

Projektbericht

Regionalisierung der Nährstoffbelastung in Oberflächengewässern in Mecklenburg-Vorpommern Regionalization of data of nutrient loads in surface waters in Mecklenburg-Western Pomerania

Um die aktuellen Gewässerschutzaufgaben, insbesondere im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie und den internationalen Meeresschutzübereinkommen, zu erfüllen, wurde in Mecklenburg-Vorpommern eine Regionalisierung der Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer erarbeitet, die von einem empirischen Grundansatz ausgeht. Die amtlichen Daten der Mengen- und Güteüberwachung wurden einzugsgebietsbezogen und flächenspezifisch ausgewertet, um die Belastungsschwerpunkte herauszuarbeiten. Für nicht durch Landesmessnetze überwachte Einzugsgebiete wurde ein auf statistischen Zusammenhängen beruhender Übertragungsansatz genutzt.

1 Veranlassung und Zielsetzung

Hohe Einträge der Pflanzennährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) in die Oberflächengewässer sind nach wie vor eines der Hauptprobleme des Gewässerschutzes in Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V 2008), vor allem im Ostseeinzugsgebiet (BA-CHOR 2004, 2005).

Anforderungen zur Senkung der Nährstoffeinträge formuliert der von den HELCOM-Staaten beschlossene Aktionsplan für die Ostsee (Baltic Sea Action Plan 2007), nach dem die deutschen Phosphoreinträge um 240 t/a und die Stickstoffeinträge um 5.620 t/a gesenkt werden sollen. Bezogen auf den mittleren Jahreseintrag der Ostsee-Zuflüsse aus Mecklenburg-Vorpommern in Höhe von 438 t P/a und 12.125 t N/a für den Zeitraum 1986-2005 müssten bei einer flächenproportionalen Aufteilung Lastreduzierungen von 32 % bei Phosphor und von 27 % bei Stickstoff in den Zuflüssen erreicht werden. Von der AG WRRL des Bund/Länder-Messprogramms Nord- und Ostsee wurden neue Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor (GP) und Gesamt-Stickstoff (GN) in den Zuflüssen abgeleitet (BLMP 2007). In Anlehnung daran wurden im Rahmen der Maßnahmenplanungen für die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) in Verbindung mit der Formulierung der „Wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen“ 2008 neue Nährstofffrachtreduzierungsvorgaben für das Elbeeinzugsgebiet abgestimmt (Verringerung der Nährstoffkonzentrationen um 24 %).

Für das Elbeeinzugsgebiet wurde 2007 im Auftrag der Flussgebietsgemeinschaft eine Modellierung der Nährstoffeinträge durchgeführt (MONERIS, BEHRENDT et al. 2007), die bis zur Ebene der (makroskaligen) Koordinierungsräume hinreichende Ergebnisse ergab. Das Herunterbrechen der Ergebnisse auf Bundeslandebene ergab jedoch erhebliche Differenzen zu den Monitoringergebnissen in Mecklenburg-Vorpommern. Um auf mesoskaliger Ebene Belastungsgebiete zu regionalisieren und insbesondere um daraus konkrete, flächenbezogene Maßnahmen abzuleiten, wurde für das Land Mecklenburg-Vorpommern ein anderer Ansatz gewählt und in einem externen Gutachten (MEHL et al. 2009) bearbeitet; dieses liegt dem folgenden Beitrag zugrunde.

Basis dieser Immissionsanalyse bilden die Nährstoff-Messdaten (Konzentrationen) des gewässerkundlichen Landesdienstes, die repräsentativ die Wasserkörper und die Gewässereinzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern abdecken. Für den nicht überwachten Einzugsgebietsanteil vieler kleiner Küstenzuflüsse und für kleine Gebiete an den Landesgrenzen sollte unter Berücksichtigung der relevanten Einzugsgebietsparameter (z.B. Bodenkenndaten, Dränung, agrarstatistische Daten) ein Regionalisierungsansatz zur räumlichen Übertragung entwickelt werden. Strategisches Gesamtziel war die Schaffung einer ersten, möglichst hoch raumdifferenzierten Kulisse für die Aufstellung bzw. Optimierung der Maßnahmenprogramme zur gezielten und effektiven Reduzierung von Nährstoffeinträgen aus der Fläche.

2 Untersuchungsgebiet

Das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern umfasst in geologischer Hinsicht alle Elemente der glazialen Serie der Weichselvereisung (Grund-/Endmoränen, Sander, Urstromtäler) und seiner postglazialen Entwicklungsstadien (z.B. verbreitete Nieder Moore). Mecklenburg-Vorpommern wird im Bereich des Mecklenburgischen Landrückens von einer Hauptwasserscheide zweigeteilt (Nordsee/Ostsee-Zuströmgebiete). Vor allem südlich des Mecklenburgischen Landrückens liegen viele Seen, die häufig durchflossen werden und damit Teil des Fließgewässernetzes sind (landesweit mehr als 2.000 Seen > 1 ha).

