

# **Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka**

**Langtitel: Identifizierung und Priorisierung von niedersächsischen Fließgewässern mit erhöhter Belastung durch Human-Pharmaka**

**Forschungsvorhaben  
im Auftrag des NLWKN (Dr. Dieter Steffen)**

**T/Z1015.03.15**

**Laufzeit 01.07.2015 – 30.06.2016**

**Endbericht**

**01.09.2016**

***Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff***

**Forschungszentrum Jülich  
Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3: Agrosphäre)  
52425 Jülich  
Tel.: 02461 61-3648  
E-mail: [b.tetzlaff@fz-juelich.de](mailto:b.tetzlaff@fz-juelich.de)**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Ziele des Projekts</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Definition der Gebietskulisse und Ableitung der Abwasserbelastung in niedersächsischen Fließgewässern</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Eingangsdaten und Aufbereitungsschritte</b> .....	<b>13</b>
3.1	Datenquellen, Raum- und Zeitbezug .....	13
3.2	Daten zu Kläranlagen und eingeleiteten Abwassermengen .....	15
3.3	Wasserhaushaltsmodellierung .....	17
3.3.1	Modellierung des Gesamtabflusses mit dem Wasserhaushaltsmodell GROWA .....	17
3.3.1.1	Relief.....	18
3.3.1.2	Klima .....	20
3.3.1.3	Landnutzung .....	25
3.3.1.4	Bodenparameter .....	26
3.3.1.5	Abflussmessdaten.....	30
3.3.2	Modellergebnisse zum Gesamtabfluss und Validierung .....	31
<b>4</b>	<b>Ergebnisse zur Abwasserbelastung in den Fließgewässern Niedersachsens</b> .....	<b>36</b>
4.1	Ergebnisse für Fließgewässer .....	36
4.2	Ergebnisse für Kläranlagen-Einleitstellen .....	43
4.3	Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse .....	47
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>Weiterer Untersuchungsbedarf</b> .....	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>56</b>
<b>A.</b>	<b>Tabellen-Anhang</b> .....	<b>58</b>
<b>B.</b>	<b>Karten-Anhang</b> .....	<b>113</b>

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2-1: Schema zur Ableitung der Gebietskulisse und der Abwasserbelastung.....	11
Abbildung 2-2: Modifizierte Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper.....	12
Abbildung 3-1: Festlegung der Nass- und Trockenjahre anhand von mittleren Jahresabflüssen niedersächsischer Weserpegel .....	14
Abbildung 3-2: Einleitstellen kommunaler Kläranlagen 2011 und Jahresabwassermenge .....	15
Abbildung 3-3: Bevölkerungsdichte auf Gemeindeebene 2011 .....	16
Abbildung 3-4: Karte der Höhengliederung in Niedersachsen .....	19
Abbildung 3-5: Karte der Hangneigung in Niedersachsen .....	19
Abbildung 3-6: Karte der Hangexposition in Niedersachsen.....	20
Abbildung 3-7: Karten der mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2004-2014, 2008 und 2014.....	21
Abbildung 3-8: Karte der mittleren Niederschlagshöhen in Sommer-und Winterhalbjahren .....	22
Abbildung 3-9: Karte der mittleren potenziellen Verdunstungshöhe .....	24
Abbildung 3-10: Karte der Landnutzungsklassen für Niedersachsen .....	25
Abbildung 3-11: Karte des pflanzenverfügbaren Bodenwassers im effektivem Wurzelraum .....	27
Abbildung 3-12: Karte des mittleren bodenkundlichen Grundwasserflurabstands (Grundwasserstufen) in Niedersachsen .....	28
Abbildung 3-13: Karte des mittleren Staunässegrads der Böden in Niedersachsen .....	29
Abbildung 3-14: Karte der potenziell gedränten Flächen in Niedersachsen .....	30
Abbildung 3-15: Karte der Einzugsgebiete von Abflusspegeln in Niedersachsen .....	31
Abbildung 3-16: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2004-2014 .....	32
Abbildung 3-17: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2008 .....	33
Abbildung 3-18: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2014 .....	33
Abbildung 3-19: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen (2004- 2014) in Niedersachsen.....	34
Abbildung 3-20: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen im Nassjahr 2008 in Niedersachsen.....	35
Abbildung 3-21: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen im Trockenjahr 2014 in Niedersachsen.....	35
Abbildung 4-1: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B).....	37

Abbildung 4-2: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen der Periode 2004 – 2014, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper .....	37
Abbildung 4-3: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B).....	38
Abbildung 4-4: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen des Nassjahres 2008, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper .....	38
Abbildung 4-5: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Trockenjahres 2014 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B).....	39
Abbildung 4-6: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen des Trockenjahrs 2014, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper .....	39
Abbildung 4-7: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Steinhuder Meer .....	41
Abbildung 4-8: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Aller-Leine.....	41
Abbildung 4-9: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Fuhse-Oker .....	42
Abbildung 4-10: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B).....	43
Abbildung 4-11: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B).....	44
Abbildung 4-12: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Trockenjahrs 2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B).....	45
Abbildung 4-13: Ausschnittsvergrößerung der Ergebnisse zum Abwasseranteil an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen für die Kläranlage Salzgitter-Nord.....	46
Abbildung 4-14: Untersuchungsergebnisse des NLWKN zur Arzneimittelbelastung der Fließgewässer (2010-2011).....	48
Abbildung 4-15: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Sulfamethoxazol mit simulierten Abwasseranteilen.....	48
Abbildung 4-16: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Carbamazepin mit simulierten Abwasseranteilen.....	49
Abbildung 4-17: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Diclofenac mit simulierten Abwasseranteilen .....	49
Abbildung B-1: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 in den Oberflächenwasserkörpern .....	114
Abbildung B-2: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 in den Oberflächenwasserkörpern.....	115



Abbildung B-3: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Trockenjahres 2014 in den Oberflächenwasserkörpern.....	116
Abbildung B-4: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen.....	117
Abbildung B-5: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen .....	118
Abbildung B-6: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Trockenjahrs 2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen .....	119

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3-1:	Datengrundlagen für die Modellierung der Abwasserbelastung von Fließgewässern in Niedersachsen .....	13
Tabelle 3-2:	Konstanten für die Verdunstungsberechnung nach Renger u. Wessolek (DVWK 1996).....	18
Tabelle 4-1:	Primärstatistische Auswertung der Abwasseranteile am MQ in Prozent für alle 454 Einleitstellen und die Zeiträume 2004-2014, 2008 und 2014 (Werte aus Tabelle A-1) .....	46
Tabelle A-1:	Abwasseranteile am MQ für alle 454 Einleitstellen und die Zeiträume 2004-2014, 2008 und 2014, geordnet nach der Höhe des Abwasseranteils 2004-2014 .....	59
Tabelle A-2:	Alphabetische Liste der Kläranlagen mit Angabe der Rang-Nr. (siehe Tabelle A-1).....	107

# 1 Veranlassung und Ziele des Projekts

Neben Nährstoffen und sog. prioritären Stoffen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind in den letzten Jahren auch zunehmend Mikroschadstoffe, und hierbei Human-Arzneimittel, in den Fokus der wissenschaftlichen und administrativen Diskussion um einen verbesserten Gewässerschutz gerückt. Während innerhalb der WRRL für eine Reihe von Schadstoffen, wie z.B. Schwermetalle, Pestizide und Industriechemikalien, gesetzlich verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) vorliegen, sind in der aktuellen EU-Richtlinie 2013/39/EU keine für Arzneimittel enthalten. Dies spiegelt sich in Anlage 8 der neuen Oberflächengewässerverordnung (OGewV) wider, die am 23. Juni 2016 im Bundesgesetzblatt ausgegeben wurde. Aber auch bei den sog. flussgebietspezifischen Schadstoffen, in Anlage 6 der OGewV 2016 enthalten und mit nationalen UQN geregelt, sind Arzneimittel nicht aufgeführt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich dies in absehbarer Zeit ändern wird, da vielfältiger Regelungsbedarf auf EU, Bundes- und Länderebene besteht. Dieser besteht nach Angaben des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) u.a. darin,

- innerhalb von 2 Jahren eine Arzneimittelstrategie vorzulegen aufgrund eines Auftrags an die EU KOM aufgrund des Artikel 8 c der Richtlinie 2013/39/EU,
- die Liste der Watchlistparameter (Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 der Kommission vom 20. März 2015, (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 24.03.2016, L 78 S. 40)) zu beachten, auf der sich neben den Arzneimitteln 17-alpha-Ethinylöstradiol (EE2), 17-beta-Östradiol (E2), Diclofenac nun auch Makrolid-Antibiotika (Erythromycin, Clarithromycin, Azithromycin) befinden,
- und dass der Bund (in Abstimmung mit den Ländern) bestrebt ist, bis Sommer 2017 eine Mikroschadstoffstrategie vorzulegen, die die Arzneimittel implementieren wird.

Die grundsätzliche Problematik von Arzneimitteln und deren Metaboliten in Gewässern ist nicht neu. So weist z.B. Ternes (2001) bereits auf den Zusammenhang zwischen der Pharmaka-Belastung in Gewässern und dem Anteil an gereinigtem und ungereinigtem Abwasser hin. Die von den Bundesländern initiierten Arbeiten konzentrierten sich in der Vergangenheit überwiegend auf Grundlagenerhebungen und Gefährdungsabschätzungen für Einzelwirkstoffe und Wirkstoffgruppen. Im Unterschied zur Schweiz (Ort et al. 2009) gehören räumlich differenzierte Belastungsanalysen der Fließgewässer auf Landesebene in den deutschen Bundesländern noch nicht zum Standard.

In Niedersachsen ist man sich der Problematik seit langem bewusst und hat durch umfangreiche Sondermessprogramme punktuelle Erkenntnisse zur Belastung gesammelt. So belegen diverse Untersuchungen des NLWKN die teilweise hohe Belastung von Gewässerabschnitten in Niedersachsen mit Human-Arzneimitteln (Steffen 2009a, Steffen 2009b, Girbig u. Steffen 2013).

Die bisherigen Untersuchungen fokussierten auf drei häufig eingesetzte Wirkstoffe:

- Diclofenac: Schmerzmittel mit u.a. antirheumatischer Wirkung

In der Rangliste der 3000 am häufigsten verordneten Medikamente in Deutschland belegt Diclofenac u.a. die Ränge 8, 13, 19 und 38 (Schwabe u. Paffrath 2011).

- Sulfamethoxazol: Antibiotikum v.a. zur Bekämpfung von Harnwegsinfekten und Lungenentzündungen

Medikamente mit diesem Wirkstoff belegen im Arzneimittelreport 2011 u.a. die Ränge 60, 689 und 700 (Schwabe u. Paffrath 2011).

- Carbamazepin: Epilepsiemittel

Medikamente mit diesem Wirkstoff belegen im Arzneimittelreport 2011 u.a. die Ränge 843, 1047 und 2494 (Schwabe u. Paffrath 2011).

Die bislang ermittelten Belastungen in Niedersachsen sind teilweise so hoch, dass sie im Widerspruch zum guten Gewässerzustand stehen. Angesichts von mehr als 3000 häufig ärztlich verordneten Medikamenten (Schwabe u. Paffrath 2011) ist nicht davon auszugehen, dass sich die Belastungen auf die bisher beprobten Messstellen und auf wenige Wirkstoffe beschränken werden. Daher besteht in der niedersächsischen Umweltverwaltung der Bedarf an einer landesweiten Darstellung der Belastungssituation aller Fließgewässer als Folge kommunaler Abwassereinleitung. Dabei sind die konkreten Belastungsquellen jedes einzelnen Gewässerabschnitts bzw. Oberflächenwasserkörpers (OWK) zu ermitteln, um ggfls. weitere Untersuchungen bzw. Maßnahmen zielgerichtet zu planen (Interministerieller Bericht 2015).

In diesem Zusammenhang hat der NLWKN ein Forschungsvorhaben initiiert. Auftragnehmer ist das Forschungszentrum Jülich (IBG-3: Agrosphäre). Die Ziele des Vorhabens bestehen darin,

- (i) eine landesweite Ermittlung der aktuellen Abwasserbelastung in hoher räumlicher Auflösung (Gewässerabschnitte auf OWK-Basis und kleiner),
- (ii) eine Priorisierung der Gewässerabschnitte in Bezug auf ihre Abwasser-Belastung und
- (iii) eine Ausweisung und Priorisierung der kommunalen Kläranlagen >2000 EW anhand ihrer Belastungswirkung für das Gewässer durchzuführen.

Als Haupteintragsquelle der Humanarzneimittel soll sich das Forschungsvorhaben auf Abwassereinleitungen aus kommunalen Kläranlagen konzentrieren. Industriell-gewerbliche Direkteinleiter, Kleinkläranlagen und undichte Kanalisation sowie landwirtschaftliche Viehhaltung und Tierproduktion bleiben außer Betracht. Hierbei ist allerdings zu bemerken, dass Antibiotika, wie Sulfamethoxazol, auch in der Tierhaltung zum Einsatz kommen (Harms 2006). Die Identifizierung besonders Abwasser-belasteter Fließgewässerabschnitte unterstützt ein zielgerichtetes Monitoring durch Optimierung der Beprobung und trägt so zur Kosteneffizienz bei.

Im vorliegenden Abschlussbericht werden die im Vorhaben eingesetzten Methoden und Daten sowie die erzielten Ergebnisse dargestellt. Die Vorgehensweise zur Ableitung der Ab-

wasserbelastung wird in Kapitel 2 vorgestellt. Kapitel 3 beschäftigt sich mit den umfangreichen Eingangsdaten, die zur Modellierung und zur Durchführung der Belastungsanalyse erforderlich waren, einschließlich der Methodik und der Ergebnisse der Wasserhaushaltssimulation. Auf die Ergebnisse zur Abwasserbelastung nach Oberflächenwasserkörpern und nach Einleitstellen der Kläranlagen sowie auf die Plausibilisierung der Ergebnisse geht Kapitel 4 ein. Der Abschlussbericht endet mit einer Zusammenfassung (Kap. 5).

## 2 Definition der Gebietskulisse und Ableitung der Abwasserbelastung in niedersächsischen Fließgewässern

Zur Ableitung der Abwasserbelastung in Fließgewässern sind drei Komponenten erforderlich: eine räumliche Bezugsgröße oder Gebietskulisse, der landesweit flächendeckende mittlere Abfluss in allen Fließgewässern und aus Kläranlagen eingeleitete Jahresabwassermengen. Während die beiden letztgenannten Komponenten im Kapitel 3 behandelt werden, beschäftigt sich Kapitel 2 mit der Erstellung der Gebietskulisse.

Grundsätzlich stellen die 1557 Oberflächenwasserkörper (OWK) des WRRL-relevanten Fließgewässernetzes Niedersachsens und ihre Einzugsgebiete die Gebietskulisse der abzuleitenden Abwasserbelastung dar, um eine räumlich differenzierte Darstellung ähnlich einer klassischen Gewässergütekarte (z.B. NLÖ 2001) zu gewährleisten. Bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens zeigte sich jedoch, dass der vorhandene räumliche Detaillierungsgrad der Oberflächenwasserkörper-Daten für die durchzuführende Belastungsanalyse ungeachtet der hohen Anzahl von OWK noch nicht ausreicht. Abbildung 2-1 verdeutlicht dies. In der Abbildung sind oben links die Einleitstellen der kommunalen Kläranlagen in Kombination mit den Einzugsgebieten der OWK dargestellt. Man erkennt, dass die OWK-Grenzen für die durchzuführenden Modellrechnungen noch detaillierter sein müssen. Die vorhandenen OWK wurden nach Vorgabe der EG-WRRL nach biologischen Kriterien abgegrenzt. Für den Zweck dieses Forschungsvorhabens ist jedoch eine weitergehende Detaillierung erforderlich, bei der die OWK so zu unterteilen sind, dass die Grenzziehung auch Einleitstellen von Kläranlagen und die Mündung von Nebenflüssen berücksichtigt. Damit ist es möglich, die Zunahme der Abwasserbelastung im Gewässer durch eine Kläranlage und die Abnahme der Belastung durch einmündende Nebengewässer mit hinreichender räumlicher Genauigkeit abzubilden. Daher wurden die 1557 originalen OWK anhand von Einleitstellen und anhand der Mündungen von Nebenflüssen mit einem Mindest-Einzugsgebiet von ca. 20 km<sup>2</sup> räumlich weiter unterteilt (Abbildung 2-1 oben rechts). Die weitere Untergliederung orientiert sich räumlich an vom NLWKN bereitgestellten Einzugsgebietsgrenzen und attributiv am originalen Bezeichnungsschema. Durch Verwendung der ursprünglichen OWK-Nummer und von Zusätzen “\_1 ff.“ ist sichergestellt, dass sich die vom FZ Jülich zusätzlich ausgewiesenen OWK in das originale Bezeichnungsschema nahtlos einfügen. Insgesamt umfasst die Gebietskulisse nach Erweiterung 2888 OWK<sub>detail</sub>, die in Abbildung 2-2 kartographisch dargestellt sind.

Um die gesamte Abwasserbelastung eines OWK im Unterlauf ermitteln zu können, müssen alle Oberlieger bekannt sein. Dies erfordert die hierarchische Gliederung der 2888 OWK<sub>detail</sub> und die 1:1-Zuordnung aller OWK mit ihren direkten Anliegern. Zwecks Erstellung eines kaskadischen Abflussbaums wurde eine Software in Python programmiert, die für jeden einzelnen OWK<sub>detail</sub> sämtliche Oberlieger ermittelt. Dies resultiert in etwa 111.000 Beziehungen.

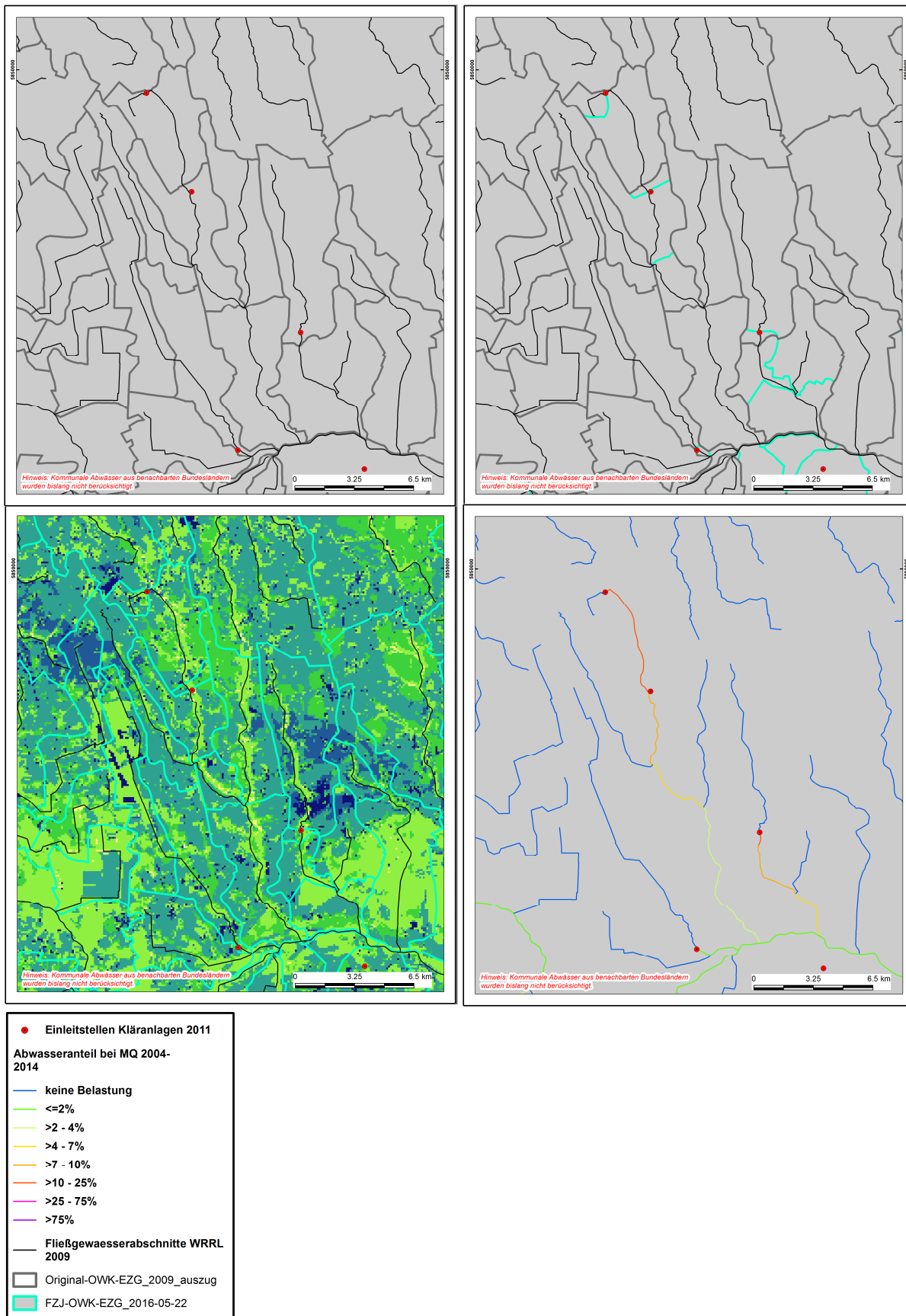


Abbildung 2-1: Schema zur Ableitung der Gebietskulisse und der Abwasserbelastung

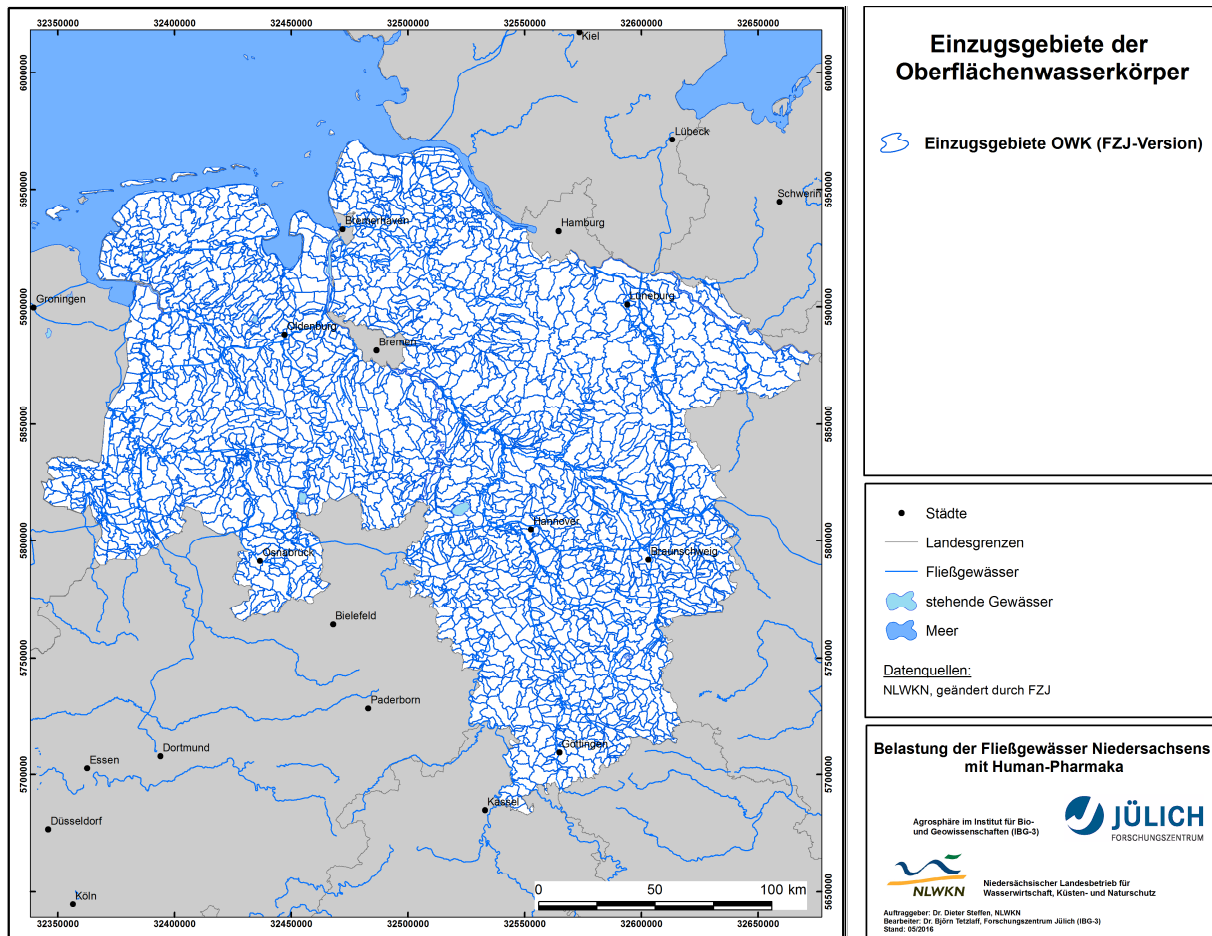


Abbildung 2-2: Modifizierte Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper

Das Ergebnis wurde zwecks Qualitätssicherung an 13 Test-Einzugsgebieten erfolgreich überprüft. Anschließend wurden alle Einleitstellen (Kap. 3.2) den jeweiligen OWK<sub>detail</sub> zugeordnet. Die Abwasserbelastung eines OWK ergibt sich als relativer Anteil der Jahresabwassermenge, umgerechnet in m<sup>3</sup>/s, am MQ. Sowohl die Jahresabwassermenge als auch der MQ werden entsprechend des kaskadischen Abflussbaums summiert. Da der MQ nicht im gesamten Bundesland Niedersachsen durch Abflusspegelmessungen ermittelt werden kann, wird ein Wasserhaushaltsmodell eingesetzt (Kap. 3.3).

Die Ergebnisse des Wasserhaushaltsmodells auf Rasterbasis werden anhand der Einzugsgebiete der OWK<sub>detail</sub> als Summen im GIS abgefragt und die Abwasserbelastung jedes Oberflächenwasserkörpers bestimmt (Abbildung 2-1 unten links und unten rechts). Ein Abwasseranteil von z.B. 50 % bedeutet, dass die Jahresabwassermenge 50 % am MQ der Einleitstelle ausmacht, d.h., der mittlere Abfluss im Fließgewässer steht im Verhältnis 2:1 zur Jahresabwassermenge.



### 3 Eingangsdaten und Aufbereitungsschritte

Im folgenden Kapitel 3.1 werden Herkunft und Eigenschaften der Eingangsdaten zur Ableitung der Abwasserbelastung niedersächsischer Oberflächengewässer sowie die raumzeitlichen Bezüge der Daten dargelegt. Anschließend wird die Aufbereitung der Kläranlagendaten beschrieben (Kap. 3.2). Gegenstand von Kapitel 3.3 sind dann die Methodik der Wasserhaushaltsmodellierung sowie die Darstellung der hierfür benötigten Eingangsdaten sowie der erzielten Simulationsergebnisse zum Gesamtabfluss der drei Zeitperioden 2004-2014, 2008 und 2014. Abschließend wird die Validierung des Gesamtabflusses dargelegt.

#### 3.1 Datenquellen, Raum- und Zeitbezug

Im Folgenden werden Herkunft, Erfassungsmethodik und Genauigkeit der verwendeten Eingabedatensätze behandelt. In Tabelle 3-1 sind die für die Ableitung der Abwasserbelastung in niedersächsischen Fließgewässern verwendeten Datengrundlagen zusammenfassend dargestellt. Besonderer Wert wurde auf die umfassende Berücksichtigung von (Mess-)Daten aus dem Untersuchungsgebiet gelegt.

Tabelle 3-1: Datengrundlagen für die Modellierung der Abwasserbelastung von Fließgewässern in Niedersachsen

Themengebiet	Datengrundlage	Datentyp	Quelle
Klima	Daten zu Niederschlagshöhe und potenzieller Verdunstung (Wendling)	Raster	DWD
Boden	Bodenparameter Bodentyp, Bodenart, effektive Durchwurzelungstiefe, nutzbare Feldkapazität, Grundwasserstufe, Staunässegrad, kapillare Aufstiegshöhe	Vektor	Bodenübersichtskarte BÜK50
Landnutzung	Bodenbedeckungskategorien	Vektor	Invekos 2011 und ATKIS-DLM25
Relief	Digitales Geländemodell	Raster	DGM 5
Dränagen	Dränierte landwirtschaftliche Flächen	Vektor	Eigene Ableitung nach Tetzlaff et al. (2008)
Abflussmessungen	Tägliche mittlere Abflüsse 2004-2014	Zeitreihen	NLWKN
Gütemessungen	Konzentrationen ausgewählter Wirkstoffe aus Sonderuntersuchung 2010-2011 (Girbig u. Steffen 2013)	Zeitreihen	NLWKN
Einleitungen aus Punktquellen	Standort, Größe (EW) und Jahresabwassermenge von Kläranlagen 2011	Vektor	NLWKN (2011)
Bevölkerungsdichte	Bevölkerungsdichte nach Gemeinden und kreisfreien Städten 2011	Zeitreihen	NLS
Gewässer	Oberflächenwasserkörper und Einzugsgebiete Gewässernetze	Vektor	NLWKN

Die Eingangsdaten liegen teilweise im Vektorformat, teilweise aber auch als Rasterdaten vor und wurden im Vorfeld der Modellierung auf ein Raster mit der für die Modellierung verwen-

deten Zellengröße von 100 m vereinheitlicht. Aufbereitung, Darstellung und Analyse der Daten erfolgte mit ArcGIS 10.2. Als einheitliches geodätisches Bezugssystem wurde ETRS 1989 mit UTM-Zone 32N und Koordinaten als 8-Steller gemäß dem aktuellen Projektionsstandard in Niedersachsen gewählt. Anders projizierte Datensätze wurden in ETRS89 transformiert.

Im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens steht die Betrachtung aktueller mittlerer Abflussverhältnisse in Niedersachsen. Als Zeitperiode interessieren daher v.a. die mittleren Verhältnisse des mehrjährigen Zeitraums 2004-2014 (hydrologische Jahre), um einerseits aktuelle Verhältnisse zu betrachten (IST-Zustand) und andererseits die Auswirkungen einzelner Trocken- und Nassperioden auf die Belastungssituation zu begrenzen. Darüber hinaus sollen jedoch zusätzlich ein Nass- und ein Trockenjahr betrachtet werden. Um diese zu selektieren, wurden die in Abbildung 3-1 genannten niedersächsischen Abflusspegel des Weser-Einzugsgebiets herangezogen.

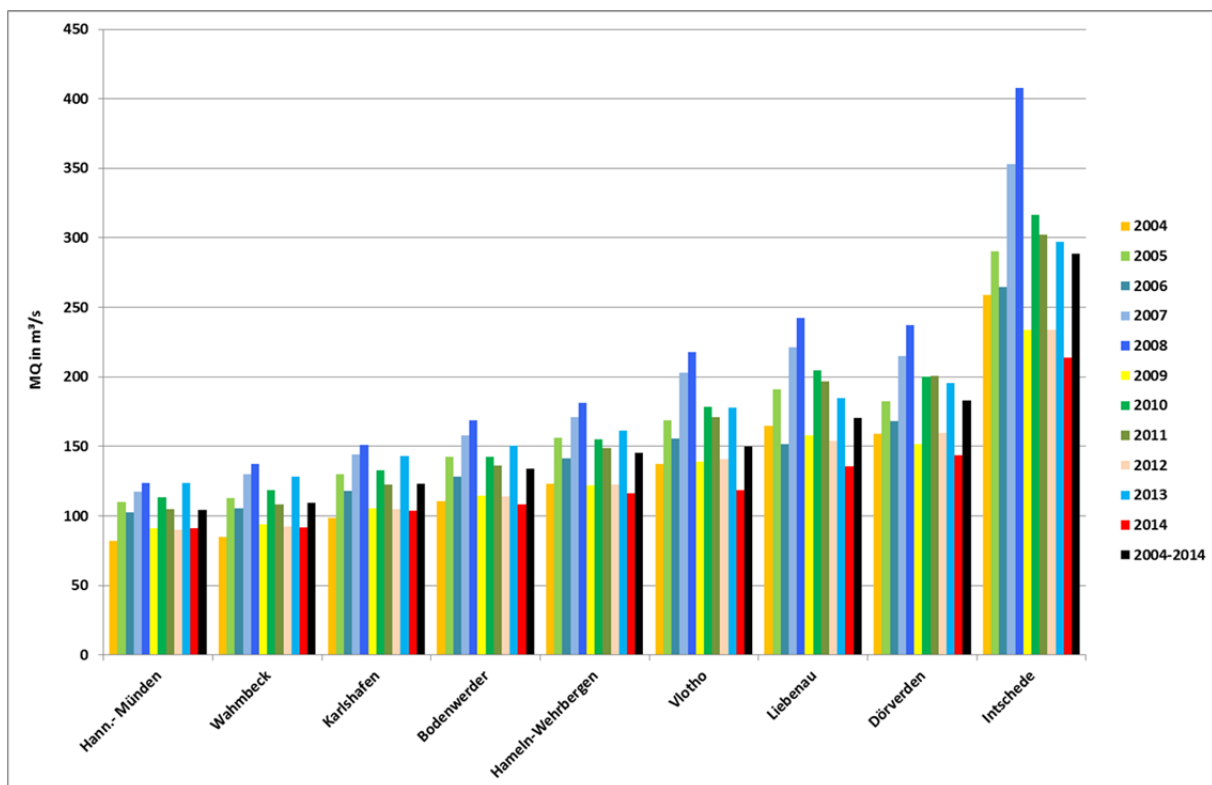


Abbildung 3-1: Festlegung der Nass- und Trockenjahre anhand von mittleren Jahresabflüssen niedersächsischer Weserpegel

Man erkennt in Abbildung 3-1, dass im Jahr 2008 der höchste MQ im Vergleich aller Einzelsjahre auftritt. Im Jahr 2014 treten überwiegend sehr niedrige MQ auf, die nur in Hannover-Münden, Wahnbeck und Karlshafen durch mittlere Abflüsse 2004 noch leicht unterschritten werden. Die hydrologischen Jahre 2008 und 2014 werden daher für diese Studie als exemplarische Nass- bzw. Trockenjahre festgelegt.

