Die Immissionswerte der Regionalisierung spiegeln somit teilweise Belastungen wider, die in den 70er bis 90er Jahren emittiert worden sein dürften. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass im Nitrat gebundener Stickstoff bei der Bodenpassage durch biologische Umsetzung in die Atmosphäre freigesetzt und somit ein Stickstoffüberschuss abgebaut werden kann. Der Umfang dieser Denitrifikation hängt von den Bodenverhältnissen ab. Andererseits zeigt gerade eine solche Betrachtung die Schwierigkeiten auf, mit denen sich künftige Konzepte zur Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit konfrontiert sehen werden.

Grundsätzlich lässt sich aus einer Gegenüberstellung ableiten, dass es in Mecklenburg-Vorpommern eine gewisse Korrespondenz von Gebieten heutiger vergleichsweise niedriger Stickstoffüberschüsse und Gebieten vergleichsweise niedriger Stickstoffimmissionen gibt. Für alle sonstigen Kombinationen – Gebiete mittlerer oder hoher Emission und Immission – lässt sich ohne Betrachtung weiterer Faktoren kein statistischer Zusammenhang ausmachen. Das heißt beispielsweise, die Wahrscheinlichkeit, ein Gebiet hoher Immission (>90-Perzentil, 80-bis-90-Perzentil) in räumlicher Nähe eines Gebietes vergleichsweise hoher Emission (>90-Perzentil, 80-bis-90-Perzentil) anzutreffen, ist genauso groß wie die, ein Gebiet mittlerer (50-bis-60-Perzentil, 40-bis-50-Perzentil) oder geringerer Immission (30-bis-40-Perzentil, 20-bis-30-Perzentil) vorzufinden.

Dies illustriert **Bild 5** exemplarisch für die Gebiete mit den 20 % höchsten Emissionswerten und den 20 % höchsten Immissionswerten. Lediglich an einigen Gebieten im Südwesten Mecklenburgs lassen sich Beziehungen zwischen hoher Emission und hoher Immission vermuten, insbesondere wenn man die relativ geringe Auflösung der Emissionsdaten und Effekte

der Verdriftung im Grundwasser berücksichtigt. In diesem Teil des Landes steht überwiegend unbedecktes und oberflächennahes Grundwasser an, und die Zeitspanne zwischen Emission und sich im Grundwasser zeigender Immission ist nicht so groß wie in anderen Teilen des Landes. Dagegen finden sich vor allem im Klützer Winkel – der Kornkammer Mecklenburg-Vorpommerns – im äußersten Nordwesten des Landes sowie längs der historischen Grenze zwischen Mecklenburg und Vorpommern zahlreiche Gebiete erhöhter Emission, denen auch näherungsweise nicht Gebiete erhöhter Immission korrespondieren. Diese Gebiete fallen in Bereiche, in denen mächtige Geschiebemergelschichten den oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiter abdecken und bisher offenkundig vor Stoffeinträgen weitgehend geschützt haben.

Als Ursachen der Nichtkorrespondenz von Emission und Immission sind jedoch nicht nur die Bodeneigenschaften zu betrachten, sondern auch der landwirtschaftliche Umbruch nach 1990 wie zum Beispiel der erhebliche Rückgang der Tierproduktion in Mecklenburg-Vorpommern und der zugekommene Anbau stickstoffintensiver Kulturen auf mittleren und leichten Böden. Letzteres könnte teilweise Gebiete heutiger erhöhter Emission, denen keine Gebiete erhöhter Immission korrespondieren, erklären. Tatsächlich dürfte sich der von [11] angenommene drastische Rückgang der Stickstoffüberschüsse in den neuen Bundesländern nach 1990 nicht auf ein verringertes Aufkommen an Mineraldünger, sondern auf ein erheblich verringertes Aufkommen an Wirtschaftsdünger zurückführen. Wirtschaftsdünger aber wurde, um Fuhrkosten zu sparen, bevorzugt in der Nähe der Stallanlagen ausgebracht. Eine erste Untersuchung für den Altkreis Güstrow zeigt, dass sich in der Tat eine Reihe von Stallanlagenstandorten in Gebieten wiederfinden, in denen einer erhöhten Immission keine heutige erhöhte Emission entspricht.

Konzepte zur Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit in Mecklenburg-Vorpommern sind somit mit

folgenden Ansatzproblemen konfrontiert:

- Belastungen aus vergleichsweise großen landwirtschaftlichen Emissionen haben sich (noch) nicht als Immissionen konkretisiert, sodass diese nur mittels Modellberechnungen prognostiziert werden können; Prognosen sind jedoch ihrem Charakter gemäß in gewissem Grade stets anzweifelbar.
- Belastungen in Form vergleichsweise hoher Immissionen, deren Emissionsquelle bereits vor Jahren entfallen ist. Diese werden die nächsten Jahre und vielleicht Jahrzehnte andauern, ohne dass sie durch technisch sinnvolle Maßnahmen beseitigt werden können.
- Zusammenhänge von Emission und Immission, die selten eindeutig sind, und die damit kein unmittelbares Handlungsfeld darstellen.
- Anforderungen der WRRL (Nitratgrenzwert), die auf Grund der in Mecklenburg-Vorpommern virulenten Beschaffenheitsproblemen absehbar wenig Handlungshandhabe für den Grundwasserschutz bieten.