Generell ist eine Abnahme des Niederschlagsdargebots von West nach Ost sowie von Nord nach Süd feststellbar. Die mittleren Jahresniederschläge liegen in einem Bereich von unter 500 mm/a bis zu 700 mm/a (Reihe 1971-2000, vgl. MEHL et al. 2004). Im Bereich der nördlich und nordöstlich gelegenen Grundmoränen dominieren schwere, überwiegend gedränte Böden (Lehmböden), während in den Sandergebieten (Südwesten, Osten) leichte Sandböden vorherrschen. Relativ große Flächenanteile weisen ein belebtes bis hügeliges Relief auf (kuppige Grundmoräne, Endmoräne). Grundwassernahe Bereiche sind überall im Land regelmäßig vermoort. Vor allem auf den schweren Böden dominiert die landwirtschaftliche Nutzung (häufig mehr als 90 % Flächenanteil in Einzugsgebieten). Mit nur einer Großstadt (Rostock, ca. 200.000 Einwohner) und nur knapp 1,7 Mio. Einwohnern (E) ist Mecklenburg-Vorpommern dünn besiedelt (je nach Landkreis zwischen unter 40 E/km² und nahezu 90 E/km²). Industrie ist nur in geringem Umfang vorhanden und konzentriert sich auf die größeren Städte. Die kommunale und industrielle Abwasserentsorgung entspricht grundsätzlich den gesetzlichen Anforderungen.

3 Grundlagen und Methoden

Als Grundlage der Bearbeitung wurden umfangreiche und aktuelle Umweltfachdaten genutzt. Als Bezugszeitraum wurde das

hydrologische Jahr (01.11.–31.10.) gewählt, um der hohen Bedeutung des Abflussgeschehens als Prozessauslöser und Prozessstruktur für die Nährstoffausträge Rechnung zu tragen. Die Berechnungen und Auswertungen wurden für die meteorologisch-hydrologisch sehr unterschiedlichen Einzeljahre 2002 bis 2007 (exemplarisch dargestellt werden nachfolgend 2002 und 2003) sowie als 5-Jahresmittel entsprechender Jahre vorgenommen. Aufgrund der gewählten Abflussjahre lässt sich eine günstige Verteilung und Repräsentanz der Zeitreihe feststellen.

Basierend auf der differenzierten Raumstruktur der oberirdischen Einzugsgebiete der Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V 2001) wurde ein hydrologisch orientierter Regionalisierungsansatz gewählt. Dabei sind folgende Flächenbezüge zu unterscheiden:

- (1) Basis-Einzugsgebiete entsprechend bundeseinheitlicher Gebietsverschlüsselung (mehr als 3.000 Einzugsgebiete, im Mittel ca. 10 km²)
- (2) zu Fließgewässerpegeln zugehörige Einzugsgebiete (verwendet wurden Daten von 134 Pegeln)
- (3) Einzugsgebiete von Gütemessstellen (ca. 200 je Betrachtungsjahr, s.u. und vgl. Tab. 1)

Die für die Pegel vorliegenden und teilweise noch durch Regressionen ergänzten täglichen Werte des Durchflusses wurden insoweit regionalisiert, dass für jedes mit einer Gütemessstelle abgedeckte Teilgebiet ein täglicher Abflusswert generiert werden konnte. Zur Übertragung der täglichen Durchflüsse auf die mehr als 3.000 Basis-Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern wurde wie folgt vorgegangen:

- (1) Differenzierung der Pegelabflüsse anhand der Einzugsgebietshierarchie zur Bestimmung des „gebietsbürtigen“ Abflusses bzw. der Abflussspende von jeweils beobachteten Teilgebieten
- (2) Weitere räumliche Ausdifferenzierung mit Hilfe des landesweit vorliegenden regionalisierten Datensatzes der mittleren Durchflüsse der Reihe 1971-2000 (KLITZSCH & MEHL 2004)

Über Zuweisung der durch Gütemessstellen abgedeckten Einzugsgebiete konnte aus den regionalisierten Abflussspenden nun für jede Gütemessstelle der taggleiche Durchfluss abgegriffen werden. Das damit praktizierte „räumliche Ausdifferenzieren“ der Pegelraten auf der Basis eines taggleichen Ansatzes erscheint fachlich nachvollziehbar. Detailfehlerquellen, die beispielsweise durch Laufzeitunterschiede der Abflusskonzentration bzw. des Durchflussverlaufes verursacht werden können, wurden für diesen ersten landesweiten Nährstoffregionalisierungsansatz als vernachlässigbar angenommen. Da die Regionalisierung des taggleichen Abflusses bzw. Durchflusses auf der Ebene der Basis-Einzugsgebiete

Tabelle 1 Anzahl der landesweit verwendeten Messstellen (MST) mit mindestens 10 Messungen/Jahr						
Hydrologisches Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MST Stickstoff	219	193	199	210	168	214
MST Phosphor	229	198	200	210	168	213

in Mecklenburg-Vorpommern vorgenommen wurde, war ferner jeweils nur die Verwendung eines Gütedatensatzes pro Tag und Teilgebiet sinnvoll (bei mehreren Datensätzen wurde der höchste Konzentrationswert ausgewählt) und konnte die Lage einer Gütemessstelle innerhalb eines Teilgebiets vernachlässigt werden (ggf. „virtuelles Verschieben“ an den Gebietsauslass eines Basisgebiets).

