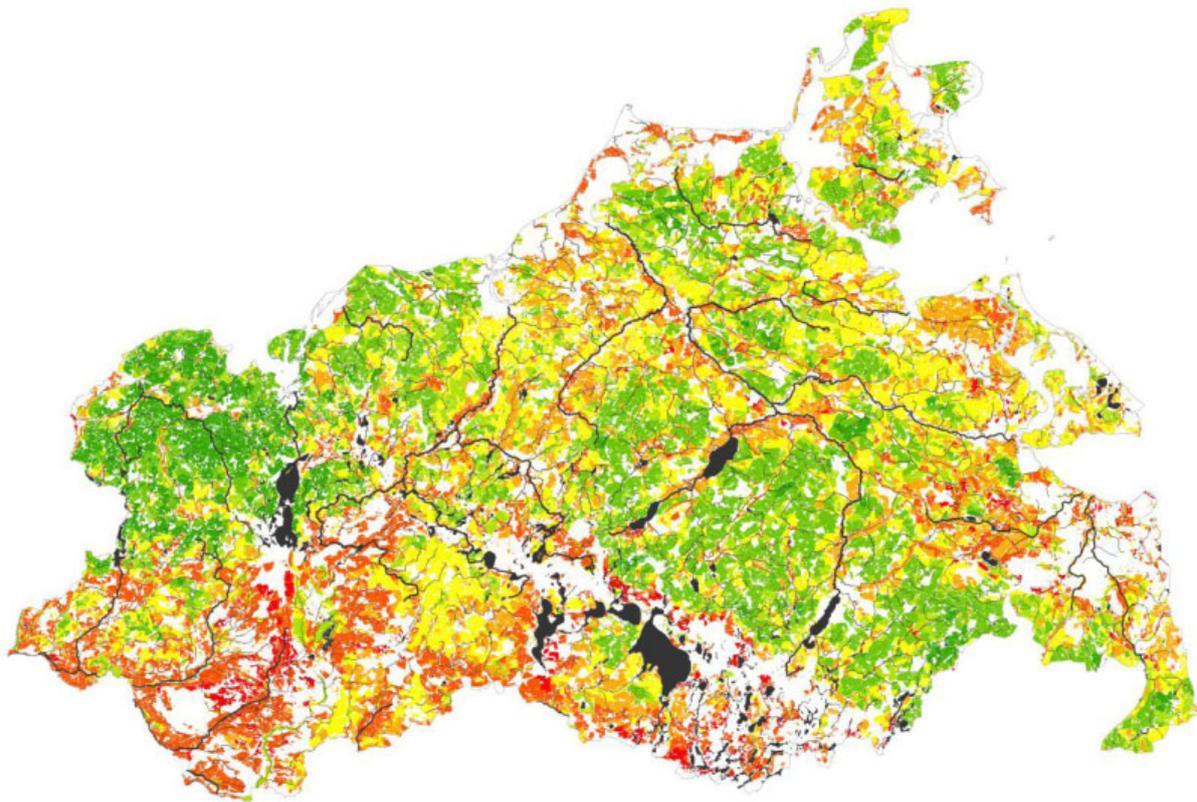


Regionalisierte Flächenbilanzen für Stickstoff und Phosphor auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern

im Auftrag des

**Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und
Geologie Mecklenburg Vorpommern**

(2013)



biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Geschäftsführer:

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
Dr. rer. nat. Volker Thiele

USt.-Id.-Nr. (VAT-Number):

DE 164789073
086 / 106 / 02690

Steuernummer (FA Güstrow):

Konto 114422900 Commerzbank AG (13040000)
Konto 779 750 Volks- und Raiffeisenbank
Güstrow e.G. (14061308)

Bankverbindungen:

Sitz:

18246 Bützow, Nebelring 15

Telefon:

038461 / 9167-0

Telefax:

038461 / 9167-50 oder -55

E-Mail:

postmaster@institut-biota.de

Internet:

www.institut-biota.de

Handelsregister:

Amtsgericht Rostock HRB 5562

Auftragnehmer und Bearbeitung:

Dr.-Ing. Lutz Kreßner
Dr. rer. nat. Tim Hoffmann
Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl

biota – Institut für ökologische Forschung
und Planung GmbH

Nebelring 15
18246 Bützow

Telefon: 038461/9167-0
Telefax: 038461/9167-50

Email: postmaster@institut-biota.de
Internet: www.institut-biota.de

Auftraggeber:

Dipl.-Ing. Franka Koch
(fachliche Ansprechpartnerin)

Landesamt für Umwelt,
Naturschutz und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern

Goldberger Straße 12
18273 Güstrow

Telefon: 03843/777-0
Telefax: 03843/777-106

Email: poststelle.lung.mv-regierung.de
Internet: www.mv-regierung.de/lung

Vertragliche Grundlage:

Vertrag vom 11.05/18.05.2011

Bützow, den 13. November 2013

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
(Geschäftsführer)

| | |
|--|-----------|
| Kurzfassung | 6 |
| 1 Danksagung | 11 |
| 2 Einleitung | 12 |
| 2.1 Veranlassung und Aufgabenstellung..... | 12 |
| 2.2 Untersuchungsgebiet | 15 |
| 2.3 Datengrundlagen (Überblick)..... | 18 |
| 2.4 Grundansatz der Bilanzierung der Nährstoffüberschüsse | 18 |
| 3 Datengrundlagen (differenziert)..... | 25 |
| 3.1 Grundsätze | 25 |
| 3.2 Administrative Geodaten | 25 |
| 3.3 Feldblockkatasterdaten..... | 25 |
| 3.4 Daten über die Art der landwirtschaftlichen Nutzungen | 27 |
| 3.4.1 Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle..... | 27 |
| 3.4.2 Grünlandflächen mit naturschutzgerechter Bewirtschaftung..... | 28 |
| 3.5 Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung..... | 30 |
| 3.6 Ertragsdaten der landwirtschaftlichen Nutzflächen | 31 |
| 3.7 Landwirtschaftliche Tierhaltungsdaten | 36 |
| 3.8 Daten zur Nutzung von Sekundärrohstoffen..... | 38 |
| 3.8.1 Daten zur landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung..... | 38 |
| 3.8.2 Daten zur landwirtschaftlichen Kompost- und Gärrestverwertung | 39 |
| 3.9 Daten zur atmosphärischen Stickstoffdeposition..... | 40 |
| 3.9.1 Daten des Umweltbundesamtes..... | 40 |
| 3.9.2 Daten des European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) | 40 |
| 4 Methodik der regionalisierten Nährstoffbilanzberechnung für Stickstoff und Phosphor | 41 |
| 4.1 Geometrische Grundlagen..... | 41 |
| 4.2 Regionalisierung der landwirtschaftlichen Erträge | 42 |
| 4.2.1 Erträge nach Standorttyp | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2 Erträge nach Wirtschaftsweisen | 46 |
| 4.3 Berechnung des Nährstoffentzuges mit dem Erntegut | 47 |
| 4.4 Schätzung der Gesamtnährstoffzufuhr | 48 |
| 4.5 Berechnung der Nährstoffzufuhr aus der Tierhaltung | 52 |
| 4.6 Berechnung der Nährstoffzufuhr durch symbiotische Stickstoffbindung | 58 |
| 4.7 Ermittlung der Nährstoffzufuhr durch atmosphärische Deposition | 59 |
| 4.7.1 Einleitung | 59 |
| 4.7.2 Atmosphärische Stickstoffdeposition nach Daten den Umweltbundesamtes | 59 |
| 4.7.3 Atmosphärische Stickstoffdeposition nach EMEP | 59 |
| 4.8 Berechnung der mineralischen Ausgleichsdüngung | 60 |
| 5 Flächendeckende, jährweise Ermittlung der regionalisierten Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor | 61 |
| 6 Auswertung und Diskussion | 63 |
| 6.1 Räumliche und zeitliche Differenzierung der berechneten Flächenbilanzsalden der Einzeljahre | 63 |
| 6.2 Räumliche und zeitliche Differenzierung der berechneten Flächenbilanzsalden der Dreijahresmittelwerte | 70 |
| 6.3 Vergleich mit vorliegenden Daten der Gewässerbelastung | 72 |
| 6.4 Vergleich mit den Anforderungen der Düngeverordnung | 76 |
| 6.5 Betrachtung der Gesamtmengenentwicklung | 81 |
| 6.6 Plausibilität/Belastbarkeit der Ergebnisse | 85 |
| 6.6.1 Modellunsicherheiten und Abschätzung der Parametersensitivität | 85 |
| 6.6.2 Methodische Veränderungen gegenüber WIEBENSOHN (2008) | 89 |
| 6.6.3 Sonstige Anmerkungen | 90 |
| 6.6.4 Berechnungsbeispiele der Nährstoffbilanzierung | 90 |
| 6.7 Gegenüberstellung mit Werten aus anderen Quellen | 91 |
| 6.7.1 Stickstoffgesamtbilanz für Deutschland | 91 |
| 6.7.2 Stickstoff-Flächenbilanz für Deutschland | 92 |
| 6.7.3 Vorjahresergebnisse der Stickstoffbilanzierung für Mecklenburg- Vorpommern | 93 |

| | |
|--|------------|
| 6.7.4 Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse der einzelnen Bundesländer | 94 |
| 6.7.5 Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss der landwirtschaftlichen Nutzfläche für Kreise und kreisfreie Städte..... | 95 |
| 6.7.6 Schlagkarteiauswertung für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturen auf dem Ackerland in Mecklenburg-Vorpommern..... | 96 |
| 7 Zusammenfassung und Ausblick..... | 98 |
| 8 Quellen | 100 |
| 8.1 Rechtsdokumente..... | 100 |
| 8.2 Wissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen..... | 100 |
| 8.3 Internet und Download | 103 |
| Anhang I: Berechnungsparameter..... | 104 |
| Anhang II: Kartendarstellungen | 117 |
| Anhang III: Berechnungsbeispiele..... | 177 |

Kurzfassung

(Vortragskurzfassung auf dem 18. Gewässersymposium „Landwirtschaft und Gewässerschutz“ des LUNG M-V, 20.11.2013 in Güstrow)

Berechnung regionalisierter Stickstoff- und Phosphorbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern

Dietmar Mehl

Veranlassung und Zielstellung

Die Datenauswertung der Gewässerüberwachung in Mecklenburg-Vorpommern zeigt trotz positiver Entwicklungen in den vergangenen Jahren anhaltende Defizite der Gewässergüte, insbesondere bei den Belastungen mit Stickstoff (N) und Phosphor (P). Während die Einträge aus Punktquellen (Kläranlagen) seit Beginn der 1990-er Jahre erheblich reduziert werden konnten, ist der relative Anteil der diffusen (flächenhaften) Nährstoffeinträge gestiegen. Die Nährstoffbelastung trägt neben den strukturellen Defiziten (ausgebaute, begradigte und z. T. für Fische unpassierbare Flüsse und Bäche) dazu bei, dass sich 90 % der Fließgewässer-, 33 % der Seen- und 95 % der 1-sm-Küstengewässerkörper sowie 33 % der Grundwasserkörper nicht im Einklang mit den Zielvorstellungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) befinden.

Diffuse Nährstoffeinträge in Gewässer können insbesondere beim Stickstoff, teilweise aber auch beim Phosphor in großem Umfang der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zugeordnet werden, wobei es je nach Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen regionale Abweichungen gibt. Als allgemein anerkannter Indikator zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme hinsichtlich der Nährstoffausträge in Gewässer bzw. zur Abschätzung der Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen haben sich „Nährstoffbilanzen“ etabliert. Im Zuge der Umsetzung der Nitratrichtlinie und der WRRL wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Verfahren entwickelt, welche als Flächenbilanz nach dem Top-Down-Ansatz ein Saldo aus der Differenz von Nährstoffzufuhr und -abfuhr ermitteln. Da diese Methoden bisher jedoch nur grobe, bundesweite Schätzungen mit einer geringen räumlichen Auflösung sind, die auf unsicheren statistischen Daten basieren, können hiermit kaum Aussagen mit einem kleinräumigen, regionalen Bezug abgeleitet werden (z.B. auf Einzugsgebietsebene). Seit Novellierung der Düngeverordnung (DüV) im Jahr 2006 wird zwar für das jeweils abgelaufene Düngejahr ein betrieblicher Nährstoffvergleich für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor vorgeschrieben (Flächenbilanz oder aggregierte Schlagbilanz). Da aber die Betriebsinhaber diese Bilanzen nur auf Anforderungen im Rahmen von Kontrollen vorzulegen haben, besteht keine zentrale Erfassung.

Insofern war es Ziel einer Auftragsbearbeitung [1], eine Modellierung differenzierter Stickstoff- und Phosphorbilanzsalden (Überschüsse) für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern auf Basis der Feldblockdatensätze der Jahre 2005-2010 durchzuführen und als Eingangsdaten für die flächendeckende Modellierung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes in Mecklenburg-Vorpommern zu nutzen.

Methodik

Die Überschüsse der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor sollten durch Saldierung der Zu- und Abflüsse auf den landwirtschaftlichen Flächen bilanziert werden (Abb. 1). Dies ermöglicht verschiedene räumliche Auswertebenen im Sinne eines Nährstoffsaldos bzw. einer Nährstoffbilanz [2]: Nährstoffzufuhr - Nährstoffentzug = Nährstoffsaldo.

Hierzu wurde die bereits bei [3] für Mecklenburg-Vorpommern entwickelte und entsprechend dokumentierte Methodik angewandt und weiterentwickelt. Diese basiert auf den methodischen Ansätzen der deutschlandweiten Nährstoffbilanzierung, im Besonderen der Ableitung von Stickstoff- und Phosphor-Flächenbilanzüberschüssen entsprechend [4]. Räumlich umfassende und regionalisierte Nährstoffbilanzüberschüsse (bspw. für Flussgebiete) können aufgrund der Datenverfügbarkeit i.d.R. nur als Flächenbilanzen kalkuliert werden [4], so dass dieser Ansatz auch hier verfolgt werden musste. Die Flächenbilanz bildet nur einen Teil der Gesamtbilanz (Hoftorbilanz) ab, erfasst aber die für die Bodenflächen wesentlichen Aspekte [5].

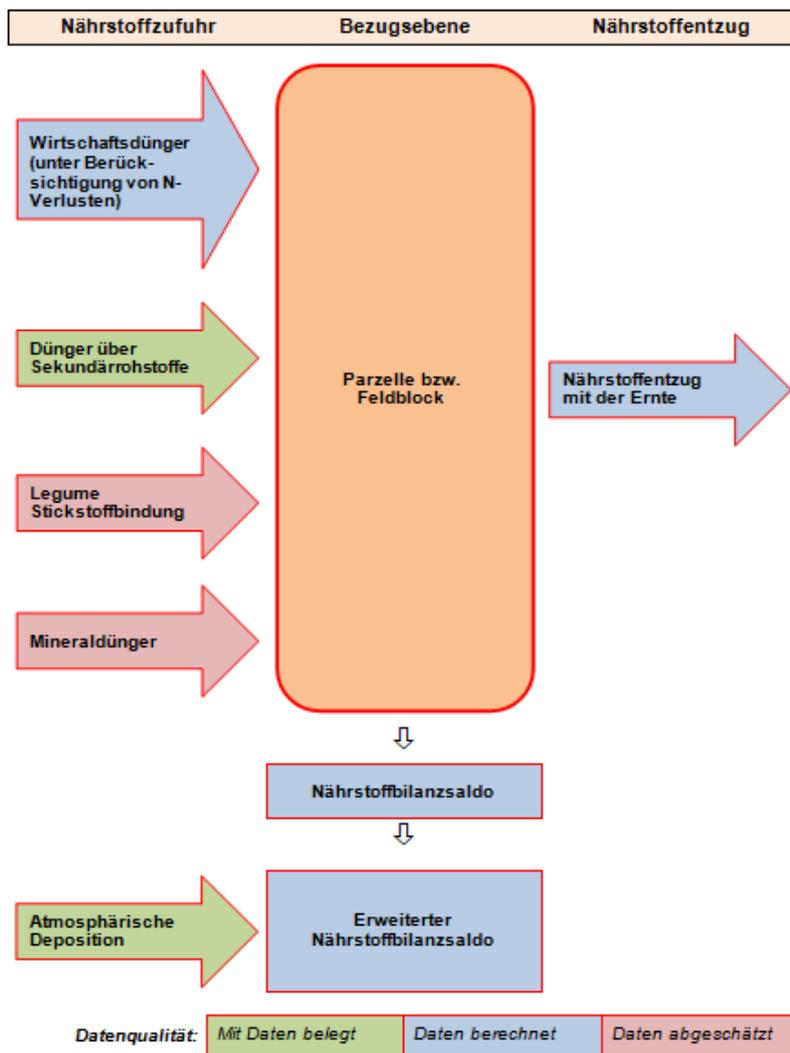


Abbildung 1: Ansatz der Flächenbilanzierung aus [1] (grafische Darstellung in Anlehnung an [6])

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden vor allem die folgenden (digitalen) Datengrundlagen herangezogen:

- InVeKos-Daten:
 - digitales Feldblockkataster der Jahre 2006-2010 von Mecklenburg-Vorpommern
 - Daten zu Anbaukulturen (Anbaufläche, Kulturart, Nutzungsart und Unternehmen pro Parzelle und Feldblock {verschlüsselt}) für die Jahre 2005-2010
 - Daten zur Tierhaltung pro Unternehmer für die Jahre 2005-2010
- amtliche Agrarstatistik des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommern für die 24 am häufigsten angebauten Kulturarten für die Jahre 2005-2010 für die ehemaligen 12 Landkreise
- Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)
- Daten zur atmosphärischen Stickstoffdeposition
- Einzugsgebietsstrukturen (Flussgebiete) des DLM25W
- administrative Verwaltungsgrenzen Mecklenburg-Vorpommern

Ergebnisse

Die Lage im Hinblick auf Grundlagendaten ist sehr unterschiedlich. Insofern mussten verschiedene Berechnungs- und Schätzalgorithmen entwickelt werden. Der insgesamt gewählte Ansatz zur Berechnung von differenzierten Stickstoff- und Phosphorbilanzsalden für die landwirtschaftlichen Nutzflächen Mecklenburg-Vorpommerns nach [3] hat sich als zielführend erwiesen. Neben einer verbesserten rechentechnischen Umsetzung ist der methodische Ansatz durch die Einbeziehung weiterer bilanzrelevanter Daten (z. B. Umfang der ökologischen Landwirtschaft, Ertragsniveau der extensiven Grünlandnutzung, atmosphärische Deposition in zwei Varianten), durch eine konsequente Überprüfung der Eingangsdaten und Berechnungsparameter in Rückkopplung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe sowie durch die Erweiterung der Bilanzrechnung durch die Entwicklung und Anwendung eines speziellen Algorithmus zur Verteilung von Überschussmengen an organischem Wirtschaftsdünger optimiert worden, so dass die Ergebnisse insgesamt als realitätsnahe Schätzung der Nährstoffbilanzen der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern gewertet werden können (Tab. 1). Demnach liegen für den Zeitraum von 2005 bis 2010 die jährlichen, auf ca. 70.000 Feldblöcke bezogenen Flächenbilanzen für Stickstoff und Phosphor vor und bestätigen gerade beim Stickstoff sehr weitgehend bisherige wasserwirtschaftliche Analysen zur räumlichen Belastungssituation (Abb. 2). Beim Phosphor sind in weiten Landesteilen negative Salden zu konstatieren, was auch zeigt, dass sowohl die Nährstoffversorgungssituation der Böden, als auch das Belastungspotenzial für die Gewässer sehr regionalspezifisch betrachtet werden müssen.

Zudem zeigen die berechneten Flächenbilanzsalden trotz einer festgestellten stetigen Zunahme der Ausgleichsdüngermengen (Mineraldünger und Sekundärrohstoffe) keine eindeutigen Tendenzen hinsichtlich einer Erhöhung bzw. eines Rückgangs. Da die Berechnung zum Teil auf Parametern basiert, welche nur durch eine weitere empirische Auswertung von realen Betriebsdatensätzen validiert werden können, erscheint eine mindestens stichprobenartige und repräsentative Überprüfung der modellierten Flächenbilanzen anhand von ausgewählten Flächen als sinnvoll und wird hier vorgeschlagen.

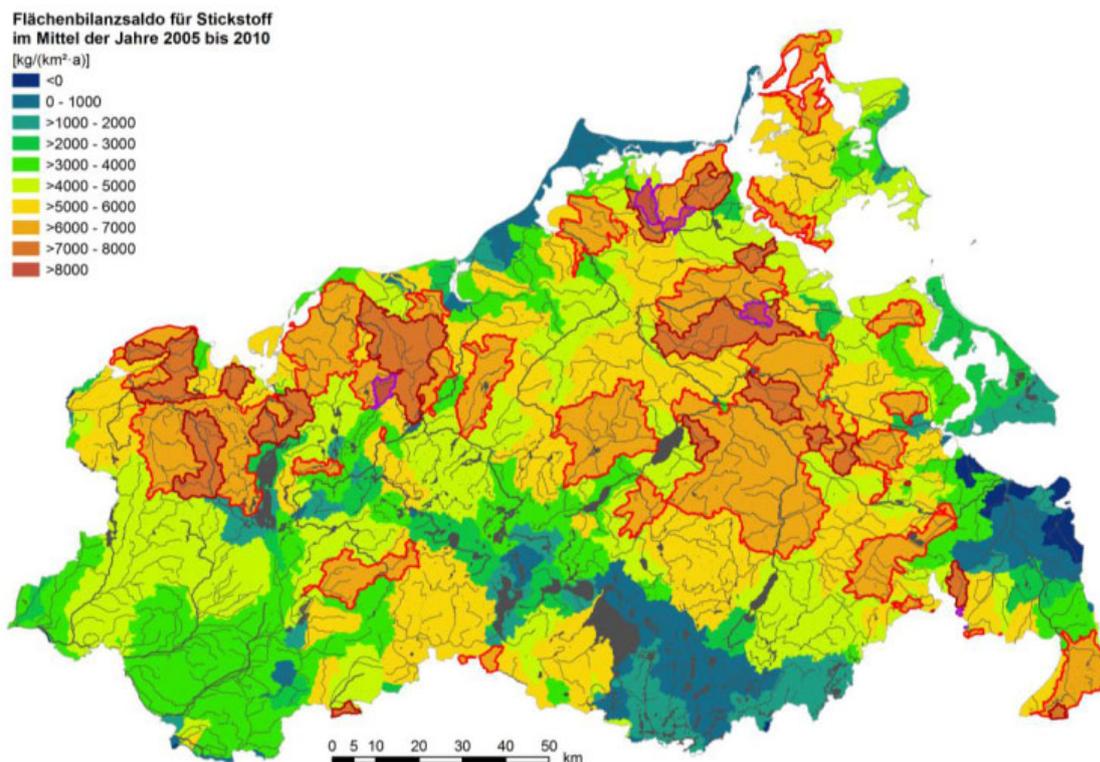


Abbildung 2: Berechnete Flächenbilanzsalden für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern (Mittel des Bezugszeitraums 2005-2010), ausgewertet nach Einzugsgebieten (LAWA-5-Steller) mit Hervorhebung der potenziellen Belastungsgebiete, aus [1]

Um Fehlinterpretationen der modellierten Flächenbilanzsalden auf Feldblockebene hinsichtlich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern auszuschließen, wird zudem darauf hingewiesen, dass eine Übertragung der berechneten Bilanzergebnisse auf einzelbetriebliche Daten nicht möglich ist. Gleichmaßen ist es unzulässig, diese Ergebnisse 1:1 mit Werten anderer Bundesländer oder den Werten aus dem Nitratbericht der Bundesregierung zu vergleichen, da sich sowohl die Daten, als auch die zugrunde gelegten Bilanzierungsmodelle unterscheiden.

Tabelle 1: Jährliche Mittelwerte (Landesdurchschnitt Mecklenburg-Vorpommern) der berechneten Stickstoffflächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke, aus [1]

| Jahr | mittlerer Flächenbilanzsaldo Stickstoff kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | mittlerer Flächenbilanzsaldo Phosphor kg ha ⁻¹ a ⁻¹ |
|------|--|--|
| 2005 | 53,9 | -3,0 |
| 2006 | 61,9 | -1,4 |
| 2007 | 59,0 | -1,5 |
| 2008 | 60,8 | -1,2 |
| 2009 | 59,7 | -1,5 |
| 2010 | 74,3 | 1,4 |

Quellen

- [1] BIOTA (2013): Regionalisierte Flächenbilanzen für Stickstoff und Phosphor auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. – biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 196 S.
- [2] KAPE, H.-E., PÖPLAU, R., VON WULFFEN, U. & ROSCHKE, M. (2007): Umsetzung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 in Mecklenburg-Vorpommern. Gemeinsame Beratungsempfehlung der Länder Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern. – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 48 S.
- [3] WIEBENSOHN, J. (2008): Erprobung einer neuen Methodik zur Erstellung regionaler Stickstoff- und Phosphorflächenbilanzen für Mecklenburg-Vorpommern auf der Basis verfügbarer Daten der Agrarstatistik. Masterarbeit, Universität Rostock, 68 S.
- [4] BEHRENDT, H., BACH, M., KUNKEL, R., OPITZ, D., PAGENKOPF, W.-G., SCHOLZ, G. & WENDLAND, F. (2003): Internationale Harmonisierung der Quantifizierung von Nährstoffeinträgen aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer Deutschlands. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 299 22 285, 202 S.
- [5] BACH, M., FREDE, H.-G., SCHWEIKART, U. & HUBER, A. (1999): Regional differenzierte Bilanzierung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse der Landwirtschaft in den Gemeinden/Kreisen in Deutschland, in: BEHRENDT, H., HUBER, P., KORNMILCH, M., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R. [Hrsg.]: Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. – UBA-Texte 75/99.
- [6] LFULG Sachsen (2012): Formen der Nährstoffbilanzierung in Praxis und Beratung des Ökologischen Landbaus, www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Naehrstoffbilanz_VerfahrenOEL1.pdf.

Autor

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
18246 Bützow, Nebelring 15
E-Mail: dietmar.mehl@institut-biota.de

1 Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe mit Vertretern des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) sowie der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) der LMS Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern/Schleswig-Holstein GmbH für die konstruktive und hilfreiche Begleitung des Vorhabens.

Ein besonderer Dank gilt Frau Koch, LUNG M-V, für die Unterstützung bei der Datenbeschaffung und die organisatorische Abwicklung des Vorhabens. Herrn Dr. Kape, LFB/LMS, gebührt tiefer Dank für die stete fachliche Unterstützung, insbesondere im Hinblick auf die landwirtschaftlichen Prognose- bzw. Berechnungsgrundlagen der Nährstoffbilanzierung.

2 Einleitung

2.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Veranlassung und Aufgabenstellung ergeben sich aus der Leistungsbeschreibung des Auftraggebers und werden hier im Folgenden leicht modifiziert wiedergegeben:

Die Datenauswertung der Gewässerüberwachung in Mecklenburg-Vorpommern zeigt trotz positiver Entwicklungen in den vergangenen Jahren anhaltende Defizite der Gewässergüte, insbesondere bei den Belastungen mit Stickstoff (N) und Phosphor (P). Während die Einträge aus Punktquellen (Kläranlagen) seit Beginn der 1990-er Jahre erheblich reduziert werden konnten, ist der relative Anteil der diffusen (flächenhaften) Nährstoffeinträge gestiegen.

Die Defizite der Gewässerbeschaffenheit sind im Ergebnis der Bestandsaufnahme nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und den daraus resultierenden Bewirtschaftungsplänen für alle Flussgebietseinheiten in Mecklenburg-Vorpommern erneut deutlich geworden. Die Nährstoffbelastung trägt neben den strukturellen Defiziten (ausgebaute, begradigte und z. T. für Fische unpassierbare Flüsse und Bäche) dazu bei, dass sich 90 % der Fließgewässer-, 33 % der Seen- und 95 % der 1-Seemeile-Küstengewässerkörper sowie 33 % der Grundwasserkörper nicht im Einklang mit den Zielvorstellungen der WRRL befinden. Nach der WRRL sollen die Gewässer in der Europäischen Gemeinschaft bis zum Jahre 2015 einen Zustand erreichen, der entsprechend Definition nur gering von ihrem natürlichen Zustand abweicht. Die Nährstoffkonzentrationen in den Wasserkörpern der Küste und des Binnenlandes müssen deutlich verringert werden, um die Voraussetzungen zur Erreichung eines guten Zustandes zu schaffen. Weitergehende Ziele zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in die Ostsee ergeben sich u. a. aus den durch die Bundesrepublik Deutschland eingegangenen vertraglichen Verpflichtungen zum Meeresschutz. Durch Gesetz vom 23. August 1994 ist Deutschland dem internationalen Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes und des Nordostatlantiks beigetreten (HELCOM und OSPAR). Die Helsinki-Kommission, oder HELCOM, ist exekutiv verantwortlich für den Schutz der Meeresumwelt der Ostsee und geht auf die gleichnamige Konvention der Mitgliedsstaaten im baltischen Raum aus dem Jahr 1992 zurück. OSPAR (auch OSPARCOM) ist die Abkürzung für das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks im Jahr 1992. Es ist nach den beiden Vorläufern benannt, der OSLO-Konvention (OSCOM) von 1972 und Paris-Konvention (PARCOM) von 1974. Sitz der exekutiven OSPAR-Kommission ist London.

Diffuse Nährstoffeinträge in Gewässer können insbesondere beim Stickstoff, teilweise aber auch beim Phosphor in großem Umfang der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zugeordnet werden, wobei es je nach Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen regionale Abweichungen gibt. In der Flussgebietseinheit Warnow/Peene beispielsweise, die ca. 75 % der Landesfläche in Mecklenburg-Vorpommern umfasst, stammen nach Berechnungen des Umweltbundesamtes 60-70 % der Nährstoffeinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Stickstoffeinträge in die Gewässer erfolgen hauptsächlich über die Pfade Dränung und Grundwasser. Haupteintragspfade für diffuse Phosphoreinträge sind das Grundwasser und die Erosion. Wesentliche Emissionsorte sind somit der oberflächige Abfluss in das Gewässer, der Übergangsbereich der ungesättigten Zone zum Grundwasser (bei sickerwasserbestimmten Flächen) unter land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie der Übergang des Bodenwassers in das Dränsystem bei gedränten Flächen.

Um die Nährstoffbelastungen der Gewässer zu mindern, werden in Mecklenburg-Vorpommern Maßnahmen entwickelt, die vorrangig an der Quelle ansetzen, d. h. die Emissionen (Austräge) aus landwirtschaftlich genutzten Flächen vermindern sollen.

Unter diesem Aspekt hat sich vor allem der Stickstoffbilanz-Saldo seit vielen Jahren zu einem allgemein anerkannten Schlüsselindikator zur Dokumentation, Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme entwickelt. Überschüssige Nährstoffe aus landwirtschaftlichen Quellen werden hauptsächlich in die Gewässer eingetragen und haben weit reichende Auswirkungen auf den Naturhaushalt (Versauerung, Eutrophierung, Nitratbelastung des Grundwassers, von Oberflächengewässern sowie der Meere, Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt). N- und P-Bilanzsalden dienen dazu, die Emissionen aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen und die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen zu bewerten.

Des Weiteren werden flächenbezogene N- und P-Bilanzsalden als Eingangsdaten für die flächendeckende Modellierung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes in Mecklenburg-Vorpommern benötigt. Um Aussagen darüber treffen zu können, welche Maßnahmen auf welchen Flächen am besten dazu geeignet sind, die Nährstoffbelastungen in bestimmten Oberflächengewässern oder Grundwasserkörpern um das notwendige Maß zu reduzieren, ist eine Verknüpfung der emissionsseitigen und immissionsseitigen Daten erforderlich. Dies erfolgt in Mecklenburg-Vorpommern im parallel laufenden Projekt „Quantifizierung der Nährstoffeinträge in das Grundwasser und die Oberflächengewässer mit regionaler und eintragspfadbezogener Differenzierung“ mit den im Forschungszentrum Jülich entwickelten und angewendeten Methoden GROWA, WEKU, DENUZ und MEPHOS.

Das großräumige Wasserhaushaltsmodell GROWA in Verbindung mit dem Grundwassertransportmodell WEKU berechnet auf Grundlage der modellierten Stickstoffüberschüsse die Stickstoffauswaschung aus dem Boden und über den Direktabfluss in die Oberflächengewässer bzw. in das Grundwasser und von dort in die Oberflächengewässer. Dabei werden neben den Komponenten Klima, Bodenbedeckung, Topografie und Geologie auch die Denitrifikation in der Bodenzone sowie im Grundwasser berücksichtigt. Das Modell erlaubt weiterhin Aussagen zu den Fließwegen und Verweilzeiten der Nährstoffe im Untergrund. Zur Denitrifikation hat das Forschungszentrum Jülich einen neuen, verbesserten Ansatz DENUZ entwickelt. Das Modell MEPHOS berechnet die Phosphoreintragspfade.

Mit Hilfe der Modellierung sollen u. a. die Auswirkungen von Bewirtschaftungsszenarien auf die Höhe der Nährstoffüberschüsse (vor allem N) in ihrer Wirkung auf die Belastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer quantifiziert werden.

Die vorgenannten Arbeiten sind Inhalt eines gemeinsamen Konzeptes der Landwirtschafts- und Wasserwirtschaftsverwaltung zur Minderung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer und das Grundwasser Mecklenburg-Vorpommerns (LU M-V 2011). Das Konzept wurde von den Einrichtungen LUNG (Federführung), Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) und zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) bei der LMS GmbH im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern erarbeitet.

Die Aufgabenstellung des Auftraggebers umfasst vor diesem Hintergrund als Ziel die Modellierung differenzierter Stickstoff- und Phosphorbilanzsalden (Überschüsse) für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern auf Basis der Feldblockdatensätze der Jahre 2005-2010, wobei hier auf die von WIEBENSOHN (2008) entwickelte Methodik nach dem top-down-Ansatz zurück gegriffen werden soll, welche sich prinzipiell nach dem von BACH et al. (1999) entwickelten Modell richtet (basierend auf den Bilanzierungsrichtlinien der PARCOM¹). Die Stickstoff- und Phosphorbilanzsalden sind dabei unter folgenden Gesichtspunkten zu berechnen:

¹ Paris Convention (Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks, www.ospar.com)

1. Weitergehende Differenzierung der Bilanzierungsergebnisse auf Grundlage neuer Geodaten
2. Korrektur einzelner Datengruppen in Abstimmung mit der Projektgruppe des Auftraggebers (LUNG, LFA, LFB) wie z. B.
 - Umfang der ökologischen Landbewirtschaftung
 - Ertragsniveau des ökologischen Landbaus, alle Kulturen, insbesondere aber beim Leguminosenanbau
 - Umfang der extensiven Grünlandnutzung
 - Weitere Untersetzung der Bilanzierung für Grünland, insbesondere Definition differenzierter Nutzungs- bzw. Ertragsstufen, Einbeziehung von Bodenarten (z. B. Moor) und legume N-Bindung
 - Spezifizierung der Nährstoffverteilung aus organischen Wirtschaftsdüngern, insbesondere nach Fruchtartengruppen, Nutzungsintensitäten
 - Spezifizierung des Einflusses von Nutzungsarten und Nutzungsintensitäten bei den einzelnen Pflanzengruppen (z. B. Kartoffeln - Vermehrung, Stärke, Speise, Lagerung) auf den Düngebedarf und die Düngerverteilung
 - Einbeziehung von Angaben der LFA und LFB zu landestypischen Erträgen und Düngermengen bei Kulturen, für die in der Agrarstatistik keine Erhebungen vorliegen
 - Einbeziehung der Tierhaltungsformen und -intensitäten (Mutterkuh, ökologische Haltung) und der daraus resultierenden Lager- und Ausbringungsverluste
 - Berücksichtigung des Nährstoffeinsatzes aus Gärresten, Komposten und Klärschlämmen
 - Anpassung des Ertragsniveaus nach Standorttypen bzw. Bodenarten
3. Berechnung von zwei Varianten der N-Bilanz mit Input-Daten für die atmosphärische Stickstoffdeposition (1) nach GAUGER et al. (2007) für die zur Verfügung stehenden Jahresdaten sowie (2) mit jährlichen EMEP²-Daten
4. Berechnung für die Einzeljahre 2005 bis 2010
5. Berechnung von jeweils dreijährigen Mittelwerten (2005-2007, 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010)

Um Fehlinterpretationen der nachfolgend modellierten Stickstoff- und Phosphor-Flächenbilanzsalden auf Ebene der landwirtschaftlichen Feldblöcke in Mecklenburg-Vorpommern auszuschließen, wird explizit darauf hingewiesen, dass eine einfache Übertragung der berechneten Bilanzergebnisse auf einzelbetriebliche Daten nicht möglich ist. Gleichmaßen ist es unzulässig, diese Ergebnisse ohne Weiteres mit Werten anderer Bundesländer oder den Werten aus dem Nitratbericht der Bundesregierung zu vergleichen, da sich sowohl die Daten hinsichtlich Qualität und Zeitbezug, als auch die zugrunde gelegten Bilanzierungsmodelle unterscheiden.

² EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme, www.emep.int)

2.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet bildet die landwirtschaftliche Nutzfläche des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (Abb. 2-2). Diese wird durch die vorhandenen Feldblockkataster der Jahre 2005 bis 2010 definiert (für das Jahr 2005 ersatzweise das Feldblockkataster von 2006).

Mecklenburg-Vorpommern war dabei im Untersuchungszeitraum 2005-2010 in 12 Landkreise und 6 kreisfreie Städte (Neubrandenburg, Schwerin und die Hansestädte Greifswald, Rostock, Stralsund sowie Wismar) administrativ untergliedert, wobei die (relativ kleinflächigen) kreisfreien Städte für die Berechnungen den umgebenden bzw. räumlich in nächster Nähe liegenden Landkreisen zugeordnet wurden. Dadurch können methodisch bedingte Verzerrungen infolge des relativ geringen Flächenumfangs der Landwirtschaft in kreisfreien Städten vermieden werden.

In Auswertung der Hauptnutzungsangaben aus den Feldblockkatastern der Jahre 2005 bis 2010 über die Acker- und Grünlandnutzung ergibt sich, dass über die Jahre 2005 bis 2010 und in etwa gleichbleibend 62 % der Gesamtlandesfläche als Acker bzw. Grünland genutzt wurden (Tab. 2-1). Auch die Veränderungen im direkten Flächenvergleich der beiden Nutzungsarten Acker- und Grünland über die Jahre 2005 bis 2010 sind nur marginal (Abb. 2-1).

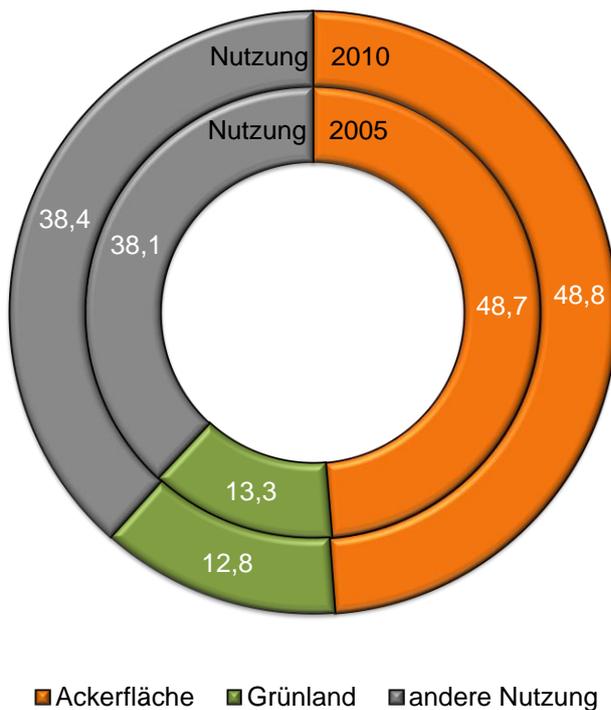


Abbildung 2-1: Prozentualer Vergleich der Nutzungsarten Acker- sowie Grünland der Feldblockkataster 2005/2006 und 2010, bezogen auf die Gesamtfläche des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern

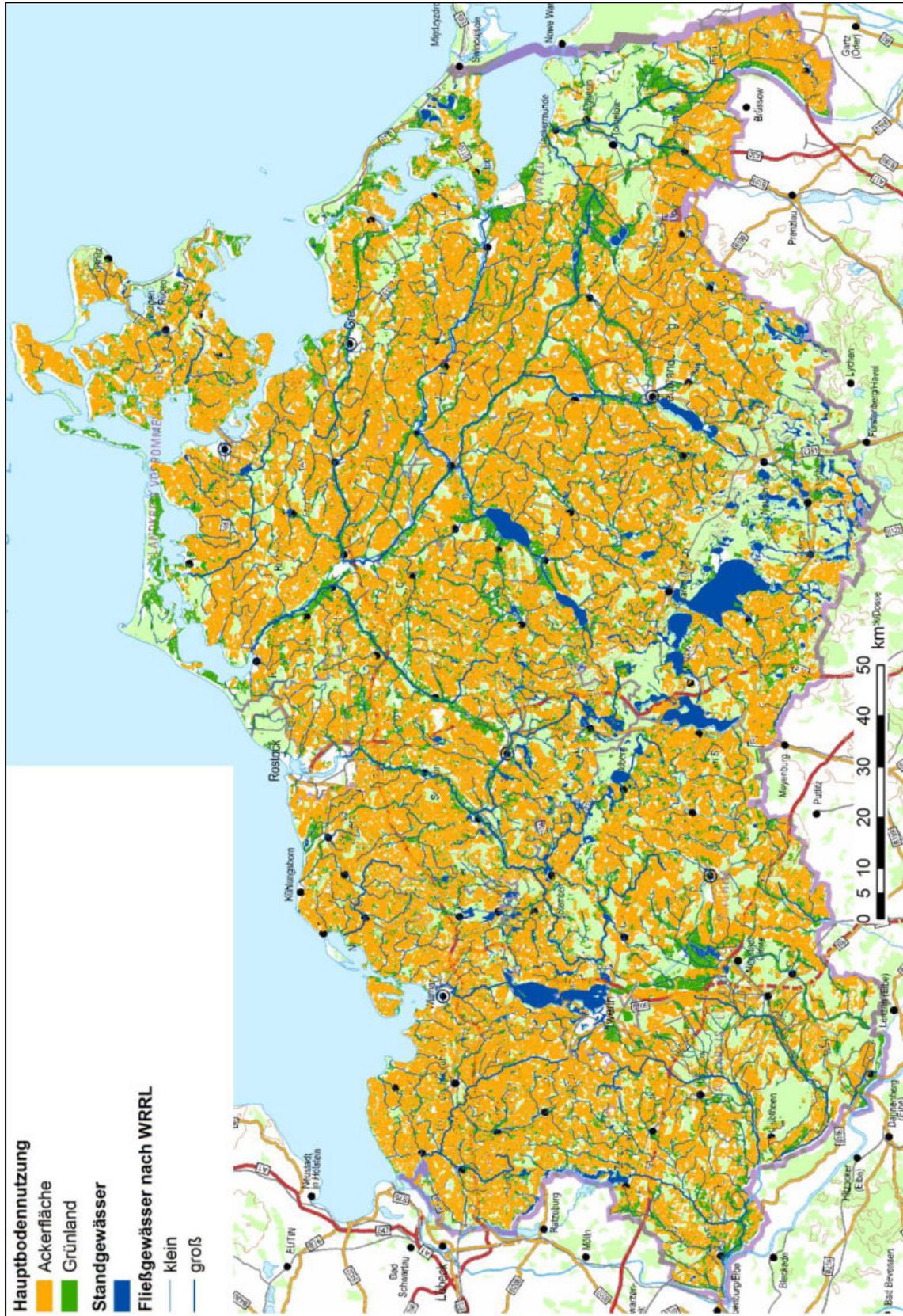


Abbildung 2-2: Landwirtschaftliche Hauptbodennutzung in Mecklenburg-Vorpommern im Jahre 2010 (Grundlage: Feldblockkataster 2010)

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

Tabelle 2-1: Flächenanteile von Acker- und Grünland in den Landkreisen Mecklenburg-Vorpommerns

| Feldblockkataster 2005/2006 | | | | | | |
|---|--------|-----------|-----------------|----------|----------------|-------------------------|
| Landkreis (vor Kreisgebietsreform 2011) | Fläche | Ackerland | Ackerlandanteil | Grünland | Grünlandanteil | Acker- + Grünlandanteil |
| | [ha] | [ha] | [%] | [ha] | [%] | [%] |
| Bad Doberan | 136,5 | 76,1 | 55,8 | 17,7 | 13,0 | 68,7 |
| Demmin | 193,3 | 110,9 | 57,4 | 25,8 | 13,4 | 70,7 |
| Güstrow | 206,4 | 105,5 | 51,1 | 31,6 | 15,3 | 66,4 |
| Ludwigslust | 252,8 | 107,1 | 42,4 | 37,3 | 14,8 | 57,1 |
| Mecklenburg-Strelitz | 209,9 | 87,3 | 41,6 | 20,7 | 9,9 | 51,5 |
| Müritz | 171,8 | 68,5 | 39,9 | 17,0 | 9,9 | 49,7 |
| Nordvorpommern | 213,7 | 113,7 | 53,2 | 28,8 | 13,5 | 66,7 |
| Nordwestmecklenburg | 208,4 | 126,4 | 60,6 | 19,4 | 9,3 | 70,0 |
| Ostvorpommern | 190,2 | 90,6 | 47,6 | 34,2 | 18,0 | 65,6 |
| Parchim | 224,2 | 106,2 | 47,4 | 28,0 | 12,5 | 59,9 |
| Rügen | 97,2 | 51,2 | 52,6 | 13,1 | 13,5 | 66,1 |
| Uecker-Randow | 149,4 | 53,3 | 35,7 | 25,0 | 16,7 | 52,4 |
| <i>Mittelwert</i> | | | 48,7 | | 13,3 | 62,1 |
| Feldblockkataster 2010 | | | | | | |
| Landkreis (vor Kreisgebietsreform 2011) | Fläche | Ackerland | Ackerlandanteil | Grünland | Grünlandanteil | Acker- + Grünlandanteil |
| | [ha] | [ha] | [%] | [ha] | [%] | [%] |
| Bad Doberan | 136,5 | 77,8 | 57,0 | 16,1 | 11,8 | 68,8 |
| Demmin | 193,3 | 111,6 | 57,7 | 25,3 | 13,1 | 70,8 |
| Güstrow | 206,4 | 10,6 | 51,4 | 30,7 | 14,9 | 66,3 |
| Ludwigslust | 252,8 | 10,8 | 42,6 | 36,8 | 14,6 | 57,1 |
| Mecklenburg-Strelitz | 209,9 | 87,0 | 41,4 | 19,4 | 9,3 | 50,7 |
| Müritz | 171,8 | 67,8 | 39,5 | 17,5 | 10,2 | 49,6 |
| Nordvorpommern | 213,7 | 113,9 | 53,3 | 27,8 | 13,0 | 66,4 |
| Nordwestmecklenburg | 208,4 | 127,3 | 61,1 | 18,3 | 8,8 | 69,8 |
| Ostvorpommern | 190,2 | 90,0 | 47,3 | 32,3 | 17,0 | 64,3 |
| Parchim | 224,2 | 106,3 | 47,4 | 27,7 | 12,4 | 59,8 |
| Rügen | 97,2 | 51,5 | 53,0 | 12,8 | 13,2 | 66,2 |
| Uecker-Randow | 149,4 | 53,3 | 35,7 | 23,7 | 15,9 | 51,6 |
| <i>Mittelwert</i> | | | 48,8 | | 12,8 | 61,8 |

2.3 Datengrundlagen (Überblick)

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden vor allem die folgenden (digitalen) Datengrundlagen herangezogen:

- InVeKos-Daten:
 - digitales Feldblockkataster der Jahre 2006-2010 von Mecklenburg-Vorpommern (für das Jahr 2005 wurde ersatzweise das Feldblockkataster von 2005 verwendet)
 - Daten zu Anbaukulturen (Anbaufläche, Kulturart, Nutzungsart und Unternehmen pro Parzelle und Feldblock {verschlüsselt}) für die Jahre 2005-2010
 - Daten zur Tierhaltung (durchschnittliche Stückzahlen) pro Unternehmer für die Jahre 2005-2010
- amtliche Agrarstatistik des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommern für die 24 am häufigsten angebauten Kulturarten für die Jahre 2005-2010 für die ehemaligen 12 Landkreise
- Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) von Mecklenburg-Vorpommern
- Daten zur atmosphärischen Stickstoffdeposition nach GAUGER et al. (2007) und EMEP
- Einzugsgebietsstrukturen (Flussgebiete) des DLM25W
- administrative Verwaltungsgrenzen Mecklenburg-Vorpommern

2.4 Grundansatz der Bilanzierung der Nährstoffüberschüsse

Die Überschüsse der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor sollten durch Saldierung der Zu- und Abflüsse auf den landwirtschaftlichen Flächen bilanziert werden (vgl. Abb. 2-4). Dies ermöglicht verschiedene räumliche Auswertebenen im Sinne eines Nährstoffsaldos bzw. einer Nährstoffbilanz (vgl. u.a. KAPE et al. 2007):



Hier wurde die bereits bei WIEBENSOHN (2008) für Mecklenburg-Vorpommern entwickelte und entsprechend dokumentierte Methodik angewandt und weiterentwickelt. Diese basiert auf den methodischen Ansätzen der deutschlandweiten Nährstoffbilanzierung, im Besonderen der Ableitung von Stickstoff- und Phosphor-Flächenbilanzüberschüssen entsprechend BEHRENDT et al. (2003). Räumlich umfassende und regionalisierte Nährstoffbilanzüberschüsse (bspw. für Flussgebiete) können aufgrund der Datenverfügbarkeit i.d.R. nur als Flächenbilanzen kalkuliert werden (BEHRENDT et al. 2003), so dass dieser Ansatz auch hier verfolgt werden musste. Die Flächenbilanz bildet nur einen Teil der Gesamtbilanz (Hoftorbilanz) ab, erfasst aber die für die Bodenflächen wesentlichen Aspekte (vgl. BACH et al. 1998), s. Abbildung 2-3. Die einzelnen Bearbeitungsabläufe bzw. Arbeitsschritte der Bilanzierung zeigt exemplarisch Abbildung 2-5. Mit Tabelle 2-2 werden die einzelnen Berechnungsschritte hinsichtlich der Eingangs- und Ausgangsdaten spezifiziert.

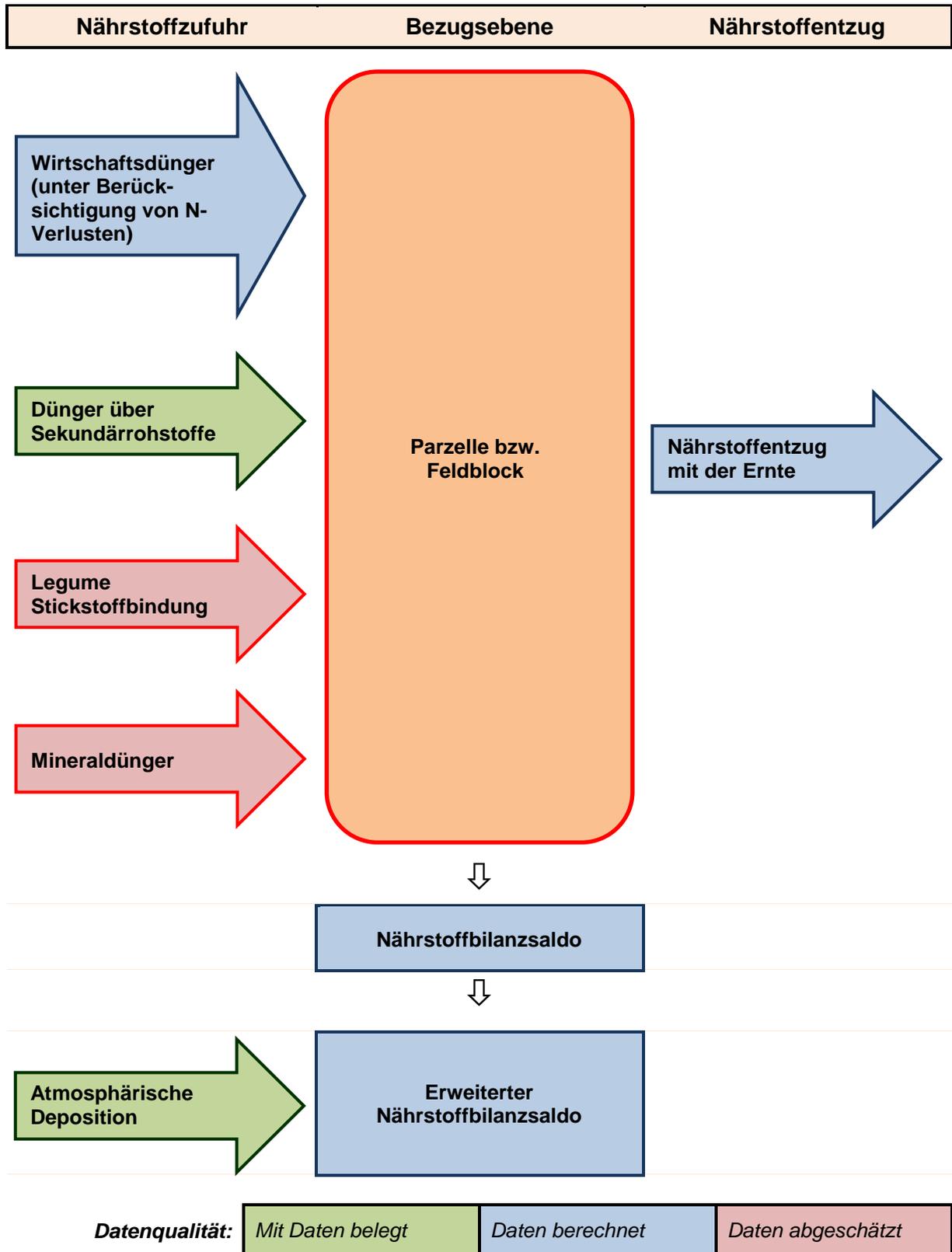


Abbildung 2-3: Ansatz der Flächenbilanzierung (grafische Darstellung in Anlehnung an LFULG Sachsen (2012): Formen der Nährstoffbilanzierung in Praxis und Beratung des Ökologischen Landbaus, http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Naehrstoffbilanz_VerfahrenOEL1.pdf)

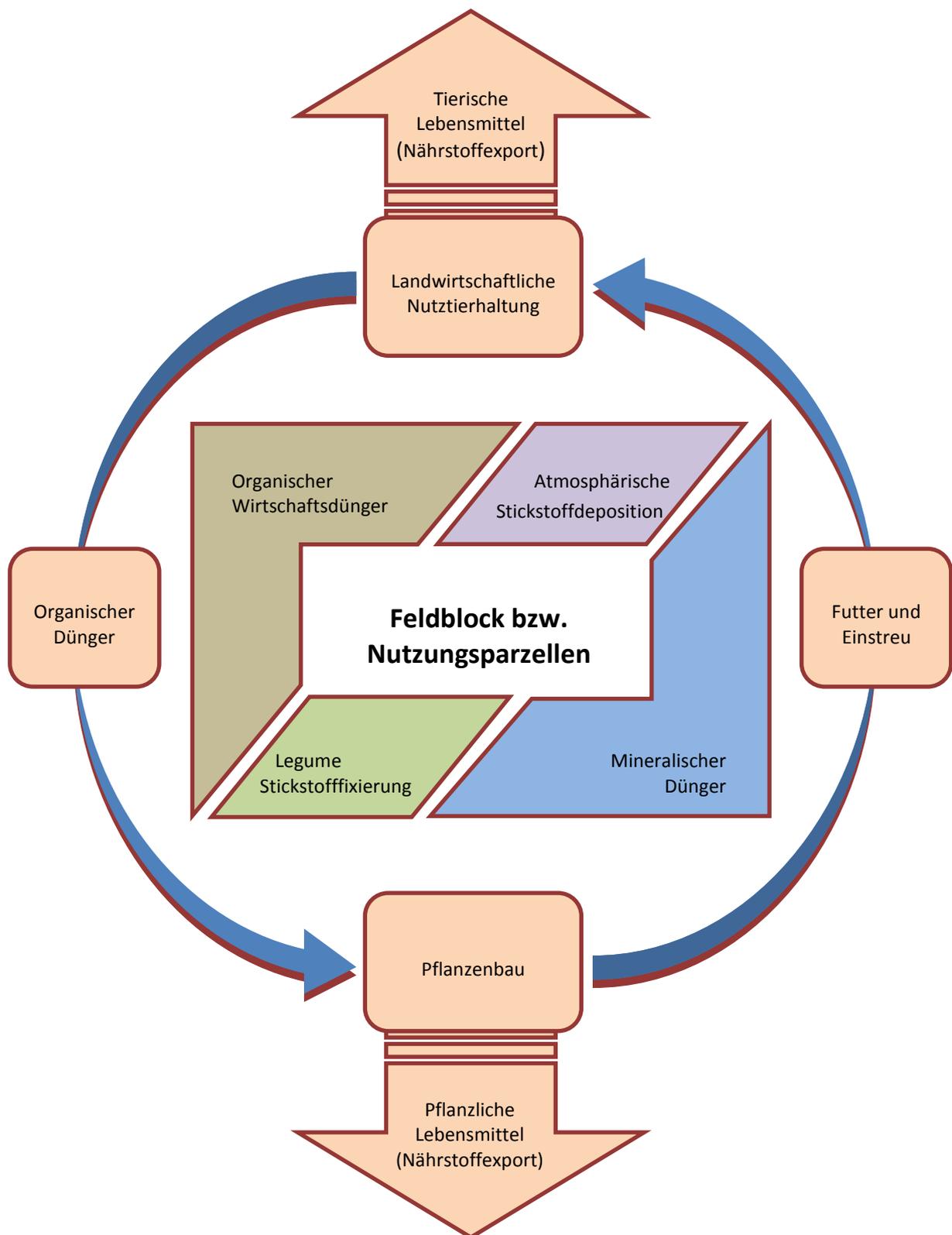


Abbildung 2-4: Übersichtsschema zum Nährstoffkreislauf in Bezug auf den landwirtschaftlich genutzten Feldblock bzw. die Nutzungsparzellen

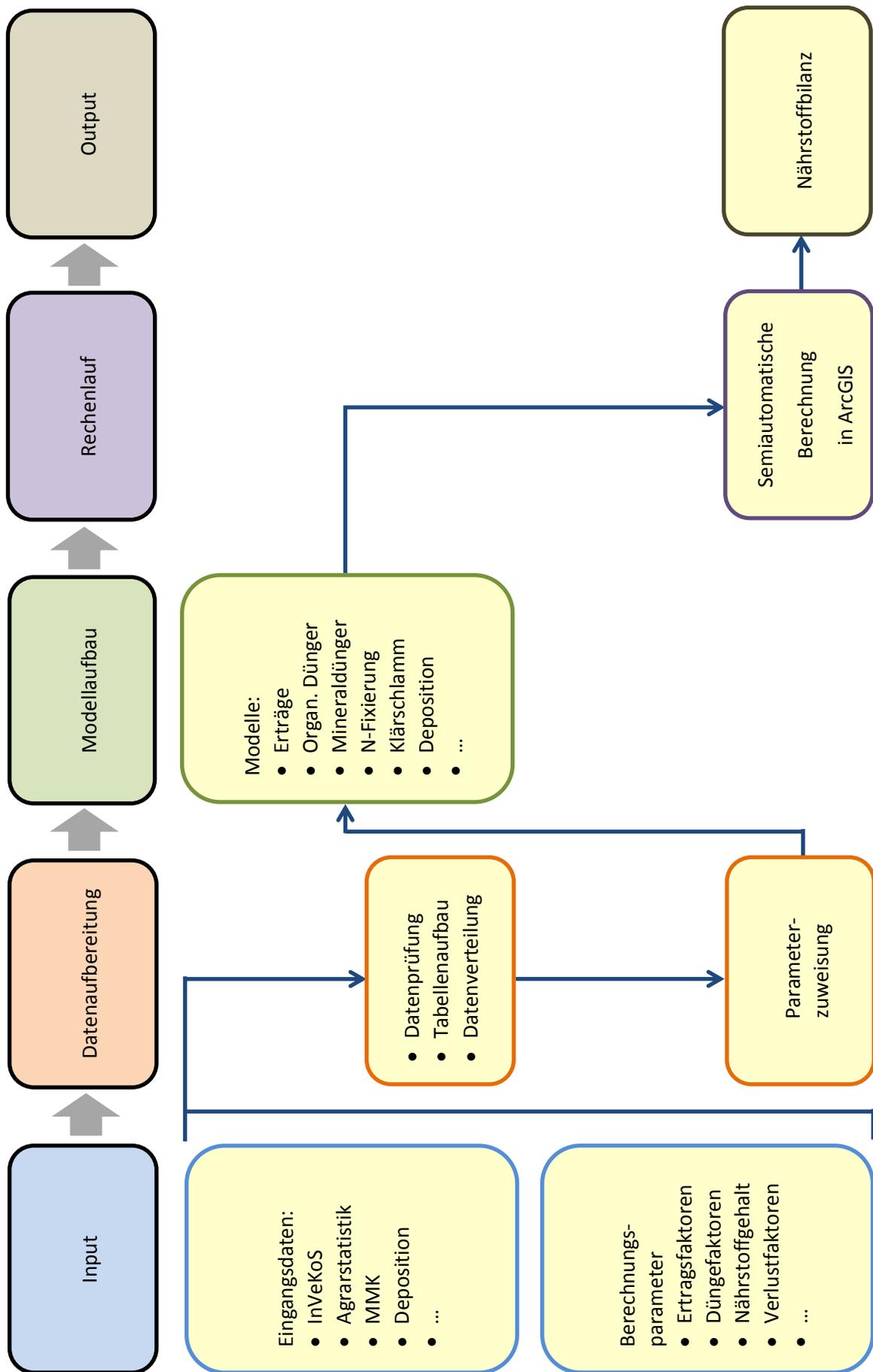


Abbildung 2-5: Ablaufschema (vereinfacht) zur Berechnung der Nährstoffbilanz

Tabelle 2-2: Berechnungsglieder zur Ermittlung der Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor

| Berechnung der Gesamtnährstoffzufuhr | |
|--|---|
| Eingangsdaten | Ergebnisse |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ertragsdaten der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ Ersatzertragsfaktoren ○ standortabhängige Ertragsfaktoren ○ standortabhängige Düngungsfaktoren für Stickstoff und Phosphor • landwirtschaftliche Flächennutzungstabellen der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzungsabhängige Ertragsfaktoren der Jahre 2005-2010 ○ ertragsabhängige symbiotische Stickstofffixierungsfaktoren und flächenbezogene Stickstofffixierungsmengen der Jahre 2005-2010 • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen Gesamtnährstoffzufuhrmengen an Stickstoff und Phosphor, welche in Abhängigkeit der erwarteten Erträge zur pflanzlichen Bedarfsdeckung notwendig sind in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen |
| Berechnung der organischen Wirtschaftsdüngermenge | |
| Eingangsdaten | Ergebnisse |
| <ul style="list-style-type: none"> • durchschnittliche Tierbestandsdaten mit Unternehmerbezug der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ Nährstoffgehalte der Tierausscheidungen • landwirtschaftliche Flächennutzungstabellen mit Unternehmerbezug der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufbringungsgrenzwert nach DüV ○ Aufbringungsschwellenwert ○ Verteilungsfaktoren ○ Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen organischen Zufuhrmengen an Stickstoff und Phosphor in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen sowie die Feldblockkataster |

Berechnung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge

| Eingangsdaten | Ergebnisse |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ertragsdaten der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ Ersatzertragsfaktoren ○ standortabhängige Ertragsfaktoren • landwirtschaftliche Flächennutzungstabellen der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzungsabhängige Ertragsfaktoren der Jahre 2005-2010 ○ ertrags- und flächenbezogene Stickstofffixierungsfaktoren • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen Mengen des symbiotisch gebundenen Stickstoffs in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen sowie die Feldblockkataster |

Berechnung der Mineraldüngermengen

| Eingangsdaten | Ergebnisse |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtnährstoffzufuhr der Jahre 2005-2010 • organische Düngerezufuhr der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ Anrechnungsfaktoren des organischen Stickstoffdüngers • symbiotisch fixierte Stickstoffmengen der Jahre 2005-2010 • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen Mineraldüngermengen an Stickstoff und Phosphor, welche unter Abzug der organischen Düngung, der symbiotisch fixierten Stickstoffmengen sowie der Nährstoffmengen aus Sekundärrohstoffen in Abhängigkeit der erwarteten Erträge zur pflanzlichen Bedarfsdeckung notwendig sind in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen |

Ermittlung der atmosphärischen Stickstoffdeposition

| Eingangsdaten | Ergebnisse |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffdeposition nach GAUGER et al. (2007) für die Jahre 2005-2007 • Stickstoffdeposition nach EMEP der Jahre 2005-2010 • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen Mengen des deponierten Stickstoffs in Bezug auf die Nutzungstabellen sowie die Feldblockkataster |

Berechnung des Nährstoffentzuges mit dem Erntegut

| Eingangsdaten | Ergebnisse |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ertragsdaten <ul style="list-style-type: none"> ○ Ersatzertragsfaktoren ○ standortabhängige Ertragsfaktoren • landwirtschaftliche Flächennutzungstabellen der Jahre 2005-2010 <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzungsabhängige Ertragsfaktoren ○ Nährstoffgehalte der Kulturarten • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien mit den jährlichen Mengen der entzogenen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen sowie die Feldblockkataster |

Berechnung der Nährstoffbilanzen

| Eingangsdaten | Ergebnisse |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • jährliche Daten <ul style="list-style-type: none"> ○ der mineral. Ausgleichsdüngung ○ der organischen Düngung ○ der fixierten Stickstoffmengen ○ der Klärschlammverwertung ○ der atmosphärischen Stickstoffdeposition (bei erweiterten Bilanzen) ○ des Nährstoffentzuges • landwirtschaftliche Flächennutzungstabellen der Jahre 2005-2010 • Feldblockkataster der Jahre 2005-2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Dateien für die einfachen jährlichen Nährstoffbilanzen sowie für die Versionen unter Aufschlag der atmosphärischen Stickstoffdeposition nach GAUGER et al. (2007) und nach EMEP in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen sowie die Feldblockkataster • dreijährige Mittelwerte in Bezug auf die Feldblockkataster |

3 Datengrundlagen (differenziert)

3.1 Grundsätze

Für die Berechnung der Nährstoffbilanzen für Mecklenburg-Vorpommern mit den Betrachtungsjahren 2005 bis 2010 wurden verschiedene Ursprungsdaten mit unterschiedlicher Datenherkunft und unterschiedlicher räumlicher Ebene verwendet.

So lagen die Flächendaten der Nutzungen aus dem Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) auf Parzellenebene mit Feldblock- und Unternehmerbezug in Tabellenform vor. Diese Datenebene bildete gleichzeitig die kleinste Raumeinheit für die Ermittlung der Nährstoffsalden. Die landwirtschaftlichen Ertragsdaten lagen auf 12 Landkreise bezogen vor, wobei für die kreisfreien Städte die vordem getroffene „Eingliederung“ in die Landkreise zu berücksichtigen war. Zur Berechnung der Nährstoffzufuhr aus der Tierhaltung lagen die Durchschnittsanzahlen der vorhandenen Tiere mit Unternehmerbezug vor. Die Klärschlammengen hatten lediglich Unternehmerbezug (Angaben zu den relevanten Agrarbetrieben).

3.2 Administrative Geodaten

Hierzu zählen die für den Untersuchungszeitraum gültigen Verwaltungseinheiten (Landkreise, kreisfreie Städte) sowie die bedarfsweise verwendeten topographischen Karten des Landes Mecklenburg-Vorpommern in digitaler Form.

Für das Jahr 2009 war in den Eingangsdaten des Feldblockkatasters kein Bezug zu den jeweiligen Landkreisen vorhanden. Dieser war aber für die Zuweisung der Ertragsdaten, die auf Landkreisebene vorlagen, zwingend erforderlich. Auf Grundlage der für den Untersuchungszeitraum gültigen administrativen Geodaten wurde hier der Bezug zu den Landkreisen dadurch hergestellt, dass alle Feldblöcke, welche ihren Flächenschwerpunkt in den jeweiligen Kreisen hatten, diesen zugewiesen wurden. Eine Zuordnung über einen Vergleich der Feldblocknummern war aufgrund der jährlichen Veränderungen des Feldblockkatasters bzw. deren Identifikationsnummern dagegen nicht gesichert möglich.

3.3 Feldblockkatasterdaten

In Mecklenburg-Vorpommern gilt für das Flächenidentifikationssystem das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS), wobei der Feldblock hier eine eindeutige Bezugsgröße darstellt. Es handelt sich dabei per Definition um eine zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Fläche mit, zumindest jährlich gesehen, dauerhaften Außengrenzen, die von einem oder mehreren Landwirten jeweils über eine definierte Anbauart (konventionelle, ökologische bzw. naturschutzgerechte Bewirtschaftung) auf einer oder mehreren Parzellen (Schläge) mit einer oder mehreren Kulturarten bestellt, ganz oder teilweise stillgelegt oder ganz oder teilweise aus der Produktion genommen ist (Abb. 3-1). Als eindeutiges Identifikationsmerkmal besitzt jeder Feldblock eine sechzehnstellige Flächenidentifikationsnummer. Durch die vorhandene Geometrie in einem bekannten Koordinatensystem hat jeder Feldblock einen festen Raumbezug. Die sich innerhalb eines Feldblocks befindlichen Parzellen teilen diesen Raumbezug, jedoch ohne bekannte Lage und Geometrie innerhalb des Feldblocks. Jeder landwirtschaftlich genutzten Parzelle ist ein bewirtschaftender Unternehmer mit seiner anonymisierten Antragstellernummer zugeordnet.

Die Feldblockkatasterdaten lagen für die Jahre 2006 bis 2010 vor, für das Jahr 2005 galt ersatzweise das Feldblockkataster von 2006.

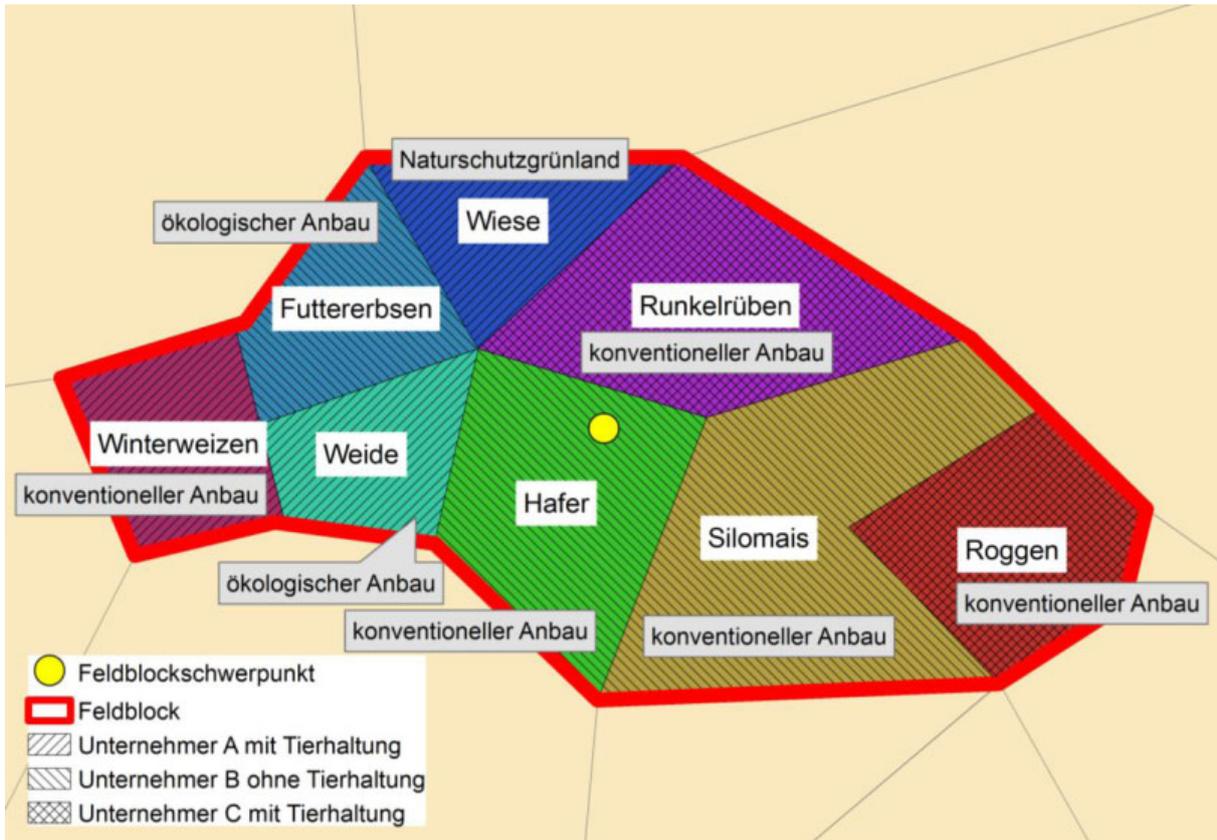


Abbildung 3-1: Beispiel eines Feldblocks mit Angabe möglicher Unternehmensbeteiligung und möglicher Nutzung in Bezug auf die angebauten Kulturarten bzw. -gruppen sowie der Anbaubedingung

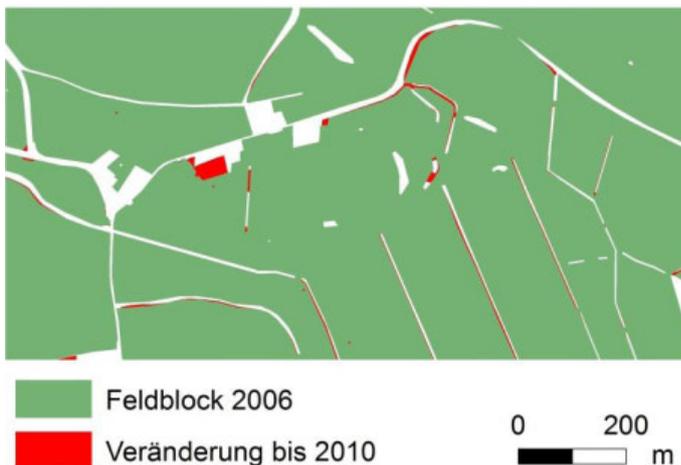


Abbildung 3-2: Beispielhafter Ausschnitt aus dem Feldblockkataster 2006 mit Darstellung der bis zum Jahr 2010 eingetretenen flächenhaften Veränderungen

Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit der Jahresscheiben wurde die Nutzung eines einheitlichen Feldblockkatasters für alle Jahre in Erwägung gezogen. Eine Überprüfung ergab hier aber, dass sich entgegen der Erwartung ca. ein Viertel aller Feldblöcke (23,1 %) über die Jahre 2006 bis 2010 in ihrer Fläche verändert haben. Ebenso sind ab 2006 bis 2010 ca. 10.000 neue Feldblocknummern hinzugekommen. Auch ein nicht unerheblicher Mehrflächenanteil ist zu verzeichnen. Die Gründe für die flächenhaften Veränderungen der Feldblöcke liegen darin, dass z.B. durch veränderte Eigentums- bzw. Pachtverhältnisse Feldblöcke weggefallen sind bzw.

neue entstanden sind. Ein weiterer Grund ist in einer verbesserten Geodatenstruktur zu suchen, indem auf Basis von aktuellen Feldvermessungen bzw. auf Grundlage neuer Luftbilder mit verbesserter Bodenauflösung die Feldblöcke neu kartiert wurden (Beispiel in Abbildung 3-2).

3.4 Daten über die Art der landwirtschaftlichen Nutzungen

3.4.1 Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle

Zur Ermittlung der Nutzungsflächen und Nutzungskulturarten pro Feldblock lagen Exceltabellen mit Bezug zur Feldblocknummer aus dem InVeKoS vor, in welchen definiert war, welche Kulturarten auf welchen Feldblockteiflächen (Parzellen) und von welchen Unternehmen (verschlüsselt) angebaut wurden. Weiterhin enthielten diese Tabellen Angaben darüber, inwieweit hier eine konventionelle bzw. ökologische Anbauweise zum Tragen kam.

Jedem Feldblock waren somit im Regelfall durch die Zuweisung von Teilflächen (Parzellen), ohne weitere Angaben zur Geometrie- bzw. zum Raumbezug, mehrere angebaute Kulturarten mit Unternehmerbezug zugehörig. Den jeweiligen Parzellen war weiterhin eine landwirtschaftliche Nutzungsart (ökologisch oder konventionell) zugeordnet.

In Auswertung der gegebenen landwirtschaftlichen Nutzungsflächen pro Kulturgruppe und Jahr ergibt sich, dass der prozentuale Flächenanteil bezogen auf die Gesamtnutzungsfläche für die ausgewählten Hauptkulturgruppen in etwa gleich geblieben ist (Abb. 3-3 und 3-4). Lediglich Winterraps und Silomais zeigen eine deutliche Steigerung im Vergleich der Jahre 2005 und 2010. Den größten Flächenanteil nehmen die beiden Kulturgruppen Winterweizen und Winterraps ein (vgl. auch Abb. 6-22 und 6-23).

Im angestiegenen Flächennutzungsanteil von Silomais um ca. 4 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche über den Betrachtungszeitraum zeigt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auch der erhöhte Energiepflanzenbedarf der Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern, da die Tierzahlen über die Jahre in etwa konstant geblieben sind.

Abbildung 3-5 zeigt noch einmal die jährliche Entwicklung der Flächennutzung für die ausgewählten Kulturgruppen. Hervorzuheben sind hierbei die starken jährlichen Schwankungen im Getreide- und Rapsanbau sowie die stetige Zunahme der Silomaisanbaufläche.