Womöglich wird daher zukünftig der Schlüssel zum Grundwasserschutz im Schutz der Fließ-, Stand- und Küstengewässer liegen: insofern mit Berufung auf die WRRL in Hinsicht auf diese Gewässer mit der Landwirtschaft Nutzungseinschränkungen oder -änderungen vereinbart werden, von denen dann das Grundwasser als jetziges Nährstofftransportmedium profitiert.

Literatur

[1] KOLLATSCH, R. A., NEUMANN, B., MEHL, D., MARQUARDT, A.: Künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper in Mecklenburg-Vorpommern – Das Problem der Gewässerverrohrungen, KA 9/2003

[2] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Gewässergütebericht Mecklenburg-Vorpommern 2000/2001/2002, Ergebnisse der Güteüberwachung der Fließ-, Stand- und Küstengewässer und des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow 2004

[3] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Bestandsaufnahme 2004 nach Wasserrahmenrichtlinie in der Flussgebietseinheit Warnow/Peene, Güstrow 2005

[4] Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Meck-

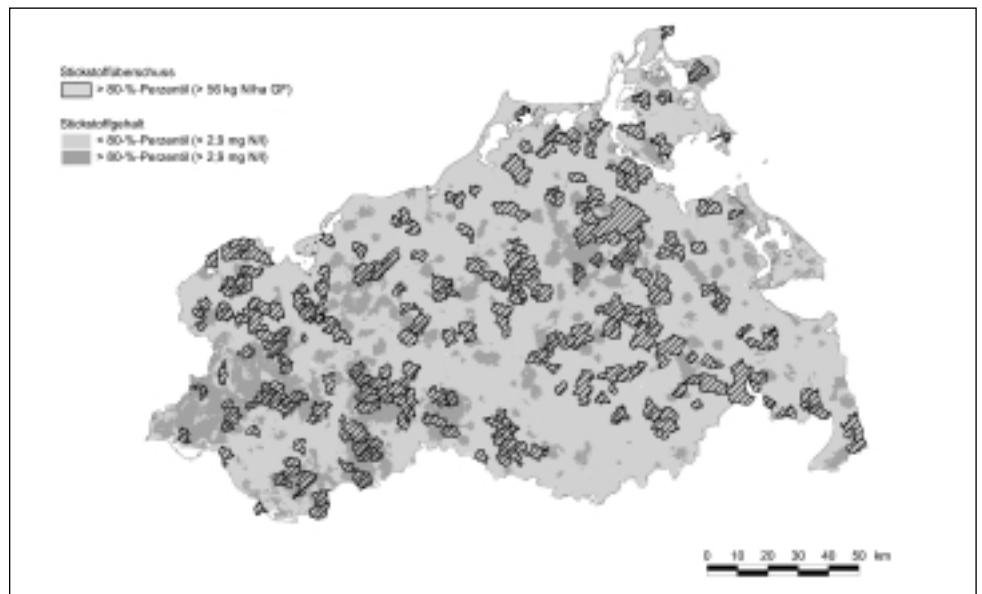


Bild 5: Flächen der 20 % höchsten Stickstoffüberschüsse und der 20 % höchsten Stickstoffgehalte des oberen großräumig zusammenhängenden Grundwasserleiters

lenburg-Vorpommern: Düngung, Hinweise und Richtwerte für die landwirtschaftliche Praxis – Leitfaden zur Umsetzung der Düngeverordnung, Schwerin 2004

[5] Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung: Benutzerhandbuch SIMIK+ ArcView-Erweiterung zur flächenhaften Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit, Version 1.0

[6] HYDOR Consult GmbH: Regionalisierung von stofflichen Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern, Endbericht, Berlin 2005 (unveröffentlicht)

[7] Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern: Bewertung der Analyseergebnisse aus den hydrogeologischen Ergebnisberichten des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Materialien zur Umwelt, Heft 2/97, Gülzow 1997

[8] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22. Dezember 2000

[9] Richtlinie 91/676/EG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Amtsblatt der EG Nr. L 375 vom 31. Dezember 1991

[10] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001, BGBl. I S. 959

[11] BEHRENDT, H., HUBER, P., KORNMLICH, M., OPITZ, D., SCHMOLL, G., UEBBE, R.: Nährstoffbilanzierung der Flußgebiete Deutschlands, UBA-Texte 75/99, Berlin 1999

Autoren

BOR Rick-Arne Kollatsch,
 BAR Andreas Kuechler,
 GD Dr. Beate Schwerdtfeger
 Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
 Mecklenburg-Vorpommern
 Goldberger Straße 12, 18273 Güstrow,
 E-Mail:
 rick-arne.kollatsch@lung.mv-regierung.de,
 andreas.kuechler@lung.mv-regierung.de,
 beate.schwerdtfeger@lung.mv-regierung.de

Dr. Bodo Stölken,
 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
 Mecklenburg-Vorpommern,
 Dorfplatz 1, 18276 Gülzow,
 E-Mail: b.stoelken@lfa.mvnet.de

Dr. Stephan Hannappel,
 HYDOR Consult GmbH,
 Am Borsigturm 40, 13507 Berlin,
 E-Mail: hannappel@hydor.de