Weil die Genauigkeit einer Frachtberechnung wesentlich von der zeitlichen Repräsentanz abhängt, wurde zudem das Kriterium ≥ 10 Messungen je Teilgebiet und hydrologischem Jahr angewandt (nahezu monatlicher Messwert). Im Ergebnis dieser Filterung lagen damit für rund 200 Messstellen Datensätze für GN und GP für die Periode 2002 bis 2007 vor (Tab. 1). Die Gesamtmethode ist in Abbildung 1 dargestellt.

Zur Frachtberechnung fand die u.a. bei BEHRENDT & DANNOWSKI (2005) beschriebene und von der OSPAR Commission favorisierte „abflusskorrigierte Standardmethode“ Anwendung. Diese erzielt im Rahmen der einfachen Berechnungsverfahren nach den Vergleichen von HILDEN (2003) die der Realität am besten entsprechenden Ergebnisse:

$$F_{Q(a)} = \frac{MQ(a)}{Q_{M(a)}} \cdot t \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i$$

mit

$F_{Q(a)}$ durchflussnormierte Jahresfracht

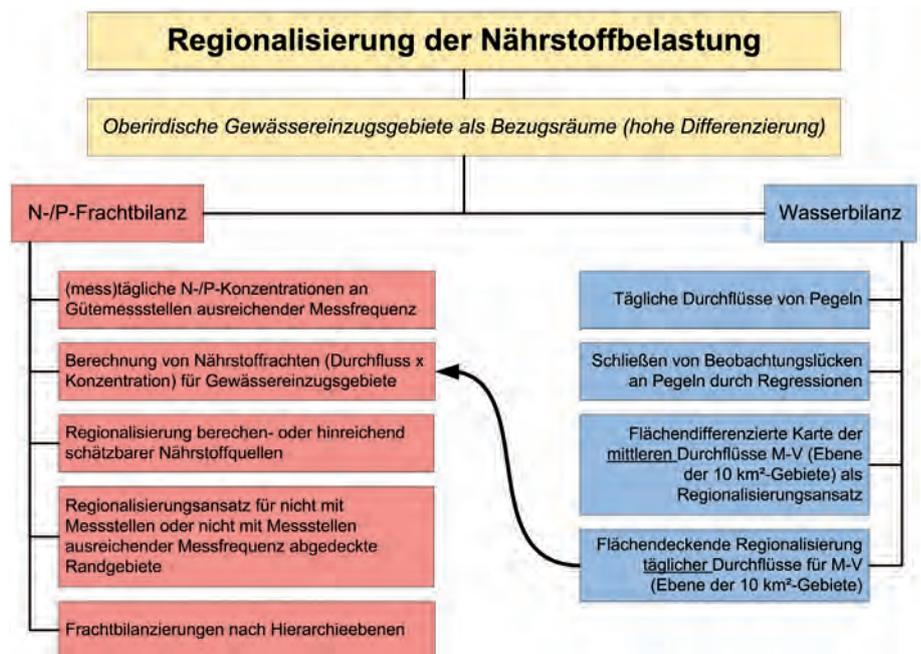


Abbildung 1
Methodischer Ablauf der Nährstoffregionalisierung

- $M_{Q(a)}$ mittlerer Durchfluss des Jahres a, abgeleitet/
regionalisiert aus Pegeldaten
- $Q_{M(a)}$ Mittelwert der Durchflüsse an den Tagen mit Be-
probung bzw. Konzentrationswert, abgeleitet/
regionalisiert aus Pegeldaten
- C_i Konzentrationswert der i-ten Beprobung im Jahr a
- Q_i zugehöriger, taggleicher Durchfluss an der
Konzentrationsmessstelle
- n Anzahl der Konzentrationsmessungen/-werte
- t Berechnungszeitraum = 1 Jahr

Für die mit Gütemessstellen abgedeckten Einzugsgebiete konnten somit Frachten berechnet werden. Durch Abzug der Frachten von ebenfalls messtechnisch ausreichenden beobachteten Teilgebieten lässt sich die Fracht weiter räumlich ausdifferenzieren und ergibt bei Division durch die jeweils maßgebliche Flächengröße der Teilgebiete den „effektiven, flächenbezogenen Austrag“ als Fracht in $t a^{-1} km^{-2}$. „Negative“ Frachten (< 0) sind als Gebietsrückhalt (Retentions- bzw. Verlustraum) aufzufassen und bedeuten, dass in dieses Gebiet eine größere Fracht eingetragen wird als letztlich am Gebietsauslass erscheint.