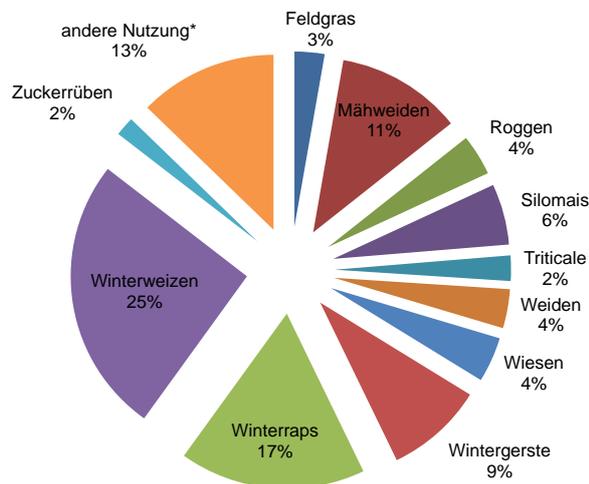


Abbildung 3-3: Prozentuale Verteilung ausgewählter Kulturgruppen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2005

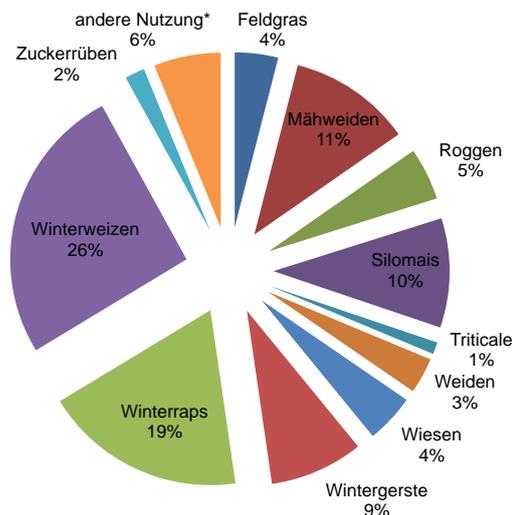
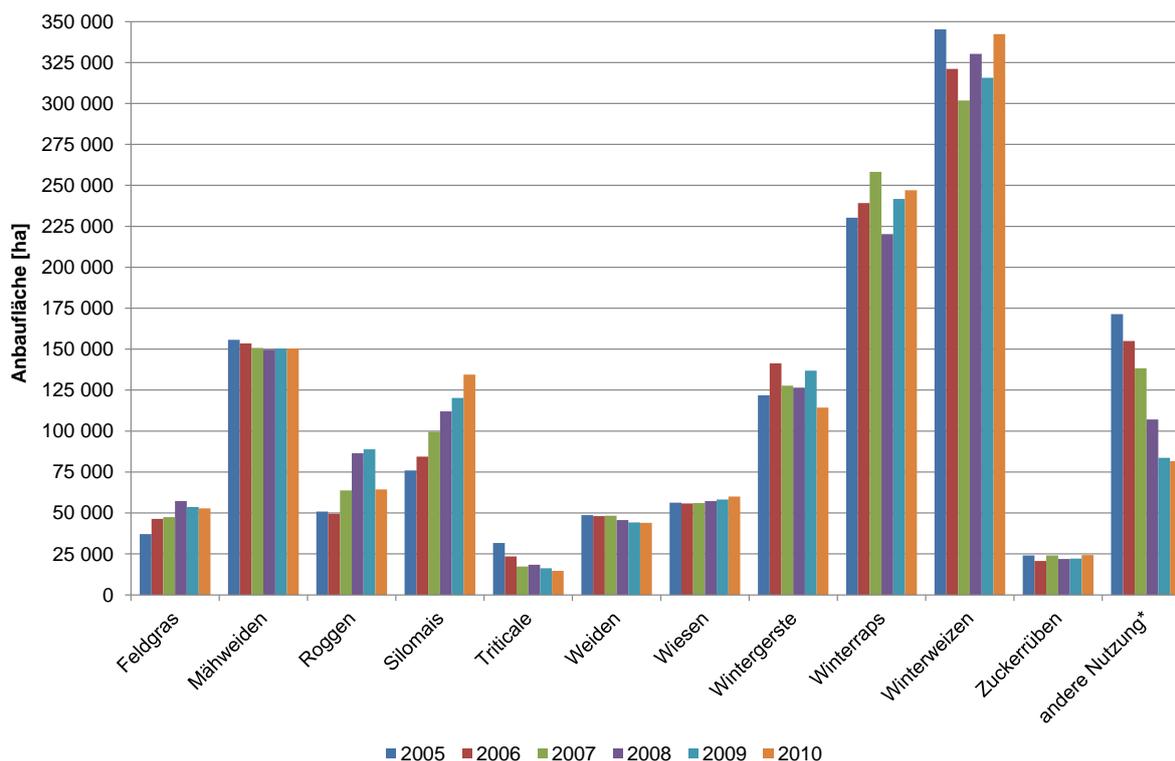


Abbildung 3-4: Prozentuale Verteilung ausgewählter Kulturgruppen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2010

*andere Nutzung beinhaltet alle weiteren landwirtschaftlichen Flächennutzungen inkl. Stilllegung



*andere Nutzung beinhaltet alle weiteren landwirtschaftlichen Flächennutzungen inkl. Stilllegung

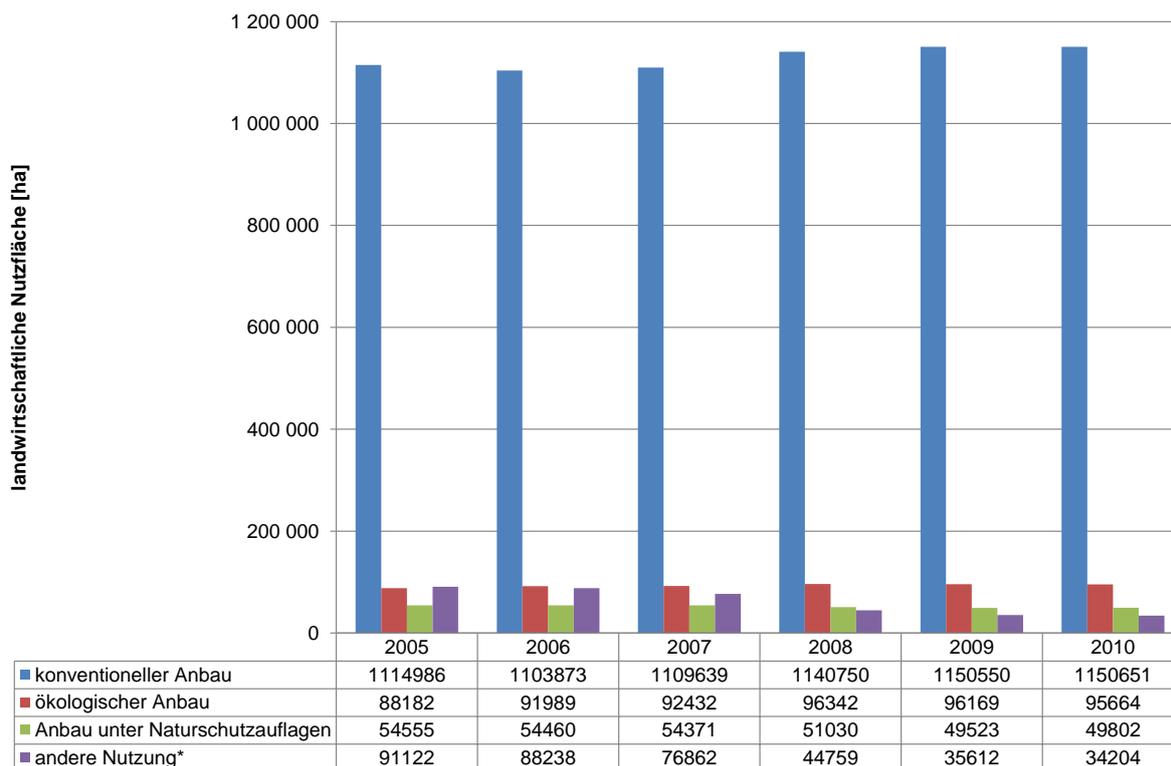
Abbildung 3-5: Gesamtanbauflächen für ausgewählte Kulturgruppen im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 in Mecklenburg-Vorpommern

3.4.2 Grünlandflächen mit naturschutzgerechter Bewirtschaftung

In Bezug auf die naturschutzgerechte Grünlandnutzung auf bestimmten Dauergrünlandflächen wie z.B. Salzgrasland, Feuchtgrünland und Magergrünland lagen digitale Daten (Exceltabellen) mit Bezug zur Feldblocknummer sowie zu den entsprechenden Unternehmern vor. Die Integration dieser Daten in die Nutzungstabellen erfolgte durch Zuhilfenahme eines generierten Verknüpfungsattributes unter Verwendung von Feldblocknummer, Antragstellernummer und Flächengröße. Somit konnten >99% der Flächen zweifelsfrei zugeordnet werden.

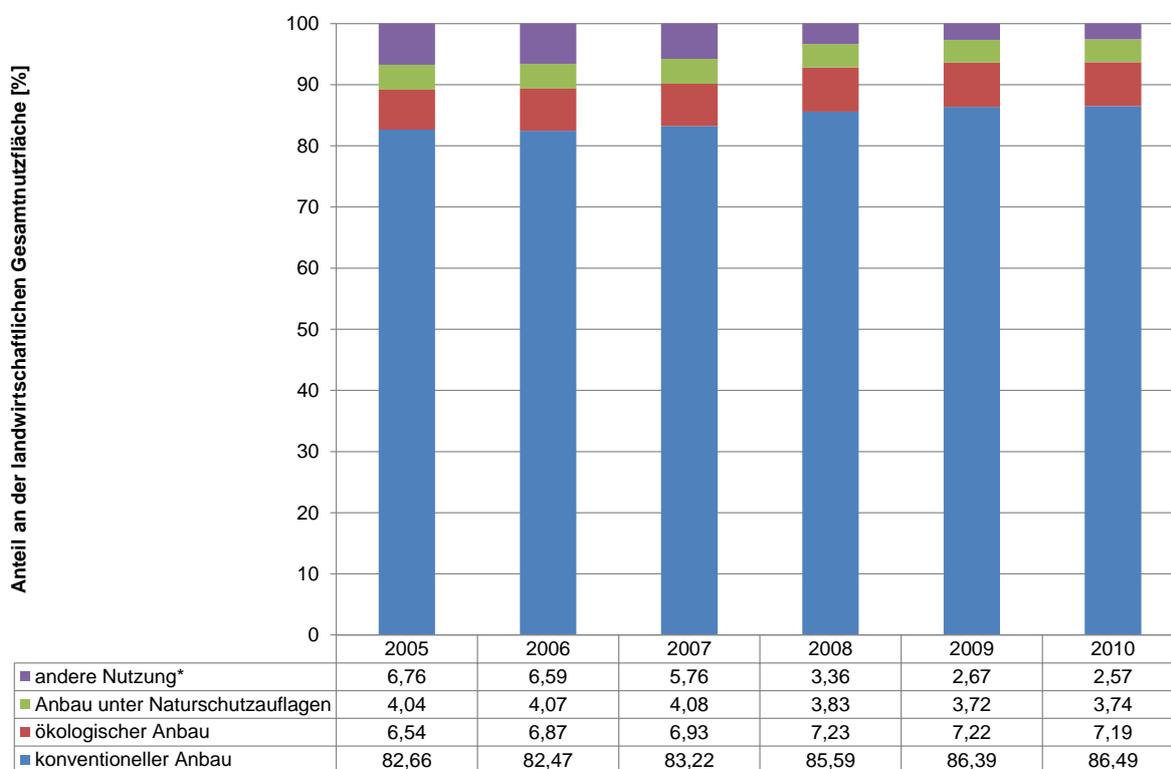
Wie Abbildung 3-6 in Auswertung der landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen zeigt, ist der Anteil von unter Naturschutzaufgaben bewirtschafteten Flächen im Vergleich zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche aber eher als gering einzustufen.

Die Auswertung der Einzeljahre (Abb. 3-7) ergibt weiterhin, dass in Bezug zur jährlichen landwirtschaftlichen Gesamtnutzfläche der Anbau unter Naturschutzaufgaben bewirtschafteter Flächen leicht abgenommen hat (2005: 4,04 %, 2010: 3,74 %), wohingegen der konventionelle Anbau (2005: 82,66 %, 2010: 86,49 %) und der ökologische Anbau (2005: 6,54 %, 2010: 7,19 %) zugenommen haben.



*andere Nutzung beinhaltet alle weiteren Flächennutzungen inkl. Stilllegung

Abbildung 3-6: Differenzierung der Gesamtanbauflächen nach Anbauart im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 in Mecklenburg-Vorpommern



*andere Nutzung beinhaltet alle weiteren Flächennutzungen inkl. Stilllegung

Abbildung 3-7: Prozentuale Anteile an der Gesamtanbauflächen nach Anbauart im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 in Mecklenburg-Vorpommern

3.5 Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung

Grundlage für die räumliche Standortdifferenzierung bildete die Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK). Diese Bodenübersichtskartierung wurde unter Leitung des ehemaligen Institutes für Bodenkunde Eberswalde von 1971-1984 für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche der ehemaligen DDR erarbeitet und liegt seit 1994 digital für Mecklenburg-Vorpommern vor. Die Standortbeurteilung erfolgte hierbei auf der Grundlage der Bodenschätzung, von Hangneigungskarten sowie ergänzender geowissenschaftlicher Informationen. Der Standorttyp als MMK-Kartiereinheit wird dabei beschrieben durch:

- den Substratflächentyp,
- den Hydromorphieflächentyp,
- den Hangneigungsflächentyp,
- die bestimmenden Bodenformen und
- den Gefügestil (Hang-, Senken- und Plattengefüge)

(SCHMIDT & DIEMANN 1991). Den Zusammenhang zwischen den Standorttypen der MMK mit den Ackerzahlenbereichen nach RATZKE & MOHR (2005) bzw. den verwendeten mittleren Acker- und Grünlandzahlen zeigt Tabelle 3-1. Alluvialböden sind in Mecklenburg-Vorpommern praktisch kaum existent.

Tabelle 3-1: Zusammenhang zwischen den Standorttypen mit den Acker-/Grünlandzahlenbereichen nach RATZKE & MOHR (2005) bzw. den verwendeten mittleren Acker- bzw. Grünlandzahlen

| Standorttyp | Ackerzahlbereich nach (RATZKE & MOHR 2005) | mittlere Acker- bzw. Grünlandzahl |
|-------------|---|--------------------------------------|
| A11b | - | - |
| A11c | - | - |
| A13b | - | - |
| A13c | - | - |
| D1a | >23 | 14,5 |
| D2a | 23-27 | 25 |
| D2b | 23-27 | 25 |
| D3a | 28-33 | 30,5 |
| D3b | 28-33 | 30,5 |
| D4a | 34-43 | 39 |
| D4b | 34-43 | 39 |
| D5a | >43 | 47,5 |
| D5b | >43 | 47,5 |
| D6a | - | 58 |
| D6b | - | 58 |
| Mo1c | - | 42,5 |
| Mo2b | - | 27,5 |
| Mo2c | - | 27,5 |

Da die MMK in Bezug zu den Feldblockkatastern der Jahre 2005-2010 teilweise die Gesamtfläche nur unzureichend abgedeckt hat, wurde hier die Interpolationsmethode Natural Neighbor (s. im Weiteren) angewandt, um vorhandene Lücken zu schließen und somit flächendeckend Acker- und Grünlandzahlen vergeben zu können.

3.6 Ertragsdaten der landwirtschaftlichen Nutzflächen

Durch die amtliche Agrarstatistik werden regelmäßig die Erträge der landwirtschaftlichen Nutzflächen für ausgewählte Kulturpflanzen erfasst und in jährlich erscheinenden Veröffentlichungen (Bericht über die Ernteergebnisse im Acker- und Gartenbau, Agrarbericht sowie dem Abschlussbericht Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung) durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz bzw. das Statistische Amt Mecklenburg-Vorpommern publiziert.

Für die weiteren Berechnungen lagen die Ertragsdaten für insgesamt 24 Kulturarten durch Datenlieferung vom Statistischen Landesamt Mecklenburg-Vorpommern vor. In Auswertung der vorliegenden Daten für die Betrachtungsjahre 2005-2010 ergaben sich für die weiteren Berechnungen die in den Tabellen Anhang I-1 bis Anhang I-12 gegebenen Ertragswerte pro Kulturart, Anbaujahr und Landkreis. Mit Abbildung 3-8 werden noch einmal die über alle (ehemaligen) Landkreise Mecklenburg-Vorpommerns gemittelten Jahreserträge dargestellt.

Die laut Agrarstatistik definierten Erträge in Angabe von Heuwert wurden durch den Faktor 5 in Frischmasseerträge umgerechnet.

Im Falle fehlender Angaben zu den Landkreiserträgen in den Einzeljahren wurde darauf ausgewichen, den in den Ausgangsdaten vom Statistischen Landesamt enthaltenen Durchschnittsertrag von Mecklenburg-Vorpommern zu verwenden.

Auffällig ist, dass der Ertrag von Runkelrüben im Jahr 2010 auf 0 dt/ha abgesunken ist. Dies spiegelte sich auch in der Nutzungstabelle des Jahres 2010 wider. Für die Ermittlung der durchschnittlichen Erträge für die Landkreise über die Betrachtungsjahre zur Berechnung der Gesamtnährstoffzufuhr wurde der Ertrag von 2010 für Runkelrüben nicht berücksichtigt.

Die Erträge aller Kulturarten zeigten je nach den vorherrschenden jährlichen Witterungsbedingungen zum Teil große Schwankungen. In den Jahren 2007 und 2010 waren im Vergleich zum Teil stark unterdurchschnittliche Erträge zu verzeichnen.

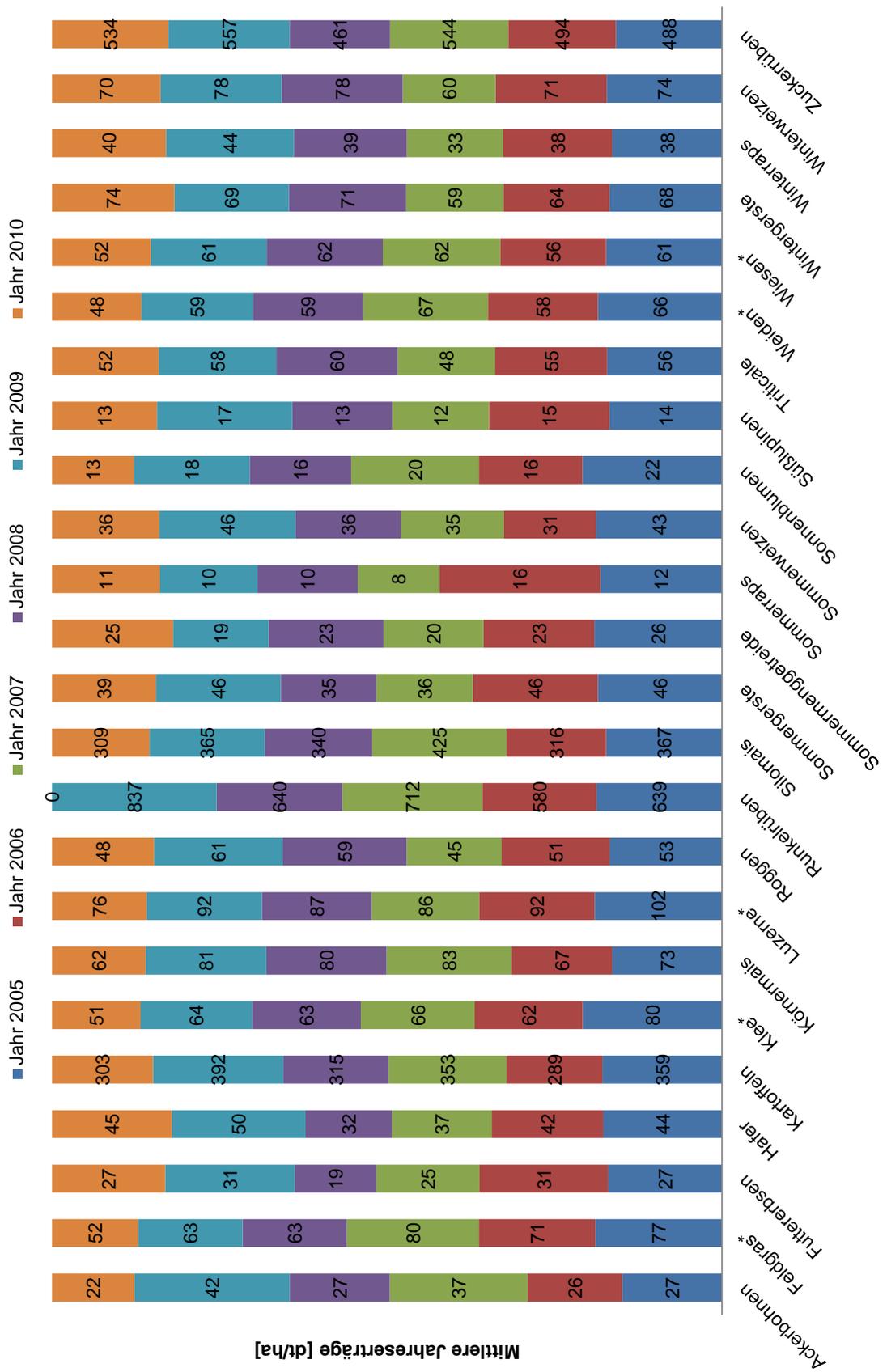


Abbildung 3-8: Mittlere Jahreserträge der in Mecklenburg-Vorpommern angebaute Hauptkulturarten aus der Agrarstatistik in dt/ha (ganzzahlig gerundet, *Angaben in Heuwert)

Da nicht für alle Anbaukulturen der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen gesonderte Ertragsdaten vorlagen, wurden für die weiteren Berechnungen in Anlehnung an WIEBENSOHN (2008) vergleichbare Einzelkulturen zu übergeordneten Kulturgruppen ähnlichen Ertrages zusammengefasst (Tab. 3-2).

Tabelle 3-2: Zuordnung der Kulturarten laut Flächennutzungstabelle zu den Kulturgruppen

| Kulturgruppe | ID | Kulturart |
|---------------------|-----|---|
| Ackerbohnen | 220 | Acker-, Puff-, Pferdebohnen zur Körnergewinnung |
| | 422 | Kleegras* |
| Feldgras | 424 | Feldgras |
| | 429 | alle (anderen) Futterpflanzen |
| | 912 | Grassamenvermehrung |
| | 210 | Erbsen zur Körnergewinnung |
| Futtererbsen | 240 | Erbsen/Bohnen zur Körnergewinnung |
| | 290 | alle anderen Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung |
| | 122 | Sommerroggen |
| Hafer | 140 | Hafer |
| | 141 | Saathafer |
| | 142 | Winterhafer |
| | 143 | Sommerhafer |
| | 145 | Sommernenggetreide |
| | 182 | Buchweizen |
| | 190 | alle anderen Getreidearten |
| Industriekartoffeln | 613 | Industriekartoffeln |
| | 614 | Futterkartoffeln |
| | 641 | Stärkekartoffeln, Vertragsanbau für Emslandst |
| | 642 | Stärkekartoffeln, Vertragsanbau für AVEBE/D |
| Kartoffeln | 611 | Frühkartoffeln |
| | 612 | sonst. Speisekartoffeln |
| | 615 | Pflanzkartoffeln |
| | 619 | Sonstige Kartoffeln |
| Klee | 421 | Klee |
| | 423 | Luzerne |
| | 913 | Leguminosensamenvermehrung |
| Körnermais | 171 | Körnermais |
| Mähweiden | 452 | Mähweide |
| Roggen | 121 | Winterroggen |
| | 125 | Wintermenggetreide |
| Runkelrüben | 412 | Futterhackfrüchte |
| | 413 | Runkel-Futterrüben |
| | 690 | alle anderen Hackfrüchte |
| | 911 | Rübensamenvermehrung |
| Silomais | 172 | Corn Cob-Mix |

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

| Kulturgruppe | ID | Kulturart |
|--------------------------|-----|---|
| | 174 | Zuckermais |
| | 175 | Silomais /Mischenbau mit Sobl. (Biogasanlagen) |
| | 181 | Hirse |
| | 411 | Silomais (als Hauptfutter) |
| | 980 | Sudangras |
| Sommergerste | 132 | Sommergerste |
| Sommerraps | 312 | Sommerraps (00) zur Körnergewinnung |
| | 316 | Sommerrübsen zur Körnergewinnung |
| Sommerweizen | 116 | Sommerweizen (ohne Durum) |
| Sonnenblumen | 320 | Sonnenblumen |
| Streuwiesen/ Hutungen | 454 | Hutungen |
| | 458 | Streuwiesen |
| | 459 | alle (anderen) Dauergrünlandnutzungen |
| | 460 | Sommerweiden für Wanderschafe |
| | 475 | verspätete Grünlandnutzung |
| | 480 | Streuobstfläche mit Grünlandnutzung |
| Süßlupinen | 491 | Anteil an Gemeinschaftsweiden |
| | 230 | Süßlupinen zur Körnergewinnung |
| Triticale | 155 | Triticale |
| | 156 | Wintertriticale |
| Weiden | 453 | Weiden und Almen |
| Wiesen | 428 | Wechselgrünland |
| | 451 | Wiesen |
| Wintergerste | 131 | Wintergerste |
| Winterraps | 311 | Winterraps (00) zur Körnergewinnung |
| | 315 | Winterrübsen zur Körnergewinnung |
| | 516 | Stilllegung mit einjährig nachwachsenden Rohstoffen |
| Winterweizen | 113 | Hartweizen (Durum) |
| | 114 | Dinkel |
| | 115 | Winterweizen (ohne Durum) |
| Zuckerrüben | 620 | Zuckerrüben |

*Im ökologischen Anbau wird die in der Kulturgruppe Feldgras integrierte Kulturart Klee gras wie Klee im ökologischen Anbau behandelt.

Nicht für alle Kulturen (Zielkultur) lagen statistische Ertragsdaten vor. In solchen Fällen wurde so verfahren, dass (vergleichbare) Bezugskulturen gesucht und ein ggf. vorhandener Ertragsunterschied durch Zuweisung eines Ertragsfaktors ausgeglichen wurde. Ist der Ertrag gleich ist der Ertragsfaktor demnach 1,0, bei halben Ertrag 0,5 u.s.w. Die vorgenommenen Zuweisungen enthält Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Ertragsersatzfaktoren für die Zuweisung von Erträgen für Kulturen ohne statistische Ertragsangaben

| Bezugskultur | Ertragsfaktor | Zielkultur | |
|--------------|---------------|------------|---------------------------------------|
| | | ID | Kulturart |
| Feldgras | 0,5 | 429 | alle (anderen) Futterpflanzen |
| Kartoffeln | 0,75 | 611 | Frühkartoffeln |
| Kartoffeln | 0,85 | 615 | Pflanzkartoffeln |
| Weiden | 0,25 | 459 | alle (anderen) Dauergrünlandnutzungen |
| Weiden | 0,1 | 460 | Sommerweiden für Wanderschafe |
| Weiden | 0,25 | 475 | Verspätete Grünlandnutzung |
| Weiden | 0,1 | 480 | Streuobstfläche mit Grünlandnutzung |
| Weiden | 0,25 | 491 | Anteil an Gemeinschaftsweiden |
| Wiesen | 0,1 | 454 | Hutungen |
| Wiesen | 0,1 | 458 | Streuwiesen |
| Zuckerrüben | 1,35 | 412 | Futterhackfrüchte |
| Zuckerrüben | 1,35 | 690 | alle anderen Hackfrüchte |

3.7 Landwirtschaftliche Tierhaltungsdaten

Für die Ermittlung der organischen Wirtschaftsdüngermengen lagen über Exceltabellen Daten vor, welche die jeweilige Summen- und Durchschnittszahl an Tieren pro Tierhaltungsart und Unternehmen enthielten. Diese Daten wurden zunächst auf Plausibilität geprüft und partiell korrigiert (Tab. 3-4).

Tabelle 3-4: Tierhaltungsarten für die Ermittlung der organischen Düngermengen

| Tierart | ID | Tierart | ID |
|--|----|---------------------------------------|----|
| Kälber unter 3 Monaten (ohne Mastkälber) | 1 | Pferde über 3 Jahre | 42 |
| Mastkälber unter 3 Monaten | 2 | Zuchtsauen ab 1. Wurf ohne Ferkel | 51 |
| Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber) | 3 | Zuchtsauen ab 1. Wurf, Ferkel führend | 52 |
| Mastkälber über 3 bis 6 Monate | 4 | Ferkel vom Absetzen bis 20 kg | 53 |
| männliche Rinder 6 bis 12 Monate | 5 | Jungsauen ab 1. Belegung bis 1. Wurf | 54 |
| männliche Rinder 1 bis 2 Jahre | 6 | andere Zuchtschweine (ab 50kg) | 55 |
| männliche Rinder über 2 Jahre | 7 | Jungschweine zur Zucht (20-50 kg) | 56 |
| Zuchtbullen über 2 Jahre | 8 | Jungschweine zur Mast (20-50 kg) | 57 |
| Zugochsen über 2 Jahre | 9 | Mastschweine aus eigenem Bestand | 58 |
| weibliche Mastrinder 6 bis 12 Monate | 10 | Mastschweine aus zugekauften Ferkeln | 59 |
| weibliche Zuchtrinder 6 bis 12 Monate | 11 | Junghennen 6 Wochen bis 6 Monate | 62 |
| weibliche Mastrinder 1 bis 2 Jahre | 12 | Legehennen | 63 |
| weibliche Zuchtrinder 1 bis 2 Jahre | 13 | Masthähnchen | 64 |
| weibliche Mastrinder über 2 Jahre | 14 | Enten zur Zucht | 65 |
| weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre | 15 | Enten zur Mast | 66 |
| Milchkühe | 16 | Gänse zur Zucht | 67 |
| Mutter- und Ammenkühe | 17 | Gänse zur Mast | 68 |
| andere weibliche Rinder über 2 Jahre | 18 | Puten zur Zucht | 69 |
| Schafe unter 1 Jahr | 21 | Puten zur Mast | 70 |
| Mutterschafe | 22 | Perlhühner und Wachteln | 71 |
| andere Schafe über 1 Jahr | 23 | Kaninchen zur Zucht | 85 |
| Mutterziegen | 31 | Kaninchen zur Mast | 86 |
| andere Ziegen | 32 | Damwild | 90 |
| Pferde bis 6 Monate | 40 | Strauße bis 2 Jahre | 95 |
| Pferde 6 Monate bis 3 Jahre | 41 | Strauße über 2 Jahre | 96 |



Abbildung 3-9: Durchschnittliche Anzahl der Tiere nach Tierartengruppen in Mecklenburg-Vorpommern während der Betrachtungsjahre 2005 bis 2010

Die Tierbestände und damit auch die angefallenen organischen Wirtschaftsdüngermengen waren über den Untersuchungszeitraum zahlenmäßig relativ konstant (Abb. 3-9, 3-10). Über die konkreten Tierhaltungsformen und -intensitäten lagen keine flächendeckenden Informationen vor, so dass dieser Aspekt nicht weiter berücksichtigt werden konnte.

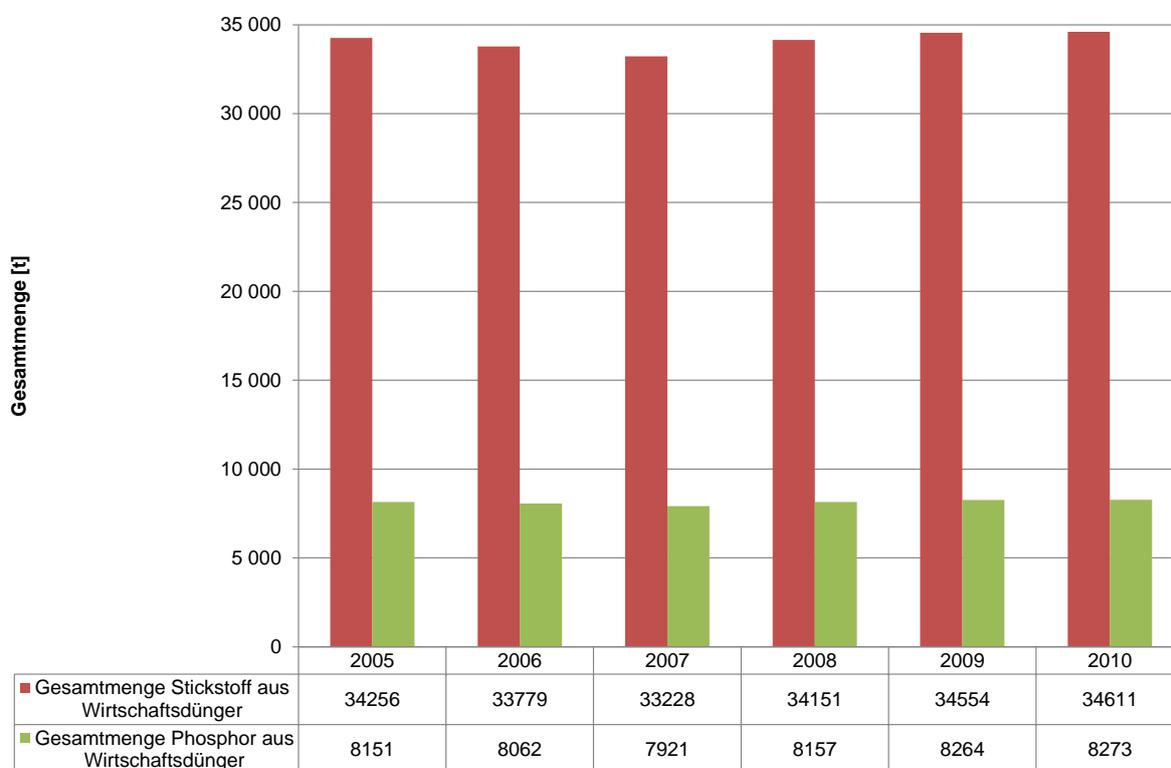


Abb. 3-10: Berechnete Gesamtmengen (Netto) an Stickstoff und Phosphor aus organischem Wirtschaftsdünger für die Jahre 2005 bis 2010

3.8 Daten zur Nutzung von Sekundärrohstoffen

3.8.1 Daten zur landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung

Für die Bilanzierung der Nährstoffe in Bezug auf Stickstoff und Phosphor lagen Daten mit Unternehmensbezug (Antragstellernummer) darüber vor, welche Mengen an Klärschlamm von den Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 2007 bis 2010 verwertet wurden (Abb. 3-11). Über die Antragstellernummern der Agrarbetriebe konnten diese Mengen den zugehörigen Parzellen der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabelle zugeordnet werden. Da die konkrete Mengenverteilung auf die einzelnen Feldblöcke nicht bekannt war, wurden die Gesamtmengen pro Betrieb gleichmäßig auf die nach AbfklärV zulässigen Anbauflächen verteilt (z.B. Silomais, Winterraps im konventionellen Anbau).

Aufgrund einer geringen Inkonsistenz der Antragstellernummern als einzig möglichem Verknüpfungsattribut der Klärschlamm Datensätze mit der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabelle konnte im Durchschnitt der Jahre 2007-2010 eine Restmenge von ca. 7 % keiner Anbaufläche zugeordnet werden und blieb damit ohne Ansatz.

Während der Ermittlung des Gesamtnährstoffbedarfs der einzelnen Kulturgruppen bzw. der sich daraus ergebenden Mineraldüngung (vgl. Abschnitt 4.4 und 4.8) hat sich bedingt durch die nicht zuordenbare Menge an Klärschlamm eine geringe Verschiebung der Nährstoff-

herkunft in Richtung der mineralischen Ausgleichsdüngung ergeben. Der sich durch die Berechnung ergebende Flächenbilanzsaldo bleibt dadurch aber weitestgehend unverändert.

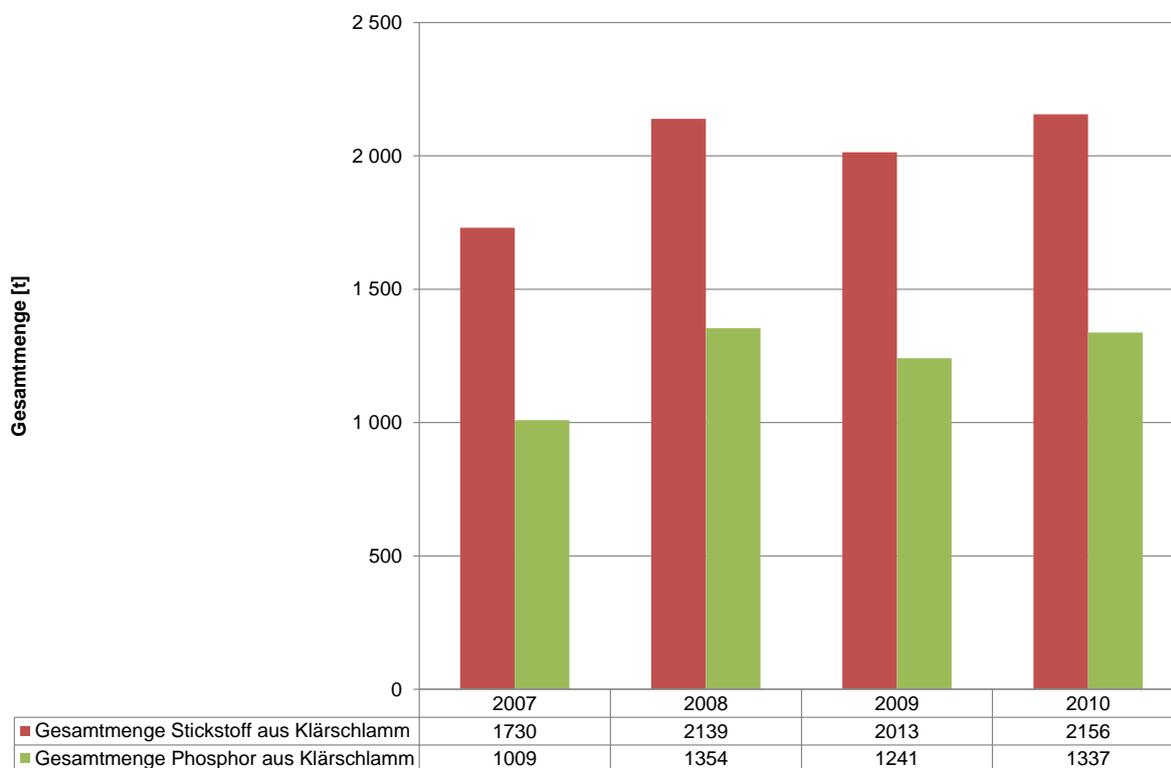


Abb. 3-11: Landwirtschaftliche Gesamtverwertungsmengen von Stickstoff und Phosphor aus Klärschlamm für die Jahre 2007 bis 2010

3.8.2 Daten zur landwirtschaftlichen Kompost- und Gärrestverwertung

Zur Düngung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen sowie für Zwecke der Landschaftsgestaltung und -pflege werden in Mecklenburg-Vorpommern Komposte aus Bioabfallverwertungsanlagen eingesetzt. Die Größenordnung der jährlichen Komposterzeugung ist jedoch anhand der bekannten statistischen Zahlen nicht quantifizierbar, da vielfach nur die abgegebenen Mengen an Bioabfall, nicht aber die Mengen an fertigem Kompost in den Anlagen bekannt sind.

Auch eine Nachfrage bei Herrn Dr. Morscheck von der Universität Rostock, welcher sich in seiner Funktion als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für Bioabfallentsorgung explizit mit dieser Thematik beschäftigt, blieb ergebnislos. Es sei an dieser Stelle aber zugleich darauf hingewiesen, dass aktuell an der Universität Rostock am Lehrstuhl für Abfall- und Stoffstromwirtschaft die Studie „Bioabfallentsorgung in Mecklenburg-Vorpommern“ in Arbeit ist, welche sich mit der vorweg benannten Problematik auseinandersetzt. Mit ersten Ergebnissen aus dieser Studie ist aber nicht vor Ende 2012 zu rechnen.

Die Anzahl an Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern wächst seit Jahren beständig. So ist es dementsprechend auch von großem Interesse, welche Mengen an Silomais, Gülle, Putenmist etc. für die Biogaserzeugung verwendet werden bzw. wohin diese als Dünger einsetzbaren Stoffe nach der Vergärung verbracht werden. Für diese sogenannten Gärreste konnten aber auch nach längerer Recherche keine Mengenangaben ermittelt werden. Dieser Umstand hätte es im konkreten Fall erforderlich gemacht, jede Biogasanlage in Mecklenburg-Vorpommern zu kontaktieren, um hier die entsprechenden Angaben der Jahre

2005-2010 zu erfragen. Auch eine Hochrechnung über die Anlagengröße wäre wenig zielführend. Da in den Anlagen auch Gülle vergärt wird, würde es hier zu einer Doppelerfassung von organischem Wirtschaftsdünger kommen.

Seit dem 1. September 2010 ist die seit längerem diskutierte Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger in Kraft, welche konkrete Aufzeichnungs-, Melde-, Mitteilungs- und Aufbewahrungspflichten bezüglich der Abgabe und des Verbringens von Wirtschaftsdüngern beinhaltet. Dadurch wird es zukünftig möglich sein, entsprechende Mengenangaben über den Anfall von Gärresten bzw. deren Verbringung zu ermitteln.

In Absprache und Abstimmung mit dem Auftraggeber bzw. der projektbegleitenden Arbeitsgruppe wird vor diesem Hintergrund auf die Verwendung der vorweg beschriebenen Daten zu Sekundärrohstoffen aus Komposten und Gärresten für die Berechnung der Nährstoffsalden verzichtet. Dadurch tritt, wie bereits bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung erwähnt (Abschnitt 3.8.1), eine Verschiebung der Nährstoffherkunft in Richtung der mineralischen Ausgleichsdüngung ein.

3.9 Daten zur atmosphärischen Stickstoffdeposition

3.9.1 Daten des Umweltbundesamtes

Für die atmosphärische Stickstoffdeposition lagen Vektordateien (Polygone im Shape-Format) für die Jahre 2005 bis 2007 mit gesamtdeutschem räumlichem Bezug vor. Dieser bundesweite, flächendeckende Datensatz der Gesamtdeposition von Stickstoff wurde im Rahmen eines vom Umweltbundesamt (UBA) geförderten F+E Vorhabens zur nationalen Umsetzung der UNECE-Luftreinhaltekonvention erstellt. Die räumliche Auflösung beträgt dabei 1 x 1 km².

Die Daten gehen auf die Arbeit von GAUGER et al. (2007) zurück, in welcher unter anderem der methodische Ansatz zur flächendeckenden Bestimmung des Eintrags von Luftschadstoffen in Ökosysteme beschrieben ist. Die Ermittlung der Gesamtdeposition an Stickstoff setzte sich hierbei aus den drei Teilflüssen nasse, trockene und feuchte Deposition zusammen, welche abschließend summiert wurden.

Für die nasse Deposition lagen laut GAUGER et al. (2007) ausreichende, flächenrepräsentativ gemessene Daten der Routinemessnetze des Depositionsmonitoring des Bundes, der Bundesländer, ggf. von weiteren Forschungsinstitutionen und aus grenznahen Messstellen im Ausland vor. Die Berechnung der Nassdeposition erfolgte durch eine räumliche Interpolation der im Freiland gemessenen Niederschlagskonzentrationen mit dem Kriging-Verfahren. Die trockene und feuchte Deposition wurde aber aufgrund des Aufwands und der Kostenintensität nur an sehr wenigen Messstandorten erfasst. Da die ermittelten Eintragsraten außerdem räumlich nicht ohne weiteres übertragbar waren, erfolgte hier die Berechnung mit Hilfe von Chemie-Transport-Modellen und Depositionsmodellen nach der sogenannten Inferentialmethode.

3.9.2 Daten des European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)

Das Überwachungsprogramm European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) geht auf die 1979 unterzeichnete Genfer Luftreinhaltekonvention (Convention on Long-range Transboundary Air pollution) zurück und beinhaltet die Messung, Berechnung und wissenschaftliche Aufbereitung weiträumiger grenzüberschreitender Luftverunreinigungen. Das erfasste Gebiet umfasst inzwischen ganz Europa und große Teile Asiens, wobei die beteiligten Staaten jährlich der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN-ECE) über die auf ihrem Staatsgebiet erzeugten Emissionen berichten. Anhand dieser

Emissionsdaten kann die räumliche Verteilung und jahresweise Entwicklung der Emissionen festgestellt werden. Darüber hinaus dienen diese Daten zur Modellierung des weiträumigen Transports und der Deposition von Luftverunreinigungen. Die Veröffentlichung der Modellierungsdaten kann unter der Internetseite www.emep.int eingesehen werden. Die jährlichen Daten stehen weiterhin in Form von Textdateien zum Download zur Verfügung.

Die verfügbaren Daten im Raster von 50 km x 50 km der Jahre 2005 bis 2009 wurden mit Geo-Informationssystemen entsprechend transformiert und aufbereitet. Der Gesamtstickstoff setzt sich dabei aus der Summe von oxidiertem und reduziertem Stickstoff zusammen. Für 2010 wurde mangels verfügbarer Daten aus diesem Jahr der Datensatz aus dem Jahr 2009 angesetzt.

4 Methodik der regionalisierten Nährstoffbilanzberechnung für Stickstoff und Phosphor

4.1 Geometrische Grundlagen

Für die Berechnung der regionalisierten Nährstoffbilanzen bzw. der dafür notwendigen Zwischenergebnisse wurde mit der GIS-Software ArcGIS in Verbindung mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel gearbeitet. Dadurch wurde unter anderem eine Modularisierung der einzelnen Berechnungsschritte möglich, wodurch sich eine nicht unerhebliche Verkürzung der Bearbeitungszeit pro Betrachtungsjahr ergab.

In Bezug auf die Feldblockkatasterdaten (Polygone) ist relevant, dass in den Originaldaten einige wenige Feldblöcke aus mehreren Teilstücken mit gleicher Feldblocknummer bestanden (Abb. 4-1). Da für die Berechnungen aber die Feldblocknummer und damit auch die Geometrie und Flächengröße als eindeutiges Identifikationsmerkmal definiert wurde, war es erforderlich hier alle Feldblöcke, welche aus mehreren Teilen bestanden, über den Befehl „Dissolve“ miteinander zu vereinen. Somit gelten alle erzielten Ergebnisse, unabhängig davon aus wie vielen geometrischen Teilflächen ein Feldblock ursprünglich bestand, für den gesamten unter einer eindeutigen Identifikationsnummer geführten Feldblock.

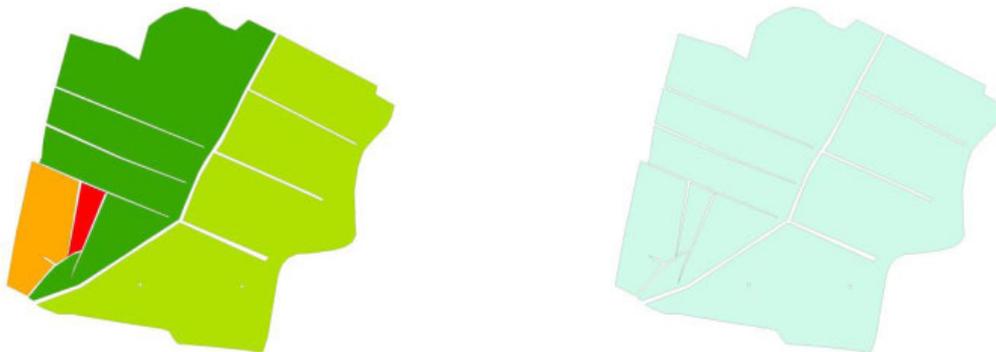


Abbildung 4-1: Ein aus mehreren Teilen bestehender Feldblock vor (links) und nach (rechts), Vereinigung über den GIS-Befehl *Dissolve*

Da sich die Feldblöcke der Einzeljahre in Bezug auf ihre Größe sowie ihre Feldblocknummer im Verlauf des Betrachtungszeitraums von 6 Jahren geändert haben, wurde für die abschließende Berechnung der dreijährigen Mittelwerte der Flächenbilanzsalden einheitlich die Geometrie des aktuellsten Feldblockkatasters aus dem Jahr 2010 als Grundlage genutzt. Davon abweichende Feldblockgeometrien der Jahre 2005 (2006) bis 2009 wurden flächengewichtet berücksichtigt.

4.2 Regionalisierung der landwirtschaftlichen Erträge

4.2.1 Erträge nach Standorttyp

Vor dem Hintergrund, dass die verfügbaren Ertragsdaten für die landwirtschaftlich genutzten Kulturarten lediglich auf Kreisebene vorlagen, musste eine Regionalisierung erfolgen. Diese orientierte sich naturgemäß primär an den standörtlichen Verhältnissen und damit den Grundlagen der Bodenfruchtbarkeit.

Die bereits durch WIEBENSOHN (2008) anhand von mehrjährigen Betriebszweigauswertungen der landwirtschaftlichen Unternehmen aus Mecklenburg-Vorpommern empirisch abgeleiteten acker- und grünlandzahlabhängigen Ertragsfaktoren für die am häufigsten angebaute Kulturarten wurden deshalb überprüft und gegebenenfalls angepasst (Tab. 4-1).

Zur Beachtung der naturräumlichen Heterogenität war es methodisch zunächst erforderlich, die vorliegenden Feldblockkataster der Betrachtungsjahre 2005-2010 mit der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) zu verschneiden, um dadurch den einzelnen Feldblöcken einen durchschnittlichen Standorttyp und damit eine mittlere Acker- bzw. Grünlandzahl zuweisen zu können. Während der Übertragung der Wertzahlen zu den Einzelfeldblöcken ist aufgefallen, dass infolge geometrischer Differenzen die MMK für ca. 4 % der Feldblockflächen keine Standorttypzuweisung ermöglicht hat (Hinweis: MMK-Daten liegen nur für die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Maßstab 1:100.000 in den geometrischen Grenzen vor 1990 vor). Dies Problem wurde so gelöst, dass die MMK-Daten zunächst einer räumlichen Interpolation über die Methode Natural Neighbor unterzogen wurden. Dies erfolgte mit der Software ArcGIS unter Nutzung der Extension Spatial Analyst für eine Rasterweite von 100 m x 100 m. Dabei wurde ausgehend von der original als Polygon-Shapedatei vorliegenden MMK (Abb. 4-2) diese zunächst in das Rasterformat GRID überführt. Im Anschluss erfolgte die Interpolation der Acker- bzw. Grünlandzahlen über die Methode Natural Neighbor für die Bereiche ohne Standorttyp bzw. Wertzahl (Abb. 4-3). Abschließend wurde der interpolierte Teilabschnitt (Abb. 4-4) wieder mit dem Original der MMK verschnitten, so dass die vorliegenden Lücken erfolgreich geschlossen werden konnten (Abb. 4-5). Nach erfolgter Interpolation und Rückumwandlung in das Polygon-Format konnten ausgehend von der nun „vollständigen“ MMK den Einzelfeldblöcken die mittleren Acker- bzw. Grünlandzahlen flächengewichtet über die Extension Hawth's Tools³ in ArcGIS zugewiesen werden (Abb. 4-7).

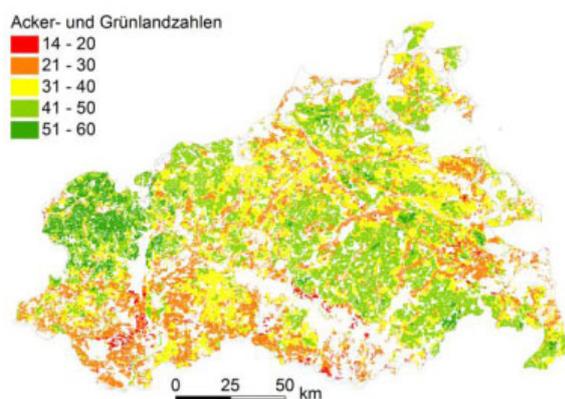


Abbildung 4-2: Original der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK)

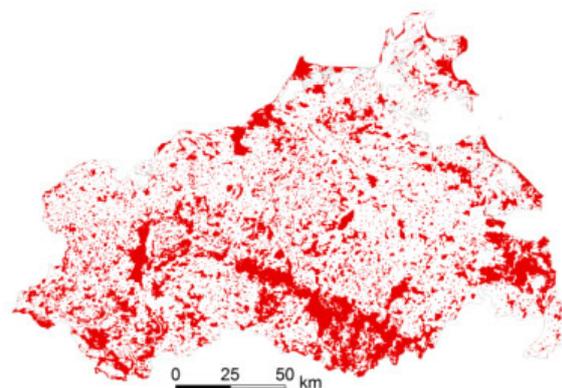


Abbildung 4-3: Fehlstellen der MMK ohne definierten Standorttyp (rote Flächen)

³ <http://www.spatial ecology.com/htools/tool Desc.php>

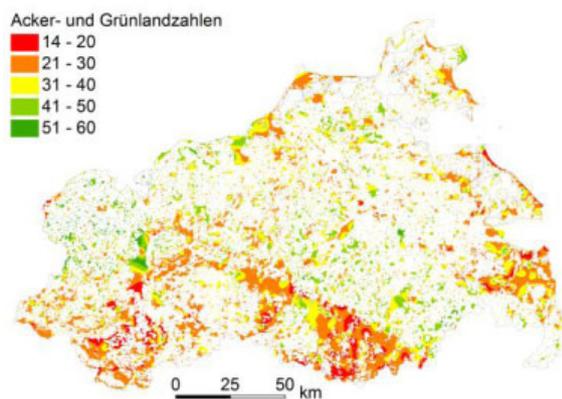


Abbildung 4-4: Interpolation der Fehlstellen

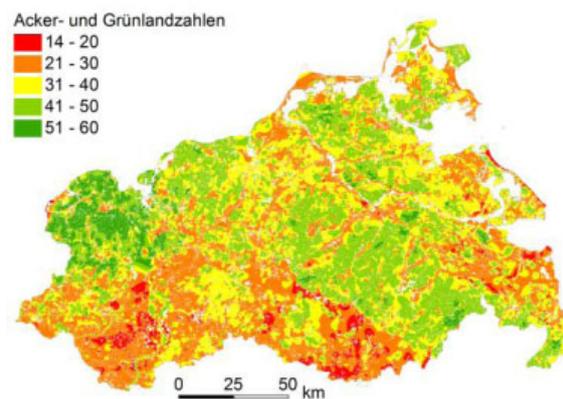


Abbildung 4-5: MMK nach Verschneidung mit den interpolierten Fehlstellen

Nach Zuordnung der Acker- und Grünlandzahlen zu den jährlichen Feldblockkatastern wurden im nächsten Schritt zunächst die Erträge der gegebenen 24 Hauptkulturarten (ggf. unter Anwendung der definierten Ertragsersatzfaktoren (Tab. 3.3)) in die 67 Kulturarten laut Landwirtschaftlicher Flächennutzungstabelle (Tab. 3.2) aufgelöst sowie die standortabhängigen Ertragsfaktoren (Tab. 4.1) in die bestehende Tabellenstruktur der Feldblöcke integriert. Nach dieser Zuordnung konnten durch eine Verknüpfung der jährlichen Feldblockkataster mit den korrespondierenden Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen (ggf. unter Multiplikation mit den nutzungsartenabhängigen Ertragsfaktoren (Tab. 4.2)) die abschließenden Erträge der Kulturgruppen berechnet werden.

Für diese Zuordnung wurde mit Hilfe des Modelbuilders in ArcGIS ein Algorithmus entwickelt (vgl. Abb. 4-6), welcher eine semiautomatische Arbeitsweise ermöglicht hat.

Das Modell ist so konzipiert, dass pro Landkreis in den beiden Shape-Dateien, welche die Feldblöcke und die Erträge enthalten, zunächst per Befehl „Select by Attribute“ ein definierter Landkreis ausgewählt wird. Nach erfolgter Selektion werden die beiden Dateien per Befehl „Join“ für den ausgewählten Zeilenbereich (ausgewählter Landkreis) über das gemeinsame Attribut „Landkreis“ miteinander verschneidet. Im Anschluss daran werden die Kulturarten-erträge für diesen Landkreis aus der Ertragstabelle über den Befehl „Calculate Field“ in die Ertragsspalten des Feldblockkatasters übertragen (Abb. 4-6, Berechnungsschritt a). Währenddessen erfolgt zeitgleich die Auflösung der 24 Hauptkulturarten (ggf. unter Anwendung der definierten Ertragsersatzfaktoren (Tab. 3.3)) in die 67 Kulturarten laut Landwirtschaftlicher Flächennutzungstabelle (Tab. 3.2).

Um methodisch bedingte Verzerrungen zu vermeiden, werden bereits in einem Arbeitsschritt zuvor durch das Anlegen einer neuen Spalte in den Feldblockkataster- wie auch Ertragsdateien die kreisfreien Städte den Landkreisen zugeordnet (s. o.). Dabei wird darauf geachtet, dass Umlaute wie ä, ü, ö stets als ae, ue oder oe Verwendung finden, da diese Zeichen zwar in modernen Computersystemen durch den ASCII-Zeichensatz ISO 8859-1 (Latin 1) problemlos verwendet werden können, zahlreiche GIS-Systeme (wie auch ArcGIS) damit sowohl in der Darstellung wie auch Verarbeitung immer noch diverse Schwächen aufweisen.

Nach Übertragung der Kulturarten-erträge in das Feldblockkataster werden die standort-spezifischen Ertragsfaktoren der Kulturarten integriert. Dafür kommen die in Tabelle 4-1 aufgelisteten wertzahlabhängigen Faktoren zur Anwendung.

Somit werden durch diese Schritte den einzelnen Feldblöcken des Feldblockkataster (zunächst ohne Kenntnis darüber, ob diese Kulturen auf den Feldblöcken tatsächlich angebaut wurden oder nicht) für alle jeweils möglichen Kulturarten nach Landkreis

differenzierte Erträge zugewiesen. Erst mit Verschneidung der Feldblockkatasterdaten mit den Daten über die tatsächliche Nutzung der Feldblöcke (Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle) über das Attribut Feldblockidentifikationsnummer werden die Kulturarten-erträge für die reale Nutzung ausgewählt und abschließend mit den standort- und nutzungsabhängigen Ertragsfaktoren (Abschnitt 4.2.2, Tab. 4.2) über den Befehl „Calculate Field“ multipliziert (Abb. 4-6, Berechnungsschritt b).

Nach Zuweisung der Einzelkultur-erträge in die Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen fanden für die weiteren Berechnungen nur noch die definierten Kulturgruppen Verwendung.

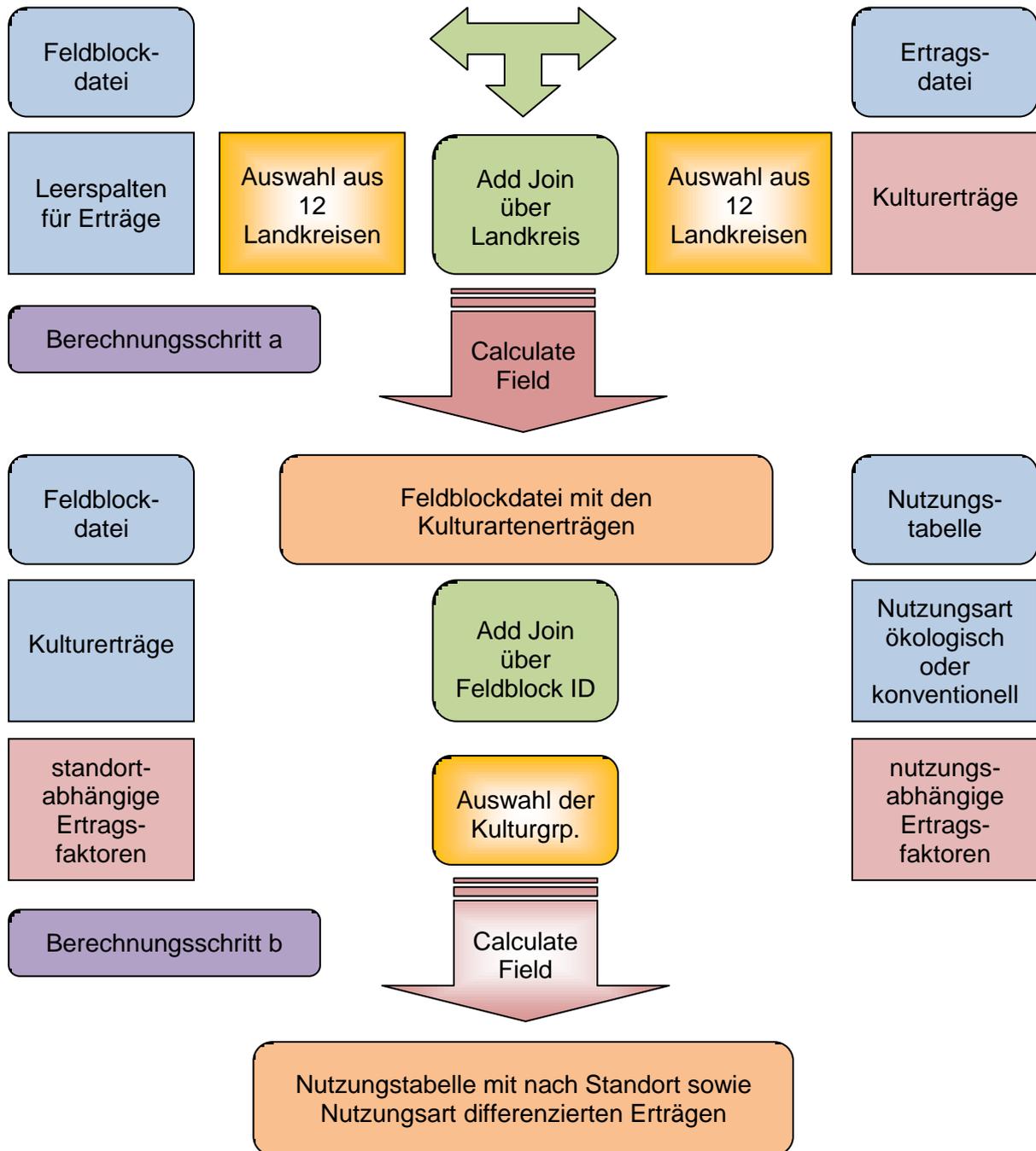


Abbildung 4-6: Stark vereinfachtes Übersichtsschema des Berechnungsalgorithmus zur Übertragung der jährlichen Erträge auf Landkreisebene in die Feldblockkataster sowie zur Zuordnung der acker- bzw. grünlandzahl- und nutzungsabhängigen Ertragsfaktoren (bezogen auf die Nutzungstabellen)

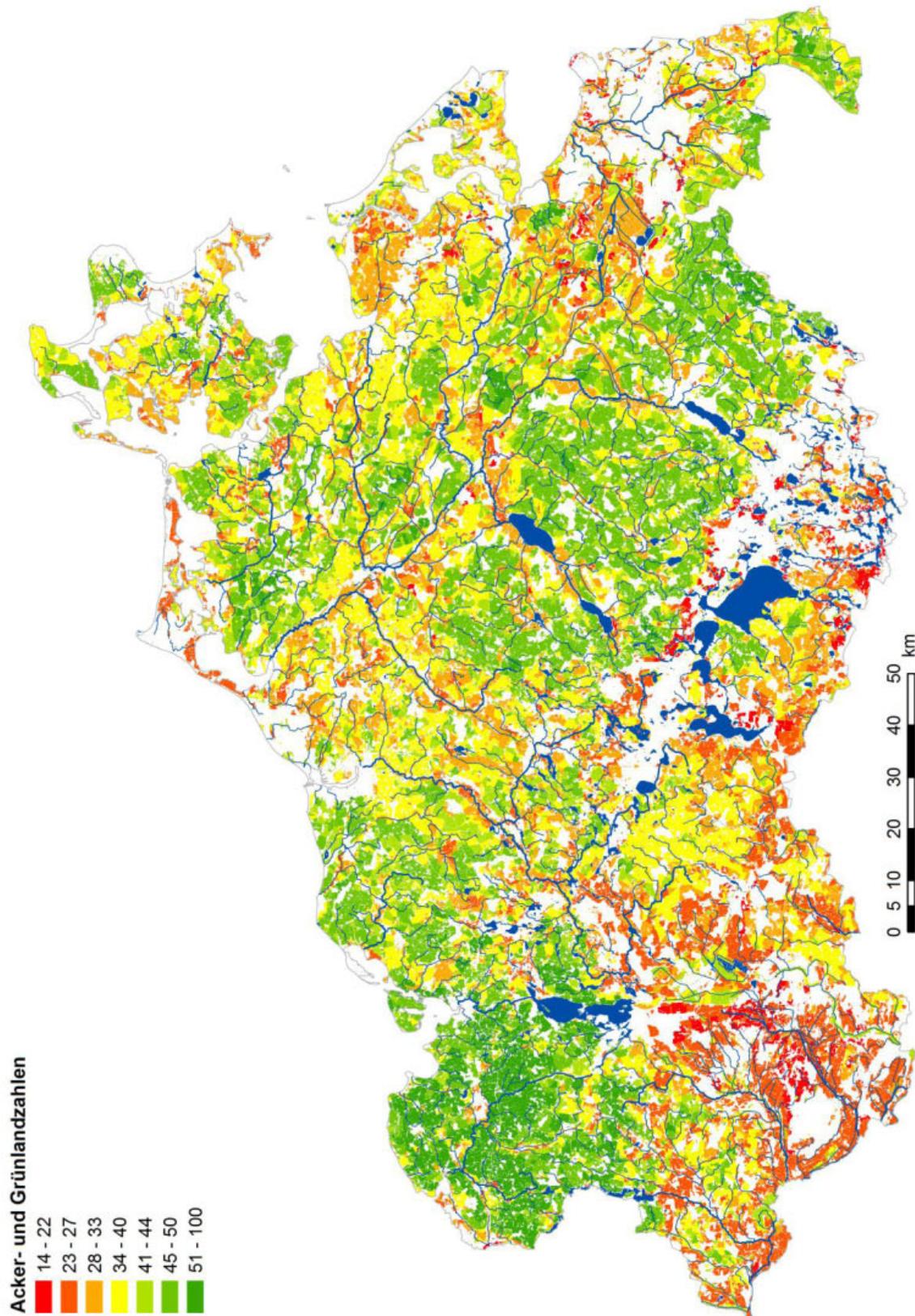


Abbildung 4-7: Feldblockkataster des Jahres 2010 mit Angabe der Acker- und Grünlandzahlen auf Basis der Standorttypen der MMK

Tabelle 4-1: Ertragsfaktoren für die definierten Kulturgruppen in Abhängigkeit von den Standortbedingungen (Acker- und Grünlandzahl)

| Kulturgruppe | Ertragsfaktoren in Abhängigkeit von der Acker- bzw. Grünlandzahl | | | | | | |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 7-22 | 23-27 | 28-33 | 34-40 | 41-44 | 45-50 | 51-100 |
| Ackerbohnen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Feldgras | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Futtererbsen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Grassamenvermehrung | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Hafer | 0,62 | 0,81 | 0,97 | 1,07 | 1,30 | 1,30 | 1,29 |
| Industriekartoffeln | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Kartoffeln | 0,77 | 0,85 | 0,95 | 0,98 | 1,07 | 1,06 | 1,00 |
| Klee | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Körnermais | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Mähweide | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Roggen | 0,81 | 0,92 | 1,24 | 1,18 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Runkelrüben | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Silomais | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sommergerste | 0,64 | 0,73 | 1,00 | 1,15 | 1,06 | 1,12 | 0,91 |
| Sommerraps | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sommerweizen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sonnenblumen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Streuwiesen/Hutungen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Süßlupinen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Triticale | 0,57 | 0,70 | 1,00 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 0,90 |
| Weide | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Wiese | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Wintergerste | 0,65 | 0,80 | 0,94 | 0,99 | 1,04 | 1,06 | 1,04 |
| Winterraps | 0,92 | 0,92 | 0,97 | 0,98 | 1,02 | 1,08 | 1,09 |
| Winterweizen | 0,83 | 0,83 | 0,84 | 0,93 | 1,04 | 1,09 | 1,13 |
| Zuckerrüben | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

4.2.2 Erträge nach Wirtschaftsweisen

Um auch die Wirtschaftsweisen „konventionell“ und „ökologisch“ während der Berechnungen der Ertragsleistung der verwendeten Kulturgruppen ausreichend zu differenzieren, wurden in Anlehnung an WIEBENSOHN (2008) entsprechende nutzungsartenabhängige (zusätzliche) Ertragsfaktoren festgelegt. Die konventionellen Anbauvarianten stehen dabei für einen Ertrag von 100 Prozent (1,0), der ökologische Anbau erreicht dies höchstens, im Regelfall aber nur geringere Werte. Ausgedrückt als weiterer Ertragsfaktor stellt dies Tabelle 4-2 für die verwendeten Kulturgruppen dar.

Im Wesentlichen wurde für die jeweilige ökologische Variante ein Ertragsfaktor von 0,5 im Vergleich zum konventionellen Anbau definiert. Kulturgruppen bzw. Mischkulturen, bei welchen Stickstoff aus der Luft gebunden wird, wurden mit entsprechend höheren Erträgen eingestuft.

Methodisch erfolgte die Zuordnung der nutzungsartenspezifischen Ertragsfaktoren, wie auch im Übersichtsschema durch den Berechnungsschritt b (vgl. Abb. 4-6) angedeutet, während der Übertragung der feldblock- und damit standortspezifischen Kulturartenerträge auf die Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle (s. o.).

Tabelle 4-2: Ertragsfaktoren für den ökologischen Anbau bei den verwendeten Kulturgruppen (in Anlehnung an WIEBENSOHN 2008)

| Kulturgruppe | Faktor | Kulturgruppe | Faktor |
|---------------------|--------|--------------------------|--------|
| Ackerbohnen | 0,8 | Sommergerste | 0,5 |
| Feldgras | 0,5 | Sommerraps | 0,5 |
| Futtererbsen | 0,8 | Sommerweizen | 0,5 |
| Grassamenvermehrung | 0,5 | Sonnenblumen | 0,5 |
| Hafer | 0,5 | Streuwiesen/ Hutungen | 1,0 |
| Industriekartoffeln | 0,5 | Süßlupinen | 0,8 |
| Kartoffeln | 0,5 | Triticale | 0,5 |
| Klee | 1,0 | Weide* | 0,75 |
| Körnermais | 0,5 | Wiese* | 0,75 |
| Mähweide* | 0,75 | Wintergerste | 0,5 |
| Roggen | 0,5 | Winterraps | 0,5 |
| Runkelrüben | 0,5 | Winterweizen | 0,5 |
| Silomais | 0,5 | Zuckerrüben | 0,5 |

*Der Ertragsfaktor für die Kulturgruppen Mähweide, Weide und Wiese beträgt für den Anbau unter Naturschutzauflagen 0,5.

4.3 Berechnung des Nährstoffentzuges mit dem Erntegut

Die Berechnung des Nährstoffentzuges mit dem Erntegut erfolgte prinzipiell innerhalb der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen über eine Multiplikation der auf die jeweiligen Anbauflächen bezogenen jährlichen, nach Standorttyp und Nutzungsart differenzierten Erträge der einzelnen Kulturgruppen mit den kulturgruppenspezifischen Nährstoffgehalten nach KAPE et al. (2008), vgl. Tab. 4-3, nach folgender Formel:

$$Entzug_{N,P} [kg] = Ertrag \left[\frac{dt}{ha} \right] \cdot Nährstoffgehalt_{N,P} \left[\frac{kg}{dt} \right] \cdot Anbaufläche [ha]$$

Tabelle 4-3: Nährstoffgehalte der verwendeten Kulturgruppen nach KAPE et al. (2008)

| Kulturgruppe | konventioneller Anbau | | ökologischer Anbau | |
|---------------------|-----------------------|----------|--------------------|----------|
| | N Gehalt | P Gehalt | N Gehalt | P Gehalt |
| [kg/dt] | | | | |
| Ackerbohnen | 4,10 | 0,52 | 4,10 | 0,47 |
| Feldgras | 0,48 | 0,07 | 0,38 | 0,07 |
| Futtererbsen | 3,60 | 0,48 | 3,60 | 0,43 |
| Grassamenvermehrung | 0,48 | 0,07 | 0,38 | 0,07 |
| Hafer | 1,65 | 0,35 | 1,51 | 0,35 |
| Industriekartoffeln | 0,35 | 0,06 | 0,31 | 0,06 |

| Kulturgruppe | konventioneller Anbau | | ökologischer Anbau | |
|----------------------|-----------------------|----------|--------------------|----------|
| | N Gehalt | P Gehalt | N Gehalt | P Gehalt |
| [kg/dt] | | | | |
| Kartoffeln | 0,35 | 0,06 | 0,31 | 0,06 |
| Klee | 0,55 | 0,06 | 0,55 | 0,06 |
| Körnermais | 1,51 | 0,35 | 1,38 | 0,33 |
| Mähweide | 0,36 | 0,06 | 0,29 | 0,06 |
| Roggen | 1,51 | 0,35 | 1,38 | 0,35 |
| Runkelrüben | 0,14 | 0,03 | 0,14 | 0,03 |
| Silomais | 0,38 | 0,07 | 0,34 | 0,07 |
| Sommergerste | 1,65 | 0,35 | 1,38 | 0,35 |
| Sommerraps | 3,30 | 0,78 | 3,00 | 0,78 |
| Sommerweizen | 2,11 | 0,35 | 1,81 | 0,35 |
| Sonnenblumen | 2,91 | 0,70 | 2,40 | 0,71 |
| Streuwiesen/Hutungen | 0,26 | 0,05 | 0,21 | 0,05 |
| Süßlupinen | 4,48 | 0,48 | 4,48 | 0,42 |
| Triticale | 1,65 | 0,35 | 1,38 | 0,35 |
| Weide | 0,36 | 0,06 | 0,29 | 0,06 |
| Wiese | 0,36 | 0,06 | 0,29 | 0,06 |
| Wintergerste | 1,65 | 0,35 | 1,38 | 0,35 |
| Winterraps | 3,35 | 0,78 | 2,80 | 0,78 |
| Winterweizen | 2,11 | 0,35 | 1,81 | 0,35 |
| Zuckerrüben | 0,18 | 0,04 | 0,16 | 0,04 |

4.4 Schätzung der Gesamtnährstoffzufuhr

Eine Abschätzung der Gesamtnährstoffzufuhr ist erforderlich, da nach wie vor weder bundes- noch landesweit ausreichend regionalisierte oder betriebsbezogene Daten zum tatsächlichen Umfang der erforderlichen Ausgleichdüngung (in Form von Mineral- und/oder Sekundärrohstoffdüngung) vorliegen (vgl. auch BACH et al. 1999). Auch das Ausweichen auf den Absatz von Mineraldüngern hilft wegen Lagerhaltung, Weiterverkauf etc. wenig weiter (s. auch Kapitel 6).

Die Gesamtnährstoffzufuhr bildet die Summe aller Nährstoffe, welche durch Aufbringung von organischem Dünger (organischer Wirtschaftsdünger und Sekundärrohstoffe wie Gärreste, Kompost, Klärschlamm etc.), Mineraldünger und vom Menschen direkt unbeeinflusst durch symbiotische Stickstoffbindung auf die jeweiligen landwirtschaftlichen Nutzflächen den dort angebauten Kulturen als Nährstoff zur Bedarfsdeckung zur Verfügung steht:

$$\begin{aligned}
 & \text{Gesamtnährstoffzufuhr} \\
 &= (\text{organische Nährstoffzufuhr} + \text{Mineraldünger})_{\text{anthropogen}} \\
 &+ (\text{legume Stickstofffixierung})_{\text{natürlich}}
 \end{aligned}$$

Für die Berechnung der Gesamtnährstoffzufuhr erfolgte zunächst die Ableitung von standortdifferenzierten Düngefaktoren für die definierten Kulturgruppen. Diese wurden bereits durch die Analyse von Betriebszweigauswertungen über mehrere Jahre (2001-2005) durch WIEBENSOHN (2008) ermittelt bzw. angenommen. Auf diese Weise wird das erfahrungsbasierte Düngungsverhalten der Landwirte abgebildet, die natürlich während des Anbaues noch nicht den späteren Ertrag kennen.

Die abgeleiteten Faktoren stellen Mittelwerte dar und beziehen sich auf die Durchschnittserträge eines Betrachtungszeitraums. Durch die Orientierung auf Durchschnittserträge soll der Einfluss einzelner Jahre auf das Gesamtergebnis minimiert werden.

Die von WIEBENSOHN (2008) definierten Düngefaktoren für die Kulturgruppen wurden in Abstimmung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (Dr. Kape) bezogen auf ein Testberechnungsjahr des Betrachtungszeitraums (2010) auf Basis einer vollständigen Histogramm-Auswertung in Hinsicht auf die Zwischenergebnisse

- organische Düngung im konventionellen und ökologischen Landbau
- mineralische Düngung im konventionellen Landbau
- legume Stickstofffixierung im konventionellen, ökologischen und unter Naturschutzaufgaben stehendem Anbau
- Ernteentzug im konventionellen, ökologischen und unter Naturschutzaufgaben stehendem Anbau

sowie das Endergebnis der regionalisierten Flächenbilanzen jeweils für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor auf ihre Realitätsnähe geprüft und für das Grünland sowie den Kartoffelanbau weiter differenziert (Tab. 4-4, 4-5).

Bei Kulturgruppen mit mehrfacher Düngung im Jahr (betrifft z.B. Grünländer mit mehreren Schnitten im Jahr) ist anzumerken, dass hier die Landwirte ihr Düngungsverhalten individuell auf die jeweiligen Wachstumsverhältnisse hin anpassen. Dadurch bedingt können sich insbesondere in ertragsschwachen Jahren überschätzte Nährstoffsalden ergeben.