### 3.2 Daten zu Kläranlagen und eingeleiteten Abwassermengen

Aus dem Lagebericht Abwasser wurden vom NLWKN (2011) Daten zu Standorten von Kläranlagen mit einer Größe von mindestens 2000 EW sowie Jahresabwassermengen übermittelt (Stand 31.12.2011). Diese Daten wurden einer kritischen Durchsicht unterzogen, wobei die Standorte der Kläranlagen und insbesondere der Einleitstellen in Abstimmung mit dem NLWKN mehrfachen Korrekturen unterzogen wurden.

Insgesamt wurden Daten zu 455 Kläranlagen bzw. Einleitstellen übermittelt. Von diesen wurden drei Kläranlagen nicht weiter betrachtet, da sie zwischen 2006 und 2010 stillgelegt wurden (Steinfeld/Honkomper Weg, Ovelgönne-Oldenbrok, Altenberge). Zusätzlich wurden zwei Einleitstellen aufgenommen, da sich im Zuge der Bearbeitung gezeigt hat, dass die Kläranlagen Delmenhorst und Lüchow über jeweils zwei Einleitstellen verfügen. Somit ergeben sich insgesamt 454 Einleitstellen, die in dieser Studie betrachtet werden. Die Jahresabwassermenge 2011 in den Kläranlagen Lüchow und Delmenhorst werden jeweils hälftig auf die Einleitstellen verteilt, da genauere Informationen nicht zur Verfügung standen.

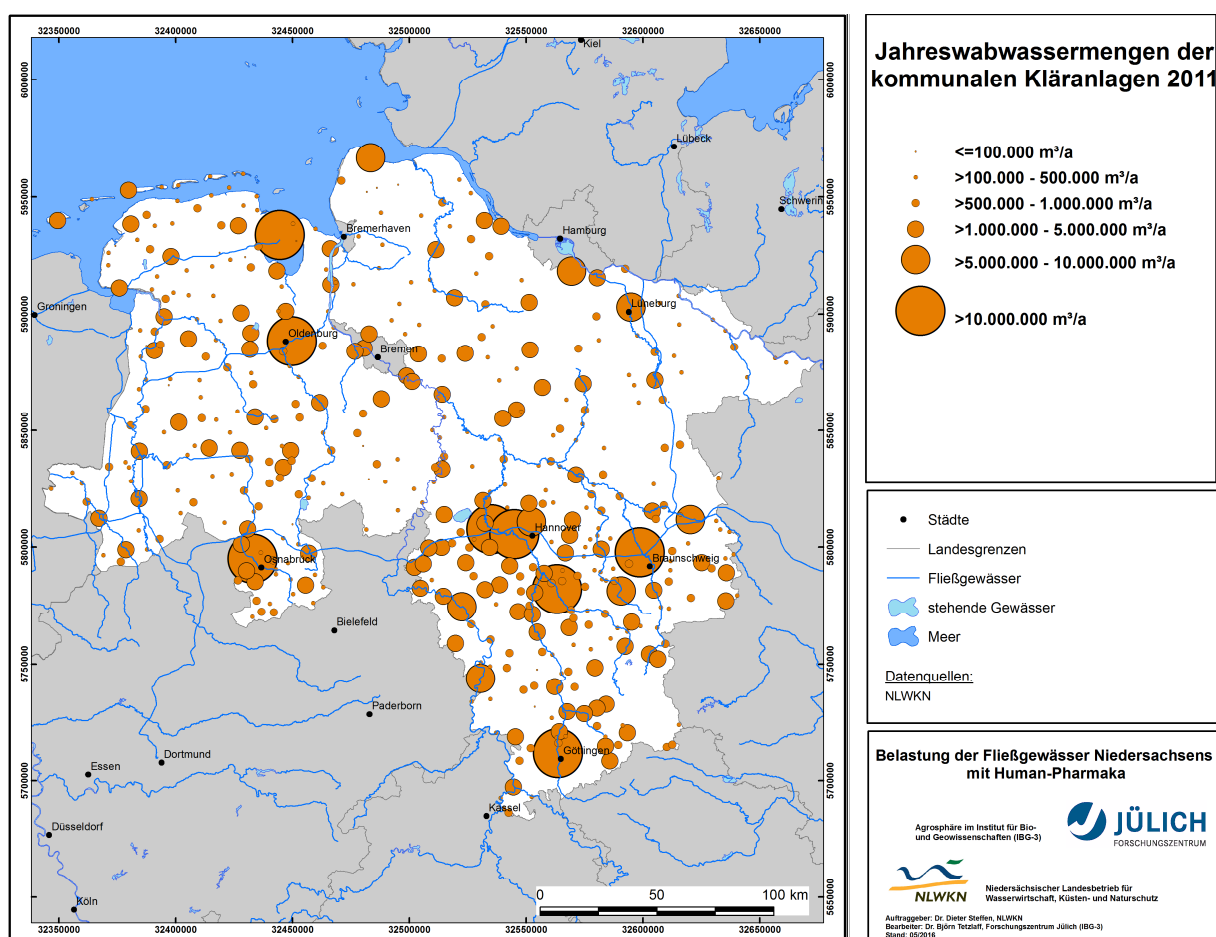


Abbildung 3-2: Einleitstellen kommunaler Kläranlagen 2011 und Jahresabwassermenge

Abbildung 3-2 zeigt die Standorte der Einleitstellen aller betrachteten kommunalen Kläranlagen 2011 und die eingeleiteten Jahresabwassermengen. Eine starke räumliche Konzentration von Kläranlagen und sehr hohen Jahresabwassermengen >10 Mio. m<sup>3</sup>/a ist zwischen

Aller und Harz festzustellen. Ein weiterer Schwerpunkt findet sich im Raum Osnabrück. Die räumliche Verteilung der Kläranlagendichte und der Höhe der Jahresabwassermenge pro Einleitstelle korreliert erwartungsgemäß eng mit der Bevölkerungsdichte (Abbildung 3-3, Daten des Landesamts für Statistik Niedersachsen). Unterdurchschnittliche Jahresabwassermengen von <1 Mio. m<sup>3</sup>/a treten vorrangig zwischen Elbmündung, Lüchow-Dannenberg und Hümmling auf und gehen einher mit niedrigen Bevölkerungsdichten von unter 100 Einwohner pro km<sup>2</sup>. Hohe Jahresabwassermengen über 5 und insbesondere über 10 Mio. m<sup>3</sup>/a sind typisch für Städte oder ihre dichter besiedelten Peripherien, in denen Einwohnerdichten von großräumig über mind. 150 Einwohner pro km<sup>2</sup>.

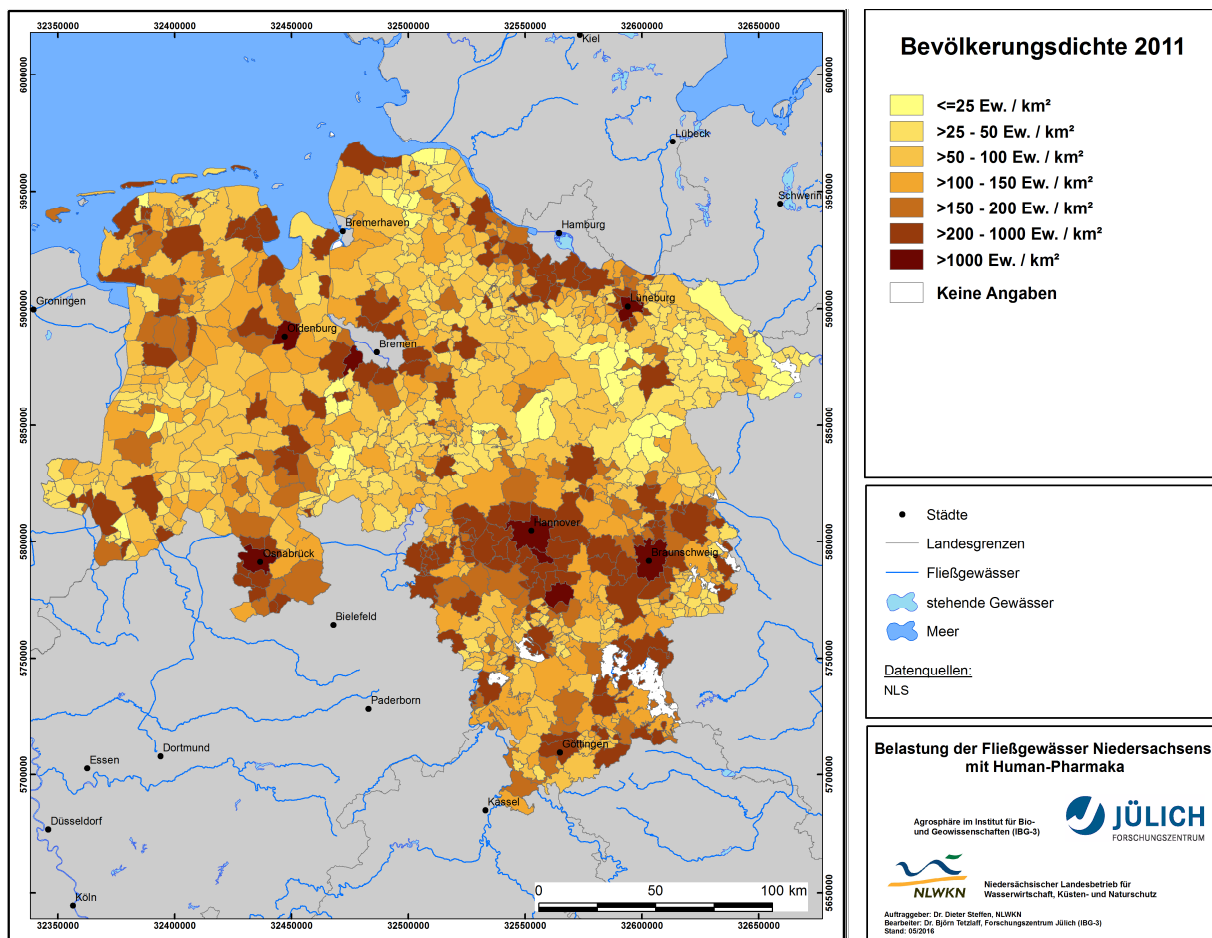


Abbildung 3-3: Bevölkerungsdichte auf Gemeindeebene 2011

### 3.3 Wasserhaushaltsmodellierung

In den folgenden zwei Unterkapiteln 3.3.1 und 3.3.2 werden ein Überblick über das eingesetzte Wasserhaushaltsmodell GROWA, die für die Modellierung erforderlichen Eingangsdaten und ihre Aufbereitung sowie die Modellergebnisse und ihre Validierung gegeben.

#### 3.3.1 Modellierung des Gesamtabflusses mit dem Wasserhaushaltsmodell GROWA

Die Simulation der hydrologischen Situation in Niedersachsen erfolgte mit dem Modell GROWA, das von Kunkel und Wendland (2002) im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Elbe-Ökologie“ zur Simulation der austragsrelevanten Abflusskomponenten und des Nitratabbauvermögens im Boden entwickelt und auf das gesamte Einzugsgebiet der Elbe angewendet worden ist. In den Folgejahren wurde das GROWA-Modell sowohl kontinuierlich erweitert, z.B. zur expliziten Berücksichtigung gedränkter Flächen (Tetzlaff et al. 2008), als auch auf andere Landschaftsräume übertragen, z.B. auf die Bundesländer Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen sowie die Metropolregion Hamburg (Dörhöfer et al. 2001; Bogena et al. 2003; Tetzlaff et al. 2003, 2004; Kunkel et al. 2006). Das Wasserhaushaltsmodell GROWA ist ein empirisches Verfahren, mit dem die Wasserhaushaltskomponenten reale Verdunstungshöhe, Gesamtabflusshöhe, Direktabflusshöhe (Oberflächenabfluss, natürlicher Zwischenabfluss, Drainageabfluss) und Grundwasserneubildungshöhe flächendifferenziert berechnet werden können. Da in diesem Forschungsvorhaben lediglich die Berechnung des Gesamtabflusses von Belang ist, wird auf eine ausführliche Beschreibung des GROWA-Modells verzichtet und nur die grundlegende Verfahrensweise dargestellt. Ausführlichere Modellbeschreibungen finden sich in der o.a. Literatur sowie in der Beschreibung des Modellverbundes zur räumlich differenzierten Analyse der Nährstoffströme in Niedersachsen mit dem Titel 'AGRUM Niedersachsen', z.B. in Ackermann et al. (2015).

Die Berechnung der realen Verdunstungshöhe basiert auf der Beziehung von Renger u. Wessolek (DVWK 1996), die aus umfangreichen Feldversuchen zur Ermittlung der realen Verdunstung für verschiedene Landnutzungsarten (Ackerland, Grünland, Laubwald, Nadelwald) abgeleitet wurde. Der Gültigkeitsbereich der von Renger u. Wessolek angegebenen Beziehung ist auf ebene, grundwasserferne und unversiegelte Standorte beschränkt. Hennings (2000) gibt für das Verfahren eine maximale Hangneigung von 3,5% an. Darüber hinaus gelten noch klimatologische Einschränkungen. Bei landwirtschaftlicher Nutzung soll der Jahresniederschlag 800 mm und bei forstwirtschaftlicher Nutzung 1300 mm nicht überschreiten. Um eine flächendeckende Berechnung der Gesamtabflusshöhen zu gewährleisten, wurden von Kunkel u. Wendland (2002), Bogena et al. (2003) und Tetzlaff et al. (2004) Erweiterungen der Methodik im Hinblick auf die Berücksichtigung von Relief, Grundwassereinfluss, Versiegelung und Geologie vorgenommen. Die Gesamtabflusshöhen werden nach diesem Ansatz nach der folgenden Beziehung berechnet:

$$\begin{aligned} Q_{ges} &= N_j - ET_{real} \\ &= N_j - f_h \cdot [a \cdot N_{So} + b \cdot N_{Wi} + c \cdot \log(W_{pfl}) + d \cdot ET_{pot} + e \cdot V + g] \end{aligned}$$

Formel 3-1

mit:	$E_{t,real}$	=	mittlere jährliche Höhe der realen Verdunstung	(mm/a)
	$f_h$ :	=	topographischer Korrekturfaktor	
	$N_j$	=	Jahresniederschlagshöhe	(mm/a)
	$N_{So}$ :	=	Niederschlagshöhe im hydrologischen Sommerhalbjahr	(mm/a)
	$N_{Wi}$ :	=	Niederschlagshöhe im hydrologischen Winterhalbjahr	(mm/a)
	$W_{pfl}$ :	=	pflanzenverfügbare Bodenwassermenge	(mm)
	$ET_{pot}$ :	=	mittlere jährliche potenzielle Verdunstung	(mm/a)
	$V$ :	=	Versiegelungsgrad	(%)
	$a, \dots, g$ :	=	bodenbedeckungsabhängige Koeffizienten	

Als Eingangsdaten werden klimatische Größen (Niederschlag und potenzielle Verdunstung), Bodenparameter (pflanzenverfügbares Bodenwasser) und der Versiegelungsgrad benötigt. Die Regressionskoeffizienten (a...g) sind abhängig von der jeweils vorliegenden Bodenbedeckung. Die Werte können Tabelle 3-2 entnommen werden:

Tabelle 3-2: Konstanten für die Verdunstungsberechnung nach Renger u. Wessolek (DVWK 1996).

Landnutzung	a	b	c	d	e
Ackerland	0,08	0,39	153	0,12	-109
Grünland	0,10	0,48	286	0,10	-330
Nadelwald	0,29	0,33	166	0,19	-127
Laubwald	0,047	0,047	0	0,02	430,1

Die pflanzenverfügbare Bodenwassermenge setzt sich aus der nutzbaren Feldkapazität, der effektiven Durchwurzelungstiefe sowie dem kapillaren Aufstieg zusammen. Während die beiden ersten bodenphysikalischen Kenngrößen der Bodenkarte direkt bzw. Tabellenwerken entnommen werden können, muss der kapillare Aufstieg im Modell ermittelt werden.

### 3.3.1.1 Relief

Das Relief ist eine zentrale Einflussgröße bei der Betrachtung des Wasserhaushalts. Außerdem beeinflusst es wesentlich die räumliche Verteilung der Klima- und Bodenparameter sowie die Landnutzung. Im Projekt verwendet wurde das verfügbare digitale Höhenmodell DGM 5 mit einer Auflösung von 10 m für die Wasserhaushaltsmodellierung. Auf Basis dieses Höhenmodells ist es möglich, die für das GROWA-Modell notwendigen Eingangsgrößen Hangexposition und Hangneigung flächendeckend und in hoher Auflösung für Niedersachsen abzuleiten. Einerseits beeinflussen Hangneigung und -exposition im Modell die Höhe der realen Verdunstung und andererseits dient die Hangneigung neben anderen Faktoren zur Bestimmung des Basisabflussanteils am Gesamtabfluss.

Das DGM 5 ist als Karte in Abbildung 3-4, die aus dem DGM abgeleiteten Reliefparameter Neigung und Exposition sind in Abbildung 3-5 bzw. Abbildung 3-6 zu sehen. Die Höheniveaus in Niedersachsen variieren zwischen etwa <0 und >1000 m. In allen drei Karten kommen die hohe räumliche Differenzierung und die Landschaftsräume Marsch, Geest und Bergland gut zum Ausdruck.

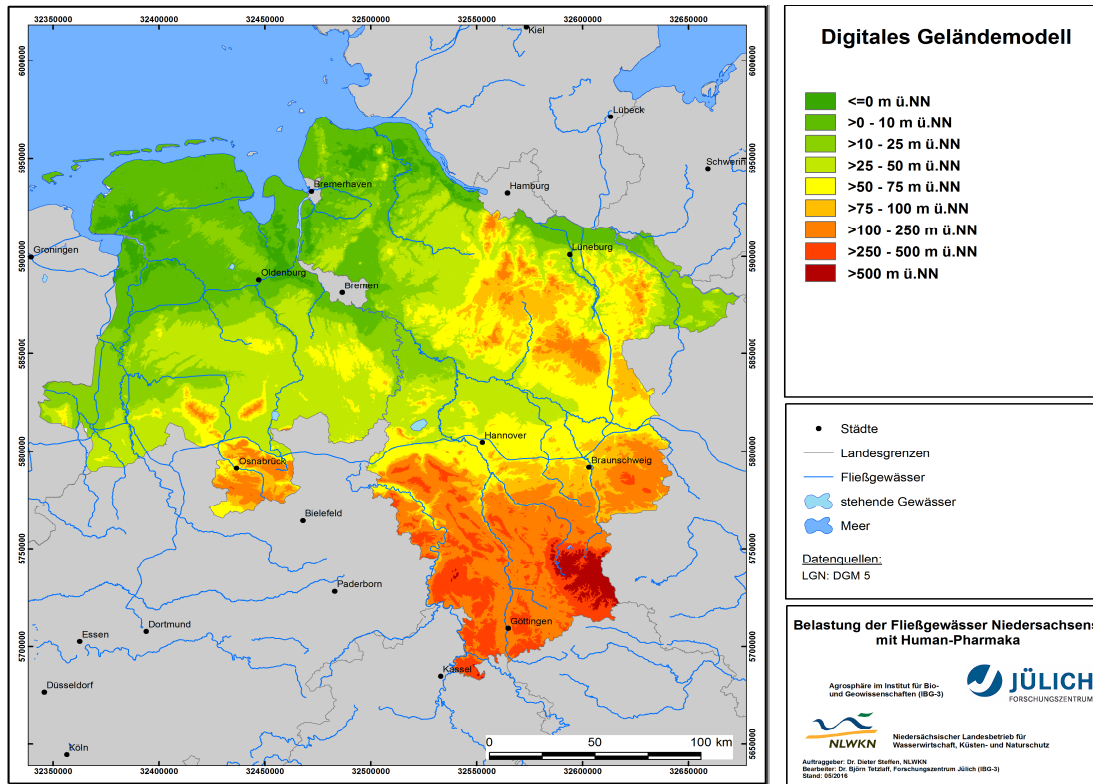


Abbildung 3-4: Karte der Höhengliederung in Niedersachsen

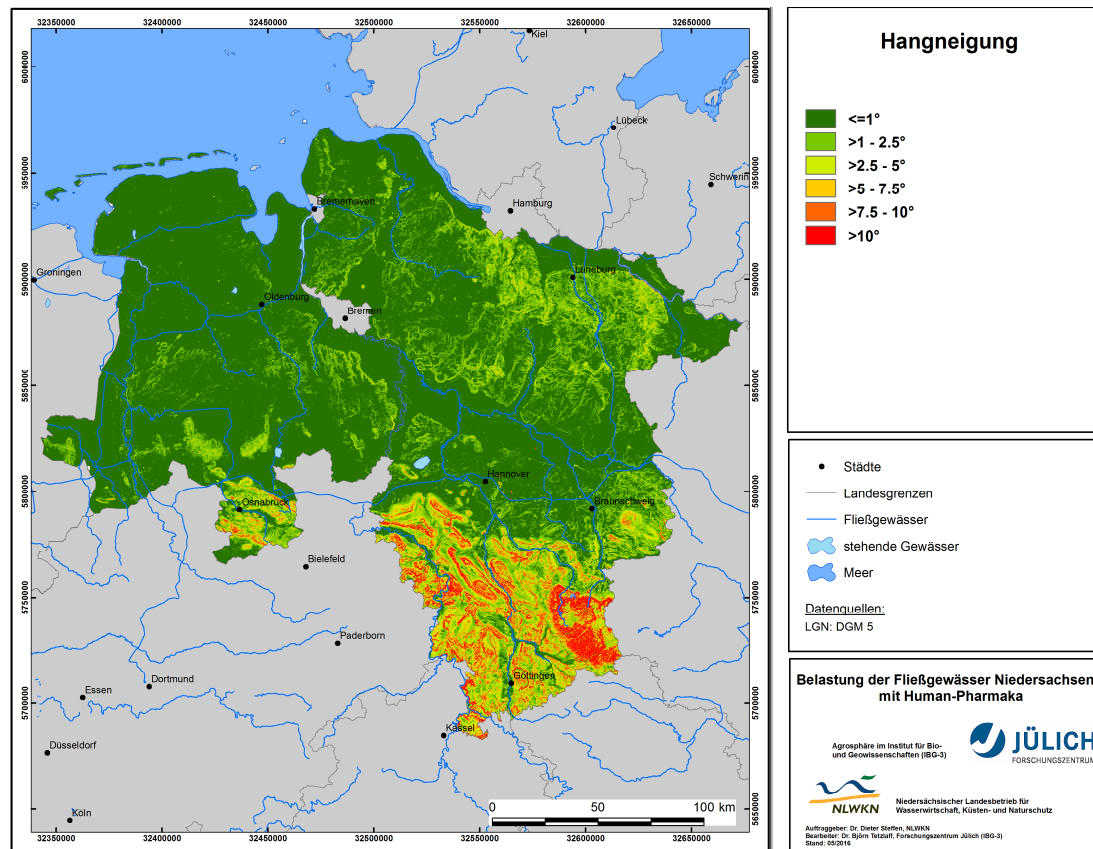


Abbildung 3-5: Karte der Hangneigung in Niedersachsen



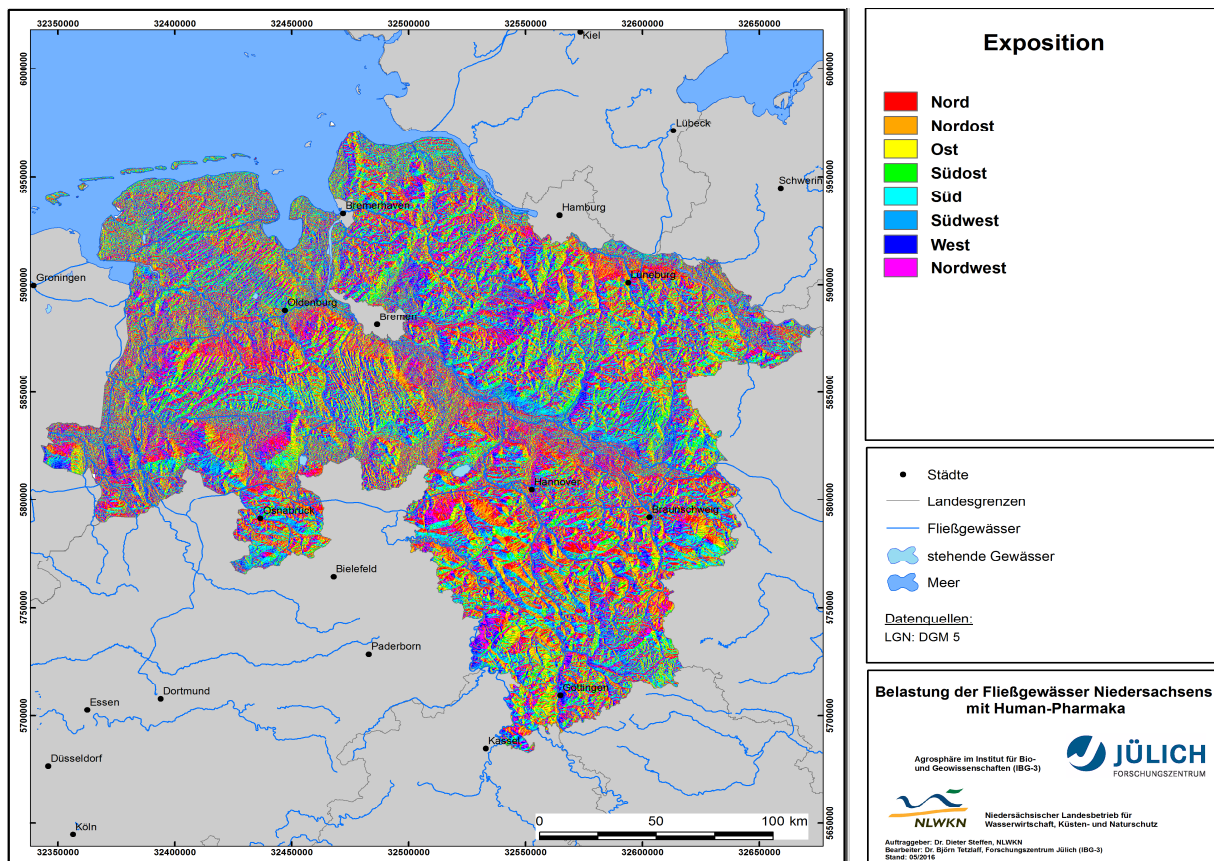


Abbildung 3-6: Karte der Hangexposition in Niedersachsen

### 3.3.1.2 Klima

Klimatische Daten, insbesondere Niederschlagsdaten, stellen sensitive Eingangsparameter für die Modellierung dar. Daher sollten sie in möglichst genau und in hoher räumlicher Auflösung vorliegen. Die hier verwendeten Daten stammen aus dem REGNIE-Produkt des DWD.

#### *Niederschlagshöhen*

Abbildung 3-7 zeigt die mittleren Jahresniederschlagshöhen für die im Projekt betrachteten Zeiträume 2004–2014, 2008 und 2014 (Kap. 3.1). Gut erkennbar sind die klimatischen Unterschiede zwischen den drei Perioden, deren Auswirkungen in der Belastungsanalyse (Kap. 4) untersucht werden sollen. Die Mittelwerte für Niedersachsen betragen 755 mm/a (2004–2014), 860 mm/a (Nassjahr 2008, +14 % ggü. der mittleren Periode) und 699 mm/a (Trockenjahr 2014, -7 % ggü. der mittleren Periode).

In die Bestimmung der Wasserhaushaltsgrößen mit dem GROWA-Modell gehen die mittleren Niederschlagshöhen getrennt nach Sommer- und Winterhalbjahr ein. Wie Abbildung 3-8 zeigt, liegen die Sommerniederschläge aller Perioden relativ einheitlich zwischen ca. 400 und 425 mm/a, wenngleich es regional größere Unterschiede zwischen den Jahren gibt. Auffällig ist, dass selbst im hydrologischen Nassjahr 2008 der Sommerniederschlag vielfach niedriger ausfällt als in den trockeneren Vergleichsperioden.



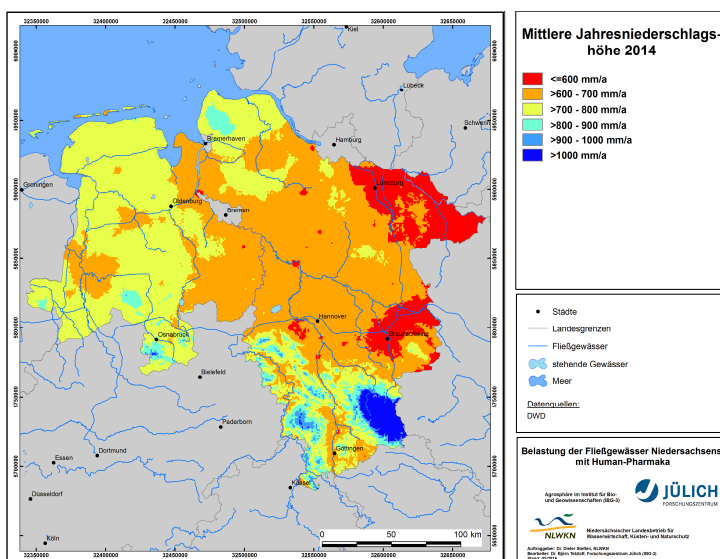
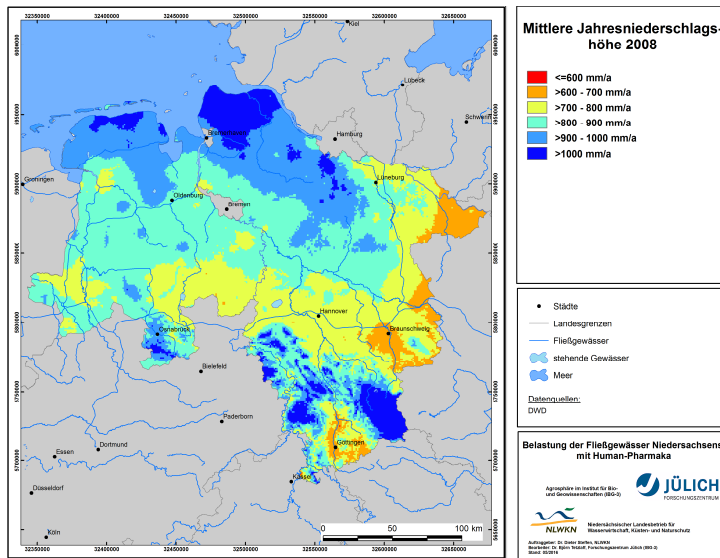
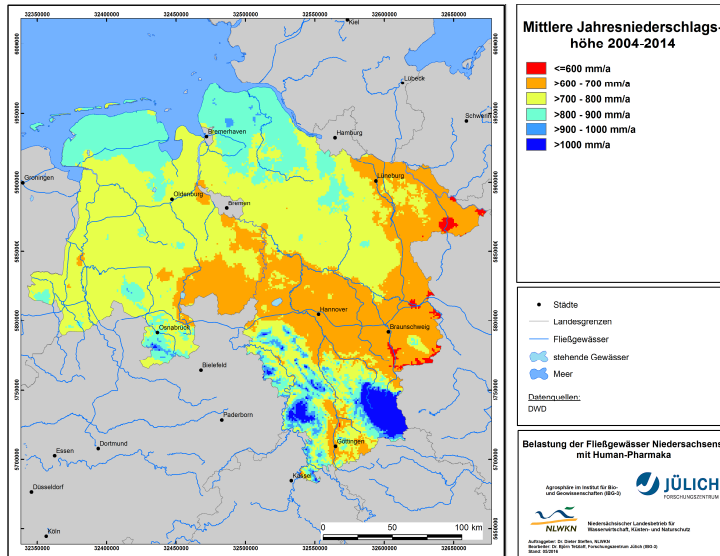


Abbildung 3-7: Karten der mittleren Jahresniederschlagshöhen für 2004-2014, 2008 und 2014

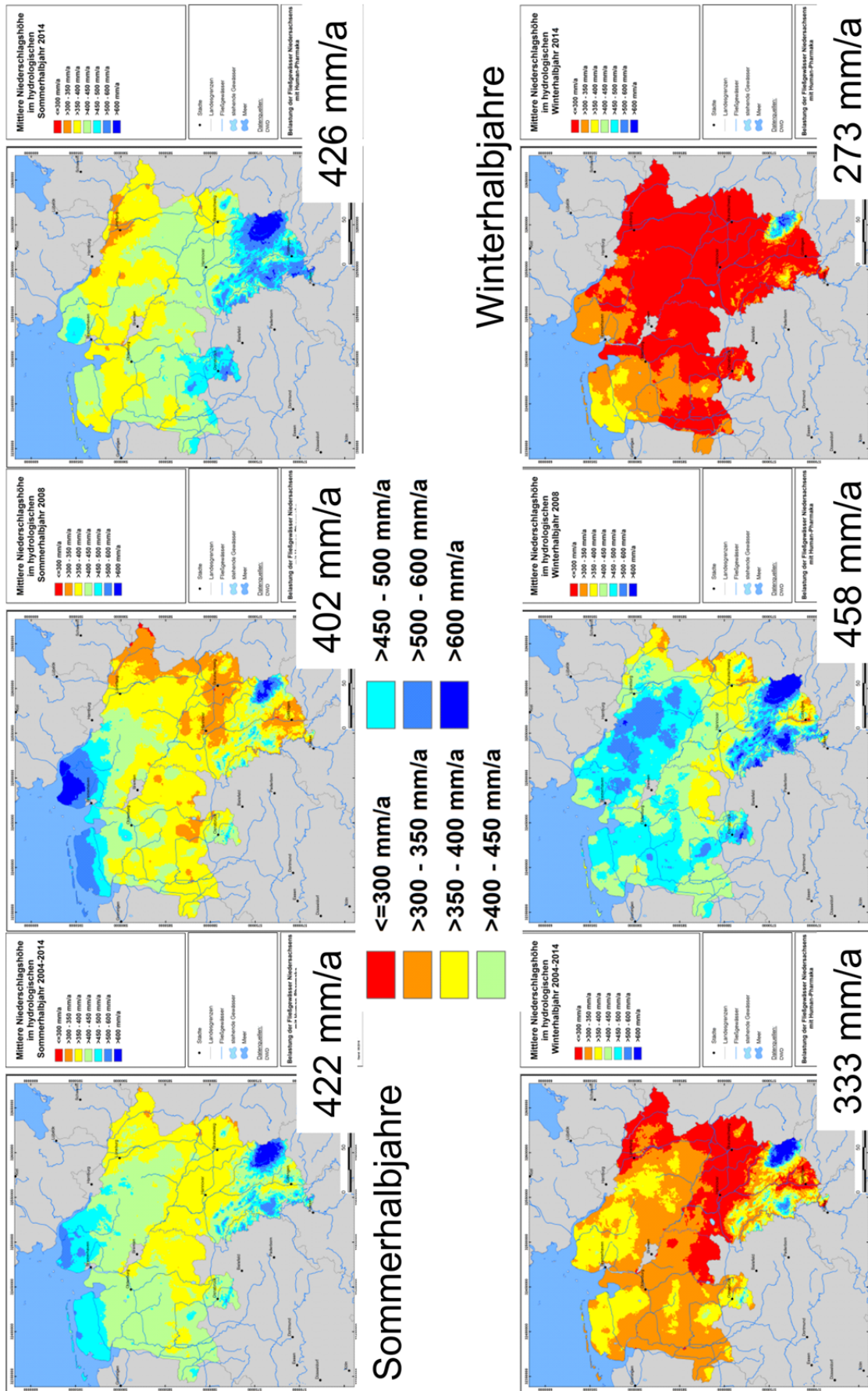


Abbildung 3-8: Karte der mittleren Niederschlagshöhen in Sommer- und Winterhalbjahren

Abbildung 3-8 zeigt auch, dass der Gesamtniederschlag des hydrologischen Jahres bzw. Zeitraums v.a. durch die Niederschlagssumme im Winterhalbjahr bestimmt wird. Hier variieren die Halbjahresmittel stärker als im Sommerhalbjahr und zwar zwischen ca. 270 und 460 mm/a.