Für die beobachteten Gebiete wurden multiple lineare Regressionsbeziehungen mit Landschafts- bzw. Belastungsgrößen als Regressoren und (jeweils gebietsbürtigen) flächenbezogenen Stickstoff- bzw. Phosphoraustrag als Regressanden abgeleitet und die Funktionen zur Frachtregionalisierung in den unbeobachteten Gebieten verwendet (vgl. Frachtbetrachtungen zur Nährstoffbelastung für 225 dänische Einzugsgebiete von MÜLLER-WOHLFEIL et al. 2003). Mit dieser in der Hydrologie sehr üblichen Methodik (MERZ 2006), einschließlich einer expertengestützten Plausibilitätsprüfung bzw. Validierung, wurden die räumlichen Datenlücken in unbeobachteten Einzugsgebieten mit einer Gesamtfläche von 2.480 km^2 (10,8 % der Landesfläche) geschlossen.

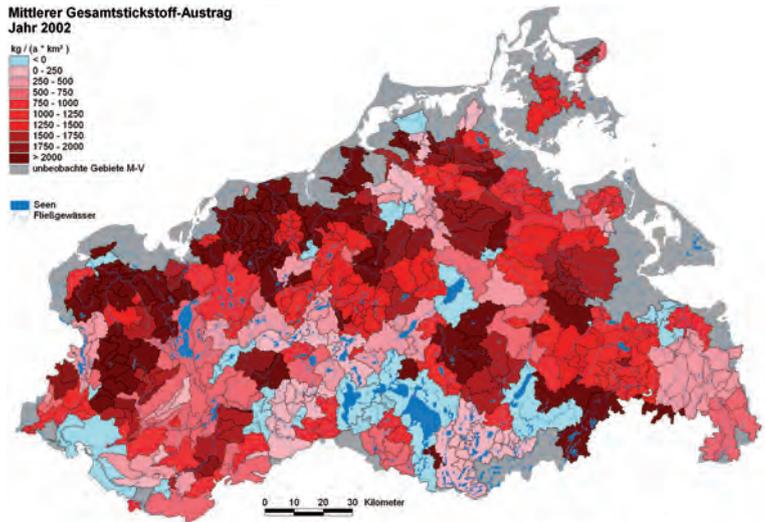


Abbildung 2
Mittlere N-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag im Jahr 2002

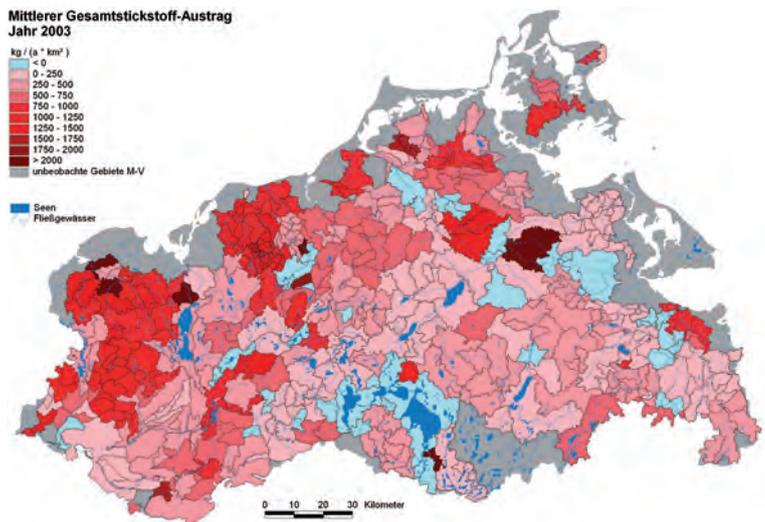


Abbildung 3
Mittlere N-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag im Jahr 2003

4 Ergebnisse der Frachtbilanzierung

4.1 Differenzierte Teilgebiete

Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen zunächst exemplarisch das Regionalisierungsergebnis für die durch Gütemessstellen abgedeckte Einzugsgebietskulisse in Mecklenburg-Vorpommern für das Feuchtjahr 2002 und das Trockenjahr 2003. Sowohl bei N als auch bei P bestätigen die dargestellten Ergebnisse eindrucksvoll die hohe Bedeutung der meteorologischen und hydrologischen Bedingungen für den flächigen Stoffaustrag. Das Feuchtjahr 2002 führte im Vergleich zum Trockenjahr 2003 auf Grund des intensiveren landschaftlichen Wassertransportes zu signifikant höheren Austrägen der Pflanzennährstoffe.

Das mittlere Verhalten aller Gebiete in Mecklenburg-Vorpommern, d.h. einschließlich der durch räumliche Übertragung einbezogenen Einzugsgebiete, zeigen die Abbildungen 6 und 7. Der hohe räumliche Kontrast bzw.