Die von WIEBENSOHN (2008) angenommenen Düngefaktoren ergaben sich empirisch durch die Auswertung von Betriebszweigauswertungen der Jahre 2001 bis 2005. Bedingt durch die starken Preisschwankungen der Nachfolgejahre (aktueller Berechnungszeitraum ist 2005-2010) für Mineraldünger können die von den Landwirten tatsächlich verwendeten Mineraldüngermengen von den abgeschätzten Mengen abweichen. Eine Validierung der Düngefaktoren ist nur über eine weitere Auswertung von Betriebsdaten möglich.

Das Produkt der Düngefaktoren mit den jahresbezogenen standort- und nutzungs-differenzierten Durchschnittserträgen der Kulturgruppen ergibt den anthropogen beeinflussten Teil an der Gesamtnährstoffzufuhr.

Für den Nährstoff Phosphor stellt dieser Anteil bereits die Gesamtnährstoffzufuhr dar. Für den Nährstoff Stickstoff müssen noch die vom Menschen unbeeinflussten Einträge der legumen Stickstofffixierung berücksichtigt werden. Bei den Leguminosen kann dies je nach Kulturart über einen ertragsbezogenen Stickstofffixierungsfaktor oder eine flächenbezogene Stickstofffixierungsmenge abgebildet werden. Beide Varianten werden nachfolgend genutzt.

Die Berechnung der Gesamtnährstoffzufuhr erfolgte anhand der landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen der Betrachtungsjahre 2005 bis 2010 für die Einzelparzellen nach folgender Formel:

$$\begin{aligned} \text{Gesamtnährstoffzufuhr}_{N,P} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] &= (\text{ertragsbezogener Stickstofffixierungsfaktor} \left[\frac{\text{kg}}{\text{dt}} \right] \\ &+ \text{Düngefaktor}_{N,P} \left[\frac{\text{kg}}{\text{dt}} \right]) \cdot \text{Durchschnittsertrag}_{\text{Jahre } 05-10} \left[\frac{\text{dt}}{\text{ha}} \right] \\ &+ \text{flächenbezogene Stickstofffixierungsmenge} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] \end{aligned}$$

Tabelle 4-4: Düngefaktoren für Stickstoff in Abhängigkeit von der Acker-/Grünlandzahl in [kg/dt] für die festgelegten Kulturgruppen (nach WIEBENSOHN 2008)

| Kulturgruppe | Düngefaktoren in Abhängigkeit von der Acker- bzw. Grünlandzahl | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 7-22 | 23-27 | 28-33 | 34-40 | 41-44 | 45-50 | 51-100 |
| Ackerbohnen ² | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 |
| Feldgras ¹ | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| Futtererbsen ¹ | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 |
| Grassamenvermehrung ³ | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| Hafer ¹ | 2,21 | 2,21 | 2,21 | 2,21 | 2,21 | 2,21 | 2,21 |
| Industriekartoffeln ³ | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Kartoffeln ¹ | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |
| Klee ² | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| Körnermais ¹ | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 |
| Mähweide ² | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| Roggen ¹ | 3,12 | 3,12 | 3,12 | 2,69 | 2,69 | 2,34 | 2,34 |
| Runkelrüben ¹ | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Silomais ¹ | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 |
| Sommergerste ¹ | 1,79 | 1,79 | 1,79 | 1,79 | 1,79 | 1,79 | 1,79 |
| Sommerraps ¹ | 9,32 | 9,32 | 9,32 | 9,32 | 9,32 | 9,32 | 9,32 |
| Sommerweizen ¹ | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 |
| Sonnenblumen ¹ | 3,49 | 3,49 | 3,49 | 3,49 | 3,49 | 3,49 | 3,49 |
| Streuwiesen/ Hutungen ² | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Süßlupinen ¹ | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 |
| Triticale ¹ | 3,17 | 3,17 | 3,17 | 2,86 | 2,86 | 2,55 | 2,55 |
| Weide ² | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| Wiese ² | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Wintergerste ¹ | 2,86 | 2,86 | 2,86 | 2,72 | 2,72 | 2,56 | 2,56 |
| Winterraps ¹ | 7,10 | 7,10 | 7,10 | 6,24 | 6,24 | 6,09 | 6,09 |
| Winterweizen ¹ | 3,34 | 3,34 | 3,34 | 3,05 | 3,05 | 3,00 | 3,00 |
| Zuckerrüben ² | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |

¹Düngefaktor basierend auf WIEBENSOHN (2008)

²Düngefaktor wurde korrigiert

³Düngefaktor wurde in Anlehnung an WIEBENSOHN (2008) neu festgelegt

- Die Düngefaktoren der Kulturgruppe Grassamenvermehrung wurde aufgrund fehlender Datengrundlage von der Kulturgruppe Feldgras übernommen.
- Für die Kulturgruppe Industriekartoffeln, betragen die Düngefaktoren 81 % der Kulturgruppe Kartoffeln.
- Die Düngefaktoren für Mähweide, Wiese und Weide wurden entsprechend der Neuordnung der Grünlandgruppen ihren verschiedenen Nutzungsintensitäten entsprechend empirisch korrigiert. Es besteht Validierungsbedarf.
- Da Streuwiesen und Hutungen praktisch kaum gedüngt werden, wurden sehr geringe Faktoren vergeben.
- Für die Kulturgruppe Zuckerrüben wurden die Düngefaktoren entsprechend der Veränderung des Düngungsverhaltens der Landwirte auf Grundlage einer Schlagkarteiauswertung der Zuckerindustrie angepasst.

Tabelle 4-5: Düngefaktoren für Phosphor in Abhängigkeit von der Acker-/Grünlandzahl in [kg/dt] für die festgelegten Kulturgruppen (nach WIEBENSOHN 2008)

| Kulturgruppe | Düngefaktoren in Abhängigkeit von der Acker- bzw. Grünlandzahl | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 7-22 | 23-27 | 28-33 | 34-40 | 41-44 | 45-50 | 51-100 |
| Ackerbohnen ¹ | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Feldgras ¹ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Futtererbsen ¹ | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |
| Grassamenvermehrung ³ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Hafer ¹ | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Industriekartoffeln ³ | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Kartoffeln ¹ | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Klee ¹ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Körnermais ¹ | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| Mähweide ¹ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Roggen ¹ | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,23 | 0,23 | 0,19 | 0,19 |
| Runkelrüben ¹ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Silomais ¹ | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 |
| Sommergerste ¹ | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 |
| Sommerraps ¹ | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 |
| Sommerweizen ¹ | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Sonnenblumen ¹ | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| Streuwiesen/ Hutungen ² | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Süßlupinen ¹ | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| Triticale ¹ | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,26 | 0,26 | 0,27 | 0,27 |
| Weide ¹ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Wiese ¹ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Wintergerste ¹ | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,23 |
| Winterraps ¹ | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,68 | 0,68 | 0,76 | 0,76 |
| Winterweizen ¹ | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,20 |
| Zuckerrüben ² | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |

¹Düngefaktor basierend auf WIEBENSOHN (2008)

²Düngefaktor wurde korrigiert

³Düngefaktor wurde in Anlehnung an WIEBENSOHN (2008) neu festgelegt

- Die Düngefaktoren der Kulturgruppe Grassamenvermehrung wurde aufgrund fehlender Datengrundlage von der Kulturgruppe Feldgras übernommen.
- Für die Kulturgruppe Industriekartoffeln wurden die Düngefaktoren der Kulturgruppe Kartoffeln verwendet.
- Die Düngefaktoren für Mähweide, Wiese und Weide wurden entsprechend der Neuordnung der Grünlandgruppen ihren verschiedenen Nutzungsintensitäten entsprechend empirisch korrigiert. Es besteht Validierungsbedarf.
- Da Streuwiesen und Hutungen praktisch kaum gedüngt werden, wurden sehr geringe Faktoren vergeben.
- Für die Kulturgruppe Zuckerrüben wurden die Düngefaktoren entsprechend der Veränderung des Düngungsverhaltens der Landwirte auf Grundlage einer Schlagkarteiauswertung der Zuckerindustrie angepasst.

4.5 Berechnung der Nährstoffzufuhr aus der Tierhaltung

Zur Ermittlung der jährlich angefallenen Menge an organischem Wirtschaftsdünger lagen Daten darüber vor, wie viele Tiere die einzelnen Landwirtschaftsbetriebe in Mecklenburg-Vorpommern in den entsprechenden Jahren gehalten haben. Davon ausgehend konnte anhand des durchschnittlichen Tierbesatzes durch eine Multiplikation mit den mittleren Nährstoffgehalten der Ausscheidungen der einzelnen Tierarten (Tab. 4-6) der Brutto-Nährstoffanfall aus der Tierhaltung berechnet werden.

Aus pflanzenbaulichen Gründen und gemäß den Vorgaben der Düngeverordnung (DüV) kann organischer Wirtschaftsdünger nur zu bestimmten Zeiten ausgebracht werden. Aus diesem Grund wird hier eine Lagerung notwendig. Durch Umwandlungs- und Ausgasungsprozesse während der Lagerung sowie bei der anschließenden Ausbringung geht ein nicht unerheblicher Teil des Stickstoffs verloren. Diese Stickstofffehlmenge wird durch den Verlustfaktor berücksichtigt (Tab. 4-6), so dass damit die verbleibenden Nettostickstoffmengen für die Verteilung abgeschätzt werden können (vgl. Abb. 3-10). Phosphor unterliegt keinen nennenswerten Verlusten und wird vollständig angerechnet.

Insofern berechnet sich die Menge an organischem Wirtschaftsdünger je landwirtschaftlichem Unternehmen wie im Folgenden dargestellt:

$$ZOU_{N,P} [kg] = \sum_{i=1}^n (\emptyset \text{ Tieranzahl} \cdot \text{org. Nährstoffgehalt}_{N,P} [kg] \cdot \text{Verlustfaktor}_N)_{\text{Tierart}}$$

$ZOU_{N,P}$ = Zufuhrmenge an organ. Dünger pro Unternehmer

Tabelle 4-6: Nährstoffgehalte der tierischen Ausscheidungen in Kilogramm pro Jahr je Stellplatz (Angaben für Tierarten nach InVeKos), aus KAPE et al. (2008)

| Tierart | ID | N [kg/a] | Verlust- faktor | P [kg/a] |
|--|----|-------------|--------------------|-------------|
| Kälber unter 3 Monaten (ohne Mastkälber) | 1 | 15,40 | 0,70 | 2,60 |
| Mastkälber unter 3 Monaten | 2 | 14,40 | 0,70 | 2,20 |
| Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber) | 3 | 44,60 | 0,70 | 3,60 |
| Mastkälber über 3 bis 6 Monate | 4 | 25,70 | 0,70 | 3,80 |
| Männliche Rinder 6 Monate bis 1 Jahr | 5 | 41,00 | 0,70 | 6,98 |
| Männliche Rinder 1 bis 2 Jahre | 6 | 59,00 | 0,70 | 8,98 |
| Männliche Rinder über 2 Jahre | 7 | 60,00 | 0,70 | 9,07 |
| Zuchtbullen über 2 Jahre | 8 | 60,00 | 0,70 | 9,07 |
| Zugochsen über 2 Jahre | 9 | 60,00 | 0,70 | 9,07 |
| Weibliche Mastrinder 6 Monate bis 1 Jahr | 10 | 36,00 | 0,70 | 6,98 |
| Weibliche Zuchtrinder 6 Monate bis 1 Jahr | 11 | 49,00 | 0,70 | 6,98 |
| Weibliche Mastrinder 1 bis 2 Jahre | 12 | 49,00 | 0,70 | 8,98 |
| Weibliche Zuchtrinder 1 bis 2 Jahre | 13 | 75,00 | 0,70 | 9,98 |
| Weibliche Mastrinder über 2 Jahre | 14 | 49,00 | 0,70 | 8,98 |
| Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre | 15 | 85,00 | 0,70 | 10,99 |
| Milchkühe | 16 | 117,90 | 0,70 | 17,40 |
| Mutter- und Ammenkühe | 17 | 105,60 | 0,70 | 14,30 |
| Andere weibliche Rinder über 2 Jahre | 18 | 49,00 | 0,70 | 8,98 |
| Schafe unter 1 Jahr | 21 | 9,20 | 0,50 | 1,30 |

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

| Tierart | ID | N | Verlust- faktor | P |
|---------------------------------------|----|--------|--------------------|--------|
| | | [kg/a] | | [kg/a] |
| Mutterschafe | 22 | 13,80 | 0,50 | 1,90 |
| Andere Schafe über 1 Jahr | 23 | 13,80 | 0,50 | 1,90 |
| Mutterziegen | 31 | 11,60 | 0,50 | 1,90 |
| Andere Ziegen | 32 | 8,40 | 0,50 | 1,40 |
| Pferde bis 6 Monate | 40 | 31,60 | 0,50 | 5,89 |
| Pferde 6 Monate bis 3 Jahre | 41 | 44,50 | 0,50 | 8,15 |
| Pferde über 3 Jahre | 42 | 63,50 | 0,50 | 12,21 |
| Zuchtsauen ab 1. Wurf ohne Ferkel | 51 | 36,60 | 0,60 | 16,92 |
| Zuchtsauen ab 1. Wurf, Ferkel führend | 52 | 39,10 | 0,60 | 5,89 |
| Ferkel vom Absetzen bis 20 kg | 53 | 3,20 | 0,60 | 0,70 |
| Jungsauen ab 1. Belegung bis 1. Wurf | 54 | 6,70 | 0,60 | 1,70 |
| Andere Zuchtschweine (ab 50kg) | 55 | 13,00 | 0,60 | 2,80 |
| Jungschweine zur Zucht (20-50 kg) | 56 | 10,80 | 0,60 | 2,20 |
| Jungschweine zur Mast (20-50 kg) | 57 | 10,80 | 0,60 | 2,20 |
| Mastschweine aus eigenem Bestand | 58 | 13,10 | 0,60 | 2,50 |
| Mastschweine aus zugekauften Ferkeln | 59 | 13,10 | 0,60 | 2,50 |
| Junghennen 6 Wochen bis 6 Monate | 62 | 0,29 | 0,50 | 0,09 |
| Legehennen | 63 | 0,79 | 0,50 | 0,21 |
| Masthähnchen | 64 | 0,47 | 0,50 | 0,11 |
| Enten zur Zucht | 65 | 1,48 | 0,50 | 0,36 |
| Enten zur Mast | 66 | 1,48 | 0,50 | 0,36 |
| Gänse zur Zucht | 67 | 1,04 | 0,50 | 0,14 |
| Gänse zur Mast | 68 | 1,04 | 0,50 | 0,14 |
| Puten zur Zucht | 69 | 2,14 | 0,50 | 0,62 |
| Puten zur Mast | 70 | 2,14 | 0,50 | 0,62 |
| Perlhühner und Wachteln | 71 | 0,16 | 0,50 | 0,04 |
| Kaninchen zur Zucht | 85 | 9,70 | 0,50 | 2,40 |
| Kaninchen zur Mast | 86 | 9,70 | 0,50 | 2,40 |
| Damwild | 90 | 21,60 | 0,50 | 3,00 |
| Strauß bis 2 Jahre | 95 | 24,00 | 0,50 | 4,36 |
| Strauß über 2 Jahre | 96 | 24,00 | 0,50 | 4,36 |

Der allgemeine Berechnungsansatz zur Verteilung des angefallenen organischen Wirtschaftsdüngers nach WIEBENSOHN (2008) basiert auf der vereinfachten, aber regelmäßig zutreffenden Annahme, dass die tierhaltenden Unternehmen ihren organischen Wirtschaftsdünger auf die von ihnen bewirtschafteten Flächen aufbringen. Deshalb kann eine Verknüpfung der „düngerproduzierenden“ landwirtschaftlichen Unternehmen (entsprechend Tierzahlen) mit den von den Unternehmen landwirtschaftlich genutzten Flächen (lt. Landwirtschaftlicher Flächennutzungstabelle) erfolgen. Dieser Ansatz spiegelt aber hinsichtlich der Verteilung von Nährstoffüberschüssen aus größeren Tierhaltungsanlagen keine realitätsnahe Situation wider, da hier Austauschprozesse zwischen den landwirtschaftlichen Unternehmen durch Nährstoffim- und -exporte (-transite), wie sie in der Praxis vorkommen nicht abgebildet werden können. Infolge dessen würden sich unter

uneingeschränkter Anwendung dieses Ansatzes, im Bereich um Tierhaltungsanlagen rechnerisch sehr große Spitzenwerte der organischen Düngeraufbringung ergeben, welche in Wirklichkeit nie erreicht werden.

Aus diesem Grund wurde ein spezieller Verteilungsalgorithmus entwickelt, welcher unter BIOTA (2012) detailliert beschrieben ist, hier aber nur stark verkürzt wiedergegeben werden soll.

Der Grundgedanke, dass die tierhaltenden Unternehmen ihren organischen Wirtschaftsdünger auf die von ihnen bewirtschafteten Flächen aufbringen bleibt dabei erhalten. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass die Überschussmengen an organischem Wirtschaftsdünger, die den lt. Düngeverordnung festgelegten Grenzwert von 170 kg Stickstoff/Gesambewirtschaftungsfläche eines Unternehmers überschreiten, in einem Umkreis von 5 km um die Flächen des betreffenden Unternehmers auf Flächen von Unternehmern ohne Tierhaltung verteilt werden.

Im Rahmen des Algorithmus werden daher zunächst die Gesamtmengen an organischem Wirtschaftsdünger der Unternehmer sowie deren Gesamtbewirtschaftungsflächen berechnet. Im Anschluss daran kann festgestellt werden, ob die Unternehmer in ihrer gesamtbetrieblichen Bilanz den nach Düngeverordnung (DüV) festgelegten Grenzwert von 170 kg Stickstoff/Gesambewirtschaftungsfläche überschreiten. Daraus ergeben sich die Mengen, welche in einem ersten Verteilungsschritt sofort auf die Parzellen der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabelle verteilt werden und diejenigen Überschussmengen, die erst in einem zweiten Verteilungsschritt auf die Parzellen von Unternehmern mit Pflanzenproduktion ohne Tierhaltung in einem Umkreis von 5 km um Parzellen von Unternehmern mit Tierhaltung und Überschussmengen verteilt werden sollen.

Da für Verteilungsschritt zwei Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Parzellen hergestellt werden müssen, die Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle jedoch keinen direkten Raumbezug hat, werden in einem Vorverarbeitungsschritt zunächst die Schwerpunktkoordinaten der Feldblöcke ermittelt und auf die darin befindlichen Parzellen übertragen. Dadurch bedingt kann jeder Parzelle der Flächennutzungstabelle ein fester, punktueller Raumbezug zugeordnet werden.

Um die Parzellen von Unternehmern mit Tierhaltung und Überschussmengen an organischem Dünger werden nun Pufferflächen generiert, welche gleichzeitig das Umkreisareal für die spätere Suche nach geeigneten Parzellen von Unternehmern mit Pflanzenproduktion ohne Tierhaltung für eine Verteilung der Überschussmengen bilden.

Durch die Verschneidung dieser Umkreisareale pro Unternehmer mit Überschussmengen mit geeigneten Parzellen von Unternehmern mit Pflanzenproduktion ohne Tierhaltung können die Parzellen für Verteilungsschritt zwei ermittelt werden.

Nach Verteilung der nach Düngeverordnung zulässigen Mengen sowie der Überschussmengen auf Parzellen von Unternehmern mit Pflanzenproduktion ohne Tierhaltung in den Umkreisarealen um Parzellen von Unternehmer mit Überschussmengen können die Mengen an organischem Wirtschaftsdünger abschließend anhand der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabelle pro Feldblock summiert und in das Feldblockkataster übertragen werden.

Flächen, welche unter die Einschränkungen naturschutzfachlicher Auflagen (FöRi Naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung 2007) fallen, wurden für die Verteilung von organischem Wirtschaftsdünger generell nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-7 gibt einen Gesamtüberblick über die für die Berechnung und Verteilung von organischem Wirtschaftsdünger notwendigen Eingangsdaten, die Randparameter sowie die während der Berechnung erzielten Ergebnis- bzw. Zwischenergebnisdaten.

Tabelle 4-7: Übersicht über die Eingangsdaten (blau), Randparameter (orange) und Ergebnisse (grün) während der Berechnung und Verteilung von organischem Wirtschaftsdünger (aus BIOTA 2012)

| | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tierhaltungsdaten mit Unternehmerbezug | <ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffgehalte der Tierausscheidungen • Verlustfaktoren für Lagerung & Ausbringung | <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle |
| Bearbeitungsschritt 1 Ergebnisse: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtwirtschaftsdüngermenge pro Unternehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Schwellenwert | <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtbewirtschaftungsfläche pro Unternehmer |
| Bearbeitungsschritt 2 Ergebnisse: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • zulässige Verteilungsmenge pro Unternehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Verteilungsfaktoren | <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle |
| Bearbeitungsschritt 3 Ergebnis: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verteilte Mengen an organischem Wirtschaftsdünger pro Unternehmer pro Summe der Flächen mit gleichem Verteilungsfaktor | <ul style="list-style-type: none"> • Schwellenwert | <ul style="list-style-type: none"> • unzulässige Verteilungsmengen pro Unternehmer (Überschuss) |
| Bearbeitungsschritt 4 (Verteilungsschritt 1) Ergebnisse: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle | <ul style="list-style-type: none"> • Tierhaltungsdaten | <ul style="list-style-type: none"> • Feldblockkataster |
| Bearbeitungsschritt 5 Ergebnis: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtsumme der Überschüsse pro Unternehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Umkreisradius | <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle mit Unternehmer- und Koordinatenbezug (x, y) in Form von Punkten von Unternehmern mit und ohne landwirtschaftlicher Tierhaltung |
| Bearbeitungsschritt 6 Ergebnis: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Umkreisareale um Parzellen von Unternehmern mit Tierhaltung und einem Überschuss an organischem Wirtschaftsdünger zur möglichen Verteilung der Überschussmengen | | |

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Umkreisareale um Parzellen von Unternehmern mit Tierhaltung und einem Überschuss an organischem Wirtschaftsdünger zur möglichen Verteilung der Überschussmengen | - | <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle mit Unternehmer- und Koordinatenbezug (x, y) in Form von Punkten von Unternehmern ohne landwirtschaftliche Tierproduktion |
| <p>Bearbeitungsschritt 7 Ergebnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parzellen von Unternehmern ohne landwirtschaftliche Tierproduktion mit Unternehmer- und Koordinatenbezug (x, y) in Form von Punkten, welche innerhalb der Umkreisradien um Parzellen von Unternehmern mit einem Überschuss an organischem Wirtschaftsdünger liegen und zeitgleich für eine Verteilung von organischem Dünger geeignet sind | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Parzellen von Unternehmern ohne landwirtschaftliche Tierproduktion mit Unternehmer- und Koordinatenbezug (x, y) in Form von Punkten, die innerhalb der Umkreisradien um Parzellen von Unternehmern mit einem Überschuss an organischem Wirtschaftsdünger liegen und zeitgleich für eine Verteilung von organischem Dünger geeignet sind • Gesamtsumme der Überschüsse pro Unternehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Verteilungsfaktoren | <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle |
| <p>Bearbeitungsschritt 8 (Verteilungsschritt 2) Ergebnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle mit korrigierter Verteilung der organischen Wirtschaftsdüngermengen, die den Schwellenwert von 170 kg Stickstoff/ha in Bezug auf die Gesamtbewirtschaftungsfläche pro Unternehmer mit Tierhaltung unterschreiten sowie mit Verteilung der Mengen, die den Schwellenwert überschreiten auf die Parzellen von Unternehmern ohne Tierhaltung in den entsprechenden Umkreisradien um Parzellen von Unternehmern mit Überschussmengen | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Flächennutzungstabelle mit verteiltem organischem Wirtschaftsdünger | - | <ul style="list-style-type: none"> • Feldblockkataster |
| <p>Bearbeitungsschritt 9 Ergebnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feldblockkataster mit summierten organischen Wirtschaftsdüngermengen pro Feldblock | | |

Im Ergebnis konnten für alle Betrachtungsjahre im Durchschnitt mehr als 99 % des von den Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern produzierten organischen Wirtschaftsdüngers rechnerisch auf die von den Unternehmen genutzten landwirtschaftlichen Anbauflächen verteilt werden, wobei im Falle einer Überschreitung des Grenzwertes von 170 kg Stickstoff/Gesambewirtschaftungsfläche eines Unternehmers der speziell entwickelte Verteilungsalgorithmus zur Anwendung kam.

Die verbleibende Restmenge von unter 1 % resultiert daraus, dass nicht alle tierhaltenden Betriebe über Flächen zur Aufbringung verfügen und somit auch keine räumliche Zuordnung erfolgen konnte.

Die jährweisen Ergebnisse der Modellberechnungen sind neben den Tabellen 4-8 und 4-9 in den Abbildungen A II-10 bis A II-15 für Stickstoff und mit den Abbildungen A II-16 bis A II-21 für Phosphor in Anhang II kartographisch dargestellt.

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die berechnete Verteilung des organischen Wirtschaftsdüngers aufgrund fehlender realer Daten auf einem Modellansatz basiert, welcher auf Grundlage der vorliegenden Daten die wahrscheinliche Nährstoffaufbringung inklusive einer Simulation der Nährstofftransite im Falle einer Produktion von grenzwertüberschreitenden Überschussmengen abbildet.

Tabelle 4-8: Auf die Feldblöcke verteilte Mengen an organischem Wirtschaftsdünger für die Jahre 2005 bis 2007 (Angaben für Stickstoff und Phosphor)

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|--------|--------|--------|
| Gesamtdüngermenge Stickstoff (Angaben in t) | 34.256 | 33.779 | 33.228 |
| Gesamtdüngermenge Phosphor (Angaben in t) | 8.151 | 8.062 | 7.921 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Stickstoff (Angaben in t) | 34.099 | 33.672 | 33.065 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Phosphor (Angaben in t) | 8.112 | 8.036 | 7.880 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Stickstoff (Angaben in % von Gesamt) | 99,5 | 99,7 | 99,5 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Phosphor (Angaben in % von Gesamt) | 99,5 | 99,7 | 99,5 |

Tabelle 4-9: Auf die Feldblöcke verteilte Mengen an organischem Wirtschaftsdünger für die Jahre 2008 bis 2010 (Angaben für Stickstoff und Phosphor)

| Jahr | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|--------|--------|--------|
| Gesamtdüngermenge Stickstoff (Angaben in t) | 34.151 | 34.554 | 34.611 |
| Gesamtdüngermenge Phosphor (Angaben in t) | 8.157 | 8.264 | 8.273 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Stickstoff (Angaben in t) | 33.987 | 34.484 | 34.383 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Phosphor (Angaben in t) | 8.120 | 8.246 | 8.217 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Stickstoff (Angaben in % von Gesamt) | 99,5 | 99,8 | 99,3 |
| auf Flächen verteilt und dem Feldblockkataster zugeordneter Phosphor (Angaben in % von Gesamt) | 99,5 | 99,8 | 99,3 |

4.6 Berechnung der Nährstoffzufuhr durch symbiotische Stickstoffbindung

Leguminosen besitzen durch eine Symbiose mit als Knöllchenbakterien oder Rhizobien bekannten Bakterien die Fähigkeit, elementaren Luftstickstoff in pflanzenverfügbare Stickstoffverbindungen zu überführen. Dabei können diese Kulturpflanzen in Körnerleguminosen, Futterleguminosen und deren Anteile an Grünlandbeständen unterteilt werden.

Zu den Körnerleguminosen gehören Futtererbsen, Ackerbohnen und Lupinen, den Futterleguminosen sind Klee, Klee gras und Luzerne zugeordnet.

Bei den Kulturarten Ackerbohnen, Futtererbsen, Klee und Süßlupinen wurde das Stickstoffbindungsvermögen ertragsabhängig betrachtet. Die dafür gültigen Stickstofffixierungsfaktoren wurden aus KAPE et al. (2008) entnommen und sind in Tabelle 4-10 dargestellt.

Die ertragsabhängige Berechnung der gebundenen Stickstoffmengen pro Hektar erfolgte als Produkt des ertragsabhängigen Stickstofffixierungsfaktors mit den entsprechenden Kulturgruppenenerträgen sowie den Flächengrößen der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabelle:

$$\begin{aligned} & \text{Stickstoffzufuhr}_{FIX} [kg N] \\ & = \text{Stickstofffixierungsfaktor} \left[\frac{kg N}{dt} \right] \cdot \text{Ertrag} \left[\frac{dt}{ha} \right] \cdot \text{Anbaufläche} [ha] \end{aligned}$$

Auf Grünlandbeständen kommen Leguminosen in Kombination mit ertragreichen Gräsern vor. Da deren Anteil am Gesamtbestand aber schwer abzuschätzen ist, erfolgt die Berechnung der Stickstofffixierungsmenge hier flächenbezogen unter Verwendung der entsprechenden Parametern aus Tabelle 4-10:

$$\text{Stickstoffzufuhr}_{FIX} [kg N] = \text{Stickstofffixierungsfaktor} \left[\frac{kg N}{ha} \right] \cdot \text{Anbaufläche} [ha]$$

Tabelle 4-10: Stickstofffixierungsmenge der Leguminosen bzw. deren Anteile an Grünlandbeständen, welche entweder von den Körner- und Futterleguminosen ertragsbezogen oder von den Grünlandbeständen flächenbezogen aus dem Luftstickstoff in pflanzenverfügbare Stickstoffverbindungen überführt werden kann (aus KAPE et al. (2008))

| Kulturgruppe | Stickstofffixierung | Kulturgruppe | Stickstofffixierung |
|--------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Ackerbohnen | 5 kg N/dt | Mähweide | 20 kg N/ha |
| Futtererbsen | 4,4 kg N/dt | Streuwiesen/ Hutungen | 3 kg N/ha |
| Klee | 0,47 kg N/dt | Weide | 20 kg N/ha |
| Süßlupinen | 5 kg N/dt | Wiese | 20 kg N/ha |

4.7 Ermittlung der Nährstoffzufuhr durch atmosphärische Deposition

4.7.1 Einleitung

Die atmosphärische Deposition wird nachfolgend nur für die Stickstoffeinträge betrachtet, da für die atmosphärischen Phosphoreinträge keine hinreichend regionalisierten und belastbaren Daten vorliegen; auch zählt Phosphor in Mitteleuropa nicht zu den „Problemstoffen“ der Deposition. Für die atmosphärischen Phosphoreinträge wurden z. B. bei BIOTA (2009) die Werte von BACHOR (2004) angesetzt, der einheitlich $20 \text{ kg}/(\text{km}^2 \text{ a})$ ($= 0,2 \text{ kg}/(\text{ha a})$) für die Periode 2000 bis 2006 angesetzt hatte – ein Wert der offensichtlich von Messungen des Landesumweltamtes Brandenburg im Nordosten Brandenburgs übernommen wurde.

4.7.2 Atmosphärische Stickstoffdeposition nach Daten den Umweltbundesamtes

Zur Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition von Stickstoff auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern liegen nutzungsabhängige Rasterdaten (bezogen auf Ackerland und Grünland) nach GAUGER et al. (2007) für die Jahre 2005 bis 2007 vor.

Methodisch wurde hier zur Werteermittlung auf die Funktion „Zonal Statistics“ des Spatial Analyst in ArcGIS in Kombination mit der Hauptnutzungsart (Grün- oder Ackerland) der Feldblockkataster zurückgegriffen. Die Verschneidung dieser Daten mit den jährlich variierenden Feldblockkatasterdaten zeigen im Ergebnis die Abbildungen A II-1 bis A II-3 in Anhang II.

4.7.3 Atmosphärische Stickstoffdeposition nach EMEP

Als weiterer Datensatz der atmosphärischen Deposition von Stickstoff auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern liegen für die Jahre 2005 bis 2009 nutzungsunabhängige Rasterdaten nach EMEP vor. Für das im Datensatz fehlende Jahr 2010 wurden ersatzweise die Daten für das Jahr 2009 verwendet.

Methodisch kam hier zur Werteermittlung ebenfalls die Funktion „Zonal Statistics“ des Spatial Analyst in ArcGIS zur Anwendung. Die Verschneidung dieser Daten mit den jährlich variierenden Feldblockkatasterdaten zeigen im Ergebnis die Abbildungen A II-4 bis A II-9 in Anhang II.

Die Daten nach EMEP zeigen insgesamt im Vergleich zu GAUGER et al. (2007) etwas geringere Depositionsmengen. Die räumliche Auflösung von $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$ in Rasterzellen ermöglicht zudem nur eine grobe Zuweisung.

Der nach den Daten von GAUGER et al. (2007) ersichtliche Trend zwischen 2005 und 2007 hin zu einer generellen flächendeckenden Erhöhung der Deposition von Stickstoff sowie zu einer erhöhten Deposition im Westteil von Mecklenburg-Vorpommern kann mit den EMEP-Daten nicht bestätigt werden. Hier ist insgesamt ein abnehmender Trend zu verzeichnen.

Insgesamt kann aber bestätigt werden, dass sich für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern bezogen auf die Stickstoffdeposition eine Teilung in Ost (geringere Deposition) und West (höhere Deposition) abzeichnet. Dieser West-Ost-Gradient, der vermutlich auch eine gewisse Folge der Niederschlagsdifferenzierung in Mecklenburg-Vorpommern ist (vgl. MEHL et al. 2004, KLITZSCH & MEHL 2004) dürfte vor allem den hohen Einfluss der straßenverkehrs- und industriebedingten Emissionen in den westlich angrenzenden Bundesländern zeigen.

4.8 Berechnung der mineralischen Ausgleichsdüngung

Die realen mineralischen Düngermengen, welche auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen Mecklenburg-Vorpommerns in den Jahren 2005 bis 2010 zur Pflanzenbedarfsdeckung aufgebracht wurden, sind aufgrund fehlender statistischer Daten nicht bekannt. Basierend auf dem Ansatz von WIEBENSOHN (2008) wurden diese Düngermengen als Differenz der geschätzten Gesamtnährstoffzufuhr (vgl. Kapitel 4.4) abzüglich der Düngerstoffe aus organischem Wirtschaftsdünger, der durch Symbiose fixierten Stickstoffmenge sowie der gegebenen Klärschlammmenge berechnet:

$$\begin{aligned}
 & \text{Menge der Mineraldüngung}_{N,P} \left[\frac{kg}{ha} \right] \\
 &= \text{Gesamtnährstoffzufuhr}_{N,P} \left[\frac{kg}{ha} \right] \\
 & - \left(\text{Menge der organischen Wirtschaftsdüngerzufuhr}_{N,P} \left[\frac{kg}{ha} \right] \right. \\
 & \quad \cdot \text{Anrechnungsfaktor}_N \left. \right) - \text{Menge des symbiotisch fixierten Stickstoffs} \left[\frac{kg}{ha} \right] \\
 & - \text{Menge der Düngerzufuhr aus Klärschlamm}_{N,P} \left[\frac{kg}{ha} \right]
 \end{aligned}$$

Für die organische Wirtschaftsdüngerzufuhr wurden dabei kulturgruppenspezifische Anrechnungsfaktoren berücksichtigt, welche die reale Verfügbarkeit des Nährstoffs Stickstoff abschätzen. Diese Faktoren wurden der Vorgängerarbeit von WIEBENSOHN (2008) entnommen (Tab. 4-11). Im Gegensatz zu Stickstoff sind die organischen Nährstoffmengen in Bezug auf Phosphor generell zu 100 % angerechnet worden. Auch die Düngung aus Klärschlamm wurde vollständig angerechnet. Für ökologisch bewirtschaftete Flächen kam naturgemäß keine Mineraldüngung in Betracht. Bei der Abschätzung der mineralischen Düngung blieb in Abstimmung mit dem Auftraggeber die atmosphärische Deposition unberücksichtigt, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass der Einfluss der Deposition auf das Düngeverhalten der Landwirte unbekannt ist. Die zuvor ermittelte Stickstoffdeposition wurde deshalb mit den beiden Ansätzen separat in Auswertevarianten hinzugerechnet. Während der Berechnung vereinzelt aufgetretene negative Mineral-düngermengen wurden für den weiteren Verlauf der Berechnungen rechentechnisch auf den Wert Null gesetzt.

Tabelle 4-11: Kulturgruppenspezifische Anrechnungsfaktoren für organischen Wirtschaftsdünger in Bezug auf den Nährstoff Stickstoff (nach WIEBENSOHN 2008)

| Kulturgruppe | Anrechnungsfaktor | Kulturgruppe | Anrechnungsfaktor |
|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Ackerbohnen | 1,0 | Sommergerste | 0,6 |
| Feldgras | 0,5 | Sommerraps | 0,6 |
| Futtererbsen | 1,0 | Sommerweizen | 0,6 |
| Grassamenvermehrung | 0,7 | Sonnenblumen | 0,6 |
| Hafer | 0,6 | Streuwiesen/Hutungen | 0,6 |
| Industriekartoffeln | 0,7 | Süßlupinen | 1,0 |
| Kartoffeln | 0,7 | Triticale | 0,4 |
| Klee | 0,6 | Weide | 0,6 |
| Körnermais | 0,6 | Wiese | 0,6 |
| Mähweide | 0,6 | Wintergerste | 0,4 |
| Roggen | 0,4 | Winterraps | 0,6 |
| Runkelrüben | 0,7 | Winterweizen | 0,4 |
| Silomais | 0,4 | Zuckerrüben | 0,7 |

5 Flächendeckende, jährweise Ermittlung der regionalisierten Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor

Die Berechnung der regionalisierten Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor erfolgte als Gegenüberstellung der Nährstoffeinträge und -austräge:

$$\text{Nährstoffsaldo}_{N,P} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \frac{\sum_{\text{Parzelle}=1}^{\text{Parzelle}_n} \left(\begin{array}{l} \text{Mineraldünger}_{N,P} [\text{kg}] \\ + \text{organischer Wirtschaftsdünger}_{N,P} [\text{kg}] \\ + \text{symbiotische Stickstoffzufuhr} [\text{kg}] \\ + \text{Dünger aus Klärschlamm}_{N,P} [\text{kg}] \\ - \text{Nährstoffentzug mit der Ernte}_{N,P} [\text{kg}] \end{array} \right)}{\sum_{\text{Parzelle}=1}^{\text{Parzelle}_n} (\text{Anbaufläche} [\text{ha}])}$$

Die Überschüsse bzw. Fehlmengen (von Flächen mit Unterversorgung) für die einzelnen Feldblöcke der Betrachtungsjahre wurden anhand der Nutzungstabellen zunächst parzellenweise für die landwirtschaftlichen Nutzflächen berechnet und im Anschluss daran über den Befehl „Summary Statistics“ anhand der Feldblockidentifikationsnummern auf die Ebene der Feldblöcke aggregiert.

In einem abschließenden Berechnungsschritt wurden die berechneten Mengen an Stickstoff und Phosphor, welche für die summarisch ermittelten tatsächlichen Nutzflächen gelten, mit der geometrisch ermittelten Feldblockfläche in Bezug gesetzt. Dabei ist aufgefallen, dass die Summe der Nutzflächen pro Feldblock mit den Angaben aus der Nutzungstabelle die geometrisch ermittelte Fläche der Feldblöcke aus dem Feldblockkataster zum Teil überschritten hat. Dies ist für die Mehrzahl der Feldblöcke mit einer Mehrfachnutzung der einzelnen Parzellen pro Jahr zu erklären. Für wenige Feldblöcke (ca. 60 von ca. 60.000 pro Jahr) muss aber von einer Dateninkonsistenz (Widerspruch zwischen Flächengrößen lt. Nutzungstabelle und Feldblockfläche) ausgegangen werden, so dass hier ein Ausschluss von Flächen aus dem Datensatz vorgenommen wurde. Eine 2-malige Bestellung der Feldblockfläche wurde als Maximum angesehen, so dass $\sum_{i=1}^n \text{Nutzflächen} \geq 2 \cdot \text{Feldblockfläche}$ für jeden Feldblock als Kriterium geprüft wurde. Die ca. 60 Feldblöcke pro Jahr, welche das Kriterium nicht erfüllten, wurden aus dem Datensatz entfernt.

Die Abbildungen A II-22 bis A II-27 in Anhang II zeigen die jährlichen landesweiten Flächenbilanzsalden für Stickstoff im Ergebnis. Die Ergebnisvarianten unter (zusätzlicher) Berücksichtigung der atmosphärischen Stickstoffdeposition nach GAUGER et al. (2007) werden durch die Abbildungen A II-28 bis A II-30 und die Varianten nach EMEP durch die Graphiken A II-31 bis A II-42 veranschaulicht. Die Abbildungen A II-37 bis A II-42 zeigen die Flächenbilanzsalden für Phosphor.

Eine landesweite Aufschlüsselung der berechneten Gesamtmengenzufuhr und der -entzüge an Stickstoff und Phosphor, bezogen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen Mecklenburg-Vorpommerns für die Jahre 2005 bis 2010 zeigt Tabelle 5-1.

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

Tabelle 5-1: Berechnete jährliche Gesamtmengenzufuhr und -entzüge an Stickstoff und Phosphor bezogen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen Mecklenburg-Vorpommerns für die Jahre 2005 bis 2010 (Mengenangaben in Tonnen, ganzzahlig gerundet)

| Jahr | Organ. N | Organ. P | KS N | KS P | N Fix |
|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|------------------|
| 2005 | 34.099 | 8.112 | k. A. | k. A. | 7.142 |
| 2006 | 33.672 | 8.036 | k. A. | k. A. | 6.877 |
| 2007 | 33.065 | 7.880 | 1.656 | 967 | 6.565 |
| 2008 | 33.987 | 8.120 | 1.960 | 1.241 | 6.155 |
| 2009 | 34.484 | 8.246 | 1.861 | 1.146 | 6.409 |
| 2010 | 34.383 | 8.217 | 1.957 | 1.209 | 6.410 |
| <i>Mittel</i> | <i>33.948</i> | <i>8.102</i> | <i>1.859</i> | <i>1.141</i> | <i>6.593</i> |
| Jahr | N Ausgleich | P Ausgleich | N Entzug | P Entzug | A Nutz [ha] |
| 2005 | 211.155 | 18.144 | 155.529 | 29.367 | 1.353.974 |
| 2006 | 211.884 | 18.607 | 146.504 | 27.821 | 1.353.627 |
| 2007 | 213.320 | 19.235 | 141.158 | 26.851 | 1.354.345 |
| 2008 | 218.840 | 19.536 | 159.710 | 30.228 | 1.365.322 |
| 2009 | 223.029 | 20.347 | 167.526 | 32.116 | 1.365.543 |
| 2010 | 225.336 | 21.156 | 149.214 | 28.510 | 1.361.351 |
| <i>Mittel</i> | <i>217.261</i> | <i>19.504</i> | <i>153.273</i> | <i>28.510</i> | <i>1.359.027</i> |

Legende:

Organ. N: organische Wirtschaftsdüngung mit Stickstoff

Organ. P: organische Wirtschaftsdüngung mit Phosphor

KS N: Stickstoffdüngung mit Klärschlamm

KS P: Phosphordüngung mit Klärschlamm

N Fix: legume Stickstofffixierung

N Ausgleich: Ausgleichsdüngung durch Mineral- und Sekundärrohstoffdünger für Stickstoff

P Ausgleich: Ausgleichsdüngung durch Mineral- und Sekundärrohstoffdünger für Phosphor

N Entzug: pflanzlicher Stickstoffentzug durch Ernte

P Entzug: pflanzlicher Phosphorentzug durch Ernte

A Nutz: genutzte Feldblockfläche (Unter genutzte Feldblöcke fallen alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen Saldo (ohne Deposition) größer oder kleiner Null kg/(ha·a) haben.)

6 Auswertung und Diskussion

6.1 Räumliche und zeitliche Differenzierung der berechneten Flächenbilanzsalden der Einzeljahre

Die Berechnungsergebnisse für alle Einzeljahre sind wegen des Umfangs komplett im Anhang dargestellt. Die Abbildungen A II-22 bis A II-27 in Anhang II zeigen die jährlich berechneten Flächenbilanzsalden für den Nährstoff Stickstoff; die Abbildungen A II-37 bis A II-42 zeigen Gleiches für den Nährstoff Phosphor. Die Abbildungen A II-28 bis A II-36 (Anhang II) zeigen die Ergebnisse der Flächenbilanzsalden für den Nährstoff Stickstoff unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition.

Textintegriert (Abb. 6-1, 6-2 sowie Abb. 6-3 und 6-4 unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition) werden an dieser Stelle die Ergebnisse für das Jahr 2006 veranschaulicht, das dieses Jahr als exemplarisch für „normale“ Witterungs- und Ertragssituationen der letzten Jahre in Mecklenburg-Vorpommern stehen kann.

Es zeigen sich erwartungsgemäß Bilanzdifferenzen zwischen den Einzeljahren, die zum einen mit zeitlichen Veränderungen in Art und Umfang der jeweiligen Anbaukulturen zusammenhängen, im Wesentlichen aber von den stark meteorologisch/hydrologisch dominierten Ernteerträgen und dem damit verbundenen mehr oder minder hohen Nährstoffentzug bestimmt werden. Die Jahre 2007 und 2010 zeigen hier vergleichsweise hohe Überschusssalden, welche unter anderem auf die stark verringerten Erträge der Hauptkulturarten in diesen Jahren zurückzuführen sind.

Die berechneten Stickstoffflächenbilanzsalden zeichnen sich insgesamt durch jährlich wie auch räumlich betrachtet große Schwankungen aus. Besonders deutlich tritt der räumliche Kontrast im Sinne hoher und geringer Bilanzüberschüsse hervor. Flächenbedeutsame Areale mit hohem Einsatz von (organischem) Wirtschaftsdünger fallen auf (z. B. der Bereich Friedländer Große Wiese oder der Raum zwischen dem Schweriner See und der Hansestadt Wismar). Dies bestätigt andere Analysen, in denen hohe Überschüsse bei den Nährstoffsalden vor allem in Betrieben mit hohen Tierkonzentrationen zu verzeichnen waren (z.B. UBA 2011).

Bei den Phosphorsalden bietet sich prinzipiell ein ähnliches Bild der räumlichen Variation zwischen den Berechnungsergebnissen der Einzeljahre, mit dem Unterschied, dass hier ein Großteil der betrachteten landwirtschaftlichen Nutzflächen negative Salden aufweisen.

Aber auch hier fallen vor allem Teilareale mit regional hohem Viehbesatz, z. B. besonders großflächige Teile der Großen Friedländer Wiese oder aber auch Bereiche zwischen dem Schweriner See und der Hansestadt Wismar sowie südlich des Plauer Sees deutlich ins Auge. Hier bewirkt die hohe organische Düngung relativ hohe positive Salden. Teilweise treten diese aber auch infolge mineralischer Ausgleichsdüngung auf.

Die berechneten Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) bzw. nach EMEP zeigen, von den durch die Deposition erhöhten Salden abgesehen, kein grundsätzlich anderes räumliches Bild. Auch eine „Durchprägung“ der 50 km x 50 km großen Rasterzellen der atmosphärischen Deposition nach EMEP kann nicht verzeichnet werden, da die Differenzbeträge zwischen den einzelnen „Kacheln“ eher gering sind.

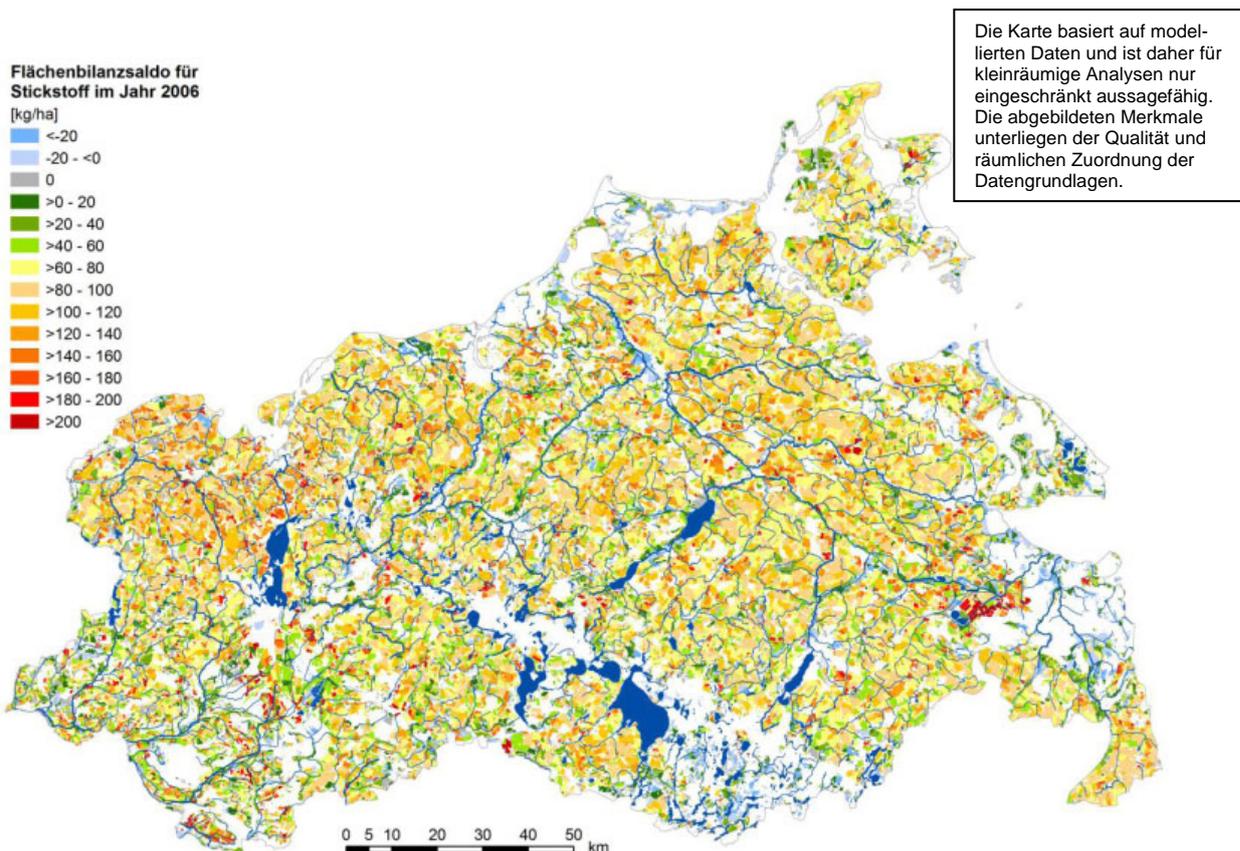


Abbildung 6-1: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für den Nährstoff Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

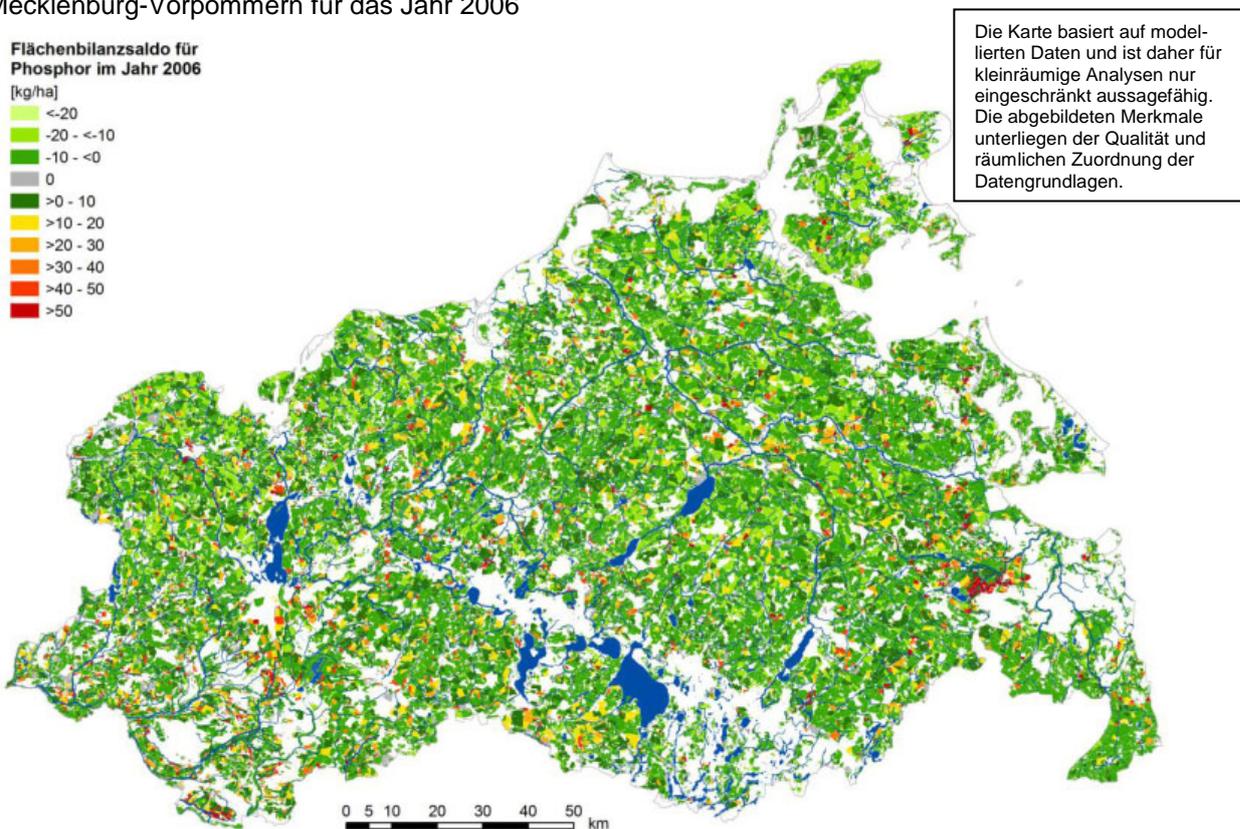
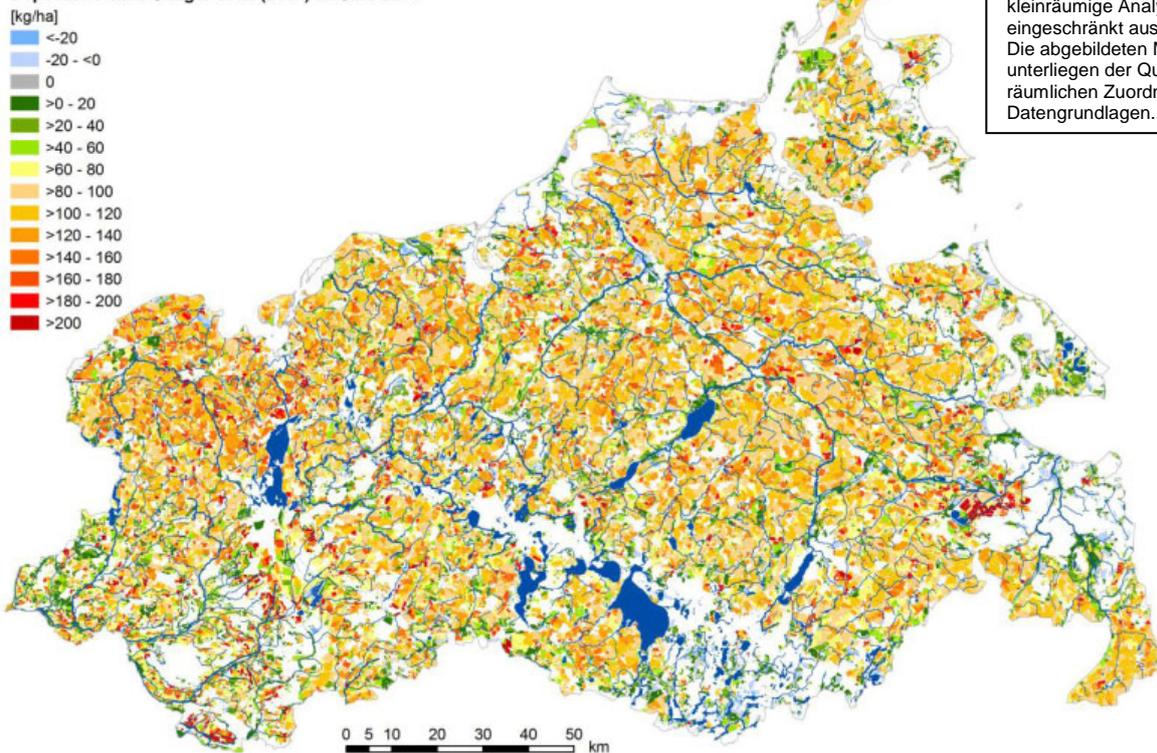


Abbildung 6-2: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für den Nährstoff Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

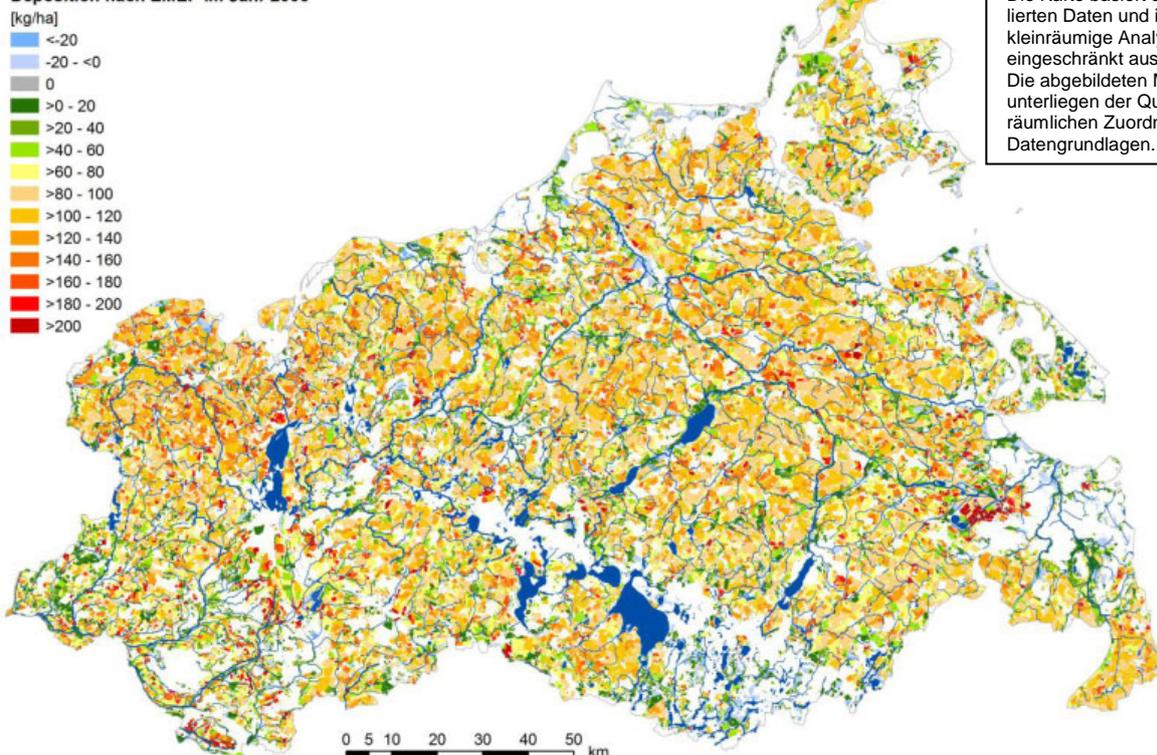
Flächenbilanzsaldo für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach Gauger et al. (2007) im Jahr 2006



Die Karte basiert auf modellierten Daten und ist daher für kleinräumige Analysen nur eingeschränkt aussagefähig. Die abgebildeten Merkmale unterliegen der Qualität und räumlichen Zuordnung der Datengrundlagen.

Abbildung 6-3: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

Flächenbilanzsaldo für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP im Jahr 2006



Die Karte basiert auf modellierten Daten und ist daher für kleinräumige Analysen nur eingeschränkt aussagefähig. Die abgebildeten Merkmale unterliegen der Qualität und räumlichen Zuordnung der Datengrundlagen.

Abbildung 6-4: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

Die Abbildung 6-5 zeigt die Häufigkeitsverteilung der berechneten Flächenbilanzsalden für den Nährstoff Stickstoff ohne Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition über alle Feldblöcke im Vergleich der Einzeljahre. Dabei fällt zunächst die scheinbare Zunahme der Flächenbilanzsalden der Klasse zwischen > -20 bis ≤ 0 kg N/(ha-a) auf. Dies relativiert sich jedoch unter Betrachtung der Entwicklung der Feldblockgesamtanzahl sowie der Menge an Feldblöcken, deren berechneter Saldo gleich 0 kg N/(ha-a) ist. Neben dem Umstand, dass die gesamte Feldblockanzahl zwischen den Jahren 2005 und 2010 um ca. 6.000 zugenommen hat (vgl. Tab. 6-1), erklärt sich dies auch durch die Zunahme an Feldblöcken, die entweder einer Stilllegung unterliegen oder aber in anderer Form (z.B. Dauerkultur oder Forst) genutzt wurden (vgl. Tab. 6-2) und damit während der Ermittlung der regionalisierten Flächenbilanzen mit Feldblockbezug auf Basis der Landwirtschaftlichen Flächennutzungstabellen nicht weiter betrachtet wurden.

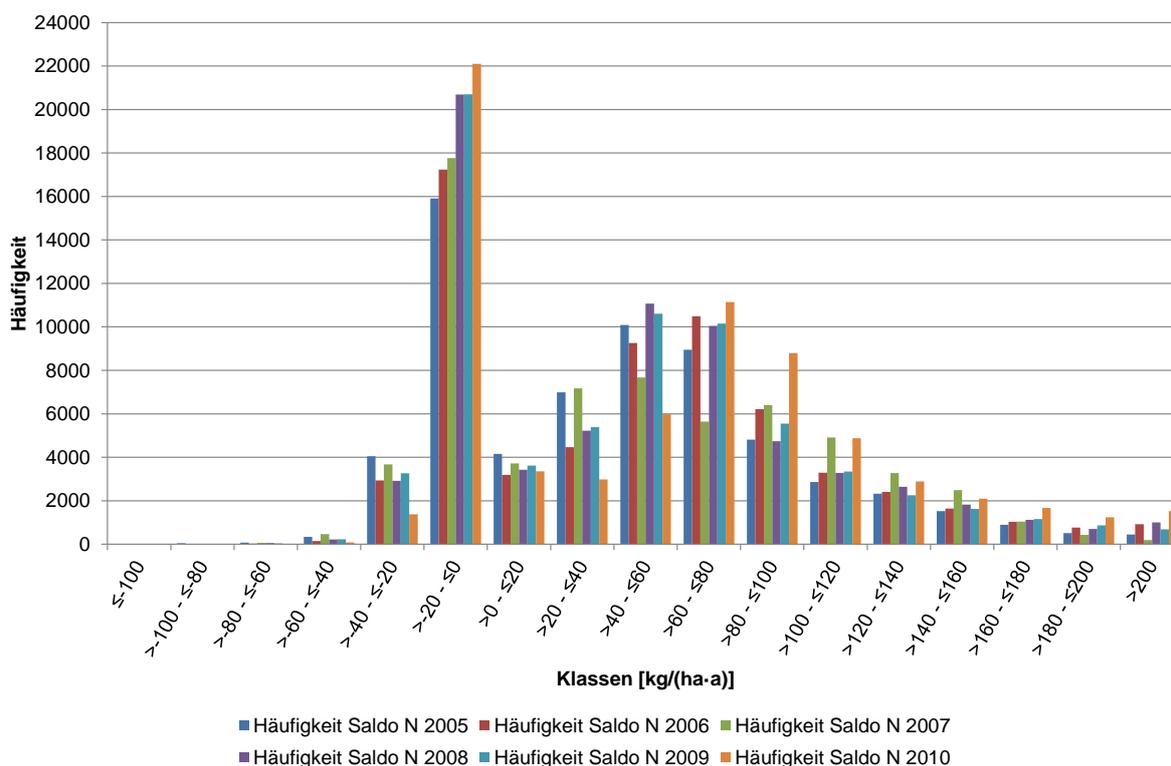


Abbildung 6-5: Häufigkeitsverteilung der berechneten Flächenbilanzsalden für Stickstoff (Jahre 2005-2010) über alle Feldblöcke (ohne Berücksichtigung der atmosphärischen Stickstoffdeposition)

Tabelle 6-1: Entwicklung der Feldblockanzahl zwischen den Jahren 2005 bis 2010

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Feldblockanzahl | 64.002 | 64.039 | 64.929 | 68.979 | 69.483 | 70.122 |

Tabelle 6-2: Entwicklung der Feldblockanzahl mit einem Stickstoff- bzw. Phosphorflächenbilanzsaldo von Null kg/(ha-a) zwischen den Jahren 2005 bis 2010

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Feldblockanzahl | 11.665 | 11.918 | 13.134 | 15.562 | 15.872 | 16.462 |

Tabelle 6-3: Entwicklung der Gesamtfeldblockfläche zwischen den Jahren 2005 bis 2010

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | [km ²] | | | | | |
| Gesamtfeldblockfläche | 14.107 | 14.111 | 14.121 | 14.145 | 14.103 | 14.092 |

Wie Tabelle 6-3 zeigt, ist aber trotz der Zunahme der Feldblockgesamtanzahl sowie der Anzahl der Feldblöcke mit Nutzung in Form von z.B. Dauerkultur, Forst bzw. Stilllegung die Gesamtfeldblockfläche im Vergleich der Jahre relativ konstant geblieben.

In der weiteren Auswertung von Abbildung 6-5 und unter bewusster Vernachlässigung der Klasse zwischen > -20 bis ≤ 0 kg N/(ha-a) zeigt die Häufigkeitsverteilung der Stickstoffflächenbilanzsalden den Charakter einer Normalverteilung mit einem Maximum zwischen > 40 und ≤ 80 kg N/(ha-a). Zeitgleich werden hierbei die starken Schwankungen zwischen Einzeljahren besonders deutlich, wobei die Jahre 2007 und 2010 wiederum auffällig sind.

In die maximale Klasse von > 200 kg N/(ha-a) fallen im Mittel aller Jahre nur ca. 1% der Feldblöcke.

Die berechneten Flächenbilanzsalden in Bezug auf den Nährstoff Phosphor werden in Form einer Häufigkeitsverteilung über alle Feldblöcke mit Abbildung 6-6 dargestellt. Auch hier muss während der Auswertung die Anzahl der Feldblöcke mit einem Saldo von 0 kg/(ha-a) vernachlässigt sowie die Zunahme der Gesamtfeldblockanzahl beachtet werden, in dessen Folge sich eine Normalverteilung mit einem Maximum zwischen > -10 und ≤ 0 ergibt.

Die Anzahl der Feldblöcke, welche einen Flächenbilanzsaldo von 50 kg P/(ha-a) überschreitet, liegt im Mittel der Jahre auch nur bei ca. 1%.

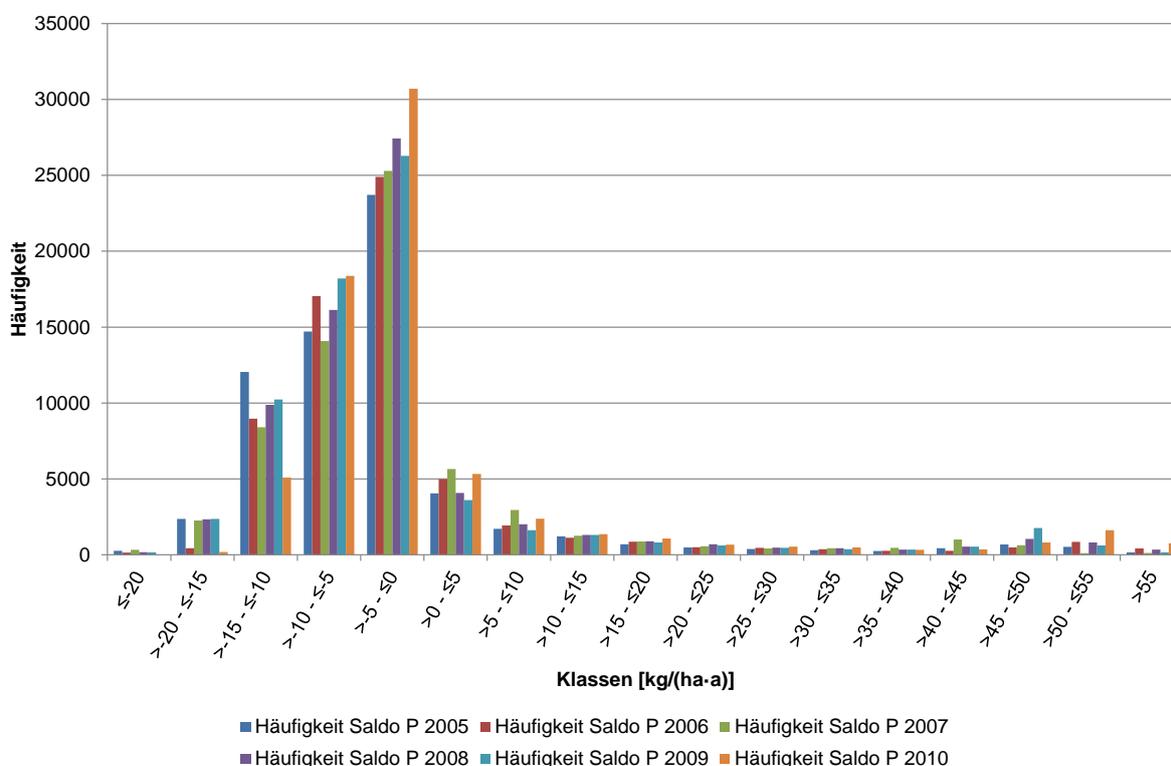


Abbildung 6-6: Häufigkeitsverteilung der berechneten Flächenbilanzsalden für Phosphor (Jahre 2005-2010) über alle Feldblöcke

Unter primärer Betrachtung der landwirtschaftlich produktiv genutzten Feldblöcke, worunter alle Feldblöcke fallen, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo (ohne Deposition) von größer oder kleiner 0 kg/(ha·a) haben (im Durchschnitt der Jahre ca. 96% der Gesamtfeldblockfläche), ergeben sich die mit den Tabellen 6-4 und 6-5 dargestellten Mittelwerte der Flächenbilanzsalden der Einzeljahre für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor. Für Stickstoff werden hier zugleich die Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition gezeigt.

Tabelle 6-4: Jährliche Mittelwerte der berechneten Stickstoffflächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke* für die berechneten Varianten ohne bzw. mit Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) und EMEP für die Jahre 2005 bis 2010

| Jahr | mittlerer Flächenbilanzsaldo | mittlerer Flächenbilanzsaldo unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) | mittlerer Flächenbilanzsaldo unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach EMEP |
|------|------------------------------|--|--|
| | [kg/(ha·a)] | [kg/(ha·a)] | [kg/(ha·a)] |
| 2005 | 53,9 | 67,9 | 65,8 |
| 2006 | 61,9 | 77,1 | 73,7 |
| 2007 | 59,0 | 74,5 | 70,5 |
| 2008 | 60,8 | - | 72,2 |
| 2009 | 59,7 | - | 71,3 |
| 2010 | 74,3 | - | 86,0 |

*Unter genutzte Feldblöcke fallen alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo (ohne Deposition) von kleiner oder größer Null kg N/(ha·a) haben.

Tabelle 6-5: Jährliche Mittelwerte der berechneten Phosphorflächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke* für die Jahre 2005 bis 2010

| Jahr | mittlerer Flächenbilanzsaldo | Jahr | mittlerer Flächenbilanzsaldo |
|------|------------------------------|------|------------------------------|
| | [kg/(ha·a)] | | [kg/(ha·a)] |
| 2005 | -3,0 | 2008 | -1,2 |
| 2006 | -1,4 | 2009 | -1,5 |
| 2007 | -1,5 | 2010 | 1,4 |

*Unter genutzte Feldblöcke fallen alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo von kleiner oder größer Null kg P/(ha·a) haben.

Wie aus Abbildung 6-7 hervor geht, schwanken die Mittelwerte der jährlich berechneten Flächenbilanzsalden der landwirtschaftlich produktiv genutzten Feldblöcke der Einzeljahre, bezogen auf den Nährstoff Stickstoff, um einen Wert von ca. 60 kg N/(ha·a) und zeigen keine klare Tendenz innerhalb des betrachteten Zeitraums. Lediglich der Mittelwert aus dem Jahr 2010 weicht deutlich von den Vergleichsjahren ab, was sich vor allem aus den witterungsbedingt verminderten (schlechteren) Erträgen dieses Jahres ableitet.

Wie auch bereits bei der räumlichen Betrachtung erwähnt, zeigen die berechneten Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) bzw. nach EMEP, von den durch die Deposition erhöhten Salden abgesehen, im Vergleich der Jahre keine weiteren Auffälligkeiten oder beachtenswerte Tendenzen.

In Bezug auf Phosphor ist die fast durchgängig negative Saldierung interessant, welche um einen Wert von -1,4 kg P/(ha·a) schwankt. Erst im Jahr 2010 kommt aufgrund der überwiegend unterdurchschnittlichen Ernteerträge ein gering positiver mittlerer Saldo zustande. Abgesehen von einer deutlichen Verringerung im Vergleich der Jahre 2005 und 2006 weisen die berechneten Flächenbilanzsalden keine eindeutigen Trends auf.

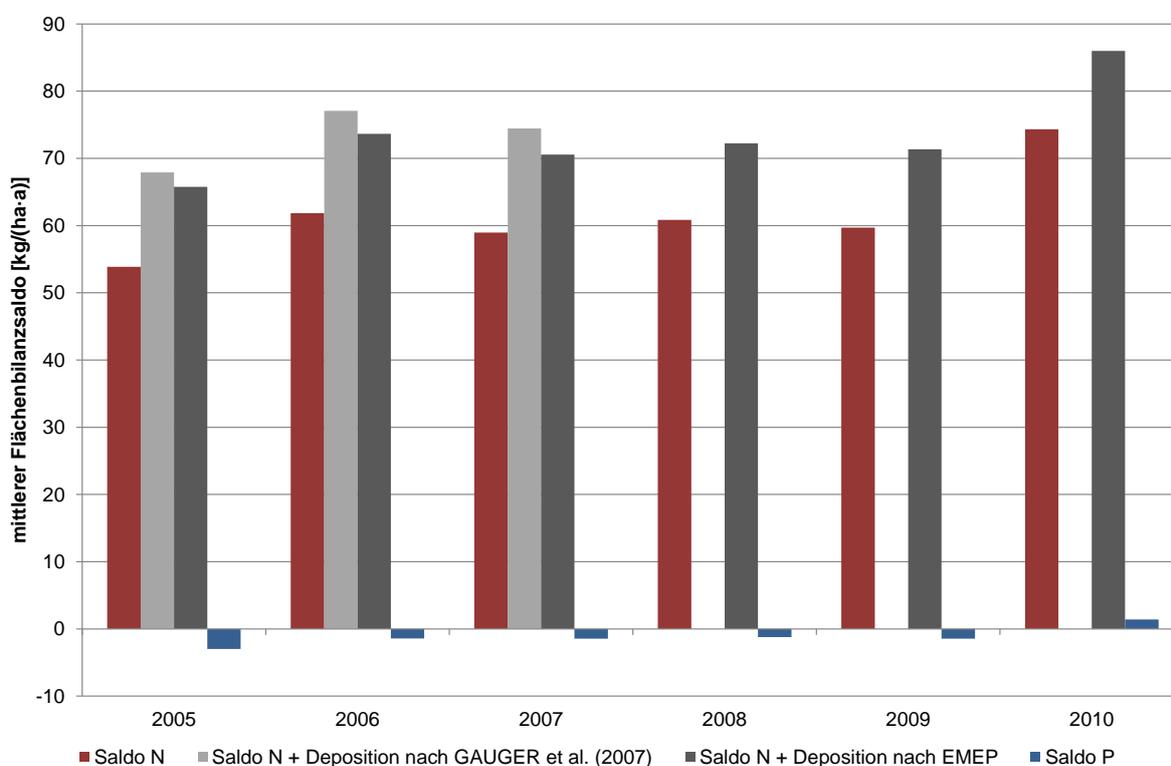


Abbildung 6-7: Jährliche Mittelwerte der berechneten Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke für die berechneten Varianten ohne bzw. mit Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) und EMEP für die Jahre 2005 bis 2010

6.2 Räumliche und zeitliche Differenzierung der berechneten Flächenbilanzsalden der Dreijahresmittelwerte

Mit den Abbildungen A II-43 bis A II 46 in Anhang II werden die Dreijahresmittelwerte der berechneten Flächenbilanzen für den Nährstoff Stickstoff dargestellt. Die entsprechenden Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) bzw. nach EMEP zeigen die Abbildungen A II 48 bis A II 52. Für den Nährstoff Phosphor erfolgt die Darstellung der Dreijahresmittelwerte mit den Abbildungen A II-53 bis A II-56. Mit den Abbildungen A II 47 und A II 57 werden ergänzend noch einmal die berechnete Flächenbilanzsalden im Mittel über den Gesamtzeitraum von sechs Düngejahren veranschaulicht.

Wie bereits während der Betrachtung der Berechnungsergebnisse der Einzeljahre erfolgt die Auswertung der dreijährigen Mittelwerte der Flächenbilanzsalden für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in Hinsicht auf die landwirtschaftlich produktiv genutzten Feldblöcke (alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo (ohne Deposition) von größer oder kleiner 0 kg/(ha·a) haben). Unter dieser Voraussetzung ergeben sich die mit den Tabellen 6-6 und 6-7 dargestellten dreijährigen Mittelwerte der Flächenbilanzsalden. Für Stickstoff werden hier zeitgleich die Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition gezeigt.

Die für die Abbildungen A II-22 bis A II-27 für Stickstoff bzw. für die Abbildungen A II-37 bis A II-42 für Phosphor beschriebene räumliche Arealstruktur ändert sich bei den Dreijahresmitteln entsprechend der DüV nicht wesentlich (vgl. Abschnitt 6.1). Auch hier sind bevorzugt die bereits benannten Teilareale mit regional hohem Viehbesatz auffällig. Die lokal zu beobachtenden Areale mit relativ hohen Überschusssalden können aber auch infolge der mineralischen Ausgleichsdüngung auftreten.