#### *Potenzielle Verdunstung nach Wendling*

Aufgrund des sehr hohen Messaufwandes werden zur Ermittlung der Verdunstung in der Regel Modelle genutzt, die es ermöglichen die Verdunstung aus leichter zugänglichen Messgrößen zu berechnen. Das bekannteste Modell ist die Penman-Monteith-Beziehung. Die Potenzielle Verdunstung ( $E_{To}$ ) ist jene Verdunstung, die sich allein aus den meteorologischen Daten ergibt. Um hierbei eine einheitliche Berechnung zu ermöglichen, müssen die übrigen Randbedingungen (Vegetation, Landnutzung und Bodeneigenschaften) vorher definiert sein. Von der FAO (Food and Agriculture Organization) wird als international einheitlicher Standard die Gras-Referenzverdunstung empfohlen, welche auf der Penman-Monteith-Beziehung basiert (ATV-DVWK 2002). Hierbei wurden folgende Randbedingungen festgelegt: das ganze Jahr über Grasbedeckung (12 cm Höhe), kein Trockenstress (mindestens ca. 50% der nutzbaren Feldkapazität) und eine mittlere Albedo der Oberfläche von 0,23.

In der vorliegenden Arbeit werden die vom Deutschen Wetterdienst gemessenen Eingangsdaten zur Ermittlung der potenziellen Verdunstung nach Wendling (1995) genutzt. Hierbei wurde die Grass-Referenzverdunstung zur Berechnung langjähriger Verdunstungshöhen modifiziert. Weiterhin wurden Faktoren zur Berücksichtigung der Höhe und der Küstennähe eingeführt (ATV-DVWK 2002). Abbildung 3-9 zeigt die jährliche potenzielle Verdunstungshöhe nach Wendling in Niedersachsen für die im Projekt betrachteten Zeiträume 2004-2014, 2008 und 2014 (Kap. 3.1). Gut erkennbar sind die klimatischen Unterschiede zwischen den drei Perioden, deren Auswirkungen in der Belastungsanalyse (Kap. 4) untersucht werden sollen. Die Mittelwerte für Niedersachsen betragen 596 mm/a (2004-2014), 625 mm/a (Nassjahr 2008, +5 % ggü. der mittleren Periode) und 632 mm/a (Trockenjahr 2014, +6 % ggü. der mittleren Periode).

Die potenzielle Verdunstung ist abhängig von verschiedenen meteorologischen Randbedingungen (z.B. Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung etc.) die wiederum höhenabhängig sind. Somit wird die räumlich Struktur der Verdunstungsverteilung grundsätzlich stark von den morphologischen Gegebenheiten geprägt. In den höheren Lagen der Mittelgebirge bzw. in Küstennähe werden aufgrund der niedrigeren Lufttemperaturen und hohen Luftfeuchten, insbesondere in den Wintermonaten, niedrige Verdunstungshöhen erreicht. Diese typische räumliche Gliederung kommt in Abbildung 3-9 aufgrund der einheitlichen Legendeneinteilung nur bedingt zum Ausdruck, am besten in der Karte für den Zeitraum 2004-2014. Mit Werten zwischen etwa 600 und 630 mm/a variiert die potenzielle Verdunstung deutlich geringer als z.B. die Niederschlagshöhe.

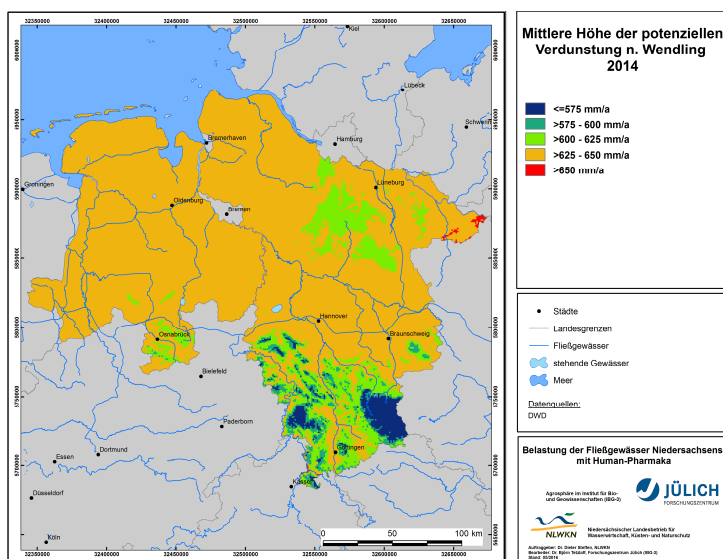
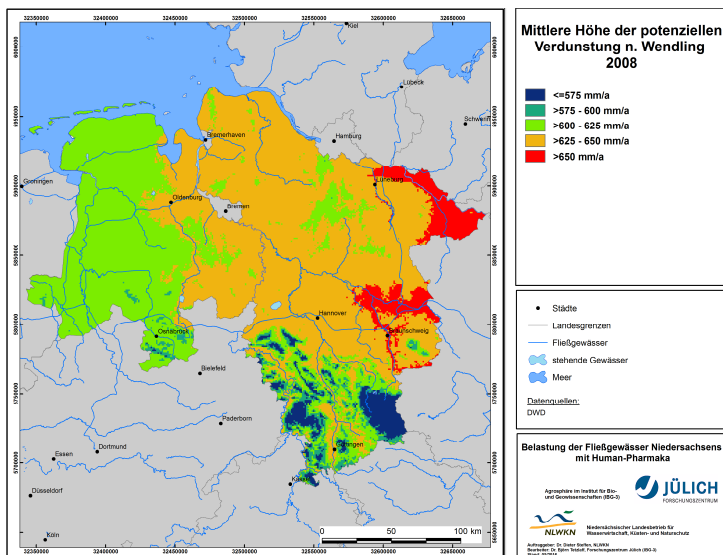
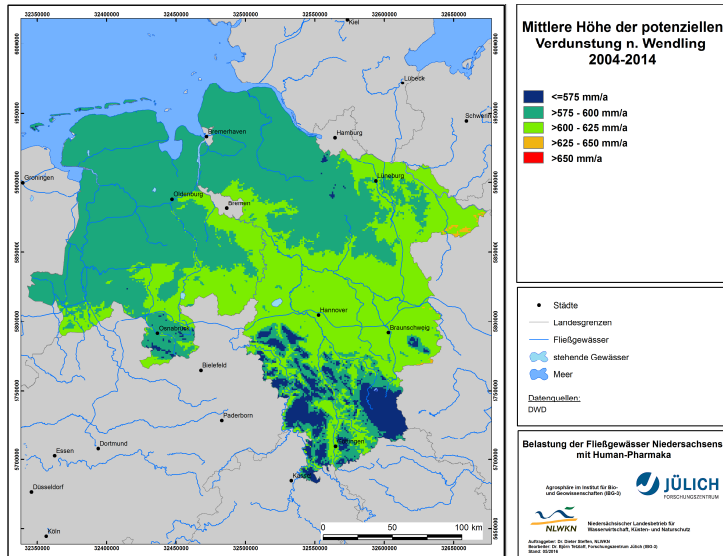


Abbildung 3-9: Karte der mittleren potenziellen Verdunstungshöhe



### 3.3.1.3 Landnutzung

Für die Modellierungen werden aktuelle und räumlich hoch aufgelöste Landnutzungsdaten benötigt. Um möglichst aktuelle und detaillierte Informationen über die landwirtschaftliche Nutzfläche zu haben, werden InVeKoS-Daten auf der Grundlage von Feldblockkatastern genutzt. Diese standen im Projekt für Einzeljahre zur Verfügung. Um die landwirtschaftliche Nutzfläche möglichst aktuell für die Modellierung abbilden zu können, wurden die Daten des Jahres 2011 verwendet. Da die Modellierung von Wasserhaushalt und Stofftransport jedoch nicht nur landwirtschaftliche Flächen sondern auch Wald und urbane Flächen berücksichtigt, wurden die InVeKoS-Daten um aktuelle Daten des ATKIS DLM 25 ergänzt, um einen flächendeckenden Landnutzungsdatensatz zu erstellen

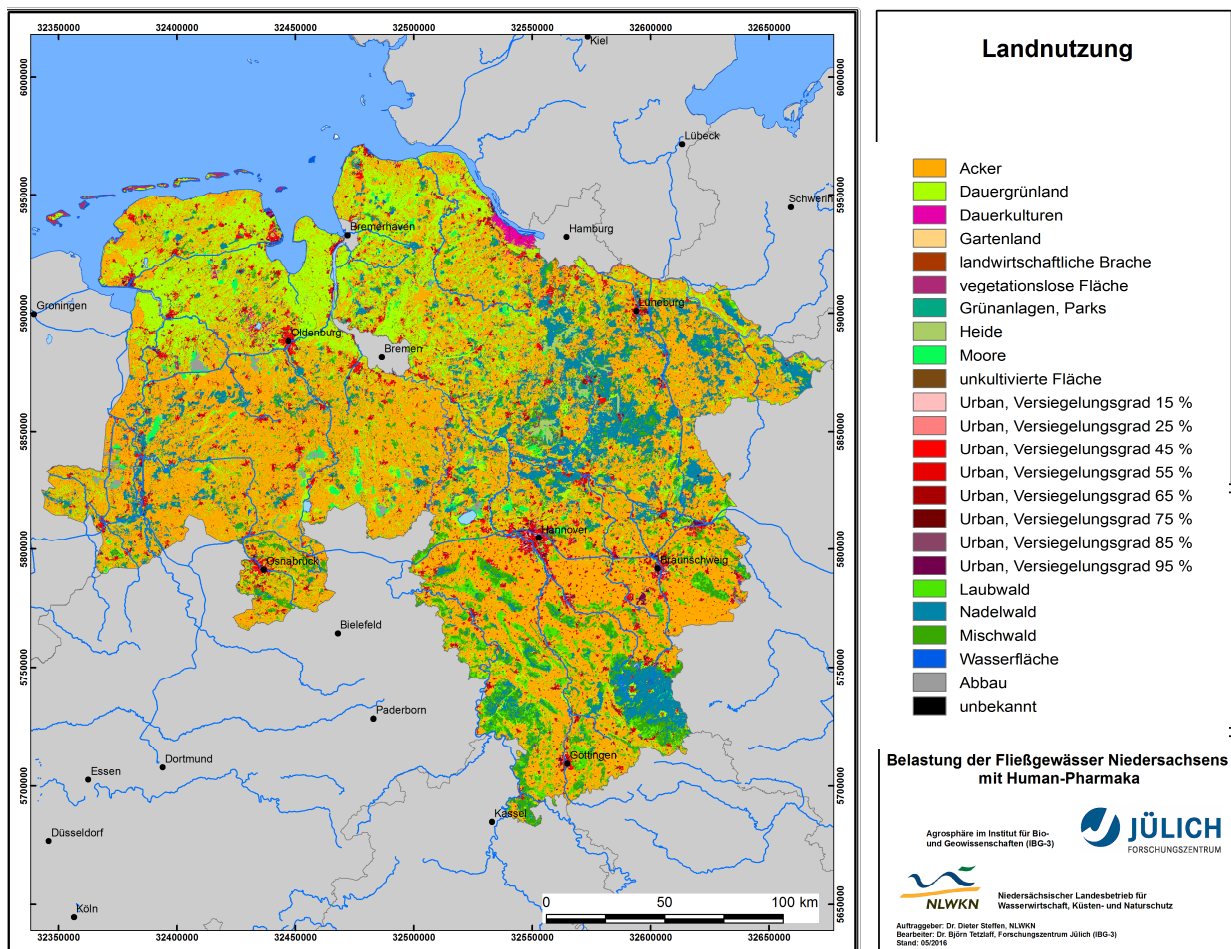


Abbildung 3-10: Karte der Landnutzungsklassen für Niedersachsen

Wie Abbildung 3-10 zeigt, ist Ackernutzung mit ca. 45 % der Gesamtfläche bis auf die Marschen die dominierende Nutzungsform. Grünlandnutzung erfolgt großflächig in der Marsch sowie in vermoorten Niederungen (20 %). Waldnutzung ist mit 20 % ebenfalls landesweit von Bedeutung, größere zusammenhängende Waldgebiete sind außerhalb der Lüneburger Heide jedoch i.W. auf die Höhenzüge in Südniedersachsen beschränkt.

### 3.3.1.4 Bodenparameter

Der Wasser- und Stoffhaushalt eines Landschaftsraumes wird in starker Weise auch durch pedologische Einflussgrößen bestimmt. Für die Verdunstung steht den Pflanzen nur das im Wurzelraum gespeicherte Wasser zur Verfügung, die sogenannte pflanzenverfügbare Bodenwassermenge. Dieser bodenhydrologische Kennwert geht im Modell GROWA zur Bestimmung der realen Verdunstung ein. Zur Ableitung der pflanzenverfügbaren Bodenwassermenge sind Angaben über die nutzbare Feldkapazität, die effektive Durchwurzelungstiefe und die kapillare Aufstiegshöhe erforderlich. Die Parameter Grundwasser- bzw. Staunässebeeinflussung des Bodens sind zur Ausweisung von grundwassernahen Standorten mit erhöhtem Verdunstungspotenzial und zur Abtrennung des Basisabflussanteils von der Gesamtabflusshöhe wichtig. Für die Durchführung des Projekts werden hoch aufgelöste Bodendaten benötigt, die mindestens auf der mittleren Maßstabsebene (ca. 1:50.000) vorliegen. Dies ist in diesem Projekt gegeben (Tabelle 3-1).

#### *Pflanzenverfügbares Wasser im effektiven Wurzelraum*

Das pflanzenverfügbare Bodenwasser entspricht der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum. Bei grundwassernahen Böden kommt der kapillare Aufstieg von Grundwasser in den Wurzelraum hinzu. Die nutzbare Feldkapazität ist bei grundwasser- und staunässefreien Böden das wesentliche Maß für die pflanzenverfügbare Bodenwassermenge und macht einen großen Anteil der Bodenfruchtbarkeit und damit der Ertragssicherheit aus. Staunässe Böden stellen zeitweilig mehr Wasser als die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes bereit. Grundwasserbeeinflusste Böden stellen zusätzlich den kapillaren Aufstieg von Grundwasser als pflanzenverfügbares Wasser bereit.

Die nutzbare Feldkapazität ist der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation erreichbar ist und im Boden in den Mittelporen mit Saugspannungen zwischen den pF-Werten 1,8 und 4,2 gespeichert wird. Sie errechnet sich je Bodenartenschicht aus dem Anteil der Bodenarten bei mittlerer Lagerungsdichte, korrigiert durch volumenprozentuale Abschläge für den Skelettanteil (ohne nutzbare Feldkapazität) bzw. durch Zuschläge für die Humusgehalte. Aus der Summe der nutzbaren Feldkapazität je Bodenartenschicht über die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe ergibt sich die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums.

Die mittlere effektive Durchwurzelungstiefe ist landnutzungsabhängig. Im Rahmen dieser Arbeit wurden bei der Berechnung der nutzbaren Feldkapazität die Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland und Wald unterschieden. Zur räumlichen Differenzierung der Landnutzung wird der oben beschriebene Datensatz (Abbildung 3-10) genutzt. Die Berechnung der nutzbaren Feldkapazität findet getrennt für jede Landnutzungskategorie statt. In den Fällen, wo die Durchwurzelung durch die Bodeneigenschaften begrenzt wird (niedriger Grundwasserflurabstand, geringe Bodenmächtigkeit wegen anstehendem Festgestein etc.), fällt die Durchwurzelungstiefe entsprechend niedriger aus.

Die Summe der nutzbaren Feldkapazität und des Kapillaraufstiegs von Grundwasser über eine kulturartenabhängige mittlere jährliche Anzahl von Tagen mit Grundwasserzehrung wird

als pflanzenverfügbare Bodenwassermenge bezeichnet (Abbildung 3-11). Es überwiegen Werte zwischen 100 und 150 mm, was auf die stark verbreiteten sandigen Böden zurückgeht. Höhere Werte >200 mm sind für lehmige Standorte (Südniedersachsen) oder Sandlöss-Gebiete (Meppen-Nienburger-Geest) typisch.

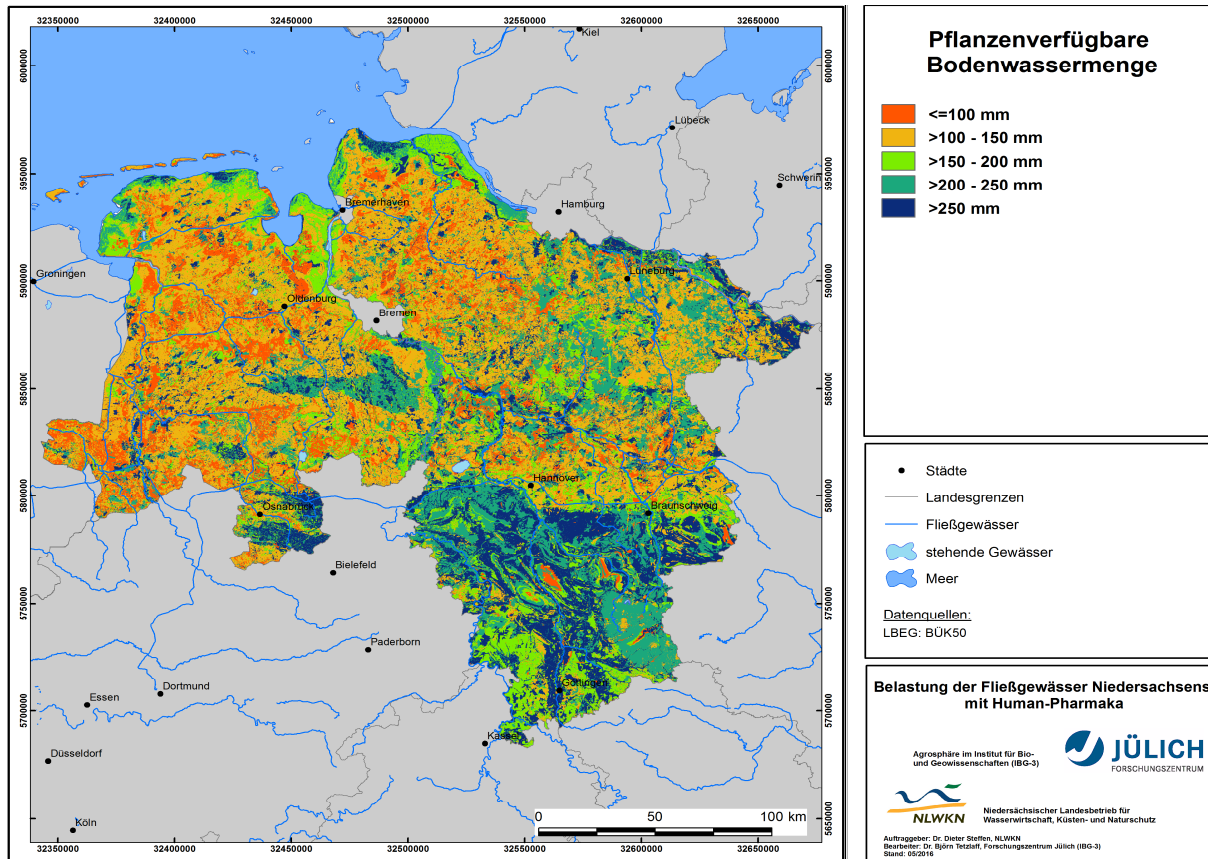


Abbildung 3-11: Karte des pflanzenverfügbaren Bodenwassers im effektivem Wurzelraum

### *Bodenkundlicher Grundwasserflurabstand*

Das oberflächennahe Grundwasser bestimmt wesentlich die Entwicklung und Eigenschaften der Böden und damit deren Nutzungsmöglichkeit oder Meliorationsbedürftigkeit. Der Grundwasserstand schwankt im Jahresverlauf in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf, vom Substrat, von der Geländelage und der Vegetation. Vor allem unter Wald sind die Schwankungen nach unten sehr stark. Böden in Auen zeichnen sich durch extrem starke, kurzzeitige Schwankungen des Grundwasserstands aus. Hier bestimmen Niederschläge, Infiltration aus dem Fluss und die Entfernung vom Gewässer den Grundwasserstand. Der Abstand zwischen effektiver Durchwurzelungstiefe und Grundwasseroberfläche sowie die ungesättigte Wasserleitfähigkeit und Porengrößenverteilung des Bodens in diesem Tiefenabschnitt bestimmen den kapillaren Aufstieg von Grundwasser in den von Wurzeln erschlossenen Bodenraum und damit die Wasserreserve, die der Vegetation während trockener Witterungsperioden zusätzlich zur nutzbaren Feldkapazität bereitgestellt wird.

Die Grundwasserstufe kennzeichnet den mittleren Schwankungsbereich des Grundwassers einschließlich des geschlossenen Kapillarsaums in Dezimetern unter der Geländeoberfläche (GOF) mit einer normalen Schwankungsamplitude von einer Tiefenstufe, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober).

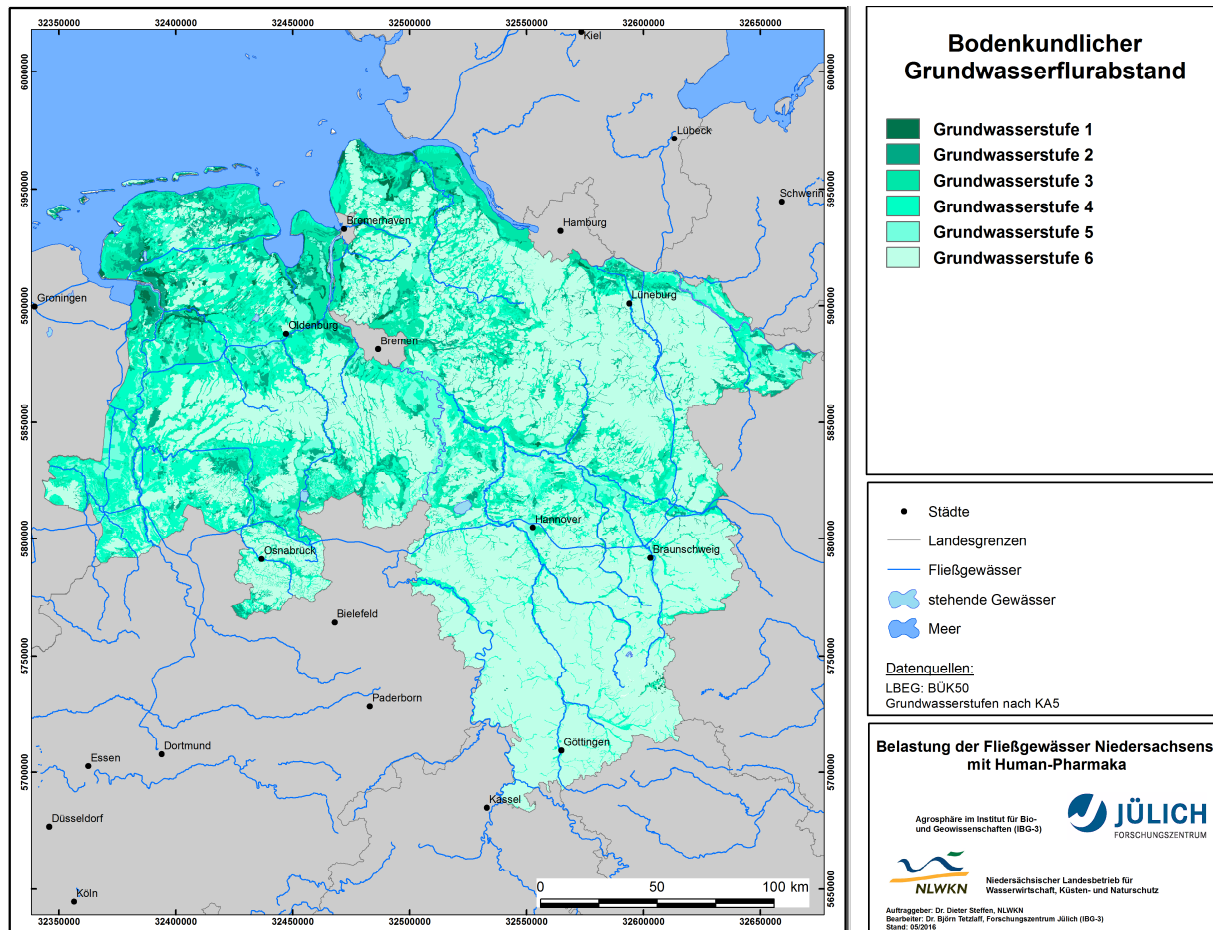


Abbildung 3-12: Karte des mittleren bodenkundlichen Grundwasserflurabstands (Grundwasserstufen) in Niedersachsen

Die für die Ausgliederung grundwassernaher Standorte relevanten Flächen mit einem Flurabstand von maximal 4 dm (Grundwasserstufen 1 und 2) sind kleinräumig auf wenige Niederungen beschränkt. Stärker verbreitet sind hingegen mittlere jährliche Flurabstände, die zwischen >4 und 8 dm betragen, und in den Niederungen mit Auenböden, Gleyen und vergleyten Böden auftreten (Stufe 3). In mehr als 50 % der Fläche Niedersachsens werden sehr große Flurabstände von >20 dm ausgewiesen, d.h., eine Grundwasserbeeinflussung der Böden und damit des Verdunstungsprozesses ist hier nicht mehr gegeben. Auf den grundwasserfernen Standorten kann es allerdings zu Staunässe kommen (Abbildung 3-13).

### Staunässegrad

Der Staunässegrad beschreibt den Grad der Vernässung aufgrund von Wasserstau an gering durchlässigen Schichten bezogen auf das gesamte Bodenprofil. Abbildung 3-13 zeigt den Staunässegrad der Böden in Niedersachsen. Aus dieser Karte geht hervor, dass rele-



vanter Staunässeinfluss auf pseudovergleyte Lössregionen, Moorniederungen und Marschen begrenzt ist.

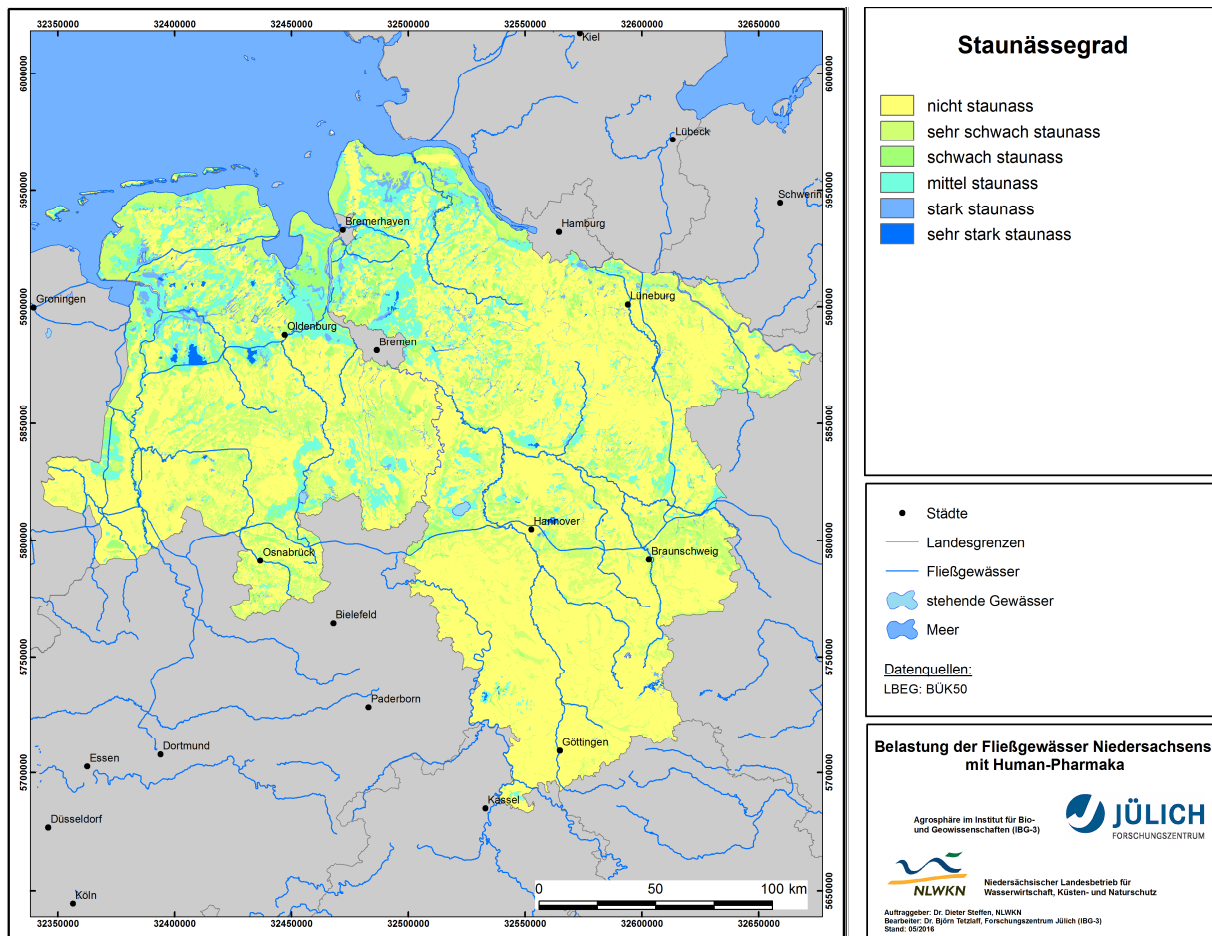


Abbildung 3-13: Karte des mittleren Staunässegrads der Böden in Niedersachsen

### Potenziell gedränzte Landwirtschaftsflächen

Neben den in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen werden für die Modellrechnungen auch Informationen zur Lage künstlich gedränzter landwirtschaftlicher Nutzflächen benötigt. In der Regel liegen für meso- und makroskalige Studien zum Wasserhaushalt und Stoffeintrag keine flächendeckenden Informationen vor, sodass diese nach einem im FZJ selbst entwickelten Ansatz (Tetzlaff et al. 2008) abgeleitet werden müssen. Für Niedersachsen ist diese Ableitung in dem vom FZJ bearbeiteten Forschungsauftrag zur Stickstoff- und Phosphorbelastung Niedersachsens bereits durchgeführt worden. Einzelheiten dazu können Ackermann et al. (2015) entnommen werden.