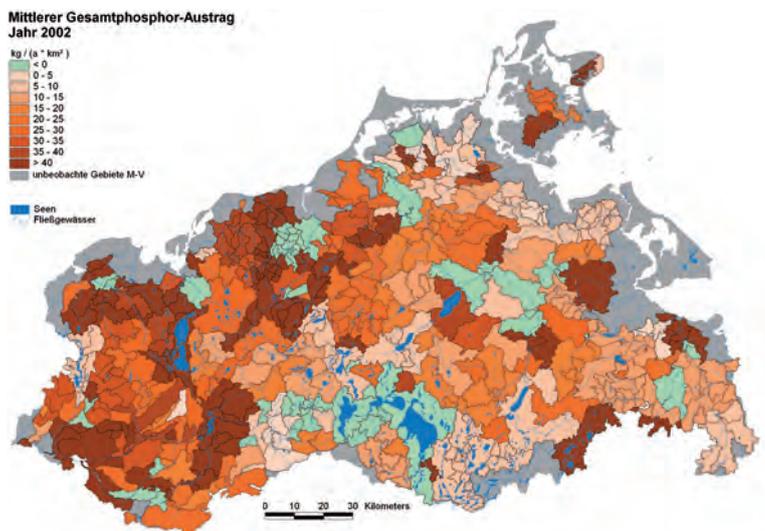


Abbildung 4
Mittlere P-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag im Jahr 2002

die hohe räumliche Differenzierung in der Belastungskulisse wird hier deutlich. So sind es vornehmlich die Gebiete mit hoher landwirtschaftlicher Flächennutzung auf schweren, gedrähten Flächen, die beim Stickstoff, aber auch beim Phosphor hohe Austräge zeigen. Beim Phosphor treten hohe Flächenausträge, aber offenkundig auch in Gebieten mit leichten, grundwassernahen Böden auf (sorptionsarme Böden). Demgegenüber wirken Gebiete mit großen oder vielen Seen und/oder naturnaher Flächennutzung bzw. naturnahen Gewässersystemen reduzierend für die N- und die P-Frachten (Senkenfunktion). Nährstoffbelastungsschwerpunkt sind generell die nördlichen und nordwestlichen Einzugsgebiete des Ostseeraumes.

4.2 WRRL-Bearbeitungsgebiete

Eine zusätzliche räumliche Aggregation der Fracht- und Belastungsbilanzierung erfolgt auf der Ebene der WRRL-Flussgebietseinheiten bzw. ihrer Teil- bzw. Bearbeitungsgebiete (Tab. 2, Abb. 8 und 9; nicht in Tab. 2 enthalten sind wegen geringer Flächenabdeckung die Gebiete 696, 589 und 591 entsprechend Abb. 8 und 9).

Tabelle 2		
N- und P-Austräge aus den Flussgebietseinheiten bzw. deren Bearbeitungsgebieten in Mecklenburg-Vorpommern (t/a, Mittelwert der Bezugsreihe 2002-2007)		
Flussgebietseinheiten/ Bearbeitungsgebiete	Gesamt- N-Austrag	Gesamt- P-Austrag
ELB Elde/Müritz (592)	1.103	58
ELB Obere Havel (581)	103	7
ELB Sude (593)	1.346	45
ODR Uecker/Zarow (968/969)	1.014	33
S/T Stepenitz (962)	1.234	22
W/P KG Ost (965)	3.376	93
W/P KG West (963)	1.549	26
W/P Peene (966)	2.732	59
W/P Warnow (964)	2.358	62

4.3 Nord- und Ostseegebiet

Die Frachtbilanzierung entsprechend der Hauptwasser-scheide in Mecklenburg-Vorpommern ergibt als Mittelwert der Bezugsperiode 2002-2007 im Ergebnis folgende Werte:

- Ostsee-einzugsgebiet: 12.283 t/a N und 295 t/a P
- Nordsee-einzugsgebiet: 2.553 t/a N und 111 t/a P

Bezogen auf die Einzugsgebietsflächen ergeben sich danach folgende gebiets-spezifische mittlere (effektive) Flächenausträge:

- Ostsee-einzugsgebiet (16.828 km²):
730 kg km⁻² a⁻¹ N und 17,5 kg km⁻² a⁻¹ P
- Nordsee-einzugsgebiet (6.210 km²):
411 kg km⁻² a⁻¹ N und 17,9 kg km⁻² a⁻¹ P

4.4 WRRL-Küstenwasserkörper

Besonders für die WRRL-Küstenwasserkörper erfolgte eine Frachtbilanzierung aus Zuflüssen für die mittlere Bezugsperiode (Abb. 10, Tab. 3).

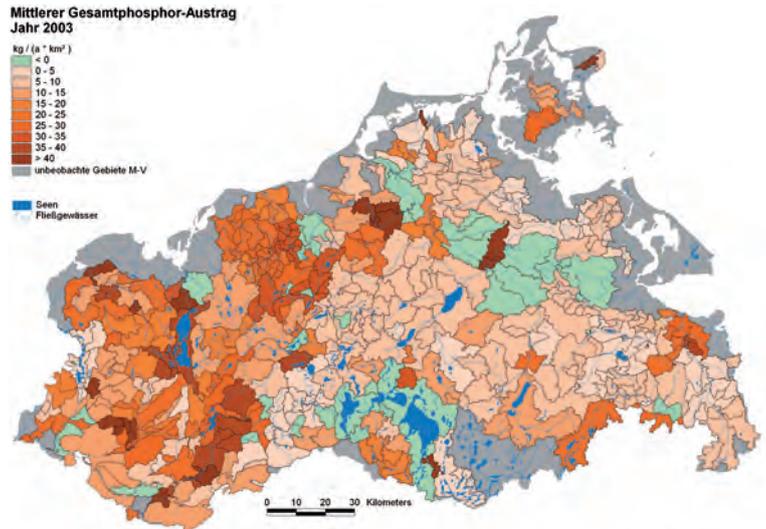


Abbildung 5
Mittlere P-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag im Jahr 2003