Insgesamt betrachtet ist auch bei den dreijährigen Mittelwerten der berechneten Flächenbilanzsalden hinsichtlich des Nährstoffs Stickstoff kein klarer Trend in irgendeine Richtung ersichtlich, wobei die Mittelwerte hier um einen Wert von ca. 53 kg N/(ha·a) schwanken. Bedingt durch die zum Teil stark verringerten Erträge des Jahres 2010 liegt der Mittelwert des Zeitraums von 2008 bis 2010 im Vergleich zu den anderen Zeiträumen leicht höher.

Tabelle 6-6: Gleitende Mittelwerte der berechneten Stickstoffflächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke* für die berechneten Varianten ohne bzw. mit Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) und EMEP für die Jahre 2005 bis 2010

| Jahre | mittlerer Flächenbilanzsaldo | mittlerer Flächenbilanzsaldo unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) | mittlerer Flächenbilanzsaldo unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach EMEP |
|--------------------|------------------------------|--|--|
| | [kg/(ha·a)] | [kg/(ha·a)] | [kg/(ha·a)] |
| 2005 - 2006 - 2007 | 53,5 | 68,3 | 65,2 |
| 2006 - 2007 - 2008 | 53,9 | - | 65,3 |
| 2007 - 2008 - 2009 | 53,2 | - | 64,7 |
| 2008 - 2009 - 2010 | 59,0 | - | 70,1 |

*Unter genutzte Feldblöcke fallen alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo (ohne Deposition) von kleiner oder größer Null kg N/(ha·a) haben.

In Hinsicht auf die Varianten unter Beaufschlagung der atmosphärischen Deposition ergeben sich keine weiteren Auffälligkeiten.

Der bezogen auf die dreijährigen Mittelwerte der berechneten Flächenbilanzsalden über alle Vergleichszeiträume hinweg negativ saldierte Wert für den Nährstoff Phosphor zeigt keine klaren Tendenzen. Wenn gleich die berechneten mittleren Salden auf einen Trend in Richtung einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz hindeuten, muss in Anbetracht des ungünstigen Erntejahres 2010 davon ausgegangen werden, dass der für den Bilanzzeitraum 2008-2010 im Vergleich deutlich erhöhte mittlere Saldo ursächlich auf das Jahr 2010 zurück geht.

Im Mittel über den Gesamtbetrachtungszeitraum von sechs Düngejahren (2005-2010) ergibt sich ein berechneter Flächenbilanzsaldo von ca. -1 kg P/(ha·a).

Tabelle 6-7: Gleitende Mittelwerte der berechneten Phosphorflächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke* für die Jahre 2005 bis 2010

| Jahre | mittlerer Flächenbilanzsaldo | Jahre | mittlerer Flächenbilanzsaldo |
|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|
| | [kg/(ha·a)] | | [kg/(ha·a)] |
| 2005 - 2006 - 2007 | -1,7 | 2007 - 2008 - 2009 | -1,2 |
| 2006 - 2007 - 2008 | -1,1 | 2008 - 2009 - 2010 | -0,4 |
| 2005 - 2010 | -1,0 | | |

*Unter genutzte Feldblöcke fallen alle Feldblöcke, die zumindest teilweise genutzt wurden und einen berechneten Flächenbilanzsaldo von kleiner oder größer Null kg P/(ha·a) haben.

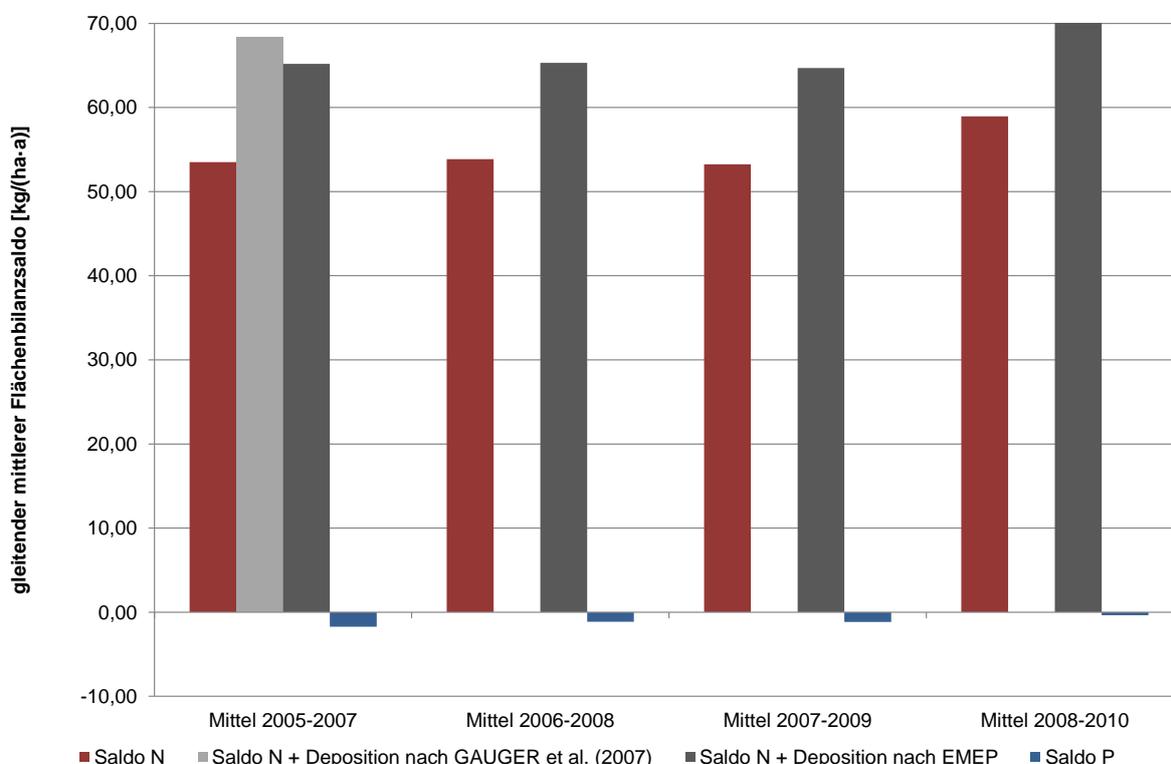


Abbildung 6-8: Gleitende Mittelwerte der berechneten Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke für die berechneten Varianten ohne bzw. mit Berücksichtigung der atmosph. Deposition nach GAUGER et al. (2007) und EMEP für die Jahre 2005 bis 2010

6.3 Vergleich mit vorliegenden Daten der Gewässerbelastung

Die Feldblockebene ist angesichts der komplexen Prozesse von Nährstoffverlagerung, -retention und -verlusten und der unklaren räumlich-zeitlichen Dimension primär nur schwer für gewässerschutzbezogene Auswertungen geeignet. Eine sinnvolle Ebene bilden dagegen stets hydrologische Einzugsgebiete, da sie mehr oder weniger gut abgrenzbare Systeme bilden, in denen sich räumlich die Abflussprozesse manifestieren.

Basierend auf der Differenzierung der oberirdischen Einzugsgebiete der Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nach Richtlinie für die Gebietsbezeichnung und die Verschlüsselung von Fließgewässern (LAWA 1993) sowie Ausgrenzung oberirdischer Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern nach LUNG M-V (2001) mit späteren Modifikationen) erfolgt hier eine Auswertung der landwirtschaftlichen Flächenbilanzen auf der Einzugsgebietsebene der sogenannten „5-Steller“ (Abb. 6-13), d. h. ein bewusstes „Ziehen“ der berechneten Salden auf die gesamte Einzugsgebietsfläche. Dabei wird der Mittelwert der Periode 2005 bis 2010 in den Abbildungen 6-10 und 6-12 dargestellt.

Da die räumlichen Austauschprozesse zwischen Arealen mit Nährstoffüberschüssen und Gebieten mit einer Unterversorgung innerhalb der jeweiligen Einzugsgebiete nicht quantifiziert werden können, erfolgte die Berechnung der jährlichen Mittelwerte pro Einzugsgebiet durch Addition der entsprechenden feldblockbezogenen Nährstoffmengen mit anschließender Bezugnahme auf die Einzugsgebietsfläche.

In Auswertung der benannten Abbildungen zeigt sich beim Phosphor eine räumlich fast diametral entgegengesetzte räumliche Struktur wie beim Stickstoff. Potenzielle Belastungsgebiete aus Phosphor-Überschüssen sind neben Räumen mit hohem Viehbesatz vor allem die südwestlichen Landesflächen mit ärmeren Böden, während beim Stickstoff die potenzielle Belastungsareale überwiegend in Einzugsgebieten mit den hochwertigen Böden zu finden sind (vgl. hierzu auch Abb. 4-7, Abschnitt 4.2.1).

Für die Fluss- bzw. Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern liegt eine auf amtlichen hydrologischen und Gütemessdaten basierende Regionalisierung der Nährstoffbelastung vor, die folglich auf einem Immissionsansatz („effektiver Gebietsaustrag“ als Fracht) basiert (BIOTA 2009, MEHL et al. 2009, LU M-V 2011), vgl. Abbildungen 6-9 und 6-11. Diese Analyse ermöglichte, die Belastungsschwerpunkte für Stickstoff und für Phosphor zu identifizieren und kann hier für einen zumindest orientierenden Vergleich arealer „Belastungsstrukturen“ genutzt werden.

Beim Stickstoff gelten landwirtschaftliche Emissionen als wesentlicher Verursacher des Nährstoffeintrages in die Gewässer. Dieser Zusammenhang kann mit den Darstellungsvergleichen gestützt werden: Es sind überwiegend die Einzugsgebiete mit den guten (und häufig gedrähten) Böden, die auch besonders hohe Salden generieren.

Bei Phosphor gilt die landwirtschaftliche Flächennutzung nicht als dominante Quelle der Gewässerbelastung. Auch diese Aussage kann mit den Bilanzen untermauert werden.

Generell pausen sich aber in den Ergebnissen Flächen durch, welche einen sehr hohen Anteil mit einer hauptsächlich landwirtschaftlichen Nutzung haben und damit auch einem erhöhten Aufkommen von Wirtschaftsdünger unterliegen (Abb. 6-13 und 6-14). Hoher Viehbesatz mit hohem Anfall tierischer Ausscheidungen führt offenbar zu hohen Bilanzüberschüssen, was sich vielfach direkt in den Ergebnissen des Gütemonitoring niederschlägt, vgl. u.a. MEHL & STEINHÄUSER (2003) zur Nährstoffbelastung des Floßgrabens; die Autoren konnten anhand der Messwerte eindeutig die Gülleverwertungsflächen am Floßgrabensystem identifizieren.

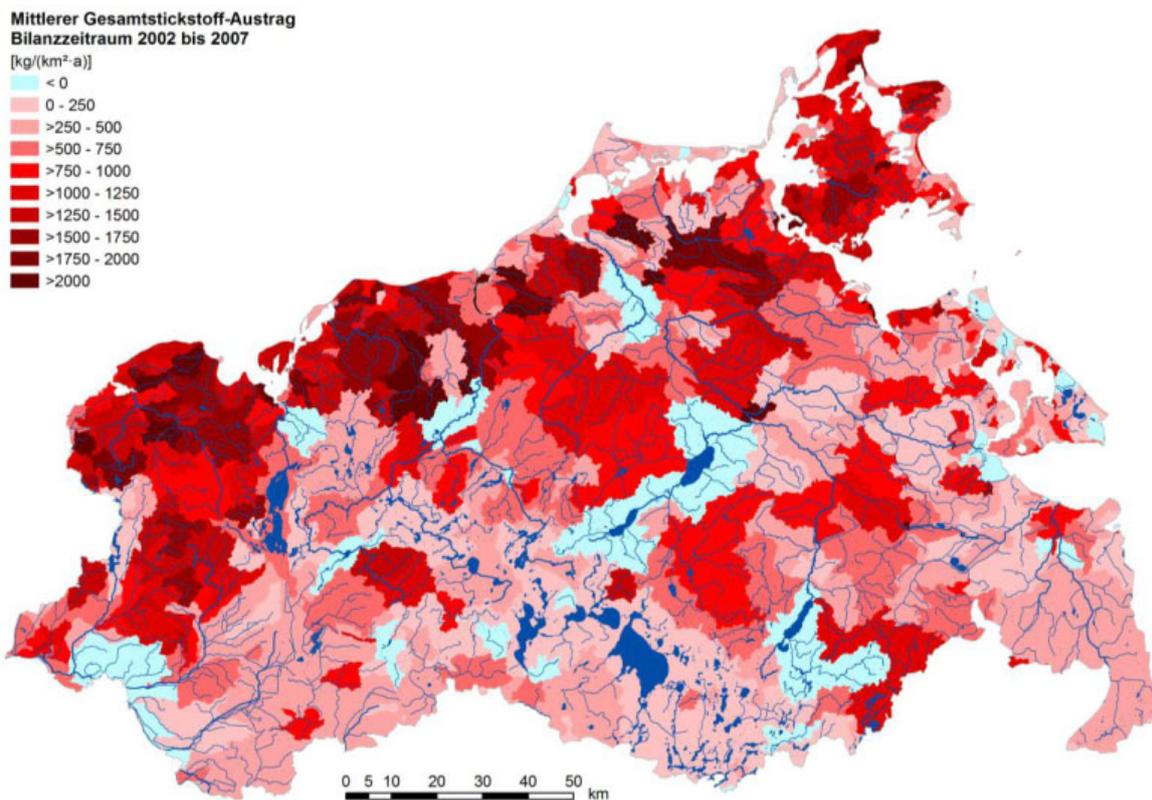


Abbildung 6-9: Mittlere Stickstofffracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel des Bezugszeitraumes 2002-2007), aus BIOTA (2009)

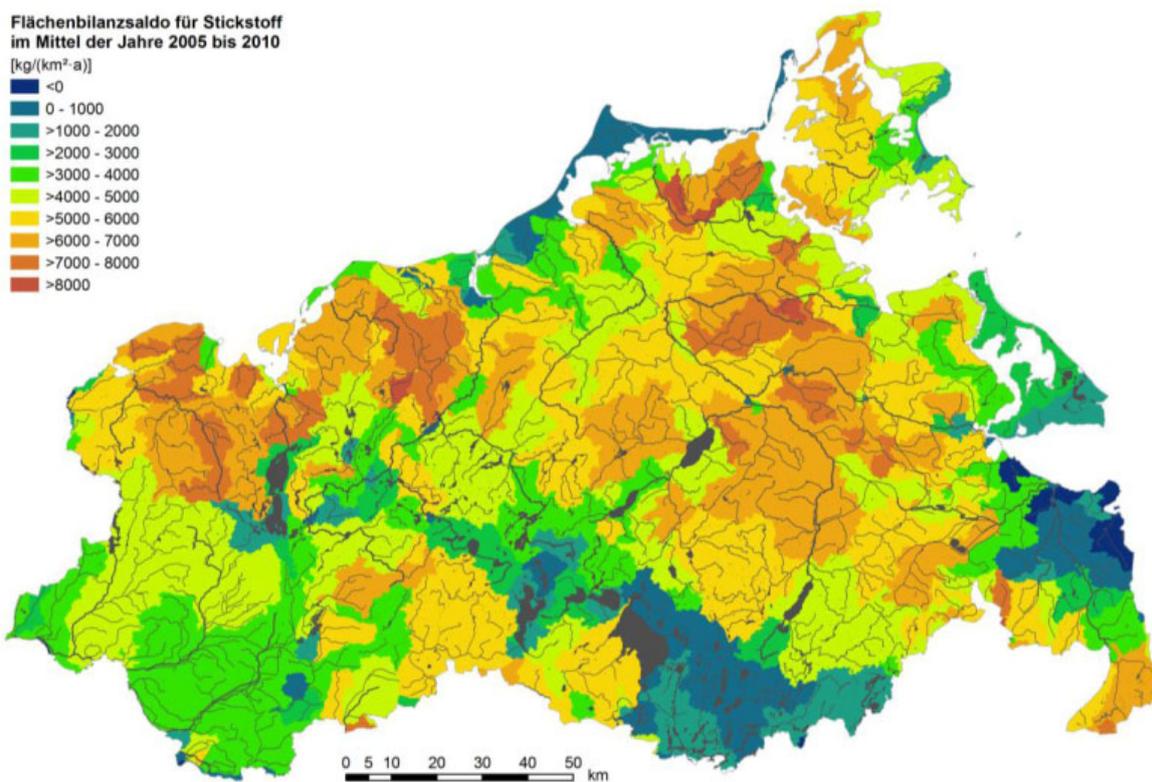


Abbildung 6-10: Berechnete Flächenbilanzsalde für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern (Mittel des Bezugszeitraums 2005-2010), ausgewertet nach Einzugsgebieten (LAWA-5-Steller)

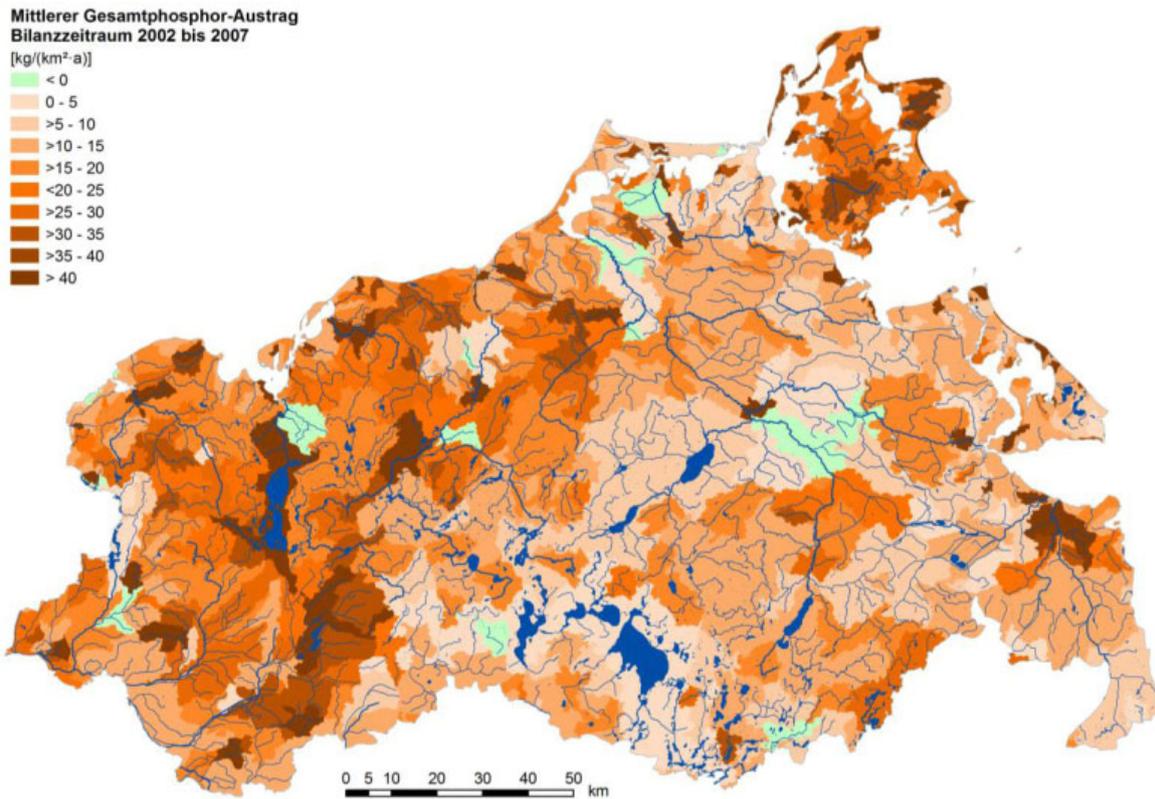


Abbildung 6-11: Mittlere Phosphorfracht als „effektiver“ Gebietsaustrag (Mittel des Bezugszeitraumes 2002-2007), aus BIOTA (2009)

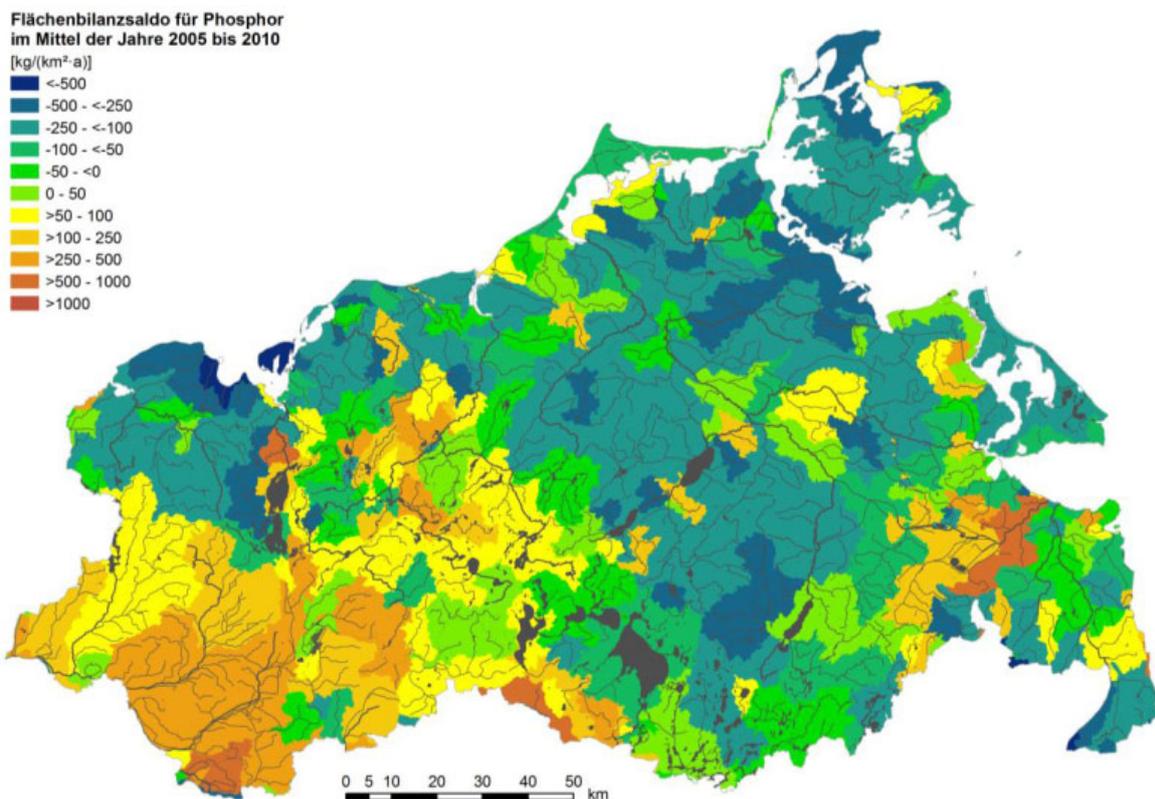


Abbildung 6-12: Berechnete Flächenbilanzsalde für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern (Mittel des Bezugszeitraumes 2005-2010), ausgewertet nach Einzugsgebieten (LAWA-5-Steller)

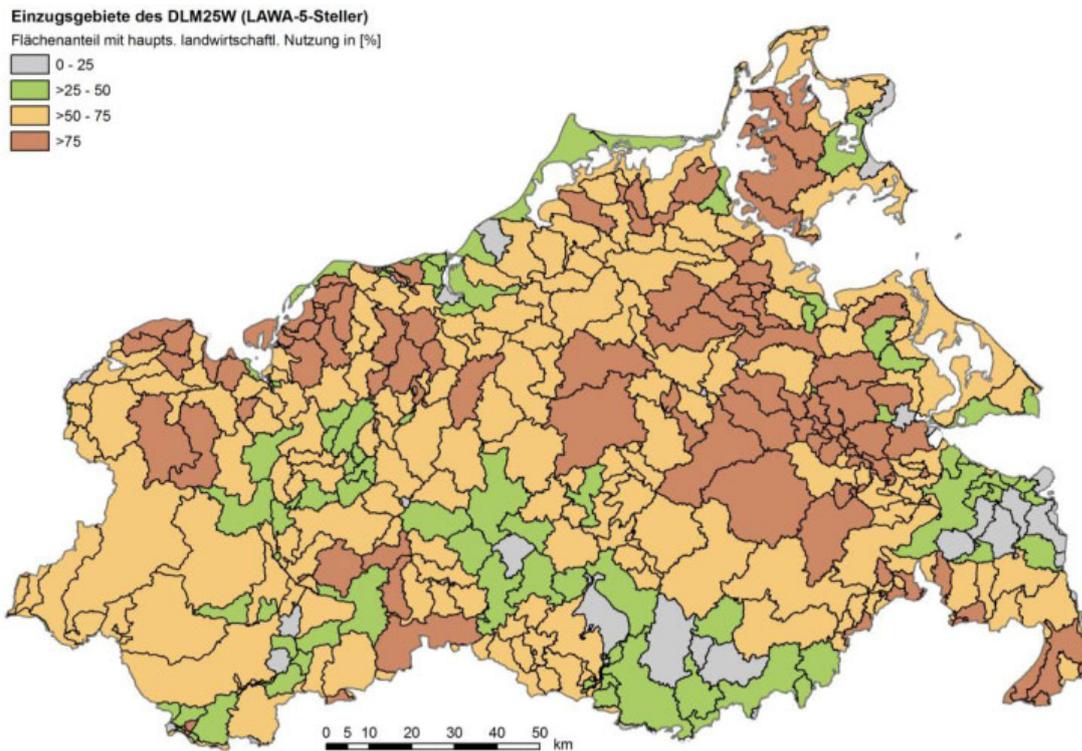


Abbildung 6-13: Einzugsgebiete des DLM25W (LAWA-5-Steller) mit Angabe der prozentualen landwirtschaftlichen Nutzung (Auswertung von CORINE Land Cover 2006)

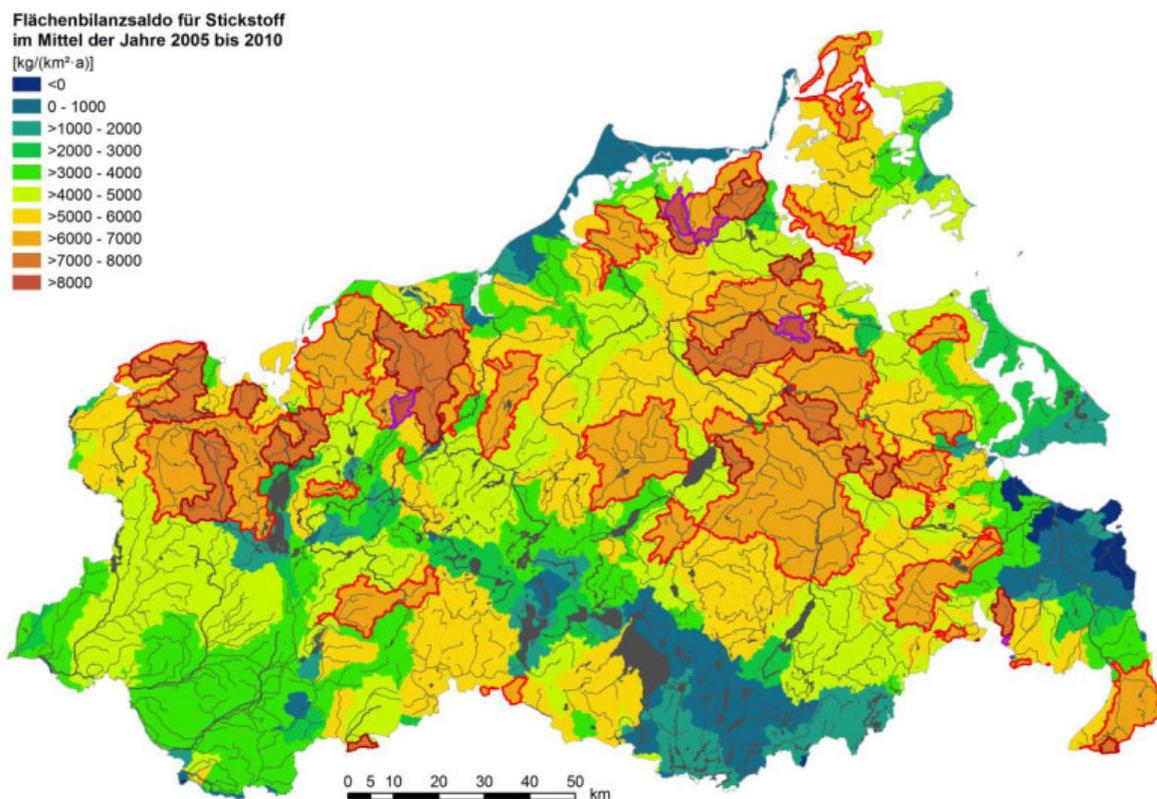


Abbildung 6-14: Berechnete Flächenbilanzsalden für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern (Mittel des Bezugszeitraums 2005-2010), ausgewertet nach Einzugsgebieten (LAWA-5-Steller) mit Hervorhebung der potenziellen Belastungsgebiete

6.4 Vergleich mit den Anforderungen der Düngeverordnung

Mit den Ergebnissen der dreijährigen Mittelwerte der modellierten Flächenbilanzen kann näherungsweise auch ein Vergleich angestellt werden, inwieweit die bereits in der Nitratrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft in Anhang II, im Düngegesetz und in der Düngeverordnung (DüV) definierten Regeln der „guten fachlichen Praxis“ eingehalten werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die berechneten Flächenbilanzsalden auf Schätzparametern basieren und lokal von den in der Realität vorhandenen Werten abweichen können. Dadurch bedingt können die ermittelten Flächenanteile mit Unter- bzw. Überschreitung der Schwellenwerte nach § 6 (2) DüV entsprechend der Tabellen 6-8 und 6-9 nur als tendenzielle Grundaussage gewertet werden.

Die Regelannahme der Einhaltung der guten fachlichen Praxis bei der Düngung gilt, wenn die N- und P-Salden unterhalb der Schwellenwerte nach § 6 (2) DüV liegen:

„(2) Soweit der betriebliche Nährstoffvergleich nach § 5 Abs. 1

1. für Stickstoff einen betrieblichen Nährstoffüberschuss nach Anlage 8 Zeile 10 im Durchschnitt der drei letzten Düngejahre
 - a) in den 2006, 2007 und 2008 begonnenen Düngejahren von über 90 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr,
 - b) in den 2007, 2008 und 2009 begonnenen Düngejahren von über 80 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr,
 - c) in den 2008, 2009 und 2010 begonnenen Düngejahren von über 70 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr oder
 - d) in den 2009, 2010 und 2011 und später begonnenen Düngejahren von über 60 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahroder
2. für Phosphat (P_2O_5) einen betrieblichen Nährstoffüberschuss nach Anlage 8 Zeile 10 im Durchschnitt der sechs letzten Düngejahre von über 20 Kilogramm je Hektar und Jahr nicht überschreitet (Anm.: entspricht ca. 8,7 Kilogramm Phosphor je Hektar und Jahr), wird vermutet, dass die Anforderungen des § 3 Abs. 4 (Anm.: Regelannahme der Einhaltung der „guten fachlichen Praxis“ bei der Düngung) erfüllt sind.“

Dies kann mit einem Vergleich der Berechnungsergebnisse (ohne Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition) mit den in den DüV genannten Dreijahresmitteln für den Nährstoff Stickstoff bzw. mit dem Sechsjahresmittel für Phosphor erfolgen, womit inhaltlich (Flächenbilanz) weitgehend § 5 DüV entsprochen wird (Abb. 6-15 bis 6-19, Tab. 6-8 und 6-9), auch wenn der betriebliche Bezug zunächst nicht hergestellt werden kann.

Danach kann beim Phosphor resümiert werden, dass das Gros der Flächen die DüV-Vorgaben einhält (ca. 88% der Feldblockfläche) und nur ca. 12 % der Fläche über dem DüV Schwellenwert von 20 kg P_2O_5 /(ha·a) (8,7 kg P/(ha·a) liegen. Ganz anders die Situation beim Stickstoff: Der sich zwischen 2006 und 2011 von 90 kg N/(ha·a) auf 70 kg N/(ha·a) absenkende Dreijahresmittelwert wird bereits im Zeitraum 2005 bis 2008 auf dem hohen Ausgangsniveau auf ca. 44% der Flächen nicht eingehalten. Bei dem Schwellenwert für den Zeitraum 2008 bis 2010 von 70 kg N/(ha·a) sind es bereits ca. 66 % der Flächen, auf denen der Wert nicht eingehalten wird. Die Düngepraxis kann möglicherweise nicht mit der Verschärfung der gesetzlichen Grundlagen Schritt halten. Auch eine Bilanzierung auf betrieblicher Ebene (§ 5 DüV) würde hieran wohl in der Mehrzahl der Fälle vermutlich nichts ändern.

Tabelle 6-8: Flächenanteile der gesamten landwirtschaftlichen Nutzflächen (Feldblöcke), welche unter- bzw. oberhalb der Schwellenwerte nach § 6 (2) DüV hinsichtlich des Stickstoffbilanzüberschusses liegen (ohne Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition)

| | Flächenanteil unterhalb | Flächenanteil oberhalb |
|--|-------------------------|------------------------|
| DüV-Schwellenwert: $\leq 90 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ | | |
| Jahr 2005 bis 2007 | 56 % | 44 % |
| Jahr 2006 bis 2008 | 58 % | 42 % |
| DüV-Schwellenwert: $\leq 80 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ | | |
| Jahr 2007 bis 2009 | 44 % | 56 % |
| DüV-Schwellenwert: $\leq 70 \text{ kg N}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ | | |
| Jahr 2008 bis 2010 | 34 % | 66 % |

Tabelle 6-9: Flächenanteile der gesamten landwirtschaftlichen Nutzflächen (Feldblöcke), welche unter- bzw. oberhalb der Schwellenwerte nach § 6 (2) DüV hinsichtlich des Phosphorbilanzüberschusses liegen

| | Flächenanteil unterhalb | Flächenanteil oberhalb |
|---|-------------------------|------------------------|
| DüV-Schwellenwert: $\leq 8,7 \text{ kg P}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ ($\leq 20 \text{ kg P}_2\text{O}_5/(\text{ha}\cdot\text{a})$) | | |
| Jahr 2005 bis 2010 | 88 % | 12 % |

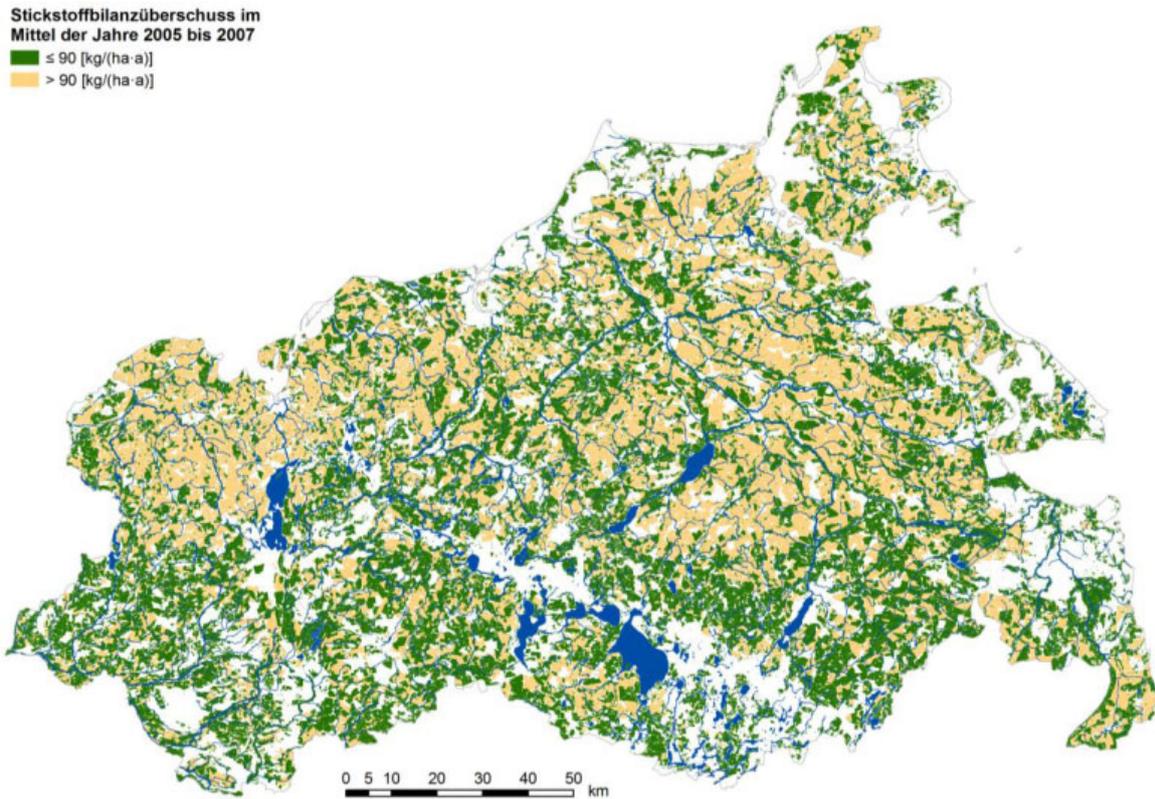


Abbildung 6-15: Vergleich der mittleren Flächenbilanzsalden (Zeitraum 2005-2007) für den Nährstoff Stickstoff mit den Zielvorgaben der Düngeverordnung für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (für in den Jahren 2006, 2007 und 2008 begonnene Düngejahre)

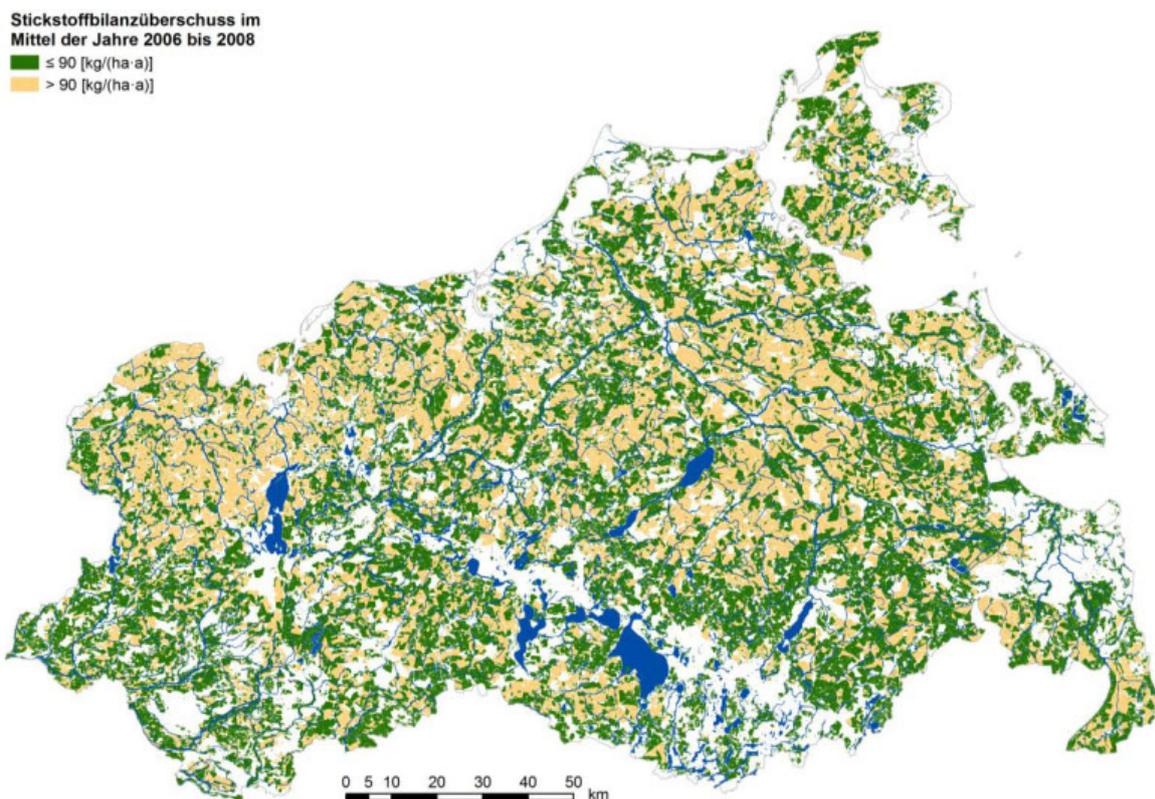


Abbildung 6-16: Vergleich der mittleren Flächenbilanzsalden (Zeitraum 2006-2008) für den Nährstoff Stickstoff mit den Zielvorgaben der Düngeverordnung für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (für in den Jahren 2006, 2007 und 2008 begonnene Düngejahre)

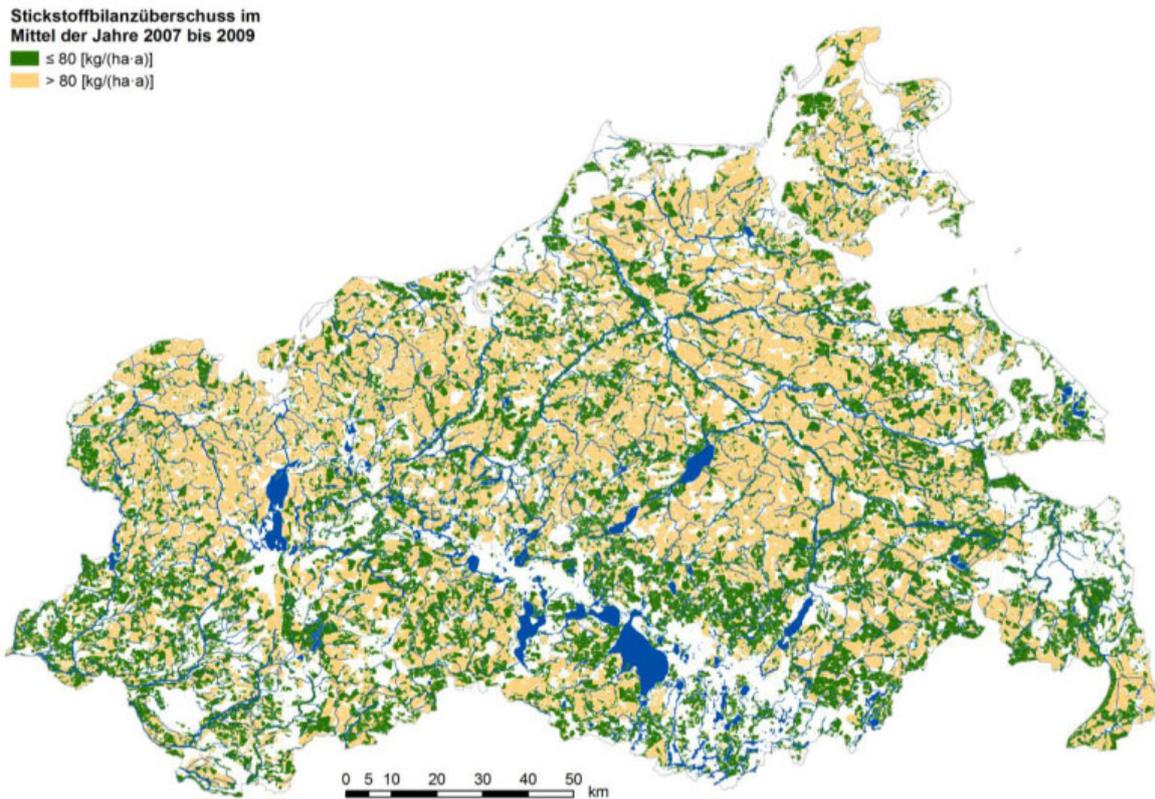


Abbildung 6-17: Vergleich der mittleren Flächenbilanzsalden (Zeitraum 2007-2009) für den Nährstoff Stickstoff mit den Zielvorgaben der Düngeverordnung für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (für in den Jahren 2007, 2008 und 2009 begonnene Düngejahre)

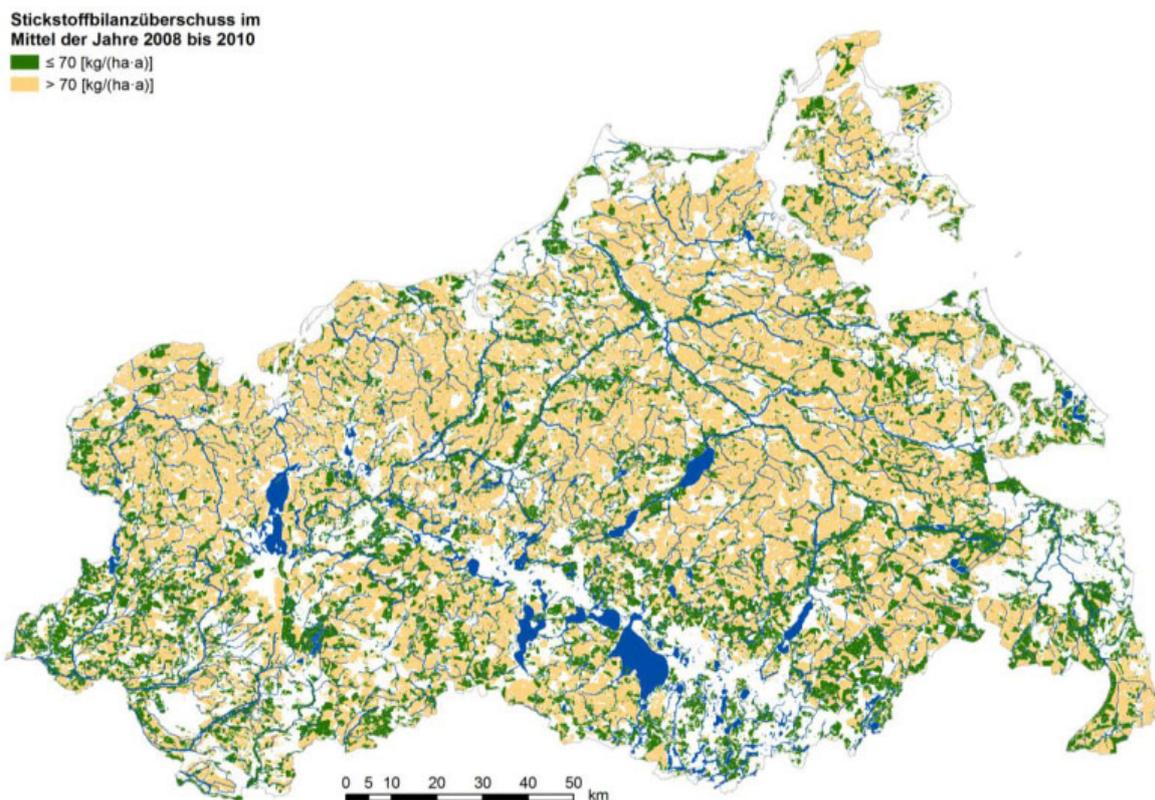


Abbildung 6-18: Vergleich der mittleren Flächenbilanzsalden (Zeitraum 2008-2010) für den Nährstoff Stickstoff mit den Zielvorgaben der Düngeverordnung für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (für in den Jahren 2008, 2009 und 2010 begonnene Düngejahre)

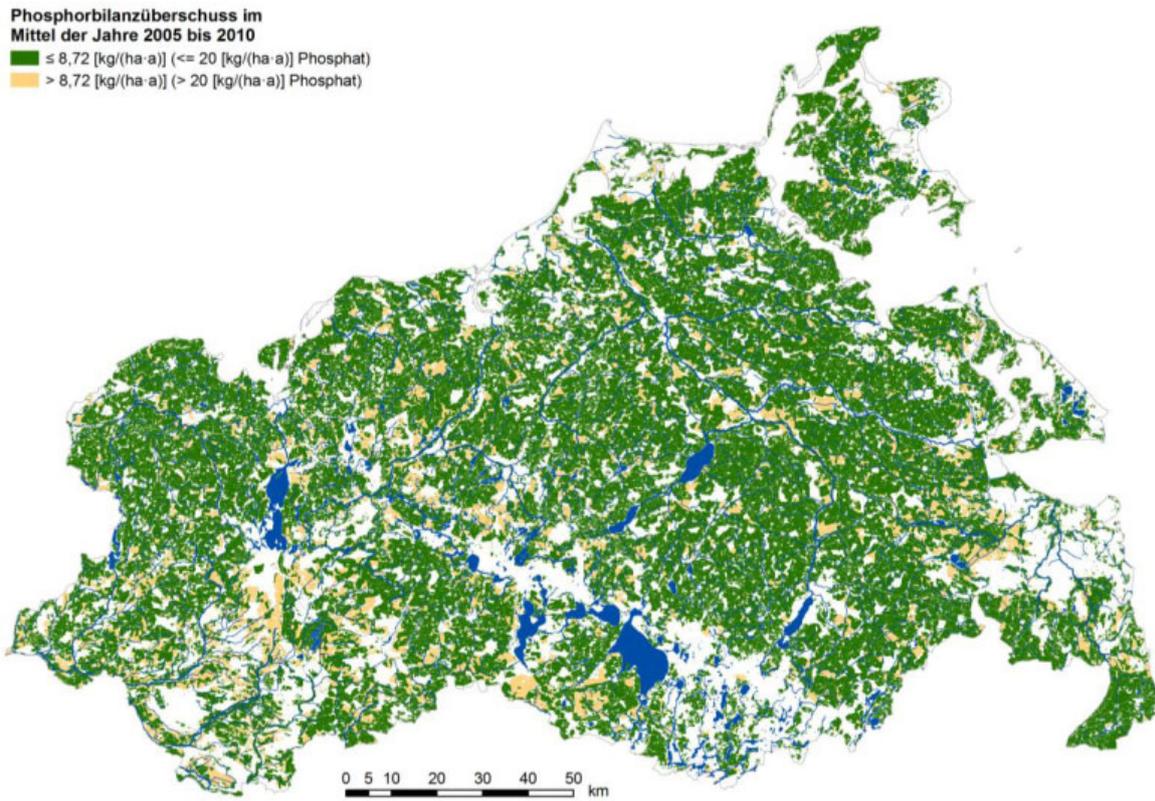


Abbildung 6-19: Vergleich der mittleren Flächenbilanzsalden (Zeitraum 2005-2010) für den Nährstoff Phosphor mit den Zielvorgaben der Düngeverordnung für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (im Durchschnitt der sechs letzten Düngejahre)

6.5 Betrachtung der Gesamtmengenentwicklung

Die berechneten jährlichen Gesamtmengen hinsichtlich des Düngereinsatzes bzw. der Entzüge durch Ernte für den Nährstoff Stickstoff zeigt Tabelle 6-10. Mit Abbildung 6-20 erfolgt noch einmal eine entsprechende graphische Darstellung. In Auswertung der gegebenen Zahlenwerte kann festgestellt werden, dass die Zufuhr durch organischen Wirtschaftsdünger im Vergleich der Jahre in etwa auf einem gleichbleibenden Niveau erfolgte (vgl. auch Abb. 3-10, Tab. 4-8 und 4-9). Die gilt gleichermaßen für die atmosphärische Deposition nach EMEP.

In Bezug auf die legume Stickstoffbindung ist eine leicht abnehmende Tendenz der berechneten Gesamtmengen zu verzeichnen, wobei die Jahre 2007 bis 2010 im Vergleich ähnliche Werte zeigen. Als Grund hierfür kann der Rückgang der Anbaufläche von Futtererbsen und Süßlupinen in den Jahren 2005-2007 angenommen werden (vgl. Abb. 6-23).

Die berechneten Mengen der Ausgleichsdüngung, welche neben der mineralischen Düngung auch die Zufuhr durch Sekundärrohstoffe wie Kompost, Gärreste und Klärschlamm beinhalten, stiegen über den Betrachtungszeitraum hinweg stetig an. Im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 ist dabei eine Erhöhung um ca. 8% zu beobachten. Ein Zusammenhang mit der beständig vergrößerten Anbaufläche von Silomais (vgl. Abb. 6-22) ist wahrscheinlich.

Durch den Zuwachs der Anbauflächen der Kulturgruppe Silomais um ca. 77% zwischen den Jahren 2005 und 2010 (bezogen auf die Anbaufläche aus dem Jahr 2005) ist auch eine entsprechende Zunahme der Mengen an Gärresten als Bestandteil der Ausgleichsdüngermenge anzunehmen. Der Stickstoffentzug mit der Ernte schwankt aufgrund der unterschiedlichen Ertragsleistungen je nach den jährlichen Witterungsbedingungen zum Teil erheblich und zeigt insgesamt betrachtet keine eindeutigen Tendenzen.

In Tabelle 6-11 bzw. Abbildung 6-21 werden die berechneten jährlichen Gesamtmengen in Bezug auf den Nährstoff Phosphor dargestellt. Die Zufuhrmenge an Phosphor durch organischen Wirtschaftsdünger ist im Verlauf der Jahre 2005-2010 annähernd gleichbleibend. Der leichte Rückgang im Jahr 2007 ist auf eine Verminderung der Geflügelbestände in diesem Jahr zurückzuführen (vgl. Abb. 3-9).

Der bereits bei der Ausgleichdüngermenge hinsichtlich Stickstoff zu beobachtende Anstieg, ist auch in Bezug auf den Nährstoff Phosphor zu verzeichnen. Im Vergleich der Jahre 2005 und 2010 zeigt sich hier eine Steigerung um ca. 23%, wobei eine Korrelation mit dem sehr deutlich gestiegenen Anbauumfang von Silomais angenommen werden kann.

Die witterungsbedingten jährlichen Ernteentzüge zeigen recht große Schwankungen, die mit denen von Stickstoff direkt vergleichbar sind.

Ein direkter Vergleich mit statistischen Mengenangaben bezogen auf den Verkauf von Mineraldünger ist wahrscheinlich nicht sinnvoll möglich, da in den berechneten Gesamtmengen der Ausgleichdüngung gleichermaßen die Sekundärrohstoffe beinhaltet sind. Weiterhin entspricht der reine Absatz von mineralischem Dünger nicht den tatsächlichen Aufbringungsmengen, da in erheblichem Maße Lagerungen vorgenommen werden und der Absatz deshalb stark durch die Marktpreise bestimmt wird. Günstige Preise führen insofern zur verstärkten Bevorratung.

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

Tabelle 6-10: Berechnete jährliche Gesamtmengenzufuhr und -entzüge an Stickstoff für die Jahre 2005 bis 2010 (ganzzahlig gerundet)

| Gesamtmenge | Einheit | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| organischer Stickstoff | [t] | 34099 | 33672 | 33065 | 33987 | 34484 | 34383 |
| | [%] | 100 | 99 | 97 | 100 | 101 | 101 |
| Ausgleich Stickstoff* | [t] | 211155 | 211884 | 214976 | 220801 | 224890 | 227293 |
| | [%] | 100 | 100 | 102 | 105 | 107 | 108 |
| Deposition (EMEP) | [t] | 15518 | 15299 | 14976 | 14899 | 15834 | 15783 |
| | [%] | 100 | 99 | 97 | 96 | 102 | 102 |
| Stickstoff-fixierung | [t] | 7142 | 6877 | 6565 | 6155 | 6409 | 6410 |
| | [%] | 100 | 96 | 92 | 86 | 90 | 90 |
| Ernteentzug Stickstoff | [t] | 155529 | 146504 | 141158 | 159710 | 167526 | 149214 |
| | [%] | 100 | 94 | 91 | 103 | 108 | 96 |

*Die Ausgleichsdüngung umfasst neben der Mineraldüngung auch die Zufuhr durch Sekundärrohstoffdünger aus Kompost, Gärresten und Klärschlamm. Zudem wird bei der hier relevanten Berechnungsmethodik der jährliche Anfangsstatus der Nährstoffversorgung des Bodens vernachlässigt, welcher der praktischen Düngebedarfs-ermittlung im Regelfall ansonsten zugrunde gelegt wird.

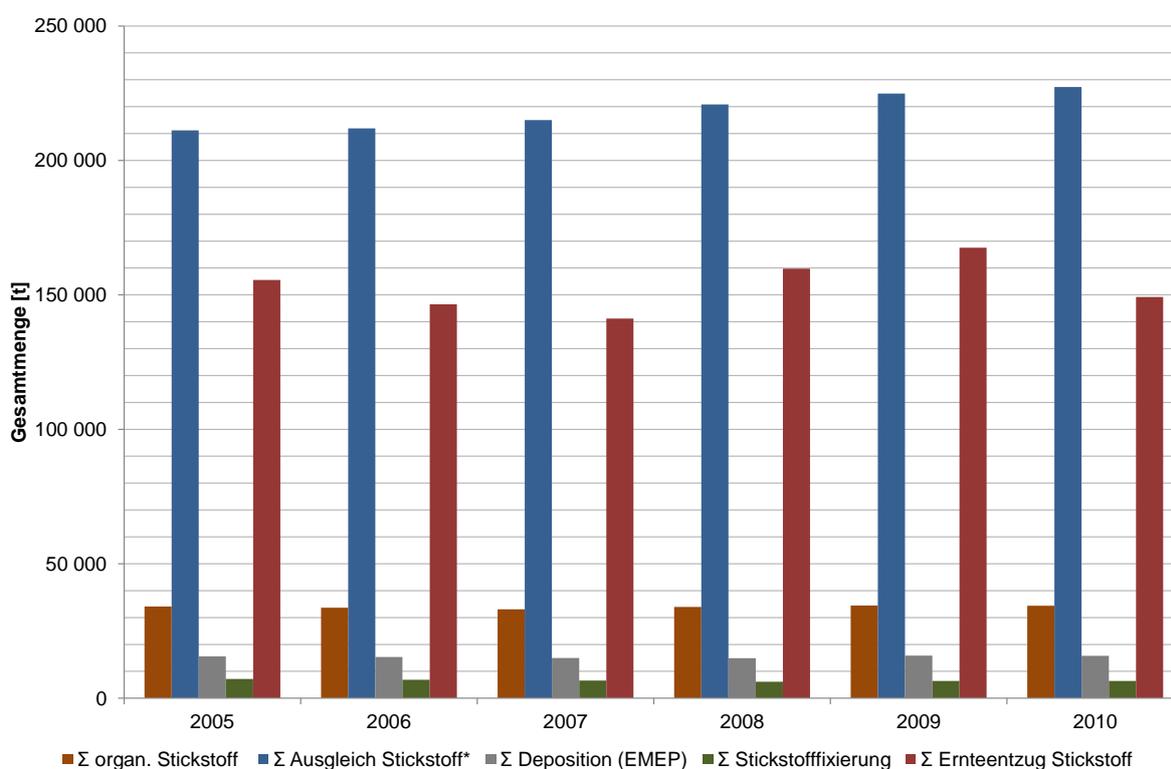


Abbildung 6-20: Entwicklung der berechneten jährlichen Gesamtmengenzufuhr und -entzüge an Stickstoff für die Jahre 2005 bis 2010

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

Tabelle 6-11: Berechnete jährliche Gesamtmengenzufuhr und -entzüge an Phosphor für die Jahre 2005 bis 2010 (ganzzahlig gerundet)

| Gesamtmenge | Einheit | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| organischer Phosphor | [t] | 8112 | 8036 | 7880 | 8120 | 8246 | 8217 |
| | [%] | 100 | 99 | 97 | 100 | 102 | 101 |
| Ausgleich Phosphor* | [t] | 18144 | 18607 | 20202 | 20777 | 21493 | 22365 |
| | [%] | 100 | 103 | 111 | 115 | 118 | 123 |
| Ernteentzug Phosphor | [t] | 29367 | 27821 | 26851 | 30228 | 32116 | 28510 |
| | [%] | 100 | 95 | 91 | 103 | 109 | 97 |

*Die Ausgleichsdüngung umfasst neben der Mineraldüngung auch die Zufuhr durch Sekundärrohstoffdünger aus Kompost, Gärresten und Klärschlamm. Zudem wird bei der hier relevanten Berechnungsmethodik der jährliche Anfangsstatus der Nährstoffversorgung des Bodens vernachlässigt, welcher der praktischen Düngebedarfs-ermittlung im Regelfall ansonsten zugrunde gelegt wird.

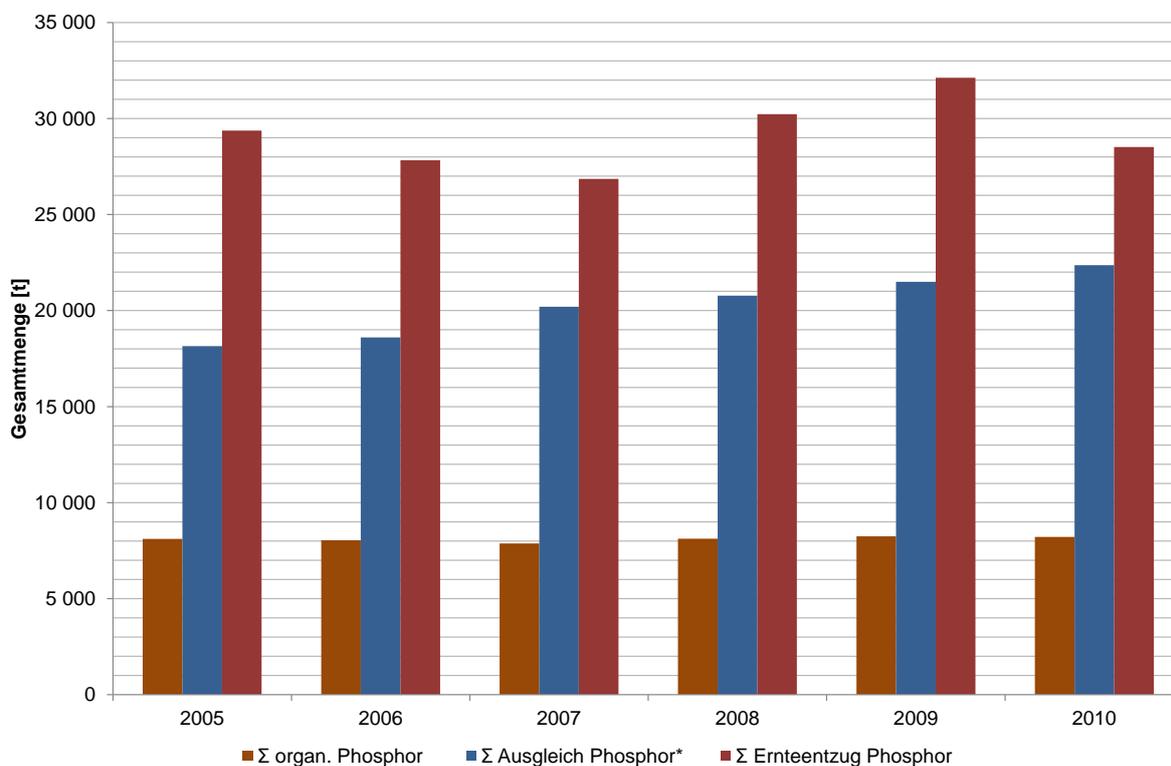
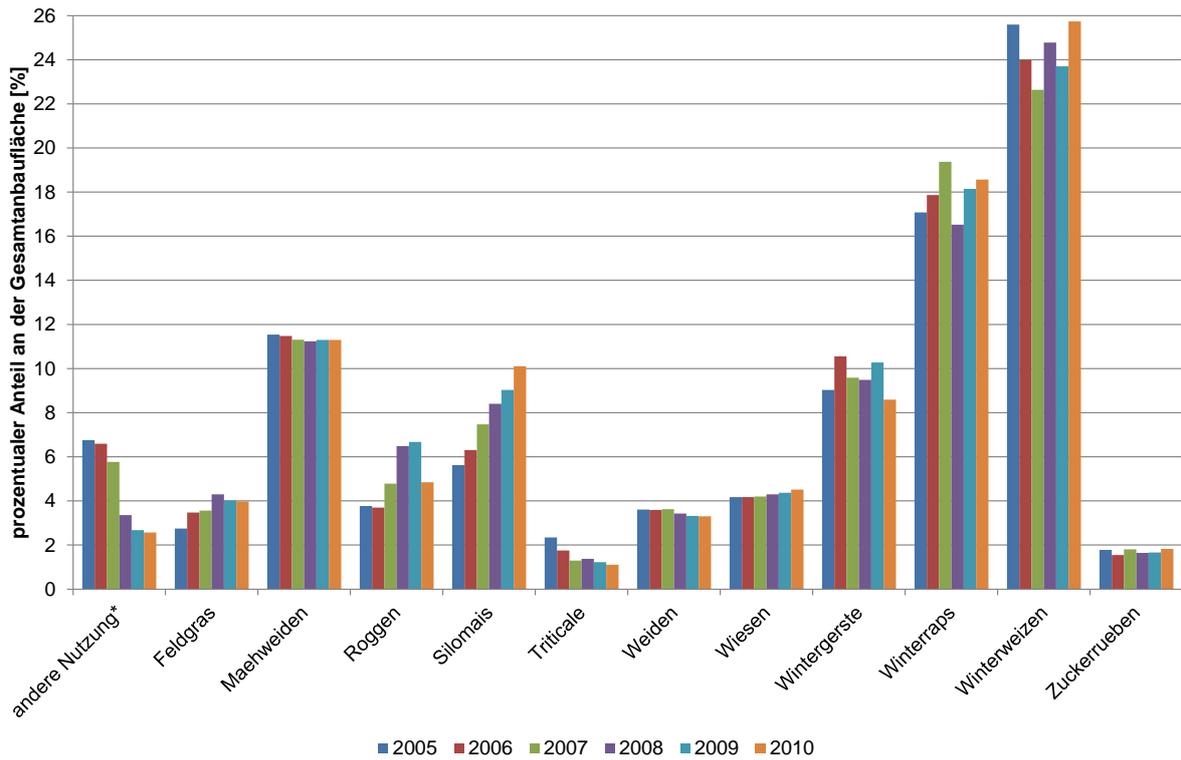


Abbildung 6-21: Entwicklung der berechneten jährlichen Gesamtmengenzufuhr und -entzüge an Phosphor für die Jahre 2005 bis 2010



*andere Nutzung beinhaltet alle weiteren landwirtschaftlichen Flächennutzungen inkl. Stilllegung

Abbildung 6-22: Prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche für die betrachteten Kulturgruppen im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 in Mecklenburg-Vorpommern (für Anteile >1%)

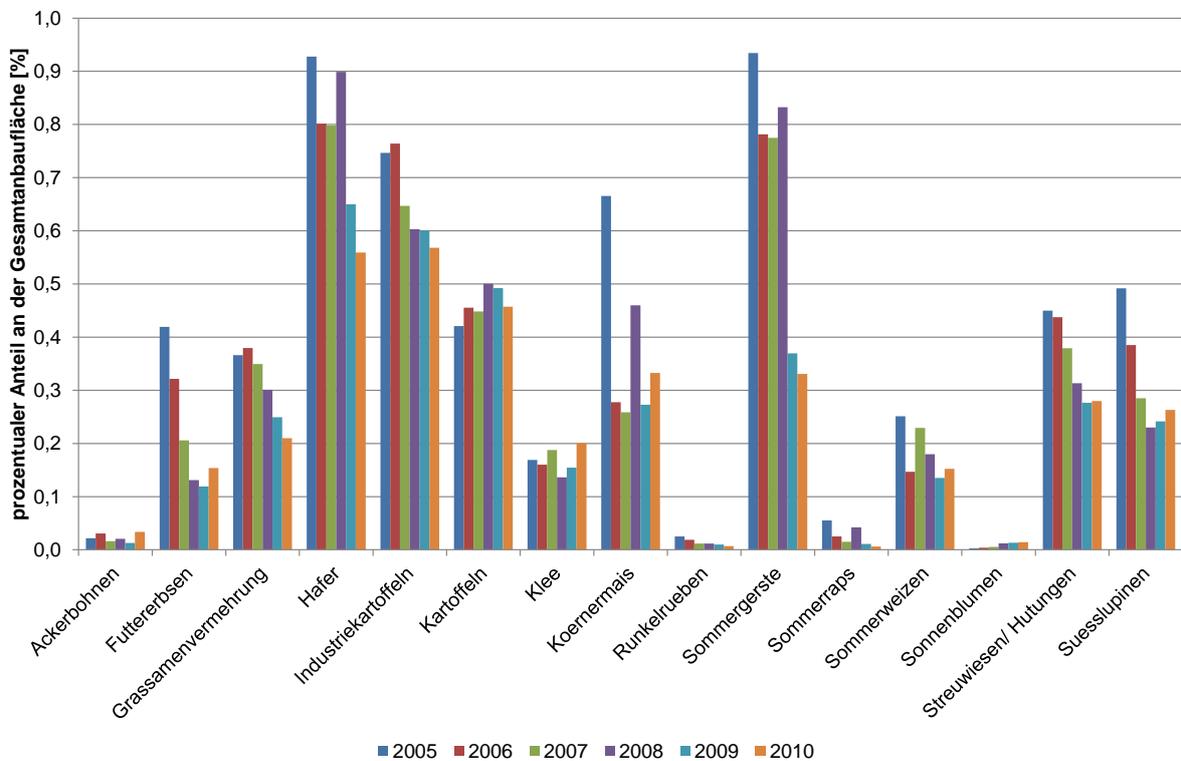


Abbildung 6-23: Prozentualer Anteil an der Gesamtanbaufläche für die betrachteten Kulturgruppen im Vergleich der Jahre 2005 bis 2010 in Mecklenburg-Vorpommern (für Anteile <1%)

6.6 Plausibilität/Belastbarkeit der Ergebnisse

6.6.1 Modellunsicherheiten und Abschätzung der Parametersensitivität

Komplexe Modelle benötigen in der Regel eine Vielzahl an Parametern, deren Eingangswerte oftmals nicht exakt bekannt sind. Zum Teil handelt es sich hierbei um Messwerte, welche durch Messungenauigkeiten fehlerbehaftet sein können, um frei gewählte Parameter oder aber auch um empirisch ermittelte Parameter, was bereits vom Grundsatz her die Notwendigkeit einer Modellkalibrierung nach sich zieht. Unter einer Modellkalibrierung ist eine Optimierung der Eingabeparameter zu verstehen, so dass die Modellergebnisse eine bestmögliche Übereinstimmung mit beobachteten Werten haben. Grundsätzlich muss im theoretischen Ansatz aber davon ausgegangen werden, dass alle Modellparameter, die Kalibrierungsmesswerte wie auch die Modellstruktur in einem gewissen Maß Fehler aufweisen, so dass es keinen „wahren“ Parametersatz innerhalb einer definierten Modellstruktur geben kann. Die Annäherung des Parametersatzes an ein globales Optimum wird dabei durch verschieden stark ausgeprägte Interkorrelationen zwischen den Einzelparameter erschwert und ist umso problematischer, je höher die Anzahl der Parameter ist. Weiterhin ist anzumerken, dass innerhalb einer gleichbleibenden Modellstruktur nicht nur genau ein optimaler Parametersatz existiert, sondern auch durch verschiedene, voneinander abweichende Parametersätze die gleiche Modellantwort erzielt werden kann.

Neben möglichen Ungenauigkeiten in Bezug auf die Eingangsgrößen wird das Modellergebnis weiterhin auch durch eine Vielzahl von möglichen Ungenauigkeiten im Modellierungsprozess beeinflusst. Modellungenauigkeiten können so z.B. aus Fehlern in der theoretischen Struktur des Modells, Lücken im Systemverständnis sowie aus der mathematischen und softwareseitigen Umsetzung der Prozessalgorithmen resultieren.

Bezugnehmend auf das hier behandelte komplexe Wirkungsgefüge, welches von jährlich konstanten, globalen Eingangsparametern mit festem Raumbezug ausgeht, existieren aber auch noch weitere Systemkomponenten, welche die Systemreaktion lokal betrachtet erheblich beeinflussen können. So haben insbesondere die jährlichen Wetterverhältnisse in ihrer räumlichen Variabilität sehr großen Einfluss auf die jeweiligen pflanzlichen Wachstumsverhältnisse und damit auch auf das lokale, individuelle Düngungsverhalten der Landwirte. Dies gilt insbesondere für Kulturarten bzw. -gruppen mit mehrfacher Düngung im Jahr. Dadurch können sich gerade in ertragsschwachen Jahren überschätzte Nährstoffsalden ergeben.

Da die für eine Modellkalibrierung notwendigen Daten nicht umfänglich und repräsentativ vorlagen, wurden zumindest die für die Modellrechnung notwendigen Eingangsparameter sowie die Modellergebnisse in Zusammenarbeit mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) fachlich auf Plausibilität geprüft, so dass mehrfache Validierungen vorgenommen werden konnten.

Eine Abschätzung der Sensitivität der grundlegenden Parameter erfolgt in Tabelle 6-12, wobei anzumerken ist, dass der sensitive Parameter Düngefaktor im Wesentlichen auf WIEBENSOHN (2008) zurückgeht und empirisch auf Basis von sogenannten „Betriebszweigauswertungen“ der Jahre 2001-2005 angenommen wurde. Die Parametergrößen wurden in Abstimmung und Zusammenarbeit mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) geprüft und soweit möglich entsprechend den realen Verhältnissen des Betrachtungszeitraums angepasst (validiert).

Eine Validierung der auf Basis von Auswertungen von Landwirtschaftsbetrieben angenommenen Düngefaktoren im Vergleich zu (in der Beratungspraxis) empfohlenen Düngermengen ist dagegen wahrscheinlich nicht zielführend, da das tatsächliche Düngungsverhalten der Landwirte zum Teil in erheblichem Maße von den empfohlenen Richtwerten abweichen kann.

Aufgrund der starken Schwankungen in Bezug auf die Düngemittelpreise aber auch in Hinsicht auf eine mögliche Lagerhaltung an Mineraldünger bzw. einen in der Menge dynamischen Im- bzw. Export von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft im Grenzbereich Mecklenburg-Vorpommerns ist daher eine quantitative Abschätzung der Modellgenauigkeit mit Angabe von Toleranzbereichen nicht bzw. kaum möglich. Dennoch kann mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die berechneten Ausgleichsdünger-mengen aufgrund der starken Preisschwankungen zu einem veränderten Düngungsverhalten der Landwirte und somit infolge dessen auch zu einer Modellüberschätzung der Nährstoffsalden in Jahren mit vergleichsweise hohen Preisen geführt haben könnten.

Dies gilt gleichermaßen für Jahre mit vergleichsweise geringen Ertragsleistungen, wobei hier die Landwirte ihr Düngungsverhalten individuell den entsprechenden Witterungs- und damit auch den Wachstumsverhältnissen ihrer Pflanzenbestände angepasst haben.

Insgesamt gesehen kann aber festgestellt werden, dass das mittlere Niveau der Nährstoffsalden zwar mit Unsicherheiten behaftet ist und im Vergleich der Jahre schwankt, die räumliche Heterogenität mit lokal begrenzten Bereichen mit erhöhten Nährstoffsalden aber im Regelfall konstant bleibt.

Tabelle 6-12: Abschätzung der Sensitivität für die Eingangsparameter der Modellrechnung

| Parameter/ Bilanzglieder | Daten-/Parameterherkunft | Beurteilung der Sensitivität |
|---|--|------------------------------|
| Parameter mit flächenhaftem Raumbezug | | |
| • Feldblockkataster | InVeKos, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern | nicht sensitiv |
| • Landwirtschaftliche Flächennutzungs-tabelle | InVeKos, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern | nicht sensitiv |
| Parameter aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion | | |
| • Ertragsdaten | Amtliche Agrarstatistik des Statistisches Amtes Mecklenburg-Vorpommern, welche in Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) eingehend geprüft wurde | sensitiv |
| • Ersatzertragsfaktoren | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| • Ertragsfaktoren in Abhängigkeit von den Standortfaktoren (Acker- bzw. Grünlandzahl) | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |

Mecklenburg-Vorpommern: Regionalisierte Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen

| Parameter/ Bilanzglieder | Daten-/Parameterherkunft | Beurteilung der Sensitivität |
|--|--|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Ertragsfaktoren in Abhängigkeit von der Anbauform (konventionell, ökologisch bzw. unter Naturschutzauflagen) | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse | KAPE, WULFFEN & ROSCHKE, (2008) | nicht sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Anrechnungsfaktoren in Bezug auf die pflanzliche Verfügbarkeit der organ. Düngerstoffe | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Düngefaktoren in Bezug auf die mineralische Ausgleichsdüngung | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Richtwerte der symbiotischen Stickstoffbindung auf Acker- und Grünland | KAPE, WULFFEN & ROSCHKE, (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| Resultierende Bilanzglieder | <ul style="list-style-type: none"> Mineralische Ausgleichsdüngung Legume Stickstoffbindung Nährstoffentzug mit dem Erntegut | |
| Parameter aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Tierproduktion | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Anzahl der landwirtschaftlich relevanten Nutztiere | InVeKos, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern mit eingehender Prüfung in Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Richtwerte für den Mengenanfall an Nährstoffausscheidungen landwirtsch. Nutztiere | KAPE, WULFFEN & ROSCHKE, (2008) | nicht sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> Verlustfaktor in Bezug auf die Lager- und Ausbringungsverluste an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft | KAPE, WULFFEN & ROSCHKE, (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |

| Parameter/ Bilanzglieder | Daten-/Parameterherkunft | Beurteilung der Sensitivität |
|---|---|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzlicher Anrechnungsfaktor am Gesamtstickstoff aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft | KAPE, WULFFEN & ROSCHKE, (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kulturartenspezifischer Verteilungsfaktor für Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft | WIEBENSOHN (2008) bzw. Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| Resultierende Bilanzglieder | <ul style="list-style-type: none"> • Organische Düngung | |
| Parameter aus dem Bereich der Sekundärrohstoffe | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Klärschlammengen | LMS GmbH; Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg- Vorpommern | nicht sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kulturartenspezifische Verteilung | Abstimmung mit der Projektarbeitsgruppe des AG (LUNG, LFA und LFB) | wenig sensitiv |
| Resultierende Bilanzglieder | <ul style="list-style-type: none"> • Düngung mit Klärschlamm | |
| Parameter in Bezug auf die atmosphärische Stickstoffdeposition | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mengen der Deposition nach EMEP | http://www.emep.int | nicht sensitiv |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mengen der Deposition nach GAUGER et al. (2007) | Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern | nicht sensitiv |
| Resultierende Bilanzglieder | <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffdeposition | |

nicht sensitiv: Der Parameter ist durch direkte Messung bzw. durch validierte Modellrechnungen eindeutig bestimmt. Die Verwendung innerhalb der Modellrechnung führt zu einer eindeutigen Modellreaktion.

wenig sensitiv: Unsicherer Eingangsparameter verursachen je nach Streuungsbreite Unschärfen in Bezug auf Zwischenergebnisse bzw. das Endergebnis der Modellrechnung.

sensitiv: Der Eingangsparameter hat einen signifikanten Einfluss auf Zwischenergebnisse bzw. das Endergebnis der Modellrechnung. Je größer an dieser Stelle die Parameterunsicherheit und je sensitiver der Parameter ist, umso größer wird die Aussageunschärfe des Modells bzw. der Modellergebnisse.