Abbildung 3-14 zeigt die nach dem genannten Verfahren abgeleitete Karte der potenziell gedränzten Flächen. Es ergibt sich eine deutliche Abnahme der potenziell gedränzten Flächen in Nord-Süd- und West-Ost-Richtung. Während die Verbreitung von Dränflächen entlang der Küste fast lückenlos ist, sind gedränzte Areale mit zunehmender Entfernung von der Küste

kleinflächiger und disperser. Die räumlichen Verteilungsmuster im Binnenland sind stark durch das Auftreten von Niederungen geprägt. Als Ursache für das Verteilungsmuster kann das Zusammenspiel der drei für den Dränbedarf sehr wesentlichen Einflussfaktoren Landnutzung, Klima und Boden gelten. Der maritime Einfluss und damit die Jahresniederschlagshöhe nehmen in den beschriebenen Himmelsrichtungen ab. Vom Klima mit beeinflusst ist das Auftreten dränbedürftiger Bodentypen, d.h. hydromorpher terrestrischer Böden sowie von Mooren. Hinzu kommt die durchgehende Verbreitung weitgehend vernässter Marschböden entlang der Küste.

Aus Abbildung 3-14 kann ein Anteil potenziell gedränter Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche Niedersachsens von ca. 46 % abgeleitet werden. Mithilfe von Dränplänen und hochaufgelösten Gewässernetzen konnte die Validität der Dränflächenkarte bestätigt werden (Tetzlaff et al. 2008; Ackermann 2015).

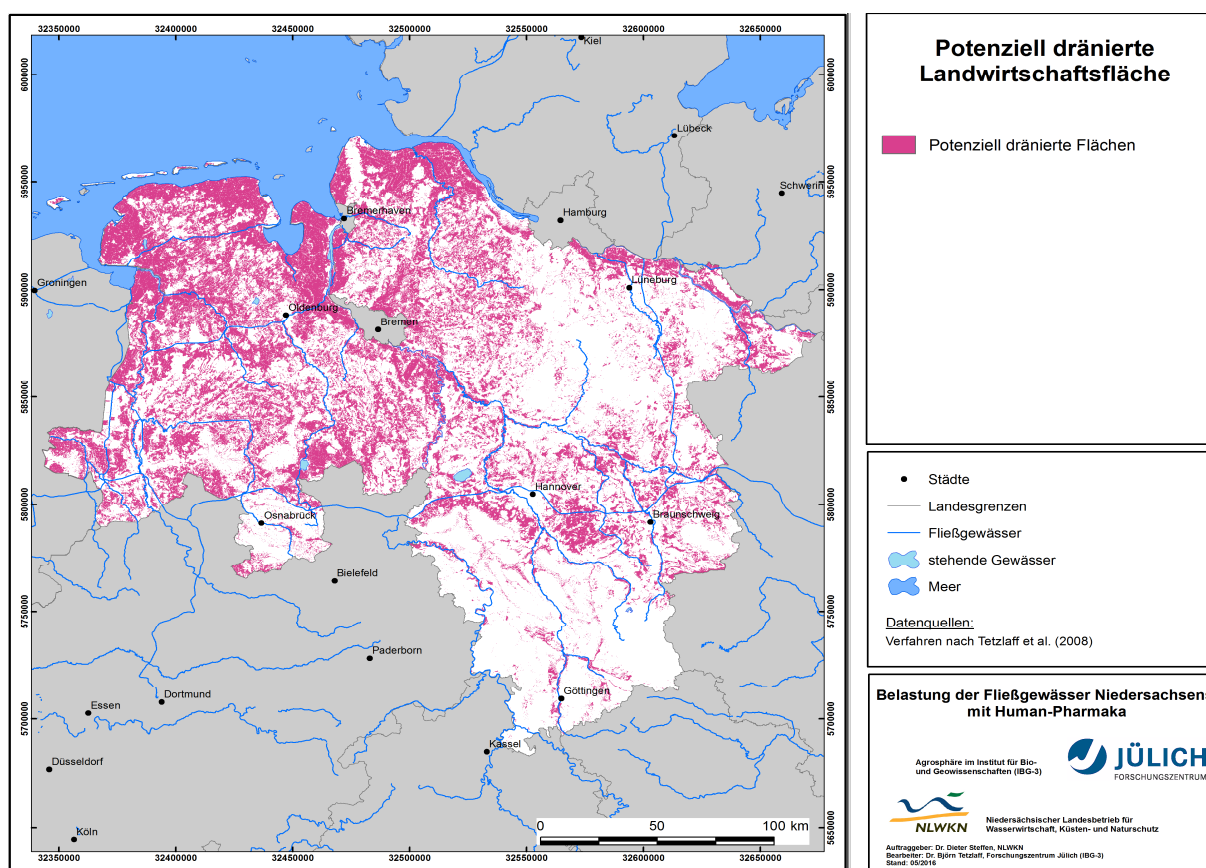


Abbildung 3-14: Karte der potenziell gedränten Flächen in Niedersachsen

### 3.3.1.5 Abflussmessdaten

Für eine Validierung des Wasserhaushaltsmodells GROWA ist es notwendig, über gemessene Abflusswerte von möglichst zahlreichen Pegeln und damit Teileinzugsgebieten zu verfügen. Für die Zeitreihe 2004-2014 liegen für Niedersachsen Daten von ca. 300 Abflussmesspegeln des NLWKN vor. Alle Daten wurden in eine Datenbank überführt und einer Durchsicht unterzogen. Hierbei wurden Pegel ausgeschlossen, die nicht mindestens 80 %

des jeweiligen Messzeitraums abdecken. Dasselbe gilt für Pegel mit größeren Einzugsgebietsanteilen außerhalb Niedersachsens und für solche mit eindeutigen anthropogenen Beeinflussungen der Mittelwasserführung, z.B. durch erhebliche Grundwasserförderung. Aus den etwa 300 Pegeln werden daher für die einzelnen Zeitperioden etwa 190-200 selektiert.

Die Lage der Abflusspegel und Gütemessstationen ist in Abbildung 3-15 mit den zugehörigen Einzugsgebieten dargestellt ist. Diese Einzugsgebiete decken den Großteil des Untersuchungsgebiets ab und spiegeln heterogene Verhältnisse in Bezug auf Landnutzung, Böden, Geologie, Relief und Besiedlungsdichte wider. Der tidebeeinflusste Norden Niedersachsens wird nicht durch Abflusspegel abgedeckt.

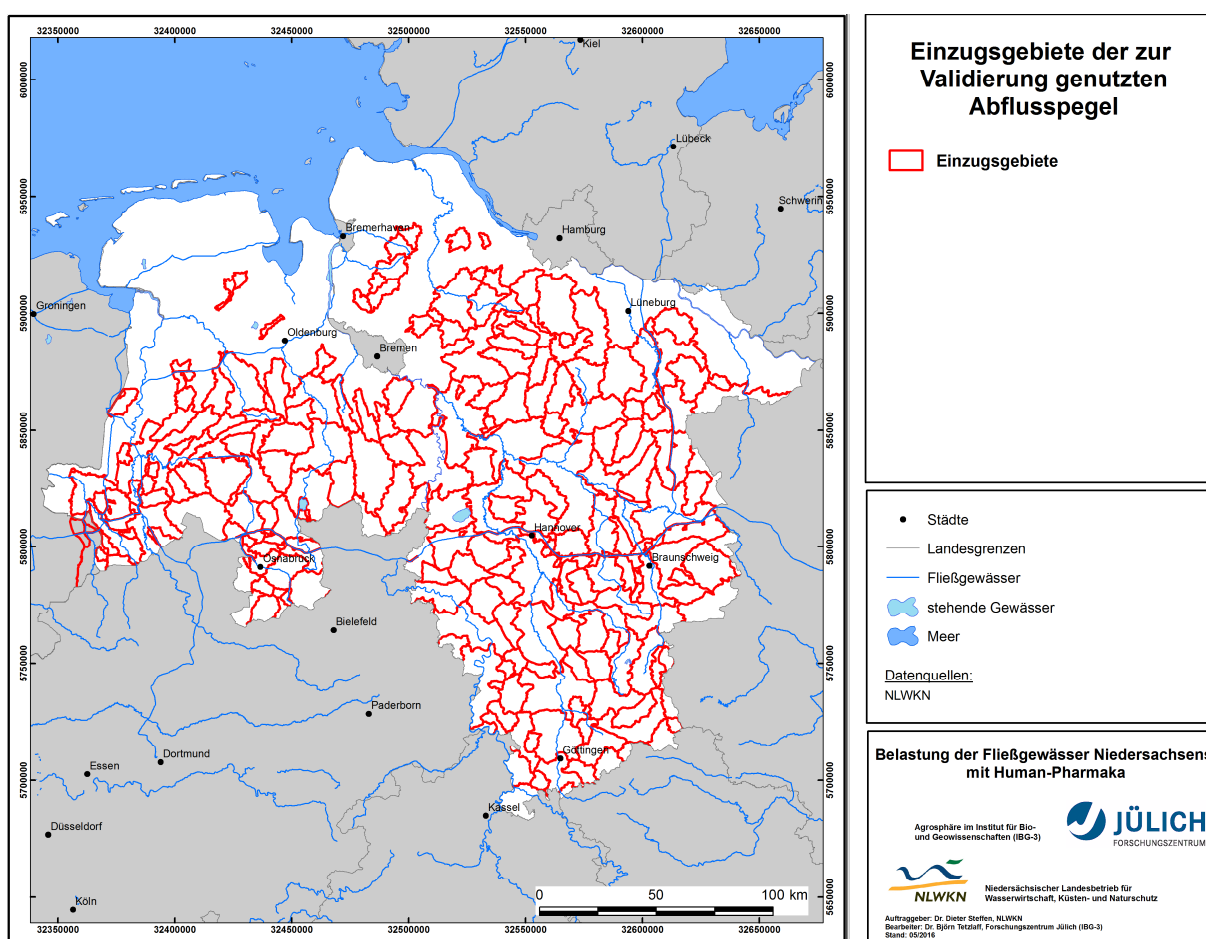


Abbildung 3-15: Karte der Einzugsgebiete von Abflusspegeln in Niedersachsen

### 3.3.2 Modellergebnisse zum Gesamtabfluss und Validierung

Die Modellierung des Gesamtabflusses in Niedersachsen erfolgte mit dem Modell GROWA flächendifferenziert nach der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Vorgehensweise auf Basis räumlich hoch differenzierter Eingangsdaten. Quantifiziert wurde ausschließlich der Gesamtabfluss für die hydrologischen Jahre 2004-2014, 2008 und 2014.

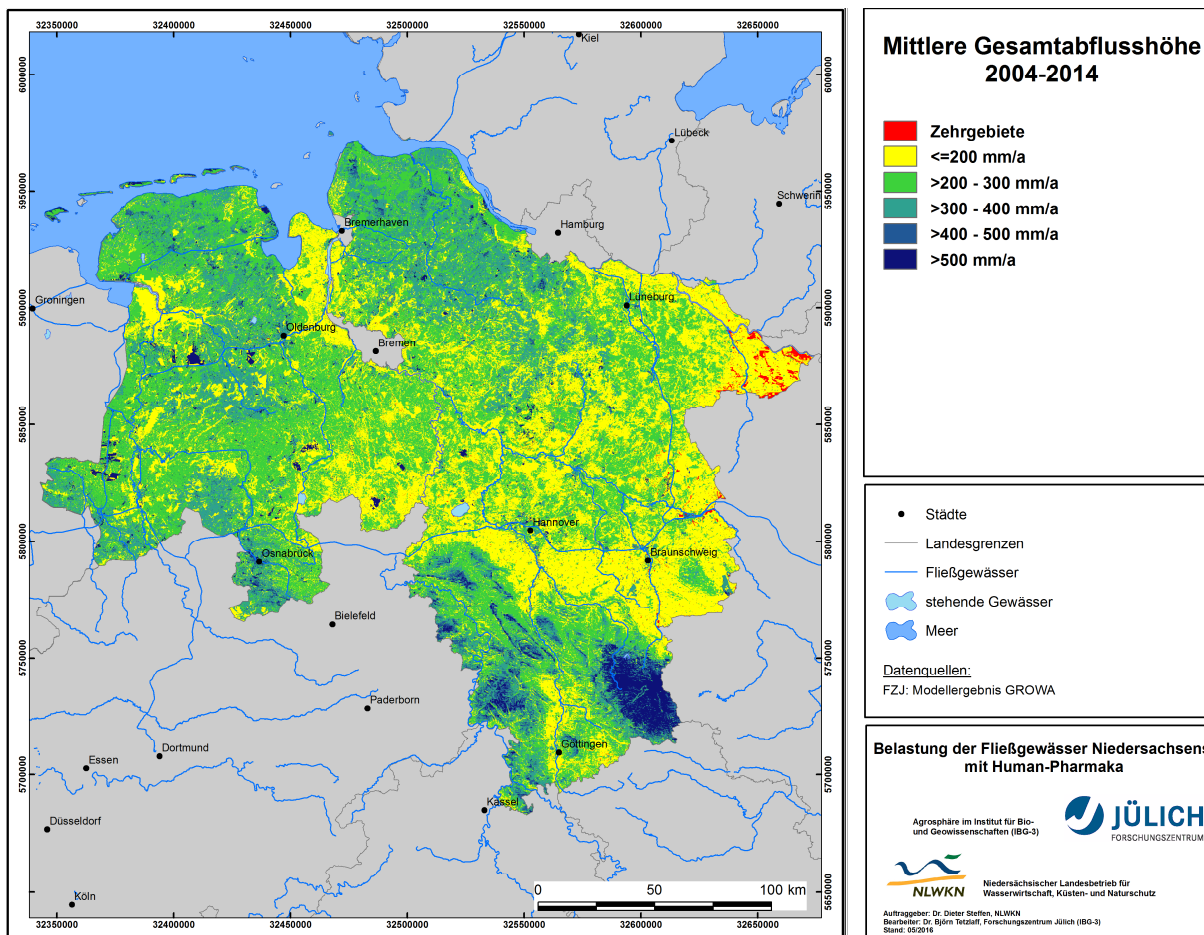


Abbildung 3-16: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2004-2014

Abbildung 3-16 gibt Auskunft über die räumliche Verteilung der mittleren langjährigen Gesamtabflusshöhe im Zeitraum 2004-2014. Der mittlere Gesamtabfluss liegt bei 240 mm/a. Unterdurchschnittliche Gesamtabflüsse ( $\leq 200$  mm/a) treten verbreitet in Ostniedersachsen, insbesondere im Wendland, auf und gehen hier auf die abnehmende Maritimität zurück. Außerdem sind sie in der Hildesheimer Börde und bis an die östliche Landesgrenze anzutreffen und resultieren aus der höheren Verdunstung der schluffigen Lössböden in diesem Raum. Überdurchschnittliche Gesamtabflüsse ( $> 300$  mm/a) sind typisch für die Höhenlagen des Berg- und Hügellandes sowie den Harz. Sie sind eine Folge des in diesen Gebieten vergleichsweise höheren Jahresniederschlags, der den sensitivsten Faktor für die Gesamtabflusshöhe darstellt.

Im Nassjahr 2008 beträgt die modellierte mittlere Gesamtabflusshöhe ca. 340 mm/a (+42%). Gesamtabflüsse unter 200 mm/a treten nur noch selten auf (Abbildung 3-17). Große Verbreitung haben hingegen Gesamtabflüsse über 400 mm/a in Südniedersachsen, zwischen Nordsee und Lüneburger Heide sowie auf der oldenburgischen Geest. Damit folgt die Verteilung des Gesamtabflusses 2008 stark der Niederschlagshöhe (Abbildung 3-7). Im Trockenjahr 2014 liegt der Mittelwert bei nur noch 185 mm/a (-23 % ggü. der Periode 2004-2014). Auffällig ist die Zweiteilung Niedersachsens in einen feuchteren Westen ( $> 200$ - $300$  mm/a) und einen trockeneren Osten ( $\leq 200$  mm/a). Diese Verteilung folgt ebenfalls sehr exakt der Niederschlagsverteilung (Abbildung 3-7).



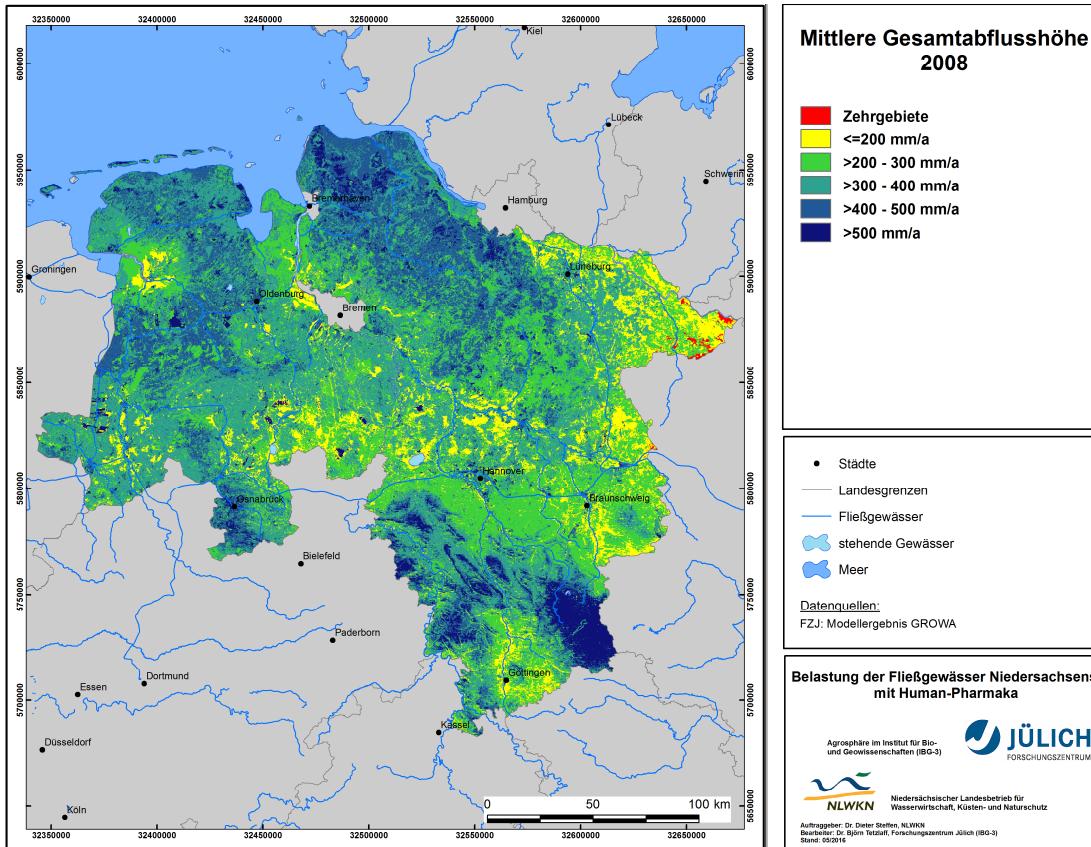


Abbildung 3-17: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2008

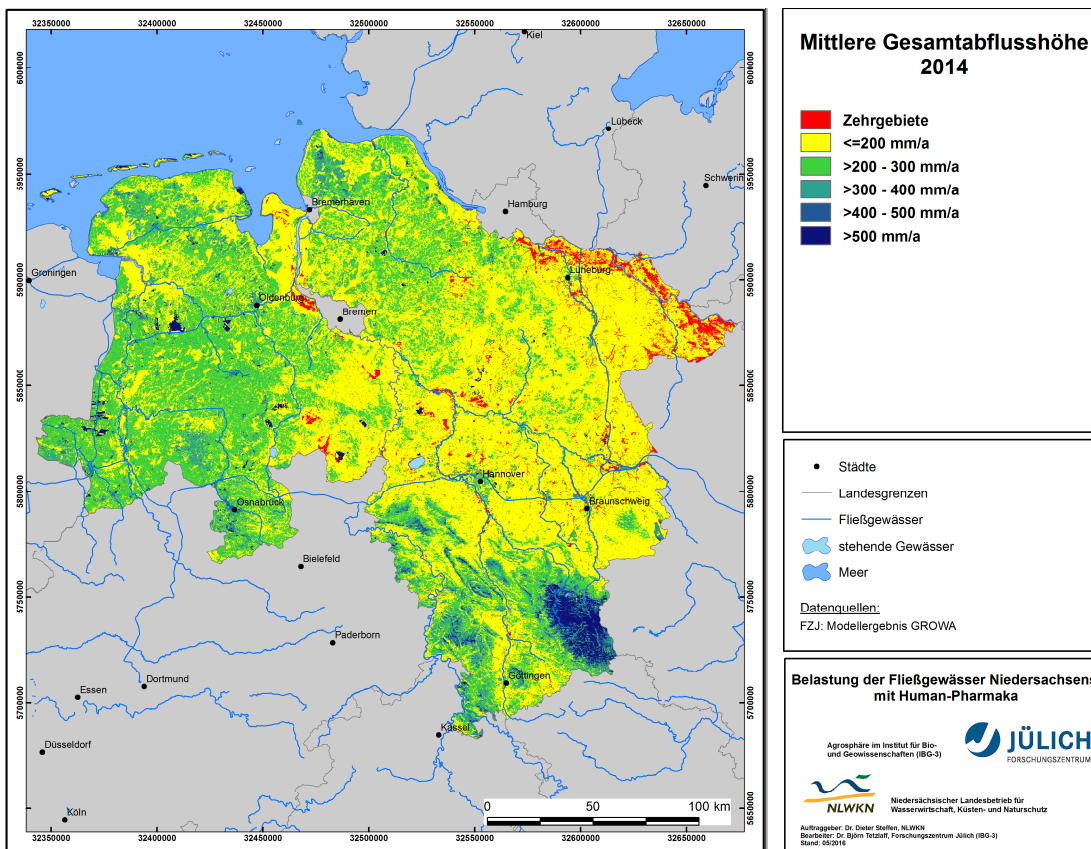


Abbildung 3-18: Karte des modellierten mittleren Gesamtabflusses 2014

Um Aussagen darüber treffen zu können, inwiefern der berechnete Gesamtabfluss den tatsächlich vorliegenden Abflussverhältnissen (MQ) entspricht, wurde eine Validierung durchgeführt, indem die Zuverlässigkeit der berechneten Abflusshöhen durch einen Vergleich mit den an Pegeln gemessenen Abflüssen überprüft wurde. Zunächst wird eine Verschneidung der pegelbezogenen Einzugsgebiete mit den vom GROWA-Modell flächendifferenziert berechneten Gesamtabflusshöhen vorgenommen. Die einzelnen Werte der Rasterzellen werden dann über die jeweiligen Einzugsgebiete integriert und mit den gemessenen Abflusshöhen verglichen. Hierbei ist darauf zu achten, dass sowohl der Berechnung als auch bei den Pegelmessungen der gleiche Bezugszeitraum zu Grunde gelegt wird. Aus den täglichen Abflussmittelwerten, die für die Abflusspegel zur Verfügung standen, wurde der mittlere Abfluss MQ zwecks Vergleich mit dem modellierten Gesamtabfluss abgeleitet. Wenn sich für eine hinreichend große Anzahl von Einzugsgebieten eine befriedigende Übereinstimmung ergibt, kann man davon ausgehen, dass mit dem zugrundeliegenden Modell repräsentative Aussagen erzielt werden.

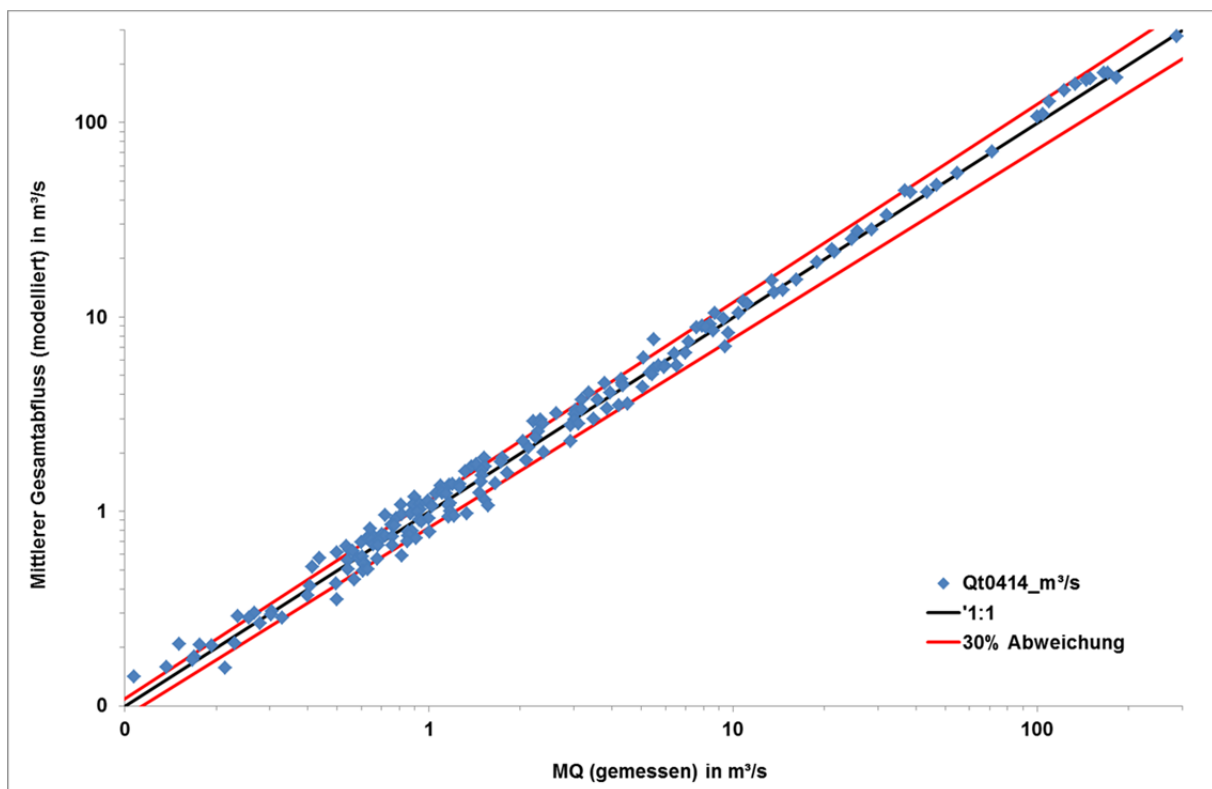


Abbildung 3-19: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen (2004-2014) in Niedersachsen

Die für die einzelnen Perioden 2004-2014, 2008 und 2014 berechneten Gesamtabflusshöhen wurden mit den Mittelwerten der Tagesabflüsse (MQ) der jeweils gleichen Zeitreihe verglichen. Die Ergebnisse zeigen die Diagramme in Abbildung 3-19 bis Abbildung 3-21. In allen Perioden stehen ca. 190 Pegel zur Validierung zur Verfügung (Kap. 3.3.1.5). Die Bestimmtheitsmaße  $R^2$  sind mit über 0,99 für alle drei Perioden sehr hoch. Dessen ungeachtet variiert der mittlere Fehler zwischen 0,2 % (2008) und 9 % (2014), was als gering bezeichnet werden kann. Die Streuung ist in den Diagrammen unterschiedlich hoch, wobei sie 2014 am

stärksten ist. Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass der empirische Charakter des Modells GROWA bei diesen trockenen Klimaverhältnissen an seine Grenzen stößt. Insgesamt jedoch kann die Übereinstimmung der modellierten mit gemessenen Abflüssen für 2004-2014 und 2008 als gut und für 2014 als befriedigend bezeichnet werden.

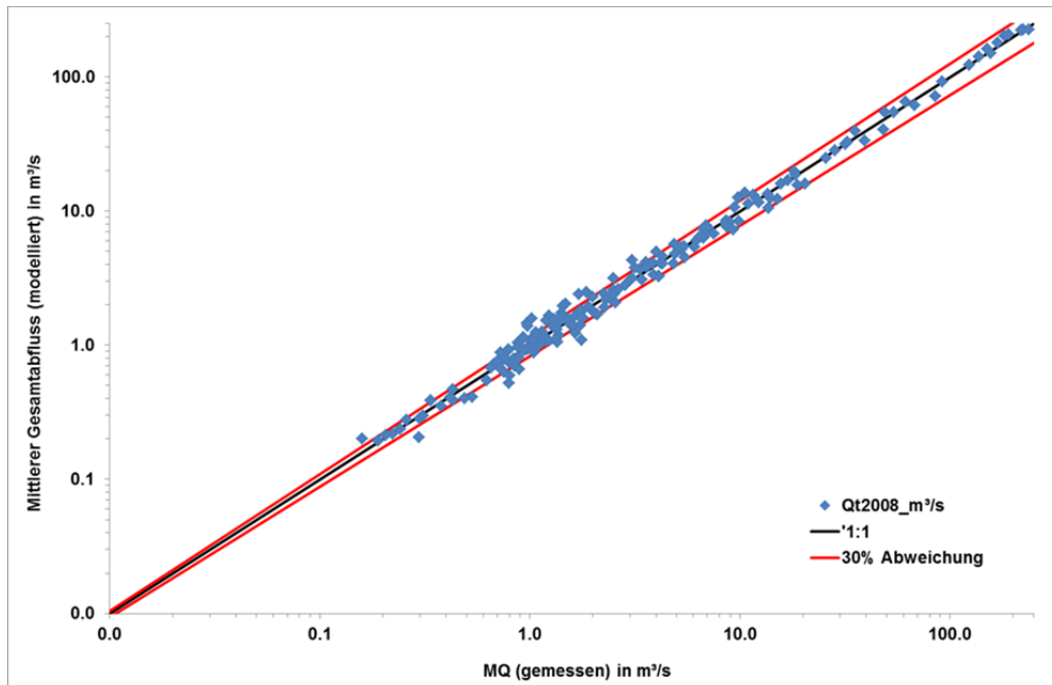


Abbildung 3-20: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen im Nassjahr 2008 in Niedersachsen

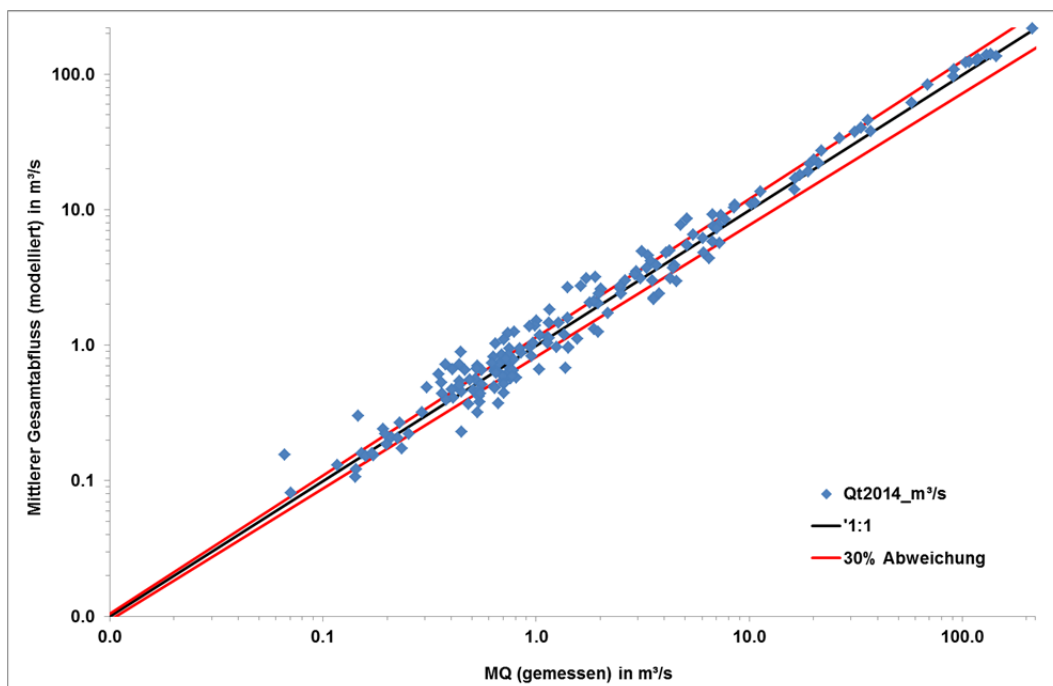


Abbildung 3-21: Validierung der berechneten mittleren Gesamtabflusshöhen im Trockenjahr 2014 in Niedersachsen

## 4 Ergebnisse zur Abwasserbelastung in den Fließgewässern Niedersachsens

Nachdem in den Kapiteln 2 und 3 bereits die Methodik und die Eingangsdaten zur Ermittlung der Abwasserbelastung beschrieben wurden, werden in Kapitel 4 die Ergebnisse der Abwasserbelastung in niedersächsischen Fließgewässern dargestellt und auf Plausibilität geprüft. Dabei werden die Ergebnisse zunächst linienhaft für die Oberflächenwasserkörper erläutert (Kap. 4.1) und anschließend weitere Auswertungen für Kläranlagen-Standorte vorgenommen (Kap. 0). Danach folgt in Kapitel 4.3 eine Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse mit Konzentrationsbefunden des NLWKN zu ausgewählten Wirkstoffen verglichen (Girbig u. Steffen 2013).