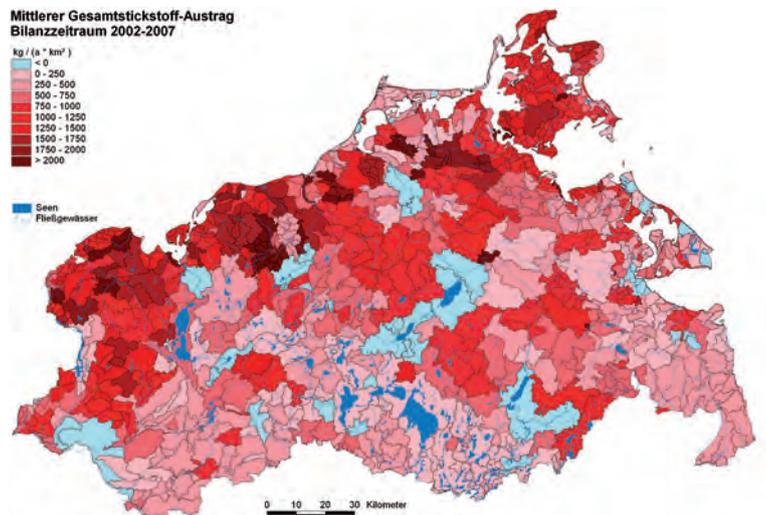


Abbildung 6
Mittlere N-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel 2002-2007)

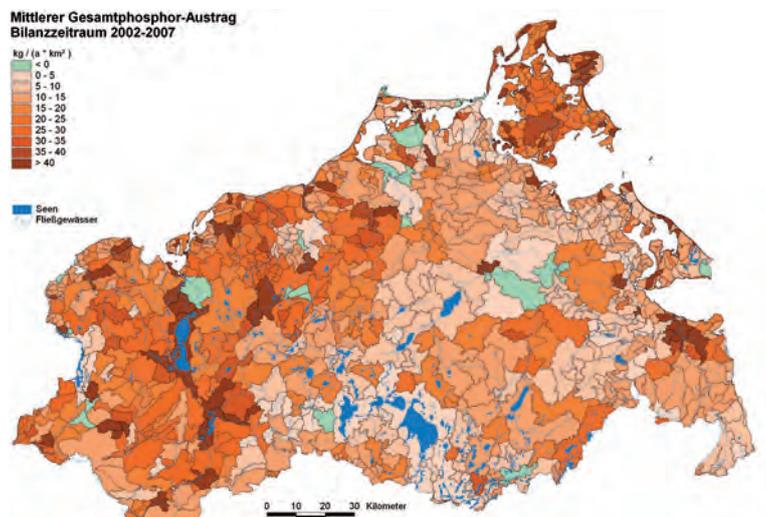


Abbildung 7
Mittlere P-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel 2002-2007)

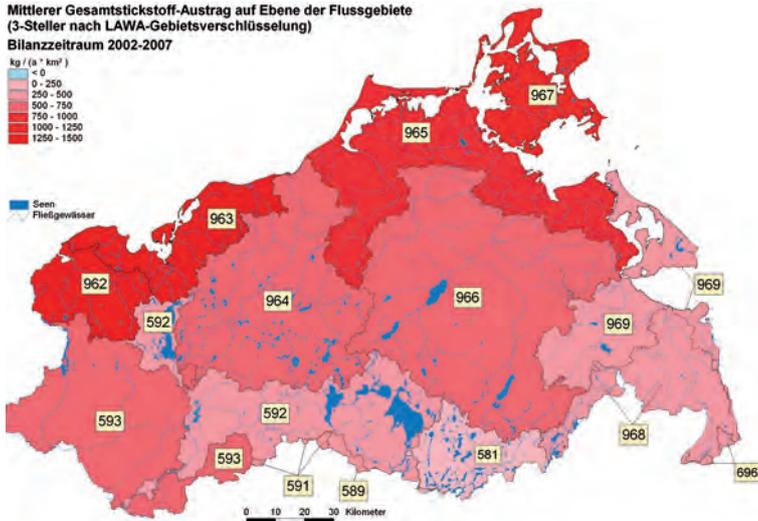


Abbildung 8
Mittlere N-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel des Bezugszeitraumes 2002-2007)