6.6.2 Methodische Veränderungen gegenüber WIEBENSOHN (2008)

Grundlage der Betrachtungen war der methodische Ansatz nach WIEBENSOHN (2008), der neben neuen rechentechnischen Umsetzungen vor allem im Hinblick auf die in Tabelle 6-13 dargestellten Aspekte angepasst wurde. Mit den damit verbundenen Überprüfungen und Modifizierungen anhand von Literaturwerten und in Rückkopplung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe ist eine Optimierung erreicht worden, so dass die Ergebnisse insgesamt als realitätsnahe Schätzung der Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern gewertet werden können.

Tabelle 6-13: Wesentliche Veränderungen im Vergleich zur Methodik nach WIEBENSOHN (2008)

| Aspekt | Lösung/Anpassung |
|---|---|
| Mehrjahreszeitraum und Aktualität | Berechnung der Nährstoffbilanzen für die 6 Einzeljahre 2005 bis 2010 sowie Mittelwerte von Perioden (u. a. entsprechend DüV) |
| Kulturgruppen | Weitere Differenzierung bei Grünland und Kartoffeln |
| Berechnungsparameter | Prüfung , ggf. Modifizierung bzw. Neufestlegung von Berechnungsparametern, u. a. bei <ul style="list-style-type: none"> • Ersatzertragsfaktoren • Acker-/grünlandzahlabhängigen Ertragsfaktoren • nutzungsabhängigen Ertragsfaktoren • Düngefaktoren für Stickstoff und Phosphor • Verteilungsfaktoren für organischen Wirtschaftsdünger • pflanzlichen Anrechnungsfaktoren für die organische Stickstoffdüngung • pflanzlichen Inhaltsstoffen • Stickstofffixierungsfaktoren |
| Ertragsniveau des ökolog. Landbaus | Definition entsprechender Ertragsfaktoren für alle Kulturgruppen |
| Extensive Grünlandnutzung | Generell kein Ansatz organischer oder mineralischer Düngung bei Flächenförderung nach FöRi Naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung 2007; generelle Anwendung der Ertragsfaktoren für den ökologischen Anbau |
| Atmosphärische Deposition | Zusätzliche Berechnung der Bilanzen mit Daten der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) sowie nach EMEP |
| Düngung mit Sekundärrohstoffen | Einbeziehung von Daten zu Klärschlamm-mengen der Jahre 2007 bis 2010 |
| Simulation der Exporte an organischem Wirtschaftsdünger | Entwicklung und Anwendung eines speziell entwickelten Algorithmus zur Verteilung von Überschussmengen an organischem Wirtschaftsdünger |

6.6.3 Sonstige Anmerkungen

Das Betriebssitzprinzip hat auch im Zeitalter von InVeKoS weiterhin Bestand. Deshalb kann die Verwaltung von Flächen außerhalb von Mecklenburg-Vorpommern nicht im Landesdatenbestand abgebildet werden. Auch hieraus ergeben sich, wenn auch vermutlich sehr geringfügige Fehler.

Als weitere mögliche Fehlerquelle sind die amtlichen Tierhaltungsdaten zu benennen, bei welchen offenkundig teilweise die Durchschnittswerte mit den (kumulativen) Tiersummen vertauscht waren. Nach einem systematischen Plausibilitätstest und entsprechender Korrektur konnten diese Daten aber als konsistent angenommen werden.

6.6.4 Berechnungsbeispiele der Nährstoffbilanzierung

In den Tabellen A III-1 bis A III-3 in Anhang III werden Berechnungsbeispiele einer Nährstoffbilanzierung für drei ausgewählte Feldblöcke mit konventionellem, ökologischem bzw. unter Naturschutzaufgaben bewirtschaftetem Anbau dargestellt. Die Feldblock-ID wurde dabei aus Datenschutzgründen jeweils anonymisiert.

Die Beispiele werden hier nicht diskutiert und dienen lediglich der Veranschaulichung der Berechnung bzw. zur Darstellung des Datenumfanges hinsichtlich der Zwischen- und Endergebnissen verschiedener Raum- und Zeitebenen. Die Angaben sind nicht gerundet.

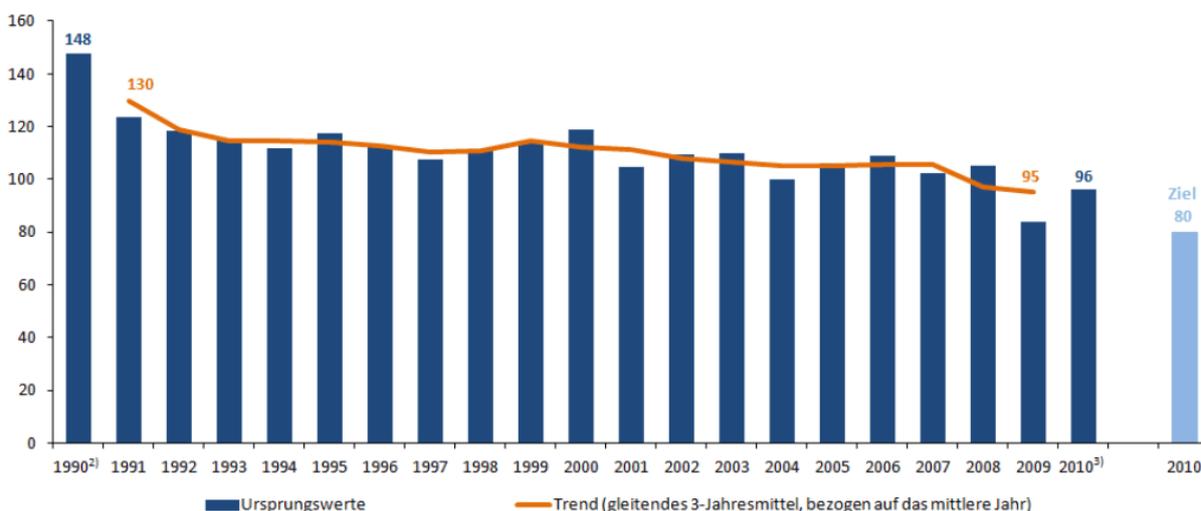
6.7 Gegenüberstellung mit Werten aus anderen Quellen

6.7.1 Stickstoffgesamtbilanz für Deutschland

Ergebnisse:

Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft (Gesamtbilanz)¹⁾

kg/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche



¹⁾ Die Ergebnisse sind mit Angaben früherer Veröffentlichungen aufgrund methodischer Veränderungen nur eingeschränkt vergleichbar.

²⁾ Datenbasis zum Teil unsicher.

³⁾ Datenbasis teilweise vorläufig.

Quelle: Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Julius Kühn Institut (JKI) Braunschweig und Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR), Universität Gießen, 2012

Abbildung 6-24: Stickstoffüberschüsse der Landwirtschaft (Gesamtbilanz Deutschland) (Quelle: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=3639>)

Methode:

Berechnung von Bilanzüberschüssen aus der Differenz zwischen Stickstoffflüssen in die Landwirtschaft und Stickstoffflüssen, die aus ihr heraus gehen unter der Berücksichtigung der Bilanzglieder auf Zufuhrseite: mineralische und organische Düngemittel, atmosphärische Deposition, legume Stickstoff-Bindung, Saat- und Pflanzgut, Futtermittel aus dem Inland, importierte Futtermittel und auf Ausfuhrseite: pflanzliche Marktprodukte und tierische Produkte

Vergleichbarkeit:

Die Werte in Abbildung 6-24 sind aufgrund der abweichenden Berechnungsmethodik nicht direkt mit den hier berechneten Stickstoffsalden vergleichbar, kennzeichnen aber die Größenordnungen.

6.7.2 Stickstoff-Flächenbilanz für Deutschland

Ergebnisse:

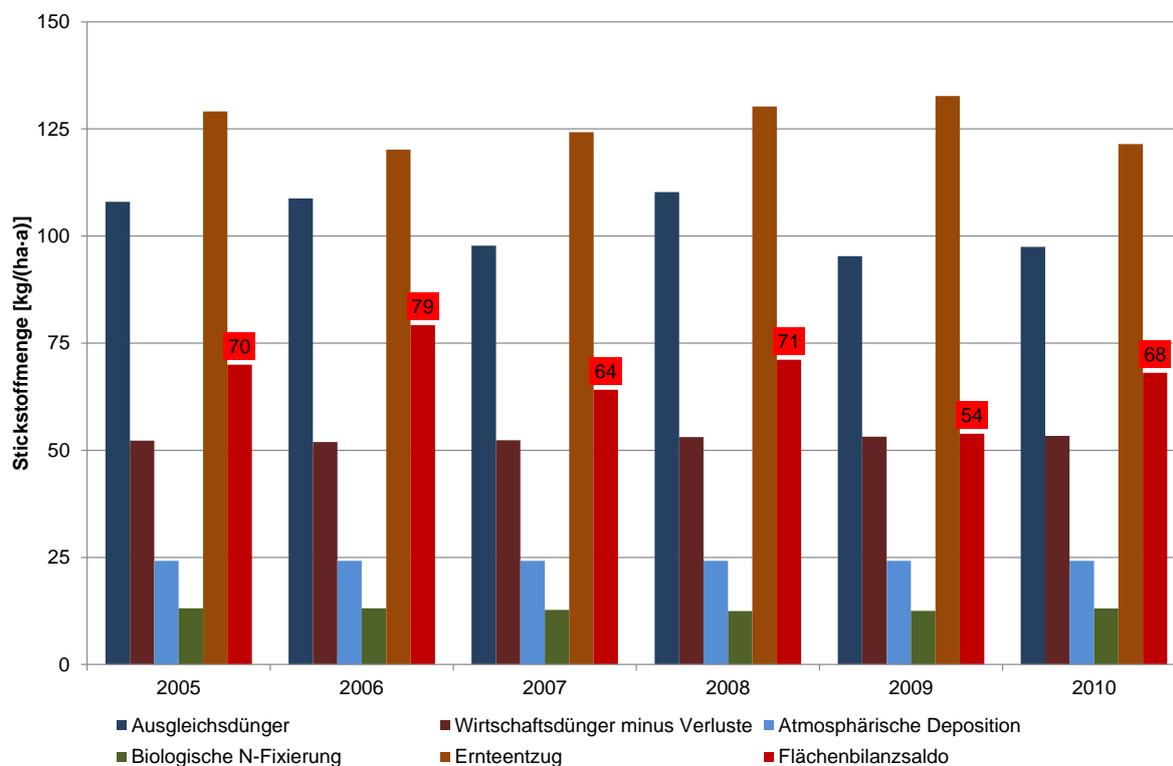


Abbildung 6-25: Stickstoffzufuhr, -entzüge und Flächenbilanzsalden (unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition) für den Zeitraum von 2005-2010 für Deutschland (Quelle: Zahlenwerte nach <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=Düngemittel>)

Methode:

Berechnung von Bilanzüberschüssen aus der Differenz zwischen der Stickstoff-Zufuhr und -Abfuhr, wobei die Zufuhr aus Handelsdüngern, Wirtschaftsdüngern, Sekundärrohstoffen (z.B. Klärschlamm, Gärreste), legumer Stickstoffbindung und der atmosphärischen Deposition erfolgt. Der Ernteentzug beinhaltet den pflanzlichen Stickstoffentzug abzüglich des Verbleibs in Form von Ernterückständen.

Vergleichbarkeit:

Die Ergebnisse der hier angewandten Methodik sind mit den berechneten Werten der Modellrechnung nur indirekt vergleichbar, da sie einen divergierenden Flächenbezug haben.

Ein Vergleich der Flächenbilanzsalden aus Abbildung 6-25 mit den in Tabelle 6-4 bzw. Abbildung 6-7 gegebenen jährlichen Mittelwerten der berechneten Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke in Mecklenburg-Vorpommern (unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition nach EMEP) zeigt die Ähnlichkeit der Ergebnisse.

6.7.3 Vorjahresergebnisse der Stickstoffbilanzierung für Mecklenburg-Vorpommern

Ergebnisse:

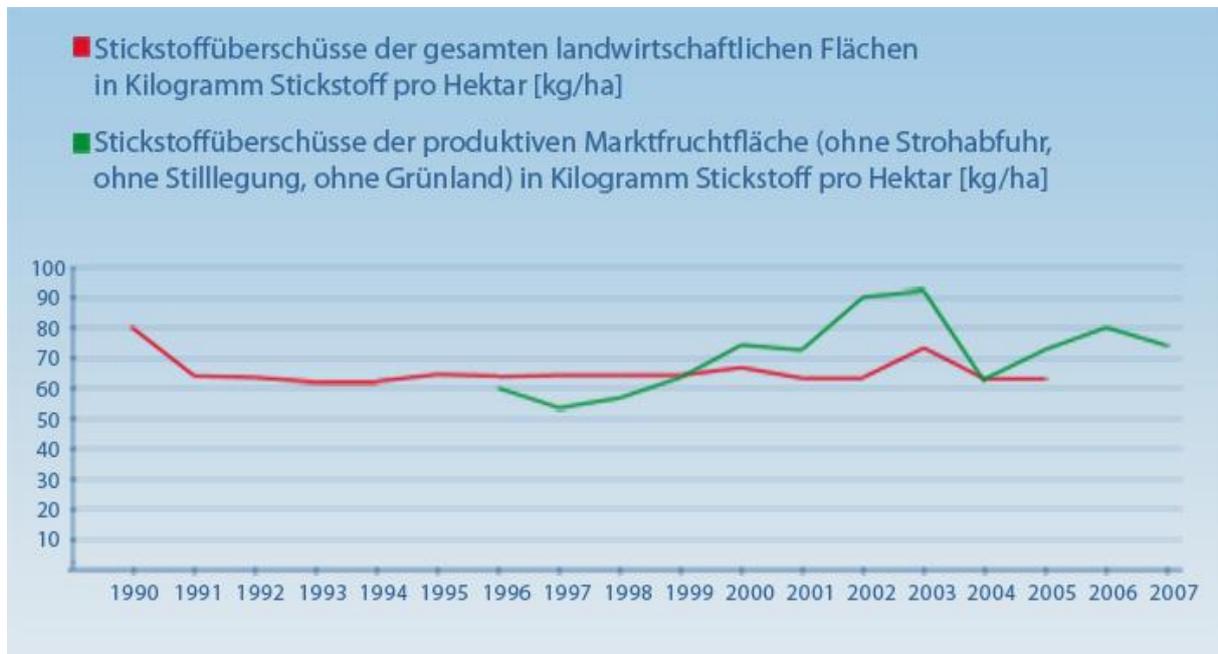


Abbildung 6-26: Stickstoffüberschüsse der landwirtschaftlichen Flächen und der produktiven Marktfruchtflächen in Mecklenburg-Vorpommern (ohne atmosphärische Deposition) (Quelle: http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/lm/Themen/Nachhaltige_Entwicklung/Umweltindikatoren/Stickstoff-Flaechenbilanz/index.jsp)

Methode:

Die Bilanzierung basiert auf der Differenz zwischen Nährstoff-Zufuhr und –Abfuhr, wobei auf Zufuhrseite die Stoffe Mineraldünger, Wirtschaftsdünger (abzüglich der atmosphärischen Verluste (Lagerung und Ausbringung)), sonstiger organischer Dünger anderer Nährstoffträger, Abfälle nach Kreislaufwirtschaftsgesetz und die Stickstoffbindung durch Leguminosen einbezogen wird. Atmosphärische Einträge finden keine Berücksichtigung. Die Nährstoffabfuhr umfasst die Haupt- (u.a. Korn, Gesamtpflanze) und die Nebenernteprodukte (u.a. Stroh, Blatt).

Als Basis für die Berechnung der Stickstoffüberschüsse der produktiven Marktfruchtflächen (grüne Linie) dienten einzelbetriebliche Erhebungen, die eine jährliche produktive Marktfruchtfläche von ca. 90.000-100.000 ha in Mecklenburg-Vorpommern repräsentieren (ca. 10 % der landwirtschaftlichen Ackerfläche), wobei der ökologische Anbau, Stilllegungsflächen sowie das Grünland keinen Ansatz fanden. Die Stickstoffbilanzierung der gesamten landwirtschaftlichen Flächen (rote Linie) beinhaltet auch die vorweg vernachlässigten Flächen bzw. den ökologischen Anbau.

Vergleichbarkeit:

Eine Vergleichbarkeit ist aufgrund abweichender Bilanzglieder, -zeiträume und dem geringen Flächenbezug nur indirekt für die Stickstoffüberschüsse der gesamten landwirtschaftlichen Fläche gegeben (rote Linie). Dennoch kann festgestellt werden, dass die in Abbildung 6-26 dargestellten Werte der Jahre 1991 bis 2005 in einer ähnlichen Größenordnung liegen, wie die modellierten mittleren Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke in Mecklenburg-Vorpommern (ohne Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition) für den Betrachtungszeitraum von 2005 bis 2010 (vgl. Tab. 6-4 bzw. Abb. 6-7).

6.7.4 Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse der einzelnen Bundesländer

Ergebnisse:

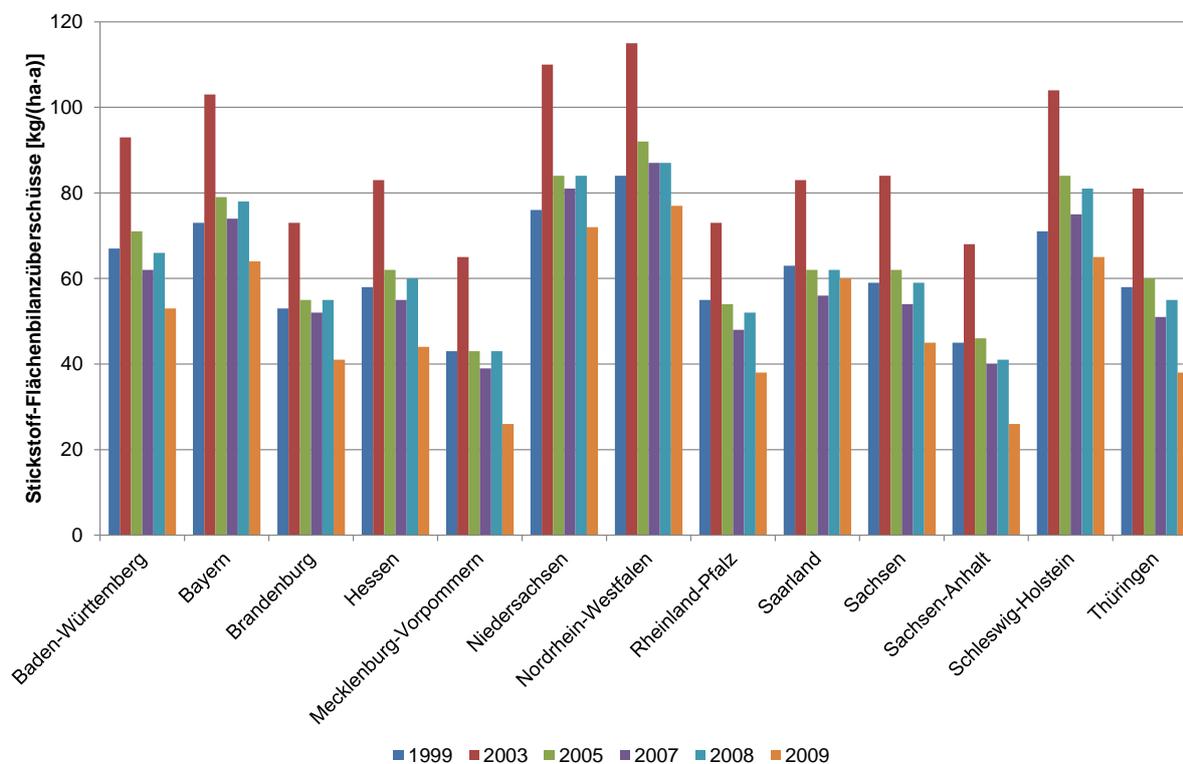


Abbildung 6-27: Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse in Deutschland nach Bundesländern¹ für ausgewählte Jahre (Quelle: Zahlenwerte aus BMU & BMELV 2012)

¹ Berechnungen für die Stadtstaaten entfallen aufgrund der ungenauen Datenlage

Methode:

Gegenüberstellung von Stickstoff-Zufuhr- und –Abfuhr mit den Bilanzgliedern Düngemittel, atmosphärische Deposition, biologische Stickstofffixierung, Saat- und Pflanzgut sowie Futtermitteln aus der inländischen Erzeugung auf der Zufuhrseite. Die Abfuhrseite beinhaltet pflanzliche und tierische Produkte. Stickstoffflüsse im innerwirtschaftlichen Kreislauf werden (mit Ausnahme der inländischen Futtermittelerzeugung) nicht berücksichtigt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2012).

Die Berechnung des Mineraldüngereinsatzes erfolgt für die Bundesländer über die Stickstoffeffizienz der nationalen Flächenbilanz aus dem Grund heraus, als dass nur statistische Daten über den Mineraldüngerabsatz, nicht jedoch für den tatsächlichen Mineraldüngereinsatz für die Bundesländer vorliegen (BMU & BMELV 2012).

Vergleichbarkeit:

Aufgrund einer abweichenden Berechnungsmethodik sind die mit Abbildung 6-27 gezeigten Werte nicht direkt mit den hier modellierten Stickstoffsalden vergleichbar, geben aber eine Gegenüberstellung der Bundesländer untereinander wider.

6.7.5 Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss der landwirtschaftlichen Nutzfläche für Kreise und kreisfreie Städte

Ergebnisse:

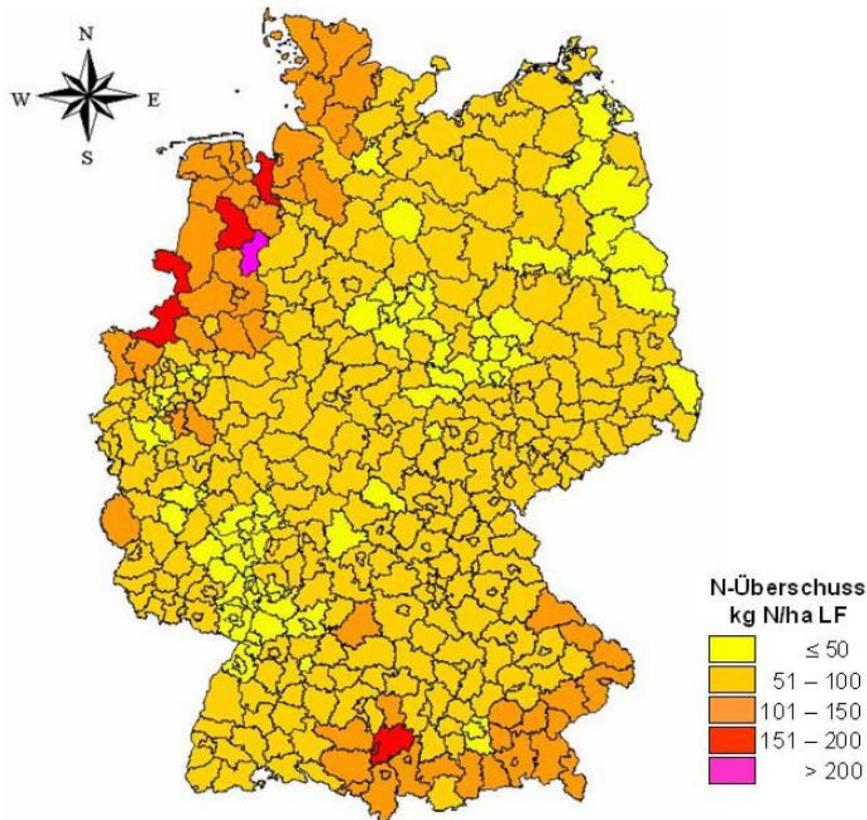


Abbildung 6-28: Mittlerer Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Jahr 2003 für Kreise und kreisfreie Städte (BACH & SKITSCHAK 2007)

Methode:

Die Berechnung der Bilanzüberschüsse erfolgt auf Basis einer Flächenbilanz durch die Differenzbildung zwischen der Stickstoff-Zufuhr und –Abfuhr, wobei die Zufuhr aus Handelsdüngern, Wirtschaftsdüngern, Sekundärrohstoffen, legumer Stickstoffbindung und der atmosphärischen Deposition besteht. Die Abfuhr beinhaltet den pflanzlichen Stickstoffentzug mit der Ernte.

Vergleichbarkeit:

Aufgrund des abweichenden Zeitbezugs ist nur ein indirekter Vergleich mit den Ergebnissen der Modellberechnung möglich. Eine Gegenüberstellung von Abbildung 6-28 mit den modellierten mittleren Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke in Mecklenburg-Vorpommern (mit Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition) für den Betrachtungszeitraum von 2005 bis 2010 (vgl. Tab. 6-4 bzw. Abb. 6-7) zeigt zumindest, dass die Ergebnisse in einer ähnlichen Größenordnung liegen.

6.7.6 Schlagkarteiauswertung für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturen auf dem Ackerland in Mecklenburg-Vorpommern

Ergebnisse:

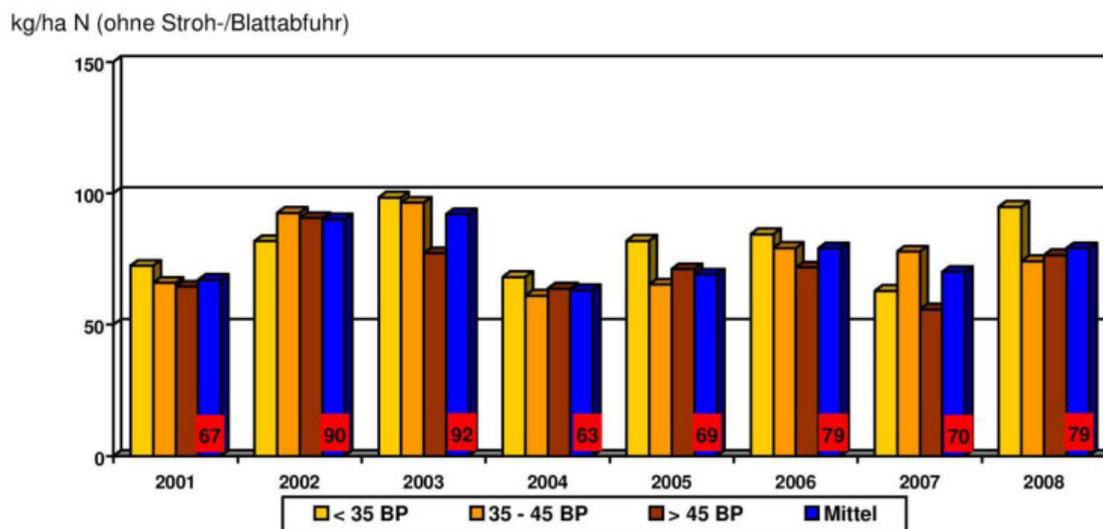


Abbildung 6-29: Stickstoffsalden für Ackerland unter Anbau der Hauptkulturarten in den Jahren 2001 bis 2008 nach Bodenqualität (Quelle: KAPE, H.-E. & PÖPLAU, R. 2009)

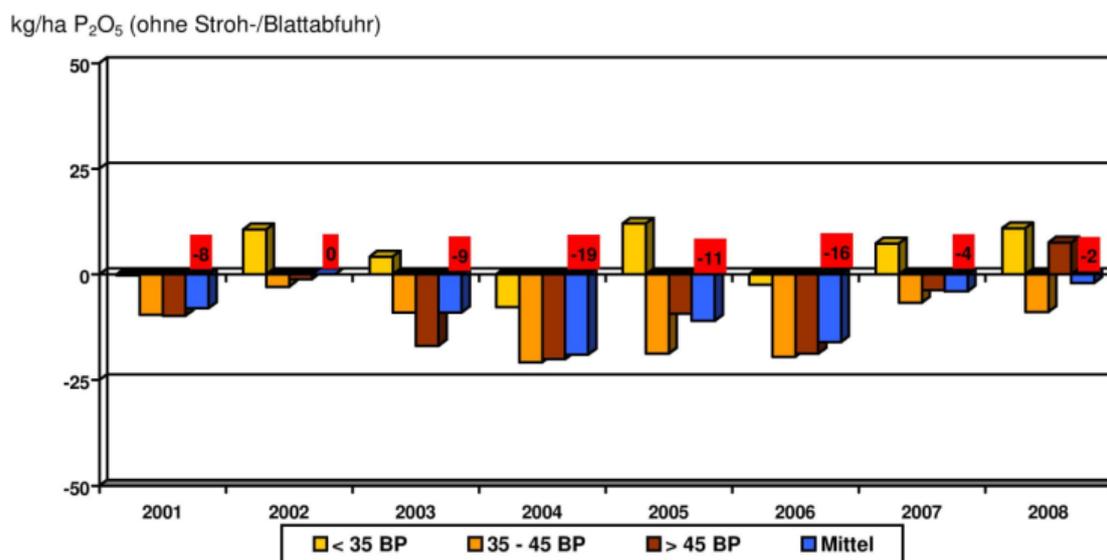


Abb. 6-30: Phosphorsalden (P₂O₅) für Ackerland unter Anbau der Hauptkulturarten der Jahre 2001 bis 2008 nach Bodenqualität (Quelle: KAPE, H.-E. & NAWOTKE, C. 2009)

Methode:

Schlagkarteiauswertung für die für die wichtigsten ackerbaulichen Kulturen (Raps, Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Zuckerrüben, Sommergerste, Kartoffeln und Mais) mit einem gemeinsamen Anbauumfang bzw. Flächenanteil am Ackerland von Mecklenburg-Vorpommern von ca. 87%. Für die Kulturen Raps, Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale und Zuckerrüben lagen zusätzlich nach Bodenpunkten differenzierte Angaben für die Stickstoffdüngung vor (leichtere Böden bis 35, mittlere Böden 35-45 und bessere Böden über 45 Bodenpunkte) KAPE, H.-E. & PÖPLAU, R. (2009); KAPE, H.-E. & NAWOTKE, C. (2009).

Vergleichbarkeit:

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse aus den Abbildungen 6-29 und 6-30 mit den modellierten Flächenbilanzsalden ist nicht möglich, da sich die Eingangsgrößen hinsichtlich der Anbaukulturen unterscheiden bzw. die Berechnungsmethode abweicht. Dennoch zeigt eine Gegenüberstellung mit den modellierten mittleren Flächenbilanzsalden (vgl. Tab. 6-5 bzw. Abb. 6-7) zumindest, dass die Phosphorsalden im Durchschnitt der Jahre im Mittel wie auch bei der Modellrechnung negativ ausfallen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der gewählte Ansatz zur Berechnung von differenzierten Stickstoff- und Phosphorbilanzsalden für die landwirtschaftlichen Nutzflächen Mecklenburg-Vorpommerns nach WIEBENSOHN (2008) hat sich als zielführend erwiesen.

Neben einer verbesserten rechentechnischen Umsetzung ist der methodische Ansatz durch die Einbeziehung weiterer bilanzrelevanter Daten (z. B. Umfang der ökologischen Landwirtschaft, Ertragsniveau der extensiven Grünlandnutzung, atmosphärische Deposition in zwei Varianten), durch eine konsequente Überprüfung der Eingangsdaten und Berechnungsparameter in Rückkopplung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe sowie durch die Erweiterung der Bilanzrechnung durch die Entwicklung und Anwendung eines speziellen Algorithmus zur Verteilung von Überschussmengen an organischem Wirtschaftsdünger optimiert worden, so dass die Ergebnisse insgesamt als realitätsnahe Schätzung der Nährstoffbilanzen der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern gewertet werden können.

Demnach liegen für den Zeitraum von 2005 bis 2010 die jährlichen, feldblockbezogenen Flächenbilanzen für Stickstoff und Phosphor vor, die weiterhin unter Berücksichtigung der atmosphärischen Stickstoffdeposition in zwei Varianten berechnet wurden.

In Auswertung dieser Jahresdatensätze konnten hierfür jeweils die dreijährigen Mittelwerte entsprechend DüV berechnet werden.

Insgesamt zeigen die jährlichen wie auch die dreijährigen Mittelwerte der berechneten Flächenbilanzsalden der produktiv genutzten Feldblöcke trotz einer festgestellten stetigen Zunahme der Ausgleichsdüngermengen (Mineraldünger und Sekundärrohstoffe) keine eindeutigen Tendenzen hinsichtlich einer Erhöhung bzw. eines Rückgangs.

In Bezug auf die permanente Zunahme der Ausgleichsdüngermengen kann unterstellt werden, dass hier ein Zusammenhang mit der starken Steigerung der Anbaufläche von Silomais mit einem gleichzeitigen Mengenanstieg der resultierenden Gärsubstrate besteht.

Da die Berechnung zum Teil auf Parametern basiert, welche nur durch eine weitere empirische Auswertung von realen Betriebsdatensätzen validiert werden können, erscheint eine mindestens stichprobenartige und repräsentative Überprüfung der modellierten Flächenbilanzen anhand von ausgewählten Flächen als sinnvoll und wird hier vorgeschlagen.

Um Fehlinterpretationen der nachfolgend modellierten Stickstoff- und Phosphor-Flächenbilanzsalden auf Ebene der landwirtschaftlichen Feldblöcke in Mecklenburg-Vorpommern auszuschließen, wird explizit darauf hingewiesen, dass eine einfache Übertragung der berechneten Bilanzergebnisse auf einzelbetriebliche Daten nicht möglich ist. Gleichmaßen ist es unzulässig, diese Ergebnisse ohne Weiteres mit Werten anderer Bundesländer oder den Werten aus dem Nitratbericht der Bundesregierung zu vergleichen, da sich sowohl die Daten hinsichtlich Qualität und Zeitbezug, als auch die zugrunde gelegten Bilanzierungsmodelle unterscheiden.

Dies begründet sich unter anderem durch die modellhafte Konzeption der Berechnungsmethode, bei der gemittelte Schätzparameter Verwendung finden. So können z.B. die lokal erzielten Ernteerträge in Abhängigkeit von den vorherrschenden meteorologisch/hydrologischen Bedingungen von den verwendeten mittleren Erträgen auf Landkreisebene abweichen. Im Weiteren bleiben das betriebliche Management sowie das individuelle Düngungsverhalten der Landwirte je nach Witterungsverlauf und Aufwuchs der Pflanzenbestände unberücksichtigt. Trotz dieser Unschärfen im kleinräumigen Bereich sind die durchschnittlichen modellierten Berechnungsergebnisse regional als gültig zu betrachten.

Im Rahmen der Biogaserzeugung kommen für die Fermentation neben Gülle, Klärschlamm und Bioabfällen bevorzugt auch gezielt angebaute Energiepflanzen (z.B. Energiemais) zum Einsatz. Die Menge und der Verbleib der dadurch entstehenden Gärreste ist von besonderem Interesse für die Abschätzung der resultierenden Überschusssalden. Dies gewinnt insbesondere dadurch an Bedeutung, als dass die Energiegewinnung in Biogasanlagen durch das „Erneuerbare-Energien-Gesetzes“ (EEG) gefördert und dadurch auch forciert wird. Bedingt durch die Einführung des Nawaro-Bonus (Bonus für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen) mit der EEG-Novelle 2004 hat sich der Anbau von Energiemais erheblich ausgeweitet und lässt darüber hinaus eine weitere deutliche Steigerung erwarten.

„Da während des Gärprozesses keine wesentlichen Nährstoffverluste von N, P und K erfolgen, ernährt sich eine Energiemaisfläche bei vollständiger Rückführung des von der jeweiligen Fläche gewonnenen Gärsubstrates gewissermaßen selbst.“ FOHRMANN (2013). FOHRMANN kommt vor diesem Hintergrund im Weiteren zu der Einschätzung, dass diese Flächen damit theoretisch für die weitere Ausbringung von Wirtschaftsdüngern nicht weiter in Frage kommen, wodurch sich in der Konsequenz die für die Wirtschaftsdüngeraufbringung im Kreis verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche um die für den Energiemais benötigte Fläche verringert. Insofern diese Düngermenge nicht aus dem Kreisgebiet exportiert wird bzw. mineralischen Dünger ersetzt, erhöht sich damit für die verbleibenden zur Verfügung stehenden Ausbringungsflächen die aus Wirtschaftsdüngern anfallende Stickstofffracht und übt somit einen zusätzlichen Belastungsdruck auf die Grundwasservorräte aus. Das beschriebene Szenario ist demnach besonders in viehstarken Regionen mit einer hohen landwirtschaftlichen Flächennutzungsintensität bedeutsam und birgt gerade hier ein erhebliches wasserwirtschaftliches Konfliktpotenzial.

Für eine Weiterentwicklung der Berechnungsmethodik und ggf. zukünftigen Fortschreibung wird daher eine weitgehende Schließung der noch bestehenden Datenlücken empfohlen. Dies betrifft insbesondere die Ergänzung der Eingangsdaten um die jährlichen Mengenangaben der Sekundärrohstoffdünger (z.B. Kompost, Gärreste), welche bislang methodisch während der Modellierung der Flächenbilanzsalden zum Großteil ein Bestandteil der Ausgleichsdüngung waren. Durch die Einbeziehung dieser Daten in die Modellierung der Flächenbilanzsalden können die erzielten Ergebnisse zukünftig weiter konkretisiert und qualitativ verbessert werden.

8 Quellen

8.1 Rechtsdokumente

- Düngegesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136).
- DüV: Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221).
- EEG: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz) vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), das durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2730) geändert worden ist.
- FöRi Naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung 2007: Richtlinie zur Förderung der naturschutzgerechten Bewirtschaftung von Grünlandflächen. Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz vom 23. November 2007, VI 330 – 5320 (Amtsbl. M-V Nr. 51 S. 687).
- Gesetz vom 23. August 1994 zu Internationalen Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes und des Nordostatlantiks (BGBl. 1994 II S. 1355, 1397).
- AbfKlärV: Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 12 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.
- Nitratrichtlinie: Richtlinie des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (91/676/EWG), Amtsblatt der EG Nr. L 375 vom 31.12.1991, S. 1, geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. September 2003, Amtsblatt der EG Nr. L 284 1 vom 31.10.2003.
- WRRL (Europäische Wasserrahmenrichtlinie): 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 22.12.2000.

8.2 Wissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

- BACH, M., FREDE, H.-G., SCHWEIKART, U. & HUBER, A. (1999): Regional differenzierte Bilanzierung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse der Landwirtschaft in den Gemeinden/Kreisen in Deutschland, in: BEHRENDT, H., HUBER, P., KORNMILCH, M., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R. [Hrsg.]: Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. – UBA-Texte 75/99.
- BACH, M. & SKITSCHAK, A. (2007): Berechnung der landwirtschaftlichen Stickstoffbilanzen für Deutschland mit Regionalgliederung „Kreise und kreisfreie Städte“. in: Umweltbundesamt [Hrsg.]: Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS. – UBA-Texte 45/2010, 207 S.
- 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, 213 S. + Anlagen.

- BEHRENDT, H., BACH, M., KUNKEL, R., OPITZ, D., PAGENKOPF, W.-G., SCHOLZ, G. & WENDLAND, F. (2003): Internationale Harmonisierung der Quantifizierung von Nährstoffeinträgen aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer Deutschlands. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 299 22 285, 202 S.
- BIOTA (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.
- BIOTA (2010): Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- BIOTA (2012): Entwicklung und Programmierung eines Algorithmus für eine sachgerechte Verteilung des Nährstoffüberschusses um Tierhaltungsanlagen. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
- BMU & BMELV (2012): Nitratbericht 2012. – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) [Hrsg.], 94 S.
- FOHRMANN (2013): Risikopotenziale der Biogasproduktion für die Wasserwirtschaft. - Korrespondenz Wasserwirtschaft 2013 (6), Nr. 2: 87-90.
- GAUGER, T, HAENEL, H.-D., RÖSEMANN, C., DÄMMGEN, U., BLEEKER, A., ERISMAN, J. W., VERMEULEN, A. T., SCHAAP, M., TIMMERMANN, R. M. A., BUILTJES, P. J. H. & DUYZER, J. H. (2007): Nationale Umsetzung der UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen). Teil 1: Deposition Loads: Methoden, Modellierung und Kartierung, Trends. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 204 63 252.
- KAPE, H.-E. & NAWOTKE, C. (2009): Düngungsniveau und Nährstoffbilanzen auf dem Ackerland von MV – Phosphor und Kalium. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], Fachinformation DüV-BL-0902, 6 S.
- KAPE, H.-E. & PÖPLAU, R. (2009): Düngungsniveau und Nährstoffbilanzen auf dem Ackerland von MV – Stickstoff. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], Fachinformation DüV-BL-0901, 5 S.
- KAPE, H.-E., PÖPLAU, R., VON WULFFEN, U. & ROSCHKE, M. (2007): Umsetzung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 in Mecklenburg-Vorpommern. Gemeinsame Beratungsempfehlung der Länder Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern. – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 48 S.
- KAPE, H.-E., WULFFEN, U. von & ROSCHKE, M. (2008): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung zur Umsetzung der Düngeverordnung in Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 79 S.
- KLITZSCH, S. & MEHL, D. (2004): Mittlere Wasserbilanzen der Bezugsperiode 1971-2000 in den Flußgebieten Mecklenburg-Vorpommerns. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 48 (5): 181-185.
- LAWA (1993): Richtlinie für die Gebietsbezeichnung und die Verschlüsselung von Fließgewässern. – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, ausgearbeitet vom LAWA-ad-hoc-Arbeitskreis „Verschlüsselung von Fließgewässern“.

- LIEBEROTH, I. (1982): Bodenkunde. Aufbau, Entstehung, Kennzeichnung und Eigenschaften der landwirtschaftlich genutzten Böden der DDR. 3. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 431 S.
- LU M-V (2011): Konzept zur Minderung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer und in das Grundwasser in Mecklenburg-Vorpommern. – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 105 S.
- LUNG M-V (2001): Ausgrenzung oberirdischer Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern. – digitale Daten. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- MEHL, D. & STEINHÄUSER, A. (2003): Ergebnisse verschiedener Ansätze zur Erfassung und Kennzeichnung der Nährstoffbelastung von Fließgewässern. – Tagungsband Kurzvorträge: Erweiterte Dienstberatung der Dezernate 340/310 der StÄUN und des LUNG am 01./02.04.2003 in Markgrafenheide (Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.]).
- MEHL, D., STEINHÄUSER, A. & KLITZSCH, S. (2004): Die Trends der mittleren Niederschlags- und Abflußverhältnisse in den Flußgebieten Mecklenburg-Vorpommerns. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 43 (4): 63-134.
- MEHL, D., STEINHÄUSER, A., KOCH, F. & KÜCHLER, A. (2009): Regionalisierung der Nährstoffbelastung in Oberflächengewässern in Mecklenburg-Vorpommern. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 53 (5): 336-341.
- RATZKE, U. & MOHR, H.-J. (2005): Böden in Mecklenburg-Vorpommern. Abriss ihrer Entstehung, Verbreitung und Nutzung. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 84 S.
- SCHILLING, D., BANNORTH, H. & SCHLICHT, H. (1961): Natürliche Standorteinheiten der landwirtschaftlichen Produktion in der DDR. Inhalt, Methodik und Anwendungsmöglichkeiten, Gemeinschaftsarbeit des Instituts für Agrarökonomik der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und des Institutes für Acker und Pflanzenbau Müncheberg, 44 S.
- SCHMIDT, R. & DIEMANN, R. (1991): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit, Bereich Bodenkunde/ Fernerkundung, Eberswalde, 78 S.
- Statistisches Bundesamt (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2012. – Statistisches Bundesamt, Wiesbaden [Hrsg.], 79 S.
- UBA (2011): Daten zur Umwelt. Ausgabe 2011. Umwelt und Landwirtschaft. – Umweltbundesamt [Hrsg.], 98 S.
- WIEBENSOHN, J. (2008): Erprobung einer neuen Methodik zur Erstellung regionaler Stickstoff- und Phosphorflächenbilanzen für Mecklenburg-Vorpommern auf der Basis verfügbarer Daten der Agrarstatistik. Masterarbeit, Universität Rostock, 68 S.

8.3 Internet und Download

<http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=Düngemittel>

http://www.corine.dfd.dlr.de/intro_de.html; Corine Land Cover (CLC2006); Umweltbundesamt, DLR-DFD 2009

<http://www.emep.int>

http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Naehrstoffbilanz_VerfahrenOEL1.pdf, Formen der Nährstoffbilanzierung in Praxis und Beratung des Ökologischen Landbaus, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, download am 02.07.2012

http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/Im/Themen/Nachhaltige_Entwicklung/Umweltindikatoren/Stickstoff-Flaechenbilanz/index.jsp

<http://www.spatial ecology.com/htools/tooldesc.php>

<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=3639>

Anhang I: Berechnungsparameter

1. Ertragsdaten der amtlichen Agrarstatistik

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-1: Ertragsdaten für den Landkreis Bad Doberan nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 101,8 | 101,7 | 85,2 | 80,1 | 70,9 | 72,3 |
| Futtererbsen | 27,1 | 36,3 | 27,6 | 18,3 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 50,3 | 48,4 | 43,5 | 36,9 | 57,1 | 47,3 |
| Kartoffeln allgemein | 369,9 | 283,4 | 422,8 | 298,7 | 317,6 | 302,6 |
| Klee* | 85,7 | 73,2 | 80,4 | 52,4 | 57,5 | 50,95 |
| Körnermais | 74,5 | 65,1 | 107,8 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 67,7 | 63 | 55,2 | 82,2 | 66,1 | 60,4 |
| Runkelrüben | 545,2 | 606,2 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 370,8 | 336,7 | 392,8 | 307,3 | 368,8 | 321,2 |
| Sommergerste | 48,7 | 51 | 45,3 | 43,3 | 56 | 44,3 |
| Sommernenggetreide | 29,9 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 14 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 38,6 | 34,3 | 34,1 | 28,5 | 46,3 | 34,7 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 22,5 | 24,2 | 16,6 | 16,3 | 20,5 | 21,9 |
| Triticale | 62,2 | 63 | 56,8 | 67,1 | 71,5 | 65,2 |
| Weiden* | 60,6 | 66,4 | 64,4 | 58,1 | 54,6 | 53,7 |
| Wiesen* | 57,8 | 72,2 | 55,5 | 63,4 | 60,1 | 68,4 |
| Wintergerste | 73,5 | 63,9 | 64,3 | 72,4 | 72,3 | 79 |
| Winterraps | 41,5 | 39,4 | 36,4 | 39,4 | 45,7 | 40,7 |
| Winterweizen | 77,5 | 76 | 61,2 | 77,7 | 83,9 | 72,4 |
| Zuckerrüben | 502,1 | 531,8 | 551,3 | 474,6 | 523,9 | 518,2 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-2: Ertragsdaten für den Landkreis Demmin nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 94,8 | 73 | 90,1 | 70,9 | 77,4 | 34,2 |
| Futtererbsen | 31,8 | 34,3 | 24,5 | 24,7 | 43,7 | 27,2 |
| Hafer | 44,2 | 50,6 | 42,7 | 36,4 | 54 | 60,6 |
| Kartoffeln allgemein | 369,6 | 334,8 | 418 | 379,1 | 412,2 | 313,1 |
| Klee* | 78,6 | 52 | 59,5 | 62,6 | 76,7 | 50,95 |
| Körnermais | 78 | 73,8 | 90,7 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 64,3 | 69,8 | 52,1 | 76,8 | 79,4 | 63 |
| Runkelrüben | 611,7 | 593,4 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 379,3 | 347,8 | 433,8 | 375,1 | 417,1 | 316,8 |
| Sommergerste | 47,3 | 57,9 | 39 | 46,5 | 48,4 | 47,7 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 27,1 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 8,9 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 46,9 | 34,3 | 34,5 | 40,2 | 46,3 | 43,4 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,4 | 15,1 | 12,8 | 17,2 | 17,9 | 12,2 |
| Triticale | 62,4 | 70,6 | 63,3 | 70,6 | 57,5 | 59,1 |
| Weiden* | 71,2 | 66,3 | 75,4 | 71 | 76,1 | 45,3 |
| Wiesen* | 40,5 | 44,6 | 57,1 | 56,6 | 58,6 | 38,8 |
| Wintergerste | 70,1 | 70,1 | 65 | 75,4 | 72,6 | 79 |
| Winterraps | 39 | 41,9 | 35,2 | 41,5 | 50,1 | 44,6 |
| Winterweizen | 78,5 | 78,7 | 64 | 83,9 | 83 | 74,5 |
| Zuckerrüben | 490 | 528,6 | 596,9 | 463,4 | 603,3 | 504,6 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-3: Ertragsdaten für den Landkreis Güstrow nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 24,1 | 14,3 | 37,2 | 25,7 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 67,5 | 71,2 | 83 | 55,1 | 73,4 | 45,6 |
| Futtererbsen | 27,4 | 34 | 34,5 | 26,2 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 46,4 | 48,1 | 39,8 | 36,5 | 54,5 | 57,9 |
| Kartoffeln allgemein | 317,4 | 278 | 376,9 | 259,7 | 361,2 | 285,9 |
| Klee* | 65,8 | 46,4 | 64,2 | 41,4 | 50,8 | 50,95 |
| Körnermais | 74,5 | 78,5 | 101,8 | 52,3 | 69,9 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 71,9 | 75,5 |
| Roggen | 55,3 | 51,6 | 51,8 | 56,3 | 64 | 53,2 |
| Runkelrüben | 572,4 | 700,3 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 341,8 | 305,4 | 421,3 | 325,3 | 352,7 | 309 |
| Sommergerste | 51,6 | 51,7 | 39,6 | 37,2 | 55,6 | 43,5 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 12,3 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 39 | 48,7 | 35,8 | 28,4 | 46,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 10,2 | 16,6 | 10,9 | 21,6 | 17,9 | 17,7 |
| Triticale | 51,1 | 54,7 | 54,5 | 65 | 64,2 | 53,7 |
| Weiden* | 62,7 | 55,4 | 61,8 | 48,1 | 52,6 | 46,2 |
| Wiesen* | 68,9 | 58,1 | 55 | 59,7 | 73,1 | 46,1 |
| Wintergerste | 69,9 | 65,9 | 61,8 | 73,8 | 74,6 | 80,5 |
| Winterraps | 38,7 | 38,7 | 35,5 | 37,6 | 42,5 | 37,9 |
| Winterweizen | 73,9 | 72,2 | 62,3 | 81 | 80,2 | 65,9 |
| Zuckerrüben | 495,4 | 503,4 | 530,3 | 465,8 | 499,4 | 507,9 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-4: Ertragsdaten für den Landkreis Ludwigslust nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 24,7 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 64,7 | 50,1 | 75,5 | 77,9 | 67,9 | 58 |
| Futtererbsen | 24,6 | 22,7 | 18,7 | 7,4 | 25,5 | 26 |
| Hafer | 39,6 | 33,3 | 33,6 | 27,3 | 35,4 | 44,1 |
| Kartoffeln allgemein | 358,5 | 320,7 | 347,2 | 387,9 | 406,1 | 330,2 |
| Klee* | 88,5 | 76,5 | 44,9 | 81 | 79,6 | 50,95 |
| Körnermais | 75,7 | 73,1 | 86,3 | 83,9 | 92,8 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 79 | 107,2 | 83,5 | 75,5 |
| Roggen | 45,4 | 43,1 | 33,6 | 36,3 | 39,5 | 39 |
| Runkelrüben | 773,5 | 498,3 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 352,8 | 261,9 | 410,8 | 349,1 | 322,2 | 279,7 |
| Sommergerste | 45,6 | 41,6 | 33 | 37,1 | 43,7 | 40,7 |
| Sommernenggetreide | 18,6 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 10,7 | 21,5 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 40,3 | 27,4 | 35,8 | 27,9 | 41 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 9 | 19,5 | 10,5 | 13,3 | 17,9 | 12,2 |
| Triticale | 55,4 | 49,7 | 41,6 | 46,6 | 50,5 | 44,6 |
| Weiden* | 55,4 | 49,1 | 59,5 | 58,6 | 56,2 | 43 |
| Wiesen* | 56,1 | 48,6 | 57,4 | 54,8 | 53,3 | 46,3 |
| Wintergerste | 61,2 | 55,6 | 46,8 | 57 | 55,2 | 64,4 |
| Winterraps | 33,6 | 33,1 | 28,3 | 33,9 | 40,9 | 36,5 |
| Winterweizen | 75,7 | 64,7 | 48,7 | 67 | 61,9 | 64,2 |
| Zuckerrüben | 523,1 | 415,4 | 533 | 456,7 | 497 | 455,9 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-5: Ertragsdaten für den Landkreis Mecklenburg-Strelitz nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 57 | 55,6 | 88,7 | 76,3 | 55,5 | 55,1 |
| Futtererbsen | 25,6 | 29 | 19,8 | 20,2 | 37,4 | 27,2 |
| Hafer | 38,7 | 35 | 25,6 | 28,6 | 44,9 | 37,3 |
| Kartoffeln allgemein | 342,7 | 209,8 | 302,5 | 224,3 | 395,9 | 312,5 |
| Klee* | 87,5 | 80,7 | 102,5 | 66,8 | 55,4 | 50,95 |
| Körnermais | 70,5 | 65,1 | 93,9 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 40,5 | 37,5 | 35,6 | 50,2 | 55,7 | 40,2 |
| Runkelrüben | 658,7 | 354,7 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 393,1 | 304,9 | 446,6 | 310,9 | 380,2 | 326,9 |
| Sommergerste | 41 | 39,5 | 24,7 | 24,2 | 33,4 | 26,7 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 14 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 39,4 | 22,4 | 28,2 | 21,2 | 39,4 | 51,4 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 15,8 | 15 | 10,2 | 9,5 | 17,6 | 12,1 |
| Triticale | 62,4 | 60 | 46,4 | 61,8 | 60,8 | 58,2 |
| Weiden* | 69,1 | 61,4 | 78,6 | 72,2 | 63,2 | 56,1 |
| Wiesen* | 65,2 | 60,2 | 52 | 61,4 | 61,4 | 56,9 |
| Wintergerste | 61,9 | 59,4 | 52,1 | 63 | 64,5 | 64,7 |
| Winterraps | 35,2 | 36,2 | 30,7 | 38 | 44,2 | 39,4 |
| Winterweizen | 67,2 | 66 | 53,3 | 68 | 69,3 | 64,9 |
| Zuckerrüben | 423,7 | 455 | 453,7 | 378,7 | 523,7 | 511,1 |

*Angaben in Heuwert

Tabelle A I-6: Ertragsdaten für den Landkreis Müritz nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 64,2 | 67,7 | 63 | 48,7 | 45,7 | 40,3 |
| Futtererbsen | 19,4 | 29,3 | 23,2 | 0,7 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 35,9 | 29,5 | 25,5 | 16,7 | 37,5 | 26,1 |
| Kartoffeln allgemein | 365,9 | 296,5 | 341 | 294,3 | 369,7 | 242,1 |
| Klee* | 87,3 | 61,5 | 59,2 | 62,6 | 62,9 | 50,95 |
| Körnermais | 69,9 | 61,6 | 69 | 86,1 | 75,8 | 41,6 |
| Luzerne* | 101,6 | 69,2 | 86,3 | 86,9 | 111 | 75,5 |
| Roggen | 44,8 | 41,2 | 38,1 | 43,3 | 48,6 | 39,9 |
| Runkelrüben | 590,5 | 593,8 | 711,5 | 542,4 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 359,2 | 291,4 | 409,9 | 317,9 | 309,9 | 303,1 |
| Sommergerste | 40 | 33,3 | 26,1 | 20,5 | 22,2 | 18,6 |
| Sommermenggetreide | 25,2 | 20,5 | 19,2 | 14,9 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 9,2 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 33,5 | 16,7 | 35,8 | 32,5 | 46,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 15,6 | 13,4 | 12,3 | 10,5 | 15,1 | 8,4 |
| Triticale | 47 | 40,8 | 31,8 | 36,3 | 39,8 | 28,8 |
| Weiden* | 57,5 | 51,9 | 73,1 | 56,2 | 74,2 | 44,4 |
| Wiesen* | 71,6 | 74,5 | 77,3 | 73,4 | 53,2 | 64,6 |
| Wintergerste | 60,7 | 51,6 | 54,1 | 58,5 | 65,3 | 67,7 |
| Winterraps | 35,7 | 32,4 | 32,2 | 36,8 | 41,4 | 36,9 |
| Winterweizen | 68,3 | 61,7 | 55,9 | 70,6 | 76,5 | 60,2 |
| Zuckerrüben | 454,2 | 489,1 | 547,9 | 430,5 | 435,1 | 529,9 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-7: Ertragsdaten für den Landkreis Nordvorpommern nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 89,8 | 70,9 | 74,9 | 58 | 61,7 | 58,4 |
| Futtererbsen | 27,4 | 31,6 | 22,8 | 23,2 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 43,1 | 48,3 | 44,5 | 28,6 | 46,8 | 49,8 |
| Kartoffeln allgemein | 361,6 | 328,9 | 430 | 313,7 | 475 | 343,3 |
| Klee* | 81,2 | 62,5 | 94,8 | 62,7 | 73,1 | 50,95 |
| Körnermais | 74,5 | 65,1 | 85,4 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 76 | 64,7 | 55,7 | 85,3 | 74,6 | 56,7 |
| Runkelrüben | 651,6 | 627,6 | 711,5 | 648,7 | 877,7 | 0 |
| Silomais | 377,6 | 348,6 | 425,7 | 376,7 | 370,5 | 324,4 |
| Sommergerste | 46 | 46,8 | 32,6 | 33,9 | 52,9 | 43,7 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 14 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 41,2 | 27,6 | 35,8 | 43,2 | 46,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,4 | 15,1 | 12,8 | 11,7 | 17,9 | 12,2 |
| Triticale | 58,4 | 68,6 | 49,5 | 65,9 | 64,3 | 64 |
| Weiden* | 80,1 | 60,8 | 61,5 | 54,9 | 58,5 | 47,2 |
| Wiesen* | 56,5 | 54,1 | 56,6 | 57,2 | 51,2 | 57,4 |
| Wintergerste | 73,5 | 69 | 66,2 | 84,6 | 76,1 | 75 |
| Winterraps | 41,5 | 41 | 35,4 | 43,5 | 42,3 | 37,7 |
| Winterweizen | 77,2 | 79,1 | 63,3 | 88,7 | 83 | 71,7 |
| Zuckerrüben | 460,9 | 533,2 | 526,7 | 466,5 | 578,9 | 551,7 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-8: Ertragsdaten für den Landkreis Nordwestmecklenburg nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,4 | 28,1 | 37,2 | 31,5 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 89,9 | 82,1 | 90,1 | 55,9 | 73,1 | 56,9 |
| Futtererbsen | 28,8 | 24,6 | 28 | 19 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 59 | 45,3 | 44 | 38,4 | 56,9 | 41,4 |
| Kartoffeln allgemein | 361,5 | 260,3 | 291,1 | 307,6 | 445,6 | 344 |
| Klee* | 96,4 | 69,2 | 53,8 | 62,6 | 81 | 50,95 |
| Körnermais | 74,5 | 65,1 | 67,2 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 55,7 | 48,2 | 44,8 | 50,1 | 64,2 | 45 |
| Runkelrüben | 745,3 | 535,7 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 415 | 329,6 | 459,5 | 340,5 | 382,6 | 329,1 |
| Sommergerste | 58,7 | 47,9 | 42,7 | 44,3 | 54,9 | 38,6 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 16,1 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 39 | 29,1 | 35,8 | 50,5 | 38 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,4 | 15,1 | 6,8 | 11,7 | 17,9 | 12,2 |
| Triticale | 59,5 | 46,2 | 49,7 | 58,1 | 60,6 | 46,1 |
| Weiden* | 68,3 | 58,1 | 74,1 | 58,2 | 61,1 | 50,5 |
| Wiesen* | 64,6 | 57 | 71,4 | 67,8 | 68,9 | 47,7 |
| Wintergerste | 81 | 69,9 | 70,9 | 75,4 | 74,4 | 82,2 |
| Winterraps | 42 | 39,3 | 37,8 | 42,5 | 50,1 | 44,7 |
| Winterweizen | 83,4 | 81,5 | 69 | 87,4 | 88 | 76,5 |
| Zuckerrüben | 569,1 | 528,1 | 575,4 | 519,3 | 610,8 | 552,9 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-9: Ertragsdaten für den Landkreis Ostvorpommern nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 71,2 | 72,8 | 79,8 | 68,9 | 61,4 | 53,1 |
| Futtererbsen | 30,8 | 31,8 | 30 | 26,7 | 32,5 | 27,4 |
| Hafer | 44 | 42 | 34 | 34,1 | 53 | 43,2 |
| Kartoffeln allgemein | 381,3 | 307,4 | 428,4 | 368,2 | 403,1 | 335,3 |
| Klee* | 67 | 56,4 | 69,3 | 62,6 | 64,5 | 50,95 |
| Körnermais | 73,5 | 65,1 | 70,5 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 52,6 | 54,8 | 51,3 | 68,4 | 68,5 | 51,1 |
| Runkelrüben | 626,5 | 673,9 | 711,5 | 648,7 | 1.002,80 | 0 |
| Silomais | 342,1 | 269,1 | 427,2 | 364,9 | 353,5 | 341,7 |
| Sommergerste | 43,8 | 52,7 | 35 | 35,6 | 54,6 | 45,6 |
| Sommernenggetreide | 22 | 24,5 | 21,3 | 26,3 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 10,6 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 50,1 | 31,4 | 36 | 32,9 | 65,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 13,2 | 14,7 | 14,6 | 12,6 | 20,2 | 19,8 |
| Triticale | 59,5 | 55,6 | 52,4 | 73,6 | 63,2 | 55,2 |
| Weiden* | 74,2 | 63,8 | 65,3 | 62,1 | 66,8 | 57,6 |
| Wiesen* | 71 | 46,9 | 79,6 | 77,5 | 59,8 | 55,3 |
| Wintergerste | 66 | 69 | 52 | 75,8 | 68,1 | 70,5 |
| Winterraps | 39,1 | 39,5 | 32,5 | 42,1 | 47,8 | 42,7 |
| Winterweizen | 71,4 | 70,1 | 58,1 | 78,8 | 78,1 | 68,9 |
| Zuckerrüben | 476,2 | 465,5 | 552,6 | 488,9 | 580,6 | 511,7 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-10: Ertragsdaten für den Landkreis Parchim nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 69,2 | 62,2 | 76,8 | 64,2 | 71,7 | 50,3 |
| Futtererbsen | 26 | 29,4 | 17,6 | 16,2 | 29 | 25,9 |
| Hafer | 43,2 | 37,2 | 35,1 | 27,1 | 52,3 | 44,7 |
| Kartoffeln allgemein | 344,8 | 281 | 295,7 | 281,4 | 338,4 | 253,5 |
| Klee* | 81,2 | 59,8 | 43,6 | 61,5 | 53,1 | 50,95 |
| Körnermais | 75,8 | 64,2 | 85,6 | 79,8 | 70,1 | 88,1 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 41 | 40,2 | 30,7 | 36,7 | 47,5 | 39,4 |
| Runkelrüben | 658,7 | 593,8 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 384,6 | 285,1 | 391,3 | 325,9 | 320,8 | 232,9 |
| Sommergerste | 46,5 | 41 | 30,1 | 27,7 | 42,7 | 39,7 |
| Sommernenggetreide | 38 | 32,3 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 8,8 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 33,1 | 34,3 | 35,8 | 42,7 | 46,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,7 | 13,5 | 17,9 | 7,5 | 14,4 | 6,7 |
| Triticale | 53,6 | 45,1 | 41,8 | 51 | 49,5 | 45,2 |
| Weiden* | 63,1 | 57,6 | 64,1 | 63,9 | 56,6 | 44,1 |
| Wiesen* | 61,7 | 51,4 | 54,1 | 57,5 | 52,7 | 50,9 |
| Wintergerste | 60,9 | 56,2 | 50,9 | 62,7 | 63,7 | 68 |
| Winterraps | 35,1 | 34,2 | 29,4 | 33,9 | 42 | 37,5 |
| Winterweizen | 68 | 61,6 | 51,8 | 65,2 | 64,4 | 60,1 |
| Zuckerrüben | 489 | 484,3 | 550,9 | 413,3 | 572,3 | 534,8 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-11: Ertragsdaten für den Landkreis Rügen nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 71,1 | 62,7 | 68,1 | 47,1 | 43 | 48,1 |
| Futtererbsen | 35,3 | 35,6 | 38,2 | 31 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 56,3 | 54,9 | 55,8 | 57,3 | 68 | 51,8 |
| Kartoffeln allgemein | 354,8 | 318,8 | 282,5 | 307,6 | 369,9 | 272,9 |
| Klee* | 87,6 | 64 | 78,4 | 58,6 | 47,7 | 50,95 |
| Körnermais | 64 | 65,1 | 79 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 94,4 | 73 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 47,3 | 55,8 | 54,7 | 72,1 | 64,6 | 49,6 |
| Runkelrüben | 658,7 | 593,8 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 346,3 | 377,6 | 457,3 | 348,3 | 400,9 | 287,2 |
| Sommergerste | 47,7 | 56,8 | 44,6 | 52,3 | 61,5 | 43,3 |
| Sommernenggetreide | 26,2 | 21,5 | 11,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 14 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 51,3 | 34,3 | 35,8 | 46,9 | 46,3 | 26,3 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,4 | 15,1 | 12,8 | 11,7 | 17,9 | 12,2 |
| Triticale | 52,9 | 52,7 | 46,1 | 57,4 | 56 | 50,5 |
| Weiden* | 56,3 | 48,9 | 51,1 | 36,6 | 35,5 | 36,5 |
| Wiesen* | 51,7 | 46 | 61,2 | 42,2 | 75,7 | 36,8 |
| Wintergerste | 72,9 | 75,7 | 65,5 | 81,1 | 73,5 | 80,1 |
| Winterraps | 40,1 | 42,6 | 36 | 43,2 | 44,3 | 39,5 |
| Winterweizen | 76,1 | 81,7 | 68,7 | 88 | 85,7 | 78 |
| Zuckerrüben | 512,6 | 505,4 | 555,6 | 567,4 | 639 | 632,7 |

*Angaben in Heuwert

Anhang I: Berechnungsparameter

Tabelle A I-12: Ertragsdaten für den Landkreis Uecker-Randow nach Jahr und Kulturart

| Jahr | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kulturart | [dt/ha] | | | | | |
| Ackerbohnen | 27,2 | 26,5 | 37,2 | 27 | 41,9 | 22,3 |
| Feldgras* | 83,2 | 78,3 | 88,1 | 58 | 59,1 | 55,4 |
| Futtererbsen | 21,8 | 29 | 11,7 | 18,3 | 29 | 27,2 |
| Hafer | 31,8 | 26,9 | 24,6 | 19,5 | 39,2 | 32,7 |
| Kartoffeln allgemein | 376,6 | 244,5 | 303,4 | 359,5 | 411,9 | 297,5 |
| Klee* | 58,2 | 44,5 | 37,3 | 79 | 70,1 | 50,95 |
| Körnermais | 74,8 | 65,1 | 64,6 | 82,4 | 82,5 | 62 |
| Luzerne* | 101,6 | 94,1 | 85,4 | 86,9 | 92,9 | 75,5 |
| Roggen | 47,3 | 44,2 | 35,2 | 47,8 | 56,5 | 42,2 |
| Runkelrüben | 572,2 | 592,6 | 711,5 | 648,7 | 816,2 | 0 |
| Silomais | 339,9 | 331,2 | 424,3 | 341,5 | 395,2 | 333,3 |
| Sommergerste | 36,5 | 36,4 | 37 | 23,2 | 29,8 | 30,4 |
| Sommernenggetreide | 25,2 | 21,5 | 21,3 | 23,6 | 19,4 | 24,6 |
| Sommerraps | 14 | 15,6 | 8,2 | 10 | 9,8 | 10,8 |
| Sommerweizen | 60,2 | 34,3 | 35,8 | 34,3 | 46,3 | 35,1 |
| Sonnenblumen | 22,2 | 16,4 | 20,3 | 16,1 | 18,4 | 13 |
| Süßlupinen | 14,4 | 7,6 | 10,1 | 10 | 12,7 | 13,6 |
| Triticale | 52,9 | 54,3 | 41,4 | 61,6 | 57,3 | 57,9 |
| Weiden* | 74,8 | 62,1 | 69,9 | 63,3 | 57,5 | 46 |
| Wiesen* | 72,1 | 60,1 | 69,7 | 68,1 | 69,9 | 58 |
| Wintergerste | 63,3 | 61,3 | 54,7 | 70 | 69,2 | 73,7 |
| Winterraps | 35,4 | 36,1 | 31,3 | 38,6 | 41,1 | 36,7 |
| Winterweizen | 72 | 64,6 | 59,2 | 76,8 | 79,9 | 79,6 |
| Zuckerrüben | 456,6 | 489,9 | 557 | 410,8 | 618,4 | 602,3 |

*Angaben in Heuwert

Anhang II: Kartendarstellungen

1. Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach GAUGER et al. (2007) für die Jahre 2005-2007
2. Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für die Jahre 2005-2010
3. Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers für die landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2010
4. Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers für die landwirtschaftliche Nutzfläche in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2010
5. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2010
6. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2007
7. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2010
8. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005-2010
9. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern – dreijährige Mittelwerte des Bilanzzeitraums 2005 bis 2010 und sechsjähriger Mittelwert des Gesamtzeitraums
10. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2007

11. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern – dreijährige Mittelwerte des Bilanzzeitraums 2005 bis 2010
12. Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern – dreijährige Mittelwerte des Bilanzzeitraums 2005 bis 2010 und sechsjähriger Mittelwert des Gesamtzeitraums

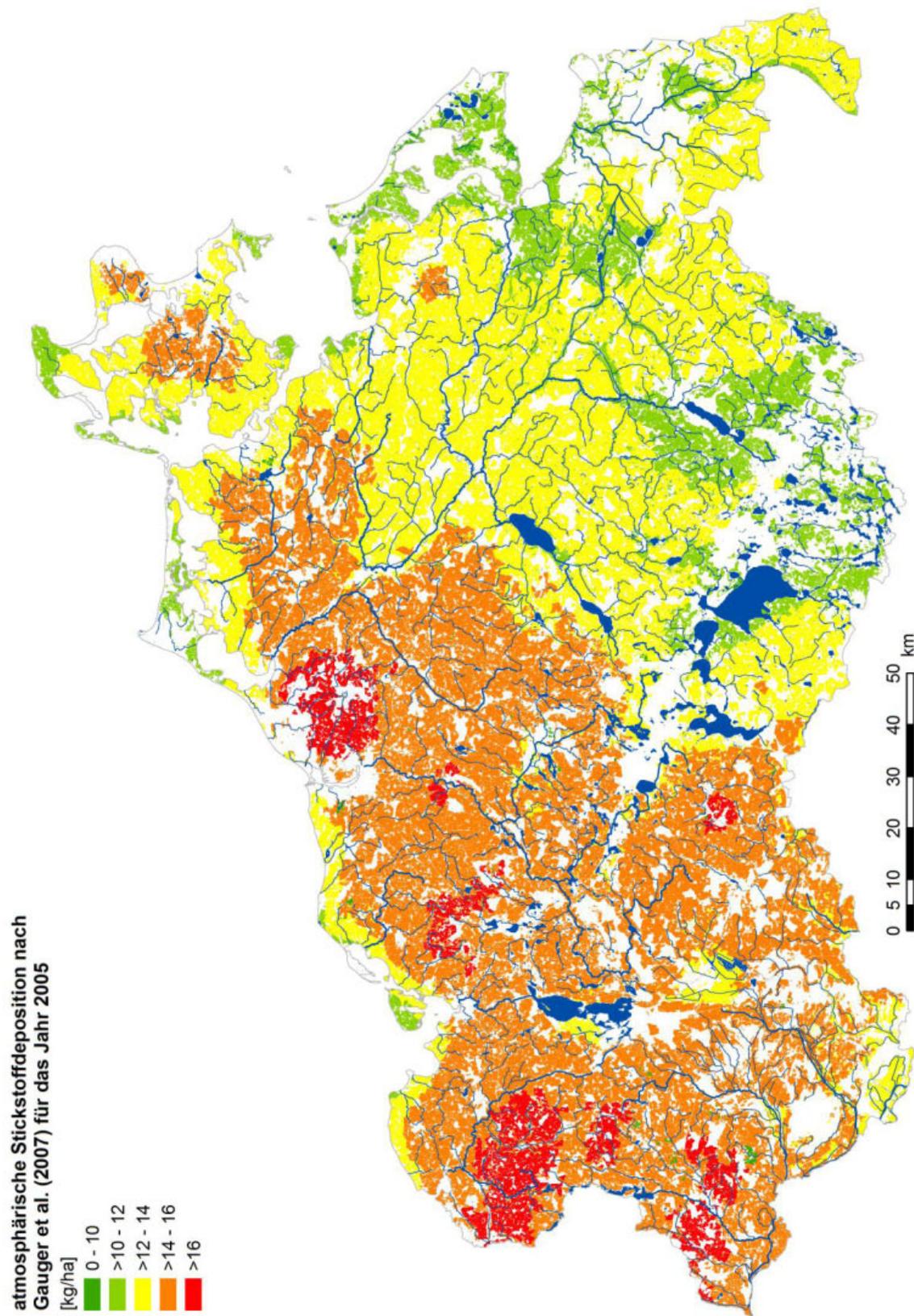


Abbildung A II-1: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach GAUGER et al. (2007) für das Jahr 2005

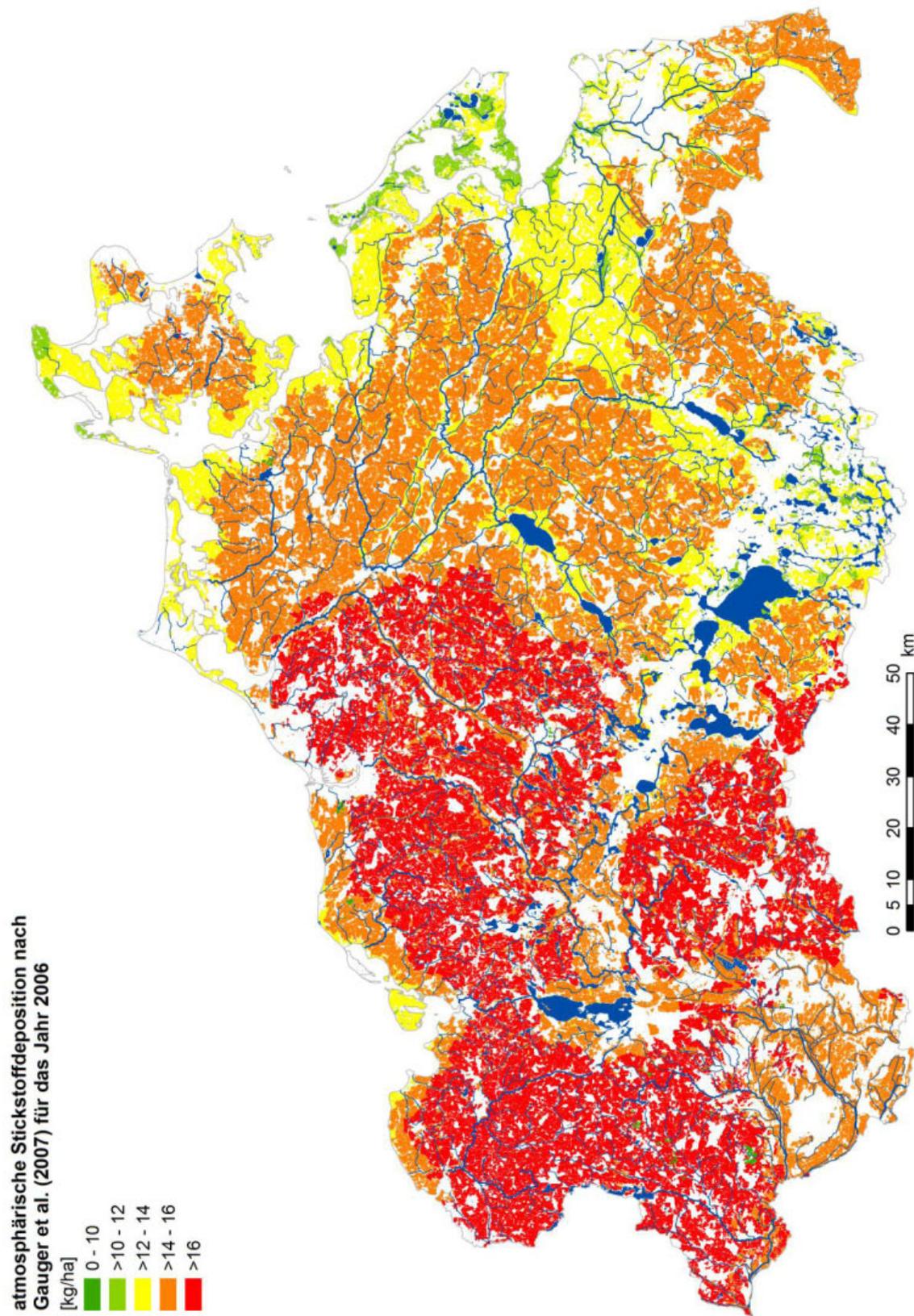


Abbildung A II-2: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach GAUGER et al. (2007) für das Jahr 2006