### 4.1 Ergebnisse für Fließgewässer

Die Ergebnisse der mittleren Abwasserbelastung in den Oberflächenwasserkörpern bzw. für das nach EG-WRRL relevante Fließgewässernetz zeigt Abbildung 4-1 in Verbindung mit Abbildung 4-2 für die Periode 2004-2014. Mit 70 % der gesamten Fließgewässerslänge ist der weitaus größte Teil niedersächsischer Fließgewässer nicht durch Abwasser aus kommunalen Kläranlagen belastet. Die verbleibenden 30 % weisen eine Abwasserbelastung von sehr unterschiedlichem Ausmaß auf. So sind 16 % sehr gering bzw. gering belastet ( $\leq 4\%$  Abwasseranteil am MQ). Diese Abwasserbelastungen dominieren im gesamten Gebiet zwischen Elbe und Aller sowie zwischen Nordsee und Wendland. Erhöhte ( $>7-10\%$ ) und hohe ( $>10 - 25\%$ ) Abwasserbelastungen treten großräumig v.a an der mittleren Hase westlich von Osnabrück sowie südlich der Aller im Raum Hannover-Braunschweig auf. Hier sind insbesondere Wietze, Burgdorfer Aue, Fuhse und Oker in weiten Abschnitten hoch belastet. Kleinräumig finden sich kurze Gewässerabschnitte mit erhöhter und hoher Belastung jedoch auch in anderen Landesteilen, u.a. bei Göttingen, bei Emden und an der oberen Soeste. Niedersachsenweit treten diese Belastungen an jeweils 3 % der gesamten Fließgewässerslänge auf. Sehr hohe ( $>25 - 75\%$ ) und extrem hohe ( $>75\%$ ) Abwasserbelastungen sind im Kartenbild kaum zu sehen. Dies ist eine Folge des Maßstabs von Abbildung 4-1. Diese Belastungen machen lediglich 0,3 bzw. 0,1 % der Fließgewässerslänge des WRRL-relevanten Gewässernetzes aus und sind auf kurze Flussabschnitte beschränkt, in denen erhöhte Kläranlagenabläufe auf leistungsschwache Gewässer treffen. Dies wird am Beispiel von vergrößerten Kartenausschnitten in Kapitel 0 weiter ausgeführt. Die räumliche Verteilung der Abwasserbelastung korreliert mit der Bevölkerungsdichte und mit der Verteilung der Kläranlagen (Abbildung 3-3, Abbildung 3-2), ist jedoch nicht ausschließlich durch diese Faktoren bestimmt, da die Abwasserbelastung auch durch die Wasserführung der Fließgewässer (MQ) beeinflusst wird.

Die Ermittlung der Abwasserbelastung wurde zusätzlich auch für Extremjahre der Periode 2004-2014 durchgeführt, wobei 2008 als Nassjahr und 2014 als Trockenjahr ausgewählt wurden (Kap. 3.1). Die Ergebnisse zeigen Abbildung 4-3 und Abbildung 4-5.



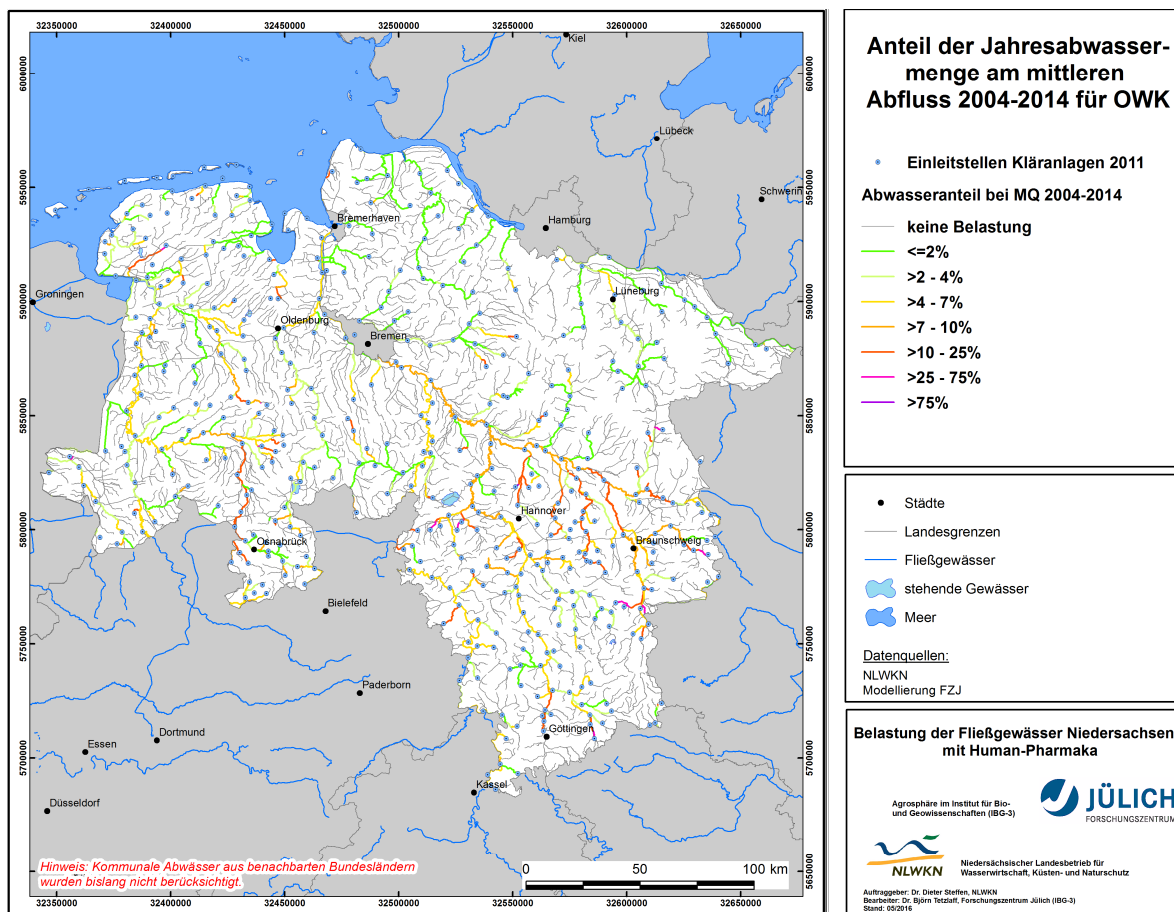


Abbildung 4-1: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B)

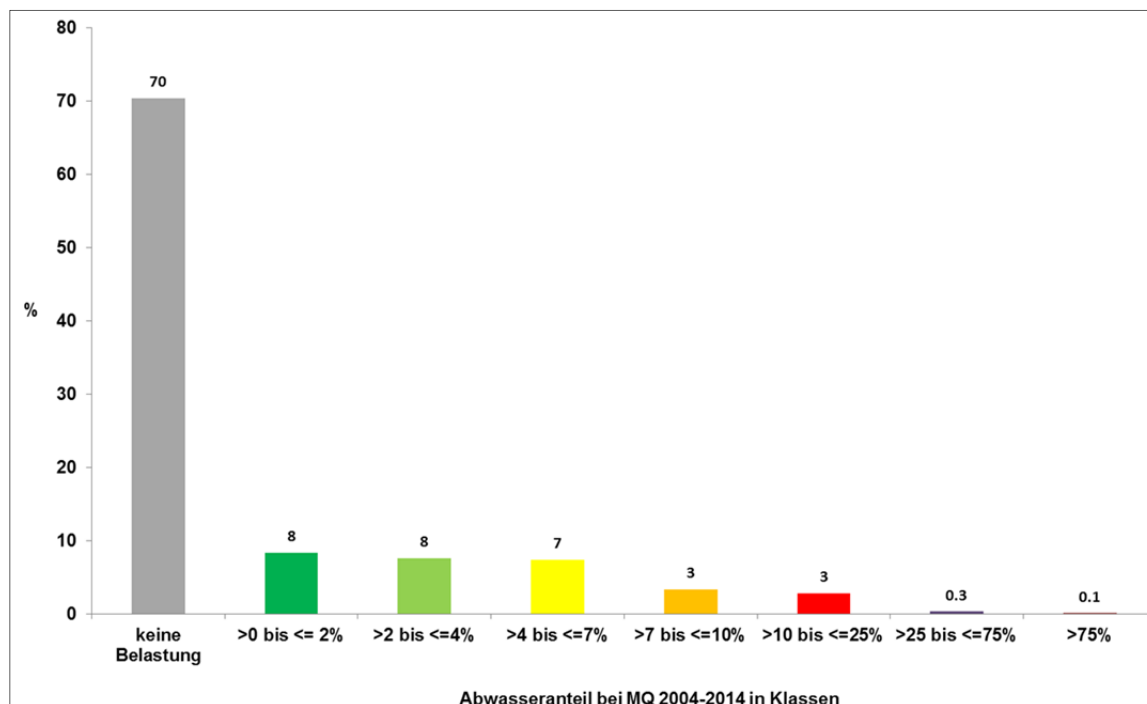


Abbildung 4-2: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen der Periode 2004 – 2014, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper

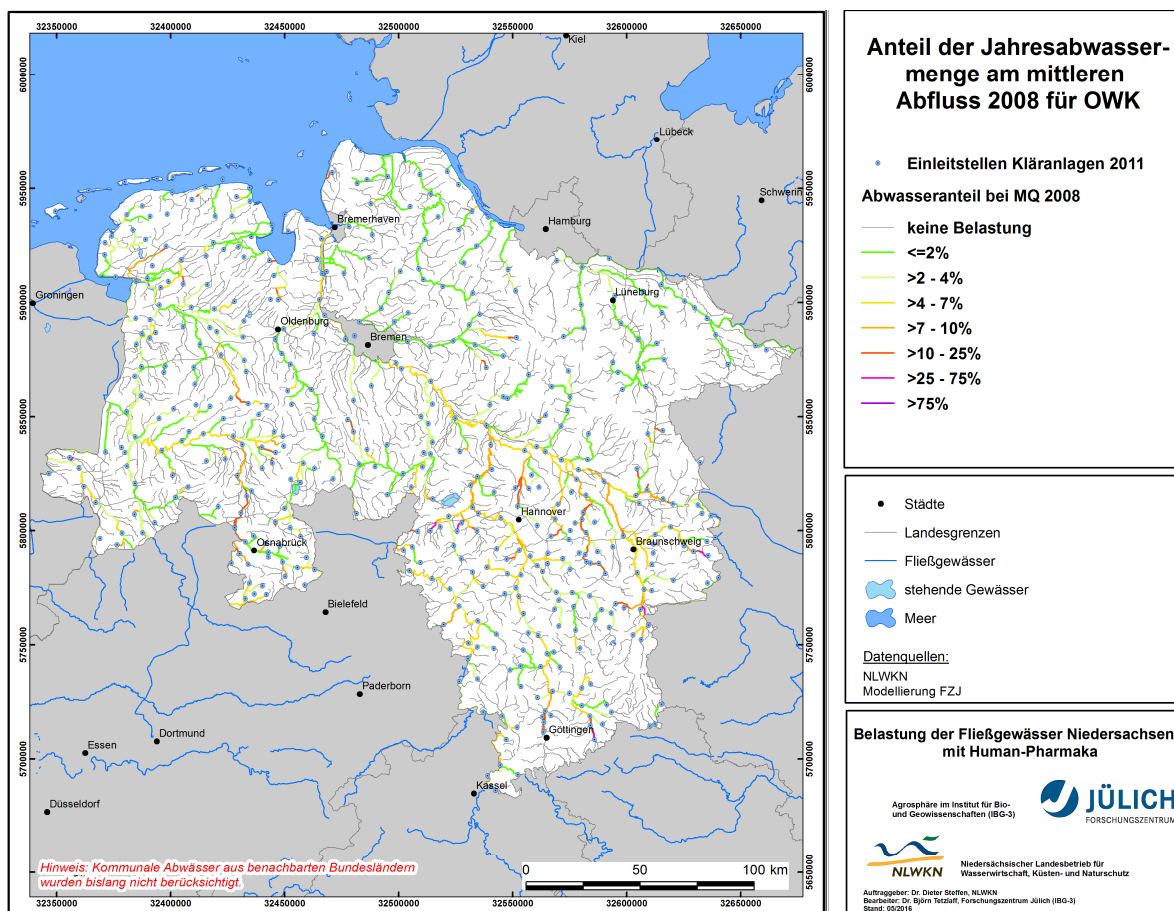


Abbildung 4-3: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B)

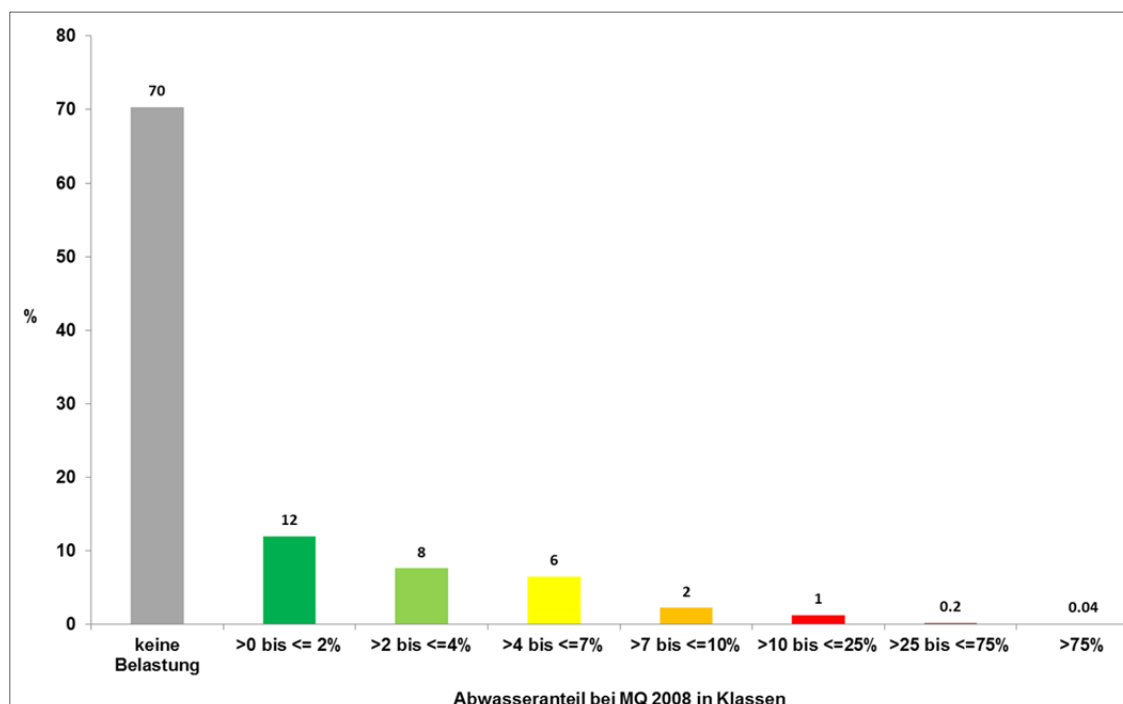


Abbildung 4-4: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen des Nassjahres 2008, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper

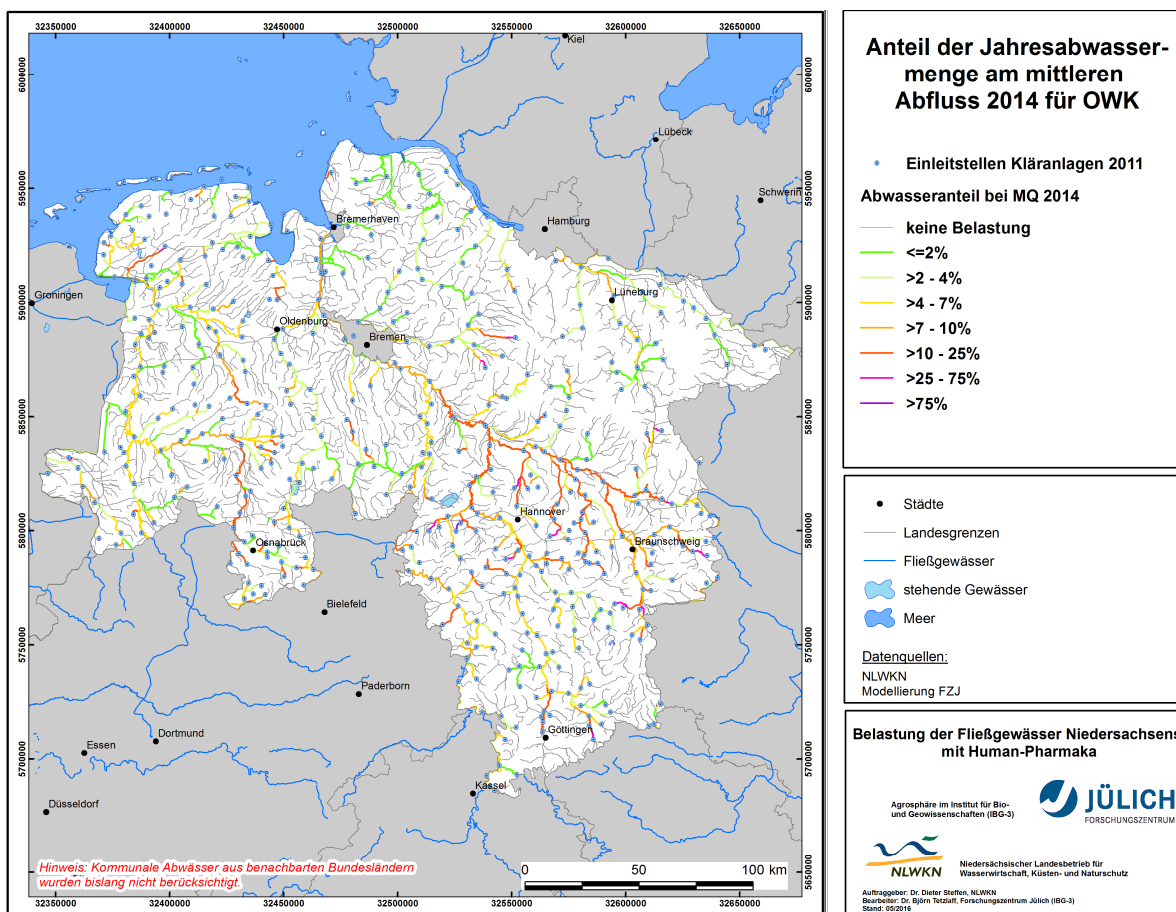


Abbildung 4-5: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Trockenjahres 2014 in den Oberflächenwasserkörpern (vergrößerte Version in Anhang B)

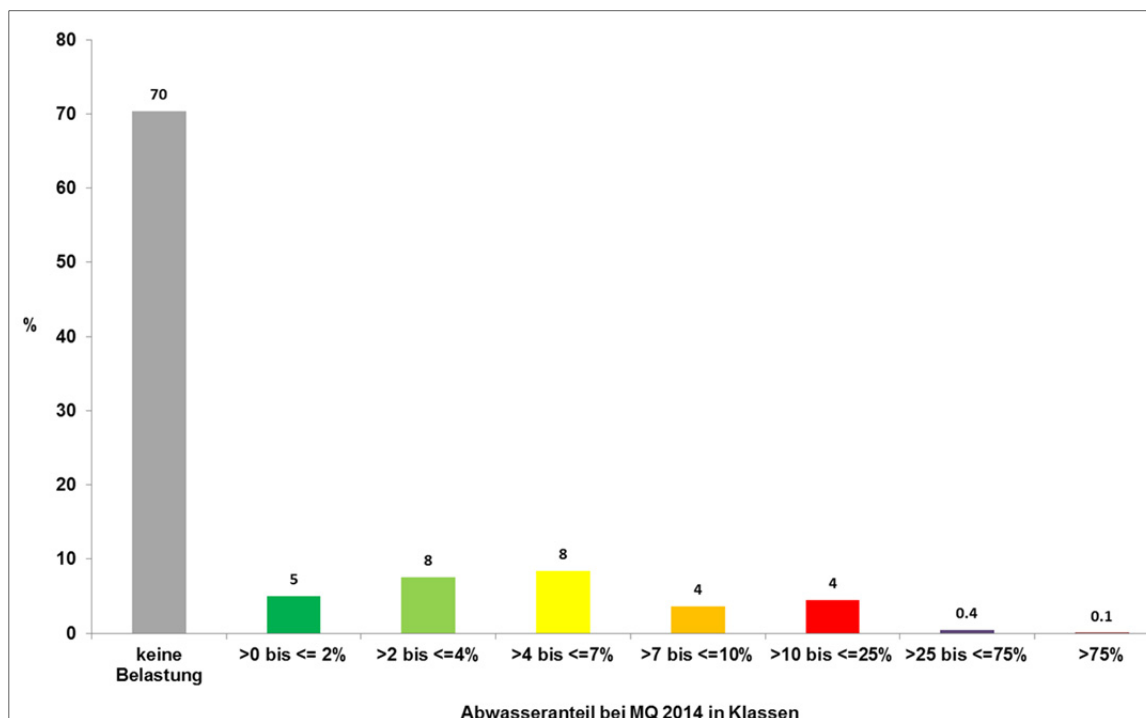


Abbildung 4-6: Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen des Trockenjahrs 2014, bezogen auf die Flusslängen der Oberflächenwasserkörper

Im Nassjahr 2008 steht mehr Abfluss für die Verdünnung der Kläranlagenabwässer zur Verfügung, sodass die Belastungen insgesamt geringer ausfallen. Die Häufigkeitsverteilung in Abbildung 4-4 zeigt dementsprechend eine Verschiebung in Richtung der niedrigeren Belastungsklassen im Vergleich mit Abbildung 4-2. Der Gesamtanteil der oberen vier Belastungsklassen (>7 - >75 %) sinkt von 6,4 % auf 3,2 %. Abbildung 4-3 zeigt sehr deutlich, dass die o.g. Belastungsschwerpunkte in den Räumen, Osnabrück, Hannover-Braunschweig sowie kleinräumigere Belastungen, u.a. bei Göttingen, bei Emden und an der oberen Soeste, auch in einem Nassjahr deutlich hervortreten.

Die Belastungssituation im Trockenjahr 2014 zeigt Abbildung 4-5 in Verbindung mit Abbildung 4-6. Die Häufigkeitsverteilung zeigt eine Verschiebung in Richtung der höheren Belastungsklassen im Vergleich zu Abbildung 4-2. Der Gesamtanteil der oberen vier Belastungsklassen (>7 - >75 %) steigt von 6,4 % auf 8,5 %. Im Kartenbild macht sich die Zunahme der Belastung v.a. in durchgehend hohen Abwasseranteilen (>10 – 25 %) in den bereits genannten Hauptbelastungsräumen bemerkbar. Außerdem sind gegenüber der mittleren Periode 2004 - 2014 Klassensprünge in die Kategorie „erhöht“ (>7 – 10 %) z.B. für die Unterweser und die untere Ilmenau festzustellen.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei Flüssen, die die Landesgrenze überschreiten, die reale Abwasserbelastung höher sein wird, als in den Karten abgebildet wird, weil Oberlieger-Kläranlagen aus benachbarten Bundesländern in diesem Forschungsvorhaben bislang nicht berücksichtigt wurden. Dies betrifft v.a. Vechte, Ems, Weser, Leine und Aller.

Zwecks leichter Identifizierung der belasteten Fließgewässer werden die drei Ergebniskarten noch einmal im B in stark vergrößerter Form gezeigt. Die Belastungsregion zwischen den Großräumen Hannover und Braunschweig wird in drei Abbildungen detaillierter dargestellt (Abbildung 4-7 bis Abbildung 4-9). Die maßstabsbedingt größere Differenzierung gibt einen besseren Eindruck von den räumlich wechselnden Belastungen der Fließgewässer im Zeitraum 2004 - 2014. So treten die Verdünnungseffekte durch einmündende Nebengewässer, aber auch die sehr hoch belasteten Gewässerabschnitte eindeutiger hervor als in Abbildung 4-1. Man erkennt auch, dass es sich dabei um kurze Abschnitte von i.d.R. wenigen 100 Metern bis wenigen Kilometern handelt.

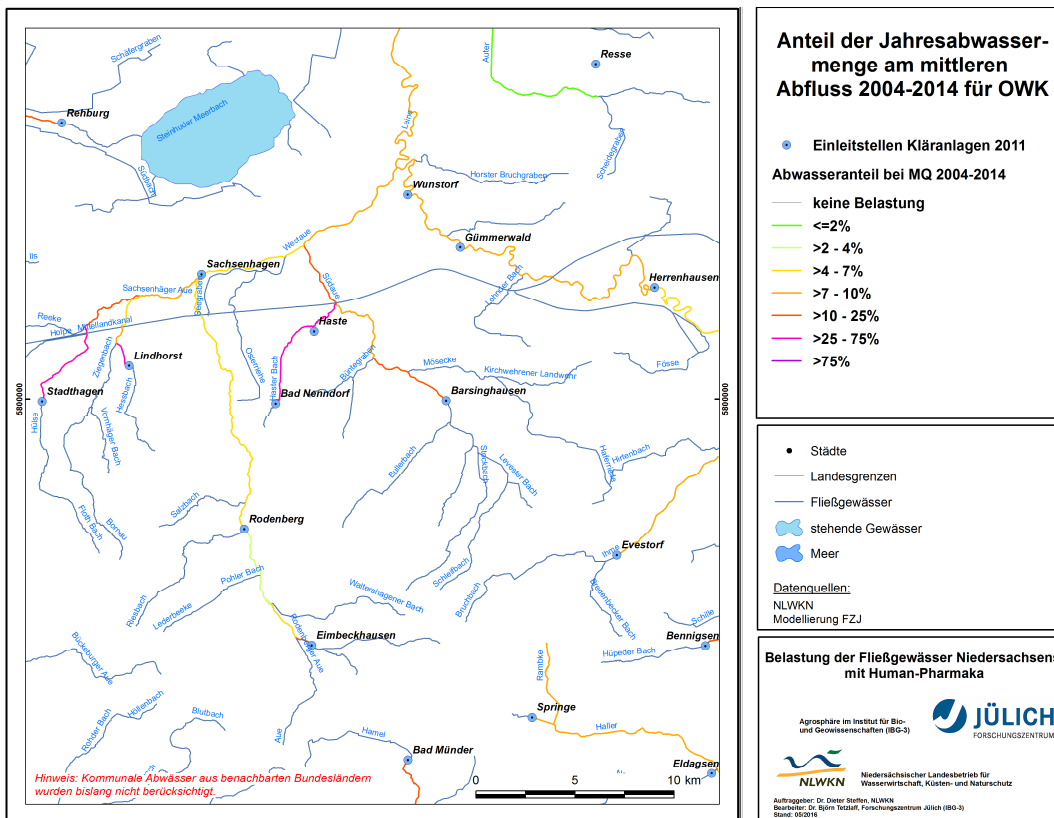


Abbildung 4-7: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Steinhuder Meer

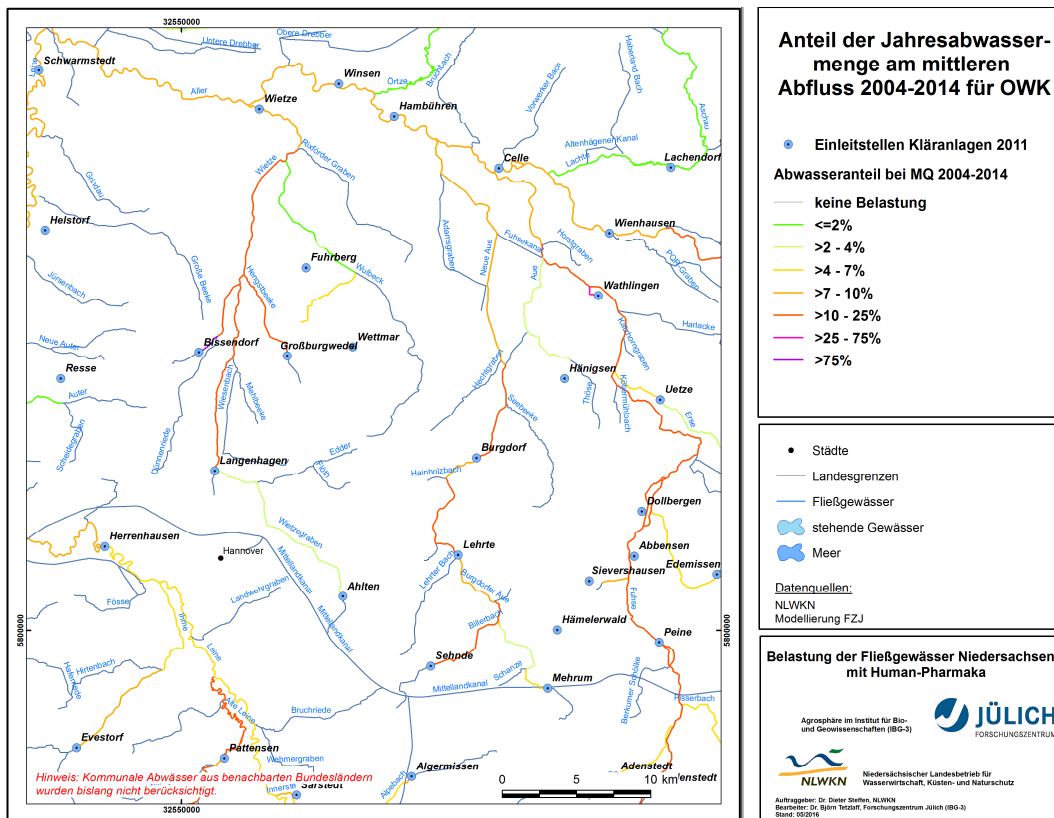


Abbildung 4-8: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Aller-Leine

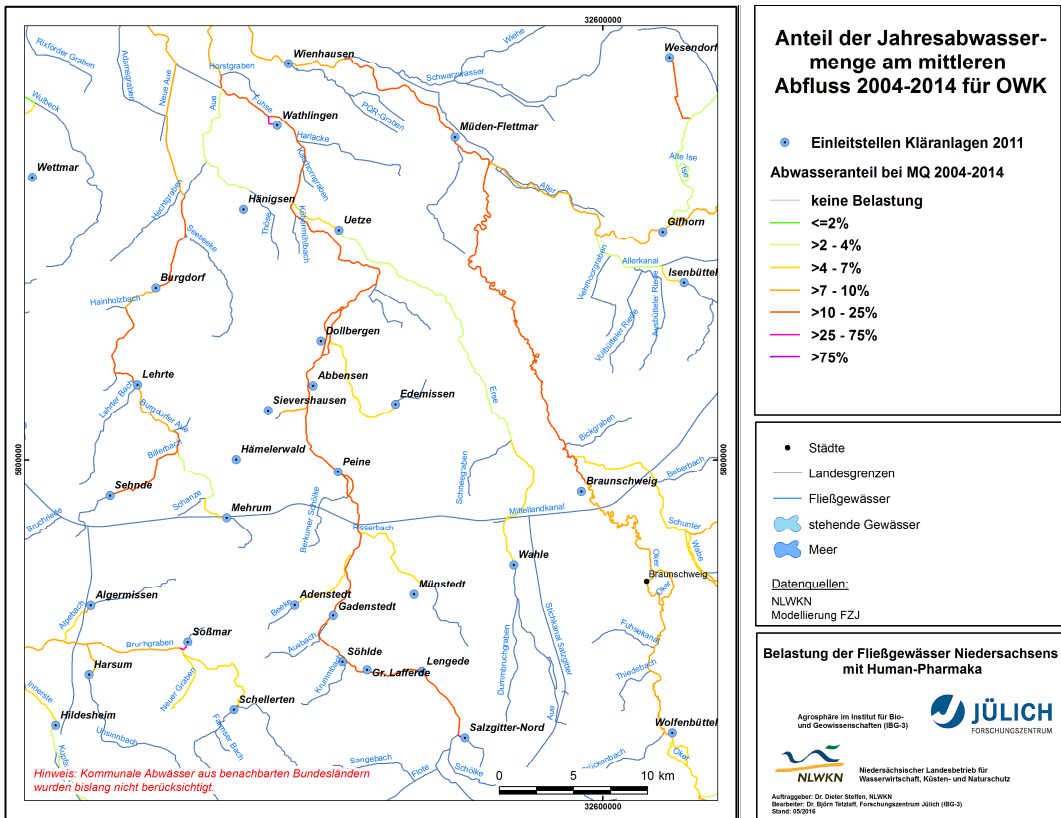


Abbildung 4-9: Ausschnittsvergrößerung der Belastungsregion Fuhse-Oker



## 4.2 Ergebnisse für Kläranlagen-Einleitstellen

In diesem Kapitel werden die bereits vorgestellten Ergebnisse zur Abwasserbelastung für Oberflächenwasserkörper (Kapitel 4.1) auf die Einleitstellen der kommunalen Kläranlagen bezogen. Dies ermöglicht eine gezieltere Analyse der Belastungen nach Kläranlagen und deren Priorisierung. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Karten dargestellt (Abbildung 4-10 bis Abbildung 4-12). Die Legendeneinteilung ist dieselbe wie bei den Ergebnissen auf Basis der Oberflächenwasserkörper, um eine direkte Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Zwecks leichter Identifizierung der Einleitstellen werden die drei Ergebniskarten noch einmal im B in stark vergrößerter Form gezeigt.