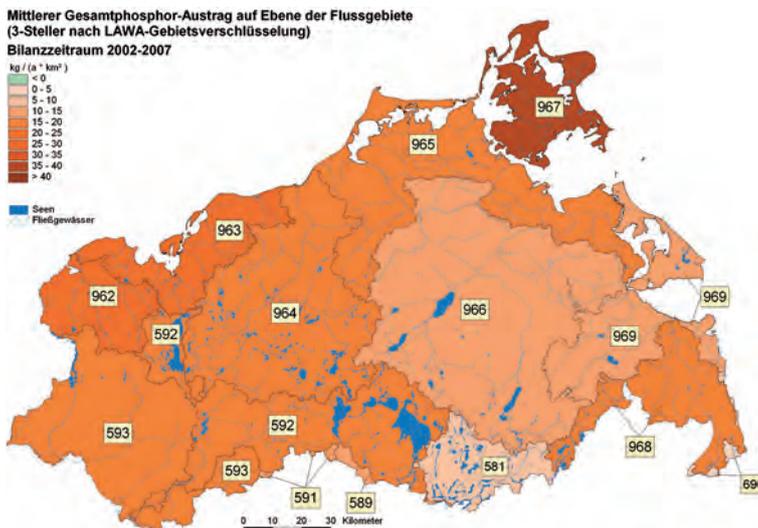


Abbildung 9
Mittlere P-Fracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel des Bezugszeitraumes 2002-2007)

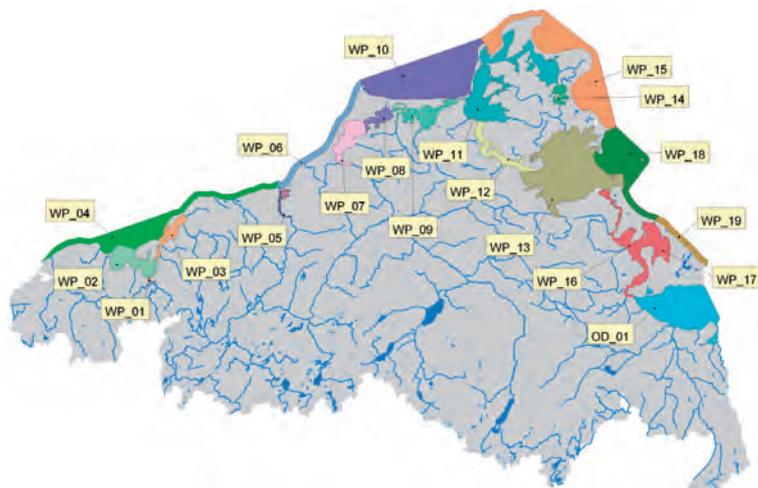


Abbildung 10
Küstenwasserkörper in Mecklenburg-Vorpommern

Tabelle 3
Stickstoff- und Phosphoreinträge der Küsten-Wasserkörper in Mecklenburg-Vorpommern aus Zuflüssen des Küsten- raumes (t/a, Mittelwert der Bezugsreihe 2002-2007)

Küsten- Wasser- körper-Nr.	Bezeichnung des Küsten-Wasserkörpers	Gesamt- N-Eintrag	Gesamt- P-Eintrag
OD_01	Kleines Haff	972	32
WP_01	Wismarbucht, Südteil	103	3
WP_02	Wismarbucht, Nordteil	293	4
WP_03	Wismarbucht, Salzhaff	596	10
WP_04	Südliche Mecklenburger Bucht/Travemünde bis Warnemünde	549	9
WP_05	Unterwarnow	2.358	62
WP_06	Südliche Mecklenburger Bucht/Warnemünde bis Darß	25	1
WP_07	Ribnitzer See/Saaler Bodden	814	17
WP_08	Koppelstrom/Bodstedter Bodden	19	1
WP_09	Barther Bodden, Grabow	526	8
WP_10	Prerowbucht/ Darsser Ort bis Dornbusch	3	0
WP_11	Nord- und Westrügische Bodden	705	19
WP_12	Strelasund	307	12
WP_13	Greifswalder Bodden	538	18
WP_14	Kleiner Jasmunder Bodden	102	3
WP_15	Nord- und Ostrügische Gewässer	82	4
WP_16	Peenestrom, Achterwasser	2.962	64
WP_17	Peenestrom, Achterwasser	57	5
WP_18	Pommersche Bucht, Nordteil	0	0
WP_19	Pommersche Bucht, Südteil	16	1