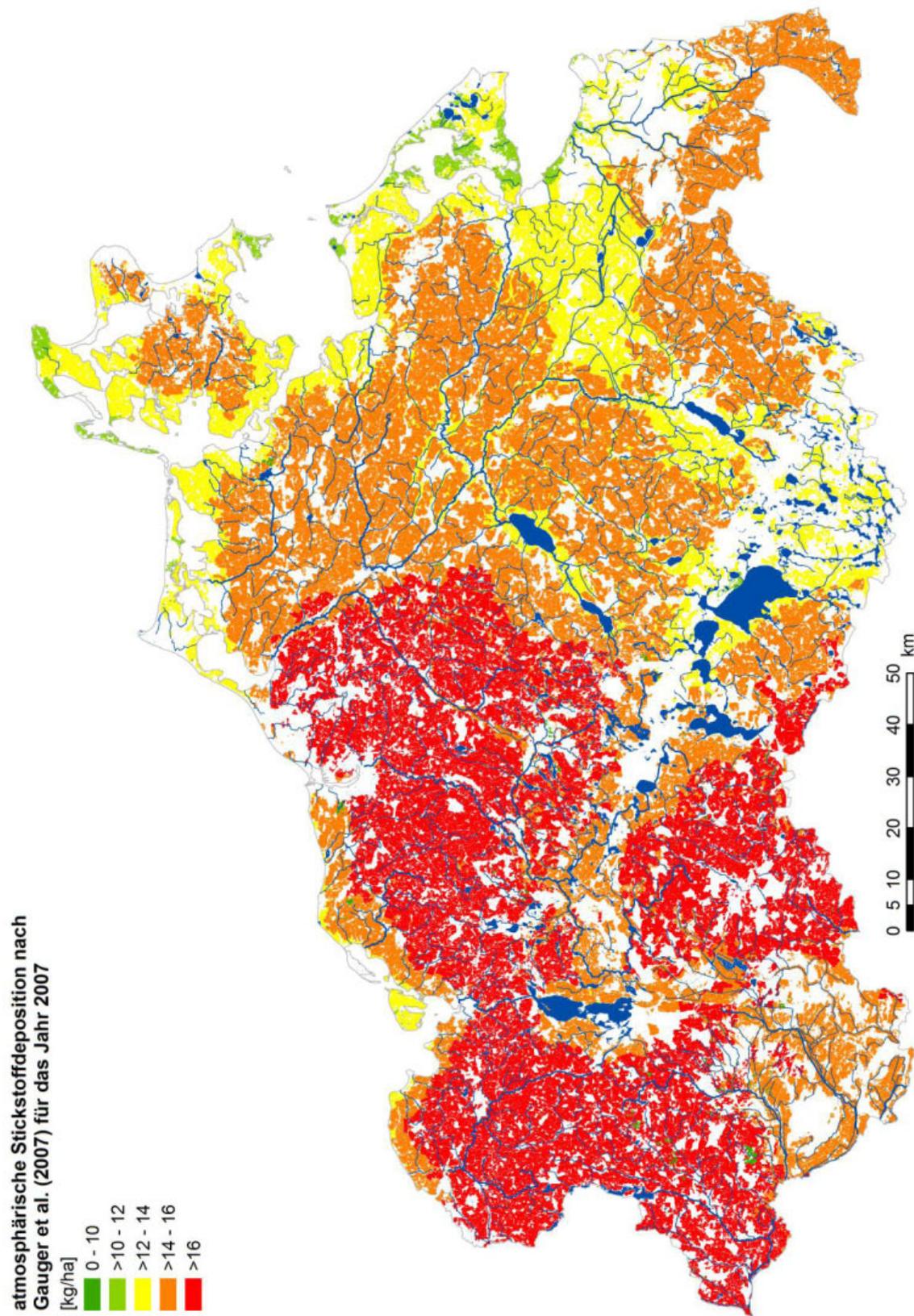


Abbildung A II-3: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach GAUGER et al. (2007) für das Jahr 2007

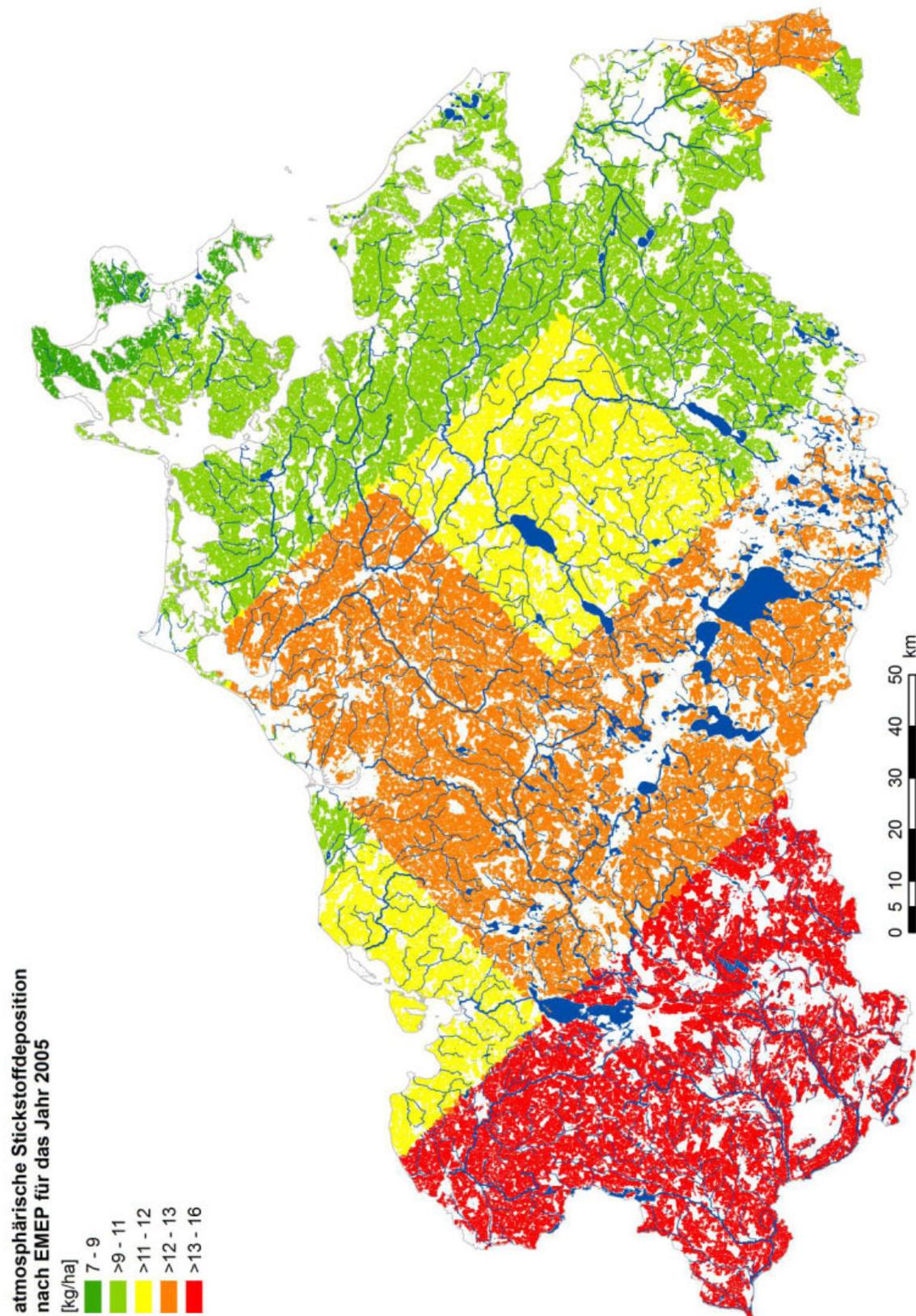


Abbildung A II-4: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2005

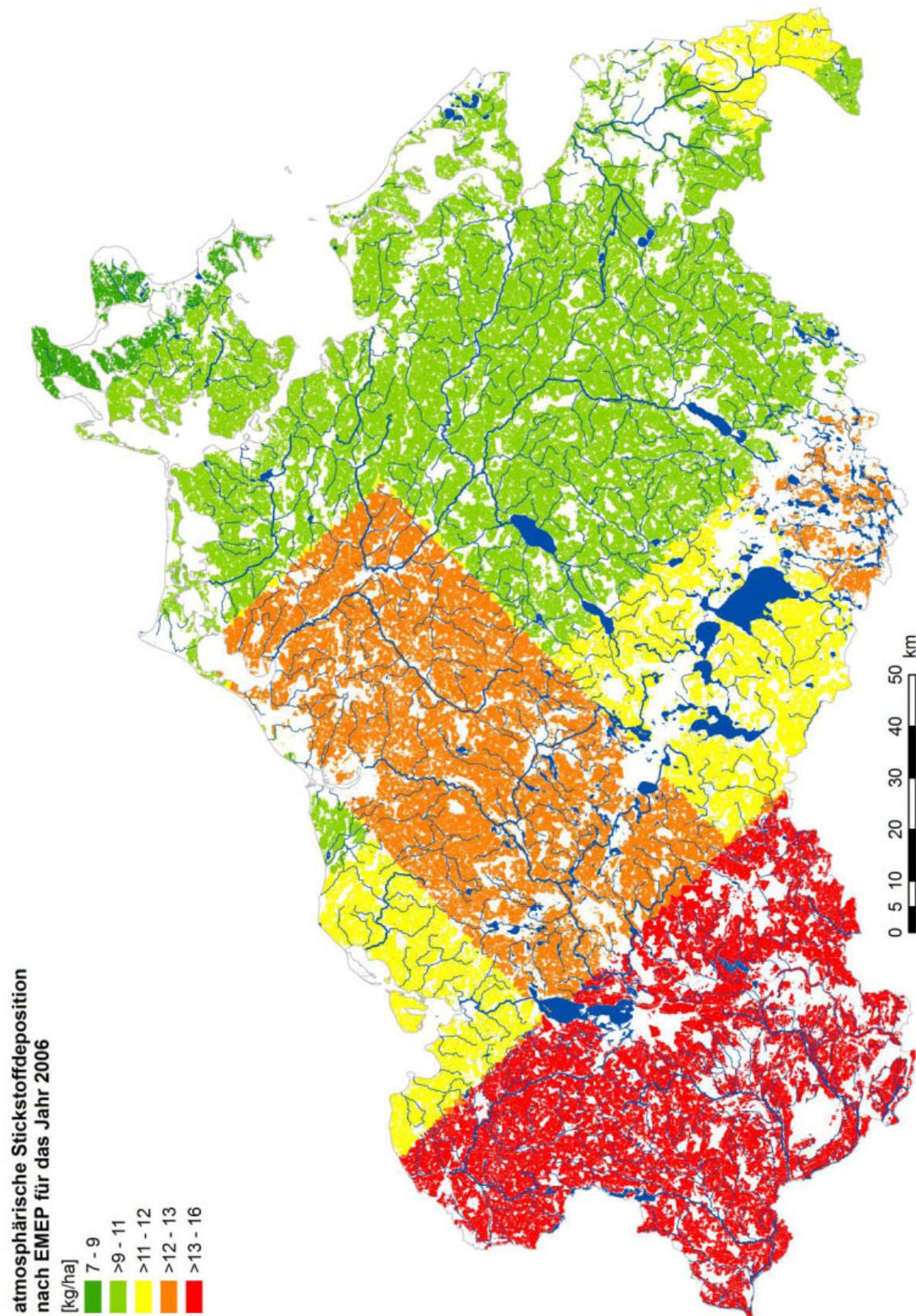


Abbildung A II-5: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2006

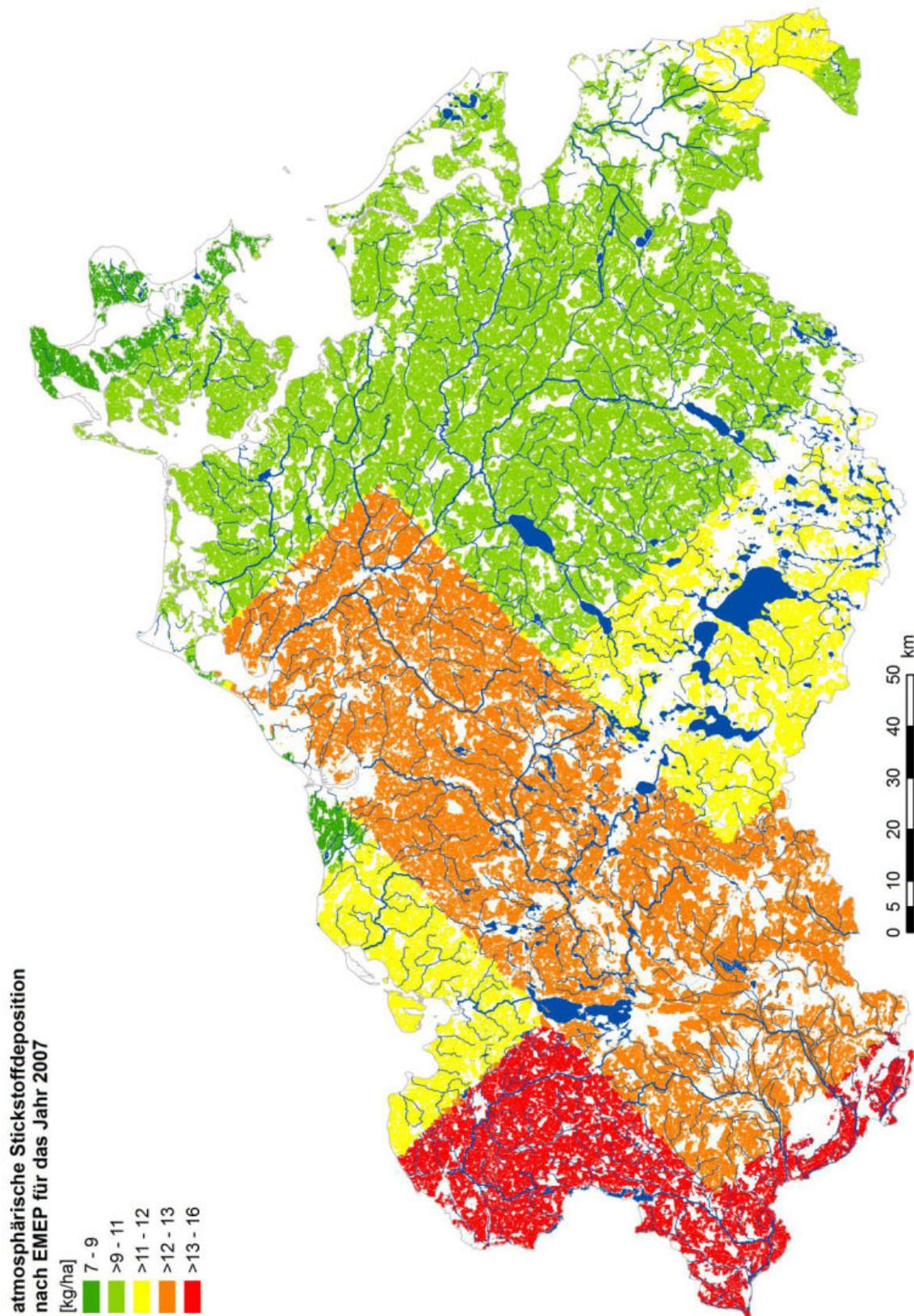


Abbildung A II-6: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2007

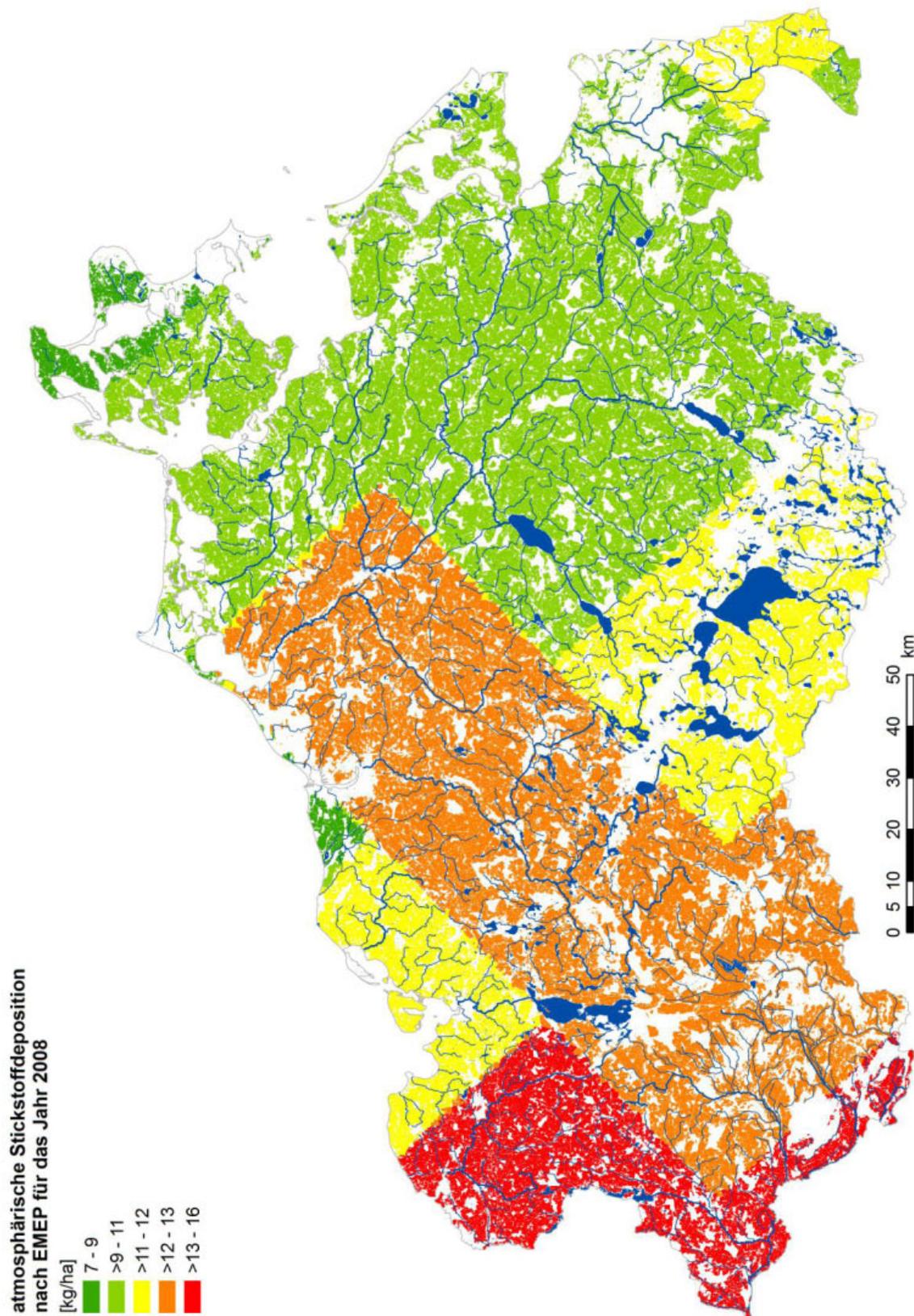


Abbildung A II-7: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2008

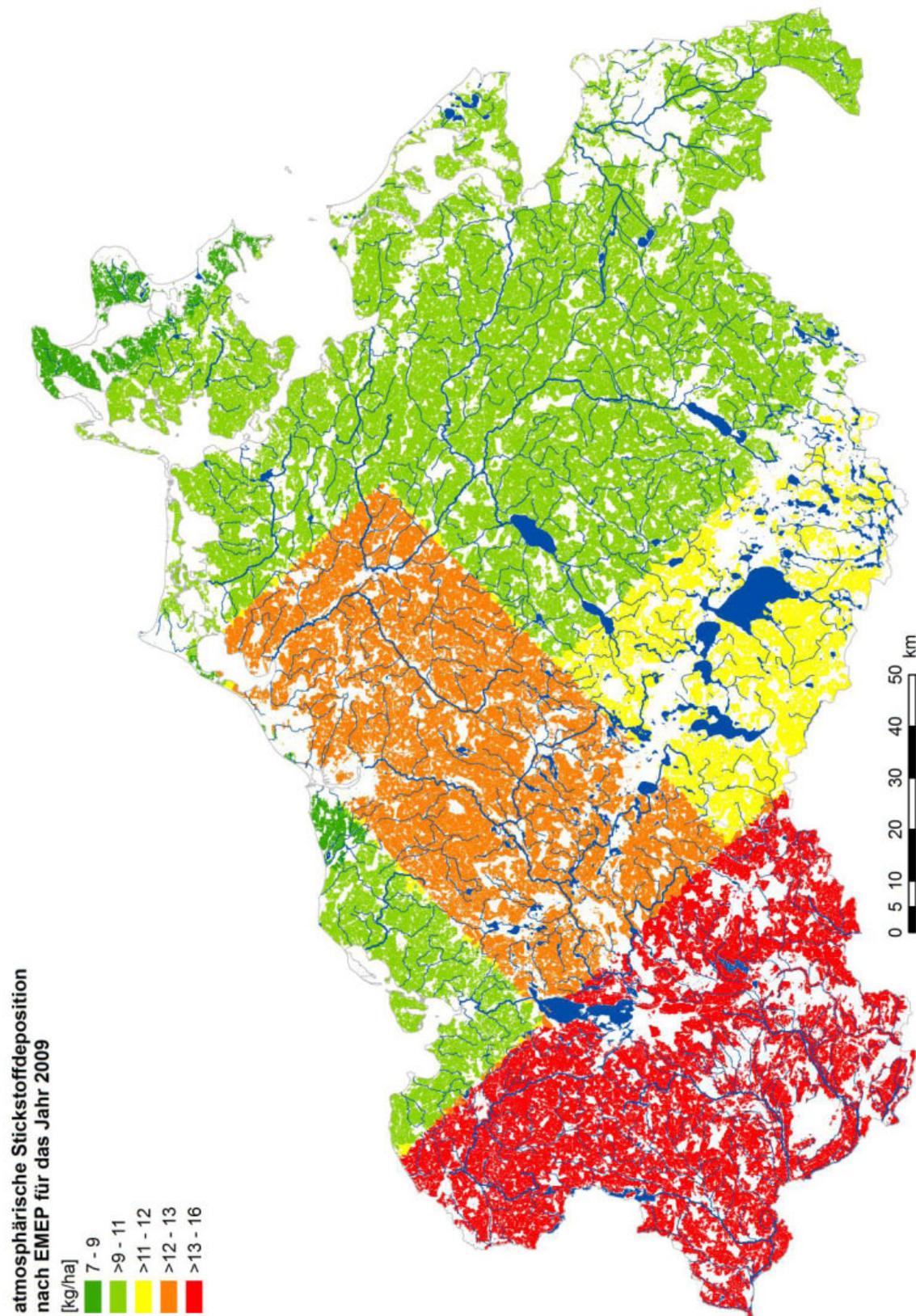


Abbildung A II-8: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2009

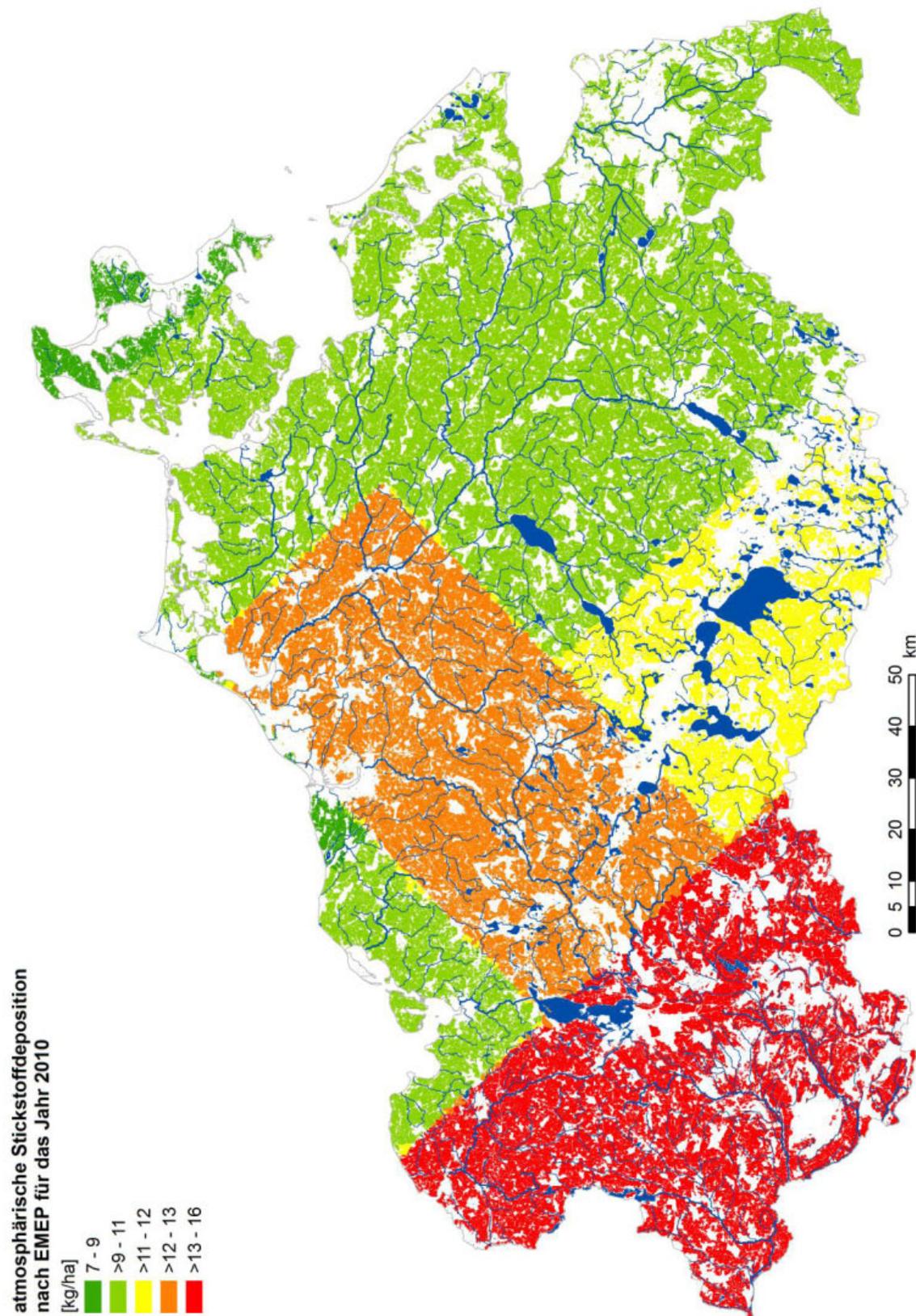


Abbildung A II-9: Atmosphärische Stickstoffdeposition in Mecklenburg-Vorpommern nach EMEP für das Jahr 2010

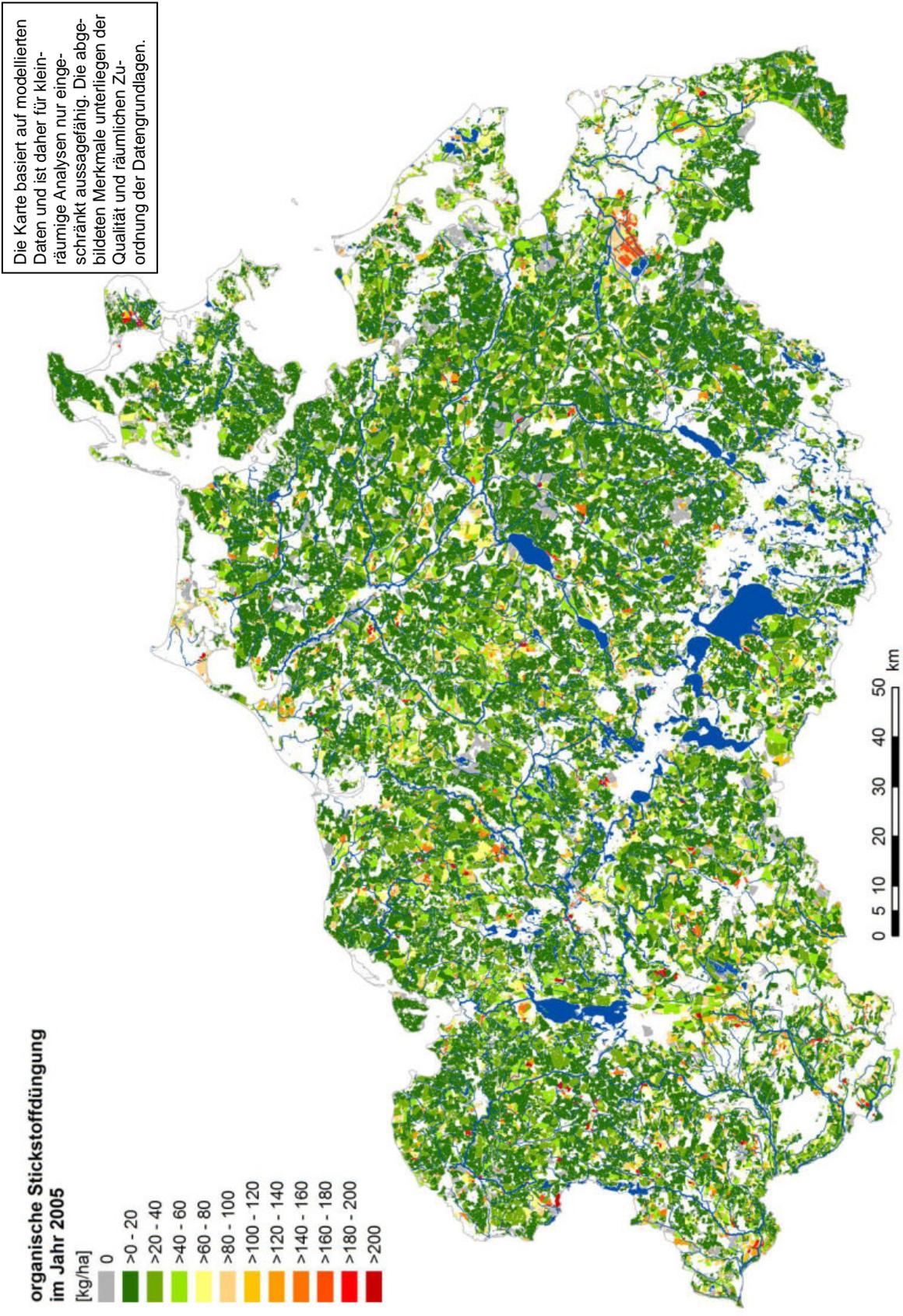


Abbildung A II-10: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

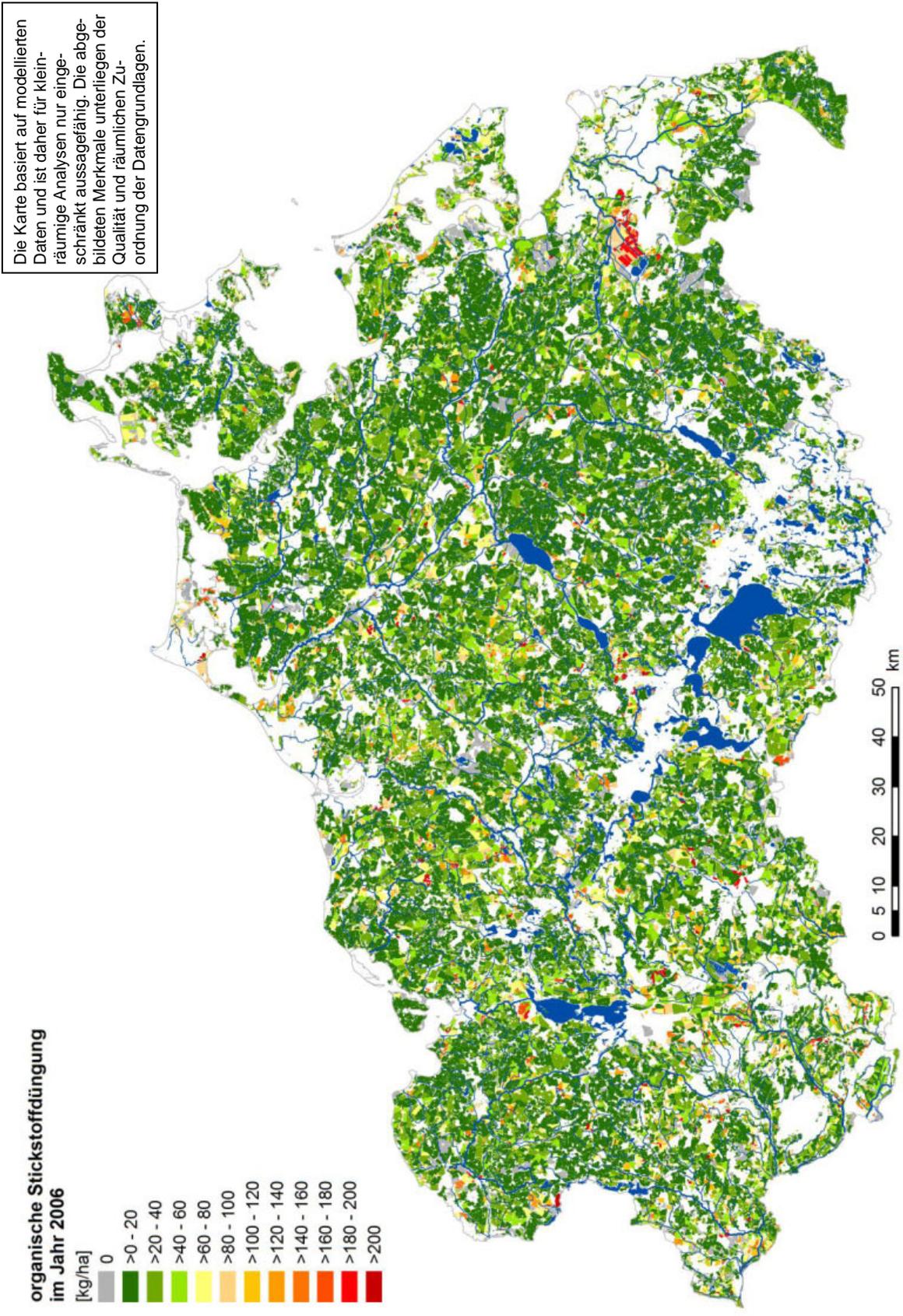


Abbildung A II-11: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

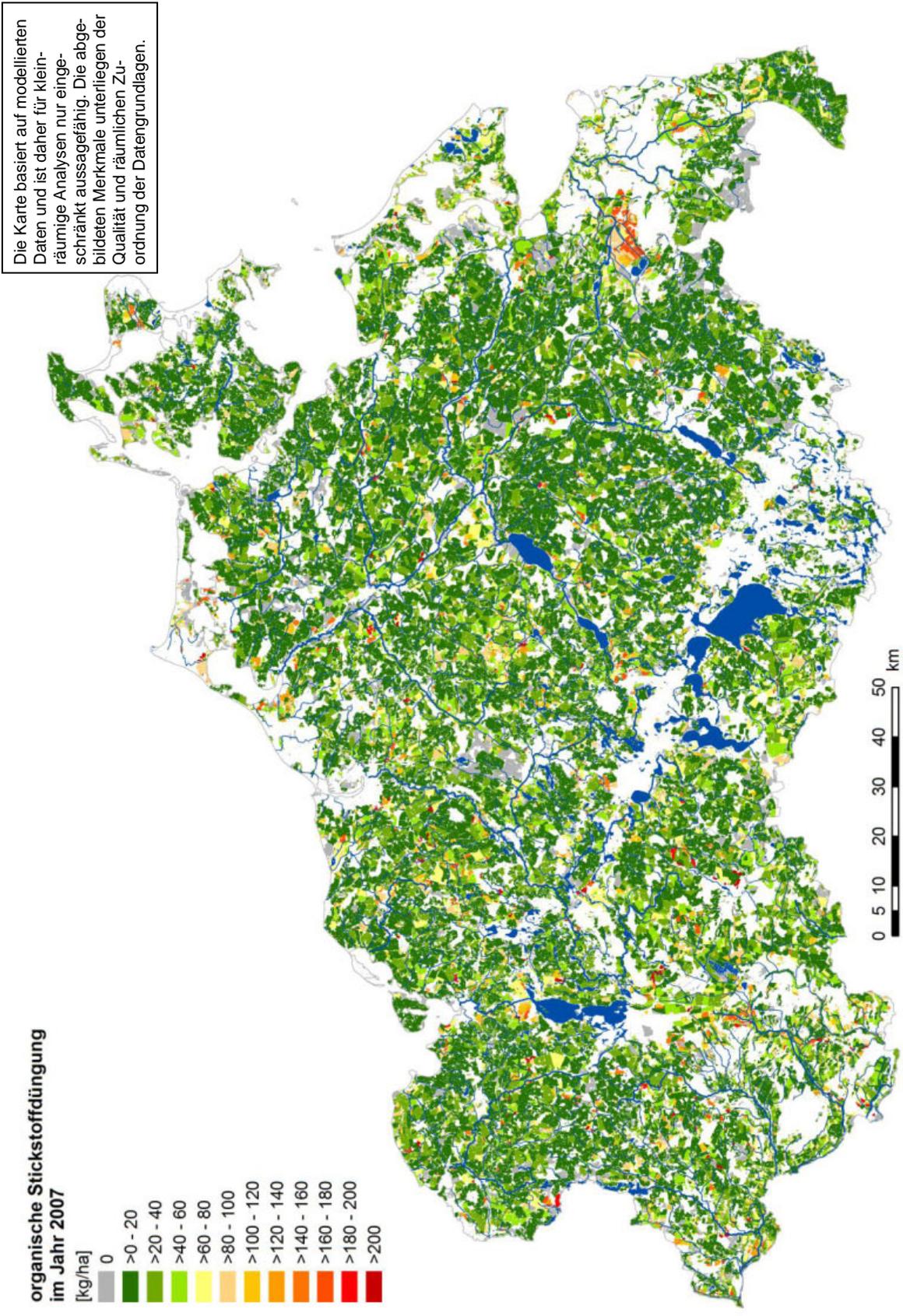


Abbildung A II-12: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

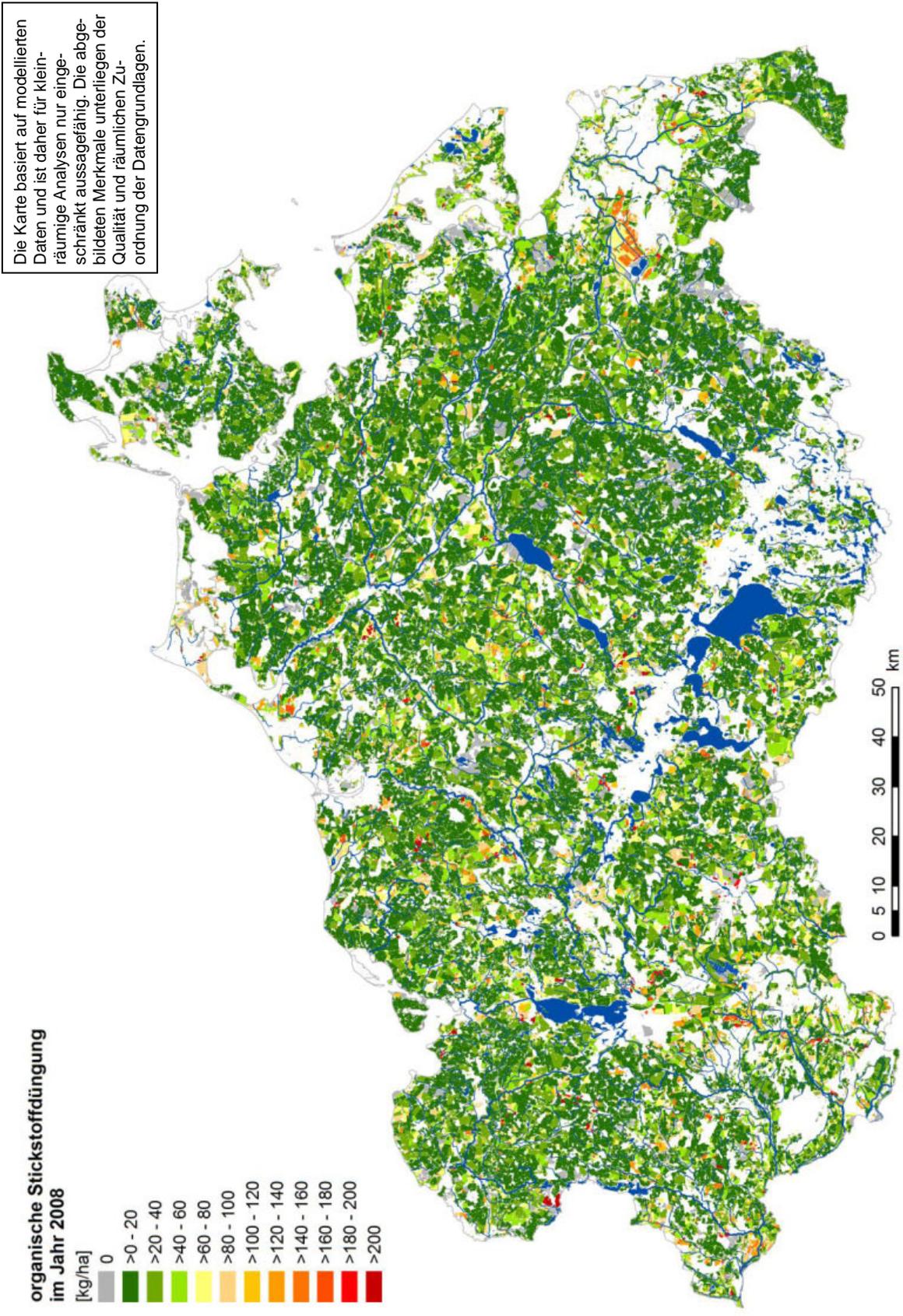


Abbildung A II-13: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2008

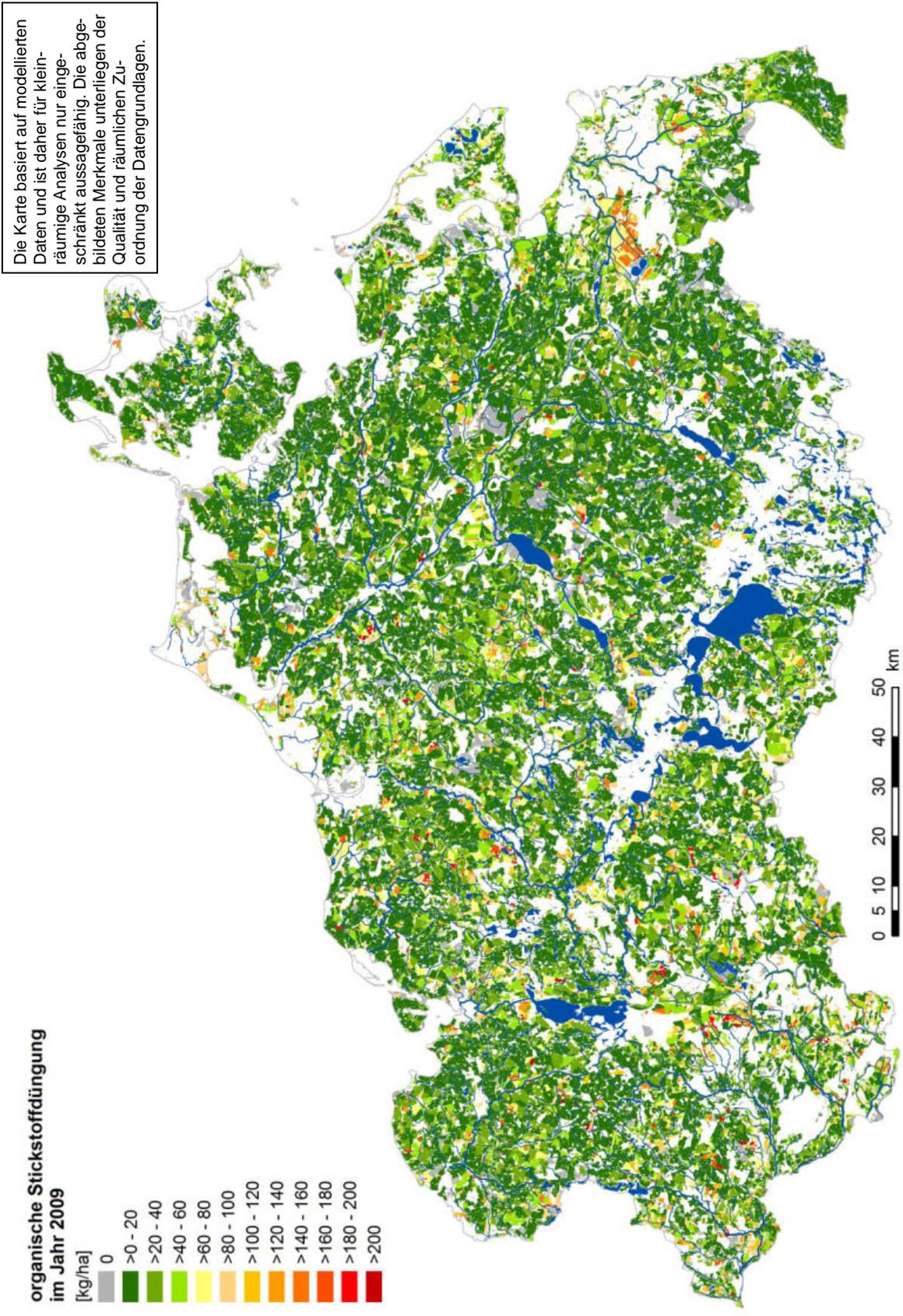


Abbildung A II-14: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2009

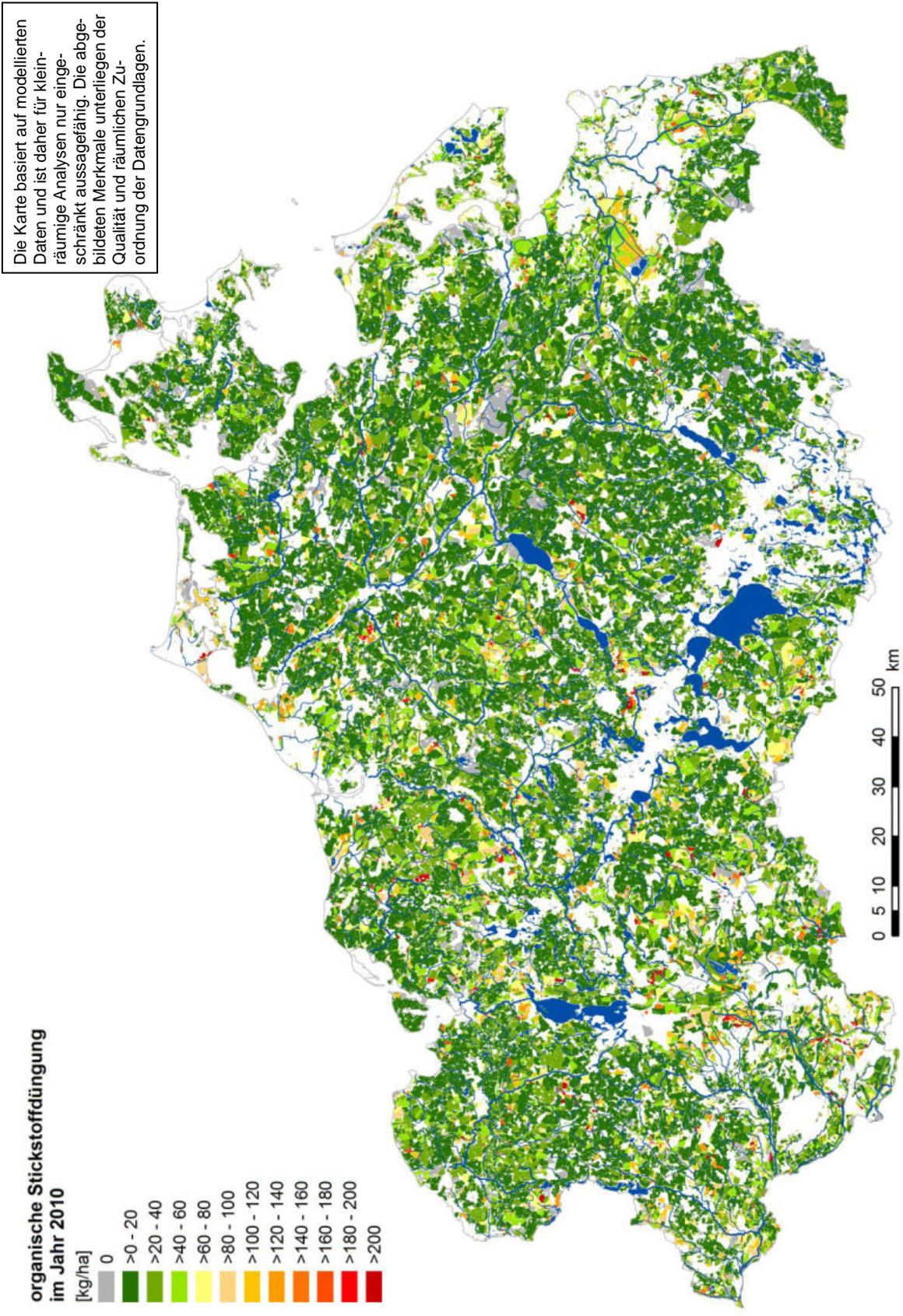


Abbildung A II-15: Berechnete Verteilung des organischen Stickstoffdüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2010

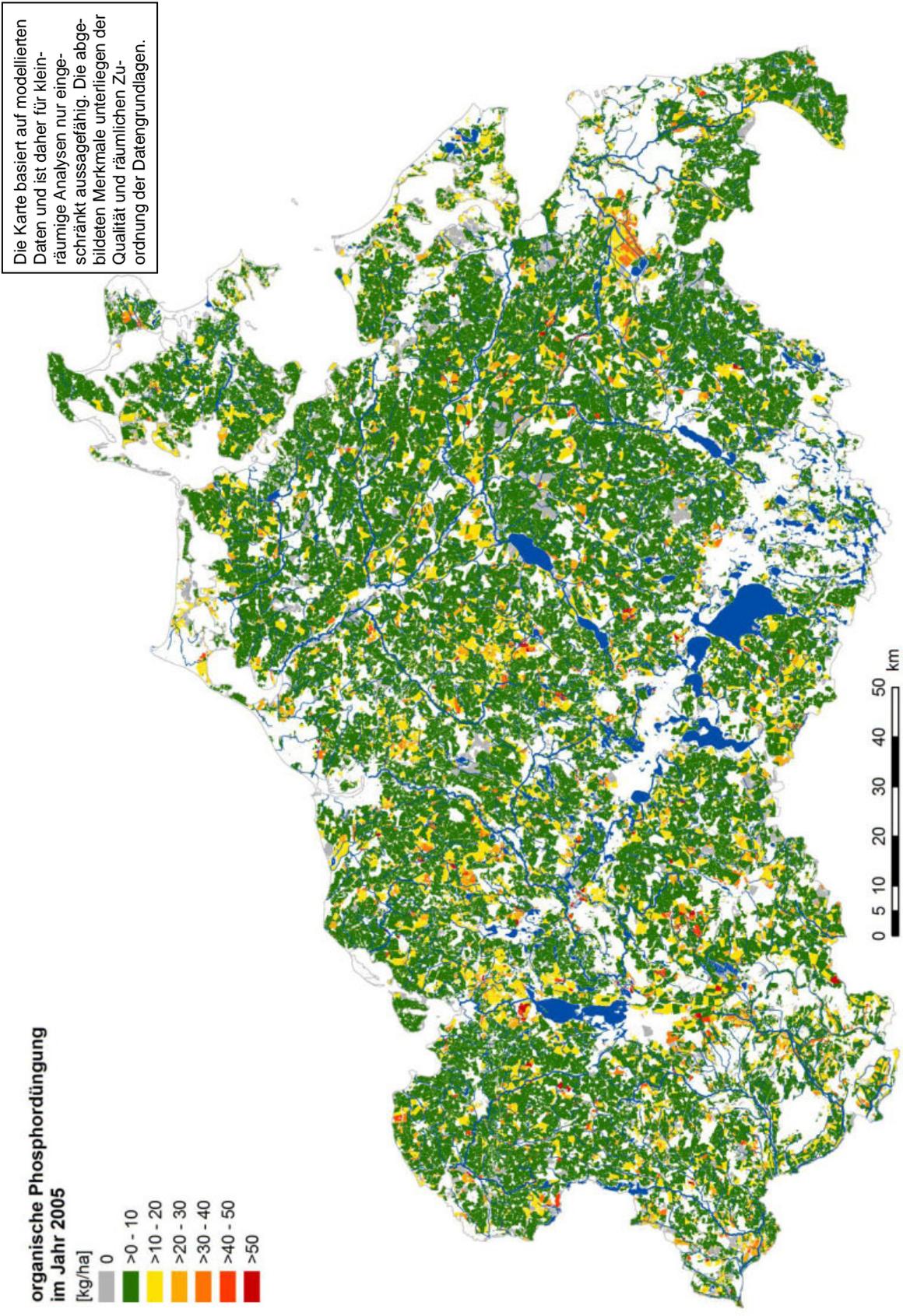


Abbildung A II-16: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

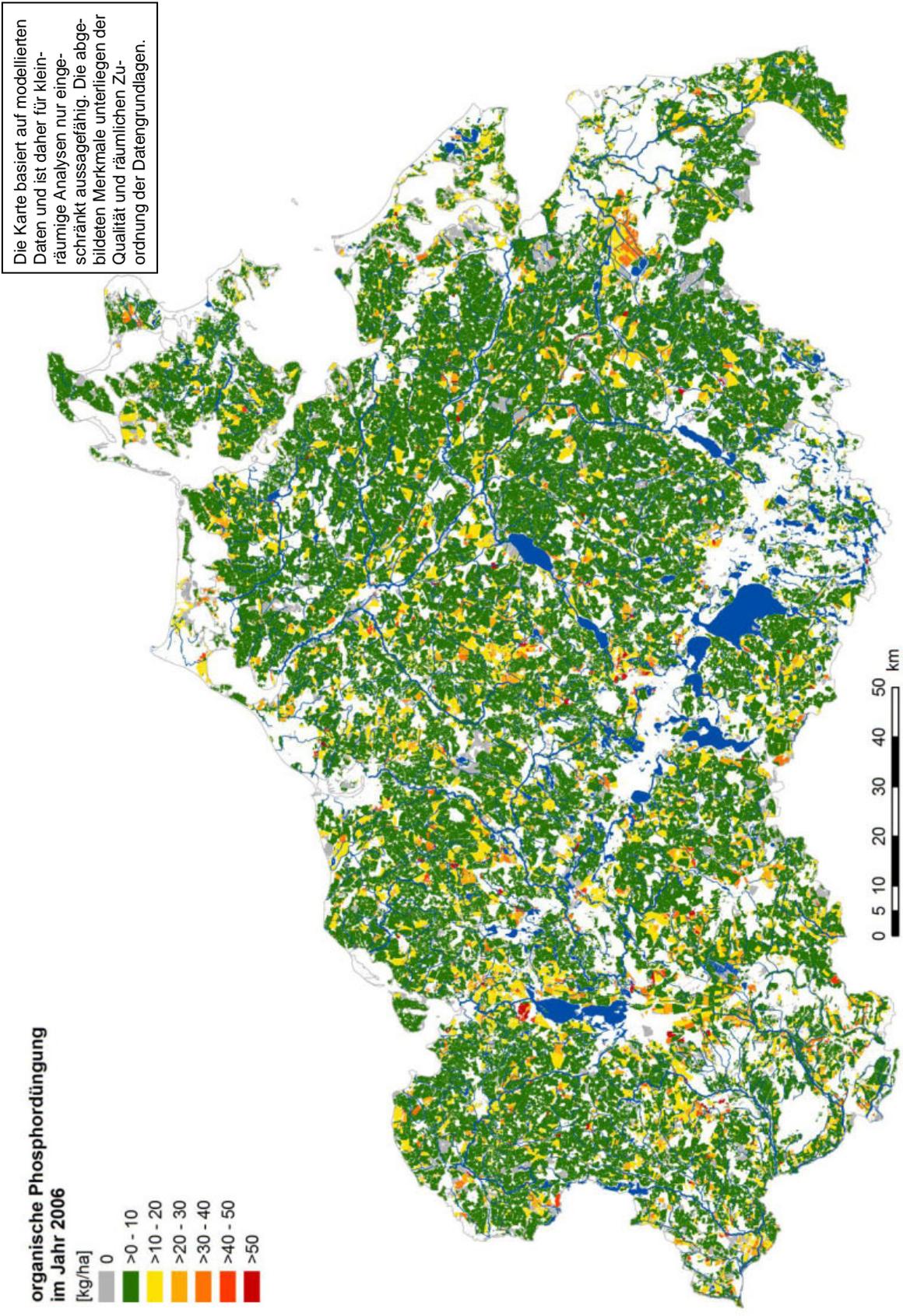


Abbildung A II-17: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

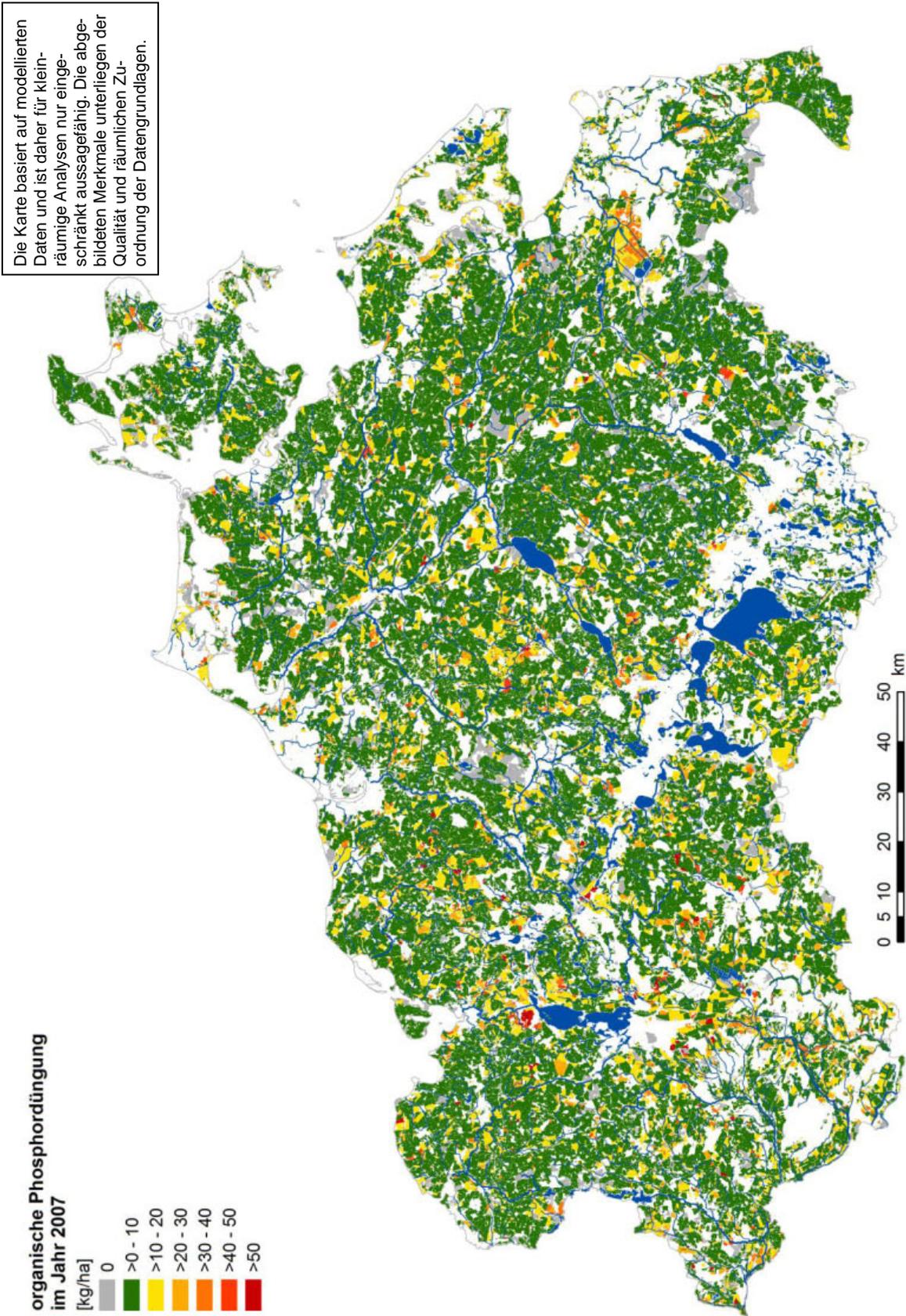


Abbildung A II-18: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

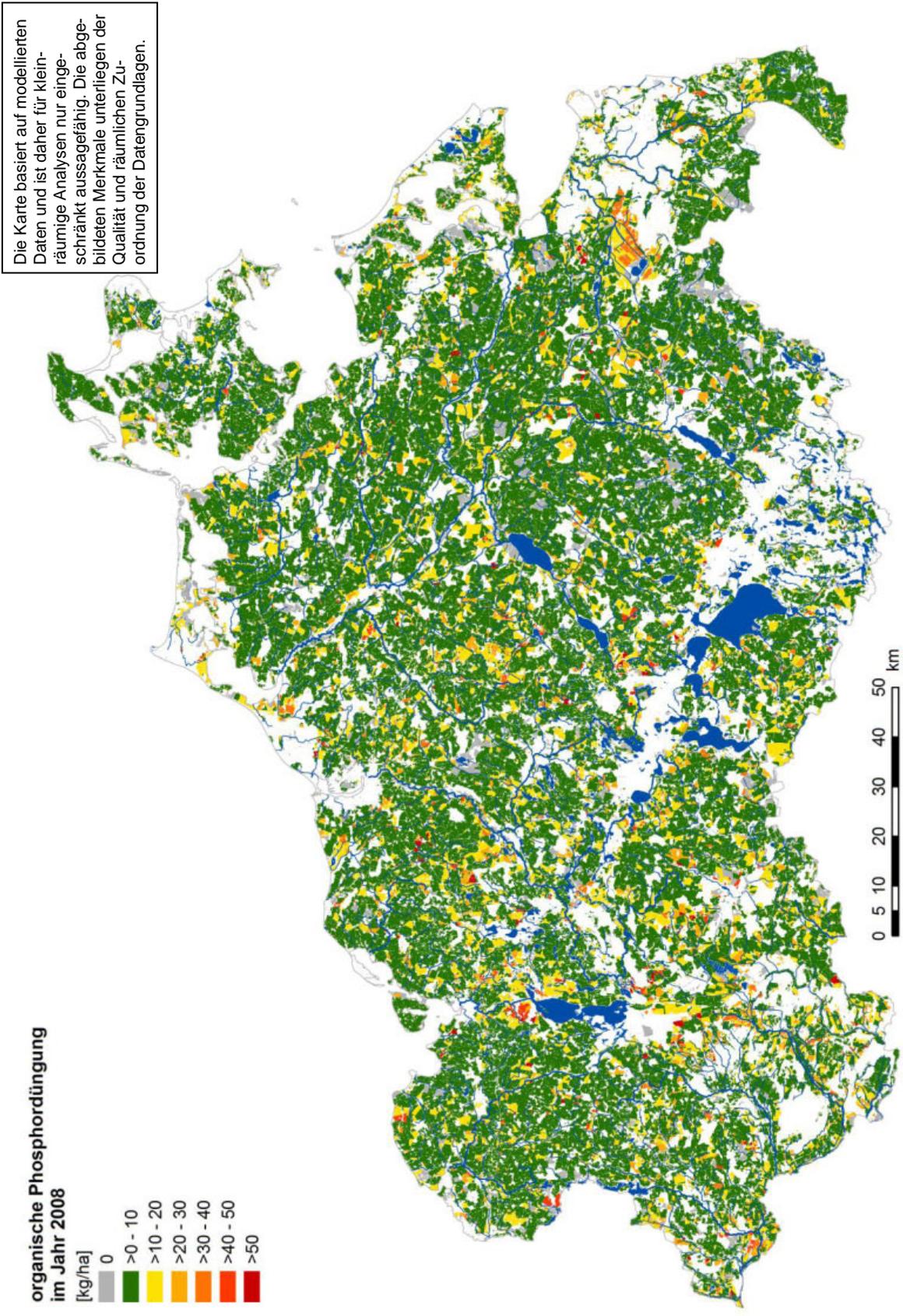


Abbildung A II-19: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2008

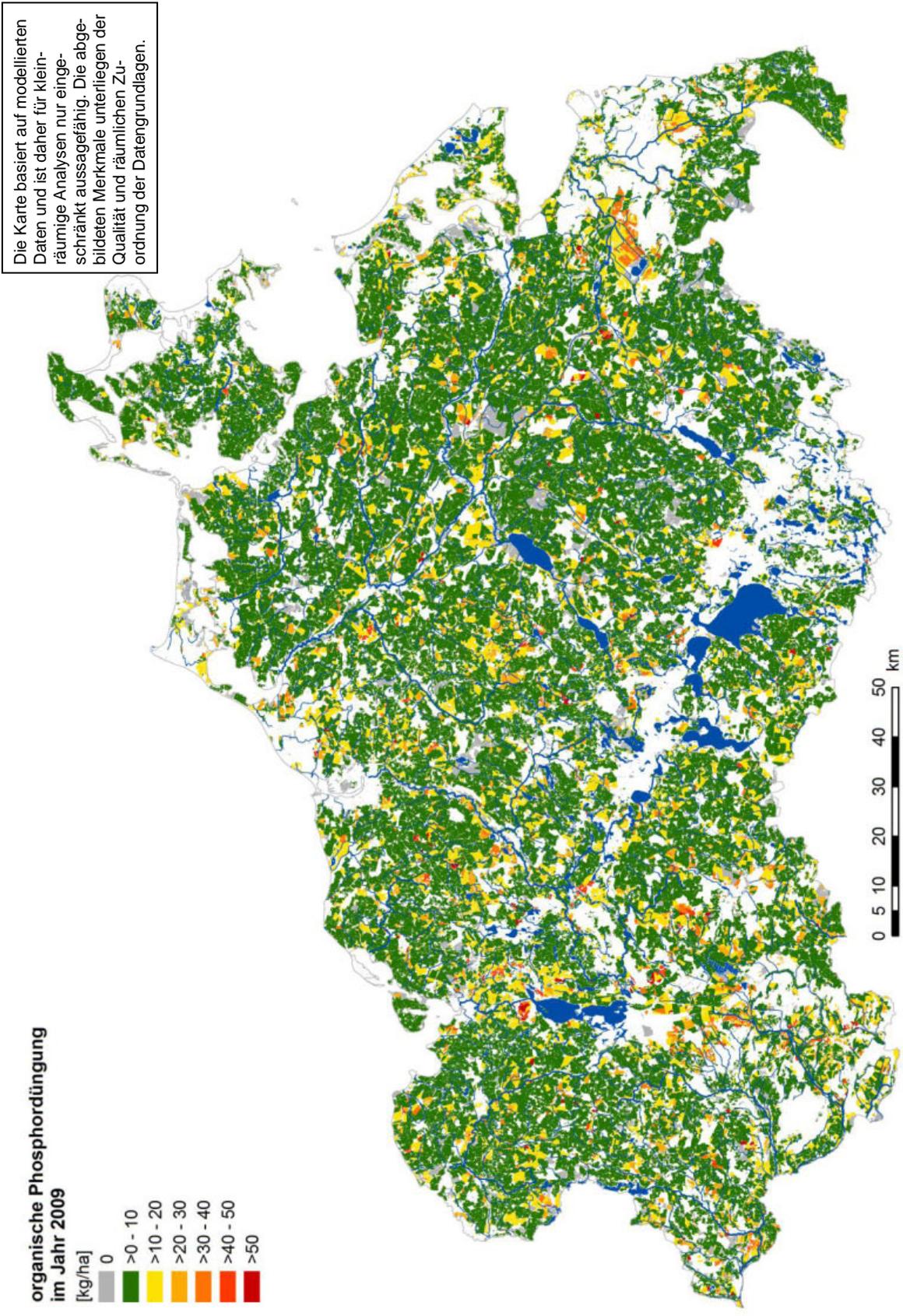


Abbildung A II-20: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2009

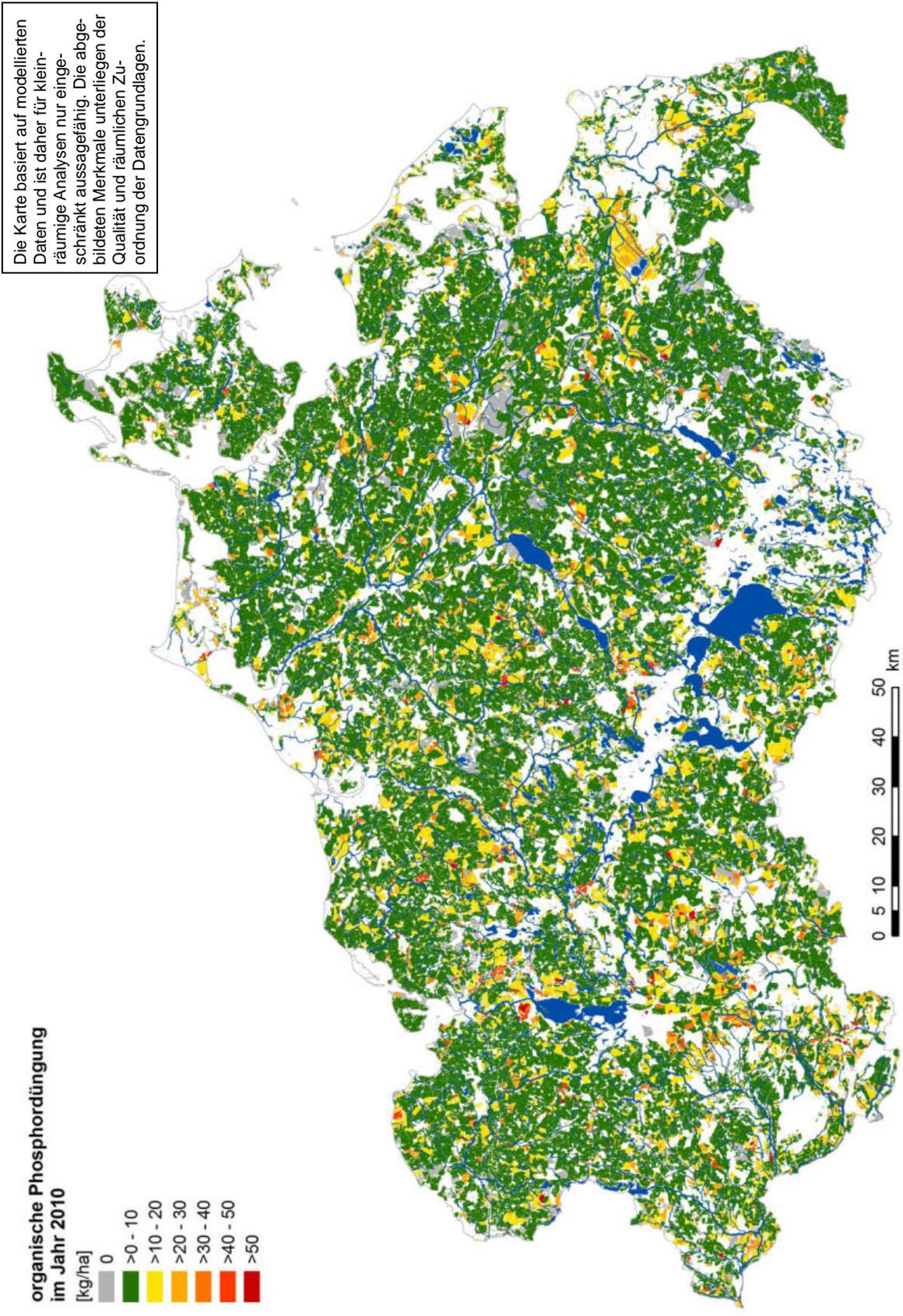


Abbildung A II-21: Berechnete Verteilung des organischen Phosphordüngers auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2010