Großräumig ergeben sich vergleichbare Schwerpunkträume hoher Abwasserbelastungen zu den Darstellungen in Kapitel 4.1. So sind wieder das Hase-Einzugsgebiet ab Osnabrück sowie der Raum zwischen Aller, Steinhuder Meer, Harz und Braunschweig von durchweg hohen Abwasseranteilen >10% am MQ betroffen. Dies gilt für alle betrachteten Zeitschritte 2004-2014, 2008 und 2014. Außerdem wird ersichtlich, dass die am NLWKN bislang vorhandenen lokalen Erkenntnisse zur Arzneimittelbelastung (Steffen 2009a, Steffen 2009b, Girbig u. Steffen 2013) bestätigt und durch die jetzt vorgelegte Studie in räumlicher und zeitlicher Dimension signifikant erweitert werden.

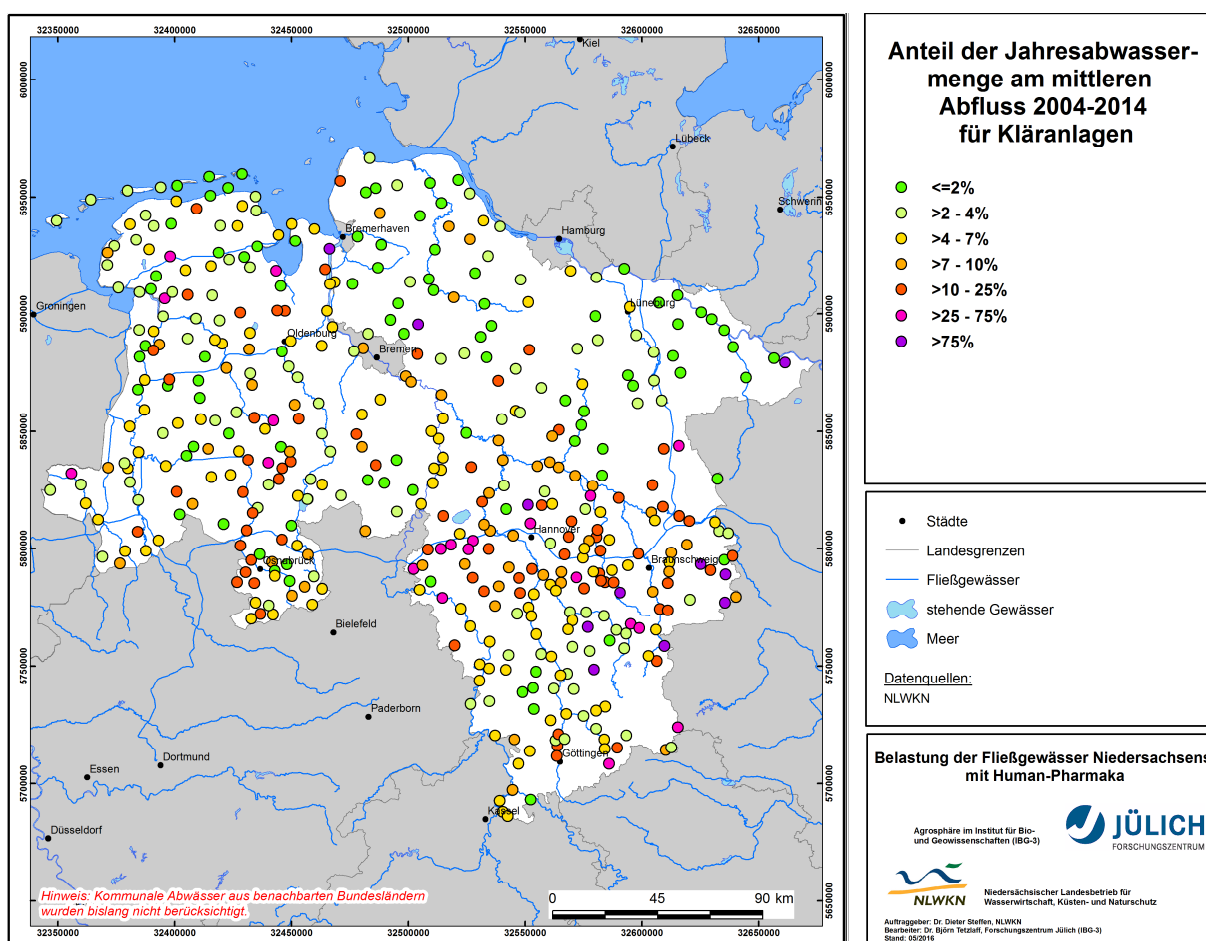


Abbildung 4-10: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B)

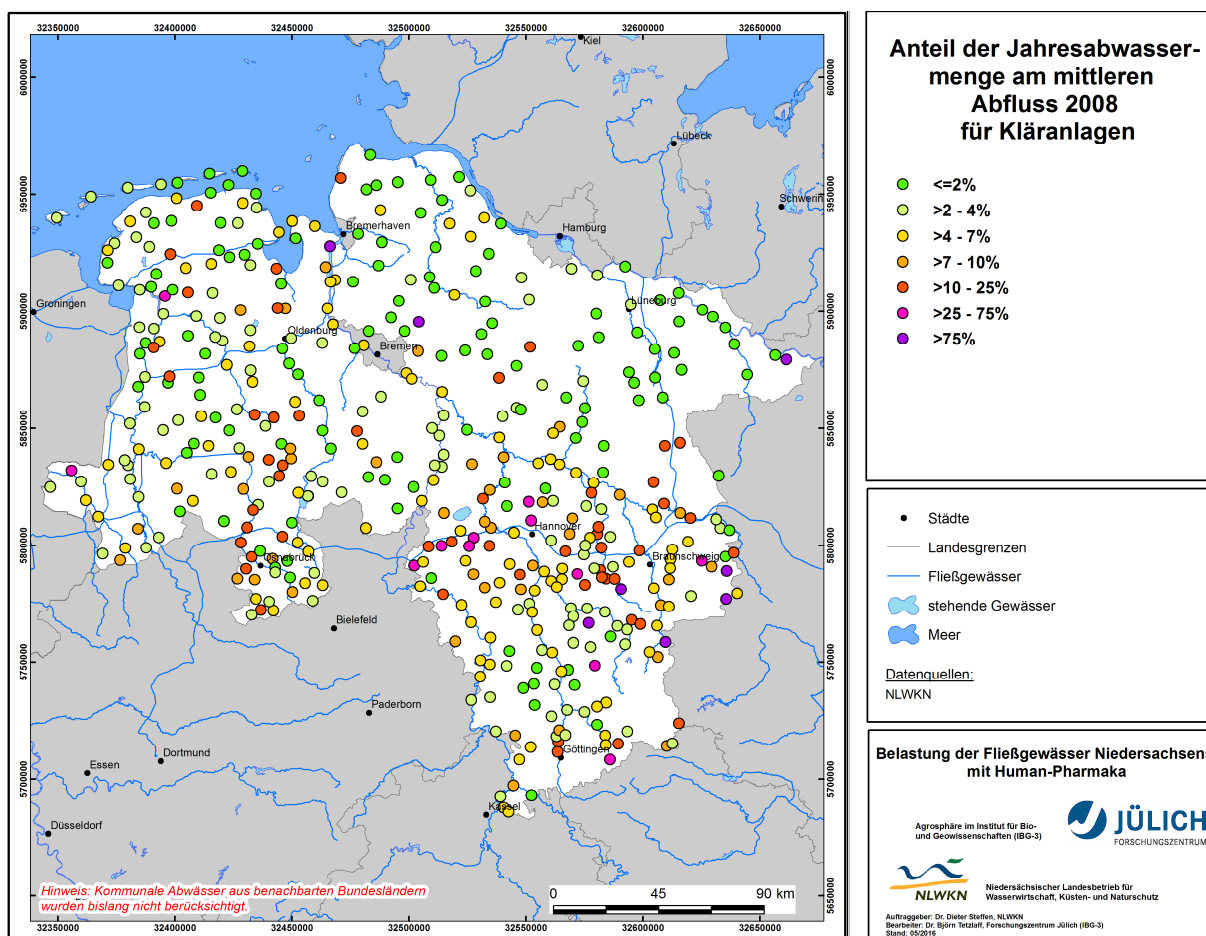


Abbildung 4-11: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B)

Im Unterschied zu den in Kapitel 4.1 gezeigten Abwasserbelastungen für Oberflächenwasserkörper kommen in Abbildung 4-10 die kleinräumig erhöhten Abwasserbelastungen deutlicher zum Ausdruck, z.B. südlich des Steinhuder Meeres, östlich und südlich von Braunschweig sowie an der Unterweser. Diese Unterschiede sind entweder maßstabsbedingt, d.h., man müsste das Kartenbild stärker vergrößern, um vergleichbare Ansichten zu erhalten, oder die Kläranlage leitet in ein Gewässer ein, das nicht zum WRRL-relevanten Gewässernetz zählt und deshalb in den in Kapitel 4.1 gezeigten Karten nicht erfasst wird. Dabei handelt es sich um kurze Gewässerstrecken, deren Länge i.d.R. mehrere hundert Meter nicht überschreitet. Ein typisches Beispiel ist in Abbildung 4-13 zu sehen. Da sich im kleinen Einzugsgebiet der kurzen Gräben bis zur Einleitung des Abwassers noch keine hohen Abflüsse aufkonzentriert haben, sind die Abwasseranteile in vielen Gräben überdurchschnittlich hoch (Abbildung 4-10 bis Abbildung 4-12). Bei Gräben in der Nähe der Landesgrenze kann die geringe Wasserführung auch durch die Nicht-Berücksichtigung von Zuflüssen aus dem benachbarten Bundesland (Oberlieger) zusätzlich herrühren.



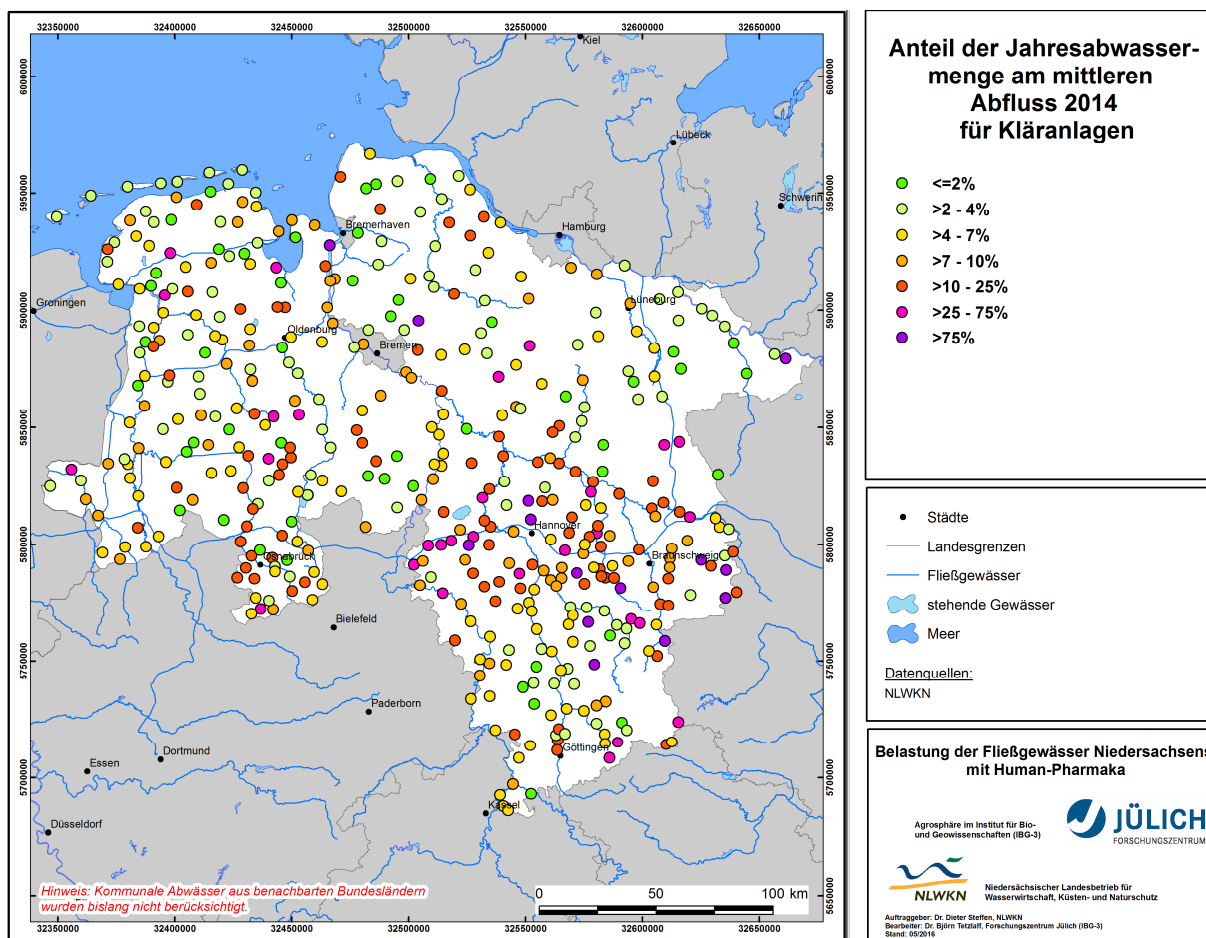


Abbildung 4-12: Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss des Trockenjahrs 2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen (vergrößerte Version in Anhang B)

Im Landesmaßstab betrachtet, ist die Zahl der Kläranlagen, die zu extrem hohen Abwasserbelastungen führen, gering. Dies wird auch aus Tabelle A-1 im Anhang ersichtlich, die die Abwasseranteile am MQ für alle 454 Einleitstellen und alle drei Zeiträume auflistet. Tabelle A-2 listet die Kläranlagen alphabetisch auf, um die Suche zu erleichtern. Anhand der Rangnummer in beiden Tabellen können die Informationen vom Leser verknüpft werden. An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass ein Abwasseranteil von z.B. 50 % bedeutet, dass die Jahresabwassermenge 50 % am MQ der Einleitstelle ausmacht, d.h., der mittlere Abfluss im Fließgewässer steht im Verhältnis 2:1 zur Jahresabwassermenge (Kap. 2). Extrem hohe Abwasseranteile von >75 % sind nach Tabelle A-1 auf 10 von 454 Einleitstellen beschränkt. Im Nassjahr 2008 sind es 8 und im Trockenjahr 2014 14 von 454 Einleitstellen. Dies entspricht 2-3 % aller Einleitstellen in Niedersachsen. Ungeachtet dieser im Landesmaßstab geringen Zahl kann eine derartige Belastung kleinräumig zu starken Veränderungen der Gewässerfauna führen.

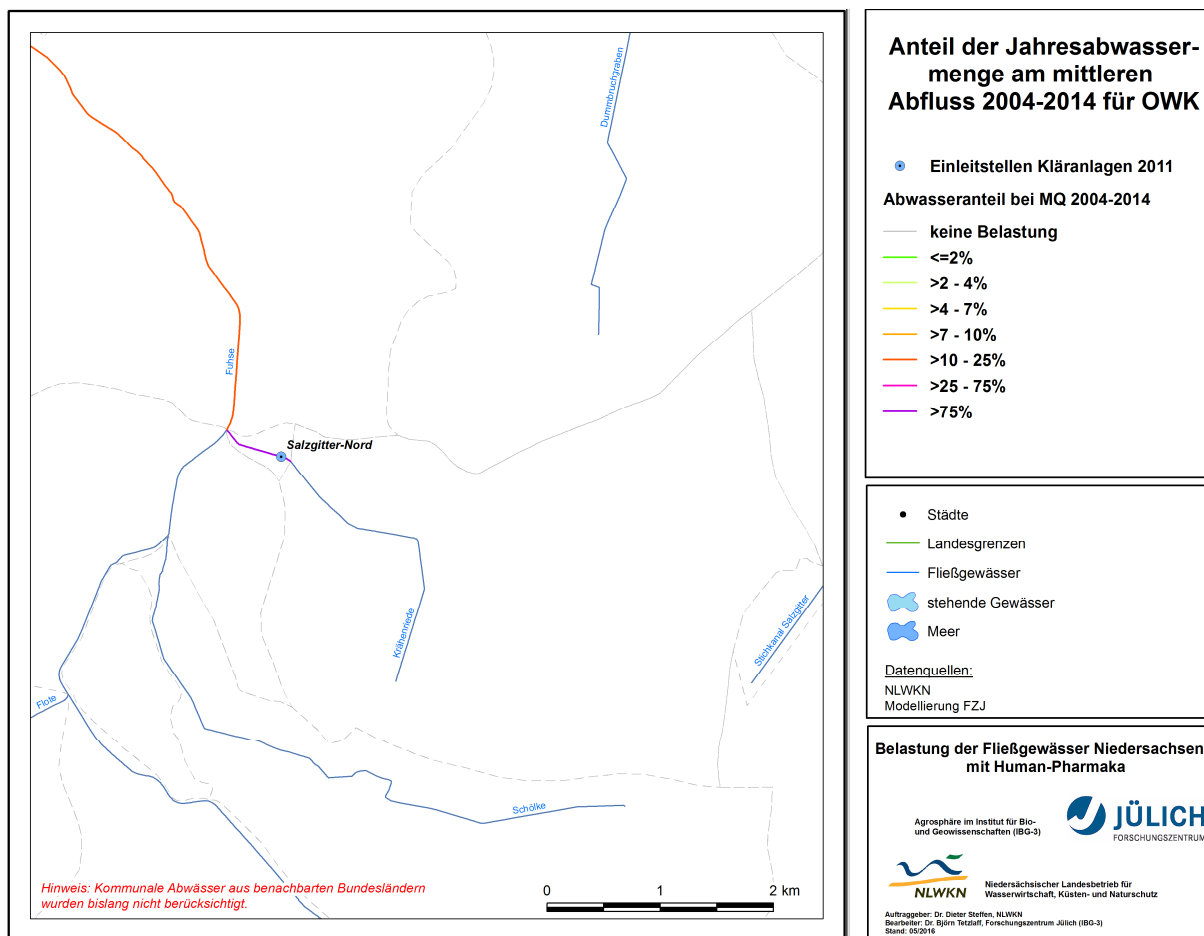


Abbildung 4-13: Ausschnittsvergrößerung der Ergebnisse zum Abwasseranteil an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen für die Kläranlage Salzgitter-Nord

Tabelle 4-1: Primärstatistische Auswertung der Abwasseranteile am MQ in Prozent für alle 454 Einleitstellen und die Zeiträume 2004-2014, 2008 und 2014 (Werte aus Tabelle A-1)

	2004-2014	2008	2014
<b>Min</b>	0.2	0.2	0.3
<b>P25</b>	2.5	1.8	3.4
<b>Median</b>	5	4	6
<b>P75</b>	9	7	11
<b>P90</b>	17	14	23
<b>Max</b>	303	166	2423
<b>Mittel</b>	11	8	18

Tabelle 4-1 zeigt die primärstatistische Auswertung der Abwasserbelastung nach Kläranlagen (Tabelle A-1). Während die Mediane der Verteilungen aller drei Zeitperioden vergleichbar sind, treten bei höheren Werten größere Unterschiede auf, weil die Schiefe der Verteilungen unterschiedlich ausgeprägt ist. So treten hohe bis extrem hohe Abwasserbelastungen (>10% bis >75 %) in der mittleren Periode 2004-2014 an 23 % aller 454 Einleitstellen auf. Im Nassjahr 2008 sind es 17 % und im Trockenjahr 2014 28 % aller Einleitstellen in Niedersachsen.

Die räumlich detaillierte Ausweisung der Abwasserbelastungen niedersächsischer Oberflächengewässer kann von den zuständigen Umweltbehörden dazu verwendet werden, weitere Detailuntersuchungen vor Ort vorzunehmen und insbesondere das Monitoring von Arzneimittelbelastungen zu optimieren und damit kosteneffizienter zu gestalten.

### 4.3 Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse

Im nächsten Schritt sollen die in Kapitel 4.1 dargestellten Ergebnisse auf ihre Belastbarkeit überprüft werden. Hierzu bieten sich unabhängige Daten an, d.h., solche Daten, die bislang nicht in die Ermittlung der Abwasserbelastung eingegangen sind. Derartige Daten stehen in Form von Messdaten des NLWKN zur Verfügung. In den Jahren 2010 und 2011 haben Girbig und Steffen (2013) Wasserproben an 140 Messstellen im Binnen- und Küstenbereich auf Carbamazepin, Diclofenac und Sulfamethoxazol untersucht. Die Lage der Messstellen und die Ergebnisse der Beprobung sind in Abbildung 4-14 dargestellt. Dabei werden die mittleren Konzentrationsniveaus klassifiziert wiedergegeben. Man erkennt die hohe Bedeutung von Diclofenac als Problemstoff in niedersächsischen Gewässern. Dies befindet sich im Einklang mit seiner Rolle als sehr häufig verordnetes Schmerzmittel (Kap. 1). Die mittlere Konzentration 2010-2011 von Diclofenac überschreitet an zahlreichen Messstellen in Vechte, Ems, Soeste, Hase, Weser, Leine, Fuhse, Oker, Aller und Ilmenau mindestens die halbe Umweltqualitätsnorm (UQN). Erhöhte Belastungen mit Sulfamethoxazol treten im Vergleich zu Diclofenac seltener auf, sind jedoch auch in den bereits genannten Flüssen anzutreffen. Erhöhte Belastungen mit Carbamazepin bleiben nach den Untersuchungen 2010 und 2011 auf das Einzugsgebiet der Fuhse begrenzt. Auch dies korreliert mit seiner im Vergleich zu anderen beiden Wirkstoffen deutlich selteneren Verordnung (Kap. 1).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass großräumig erhöhte Arzneimittelbelastungen schwerpunkthaft in Hase, Leine, Fuhse, Oker und Aller auftreten. Dies bestätigt die in den Kapiteln 4.1 und 0 ausgewiesenen Haupt-Belastungsgewässer.

Weitere Vergleiche zwischen den simulierten Abwasseranteilen 2004-2014 und den mittleren Konzentrationsniveaus 2010/2011 zeigen die nachfolgenden Diagramme (Abbildung 4-15 bis Abbildung 4-17). Messergebnisse in Girbig und Steffen (2013), die mit kleiner Bestimmungsgrenze gekennzeichnet sind, wurden hier nicht berücksichtigt.

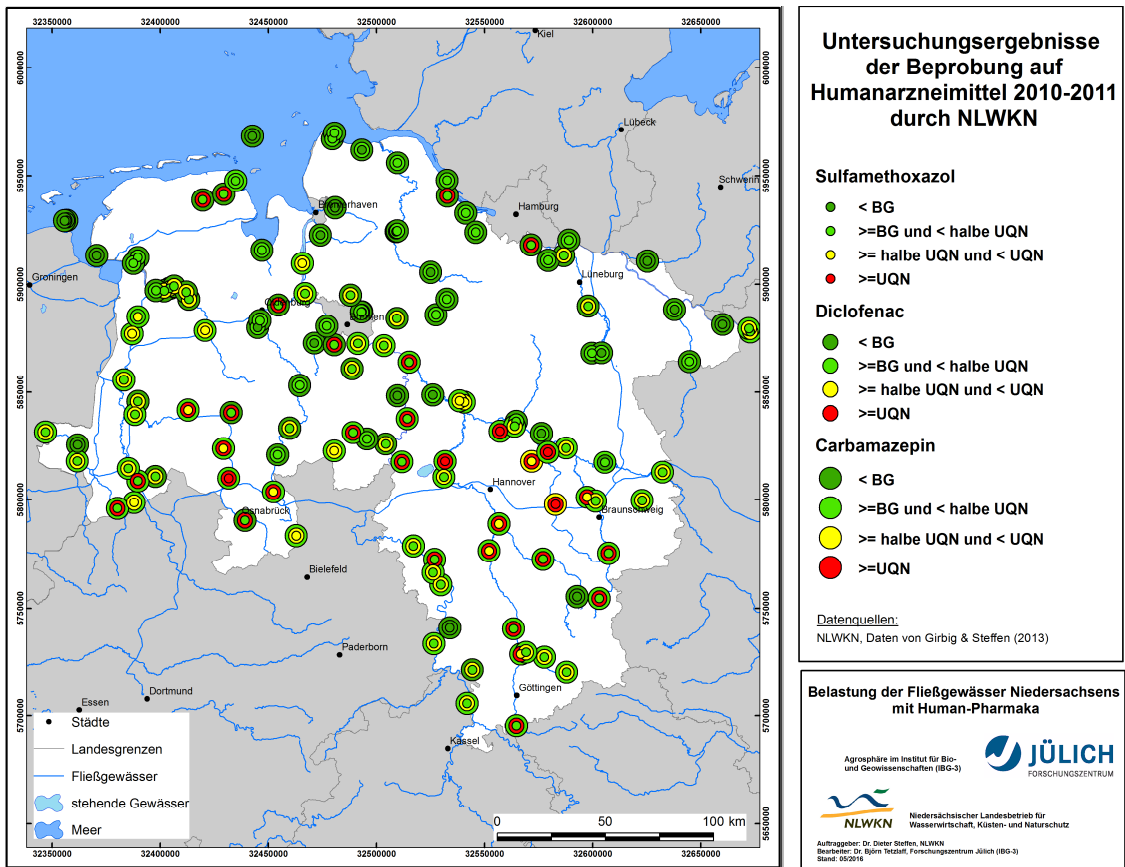


Abbildung 4-14: Untersuchungsergebnisse des NLWKN zur Arzneimittelbelastung der Fließgewässer (2010-2011)

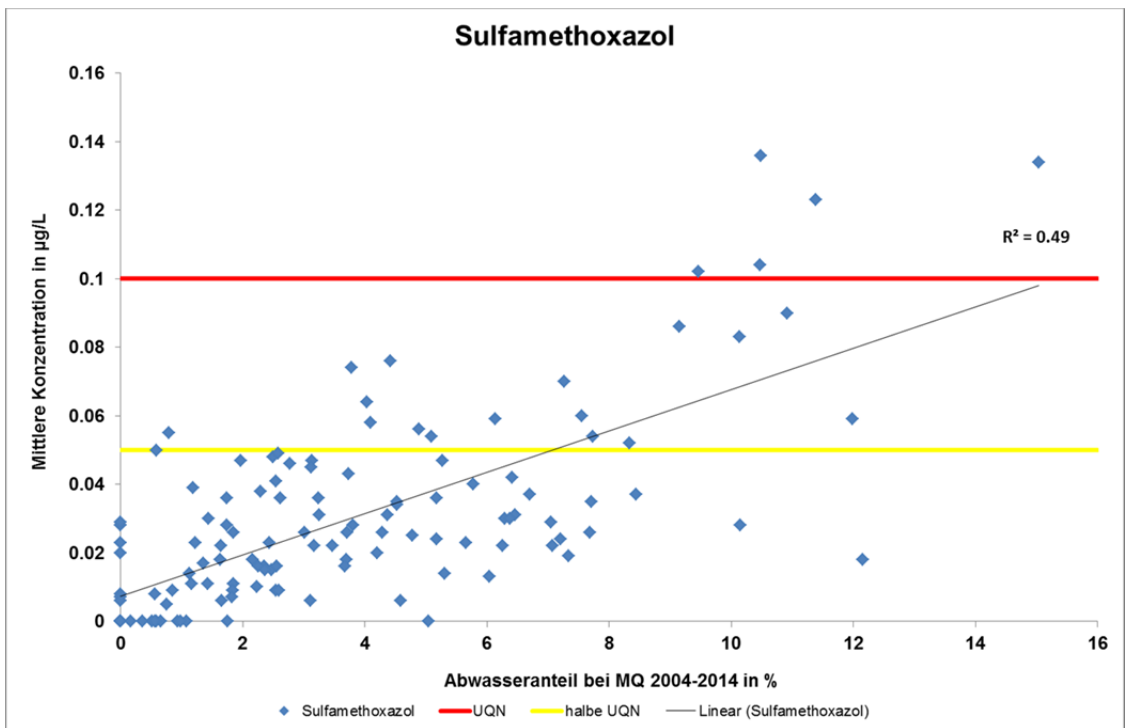


Abbildung 4-15: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Sulfamethoxazol mit simulierten Abwasseranteilen

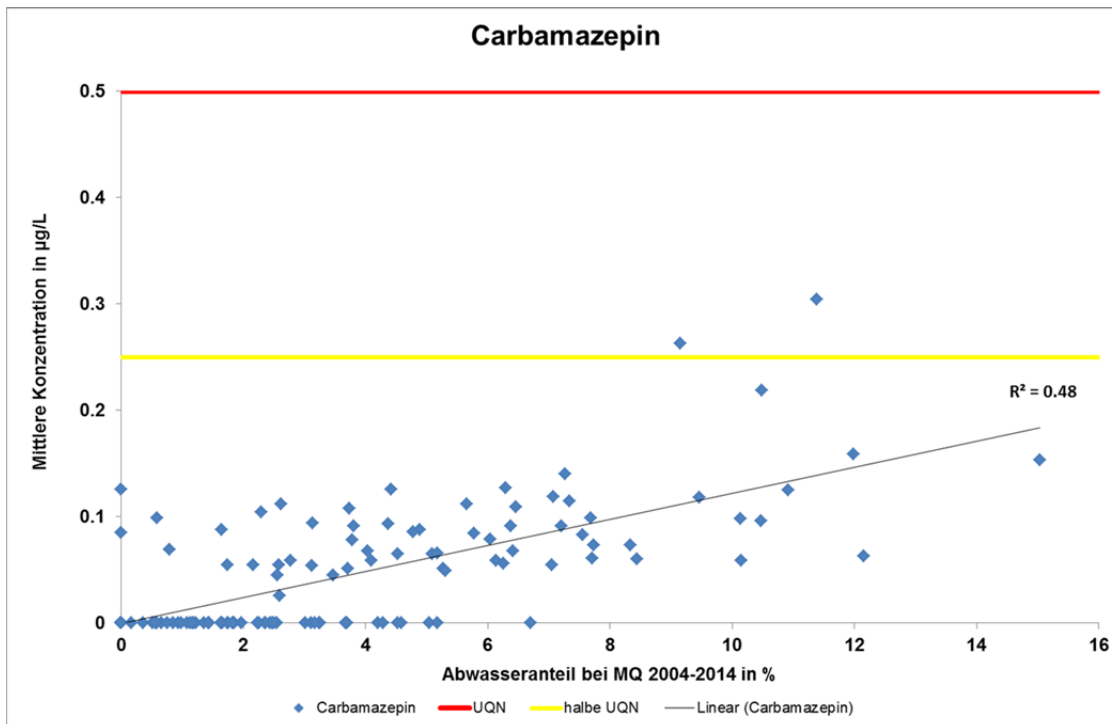


Abbildung 4-16: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Carbamazepin mit simulierten Abwasseranteilen

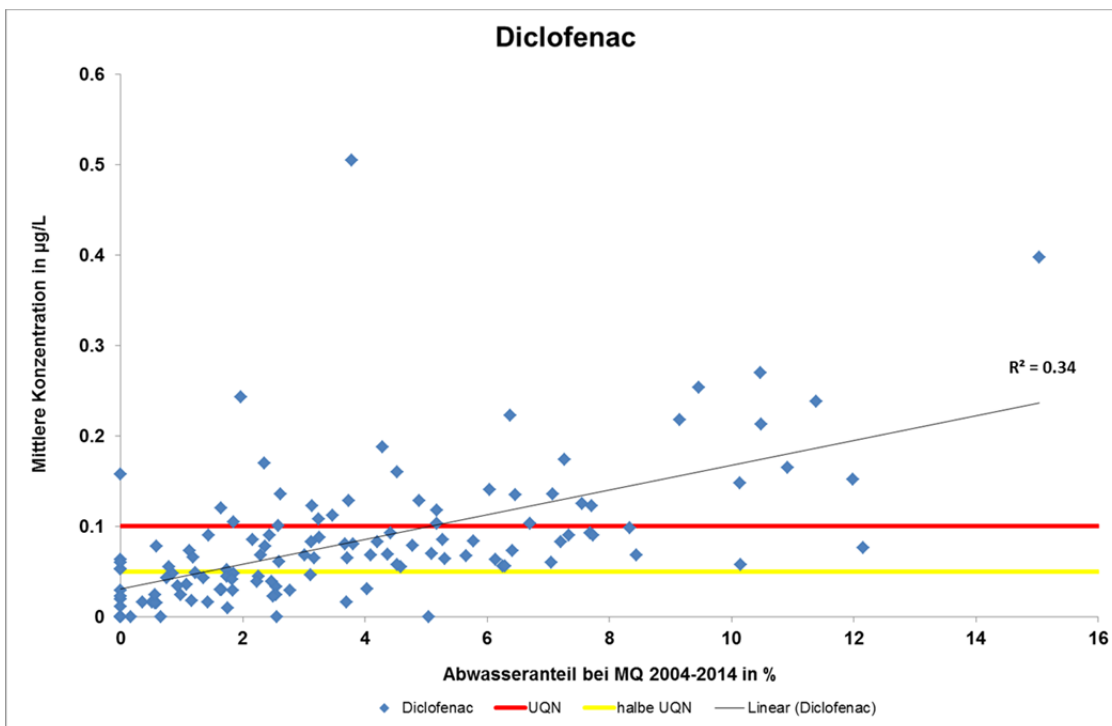


Abbildung 4-17: Ergebnisse des Abgleichs von Konzentrationsmessungen des NLWKN von Diclofenac mit simulierten Abwasseranteilen

Wie die Abbildungen zeigen, steigen die mittleren Konzentrationen aller hier untersuchten Wirkstoffe mit dem Abwasseranteil grundsätzlich an. Es besteht ein statistischer Zusammenhang zwischen den simulierten Abwasseranteilen und den mittleren Konzentrationsniveaus der drei Wirkstoffe. Mit Bestimmtheitsmaßen  $R^2$  zwischen 0,34 und 0,49 ist dieser Zusammenhang jedoch nur von mittlerer Stärke, was jedoch für derartige Korrelationen nicht ungewöhnlich ist (Götz et al. 2011, 17). Die Streuung der Punkte um die Regressionsgerade ist verhältnismäßig stark, was auf weitere Einflüsse hinweist, die bislang nicht berücksichtigt wurden. Gründe für die starke Streuung werden zum Einen in der bislang nicht berücksichtigten Abwasserlast grenzüberschreitender Zuflüsse nach Niedersachsen gesehen. Dies betrifft insbesondere die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Thüringen und Sachsen-Anhalt, so dass die simulierten Abwasseranteile systematisch unter den wirklichen Anteilen liegen. Dies betrifft v.a. Ems, Vechte und Leine. Zum Anderen dürften weitere Einflüsse im Kläranlagen-Einzugsgebiet eine Rolle spielen, z.B. die Herkunft des Abwassers, v.a. sein gewerblicher Anteil sowie die Alterszusammensetzung der Bevölkerung und der damit einhergehende Arzneimittelkonsum. Diese Einflüsse konnten im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter untersucht werden. Auch die zeitliche Differenz zwischen Abwasseranteil und Konzentrationsmessung sowie die mit acht relativ geringe Zahl der Konzentrationsmessungen pro Messstelle dürften zur Streuung beitragen.