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die N- und die P-Belastung ist eindeutig ein Schwerpunktproblem des Gewässerschutzes in Mecklenburg-Vorpommern und spiegelt sich in den „Wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen“ gemäß EG-WRRRL in den Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schlei/Trave wider. N-Belastungsschwerpunkte sind dabei Einzugsgebiete mit folgenden Eigenschaften: hoher Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche, großer Anteil mit hoher Ackerwertzahl, hoher Anteil an Dränfläche, hoher Anteil verrohrter und naturferner Gewässer. Kläranlagen spielen bei der N-Belastung nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die relative N-Belastung im Ostsee-Einzugsge-

biet ist signifikant höher als im Nordsee-Einzugsgebiet, was an den mehrheitlich unterschiedlichen Gebietseigenschaften liegt (hohe Bedeutung der landschaftlichen und damit geologisch-bodenkundlichen sowie hydrologischen Verhältnisse in Folge der glazialen Serie wie z.B. geringerer Direktabfluss sowie hoher Standgewässeranteil als Nährstoffsenken im Elbeeinzugsgebiet). P-Belastungsschwerpunkte sind Einzugsgebiete mit folgenden Eigenschaften: hoher Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche, hoher Anteil „magerer“ (leichter, sandiger) grundwassernaher Böden, in Einzelfällen bedeutsame Abwasserbehandlungsanlagen (kommunale Kläranlagen/Kleinkläranlagen) und/oder Industriekläranlagen. Die relative P-Belastung im Ostsee-Einzugsgebiet entspricht aber der im Nordsee-Einzugsgebiet. Grundsätzlich ist die N- und P-Senkenfunktion von Seen, Mooren, Wäldern und naturnahen Fließgewässern (in betreffenden Einzugsgebieten) augenfällig.

Die angewandte Methodik bildet in ihrer analytischen Qualität einen konzeptionellen Ansatz zur Identifizierung der Nährstoffbelastungen, der auf einer empirischen Herangehensweise fußt. Die Ausrichtung auf die Eruiierung der Abflusssituation und ihrer Kopplung mit dem Nährstofftransportverhalten in möglichst hoher räumlicher und zeitlicher Diskretisierung erlaubt eine differenzierte Herkunftsanalyse nach hydrologischen räumlichen Einheiten (oberirdischen Teileinzugsgebieten). Die Frachtberechnung basiert auf amtlichen Messwerten mit hoher Plausibilität und hoher umwelt- und gesellschaftspolitischer Akzeptanz. Der Modellansatz erscheint universell übertragbar, kann aber entsprechend jeweiliger Datenverfügbarkeit in räumlicher und zeitlicher Hinsicht inhaltlich beschränkt sein.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Dr. D. Mehl
Dipl.-Ing. A. Steinhäuser
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Nebelring 15, 18246 Bützow
Email: dietmar.mehl@institut-biota.de

Dipl.-Ing. F. Koch
Dipl.-Ing. A. Kuchler
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern
Goldberger Straße 12, 18273 Güstrow

Literaturverzeichnis

- BACHOR, A. (2004): Nährstoff- und Schwermetallbilanzen der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns unter besonderer Berücksichtigung ihrer Sedimente. – Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
- BACHOR, A. (2005): Nährstoffeinträge in die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns – eine Belastungsanalyse. – Rostocker Meeresbiol. Beitr. 14, 17-32
- BEHRENDT, H. & R. DANNOWSKI (Hrsg.) (2005): Nutrients and heavy metals in the Odra River System – Emissions from point and diffuse sources, their loads, and scenario calculations on a possible changes. – Weißensee Verlag, Berlin
- BEHRENDT, H., D. OPITZ & M. VENOHR (2007): Anforderungen an die Nährstoffreduzierungen in den Koordinierungsräumen der Flussgebietseinheit Elbe. – Bericht im Auftrag der Flussgebietsgemeinschaft Elbe. – Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
- BLMP (2007): Eutrophierung in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee, Handlungsempfehlungen zur Reduzierung der Belastung durch Eutrophierung gemäß WRRRL, OSPAR & HELCOM im Kontext einer Europäischen Wasserpolitik
- HILDEN, M. (2003): Ermittlung von Stoff-Frachten in Fließgewässern – Probenahmestrategien und Berechnungsverfahren. – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.), Kulturbuchverlag, Hannover
- KLITZSCH, S. & D. MEHL (2004): Mittlere Wasserbilanzen der Bezugsperiode 1971-2000 in den Flussgebieten Mecklenburg-Vorpommerns. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 48 (5), 181-185
- LUNG M-V (2001): Ausgrenzung oberirdischer Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern. – digitale Daten. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow, Stand: 14.12.2001
- LUNG M-V (2008): Gewässergütebericht 2003/2004/2005/2006. Ergebnisse der Güteüberwachung der Fließ-, Stand- und Küstengewässer und des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Güstrow
- MEHL, D., A. STEINHÄUSER & S. KLITZSCH (2004): Die Trends der mittleren Niederschlags- und Abflussverhältnisse in den Flussgebieten Mecklenburg-Vorpommerns. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 43 (4), 63-134
- MEHL, D., A. STEINHÄUSER, U. KÄSTNER & J. MÜLLER (2009): Regionalisierung der Nährstoffbelastung in Oberflächengewässern in Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
- MERZ, R. (2006): Regionalisierung von statistischen Hochwasserkenngrößen. – Wiener Mitteilungen Band 197, 109-130
- MÜLLER-WOHLFEIL, D.-J., X. CHONG-YU & H. L. IVERSEN (2003): Estimation of Monthly River Discharge from Danish Catchments. – Nordic Hydrology 34 (4), 295-320