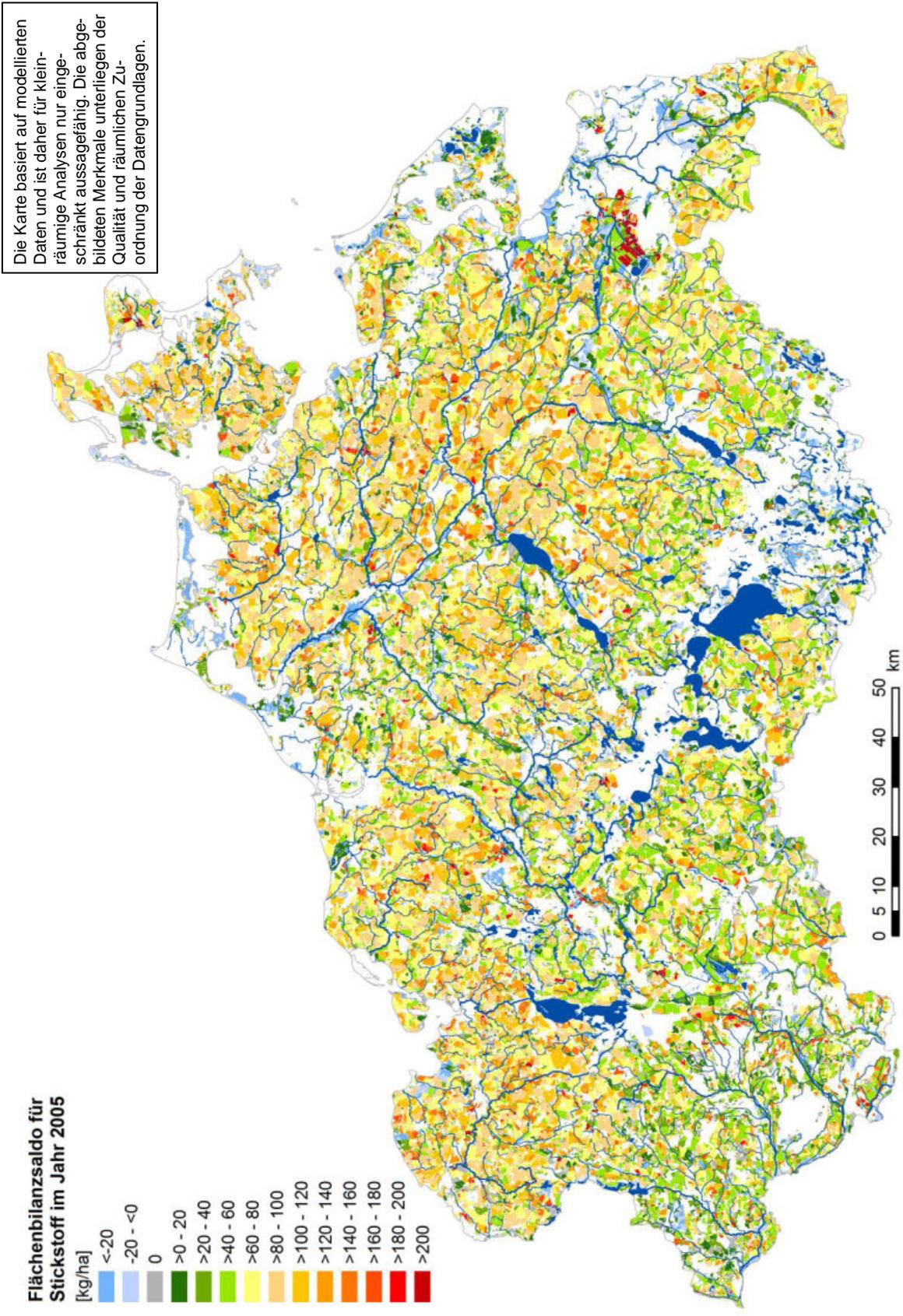


Abbildung A II-22: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

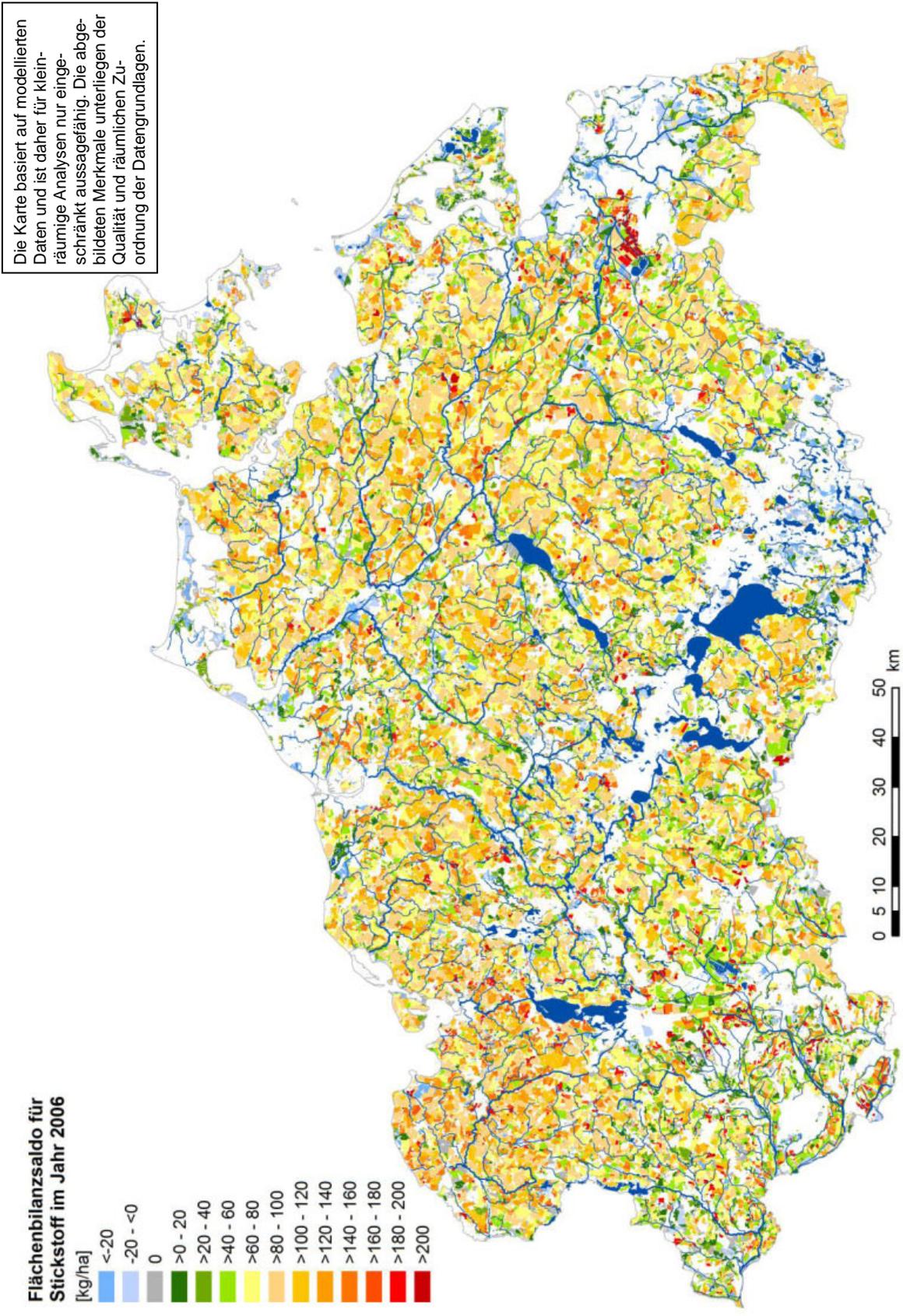


Abbildung A II-23: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

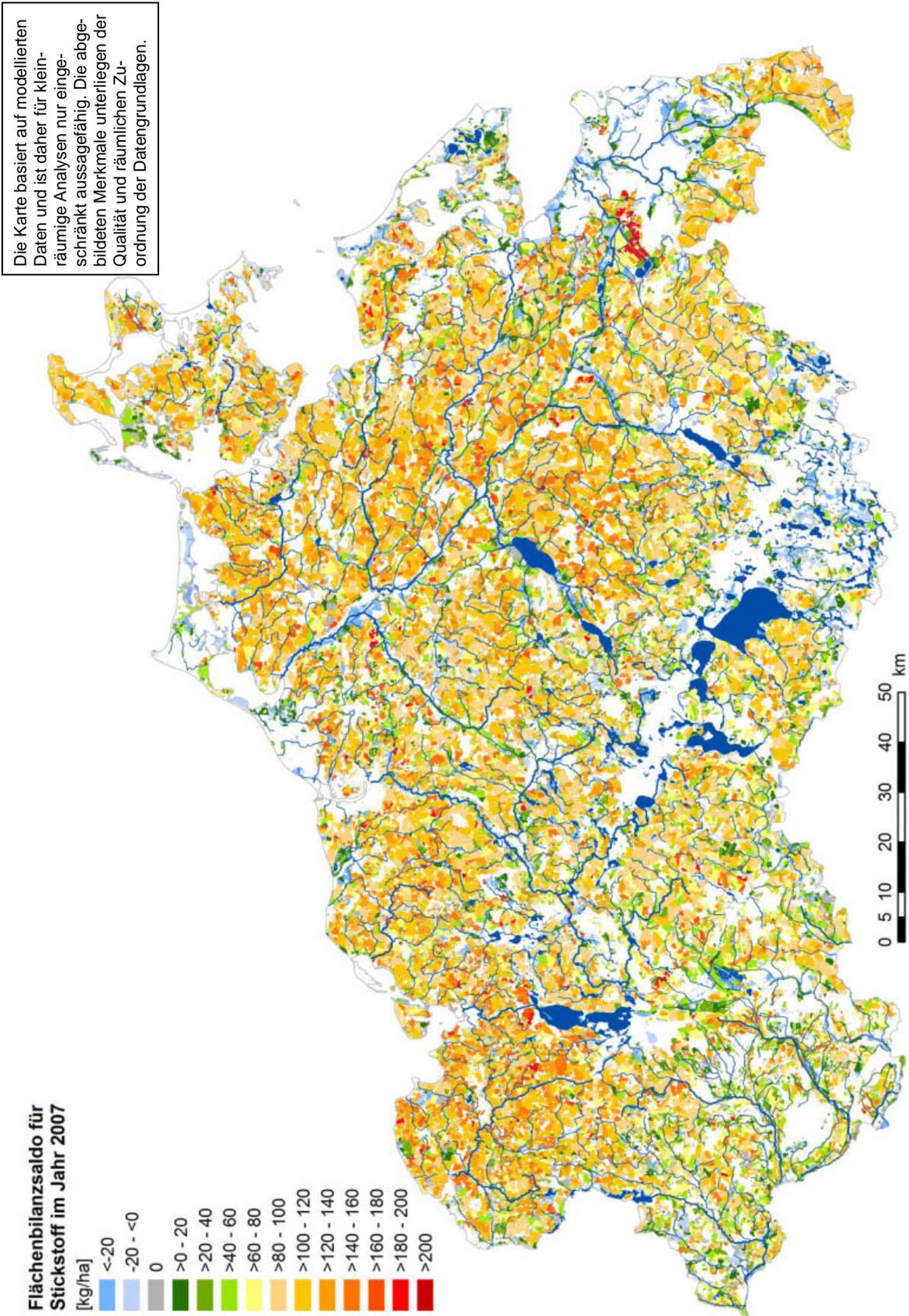


Abbildung A II-24: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

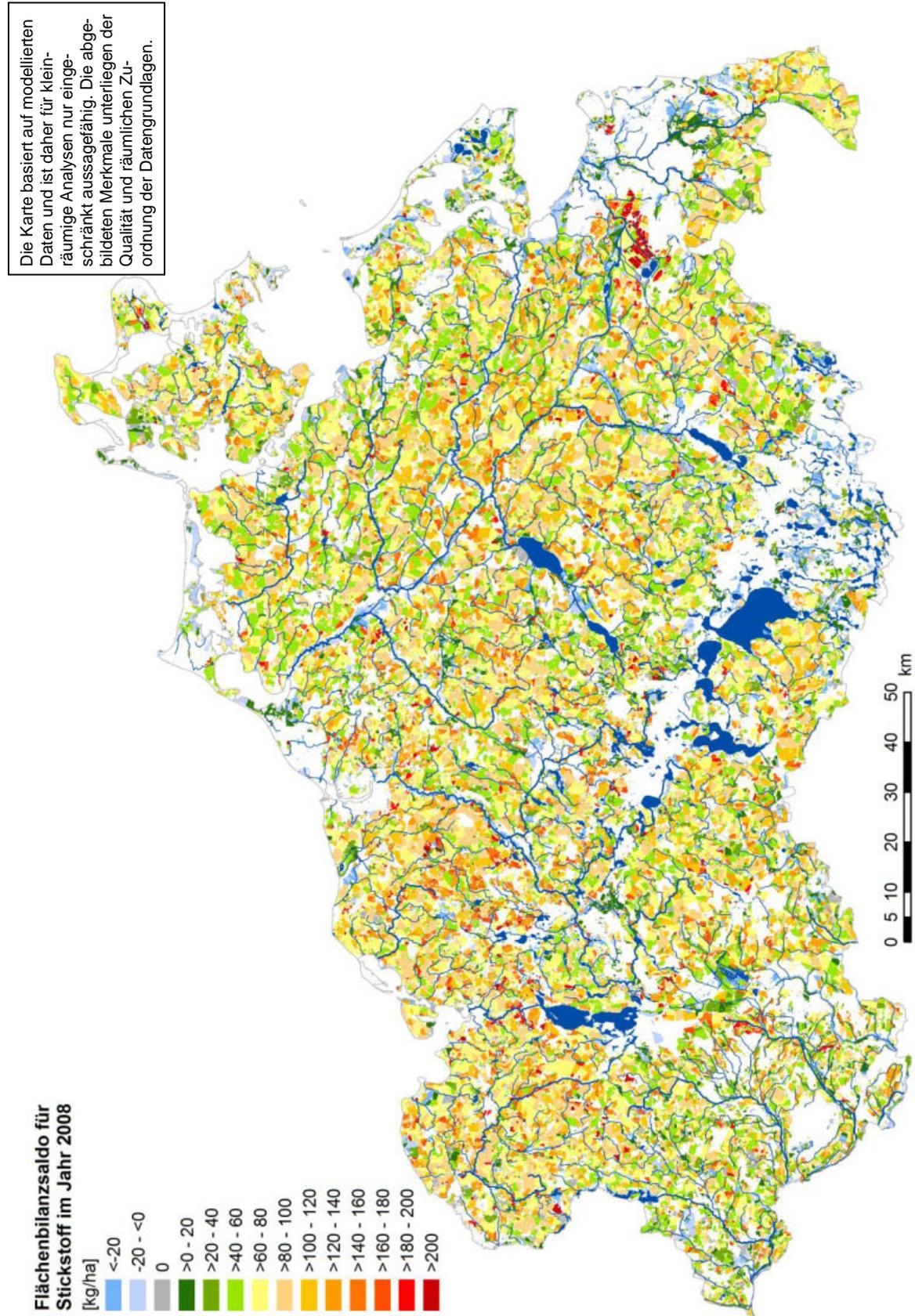


Abbildung A II-25: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2008

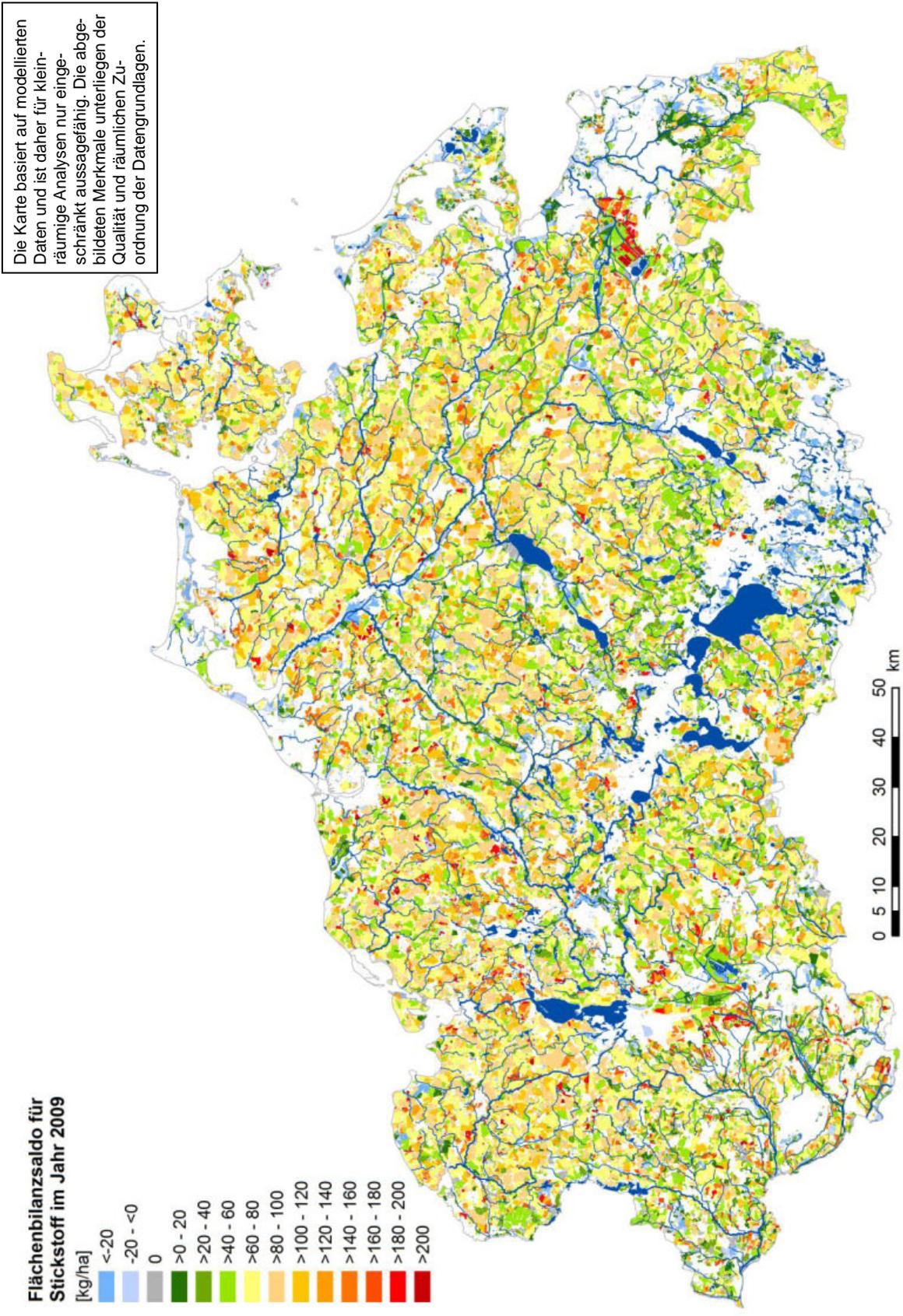


Abbildung A II-26: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2009

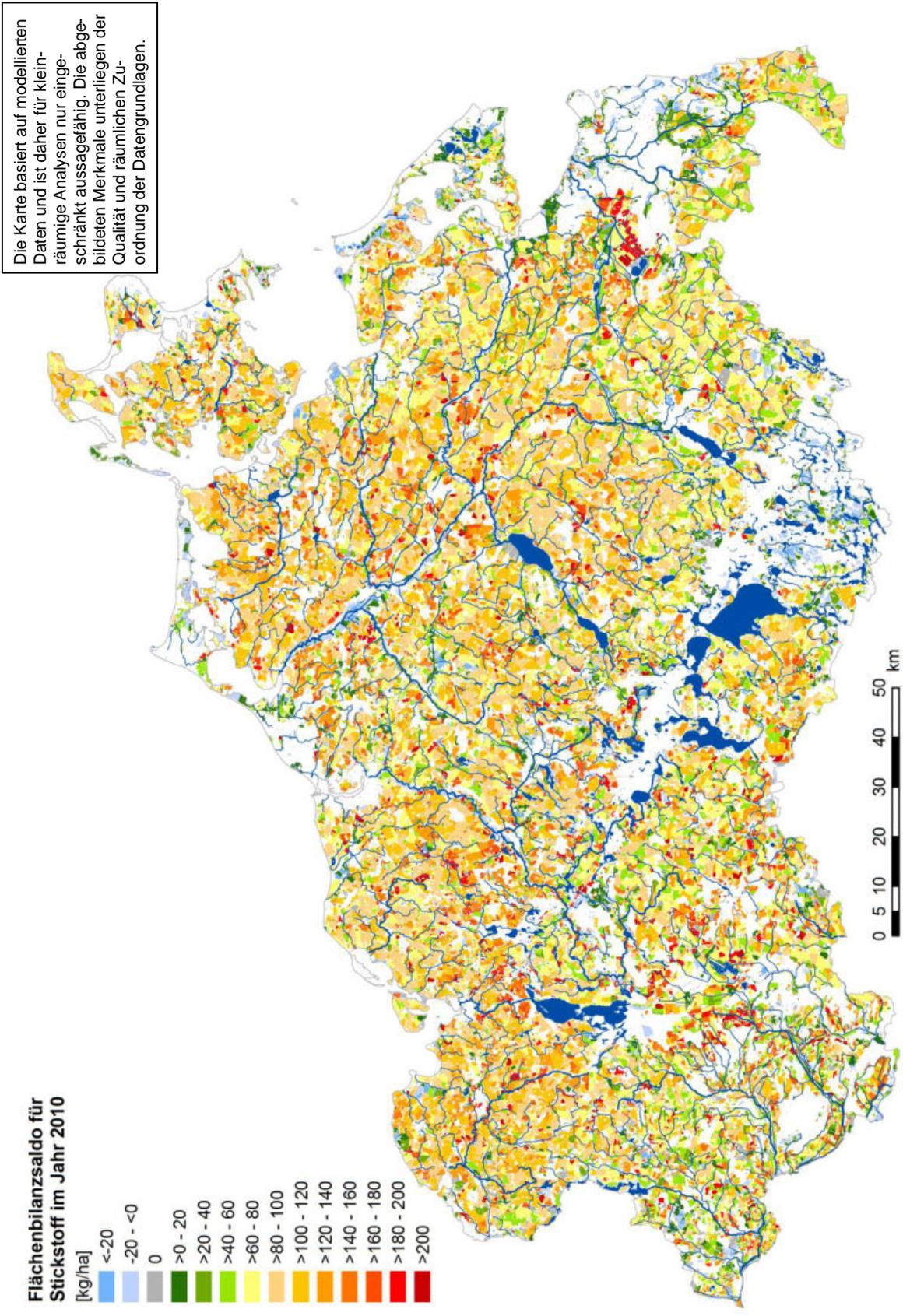


Abbildung A II-27: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2010

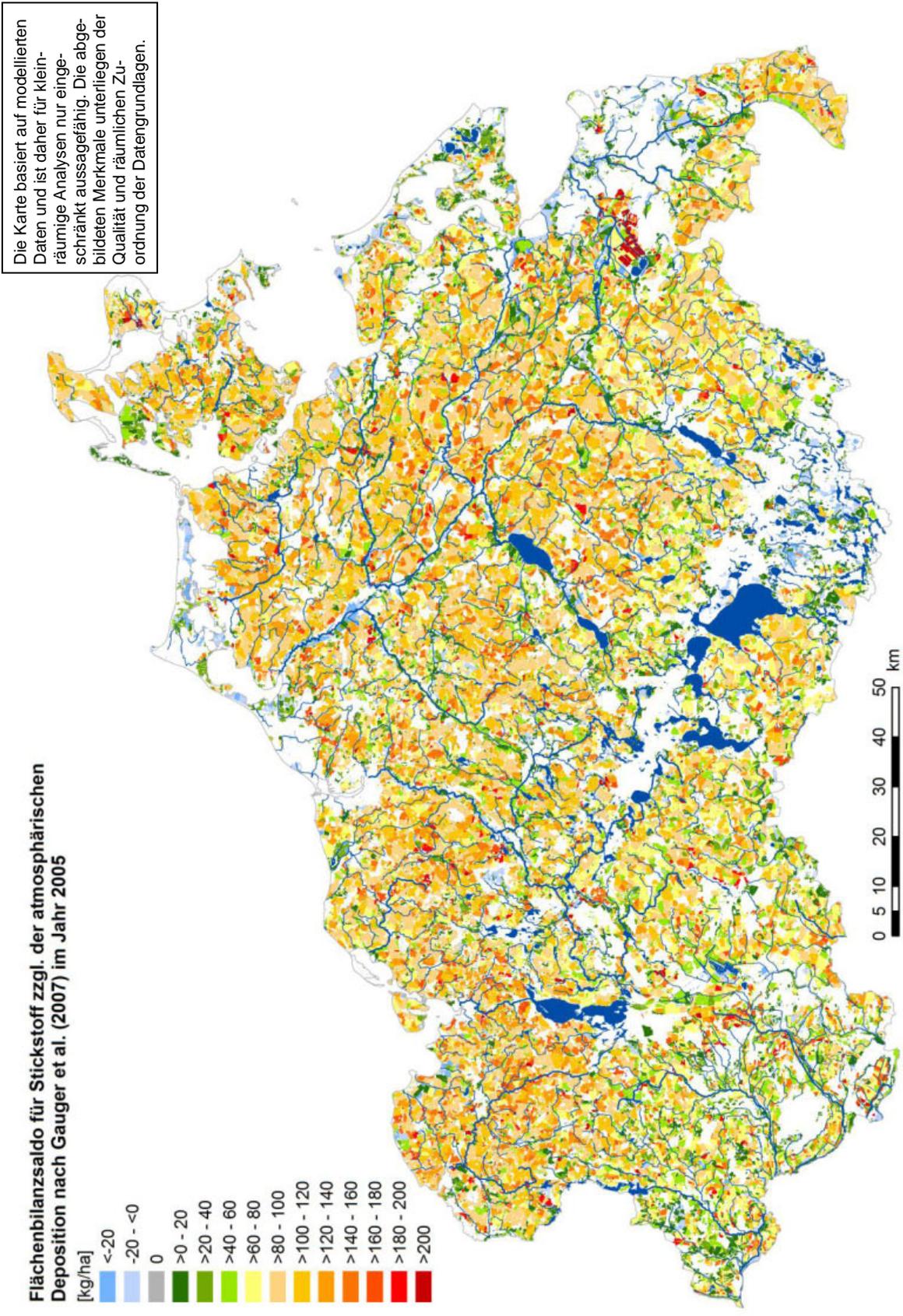


Abbildung A II-28: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

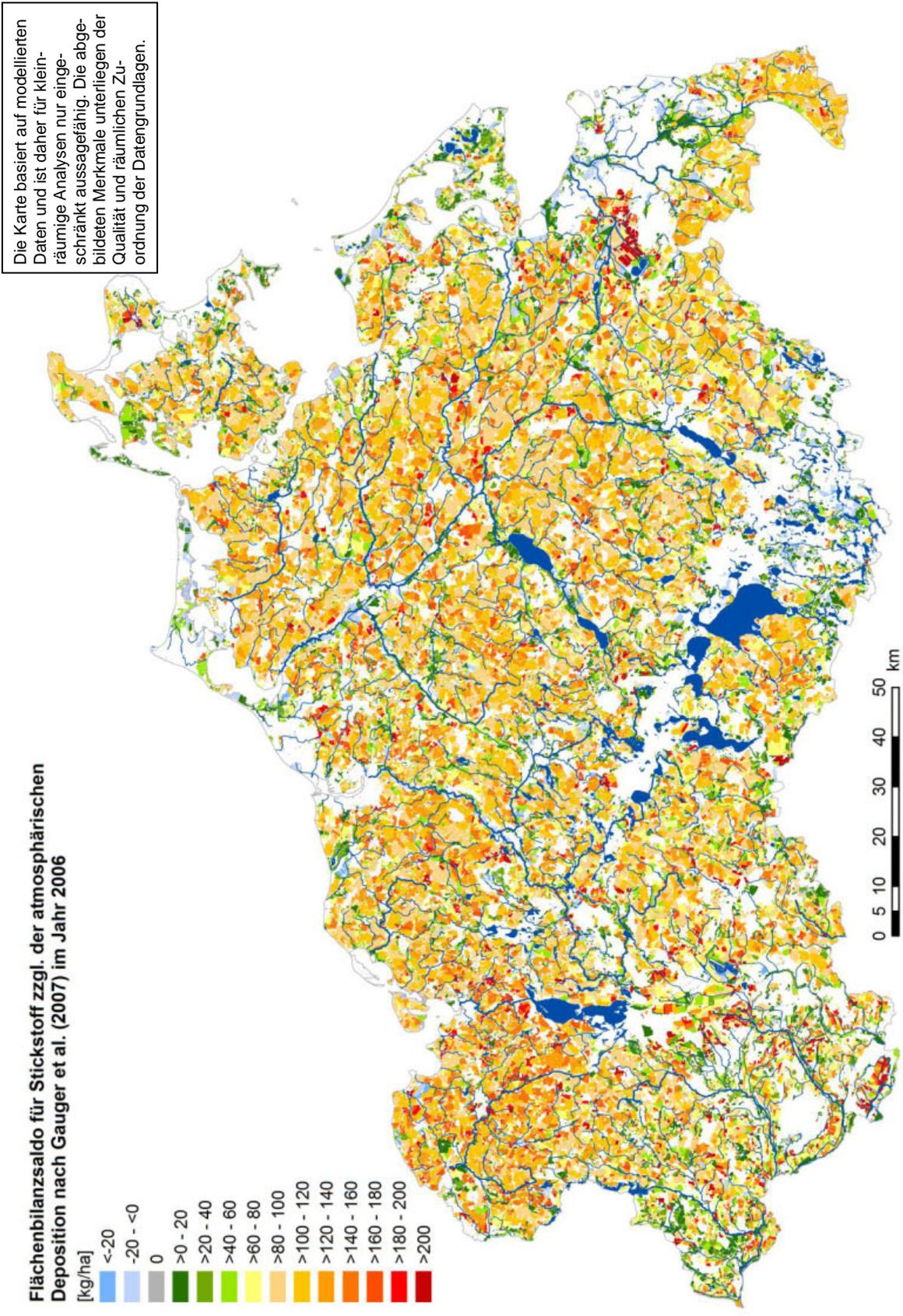


Abbildung A II-29: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

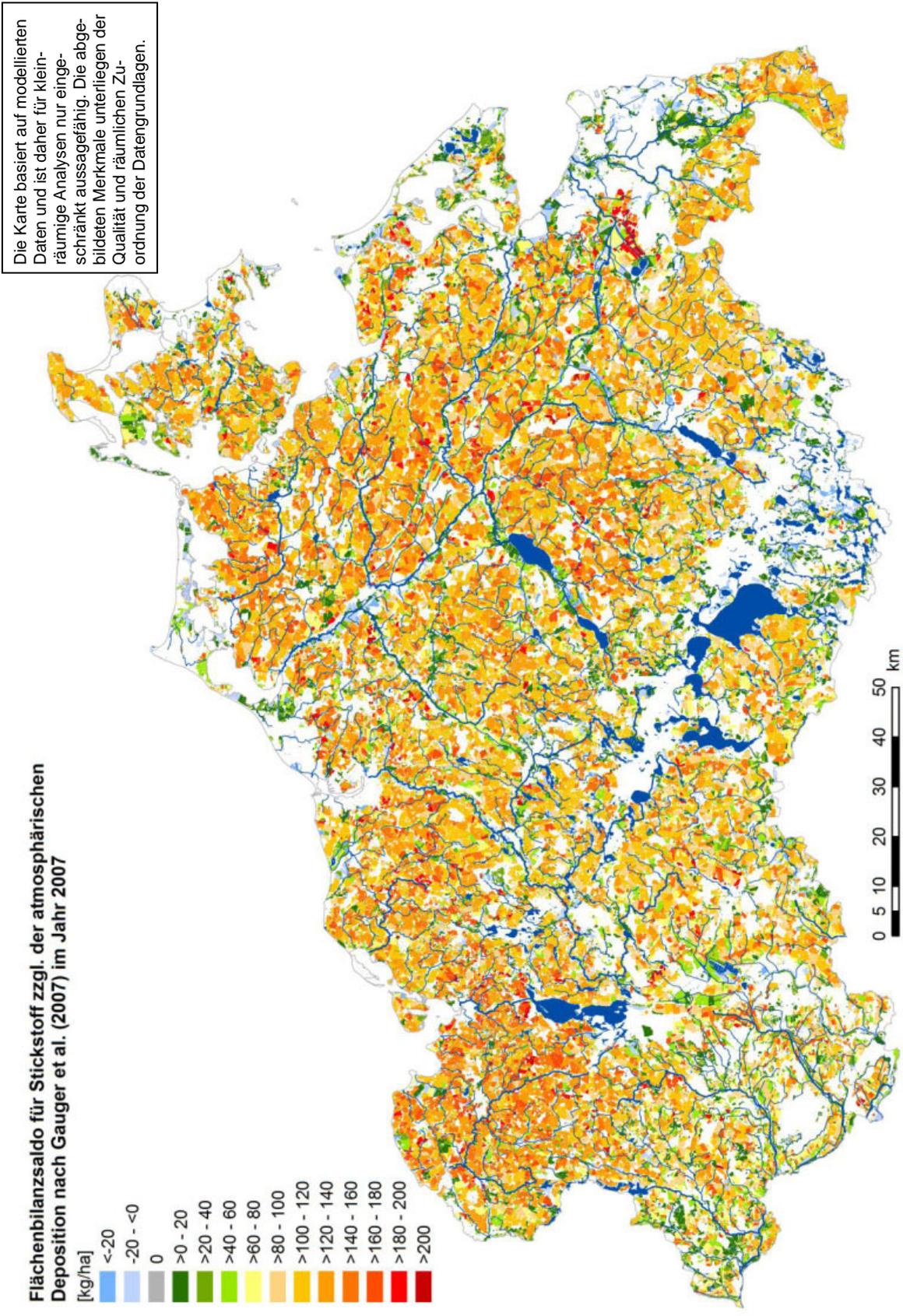


Abbildung A II-30: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

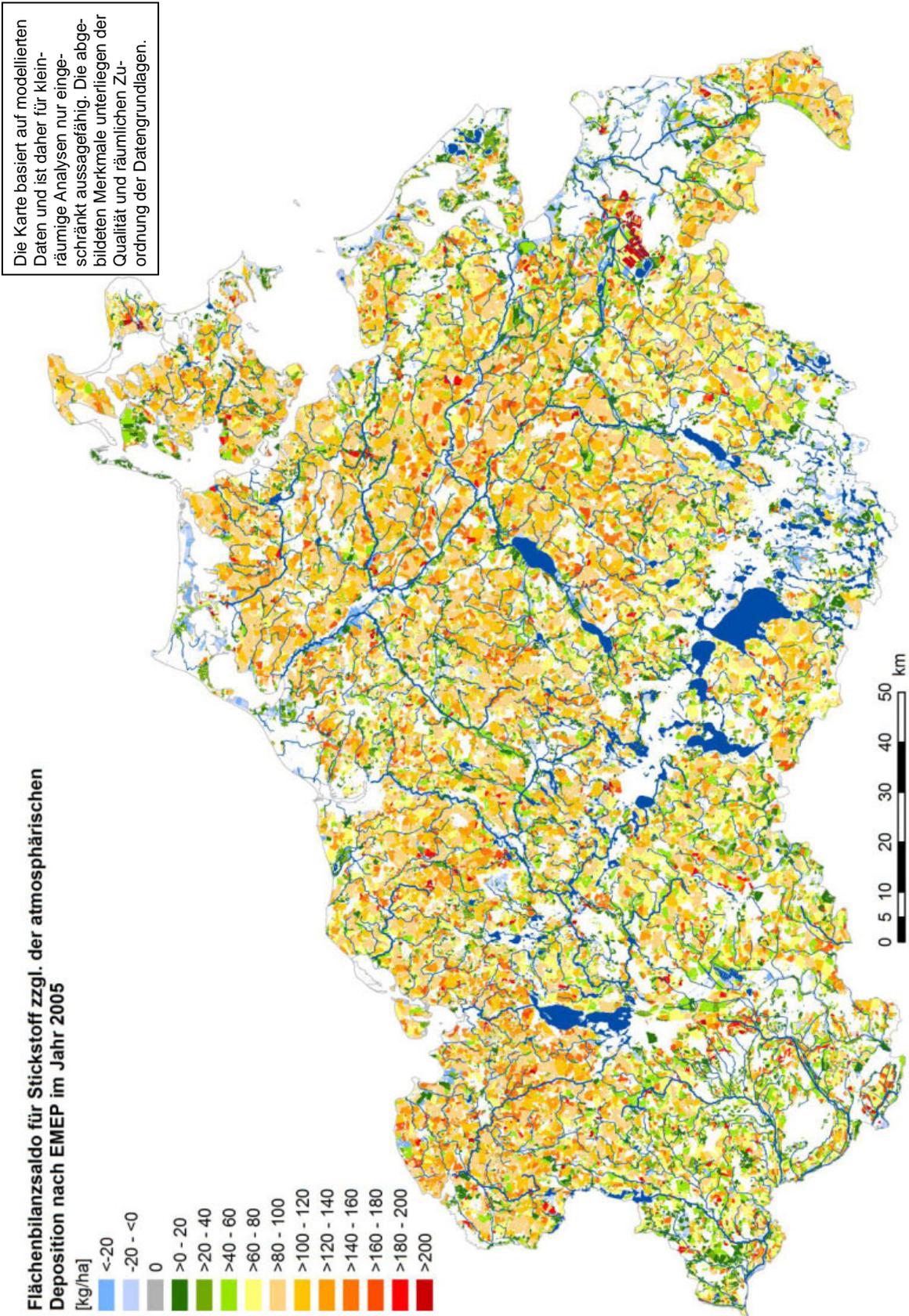


Abbildung A II-31: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

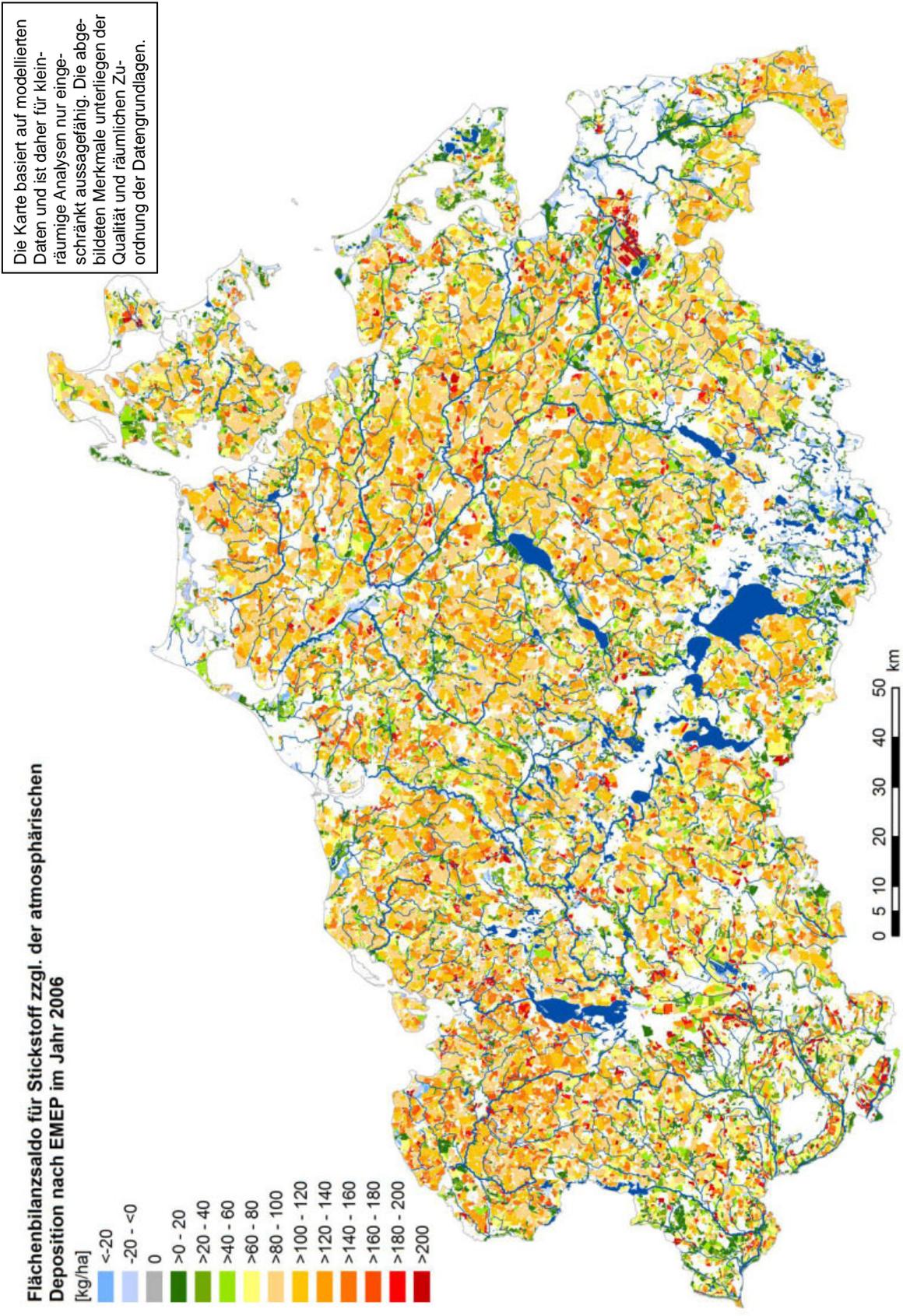


Abbildung A II-32: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

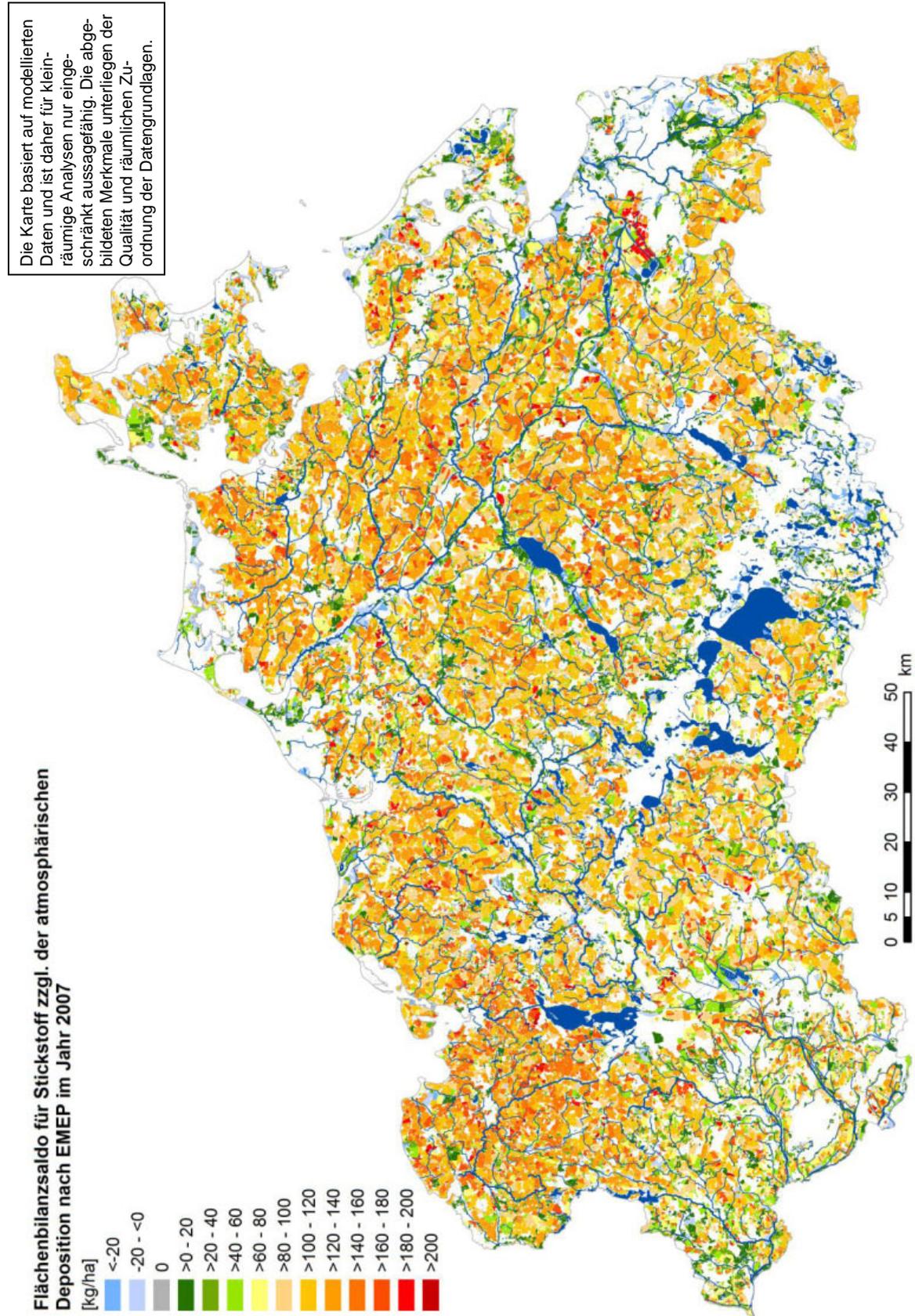


Abbildung A II-33: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

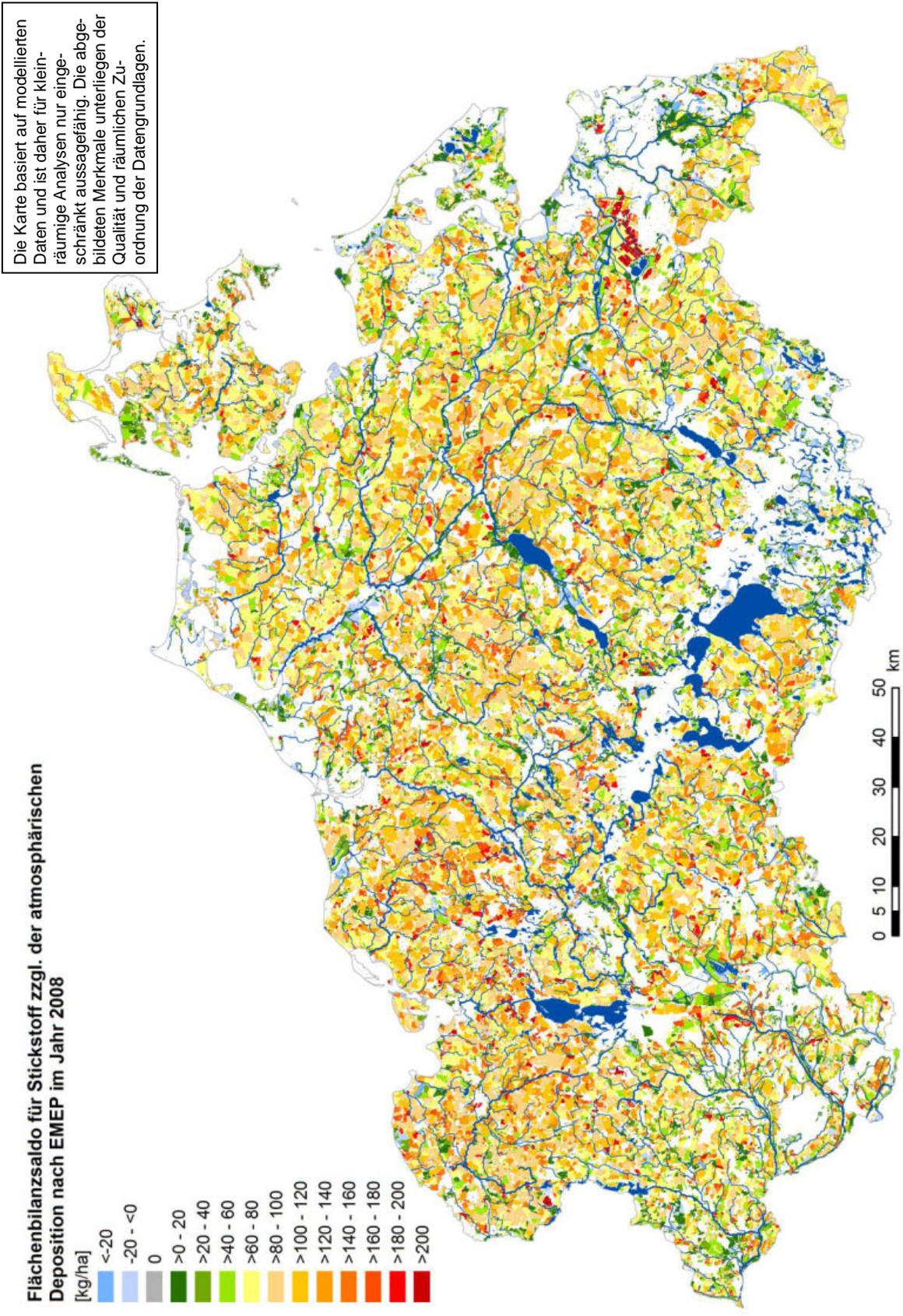


Abbildung A II-34: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2008

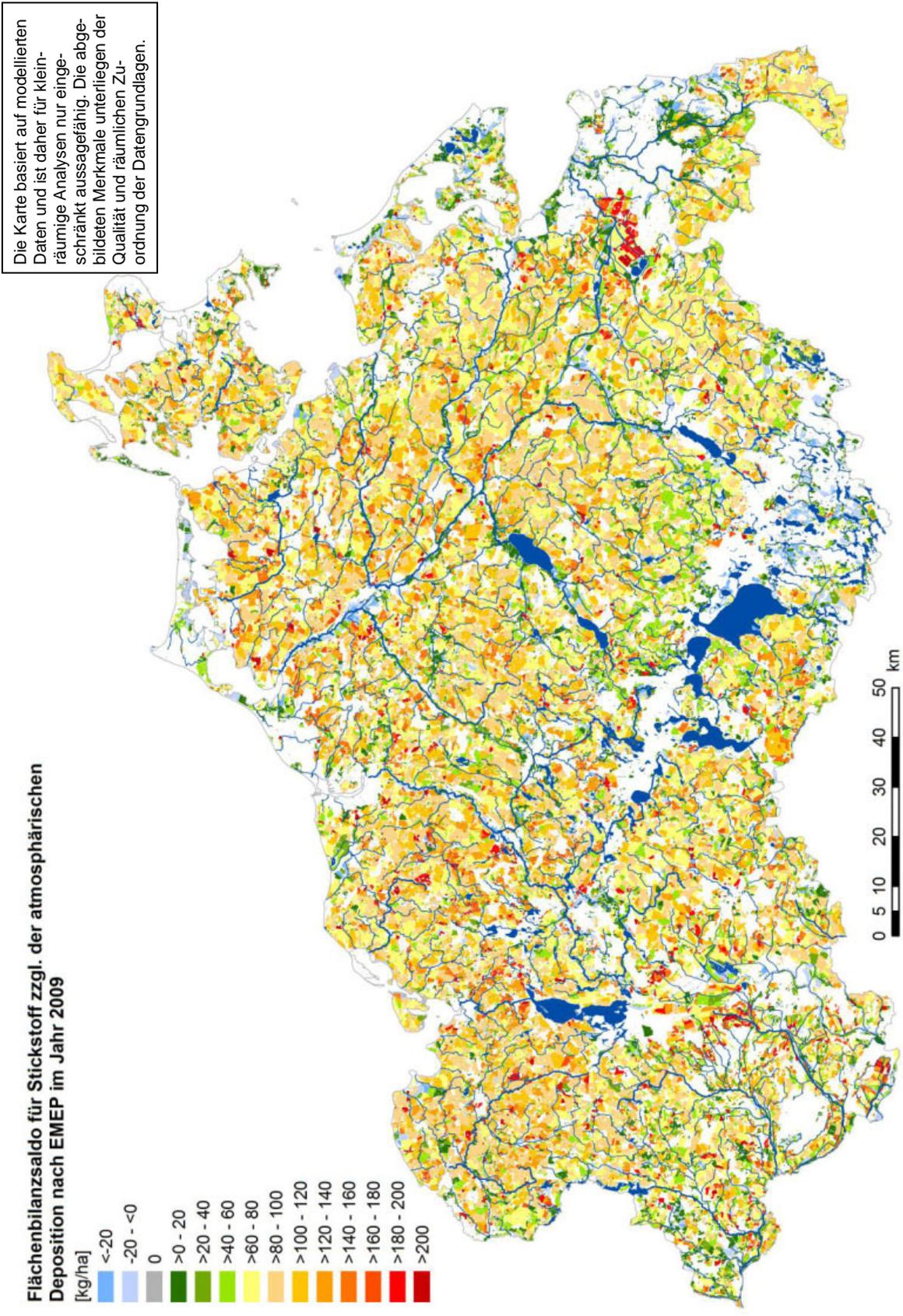


Abbildung A II-35: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2009

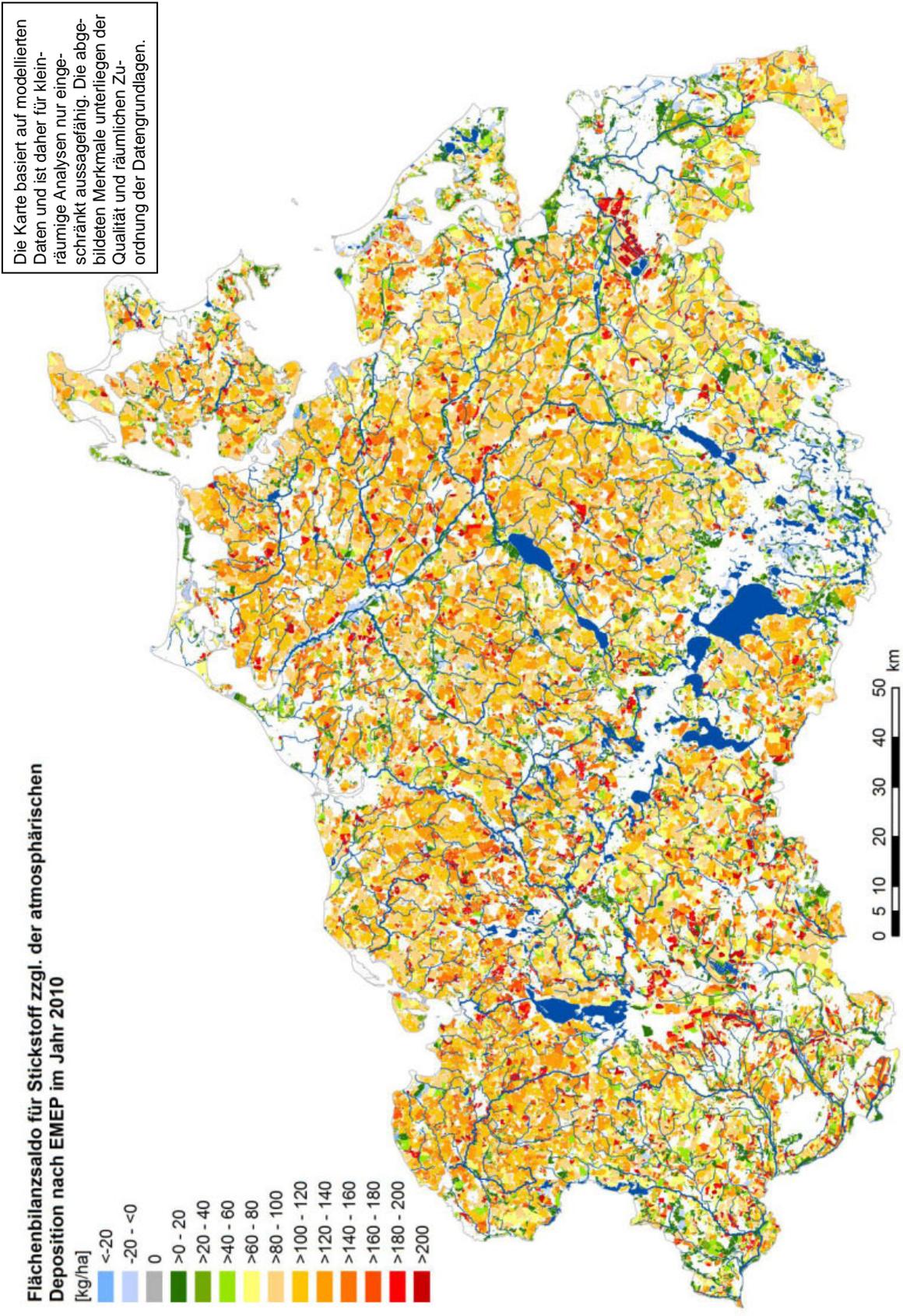


Abbildung A II-36: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2010

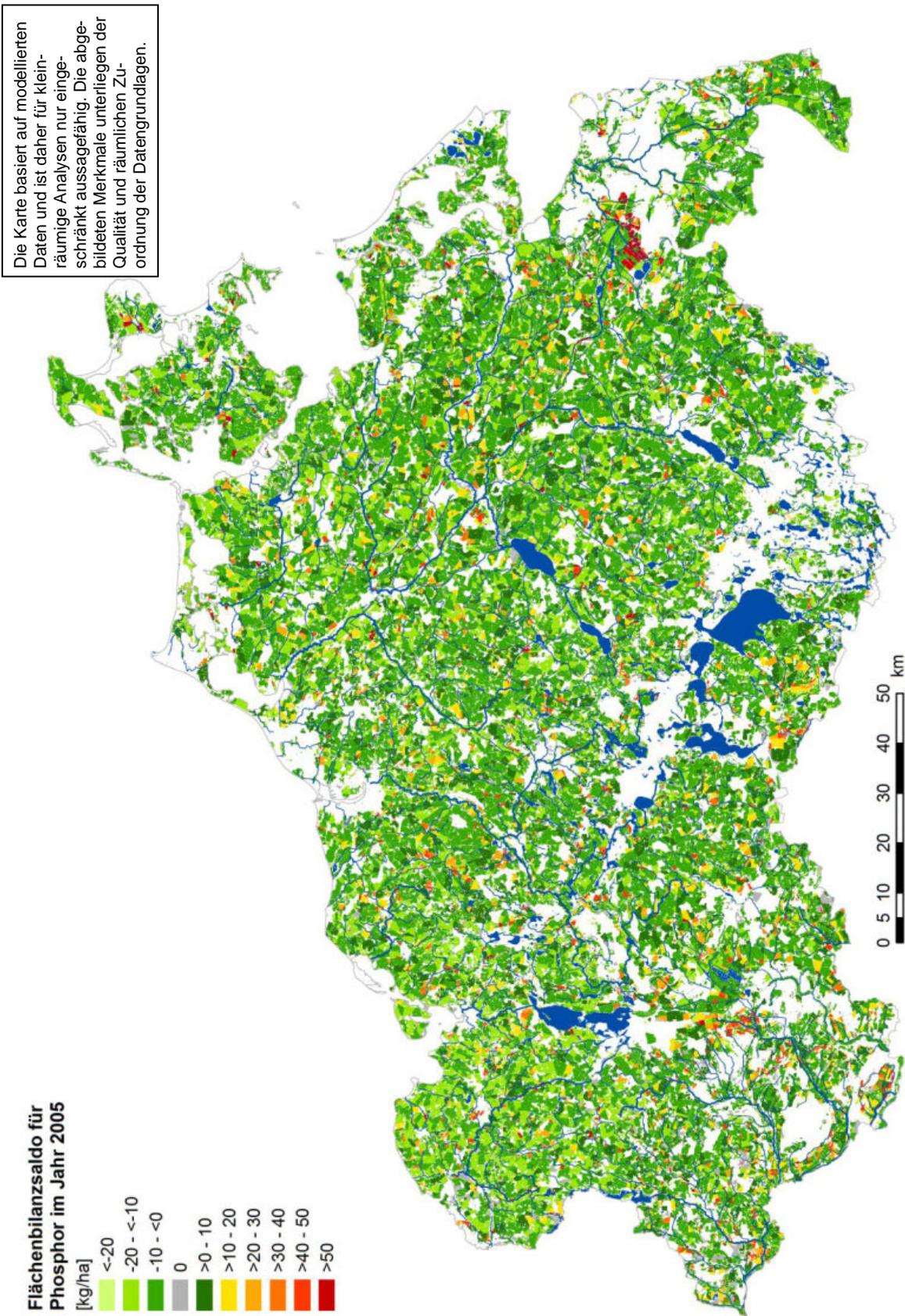


Abbildung A II-37: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2005

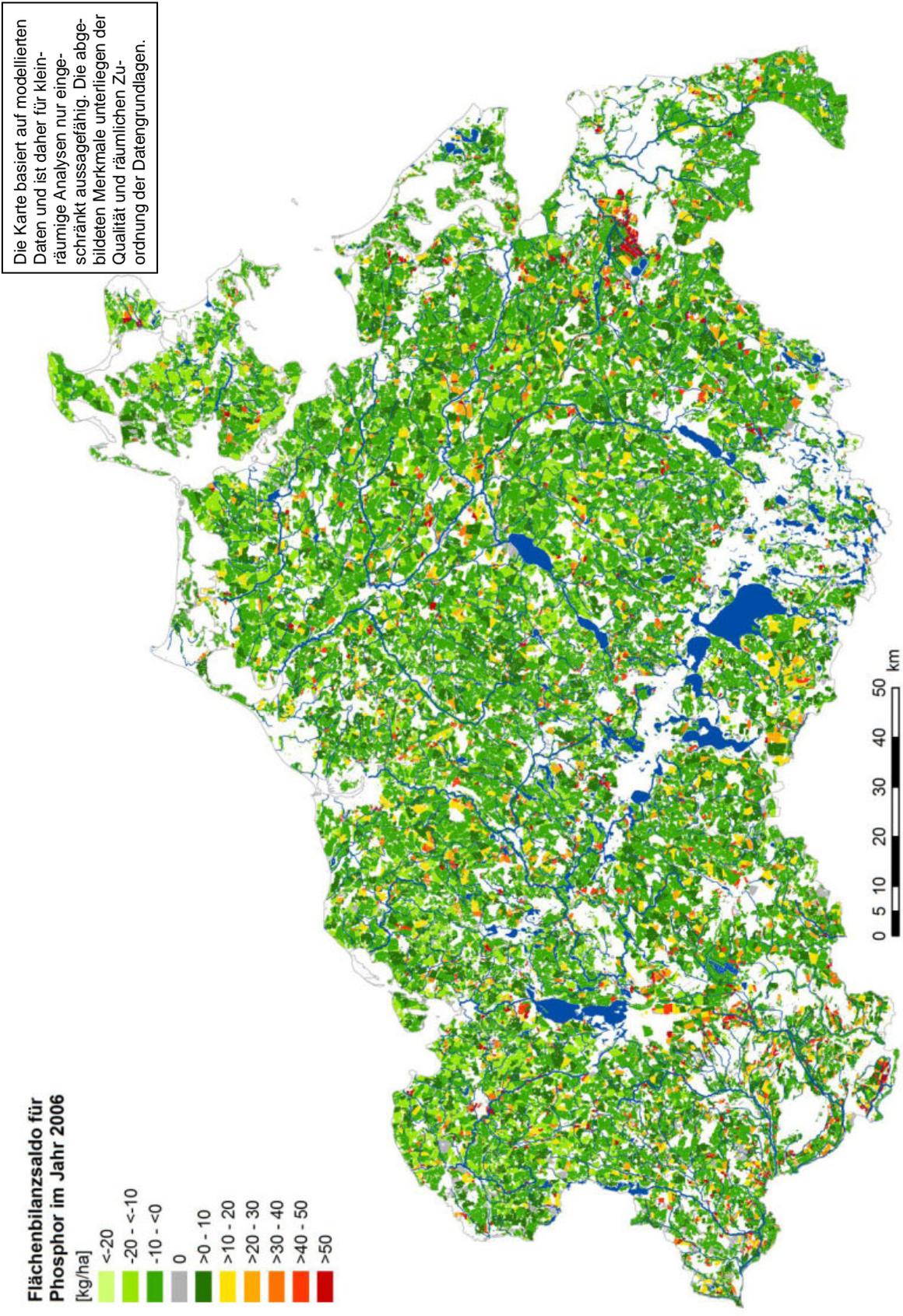


Abbildung A II-38: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2006

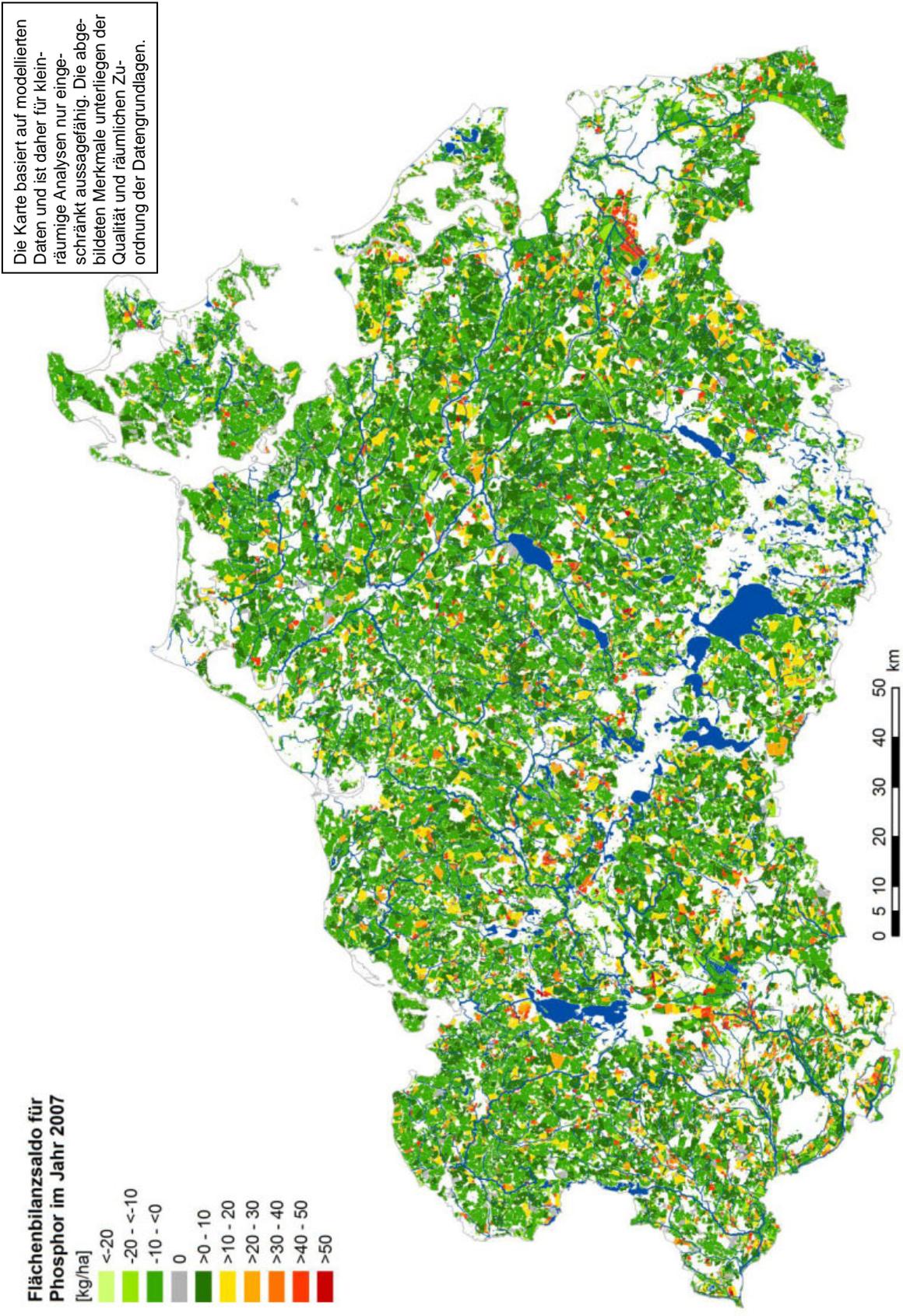


Abbildung A II-39: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007

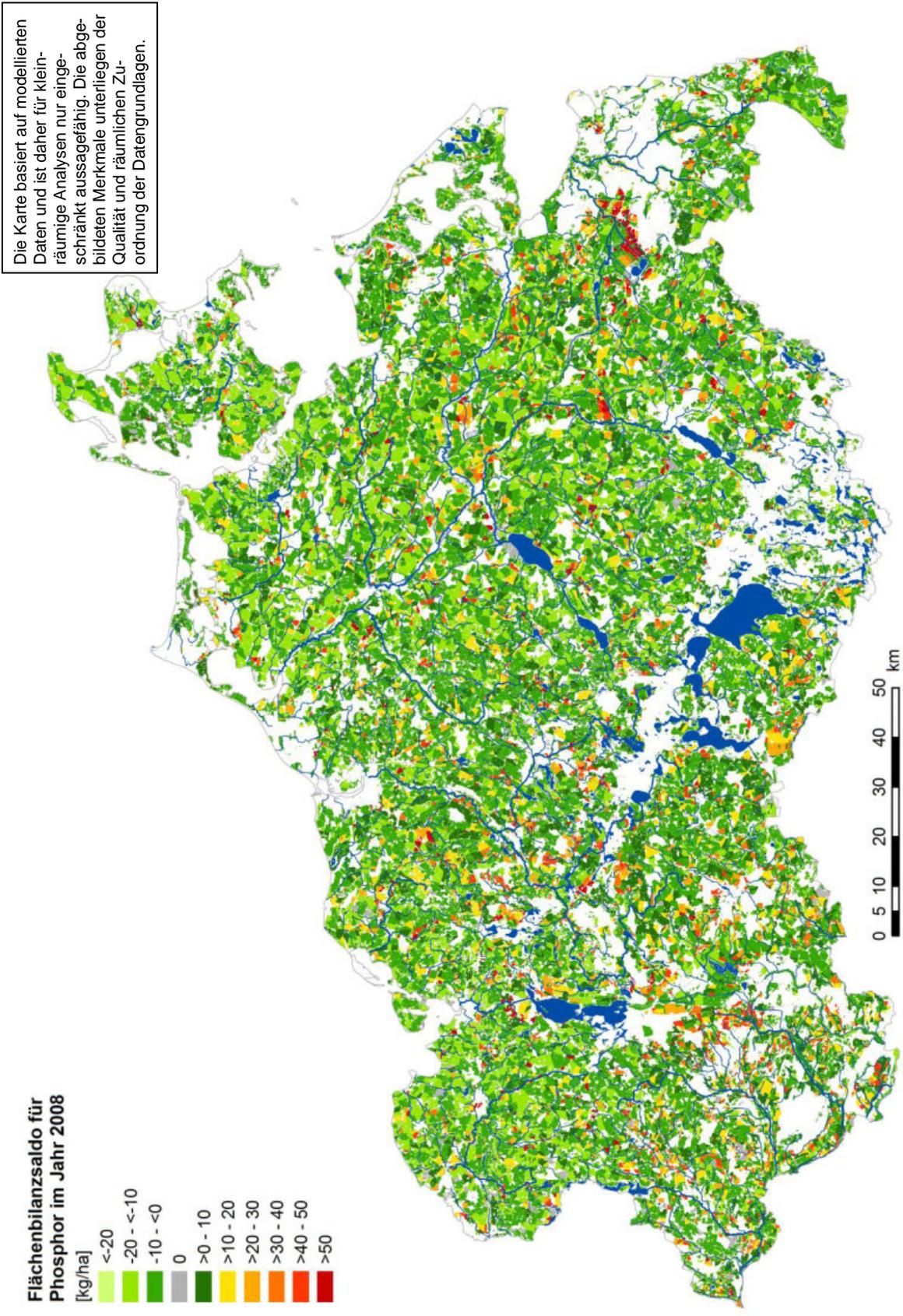


Abbildung A II-40: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2008

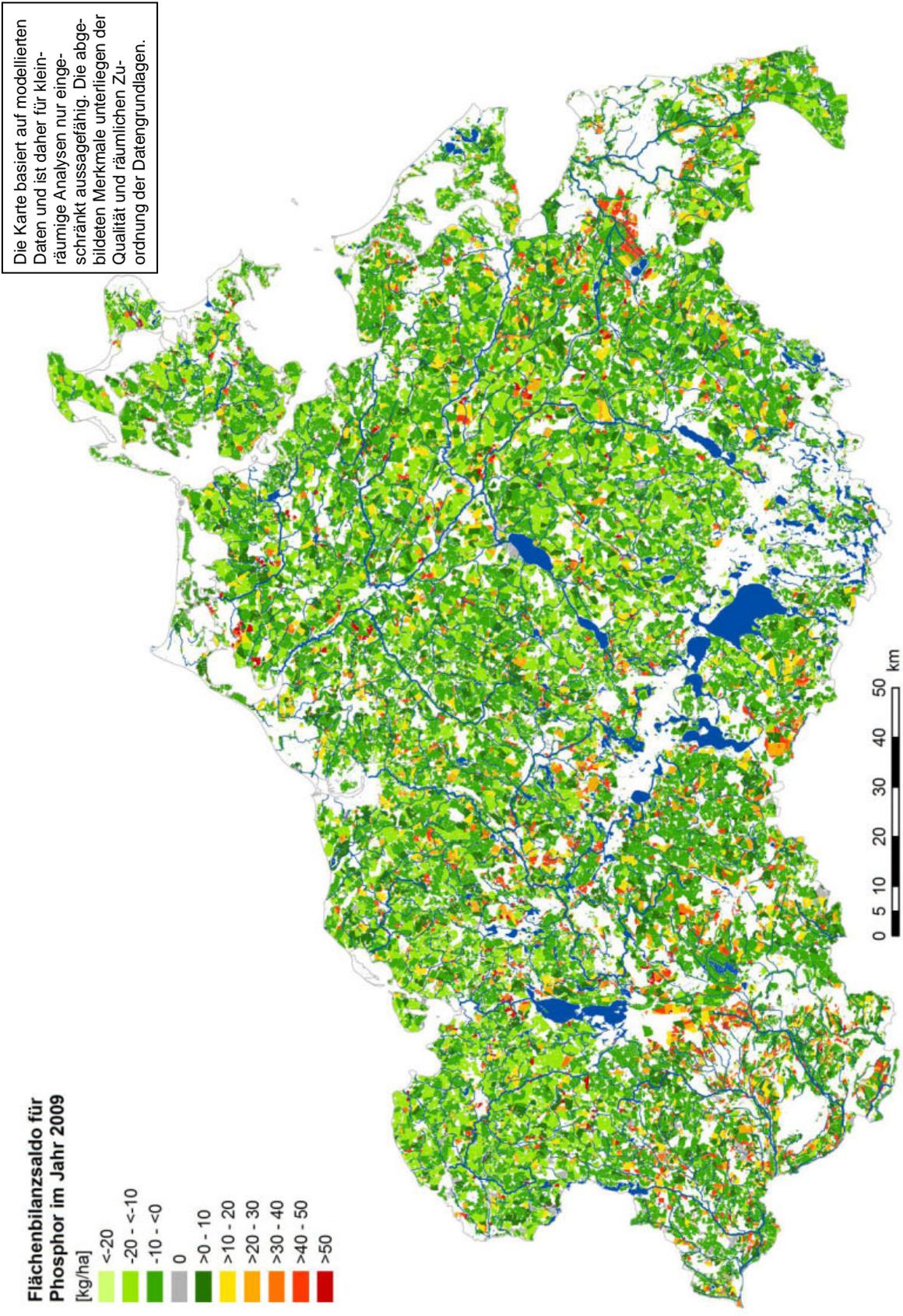


Abbildung A II-41: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2009

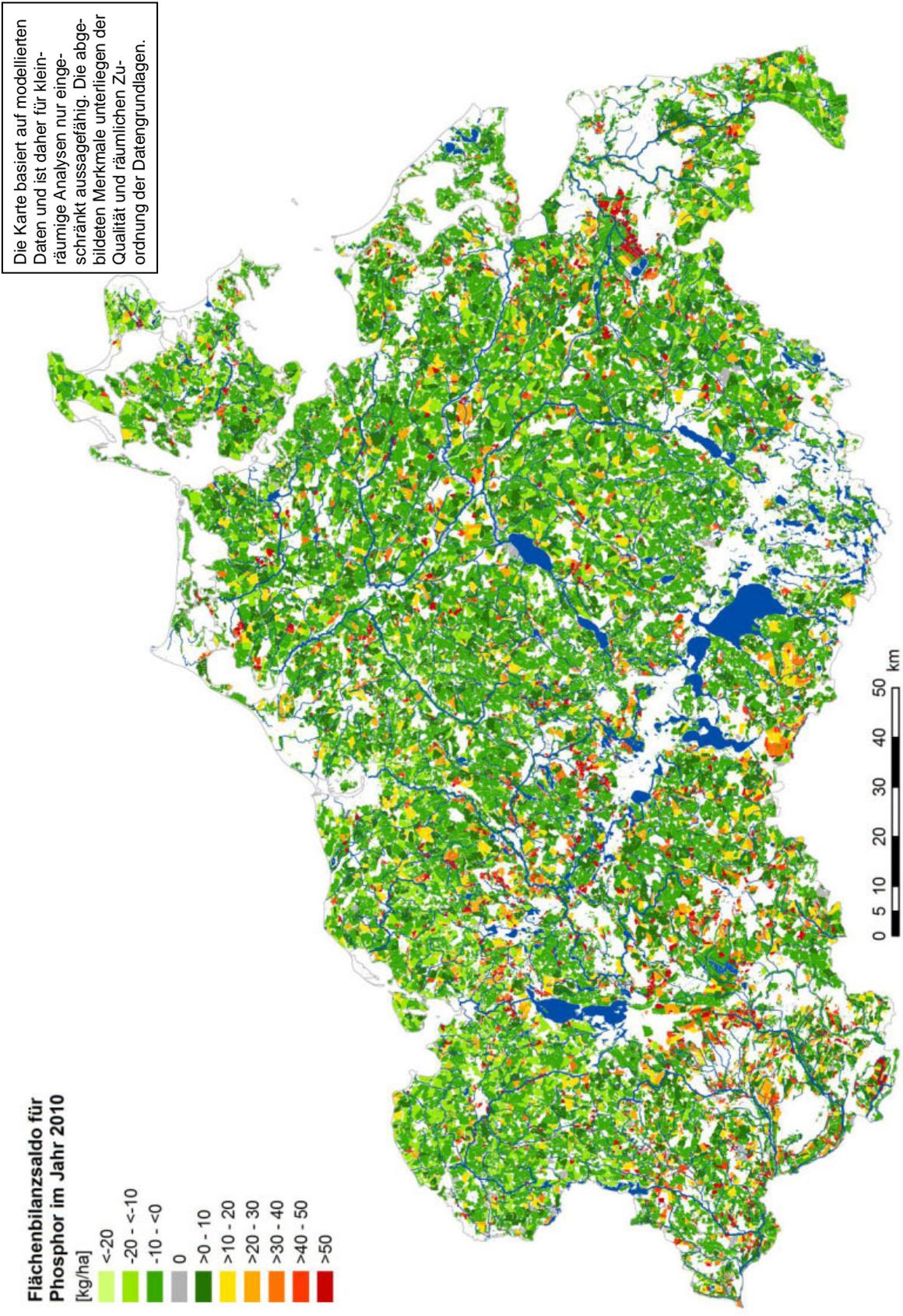


Abbildung A II-42: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2010

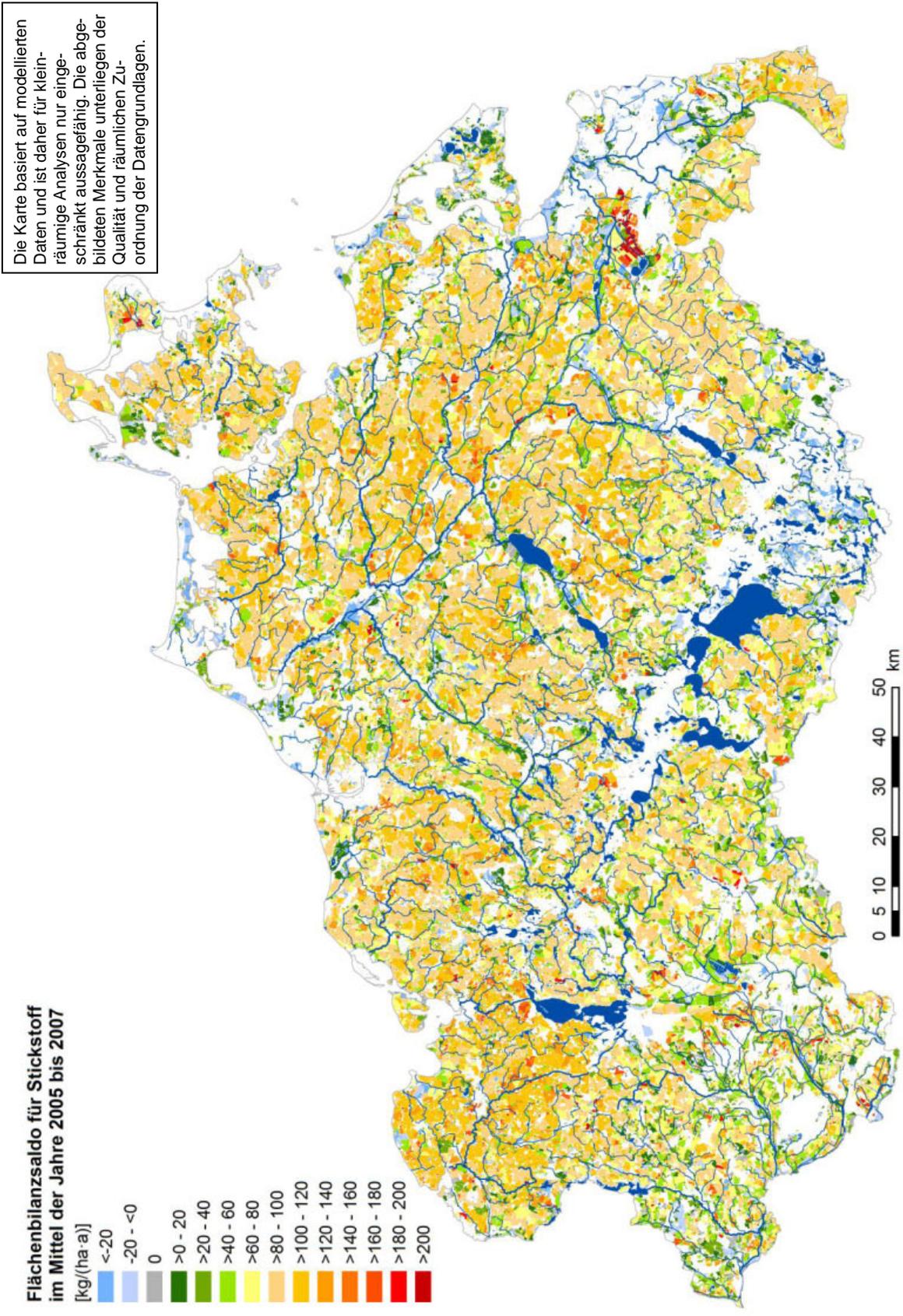


Abbildung All-43: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2007

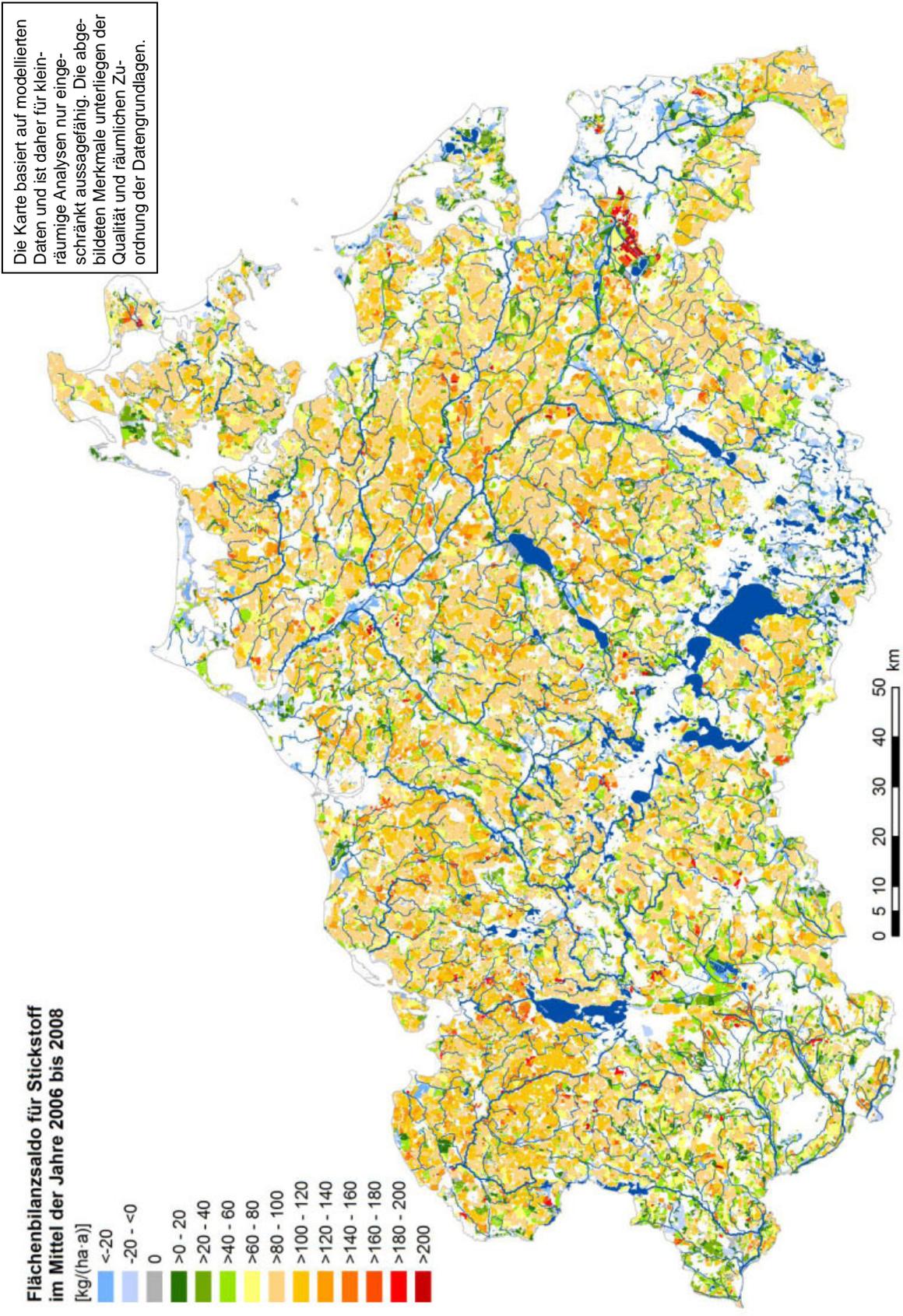


Abbildung All-44: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2006 bis 2008