Die Diagramme zeigen auch, dass eine erhöhte Problematik im Sinne einer zahlreichen Überschreitung der UQN bzw. halben UQN wirkstoffabhängig ist. So treten die vermehrten Überschreitungen bei Carbamazepin bei Abwasseranteilen von etwa 9-10%, bei Sulfamethoxazol ab etwa 7% und bei Diclofenac bereits ab etwa 4-6% auf. Diese Reihenfolge befindet sich im Einklang mit der Häufigkeit der ärztlichen Verordnungen (1).

In allen drei Diagrammen (Abbildung 4-15 bis Abbildung 4-17) sind Punkte auf der x- bzw. y-Achse zu erkennen, d.h. es gibt entweder keine Konzentrationsbefunde, obwohl Abwasseranteile am mittleren Abfluss modelliert werden oder es gibt Konzentrationsbefunde an Messstellen, die keine Abwasserbelastung aufweisen. Die Zahl dieser Punkte variiert zwischen den Wirkstoffen. Im ersten Fall gibt es zwar eine i.d.R. geringe Abwasserbelastung, die an anderen Messstellen mit messbaren Wirkstoffkonzentrationen korreliert. Da die Zusammensetzung der Abwässer aber zwischen den Kläranlagen variiert, sind die drei Wirkstoffe nicht überall gleichermaßen messbar. Am seltensten tritt dies bei Diclofenac und am häufigsten bei Carbamazepin auf. Dies befindet sich im Einklang mit der häufigen Verschreibung von Diclofenac und der im Vergleich dazu selteneren Verordnung von Carbamazepin (Kap. 1). Im zweiten Fall ist die Ursache v.a. in der bislang nicht berücksichtigten Abwasserlast in den grenzüberschreitenden Zuflüssen aus Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Hessen und Sachsen-Anhalt zu sehen. In einigen Fällen werden jedoch auch Arzneimittelkonzentrationen an Messstellen detektiert, in deren Einzugsgebiet keine Kläranlage liegt, z.B. Oberlethe / Lethe. Hier wäre zu überprüfen, inwiefern undichte Kanalisationen oder Kleinkläranlagen mit Einleitung ins Grundwasser für eine Belastung ursächlich sein könnten oder ob die jeweiligen Wirkstoffe auch in der Tiermast zum Einsatz kommen und z.B. über den Grundwasserpfad diffus in die Oberflächengewässer gelangen.



## 5 Zusammenfassung

Gewässerexperten äußern seit einigen Jahren die Befürchtung, dass erhöhte Arzneimittelwirkstoff-Konzentrationen in Oberflächengewässern nachteilige Wirkungen auf aquatische Ökosysteme haben. Durch eigenes Monitoring hat der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) festgestellt, dass es auch in Niedersachsen zahlreiche Überschreitungen der (bislang rechtlich unverbindlichen) Umweltqualitätsnorm-Vorschläge gibt (Girbig und Steffen 2013). Seine Untersuchungen beziehen sich exemplarisch auf die Wirkstoffe Diclofenac, Sulfamethoxazol und Carbamazepin. Der bisherige Kenntnisstand zur Belastung der Fließgewässer mit Arzneimittel-Wirkstoffen bezieht sich räumlich jedoch lediglich auf die beprobten Messstellen. Über diese punkthaften Informationen hinaus lagen bislang keine landesweit flächendeckenden Informationen zur Belastung vor. Daher hat der NLWKN ein Forschungsvorhaben initiiert, um die aktuelle Abwasserbelastung aller Fließgewässer Niedersachsens in hoher räumlicher Auflösung landesweit zu ermitteln sowie die Gewässerabschnitte als auch die kommunalen Kläranlagen >2000 EW anhand ihrer Belastung bzw. Belastungswirkung zu priorisieren. Auftragnehmer war das Forschungszentrum Jülich (IBG-3: Agrosphäre).

Aufbauend auf räumlich hoch aufgelösten Daten, v.a. von NLWKN, LBEG, LGLN und DWD, wurde eine Wasserhaushaltsmodellierung mit dem Modell GROWA durchgeführt. Dies erlaubte die landesweite Ableitung des Gesamtabflusses bzw. MQ für die mittlere Zeitperiode 2004-2014, das Nassjahr 2008 und das Trockenjahr 2014 auch für Gewässer, deren Abfluss nicht gemessen wird. Als Gebietskulisse für die Belastungsanalyse wurden die Oberflächenwasserkörper und ihre Einzugsgebiete herangezogen, die räumlich weiter untergliedert wurden, um Einleitstellen und einmündende Nebengewässer präzise abbilden zu können. Dies erhöhte die Zahl der Oberflächenwasserkörper von 1557 auf 2888. Im Rahmen der Belastungsanalyse wurde der Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss für jede Einleitstelle und jeden Oberflächenwasserkörper kaskadisch bestimmt.

Die Ergebnisse der mittleren Abwasserbelastung in den Oberflächenwasserkörpern zeigen, dass 70 % der gesamten Fließgewässerslänge in Niedersachsen nicht durch Abwasser aus kommunalen Kläranlagen belastet ist. Die verbleibenden 30 % weisen eine Abwasserbelastung von sehr unterschiedlichem Ausmaß auf. So sind 16 % sehr gering bzw. gering belastet. Diese niedrigen Abwasserbelastungen dominieren im gesamten Gebiet zwischen Elbe und Aller sowie zwischen Nordsee und Wendland. Erhöhte und hohe Abwasserbelastungen treten großräumig v.a. an der mittleren Hase westlich von Osnabrück sowie südlich der Aller im Raum Hannover-Braunschweig auf. Hier sind insbesondere Wietze, Burgdorfer Aue, Fuhse und Oker in weiten Abschnitten hoch belastet. Kleinräumig finden sich kurze Gewässerabschnitte mit erhöhter und hoher Belastung jedoch auch in anderen Landesteilen, u.a. bei Göttingen, bei Emden und an der oberen Soeste. Niedersachsenweit treten diese Belastungen an insgesamt 6 % der gesamten Fließgewässerslänge auf.

Die Ermittlung der Abwasserbelastung wurde zusätzlich auch für Extremjahre der Periode 2004-2014 durchgeführt, wobei 2008 als Nassjahr und 2014 als Trockenjahr ausgewählt

wurden. Im Nassjahr 2008 steht mehr Abfluss für die Verdünnung der Kläranlagenabwässer zur Verfügung, sodass die Belastungen insgesamt geringer ausfallen. Die o.g. Belastungsschwerpunkte in den Räumen, Osnabrück, Hannover-Braunschweig sowie die kleinräumigen Belastungen treten jedoch auch in einem Nassjahr deutlich hervor. Die Belastungsanalyse für das Trockenjahr 2014 zeigt eine weitere großräumige Zunahme der hohen Abwasseranteile in den bereits genannten Hauptbelastungsräumen. Zudem sind Klassensprünge in die Kategorie „erhöht“ z.B. für die Unterweser und die untere Ilmenau festzustellen.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei Flüssen, die die Landesgrenze überschreiten, die reale Abwasserbelastung höher sein wird, als durch die Belastungsanalyse abgebildet wird, weil Oberlieger-Kläranlagen aus benachbarten Bundesländern in diesem Forschungsvorhaben bislang nicht berücksichtigt wurden. Dies betrifft v.a. Vechte, Ems, Weser, Leine und Aller.

Des Weiteren wurden Abwasserbelastungen der Oberflächengewässer räumlich für die Einleitstellen der kommunalen Kläranlagen ausgewiesen. Dies ermöglicht eine Priorisierung der Kläranlagen. Großräumig ergeben sich vergleichbare Schwerpunkträume hoher Abwasserbelastungen in Niedersachsen. So sind auch hier das Hase-Einzugsgebiet ab Osnabrück sowie der Raum zwischen Aller, Steinhuder Meer, Harz und Braunschweig von durchweg hohen Abwasseranteilen >10% am MQ betroffen. Dies gilt für alle betrachteten Zeitschritte 2004-2014, 2008 und 2014. In der mittleren Periode 2004-2014 treten an 42 % aller 454 Einleitstellen geringe Abwasserbelastungen, an 35 % mittlere und an 23 % hohe und extrem hohe Abwasserbelastungen auf. Im Nassjahr 2008 verringern sich hohe bis extrem hohe Abwasserbelastungen auf 17 % und im Trockenjahr 2014 erhöhen sie sich auf 28 % aller Einleitstellen in Niedersachsen. Bei den durch die Einleitung extrem hoch belasteten Gewässern (>75 % Abwasseranteil am MQ) handelt es sich überwiegend um kurze Gräben, deren Länge i.d.R. mehrere hundert Meter nicht überschreitet. Als die zehn Kläranlagen mit höchster Belastungswirkung weist die Rankingliste in Tabelle A-1 Laasche, Salzgitter-Nord, Wiedelah, Nordenham, Tarmstedt, Schöningen, Bockenem, Helmstedt, Königslutter und Seesen aus.

Anhand von unabhängigen Messdaten des NLWKN (Girbig u. Steffen 2013) wurden die Ergebnisse auf ihre Validität überprüft. Die Daten entstammen der Beprobung an 140 Messstellen im Binnen- und Küstenbereich auf Carbamazepin, Diclofenac und Sulfamethoxazol in den Jahren 2010 und 2011. Großräumig erhöhte Arzneimittelbelastungen treten schwerpunkthaft an Messstellen in Hase, Leine, Fuhse, Oker und Aller auf. Dies bestätigt die durch den Auftragnehmer ausgewiesenen Haupt-Belastungsgewässer.

Weitere Vergleiche zwischen den simulierten Abwasseranteilen 2004-2014 und den mittleren Konzentrationsniveaus 2010/2011 zeigen, dass es einen statistischen Zusammenhang zwischen den simulierten Abwasseranteilen und den mittleren Konzentrationsniveaus der drei Wirkstoffe gibt. Hierbei wird deutlich, dass die Problematik der vermehrten Überschreitung von UQN bzw. halben UQN wirkstoffabhängig ist. So treten Überschreitungen bei Carbamazepin verstärkt bei Abwasseranteilen von etwa 9-10%, bei Sulfamethoxazol ab etwa 7% und

bei Diclofenac bereits ab etwa 4-6% auf. Diese Reihenfolge befindet sich im Einklang mit der Häufigkeit der ärztlichen Verordnungen (Kap. 1).

Außerdem werden bei den Vergleichen weitere Einflüsse auf die stoffliche Belastung der Fließgewässer durch Abwassereinleitung erkennbar, die in diesem Forschungsvorhaben nicht berücksichtigt werden konnte. Dazu zählen u.a. die Abwasserlast grenzüberschreitender Zuflüsse nach Niedersachsen, der gewerbliche Anteil des Abwassers an der Einleitstelle sowie die Alterszusammensetzung der Bevölkerung und der damit einhergehende Arzneimittelkonsum. Hier deutet sich weiterer Untersuchungsbedarf an.

Die vorgelegte räumlich detaillierte Ausweisung der Abwasserbelastungen niedersächsischer Oberflächengewässer gibt erstmals einen Überblick über die landesweite Situation. Die am NLWKN bislang vorhandenen lokalen Erkenntnisse zur Arzneimittelbelastung (Steffen 2009a, Steffen 2009b, Girbig u. Steffen 2013) werden bestätigt und durch die jetzt vorgelegte Studie in räumlicher und zeitlicher Dimension signifikant erweitert. Die Ergebnisse können von den zuständigen Umweltbehörden dazu verwendet werden, weitere Detailuntersuchungen vor Ort vorzunehmen und insbesondere das Monitoring von Arzneimittelbelastungen zu optimieren und damit kosteneffizienter zu gestalten. Bei der Planung von Maßnahmen sollten wirkstoffspezifische Abhängigkeiten berücksichtigt werden.

## 6 Weiterer Untersuchungsbedarf

Im Zuge der Projektbearbeitung hat sich gezeigt, dass weiterer Untersuchungsbedarf besteht, um die Datenbasis zu vergrößern, die Validität der Aussagen zu erhöhen und um weiteren Auswertungsbedarf zu befriedigen. Damit könnte die Aussagekraft der Projektergebnisse insgesamt erhöht werden. Folgende Punkte erscheinen dabei zielführend:

- Um die Abwasserbelastung grenzüberschreitender Flüsse valider abzubilden, müsste sich die Modellierung des Wasserhaushalts und die Ermittlung der Abwassermengen auf die vollständigen Einzugsgebiete von Vechte, Ems, Weser, Leine, Oker und Aller erstrecken und nicht nur auf den niedersächsischen Flächenanteil. Hierzu wären Daten der Oberlieger-Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Bremen heranzuziehen. Daten zu Kläranlagen liegen in vergleichbarer Form vor wie im NLWKN. Modellierungen des Wasserhaushalts könnten auf Vorgängerprojekten des FZ Jülich zur Nährstoffbelastung in den genannten Bundesländern aufbauen, ohne alle Aufbereitungsschritte wiederholen zu müssen. Der Hauptlauf der Elbe bleibt außerhalb der Betrachtung, da er keine zentrale Bedeutung für Niedersachsen hat und zu viele, auch ausländische, Oberlieger hat. Die Abwasserbelastungen können bei grenzüberschreitenden Flüssen separat für Niedersachsen und Oberlieger-Bundesländer ausgewiesen werden.
- Unter Nutzung dieser Einzugsgebiets-bezogenen Daten kann die Korrelation der simulierten Abwasseranteile mit Konzentrationsmessungen von 2010 und 2011 aktualisiert werden und wird an Validität gewinnen.
- Darauf aufbauend lassen sich verstärkte Überschreitungen der UQN mit wirkstoff-spezifischen Abwasseranteilen korrelieren. Durch Ermittlung von Unterschreitungswahrscheinlichkeiten lassen sich für Abflusspegel-Standorte die Eintrittswahrscheinlichkeit von Abflusshöhen pro Jahr angeben, bei denen mit erhöhter Abwasserbelastung und damit Überschreitung der UQN gerechnet werden muss. Im Ergebnis kann die Zahl der Tage pro Jahr genannt werden, an denen statistisch mit erhöhter Abwasserbelastung gerechnet werden muss. Dies unterstützt die weitergehende Priorisierung von Gewässerabschnitten und Kläranlagen.
- Vereinzelt zeigt das Monitoring Positiv-Befunde von Arzneimittelbelastungen, ohne dass sich oberhalb der Messstelle kommunale Kläranlagen befinden. Hier können fehlerhafte Koordinaten, aber auch undichte Kanalisationen, Kleinkläranlagen oder der diffuse Eintrag, z.B. über den Grundwasserpfad von in der Tiermast eingesetzten Veterinärpharmaka die Ursache sein, was abgeklärt werden müsste.
- Großes Potenzial für die weitergehende Untersuchung der Belastung niedersächsischer Fließgewässer mit Arzneimittel-Wirkstoffen wird in der vom NLWKN geplanten Beprobung von Kläranlagen-Abläufen gesehen. Mit diesen Konzentrationsbefunden wäre eine Stoffflussmodellierung, z.B. mit dem Modell MEPhos (Tetzlaff et al. 2009, Tetzlaff u. Wendland 2011) möglich, deren Ergebnisse zur Szenarienrechnung genutzt werden könnten. Mit

dieser ließen sich die Effekte von Ausbaumaßnahmen an Kläranlagen auf die Arzneimittelwirkstoff-Belastung prognostizieren.

## 7 Literatur

- ACKERMANN A., HEIDECKE, C., HIRT, U., KREINS, P., KUHR, P., KUNKEL, R., MAHNKOPF, J., SCHOTT, M., TETZLAFF, B., VENOHR, M. U WENDLAND, F. (2015) DER MODELLVERBUND AGRUM ALS INSTRUMENT ZUM LANDESWEITEN NÄHRSTOFFMANAGEMENT IN NIEDERSACHSEN.- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, THÜNEN REPORT 37, BRAUNSCHWEIG, 314 S., DOI:10.3220/REP1450256145000.
- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): BODENKUNDLICHE KARTIERANLEITUNG (KA5). 5. AUFL., BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, HANNOVER, 438 S.
- ATV-DVWK, DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (HRSG., 2002): VERDUNSTUNG IN BEZUG ZU LANDNUTZUNG, BEWUCHS UND BODEN.- ATV-DVWK-REGELWERK, MERKBLATT, BD. M 504, HENNEF, 144 S.
- BOGENA H, KUNKEL R, SCHÖBEL T, SCHREY H-P, WENDLAND F (2003) DIE GRUNDWASSERNEUBILDUNG IN NORDRHEIN-WESTFALEN. SCHRIFTEN DES FORSCHUNGS-ZENTRUMS JÜLICH, REIHE UMWELT, 37, FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH, JÜLICH, GERMANY, 148 S.
- DÖRHÖFER, G., KUNKEL, R., TETZLAFF, B. U. WENDLAND, F. (2001): DER NATÜRLICHE GRUNDWASSERHAUSHALT IN NIEDERSACHSEN.- ARB.-H. WASSER, BD. 2001/1, S. 109-167.
- DVWK (1996) ERMITTLUNG DER VERDUNSTUNG VON LAND- UND WASSERFLÄCHEN. (MERKBLÄTTER ZUR WASSERWIRTSCHAFT, BD. 238), DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. (HRSG), BONN
- GIRBIG, A.-K. U. STEFFEN, D. (2013): UNTERSUCHUNG NIEDERSÄCHSISCHER OBERFLÄCHENGEWÄSSER AUF BESTIMMTE HUMANARZNEIMITTEL (CARBAMAZEPIN, DICLOFENAC UND SULFAMETHOXAZOL.- NLWKN HILDESHEIM, 10 S.
- GÖTZ, C.W., KASE, R. U. HOLLENDER, J (2011): MIKROVERUNREINIGUNGEN - BEURTEILUNGSKONZEPT FÜR ORGANISCHE SPURENSTOFFE AUS KOMMUNALEM ABWASSER.- STUDIE IM AUFTRAG DES BAFU, EAWAG, DÜBENDORF.
- HARMS, K.S. (2006): UNTERSUCHUNGEN ZUM NACHWEIS UND VORKOMMEN VON ANTIBIOTIKA UND DEREN METABOLITEN IN SCHWEINEGÜLLE.- DISS. TU MÜNCHEN, LEHRSTUHL FÜR TIERHYGIENE, DEPARTMENT FÜR TIERWISSENSCHAFTEN, 128 S.
- HENNINGS V (2000) (KOORD.) METHODENDOKUMENTATION BODENKUNDE. AUSWERTUNGSMETHODEN ZUR BEURTEILUNG DER EMPFINDLICHKEIT UND BELASTBARKEIT VON BÖDEN. GEOLOGISCHES JAHRBUCH, REIHE G, HEFT SG 1, HANNOVER
- INTERMINISTERIELLER BERICHT (2015) ÜBER DIE ERGEBNISSE DER RESSORTÜBERGREIFENDEN ARBEITSGRUPPE „ARZNEIMITTEL IN BÖDEN UND GEWÄSSER“ VOM 15.10.2015, UNVERÖFFENTLICHT.
- KUNKEL R, BOGENA H, TETZLAFF B, WENDLAND F (2006) DIGITALE GRUNDWASSERNEUBILDUNGSKARTE VON NIEDERSACHSEN, NORDRHEIN-WESTFALEN, HAMBURG UND BREMEN: ERSTELLUNG UND AUSWERTUNGSBEISPIELE. HYDROLOGIE UND WASSERBEWIRTSCHAFTUNG, 50(5): 212-219
- KUNKEL, R. U. WENDLAND, F. (2002): THE GROWA98 MODEL FOR WATER BALANCE ANALYSIS IN LARGE RIVER BASINS - THE RIVER ELBE CASE STUDY.- J. HYDROL., VOL. 259, S. 152-162.
- NLÖ, NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT F. ÖKOLOGIE (HRSG., 2001): GEWÄSSERGÜTEBERICHT 2000.- R. OBERIRDISCHE GEWÄSSER, 13, HILDESHEIM, 48 S.
- NLWKN, NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (HRSG. , 2011): DIE BESEITIGUNG KOMMUNALER ABWÄSSER IN NIEDERSACHSEN - LAGEBERICHT 2011 GEMÄß ARTIKEL 16 DER EU - RICHTLINIE ÜBER DIE BEHANDLUNG VON KOMMUNALEM ABWASSER (91/271/EWG), HILDESHEIM, 30 S.



- ORT, C., HOLLENDER, J., SCHAERER, M. U. SIEGRIST, H: (200): MODEL-BASED EVALUATION OF REDUCTION STRATEGIES FOR MICROPOLLUTANTS FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN COMPLEX RIVER NETWORKS.- ENVIRON. SCI. TECHN., 43, 3214-3220.
- SCHWABE, U. U. PAFFRATH, D. (2011): ARZNEIVERORDNUNGSREPORT 2011.- BERLIN U. HEIDELBERG, 1121 S.
- STEFFEN, D. (2009A): ARZNEIMITTEL, SPEZIELLE PFLANZENSCHUTZMITTEL UND INDUSTRIECHEMIKALIEN IN NIEDERSÄCHSISCHEN GEWÄSSERN.- NLWKN HILDESHEIM, OBERIRDISCHE GEWÄSSER, 29, HILDESHEIM 44 S.
- STEFFEN, D. (2009B): HUMANARZNEIMITTEL IN OBERFLÄCHEN- UND KÜSTENGEWÄSSERN.- WASSER ABFALL, 11(5), 18-22.
- TERNES, T. (2001): VORKOMMEN VON PHARMAKA IN GEWÄSSERN.- WASSER BODEN, 53 (4), 9-14.
- TETZLAFF, B. U. WENDLAND, F. (2011): RÄUMLICH DIFFERENZIERTE MODELLIERUNG DER PHOSPHORBELASTUNG IN DEN HESSISCHEN OBERFLÄCHENGEWÄSSERN FÜR ZWECKE DER MAßNAHMENPLANUNG NACH EG-WRRL.- HYDROLOGIE U. WASSERBEWIRTSCHAFTUNG, 55 (6), 310-324.
- TETZLAFF, B., DÖRHÖFER, G., KUNKEL, R. U. WENDLAND, F. (2003): GIS-GESTÜTZTE ERMITTLUNG DER GRUNDWASSERNEUBILDUNG IN NIEDERSACHSEN.- WASSER BODEN, BD. 55. JG., H. 7+8, S. 53-57.
- TETZLAFF, B., KUHR, P. U. WENDLAND, F. (2008): EIN NEUES VERFAHREN ZUR DIFFERENZIIERTEN ABLEITUNG VON DRÄNFLÄCHENKARTEN FÜR DEN MITTLEREN MAßSTABSBEREICH AUF BASIS VON LUFTBILDERN UND GEODATEN.- HYDROLOGIE U. WASSERBEWIRTSCHAFTUNG, BD. 52, H. 1, S. 9-18.
- TETZLAFF, B., KUNKEL, R., TAUGS, R. U. WENDLAND, F. (2004): GRUNDLAGEN FÜR EINE NACHHALTIGE BEWIRTSCHAFTUNG VON GRUNDWASSERRESSOURCEN IN DER METROPOLREGION HAMBURG.- SCHR.-R. UMW./ENVIR. FORSCHUNGSZENTR. JÜLICH, BD. 46, JÜLICH, 87 S.
- TETZLAFF, B., VEREECKEN, H., KUNKEL, R. U. WENDLAND, F. (2009): MODELLING PHOSPHORUS INPUTS FROM AGRICULTURAL SOURCES AND URBAN AREAS IN RIVER BASINS.- ENVIRONMENTAL GEOLOGY, BD. 57, S. 183–193, DOI 10.1007/s00254-008-1293-1.
- WENDLING, U. (1995): BERECHNUNG DER GRAS-REFERENZVERDUNSTUNG MIT DER FAO PENMAN-MONTEITH-BEZIEHUNG.- WASSERWIRTSCHAFT, 85 (12), 602-604.

## A. Tabellen-Anhang

Tabelle A-1: Abwasseranteile am MQ für alle 454 Einleitstellen und die Zeiträume 2004-2014, 2008 und 2014, geordnet nach der Höhe des Abwasseranteils 2004-2014

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
1	3544032029 KA Laasche	27027 Seege (Gartow - Mündung)	27027_1	303	159	2423
2	1020002016 KA Salzgitter-Nord	16043 Krähenriede	16043_1	235	166	290
3	1530132002 KA Wiedelah	15009 Eckergraben	15009_1	178	110	152
4	4610072014 KA Nordenham	26022 Blexer Sieltief / Blexer Tief	26022_2	167	106	296
5	3574072051 KA Tarmstedt	24051 Müllersdammgraben und Tüschendorf-Worphauser Graben	24051_2	148	103	217
6	1540192048 KA Schöningen	36008 Schöninger Aue	36008_2	138	91	160
7	2540082013 KA Bockenem	20023 Nette	20023_99	132	93	145
8	1540102002 KA Helmstedt	15058 Mühlengraben	15058	104	76	116

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
9	1540132049 KA Königsutter	15051 Schunter	15051_5	85	62	100
10	1530132001 KA Seesen	20018 Nette	20018_3	81	63	78
11	2530182031 KA Bissendorf	16007 Johannisgraben	16007_1	75	47	110
12	2530092152 KA Langenhagen	16010 Flußgraben/Neuer Graben	16010_1	74	54	87
13	1570022015 KA Soßmar	20002 Bruchgraben	20002_2	64	40	92
14	2574032011 KA Bad Nenndorf	21032 Haster Bach	21032_1	57	40	77
15	4570142009 KA Neermoor	06051 Terborger Sieltief	06051_1	50	45	74
16	4564012018 KA Emlichheim	32037 Emlichheimer Entlastungskanal	32037	47	39	50
17	2570352057 KA Stadthagen	21020 Holpe-Hülse-Reeke	21020_1	47	34	57
18	2574032010 KA Haste	21032 Haster Bach	21032_2	45	31	61

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
19	2570092020 KA Bückeberg	12050 Schloßbach	12050_1	44	36	51
20	2520072004 KA Hesisch Oldendorf	10006 Rohder Bach	10006_1	31	23	39
21	1530032001 KA Hohegeiß	38009 Zorge	38009_2	31	23	37
22	1020002009 KA Salzgitter-Bad	15021 Warne	15021_1	31	19	32
23	4520012010 KA Aurich	06040 Ems-Jade-Kanal	06040_2	30	23	35
24	1520072001 KA Duderstadt	19033 Hahle	19033_1	29	25	39
25	4530052037 KA Emstek	04045 Soeste Oberlauf	04045_2	29	23	33
26	4550262001 KA Varel	26005 Vareler Tief + NG / Marsch	26005_2	28	21	37
27	3514042001 KA Wathlingen	16060 Wathlinger Poldergraben	16060	28	19	37

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
28	4600032042 KA Din- klage	02016 Dinklager Mühlen- bach, Harpendorfer Mühlen- bach	02016_2	26	21	27
29	1530082001 KA Klein Mahner	15023 Stobenbergbach	15023_1	26	15	28
30	1510402031 KA Wittin- gen	14004 Fulau	14004_1	26	18	35
31	2574022013 KA Lind- horst	21078 Heßbach	21078_1	25	18	33
32	2530152013 KA Sehn- de	16028 Billerbach	16028_2	25	17	31
33	1514032016 KA Han- kensbüttel	14008 Emmerbach	14008_1	22	16	31
34	2530112024 KA Neu- stadt	21006 Eilveser Bach	21006_2	22	14	30
35	2574042009 KA Volks- dorf	12032 Gehle (Oberlauf in Nds.)	12032_2	22	16	25
36	2530162141 KA Ben- nigsen	21047 Hüpeder Bach	21047_1	22	15	30



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
37	1570012029 KA Ab-bensen	16031 Fuhse	16031_11	21	15	32
38	4600102020 KA Visbek	25061 Twillbäke	25061_1	21	15	25
39	1030002015 KA Wolfs-burg	14044 Aller	14044_8	21	15	28
40	4590052068 KA Bad Laer	01025 Bever, Süßbach	01025_3	20	16	26
41	3570512069 KA Vissel-hövede	24025 Visselbach	24025_1	20	14	29
42	1524022004 KA Rüd-ershausen	19001 Rhume	19001_1	20	16	28
43	1544012035 KA Gras-leben	14045 Graslebener Müh-lengraben	14045_1	20	15	24
44	4040002002 KA Osn-abrück/Hellern	02006 Düte, Leedener Mühlenbach, Goldbach	02006_2	19	14	22
45	1570042021 KA Gr. Lafferde	16031 Fuhse	16031_2	18	12	21
46	1570062012 KA Peine	16031 Fuhse	16031_9	17	12	22
47	2540322039 KA Söhlde	16031 Fuhse	16031_3	17	12	21

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
48	2540292038 KA Schellerten	20002 Bruchgraben	20004_1	17	11	21
49	1570052031 KA Lengede	16031 Fuhse	16031_1	17	12	20
50	1520122001 KA Göttingen	18057 Leine	18057_1	17	15	20
51	4040002001 KA Osnabrück/Eversburg	02008 Hase Mittellauf bis Mittellandkanal	02008_5	17	13	21
52	4600062029 KA Riesel	02016 Dinklager Mühlentbach, Harpendorfer Mühlentbach	02016_1	17	14	18
53	3520402043 KA Cappeler-Neufeld	26085 Verbindungsgraben einschl. Cappeler Wasserlöse	26085_1	17	11	22
54	4540412001 KA Papenburg	03039 Papenburger Kanäle	03039_1	17	13	19
55	4600082035 KA Steinfeld, Düpe	02016 Dinklager Mühlentbach, Harpendorfer Mühlentbach	02016_5	16	13	17

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
56	2530012129 KA Bar-singhausen	21036 Südaue Bach	21036_1	16	12	23
57	4624012013 KA Esens	06007 Neuharlinger Siel-tief	06007_4	16	12	23
58	1570042022 KA Ga-denstedt	16031 Fuhse	16031_5	16	11	19
59	3580192013 KA Schneverdingen	24014 Veerse	24014_1	16	11	26
60	1514072049 KA We-sendorf	14013 Heestenmoorkanal	14013	16	12	21
61	1010002017 KA Braun-schweig	15001 Oker	15001_7	16	11	17
62	2510422015 KA Twist-ringen	13018 Kuhbach Oberlauf	13018_1	16	10	19
63	1510252073 KA Sas-senburg	14015 Triangelermoorka-nal	14015	16	11	21
64	4574022013 KA Hesel	06042 Bääkschloot	06042_1	15	13	18
65	1584012032 KA Kis-senbrück	15025 Gr. Graben (Alte llse)	15025_4	15	10	16