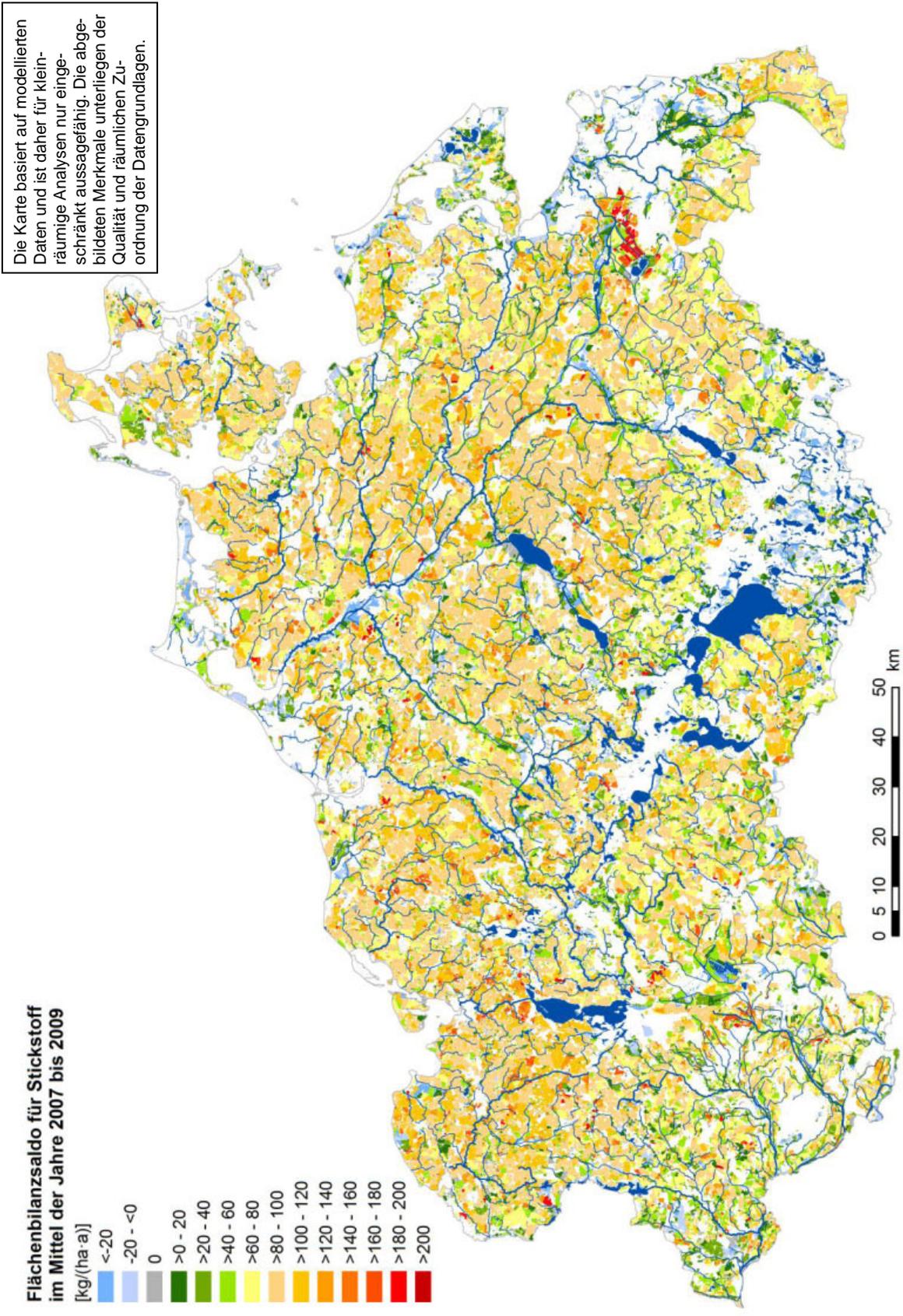


Abbildung All-45: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2007 bis 2009

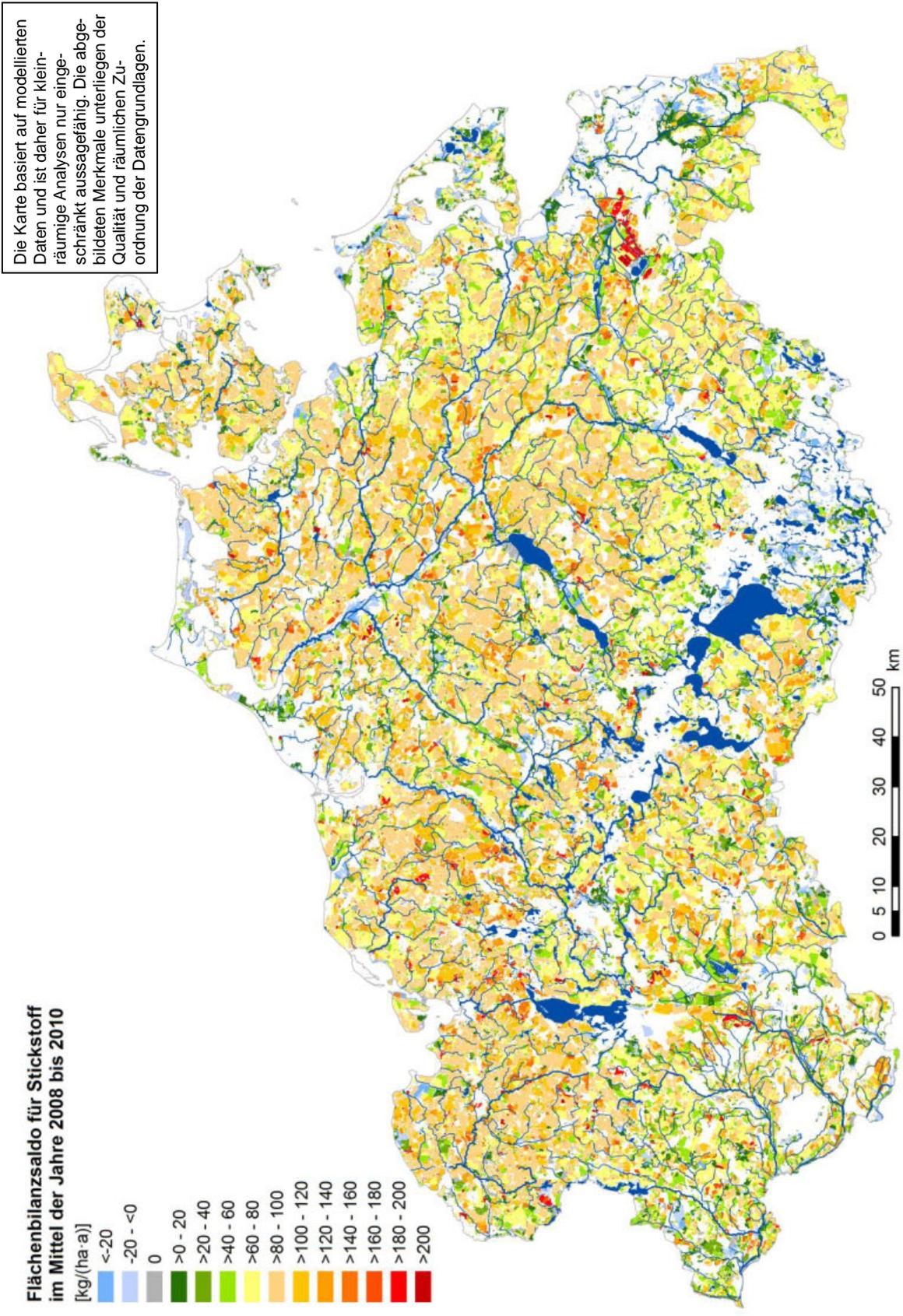


Abbildung All-46: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2008 bis 2010

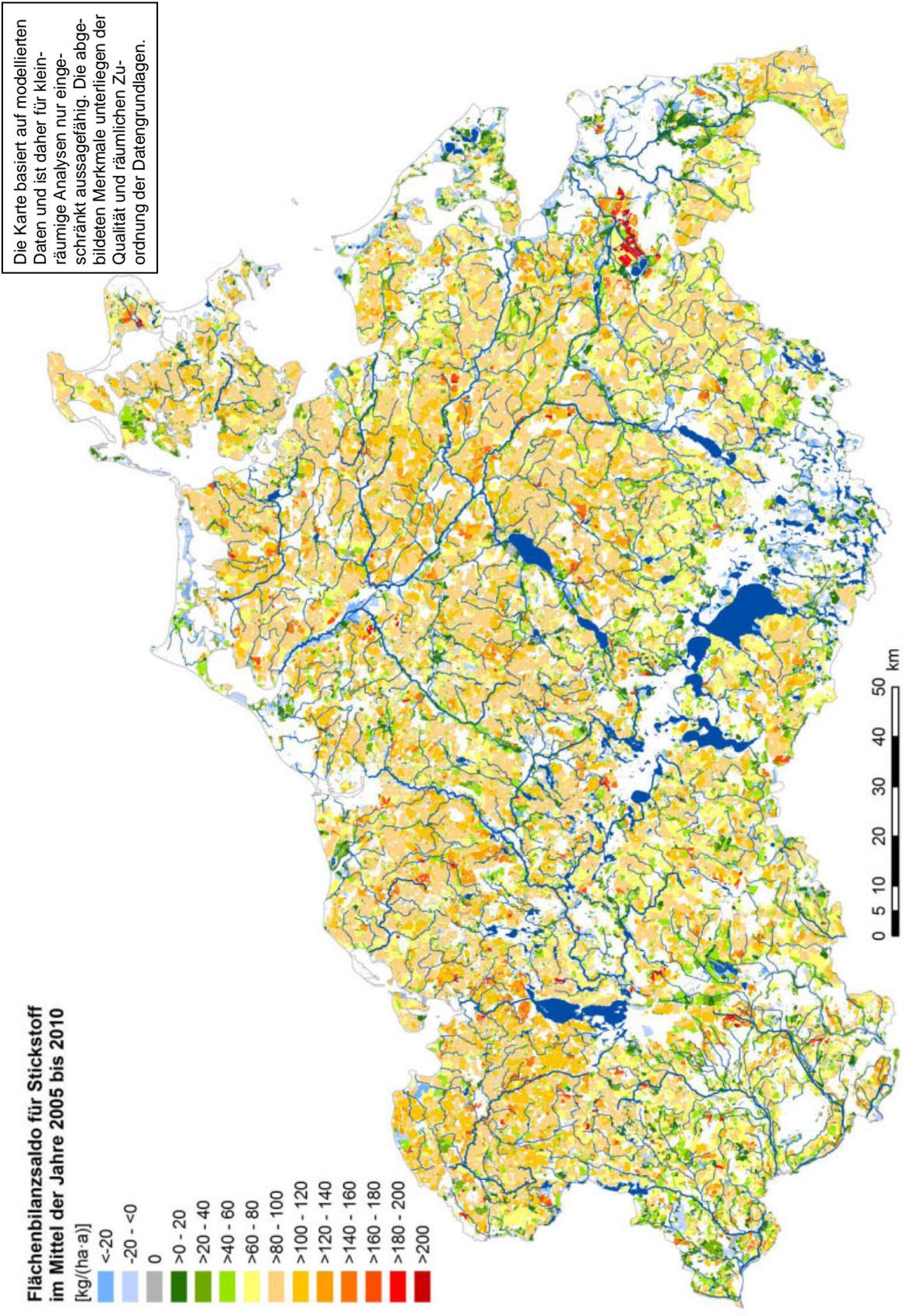


Abbildung All-47: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2010

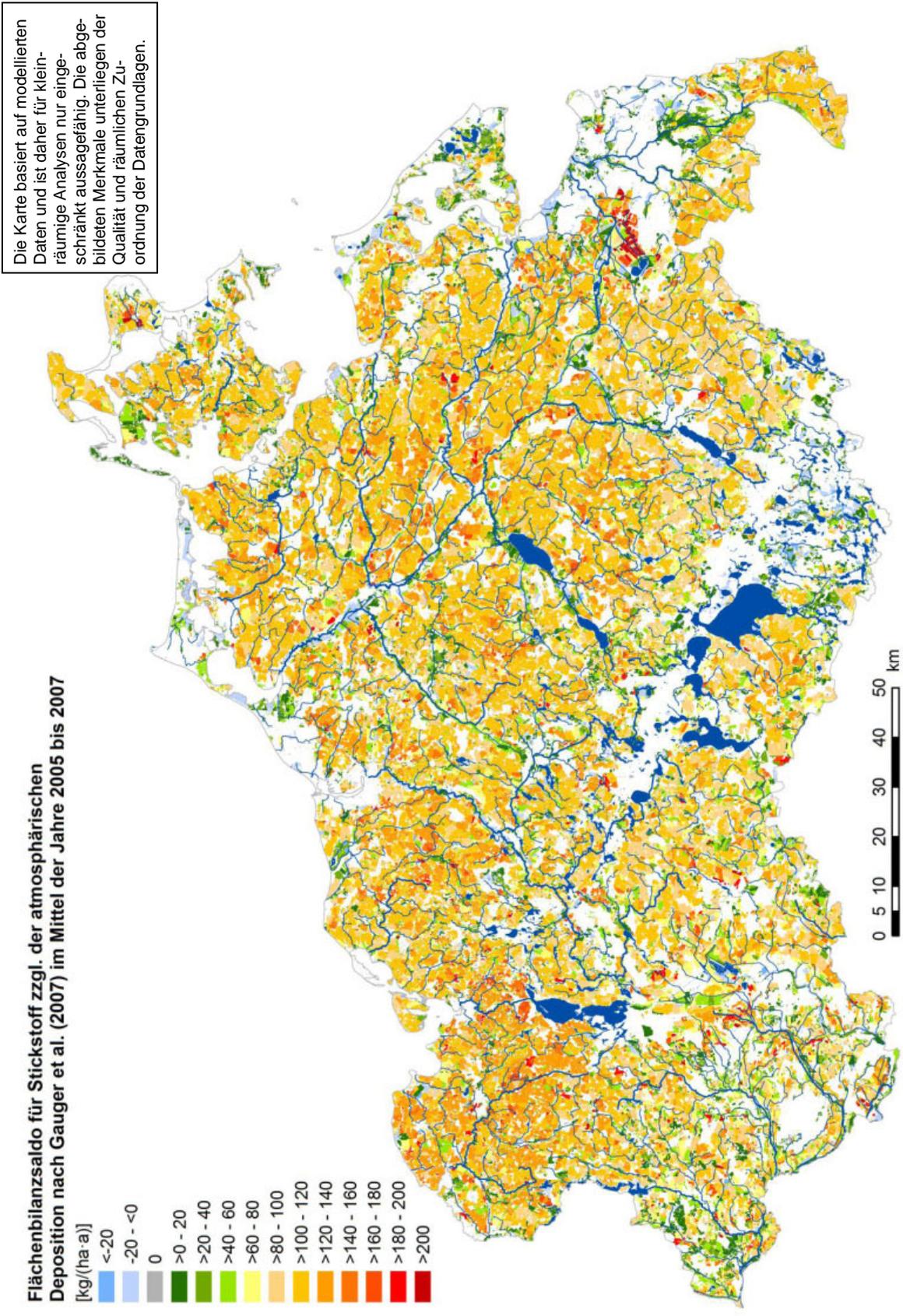


Abbildung All-48: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach GAUGER et al. (2007) in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2007

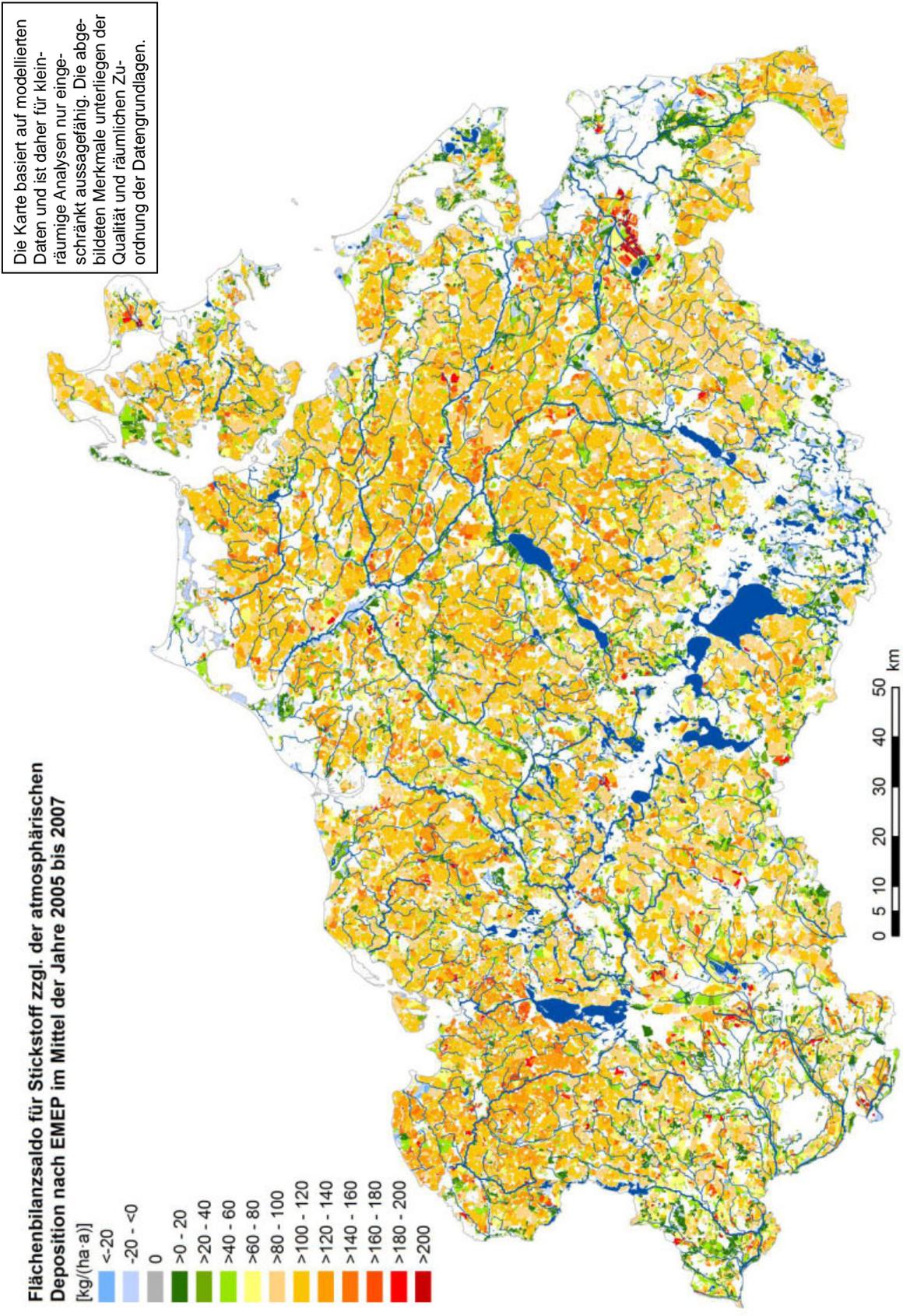


Abbildung All-49: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2007

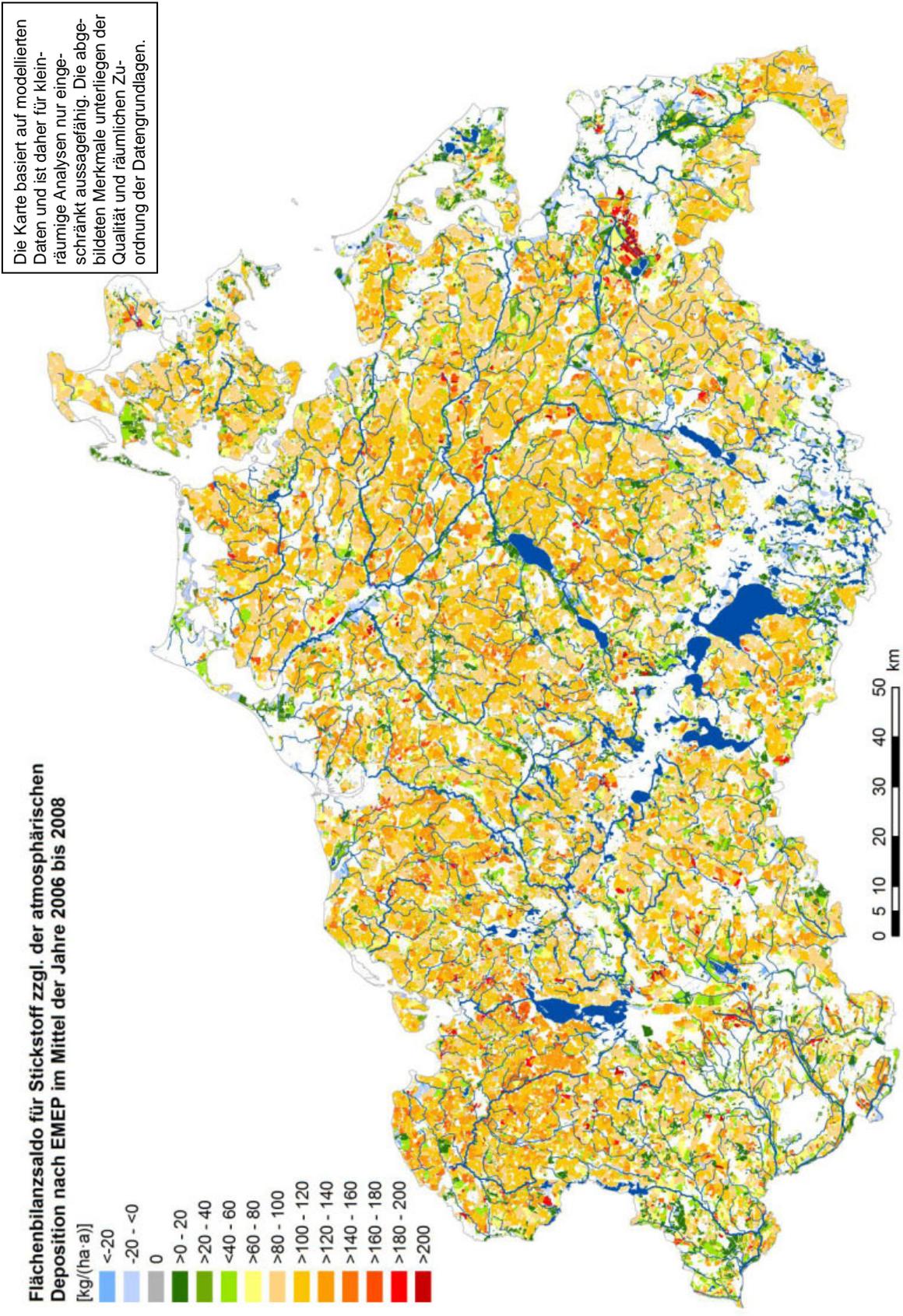


Abbildung AII-50: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2006 bis 2008

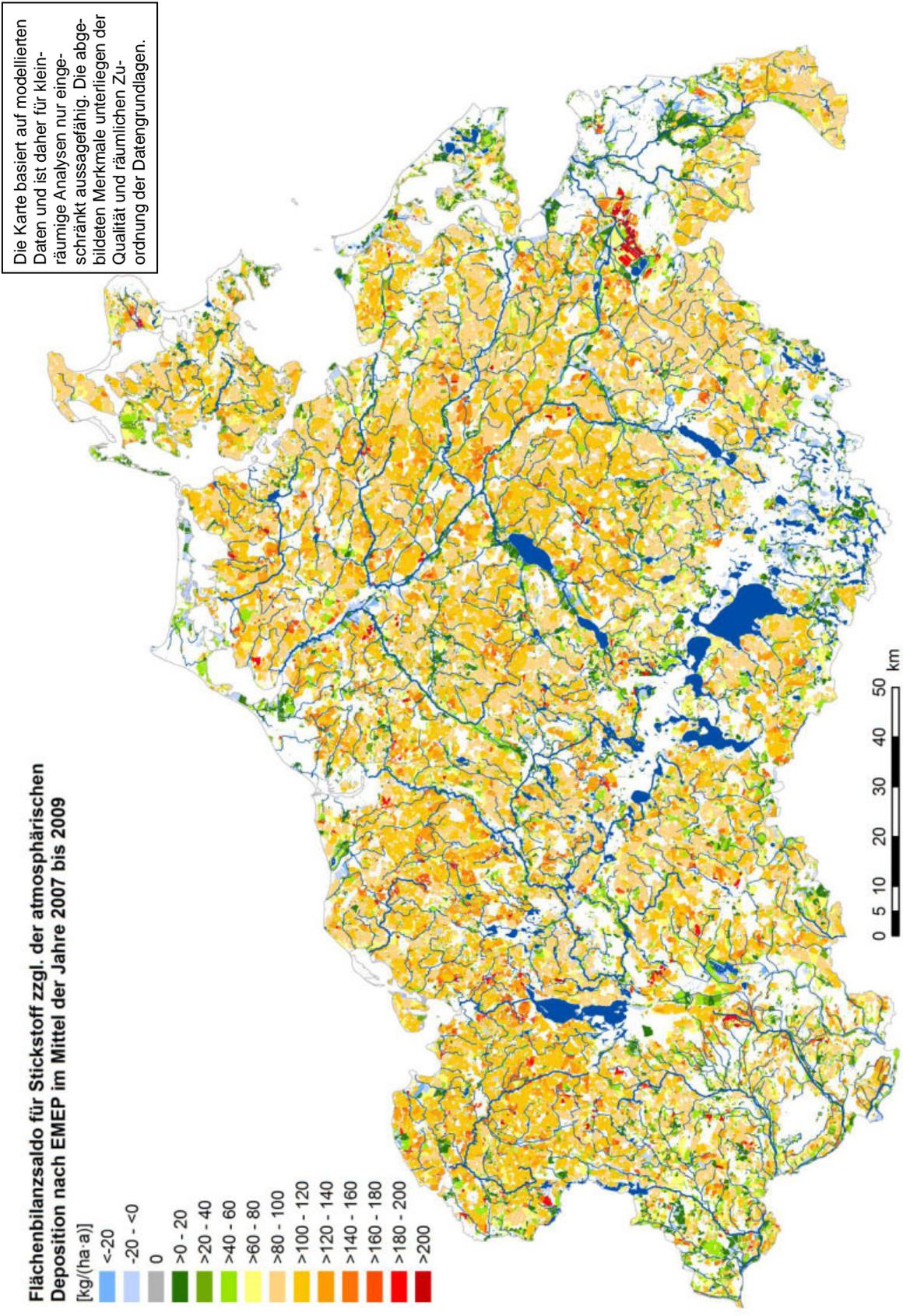


Abbildung All-51: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2007 bis 2009

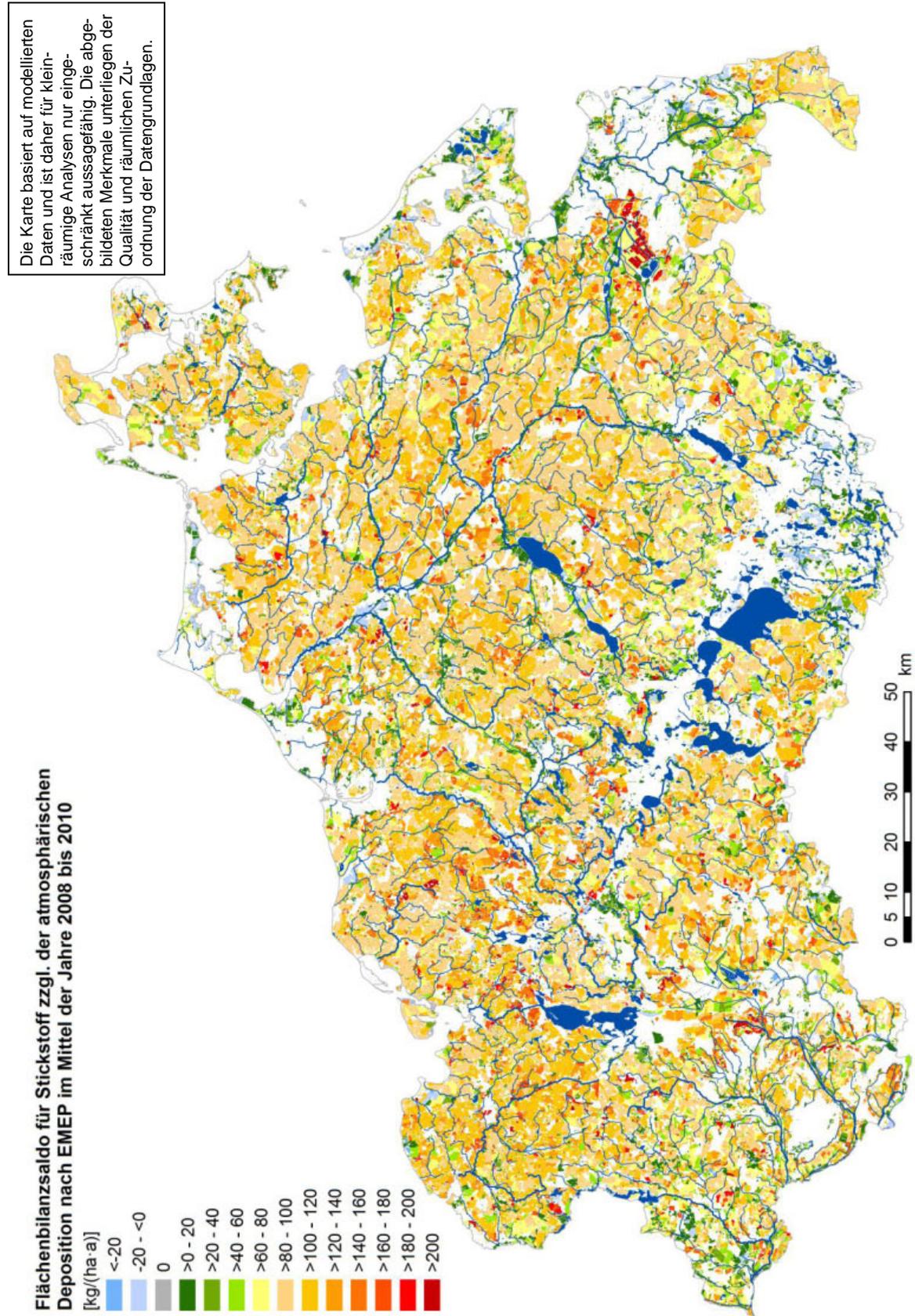


Abbildung All-52: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Stickstoff zzgl. der atmosphärischen Deposition nach EMEP in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2008 bis 2010

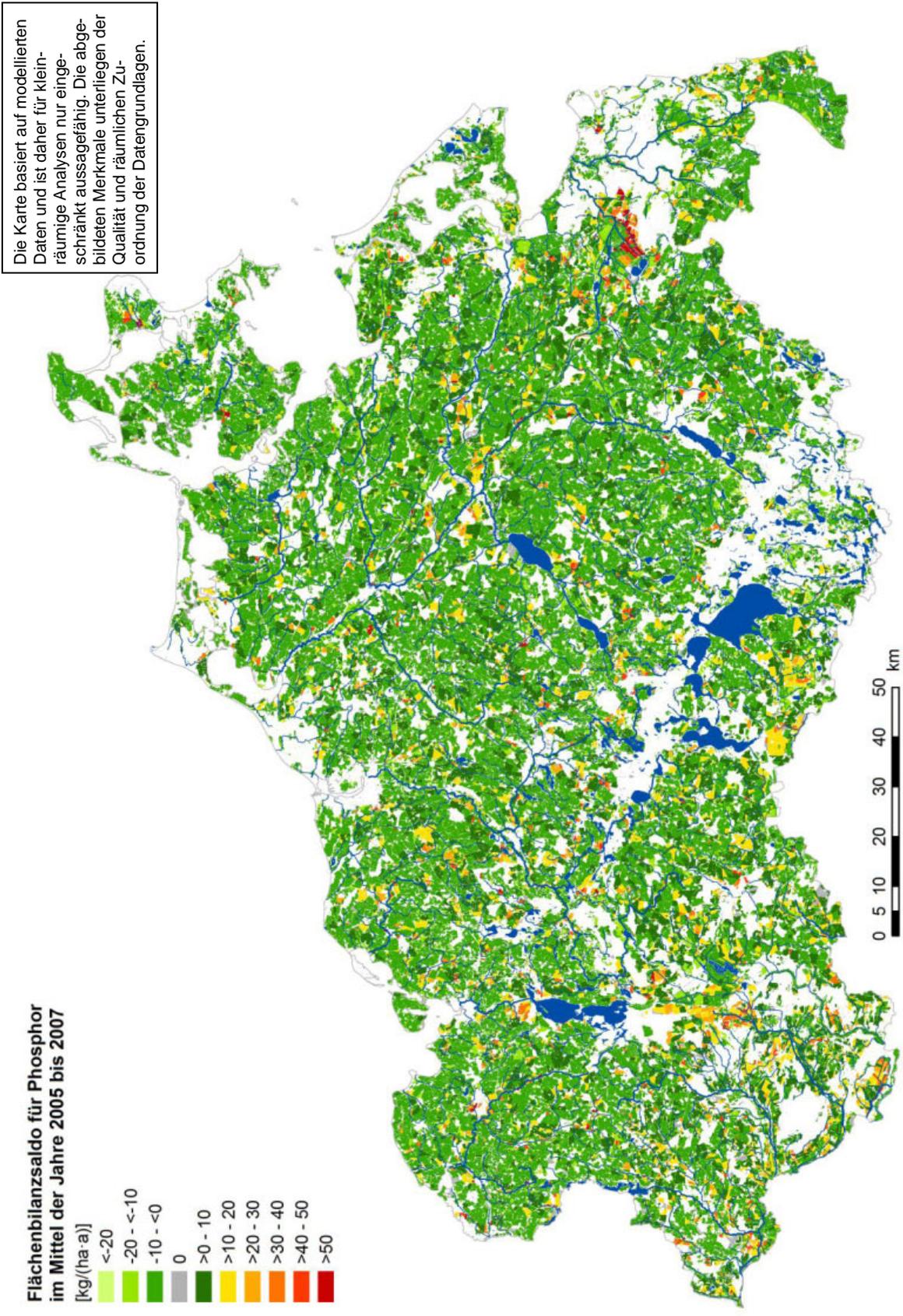


Abbildung All-53: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2007

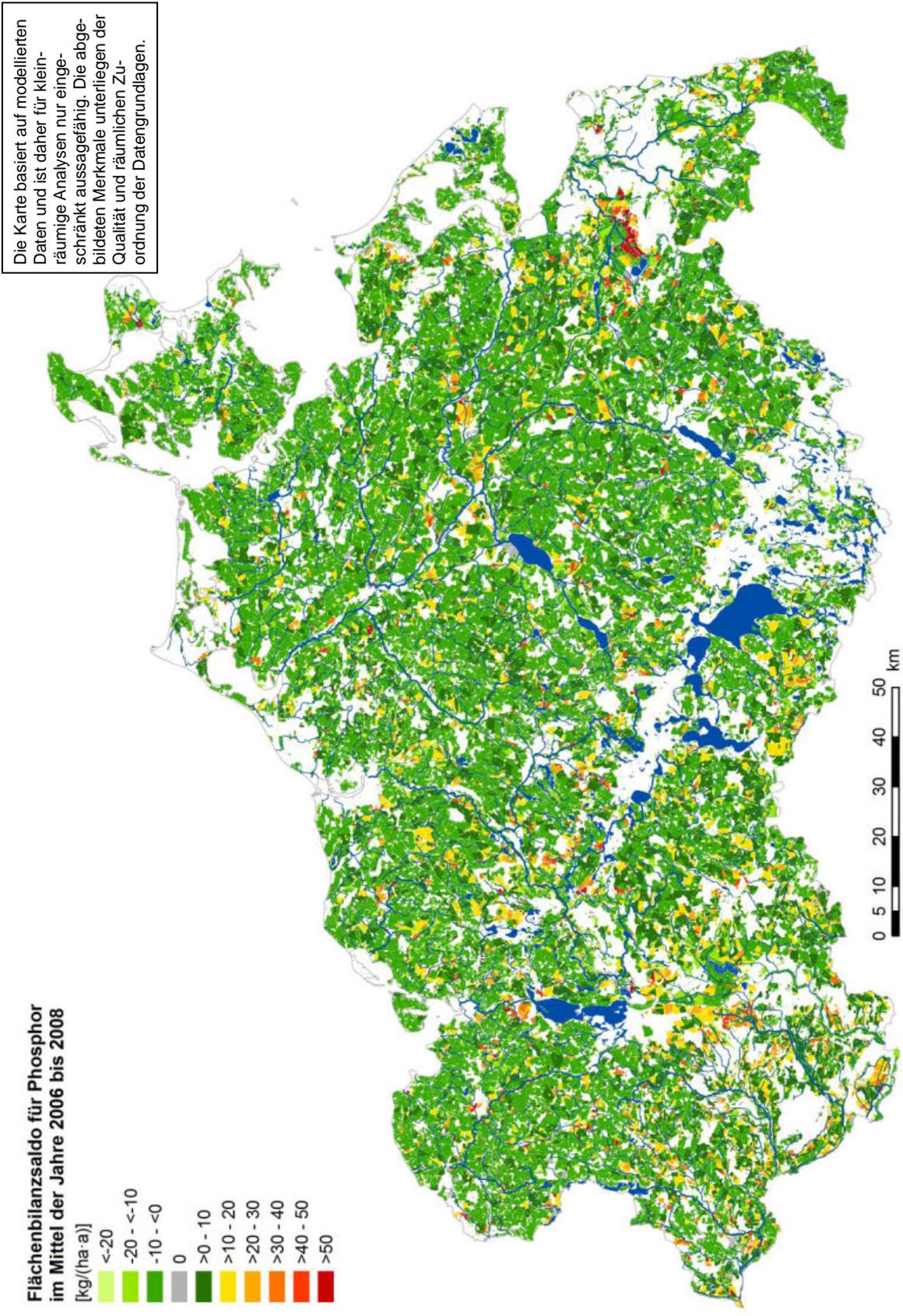


Abbildung All-54: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2006 bis 2008

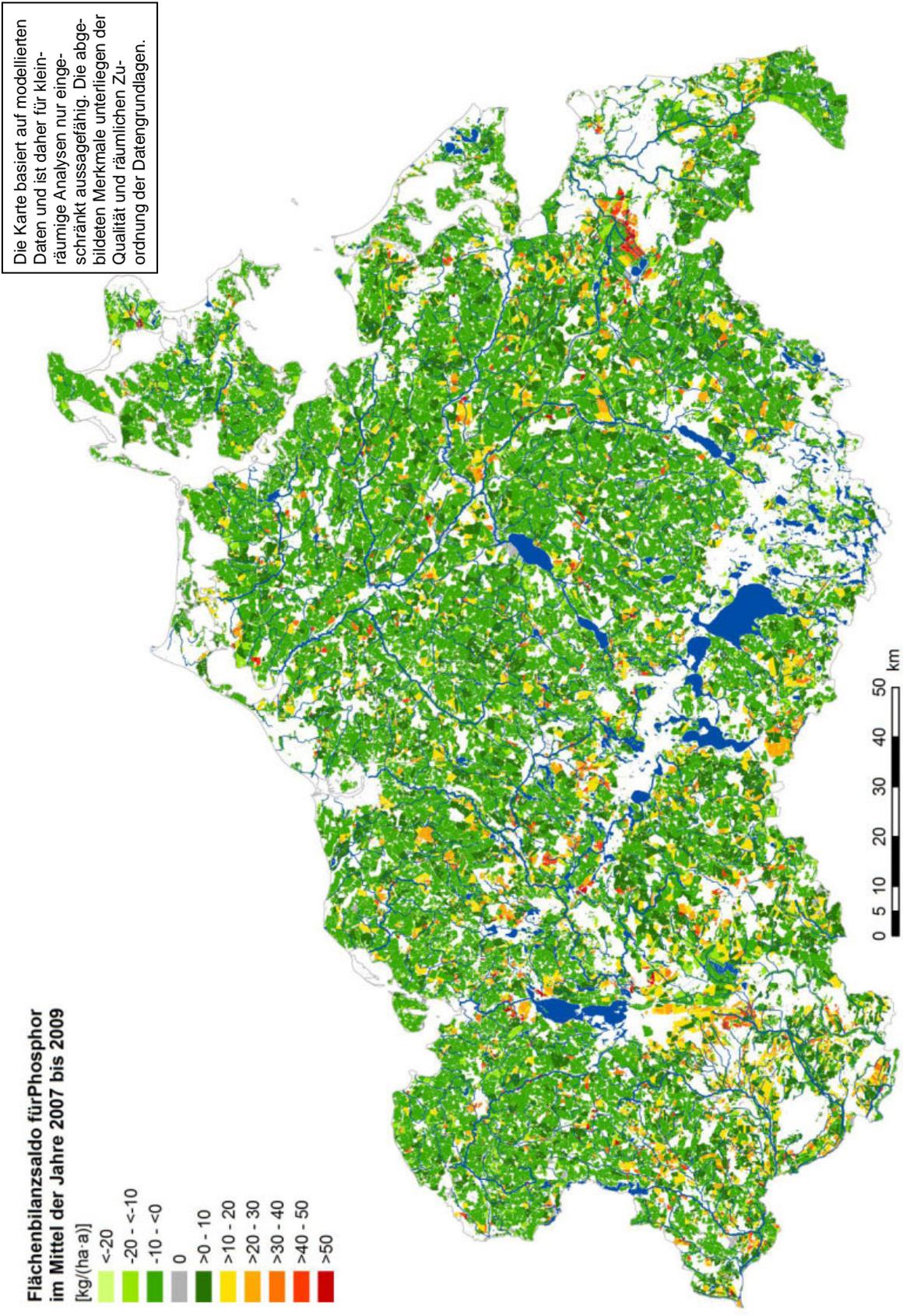


Abbildung All-55: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2007 bis 2009

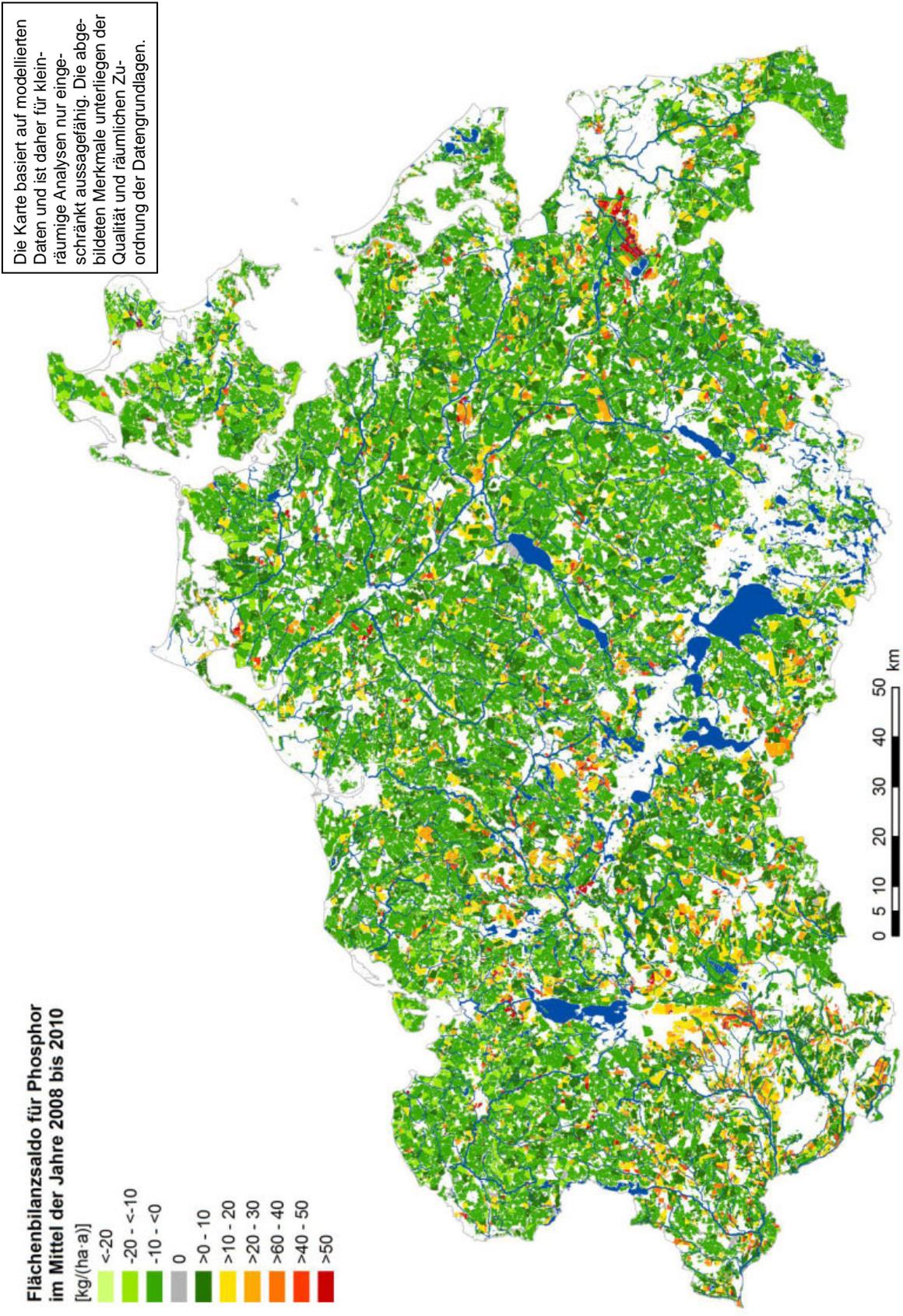


Abbildung All-56: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2008 bis 2010

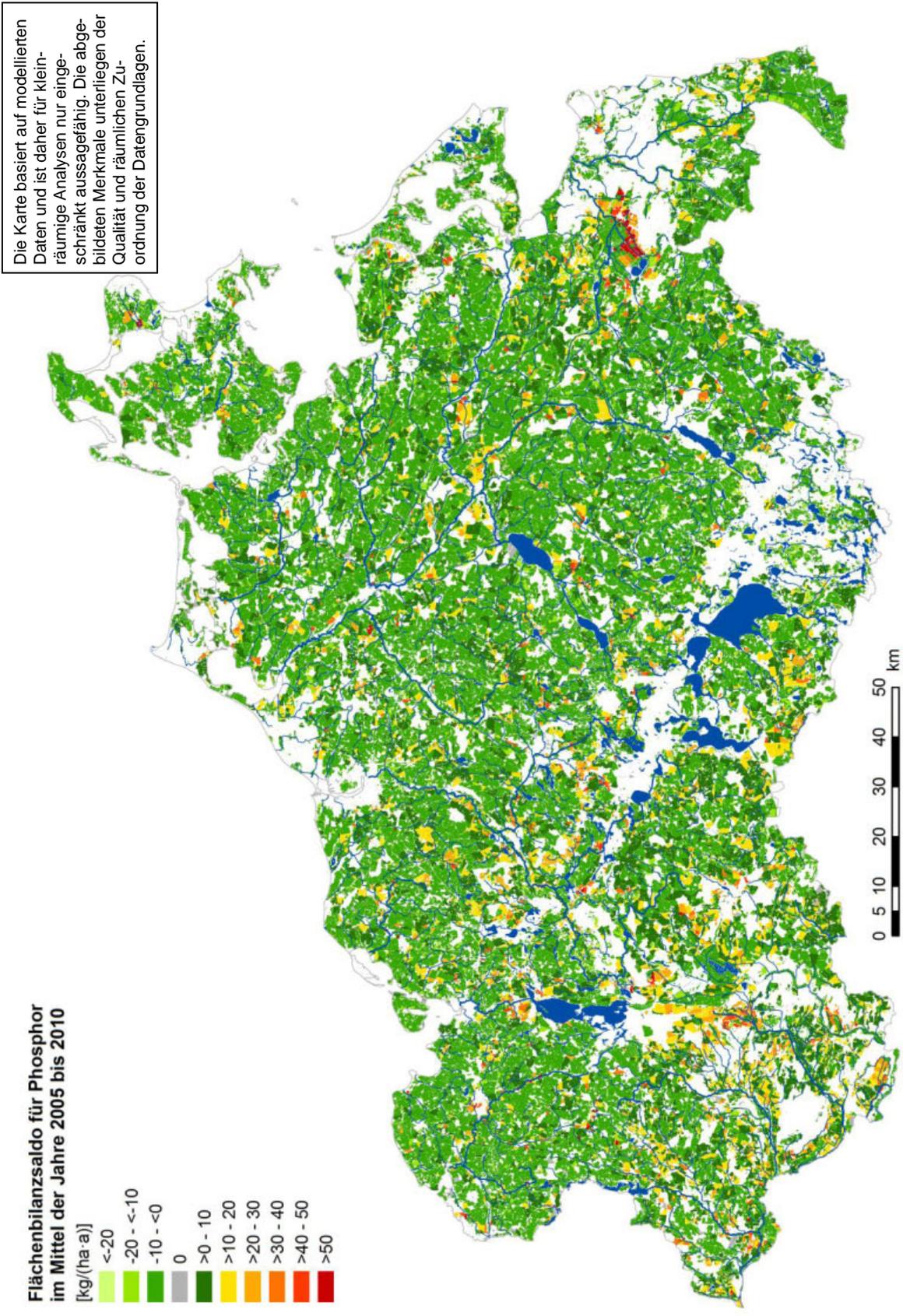


Abbildung All-57: Berechneter Flächenbilanzsaldo auf Feldblockebene für Phosphor in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel der Jahre 2005 bis 2010

Anhang III: Berechnungsbeispiele

- | | | |
|----|---|-----|
| 1. | Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventionellem Winterweizenanbau | 177 |
| 2. | Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventionellem Winterweizen- und Haferanbau sowie ökologischem Winterweizenanbau | 182 |
| 3. | Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventioneller, ökologischer sowie unter Naturschutzaufgaben stehender Mähweidennutzung | 190 |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

Tabelle A III-1: Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventionellem Winterweizenanbau

| Feldblockeigenschaften | |
|------------------------|---------------------|
| ID | anonym |
| Jahr | 2005 |
| Landkreis | Nordwestmecklenburg |
| Feldblockfläche | 6,54 ha (FF) |
| Nutzfläche | 6,35 ha (NF) |
| Ackerzahl | 47 |
| Parzellenanzahl | 2 |
| Unternehmeranzahl | 1 |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 55,52 kg; 9,69 kg/ha | 11,30 kg; 1,97 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 97,41 kg; 17 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 78,96 kg; 13,78 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | 260,88 kg/ha, 1494,87 kg | 15,68 kg/ha; 89,84 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 1099,1 kg; 191,81 kg/ha | 182,32 kg; 31,82 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | 451,3 kg; 78,76 kg/ha | -81,17 kg; -14,17 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | 95,76 kg/ha; 548,72 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | 92,54 kg/ha; 530,27 kg | - |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 6,0 kg; 9,69 kg/ha | 1,22 kg; 1,97 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 10,54 kg; 17 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 8,54 kg; 13,78 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|--|---|---|
| mineralische Düngung | 260,88 kg/ha; 161,75 kg | 15,68 kg/ha; 9,72 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 118,92 kg; 191,81 kg/ha | 19,73 kg; 31,82 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | 48,83 kg; 78,76 kg/ha | -8,78 kg; -14,17 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | 95,76 kg/ha; 548,72 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | 92,54 kg/ha; 530,27 kg | - |

| Berechnungszwischenergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | =55,52 kg+ 6,0 kg= 61,52 kg; 9,69 kg/ha | =11,30 kg+ 1,22 kg= 12,52 kg; 1,97 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | =97,41 kg+ 10,54 kg= 107,95 kg; 17 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | =78,96 kg+8,54 kg= 87,50 kg; 13,78 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | =1494,87 kg+ 161,75 kg= 1656,62 kg, 260,89 kg/ha | =89,84 kg+ 9,72 kg= 99,56 kg; 15,68 kg/ha |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =1099,1 kg +118,92 kg = 1218,00 kg; 191,81 kg/ha | =182,32 kg+ 19,73 kg= 202,04 kg; 31,82 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =61,52 kg+ 1656,62 kg- 1218,00 kg = 500,14 kg; 78,76 kg/ha | =12,52 kg+ 99,56 kg- 202,04 kg = -89,96 kg; -14,17 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | =500,14 kg+ 97,41 kg+ 10,54 kg = 608,09 kg; 95,76 kg/ha | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungszwischenergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|--|---|---------------|
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =500,14 kg+ 78,96 kg+ 8,54 kg =587,64 kg; 92,54 kg/ha | - |

| Berechnungsergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (FF) | Phosphor (FF) |
|--|---|--|
| Nährstoffbilanzsaldo | =500,14 kg/ 6,54 ha= 76,52 kg/ha | =-89,96 kg/ 6,54 ha= -13,76 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | =76,52 kg/ha+ 17 kg/ha= 93,52 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =76,52 kg/ha+ 13,78 kg/ha= 90,30 kg/ha | - |

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 1 |
|---|---|
| Nutzfläche | 5,73 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Winterweizen |
| Nutzungsart | konventionell |
| Anbauertragsfaktor | 1 |
| Jahresertrag | 83,4 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 80,97 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1,09 |
| nutzungsartenabhängiger Ertragsfaktor | 1 |
| ackerzahlen- und nutzungs-differenzierter Jahresertrag | =1,09*1*83,4 dt/ha= 90,91 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungs-differenzierter Durchschnittsertrag | =1,09*1*80,97 dt/ha= 88,25 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 2,11 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,35 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | 3 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | 0,2 kg/dt |
| ertragsabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/dt |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/ha |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 55,52 kg; 9,69 kg/ha | 11,30 kg; 1,97 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,4 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 97,41 kg; 17 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 78,96 kg; 13,78 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =Düngefaktor*Durchschnittsertrag | |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =3 kg/dt*88,25 dt/ha= 264,76 kg/ha; 1517,08 kg | =0,2 kg/dt*88,25 dt/ha= 17,65 kg/ha; 101,14 kg |
| mineralische Düngung | =Gesamtnährstoffzufuhr-(organische Wirtschaftsdüngerzufuhr*Anrechnungsfaktor) | |
| mineralische Düngung | =264,76 kg/ha- (0,4*9,69 kg/ha)= 260,88 kg/ha, 1494,87 kg | =17,65 kg/ha-1,97 kg/ha= 15,68 kg/ha; 89,84 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =90,91 dt/ha*2,11 kg/dt* 5,73 ha= 1099,1 kg; 191,81 kg/ha | =90,91 dt/ha*0,35 kg/dt* 5,73 ha= 182,32 kg; 31,82 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =55,52 kg+1494,87 kg- 1099,1 kg= 451,3 kg; 78,76 kg/ha | =11,3 kg+89,84 kg- 182,32 kg= -81,17 kg; -14,17 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | =78,76 kg/ha+17 kg/ha= 95,76 kg/ha; 548,72 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =78,76 kg/ha+13,78 kg/ha= 92,54 kg/ha; 530,27 kg | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 2 |
|---|---|
| Nutzfläche | 0,62 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Winterweizen |
| Nutzungsart | konventionell |
| Anbauertragsfaktor | 1 |
| Jahresertrag | 83,4 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 80,97 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1,09 |
| nutzungsartenabhängiger Ertragsfaktor | 1 |
| ackerzahlen- und nutzungsartdifferenzierter Jahresertrag | =1,09*1*83,4 dt/ha= 90,91 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsartdifferenzierter Durchschnittsertrag | =1,09*1*80,97 dt/ha= 88,25 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 2,11 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,35 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | 3 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | 0,2 kg/dt |
| ertragsabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/dt |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/ha |

| Berechnung der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 6,0 kg; 9,69 kg/ha | 1,22 kg; 1,97 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,4 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 10,54 kg; 17 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 8,54 kg; 13,78 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =Düngefaktor*Durchschnittsertrag | |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =3 kg/dt*88,25 dt/ha= 264,76 kg/ha; 164,15 kg | =0,2 kg/dt*88,25 dt/ha= 17,65 kg/ha; 10,94 kg |
| mineralische Düngung | =Gesamtnährstoffzufuhr-(organische Wirtschaftsdüngerzufuhr*Anrechnungsfaktor) | |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|---|
| mineralische Düngung | =264,76 kg/ha- (0,4*9,69 kg/ha)= 260,88 kg/ha, 161,75 kg | =17,65 kg/ha-1,97 kg/ha= 15,68 kg/ha; 9,72 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =90,91 dt/ha*2,11 kg/dt* 0,62 ha= 118,92 kg ; 191,81 kg/ha | =90,91 dt/ha*0,35 kg/dt* 0,62 ha= 19,73 kg ; 31,82 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =6,0 kg+161,75 kg- 118,92 kg= 48,83 kg ; 78,76 kg/ha | =1,22 kg+9,72 kg-19,73 kg= -8,78 kg ; -14,17 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (Gauger et al. 2007) | =78,76 kg/ha+17 kg/ha= 95,76 kg/ha ; 548,72 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =78,76 kg/ha+13,78 kg/ha= 92,54 kg/ha ; 530,27 kg | - |

Tabelle A III-2: Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventionellem Winterweizen- und Haferanbau sowie ökologischem Winterweizenanbau

| Feldblockeigenschaften | |
|------------------------|---------------|
| Feldblock ID | anonym |
| Jahr | 2005 |
| Landkreis | Rügen |
| Feldblockfläche | 83,17 ha (FF) |
| Nutzfläche | 81,97 ha (NF) |
| Ackerzahl | 47 |
| Parzellenanzahl | 3 |
| Unternehmeranzahl | 2 |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|--|---|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 269,09 kg ; 8,05 kg/ha | 65,95 kg ; 1,97 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 467,74 kg ; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 286,99 kg ; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 2508,05 kg ; 75,07 kg/ha | 484,98 kg ; 14,52 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | -2238,96 kg ; -67,02 kg/ha | -419,03 kg ; -12,54 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | -1771,23 kg ; -53,02 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | -1951,97 kg ; -58,43 kg/ha | |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 0 kg ; 0 kg/ha | 0 kg ; 0 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 665,84 kg ; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 408,54 kg ; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | 260,62 kg/ha; 12395,04 kg | 17,38 kg/ha; 826,34 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 8324,07 kg ; 175,02 kg/ha | 1380,77 kg ; 29,03 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | 4070,97 kg ; 85,60 kg/ha | -554,43kg ; -11,66 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | 4736,82 kg ; 99,60 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | 4479,52 kg ; 94,19 kg/ha | - |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 3 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 0 kg ; 0 kg/ha | 0 kg ; 0 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 14 kg ; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 8,59 kg ; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | 164,77 kg/ha; 164,77 kg | 17,15 kg/ha; 17,15 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 120,77 kg ; 120,77 kg/ha | 25,62 kg ; 25,62 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | 44,00 kg ; 44 kg/ha | -8,47 kg ; -8,47 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | 58,00 kg ; 58,00 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | 52,59 kg ; 52,59 kg/ha | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungszwischenergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | =269,09 kg+ 0 kg+0 kg= 269,09 kg; 3,28 kg/ha | =65,95 kg+ 0 kg+0 kg= 65,95 kg; 0,81 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | =467,74 kg+ 665,84 kg+ 14 kg= 1147,58 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | =286,99 kg+ 408,54 kg+ 8,59 kg= 704,12 kg; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | =12395,04 kg+ 164,77 kg= 12559,81 kg; 153,22 kg/ha | =826,34 kg+ 17,15 kg= 843,49 kg; 10,29 kg/ha |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =2508,05 kg+ 8324,07 kg+ 120,77 kg= 10952,89 kg; 133,62 kg/ha | =484,98 kg+ 1380,77 kg+ 25,62 kg= 1891,37 kg; 23,07 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =269,09 kg+ 12559,81 kg- 10952,89 kg= 1876,01 kg; 22,89 kg/ha | =65,95 kg+ 843,49 kg- 1891,37 kg= -981,93 kg; -11,98 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =1876,01 kg+ 1147,58 kg= 3023,59 kg; 36,89 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =1876,01 kg+ 704,12 kg= 2580,13 kg; 31,48 kg/ha | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungsergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (FF) | Phosphor (FF) |
|--|--|---|
| Nährstoffbilanzsaldo | =1876,01 kg/ 83,17 ha= 22,56 kg/ha | =-981,93 kg/ 83,17 ha= 11,81 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =22,56 kg/ha+ 14 kg/ha= 36,56 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =22,56 kg/ha+ 8,59 kg/ha= 31,15 kg/ha | - |

| | |
|--|--|
| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 1 |
| Nutzfläche | 33,41 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Winterweizen |
| Nutzungsart | ökologisch |
| Anbauertragsfaktor | 0,5 |
| Jahresertrag | 76,1 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 79,7 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1,09 |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Jahresertrag | =1,09*0,5*76,1 dt/ha= 41,48 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Durchschnittsertrag | =1,09*0,5*79,7 dt/ha= 43,44 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 1,81 kg/dt |
| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 1 |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,35 kg/dt |
| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 1 |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | - |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | - |
| ertragsabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | - |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 269,09 kg ; 8,05 kg/ha | 65,95 kg ; 1,97 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,4 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 467,74 kg ; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 286,99 kg ; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =41,48 dt/ha*1,81 kg/dt* 33,41 ha= 2508,05 kg ; 75,07 kg/ha | =41,48 dt/ha*0,35 kg/dt* 33,41 ha= 484,98 kg ; 14,52 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =269,09 kg-2508,05 kg= -2238,96 kg ; -67,02 kg/ha | =65,95 kg-484,98 kg= -419,03 kg ; -12,54 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =-2238,96 kg+467,74 kg= -1771,23 kg ; -53,02 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =-2238,96 kg+286,99 kg= -1951,97 kg ; -58,43 kg/ha | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 2 |
|--|--|
| Nutzfläche | 47,56 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Winterweizen |
| Nutzungsart | konventionell |
| Anbauertragsfaktor | 1 |
| Jahresertrag | 76,1 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 79,7 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1,09 |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Jahresertrag | =1,09*1*76,1 dt/ha= 82,95 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Durchschnittsertrag | =1,09*79,7 dt/ha= 86,87 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 2,11 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,35 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | 3 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | 0,2 kg/dt |
| ertragsabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | - |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 0 kg; 0 kg/ha | 0 kg; 0 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,4 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 665,84 kg; 14 kg/ha | - |
| Berechnung der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 408,54 kg; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =Düngefaktor*Durchschnittsertrag | |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =3 kg/dt*86,87 dt/ha= 260,62 kg/ha; 12394,61 kg | =0,2 kg/dt*86,87 dt/ha= 17,38 kg/ha; 826,31 kg |
| mineralische Düngung | =Gesamtnährstoffzufuhr-(organische Wirtschaftsdüngerzufuhr*Anrechnungsfaktor) | |
| mineralische Düngung | =260,62 kg/ha- (0,4*0 kg/ha)= 260,62 kg/ha; 12395,04 kg | =17,38 kg/ha- (1*0 kg/ha)= 17,38 kg/ha; 826,34 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =82,95 dt/ha*2,11 kg/dt* 47,56 ha= 8324,07 kg; 175,02 kg/ha | =82,95 dt/ha*0,35 kg/dt* 47,56 ha= 1380,77 kg; 29,03 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =0 kg+12395,04 kg- 8324,07 kg= 4070,97 kg; 85,60 kg/ha | =0 kg+826,34 kg- 1380,77 kg= -554,43kg; -11,66 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =4070,97 kg+665,84 kg= 4736,82 kg; 99,60 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =4070,97 kg+408,54 kg= 4479,52 kg; 94,19 kg/ha | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 3 |
|--|---|
| Nutzfläche | 1,00 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Hafer |
| Nutzungsart | konventionell |
| Anbauertragsfaktor | 1 |
| Jahresertrag | 56,3 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 57,35 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1,3 |
| ackerzahlen- und nutzungsdiff. Jahresertrag | = $1,3 \cdot 1 \cdot 56,3$ dt/ha= 73,19 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsdiff. Jahresertrag | = $1,3 \cdot 1 \cdot 57,35$ dt/ha= 74,56 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 1,65 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,35 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | 2,21 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | 0,23 kg/dt |
| ertragsabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/dt |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 0 kg/ha |

| Berechnung der Parzelle 3 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 0 kg ; 0 kg/ha | 0 kg ; 0 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,6 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 14 kg ; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 8,59 kg ; 8,59 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | - | - |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =Düngefaktor*Durchschnittsertrag | |
| Gesamtnährstoffzufuhr | = $2,21$ kg/dt* $74,56$ dt/ha= 164,77 kg/ha; 164,77 kg | = $0,23$ kg/dt* $74,56$ dt/ha= 17,15 kg/ha; 17,15 kg |
| mineralische Düngung | =Gesamtnährstoffzufuhr-(organische Wirtschaftsdüngerzufuhr*Anrechnungsfaktor) | |
| mineralische Düngung | = $164,77$ kg/ha- ($0,6 \cdot 0$ kg/ha)= 164,77 kg/ha; 164,77 kg | = $17,15$ kg/ha- ($1 \cdot 0$ kg/ha)= 17,15 kg/ha; 17,15 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | = $73,19$ dt/ha* $1,65$ kg/dt* 1 ha= 120,77 kg ; 120,77 kg/ha | = $73,19$ dt/ha* $0,35$ kg/dt* 1 ha= 25,62 kg ; 25,62 kg/ha |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 3 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|--|
| Nährstoffbilanzsaldo | =0 kg+164,77 kg- 120,77 kg= 44,00 kg; 44 kg/ha | =0 kg+17,15 kg- 25,62 kg= -8,47 kg; -8,47 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =44,00 kg+14 kg= 58,00 kg; 58,00 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =44,00 kg+8,59 kg= 52,59 kg; 52,59 kg/ha | - |

Tabelle A III-3: Berechnungsbeispiel eines Feldblocks mit konventioneller, ökologischer sowie unter Naturschutzaufgaben stehender Mähweidennutzung

| Feldblockeigenschaften | |
|------------------------|---------------|
| Feldblock ID | anonym |
| Jahr | 2005 |
| Landkreis | Ludwigslust |
| Feldblockfläche | 47,15 ha (FF) |
| Nutzfläche | 44,55 ha (NF) |
| Grünlandzahl | 25 |
| Parzellenanzahl | 3 |
| Unternehmeranzahl | 3 |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|--|--|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 371,93 kg; 9,87 kg/ha | 75,22 kg; 2,00 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 527,66 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 503,92 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | 753,80 kg, 20 kg/ha | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 60,25 kg/ha; 2270,73 kg | 12,47 kg/ha; 469,81 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | -1145,00 kg; -30,38 kg/ha | -394,59 kg; -10,47 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | -16,38 kg/ha; -617,34 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | -17,01 kg/ha; -641,08 kg | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 20,84 kg; 14,68 kg/ha | 4,80 kg; 3,38 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 19,88 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 18,99 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | 28,40 kg; 20kg/ha | - |
| mineralische Düngung | 106,51 kg/ha; 151,24 kg | 1,98 kg/ha; 2,82 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 99,72 kg/ha; 141,60 kg | 16,62 kg/ha; 23,60 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | 58,88 kg; 41,46 kg/ha | -15,98 kg; -11,26 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | 55,46 kg/ha; 78,76 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | 54,84 kg/ha; 77,87 kg | - |

| Berechnungsergebnisse der Parzelle 3 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | keine | keine |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 76,16 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 72,73 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | 108,80 kg; 20 kg/ha | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | 40,17 kg/ha; 218,50 kg | 8,31 kg/ha; 45,21 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | -109,70 kg; -20,17 kg/ha | -45,21 kg; -8,31 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | -6,17 kg/ha; -33,54 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | -6,80 kg/ha; -36,97 kg | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungszwischenergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | =371,93 kg+ 20,84 kg= 392,77 kg; 8,82 kg/ha | =75,22 kg+ 4,80kg= 80,02 kg; 1,80 kg/ha |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | =527,66 kg+ 19,88 kg+ 76,16 kg= 623,70 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | =503,92 kg+ 18,99 kg+ 72,73 kg= 595,64 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | =753,80 kg+ 28,40 kg+ 108,80 kg= 891,00 kg; 20 kg/ha | - |
| mineralische Düngung | =151,24 kg; 3,39 kg/ha | =2,82 kg; 0,06 kg/ha |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =2270,73 kg+ 141,60 kg+ 218,50 kg= 2630,83 kg; 59,05 kg/ha | =469,81 kg+ 23,60 kg+ 45,21 kg= 538,61 kg; 12,09 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo | =392,77+ 891,00 kg+ 151,24 kg- 2630,83 kg= -1195,82 kg; -26,84 kg/ha | =80,02 kg+ 2,82 kg- 538,61 kg= -455,78 kg; -10,23 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =-26,84 kg/ha+ 14 kg/ha= -12,84 kg/ha; --572,12 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =-26,84 kg/ha+ 13,37 kg/ha= -13,47 kg/ha; -600,18 kg | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnungsergebnisse des Feldblocks | Stickstoff (FF) | Phosphor (FF) |
|--|---|---|
| Nährstoffbilanzsaldo | =-1195,82 kg/ 47,15 ha= -25,36 kg/ha | =-455,78 kg/ 47,15 ha= -9,67 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =-25,36 kg/ha+ 14 kg/ha= -12,13 kg/ha | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =-25,36 kg/ha+ 13,37 kg/ha= -12,73 kg/ha | - |

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 1 |
|--|--|
| Nutzfläche | 37,69 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Mähweide |
| Nutzungsart | ökologisch |
| Anbauertragsfaktor | 0,75 |
| Jahresertrag | 277,00 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 268,17 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1 |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Jahresertrag | =1*0,75*277,00 dt/ha= 207,75 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Durchschnittsertrag | =1*0,75*277,00 dt/ha= 201,13 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 0,29 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,06 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | - |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | - |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 20 kg/ha |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 1 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|---|--|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 371,93 kg; 9,87 kg/ha | 75,22 kg; 2,00 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,6 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 527,66 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 503,92 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | =20 kg/ha*37,69 ha= 753,80 kg | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =0,29 kg/dt*207,75 dt/ha= 60,25 kg/ha; 2270,73 kg | =0,06 kg/dt*207,75 dt/ha= 12,47 kg/ha; 469,81 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | =371,93 kg+753,80 kg- 2270,73 kg= -1145,00 kg; -30,38 kg/ha | =75,22 kg-469,81 kg= -394,59 kg; -10,47 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =-30,38 kg/ha+14 kg/ha= -16,38 kg/ha; -617,34 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =-30,38 kg/ha+ 13,37 kg/ha= -17,01 kg/ha; -641,08 kg | - |

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 2 |
|---|--|
| Nutzfläche | 1,42 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Mähweide |
| Nutzungsart | konventionell |
| Anbauertragsfaktor | 1 |
| Jahresertrag | 277,00 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 268,17 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1 |
| ackerzahlen- und nutzungs-differenzierter Jahresertrag | =1*1*277,00 dt/ha= 277,00 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungs-differenzierter Durchschnittsertrag | =1*1*268,17 dt/ha= 268,17 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 0,36 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,06 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | 0,43 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | 0,02 kg/dt |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 20 kg/ha |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Berechnung der Parzelle 2 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|---|
| Zufuhr von organischem Dünger aus Wirtschaftsdünger | 20,84 kg; 14,68 kg/ha | 4,80 kg; 3,38 kg/ha |
| Anrechnungsfaktor für organischen Wirtschaftsdünger | 0,6 | 1 |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | - | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 19,88 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 18,99 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | =20 kg/ha*1,42 ha= 28,40 kg | - |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =(Düngefaktor*Durchschnittsertrag)+ flächenabhängige Stickstofffixierungsmenge | |
| Gesamtnährstoffzufuhr | =(0,43 kg/dt*268,17 dt/ha)+ 20 kg/ha=135,31 kg/ha; 192,14 kg | =(0,02 kg/dt*268,17 dt/ha)= 5,36 kg/ha; 7,62 kg |
| mineralische Düngung | =Gesamtnährstoffzufuhr-(organische Wirtschaftsdüngerzufuhr*Anrechnungsfaktor)- Stickstoffzufuhr durch legume Stickstofffixierung | |
| mineralische Düngung | =135,31 kg/ha-(0,6* 14,68 kg/ha)-20 kg/ha= 106,51 kg/ha; 151,24 kg | =5,36 kg/ha- (3,38 kg/ha*1)=1,98 kg/ha; 2,82 kg |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =0,36 kg/dt*277,00 dt/ha= 99,72 kg/ha; 141,60 kg | =0,06 kg/dt*277,00 dt/ha= 16,62 kg/ha; 23,60 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | =20,84 kg+28,40 kg+ 151,24 kg-141,60 kg= 58,88 kg; 41,46 kg/ha | =4,80 kg+2,82 kg- 23,60 kg=-15,98 kg; -11,26 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =41,46 kg/ha+14 kg/ha= 55,46 kg/ha; 78,76 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =41,46 kg/ha+ 13,37 kg/ha=54,84 kg/ha; 77,87 kg | - |

Anhang III: Berechnungsbeispiele

| Nutzungstabelle | Eigenschaften Parzelle 3 |
|--|---|
| Nutzfläche | 5,44 ha (NF) |
| Kulturgruppe | Mähweide |
| Nutzungsart | Naturschutz |
| Anbauertragsfaktor | 0,5 |
| Jahresertrag | 277,00 dt/ha |
| Durchschnittsertrag (2005 bis 2010) | 268,17 dt/ha |
| ackerzahlenabhängiger Ertragsfaktor | 1 |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Jahresertrag | =1*0,5*277,00 dt/ha= 138,50 dt/ha |
| ackerzahlen- und nutzungsdifferenzierter Durchschnittsertrag | =1*0,5*268,17 dt/ha= 134,09 dt/ha |
| pflanzlicher Stickstoffgehalt | 0,29 kg/dt |
| pflanzlicher Phosphorgehalt | 0,06 kg/dt |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Stickstoff | - |
| ackerzahlenabhängiger Düngefaktor für Phosphor | - |
| flächenabhängiger Stickstofffixierungsfaktor | 20 kg/ha |

| Berechnung der Parzelle 3 | Stickstoff (NF) | Phosphor (NF) |
|---|--|--|
| Zufuhr von organ. Dünger aus Wirtschaftsdünger | keine | keine |
| Zufuhr von Dünger aus Klärschlamm | keiner | keiner |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach GAUGER et al. (2007) | 76,16 kg; 14 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch atmosphärische Deposition nach EMEP | 72,73 kg; 13,37 kg/ha | - |
| Zufuhr von Stickstoff durch legume Stickstofffixierung | =20 kg/ha*5,44 ha= 108,80 kg | - |
| mineralische Düngung | keine | keine |
| pflanzlicher Nährstoffentzug | =0,29 kg/dt*138,50 dt/ha= 40,17 kg/ha; 218,50 kg | =0,06 kg/dt*138,50 dt/ha= 8,31 kg/ha; 45,21 kg |
| Nährstoffbilanzsaldo | =108,80 kg-218,50 kg= -109,70 kg; -20,17 kg/ha | == -45,21 kg; -8,31 kg/ha |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (GAUGER et al. 2007) | =-20,17 kg/ha+14 kg/ha= -6,17 kg/ha; -33,54 kg | - |
| Nährstoffbilanzsaldo + Depo (EMEP) | =-20,17 kg/ha+ 13,37 kg/ha= -6,80 kg/ha; -36,97 kg | - |