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
66	4590332118 KA Hol-lage	02009 Laake	02009_1	15	12	17
67	2530172166 KA Doll-bergen	16031 Fuhse	16031_12	15	11	20
68	4590142048 KA Bram-sche	02013 Hase, Große Hase	02013_3	15	12	18
69	2530122172 KA Pat-tensen	21045 Alte Leine (obl.Schille)	21045_2	15	10	20
70	4594022060 KA Rieste	02013 Hase, Große Hase	02013_5	15	11	17
71	4590292078 KA Oster-cappeln	25006 Strothbach	25006	15	12	17
72	4530042003 KA Clop-penburg	04046 Soeste Mittellauf bis TT	04046_1	14	11	16
73	4544062002 KA Sur-wold	03036 Großer Schloot	03036_2	14	10	16
74	1514012095 KA Weyhausen	14014 Aller	14014_1	14	10	19
75	1544032001 KA Süpplingenburg	15051 Schunter	15051	14	10	16

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
76	4510082017 KA Wie- felstede-Baeke	26007 Geestrandtief	26007_2	13	10	17
77	2530162140 KA Eldagsen	21053 Gehlenbach	21053_1	13	10	16
78	2530102026 KA Lehrte	16063 Burgdorfer Aue	16063_2	13	9	16
79	4510072005 KA Wes- terstede	04006 Gr. Süderbäke Oberl. + Kl. Norderbäke	04006_1	12	9	15
80	2530022035 KA Burg- dorf	16063 Burgdorfer Aue	16063_5	12	8	16
81	2520032012 KA Bad Pymont	10022 Emmer	10022_1	12	9	17
82	4590192040 KA Georgsmarienhütte	02006 Düte, Leedener Mühlenbach, Goldbach	02006_1	12	9	14
83	3510042001 KA Bergen	17051 Berger Bach	17051_1	12	8	18
84	2564072037 KA Steim- bke	22020 Steimbker Dorfgra- ben	22020_1	12	8	18
85	4544052001 KA Lenge- rich	02047 Lotter Beeke	02047_1	12	9	14

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
86	4600062031 KA Nord-lohne	02017 Aue, Bokerner Bach	02017_1	12	9	12
87	2520022006 KA Eimbeckhausen	21030 Eimbeckhäuser Bach	21030_1	12	9	15
88	4540102001 KA Emsbüren	01011 Fleckenbach	01011_1	12	10	14
89	3610092001 KA Oyten/Ottersberg	24045 Bassener Mühlen-graben II	24045_1	12	8	16
90	4610092011 KA Rodenkirchen-Hartwarden	26025 Strohauser Sieltief + NG	26025_1	11	7	24
91	2560252040 KA Rehburg	12044 Steinhuder Meerbach ( Oberlauf)	12044_1	11	7	17
92	2520022013 KA Bad Münder	10020 Hamel Bach	10020_1	11	9	15
93	4594022063 KA Bersenbrück	02013 Hase, Große Hase	02013_9	11	9	13
94	1530022001 KA Radauanger	15006 Radau	15006_1	11	9	11

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
95	1550102002 KA Nörten-Hardenberg	18058 Leine	18058_3	11	10	13
96	1584062025 KA Sickte	15041 Wabe/Mittelriede	15041_1	11	8	13
97	4590202035 KA Hagen	02006 Düte, Leedener Mühlenbach, Goldbach	02006_6	11	8	12
98	1520042001 KA Bovenden	18040 Weende	18040_1	11	10	13
99	2530032021 KA Großburgwedel	16005 Hengstbeeke	16005_1	11	7	14
100	4510052008 KA Rastede	26007 Geestrandtief	26007_1	11	8	13
101	2510402010 KA Sulingen	13022 Sule Oberlauf	13022_1	10	7	12
102	4594012092 KA Quakenbrück	02013 Hase, Große Hase	02013_13	10	8	12
103	1584012035 KA Gr. Biewende	15025 Gr. Graben (Alte Ilse)	15025_1	10	7	11
104	1514052075 KA Müden-Flettmar	17001 Aller I	17001_1	10	7	12



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
105	4590242018 KA Wellingholzhausen	11007 Uhlenbach	11007_1	10	8	13
106	2530202128 KA Wunstorf	21019 Leine, Ihme- Westaue	21019_10	10	8	12
107	3510232001 KA Wietze	16001 Wietze	16001_7	10	6	13
108	1540032050 KA Būd- denstedt	36010 Kupferbach	36010	10	6	12
109	1560032001 KA Neuhof	38005 Uffe	38005_1	10	8	12
110	4600092024 KA Vechta, Bokerner Damm	02019 Spredaer Bach, Vechtaer Moorbach	02019_2	10	7	11
111	4590082064 KA Belm	02003 Belmer Bach	02003_1	10	7	12
112	3594022033 KA Fre- denbeck	29044 Fredenbecker Müh- lenbach	29044_1	10	7	15
113	2530142095 KA Güm- merwald	21019 Leine, Ihme- Westaue	21019_8	10	7	11
114	2530112174 KA Basse	21001 Leine, Westaue- Aller	21001_3	10	7	11

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
115	2514072008 KA Ehrenburg	13019 Kuhbach Unterlauf	13019_1	9	6	11
116	3584032022 KA Schwarmstedt	21001 Leine, Westaue- Aller	21001_9	9	7	11
117	3514022001 KA Wienhausen	17001 Aller I	17001_3	9	6	11
118	1550122053 KA Schoningen	08020 Schwülme Unterlauf	08020_1	9	8	10
119	2530102175 KA Sievershausen	16061 Katjefuhse	16061_1	9	7	12
120	3524022039 KA Bederkesa-Flögel	31010 Hadelner Kanal	31010	9	6	11
121	4570222001 KA Steenfelde	06036 Marker Sieltief / Wallschloot	06036	9	7	10
122	2530162010 KA Springe	21052 Haller Bach (incl. Rambke)	21052_1	9	7	11
123	4520142040 KA Pilssum-Mansl.	06025 Altes / Neues Greetsieler Sieltief	06025_6	9	6	10
124	3510062001 KA Celle	17002 Aller II	17002_1	9	6	11

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
125	1520162001 KA Hann. Münden	08001 Weser	08001_1	8	8	10
126	3510122001 KA Hambühren	17002 Aller II	17002_4	8	6	11
127	3574082059 KA Zeven	30014 Mehde-Aue mit Buschhorstbach, Osen- horster Bach	30014_1	8	6	12
128	4560012022 KA Bentheim	32005 Eileringsbecke	32005_1	8	8	10
129	3584012020 KA Ho- denhagen	22001 Aller	22001_1	8	6	11
130	4590032082 KA Bad Essen	25002 Hunte ab Mittel- landkanal	25002_99	8	6	9
131	1510092119 KA Gif- horn	14014 Aller	14014_5	8	6	12
132	4590242027 KA Melle	11008 Else Oberlauf	11008_2	8	6	10
133	2564082025 KA Die- penau	13014 Wickriede	13014_1	8	6	9

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
134	3594082020 KA Oldendorf	30043 Horsterbeck Mittel- lauf	30043_1	8	6	11
135	4594032045 KA Fürstenau	01006 Deeper Aa	01006_1	8	6	8
136	4510042001 KA Ede- wecht	04063 Vehne Unterlauf	04063_1	8	6	10
137	3610122003 KA Verden	22001 Aller	22001_13	8	6	10
138	2520042010 KA Cop- penbrügge	10021 Gelbbach u.Ng	10021_1	8	6	11
139	4530072034 KA Friesoythe	04047 Soeste ab TT bis Küstenkanal	04047_3	8	6	9
140	1580372001 KA Wol- fenbüttel	15001 Oker	15001_3	8	6	8
141	2574062007 KA Ro- denberg	21025 Rodenberger Aue Bach Oberlauf	21025_4	8	6	10
142	4530112023 KA Lönin- gen	02013 Hase, Große Hase	02013_19	8	6	9
143	3510242001 KA Win- sen	17002 Aller II	17002_6	8	5	10

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
144	4530082028 KA Garrel	04021 Große Aue + Bergaue	04021_1	7	6	9
145	2530192164 KA Evestorf	21041 Wennigser Mühl- bach, Ihme	21041_1	7	5	10
146	1030002006 KA Hattorf	15051 Schunter	15051_8	7	5	9
147	2570282018 KA Vehlen	12037 Bückeburger Aue (Mittellauf)	12037_1	7	6	9
148	2540032032 KA Alger- missen	20017 Alpebach	20017_1	7	5	10
149	2540282002 KA Sarstedt	20001 Innerste	20001_4	7	5	8
150	1580062037 KA Crem- lingen	15041 Wabe/Mittelriede	15041_4	7	5	9
151	1540142031 KA Lehre	15051 Schunter	15051_9	7	5	9
152	2540202037 KA Har- sum	20003 Unsinnbach	20003_1	7	5	9
153	3515012001 KA Ber- gen-Hohne	17049 Meiße mit Gelt- teichgraben	17049	7	5	11
154	4540542001 KA Twist	03040 Rühlermoorschloot	03040_1	7	6	7

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
155	2530002102 KA Herrenhausen	21019 Leine, Ihme-Westau	21019_2	7	6	8
156	4010002001 KA Delmenhorst	26035 Weser / Tidebereich oberh. Brake	26035_1	7	5	9
157	3610012004 KA Achim	12046 Mittelweser zwischen Aller und Bremen	12046_4	7	5	9
158	4580072009 KA Ahlhorn	25057 Hageler Bach Mittellauf	25057	7	6	8
159	3614012006 KA Thedinghausen	12046 Mittelweser zwischen Aller und Bremen	12046_3	7	5	9
160	2540172009 KA Giesen	20001 Innerste	20001_2	7	5	7
161	4564022015 KA Neuenhaus	32002 Vechte Nordhorn-Neuenhaus	32002_4	7	6	8
162	4590062069 KA Bad Rothenfelde	01025 Bever, Süßbach	01025_1	7	6	10
163	2540212001 KA Hildesheim	20001 Innerste	20001_1	7	5	7
164	4560152013 KA Nordhorn	32002 Vechte Nordhorn-Neuenhaus	32002_2	7	6	8

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
165	2574072053 KA Sachsenhagen	21018 Westaue Fluss	21018_2	7	5	9
166	3590382031 KA Stade	29042 Schwinge Unterlauf	29042_2	7	5	10
167	4524022018 KA Dornumersiel	06011 Dornumersiel Tief	06011_41	7	5	9
168	4544092002 KA Werlte	02037 Mittelradde	02037_1	6	5	8
169	1570072032 KA Wahle	16053 Aue/Erse	16053_111	6	5	9
170	4610012034 KA Ranzenbüttel	26035 Weser / Tidebereich oberh. Brake	26035_6	6	5	8
171	4550202003 KA Hohenkirchen	26098 Hohens Tief / Poggenb. Leide + NG	26098_2	6	4	9
172	4520252028 KA Wiesmoor	26113 Nordgeorgsfehn-/Großfehnkanal	26113	6	5	8
173	2560322033 KA Stolzenau	12001 Mittelweser zwischen Aller und NRW	12001_10	6	5	8
174	2564042028 KA Leeseringen	12001 Mittelweser zwischen Aller und NRW	12001_12	6	5	8
175	1560112001 KA Osterode	19045 Söse	19045_1	6	6	7

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
176	4540352001 KA Mep- pen	03012 Nordradde in Mep- pen	03012_1	6	4	8
177	4610042037 KA Els- fleth	26035 Weser / Tidebe- reich oberh. Brake	26035_8	6	4	8
178	3524062035 KA Sandstedt	Übergangsgewässer der Weser	T1.4000.01_ 1	6	4	8
179	4610022033 KA Brake- Golzwarden	Übergangsgewässer der Weser	T1.4000.01_ 1	6	4	8
180	2554012001 KA Lüt- genade	08012 Forstbach	08012_2	6	5	9
181	2570312017 KA Rinteln	10003 Weser	10003_11	6	5	8
182	1560112002 KA Förste	19004 Söse	19004_1	6	5	7
183	1530022005 KA Goslar Zentralkläranlage	15002 Oker	15002_1	6	5	6
184	4540192001 KA Ha- selünne	02013 Hase, Große Hase	02013_23	6	5	7
185	2520062001 KA Ha- meln	10003 Weser	10003_3	6	5	8



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
186	2530032017 KA Wettmar	16004 Tiefenbruchgraben	16004	6	4	8
187	4610032024 KA Burhave	Übergangsgewässer der Weser	T1.4000.01_2	6	4	8
188	1524022003 KA Rollshausen	19043 Suhle	19043_2	6	6	7
189	2550232001 KA Holzminden	08001 Weser	08001_12	6	5	7
190	1580062023 KA Weddel	15046 Sandbach	15046_1	6	4	8
191	1570022018 KA Mehrum	16030 Burgdorfer Aue	16030_1	6	4	8
192	1514042084 KA Isenbüttel	14030 Hehlenriede	14030_3	6	4	9
193	1584042029 KA Schladden	15002 Oker	15002_6	6	4	6
194	1520262003 KA Uschlag	42003 Nieste	42003_2	6	5	7

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
195	4050002001 KA Wilhelmshaven	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte	N2_4900_01	6	4	8
196	4610032016 KA TosSENS	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte	N2_4900_01	6	4	8
197	2510412018 KA Syke	23024 Hache Oberlauf	23024_1	6	4	7
198	2540052035 KA Alme-Riehe/Östrum	20014 Riehe	20014_1	6	4	7
199	4520192015 KA Norden	06014 Norder Tief	06014_4	6	4	7
200	4590042077 KA Bad Iburg	01027 Glaner Bach, Oedingberger Bach, Wispenbach, Kolbach	01027_1	6	4	7
201	4544042001 KA Lathen	03021 Lathener Beeke	03021_1	6	4	7
202	2540052016 KA Bad Salzdetfurth	20012 Lamme	20012_1	5	4	6
203	4590132051 KA Bohmte	25017 Hunte von Einmündung Wimmerbach bis Dümmer	25017_2	5	4	6

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
204	4600022003 KA Damme/Osterfeine	25080 Hunte von Dümmer bis Einmündung Grawiede	25080_1	5	4	5
205	1520262001 KA Landwehrhagen	42001 Fulda	42001	5	5	6
206	4550072001 KA Jever	26001 Crildumer- / Mühlentief	26001_1	5	4	8
207	4594012084 KA Nortrup	02058 Reitbach	02058_1	5	4	6
208	1570012025 KA Ede-missen	16038 Schwarzwasser	16038_1	5	4	8
209	1520012001 KA Adelsben	08025 Schwülme Oberlauf	08025_1	5	5	6
210	2554062001 KA Polle/Brevörde	08001 Weser	08001_16	5	5	7
211	4540182002 KA Haren	03011 Mersbach	03011_2	5	4	6
212	2514052013 KA Rehden	25023 Rhien	25023_1	5	4	6
213	2564062026 KA Lemke	12001 Mittelweser zwischen Aller und NRW	12001_161	5	4	7

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
214	3530312202 KA Glü- singen	28068 Seeve Unterlauf	28068	5	3	8
215	4590242026 KA Ben- nien-Bruchmuehlen	11004 Else Mittellauf	11004_3	5	4	6
216	2564022027 KA Dra- kenburg	12001 Mittelweser zwi- schen Aller und NRW	12001_18	5	4	6
217	2564012048 KA Ey- strup	12001 Mittelweser zwi- schen Aller und NRW	12001_20	5	4	6
218	2560222043 KA Nien- burg	12001 Mittelweser zwi- schen Aller und NRW	12001_15	5	4	6
219	1524022002 KA Gieboldehausen	19001 Rhume	19001_3	5	4	7
220	2540262003 KA Nord- stemmen	21068 Leine, Despe- Innerste	21068_5	5	4	6
221	2564032046 KA Hoya	12001 Mittelweser zwi- schen Aller und NRW	12001_22	5	4	6
222	3610032005 KA Dörverden	12001 Mittelweser zwi- schen Aller und NRW	12001_23	5	4	6

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
223	4520062054 KA Grossefehn	06049 Sauteler Kanal	06049	5	4	7
224	4520232029 KA Uthwerdum	06019 Abelitz / Abelitz Moordorfkanal	06019_5	5	4	6
225	2540022020 KA Alfeld	21060 Leine Bergl.	21060_2	5	4	6
226	2554022001 KA Bodenwerder	08001 Weser	08001_19	5	4	6
227	4510022016 KA Bad Zwischenahn	04041 Aue Mittellauf	04041_1	5	4	7
228	4530032005 KA Capeln	02028 Calhorer Mühlenbach	02028_1	5	4	6
229	2530102176 KA Hämelerwald	16030 Burgdorfer Aue	16030_4	5	3	7
230	2544022005 KA Gronau	21068 Leine, Despe-Innerste	21068	5	4	6
231	1550082047 KA Beulshausen	18060 Leine	18060_1	5	4	6
232	2544012008 KA Freden	18060 Leine	18060_3	5	4	6

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
233	1570042028 KA A-denstedt	16050 Beeke	16050_1	5	3	7
234	4530062036 KA Es-sen/Oldb.	02022 Lager Hase	02022_5	5	4	5
235	3580162012 KA Muns-ter	17025 Örtze inkl. Ilster	17025_1	5	3	8
236	2520052009 KA Em-merthal	08001 Weser	08001_22	5	4	6
237	4544072002 KA Sögel	03014 Nordradde bis Sta-vern	03014_1	5	3	6
238	4564032012 KA Schuettorf	32001 Vechte Ohne-Nordhorn	32001_3	5	4	5
239	2540142010 KA Elze	21055 Saale Fluss	21055_3	5	3	6
240	2554072001 KA Stadtoldendorf	08012 Forstbach	08012_1	5	4	7
241	1524012001 KA Nieme-tal	08026 Nieme	08026_1	5	4	5
242	4030002001 KA Olden-burg	25073 Hunte Tidebereich	25073_2	5	3	5

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
243	4540452001 KA Salzbergen	01001 Ems - Salzbergen bis Lingen	01001_1	5	4	6
244	3580082007 KA Fallingbostel	22008 Böhme II	22008_5	5	3	8
245	3550222001 KA Lüneburg	28013 Ilmenau (Lüneburg - Oldershausen)	28013_1	5	3	8
246	1570042008 KA Müns- tedt	16040 Pisserbach	16040_1	5	3	7
247	2530172171 KA Uetze	16035 Aue/Erse	16035_3	5	3	6
248	4590342076 KA Glan- dorf	01026 Rankenbach, Rem- seder Bach, Linksseitiger Talgraben	01026_2	5	4	6
249	1544042042 KA Dann- dorf	14037 Katharinenbach	14037_1	4	3	6
250	4590242023 KA Neu- enkirchen (M)	11003 Warmenau	11003_1	4	4	6
251	1550092004 KA Morin- gen	18031 Moore	18031_1	4	4	5

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
252	4590122058 KA Bis-sendorf	02005 Rosenmühlenbach	02005_1	4	3	5
253	4544082001 KA Spelle	01004 Speller Aa	01004_1	4	4	5
254	4580102023 KA Hude ohne	25042 Kimmerbäke, Brookbäke, Berne	25042_1	4	3	5
255	4594032044 KA Berge	02051 Renslager Kanal, Strautbach	02051_1	4	3	5
256	3534062047 KA Kakenstorf	28077 Este (Welle - Seggerheide)	28077_1	4	3	7
257	4540142002 KA Gr. Hesper	03007 Hakengraben	03007_2	4	3	5
258	4530012009 KA Barßel	04042 Soeste, Nordloher-Barsseleer Tief + Jümme	04042_3	4	3	5
259	4544012002 KA Dörpen	03002 Ems Meppen-Wehr Herbrum	03002_12	4	3	5
260	1550022015 KA Wahmbeck	08001 Weser	08001_6	4	4	5
261	1550112059 KA Northeim	19051 Rhume	19051_4	4	4	5



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
262	2510072012 KA Bas-sum	23013 Klosterbach Mittel-lauf	23013_1	4	3	5
263	4570212003 KA Wee-ner	06037 Ems Papenburg bis Leer	06037_3	4	3	5
264	1520262002 KA Speele	42001 Fulda	42001_1	4	4	5
265	4530012008 KA Harke-brügge	04042 Soeste, Nordloher-Barsseleer Tief + Jümme	04042_2	4	3	5
266	4524012001 KA Mari-enhafe	06019 Abelitz / Abelitz Moordorfkanal	06019_1	4	3	5
267	1020002003 KA Salz-gitter-Ringelheim	20033 Innerste	20033_2	4	3	4
268	1530052005 KA In-nerstetal	20033 Innerste	20033_1	4	3	4
269	3530402043 KA Win-sen (Luhe)	28012 Ilmenau (Olders-hausen - Mündung)	28012_5	4	3	7
270	4540142001 KA Dalum	03001 Ems Lingen-Meppen	03001_2	4	3	5
271	4540322006 KA Lingen	03001 Ems Lingen-Meppen	03001_1	4	3	5

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
272	2544032004 KA Lam-springe	20015 Lamme	20015_1	4	3	4
273	2520082007 KA Salz-hemmendorf	21055 Saale Fluss	21055_1	4	3	5
274	3580222017 KA Wals- rode	22009 Böhme III	22009_2	4	3	7
275	3534032048 KA Hol-lenstedt	28086 Este (Seggerheide - Moiburg)	28086_3	4	3	6
276	4020002008 KA Em-den-Larrelt	Übergangsgewässer Ems- Ästuar	T1.3990.01	4	3	5
277	1550072005 KA EI-vershausen	19051 Rhume	19051_1	4	3	5
278	4570132015 KA Leer	Übergangsgewässer Ems (Leer bis Dollart)	T1.3000.01_ 1	4	3	4
279	4550272001 KA Zetel	26100 Steinhauser Tief + NG / Marsch	26100_1	4	3	5
280	4560012021 KA Gilde- haus	32026 Puntbecke	32026_1	4	3	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
281	4600052046 KA Holdorf	02015 Bünne-Wehdeler Grenzkanal, Handorfer Mühlenbach	02015_1	4	3	4
282	4590242025 KA Buer	11002 Suttbach	11002_1	4	3	4
283	2530172170 KA Hänigsen	16020 Thöse	16020_1	4	3	5
284	2510122005 KA Diepholz	25022 Grawiede	25022_1	4	3	4
285	3570162061 KA Gnar- renburg	24057 Oste-Hamme-Kanal und Augustendorfer Kanal	24057_1	4	3	5
286	2510442017 KA Wa- genfeld	25024 Wagenfelder Aue Oberlauf, Flöthe und Hemsloher Bruchgraben	25024_1	4	3	4
287	2554032001 KA Boff- zen	08001 Weser	08001_10	4	3	5
288	4570122012 KA Ditzum	Übergangsgewässer Ems (Leer bis Dollart)	T1.3000.01_ 8	4	3	4
289	3580212005 KA Soltau	22008 Böhme II	22008_1	4	2	6
290	1544042016 KA Velpke	14040 Katharinenbach	14040_1	4	3	5

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
291	1550102006 KA Reyer-shausen	18034 Rodebach	18034_1	4	3	4
292	2540052001 KA Groß Dungen	20033 Innerste	20033_7	4	3	4
293	1530122002 KA Rhüden	20023 Nette	20023_2	4	3	4
294	4530122021 KA Molbergen	04044 Molberger Doosekanal	04044_1	4	3	4
295	2530102177 KA Ahlten	16011 Wietze Graben/Laher Gr.	16011_2	4	2	4
296	1584022038 KA Baddeckenstedt	20033 Innerste	20033_4	3	3	4
297	1564032001 KA Walkenried	38007 Wieda	38007_1	3	3	4
298	4574032011 KA Filsum	04042 Soeste, Nordloher-Barsseleer Tief + Jümme	04042_6	3	2	4
299	1530082002 KA Othfresen	20044 Lakebach	20044	3	2	3
300	2540222019 KA Holle	20033 Innerste	20033_5	3	2	3

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
301	4564012017 KA Hoogstede	32003 Vechte Neuenhaus-Laar	32003_3	3	3	4
302	3590132027 KA Drochtersen	29054 Ruthenstrom	29054_1	3	2	5
303	4544072001 KA Berßen	03013 Nordradde Stavern-Gut Cunzhof	03013_1	3	2	4
304	4574012014 KA Bunde	06027 Wymeerer Sieltief	06027	3	2	3
305	1584052004 KA Schöppenstedt	15028 Altenau	15028_1	3	2	4
306	4550202001 KA Hooksiel	26001 Crildumer- / Mühlentief	26001_4	3	2	4
307	2540022033 KA Deligsen	21064 Wispe	21064_2	3	2	4
308	4510012001 KA Apenhengstforde	04062 Aper Tief + NG Unterläufe	04062_3	3	2	4
309	2550232002 KA Neuhaus	08015 Holzminde	08015_1	3	3	4
310	4524032050 KA Hage	06014 Norder Tief	06014_1	3	2	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
311	1560092003 KA Scharzfeld	19009 Oder	19009_1	3	2	4
312	4570202006 KA Remels	04011 Holtlander Ehe	04011_1	3	2	3
313	4530022007 KA Boesel	04023 Lahe	04023_1	3	2	3
314	4590222032 KA Hilter	01026 Rankenbach, Remseder Bach, Linksseitiger Talgraben	01026_1	3	2	4
315	3594062029 KA Wetterndorf	33003 Elbe (West)	33003	3	2	5
316	4520142039 KA Greet-siel	06025 Altes / Neues Greet-sieler Sieltief	06025_3	3	2	4
317	4594022022 KA Neuenkirchen/Vörden	02011 Nonnenbach + NG	02011_4	3	2	3
318	4520022027 KA Balt-rum	Polyhalines Wattenmeer der Ems	N4_3100_01	3	2	4
319	4520202014 KA Nor-derney	Polyhalines Wattenmeer der Ems	N4_3100_01	3	2	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
320	4570022019 KA Borkum	Polyhalines Wattenmeer der Ems	N4_3100_01	3	2	4
321	4520132016 KA Juist	Polyhalines Wattenmeer der Ems	N4_3100_01	3	2	4
322	2510252006 KA Dümmer-Ost	25065 Lohne	25065_1	3	2	3
323	2510222011 KA Lemb-ruch	25065 Lohne	25065_1	3	2	3
324	2564082031 KA Uchte	13005 Uchter Mühlenbach Oberlauf und Nebengewässer	13005_1	3	2	3
325	3604062098 KA Wrestedt	28046 Aue (Sterderau) Unterlauf	28046_1	3	2	4
326	Delmenhorst_2. ELS Ochtum	23001 Ochtum Tidebereich	23001_4	3	2	3
327	3594032037 KA Harsefeld	29031 Lühe-Aue Mittellauf 1	29031_1	3	2	4
328	3554012030 KA Amelinghausen	28020 Luhe (Mittellauf Schwindebeck - Luhmühlen)	28020_1	3	2	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
329	1544042061 KA Bahrdorf	14042 Lapau	14042_1	3	2	3
330	4540352002 KA Rühle	03007 Hakengraben	03007_1	3	2	3
331	3574062068 KA Sottorum	24004 Wümme IV	24004_4	3	2	4
332	3604012093 KA Medingen	28061 Ilmenau (Uelzen - Lüneburg)	28061_5	3	2	4
333	1550012051 KA Bad Gandersheim	18004 Gande	18004_1	3	2	3
334	3600252076 KA Uelzen	28061 Ilmenau (Uelzen - Lüneburg)	28061_1	3	2	4
335	1550042007 KA Volksen	18014 Ilme	18014_3	3	2	3
336	4564042009 KA Wielen	32031 Radewijke	32031_1	3	2	3
337	3570392065 KA Rotenburg	24004 Wümme IV	24004_1	3	2	4
338	3520112001 KA Cuxhaven	Elbe (Übergangsgewässer)	T1.5000.01	3	2	4



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
339	2530112110 KA Helstorf	21002 Große Beeke	21002_1	3	2	3
340	2554052001 KA Eschershausen	08006 Lenne Gesamt	08006_1	3	2	3
341	3604052080 KA Suderburg	28054 Hardau (Mittellauf), Räber Spring, Stahlbach	28054_1	2	2	3
342	2514022003 KA Barnstorf	25019 Hunte von Grawiede bis Wildeshausen	25019_3	2	2	3
343	4580092020 KA Hatten-Sandkrug	25074 Hunte/ Wildeshausen - Wardenburg	25074_5	2	2	3
344	3600042092 KA Hohenbostel	28061 Ilmenau (Uelzen - Lüneburg)	28061_10	2	2	4
345	4580072006 KA Huntlosen	25074 Hunte/ Wildeshausen - Wardenburg	25074_3	2	2	3
346	4580142003 KA Wildeshausen	25074 Hunte/ Wildeshausen - Wardenburg	25074	2	2	3
347	3580022014 KA Bispingen (Steinbeck-Grevenhof)	28022 Luhe (Oberlauf), Wittenbach	28022_1	2	2	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
348	3580172018 KA Neu- enkirchen	24022 Hahnenbach	24022_2	2	2	4
349	4520072053 KA Groß- heide	06013 Berumerfehnkanal	06013	2	2	3
350	4620192028 KA Witt- mund	06005 Harle / Abenser Leide	06005_1	2	2	3
351	4550202002 KA Schillig	26099 Horumer- / Grim- menser Tief + NG	26099_1	2	2	3
352	1550102001 KA Paren- sen	18042 Harste	18042_1	2	2	3
353	4570142010 KA War- singsfehn	06053 Rorichumer Tief	06053_1	2	2	3
354	4570182007 KA Westr- hauderfehn	04035 Leda + Sagter Ems	04035_4	2	2	3
355	4600042038 KA Gol- denstedt	25019 Hunte von Grawie- de bis Wildeshausen	25019_5	2	2	3
356	4530102024 KA Lin- dern	02037 Mittelradde	02037_2	2	2	3

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
357	4620052004 KA Friedeburg	26030 Friedeburger Tief	26030_1	2	2	3
358	4520142037 KA Hamswehrum	06024 Knockster Tief Unterlauf	06024_2	2	2	2
359	3524092021 KA Ihlienworth	31030 Gr. Siedenteiler Wettern	31030_1	2	1	3
360	3585012021 KA Oerbke	22008 Böhme II	22008_4	2	2	4
361	3560072008 KA Osterholz-Scharmbeck	24007 Lesum und Hamme	24007_1	2	1	3
362	2530032012 KA Fuhrberg	16003 Wulbeck	16003_2	2	1	3
363	1550062039 KA Sebenxen	18009 Aue (z. Leine)	18009_1	2	2	2
364	1564022001 KA Wulfen	19009 Oder	19009_5	2	2	3
365	3534052045 KA Salzhäusen	28017 Luhe (Mittellauf Luhmühlen - Winsen)	28017_1	2	1	3

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
366	2574012022 KA Auetal	12039 Bückeburger Aue (unterer Oberlauf)	12039_1	2	2	2
367	3524042024 KA Lamstedt	31027 Stinstedter Rand- kanal Oberlauf	31027_1	2	1	3
368	2530182165 KA Resse	21014 Auter Oberlauf	21014_1	2	1	3
369	3520502011 KA Weh- del/Geestenseth	26067 Grove	26067_1	2	1	3
370	3510102001 KA Faß- berg	17026 Örtze	17026_1	2	1	3
371	3510132001 KA Her- mannsburg	17026 Örtze	17026_4	2	1	3
372	4590122057 KA Nat- bergen	02008 Hase Mittellauf bis Mittellandkanal	02008_1	2	1	2
373	4540442001 KA Rhede	03003 Ems Wehr Her- brum-Papenburg	03003_11	2	1	2
374	4544092001 KA Lorup	04025 Ohe und Loruper Beeke	04025_2	2	1	2
375	3574012063 KA Bothel	24019 Wiedau	24019_4	2	1	3

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
376	3510042002 KA Eversen	17026 Örtze	17026_7	2	1	3
377	3560022001 KA Grasberg	24049 Wörpe II	24049_1	2	1	2
378	4594042099 KA Neuenkirchen (N)	01031 Weeser Aa	01031_1	2	1	2
379	4544012003 KA Neubörger	03036 Großer Schloot	03036_1	2	1	2
380	1544012029 KA Mariental	15053 Uhrau	15053	2	1	2
381	4544062001 KA Esterwegen	04028 Ohe Unterlauf/Marka	04028	2	1	2
382	3544042016 KA Walmsburg (Neu Darchau)	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4
383	3534012046 KA Marschacht	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4
384	3550092003 KA Bleckede	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
385	3550492029 KA Zeetze	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4
386	3544042030 KA Hitzacker	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4
387	3544052022 KA Lüchow	34001 Elbe (Geesthacht bis Schnackenburg)	34001	2	1	4
388	4600012006 KA Bakum	02023 Bakumer Bach	02023_1	2	1	2
389	3594032024 KA Bockholt	29030 Lühe-Aue Oberlauf	29030_1	2	1	3
390	3520052031 KA Beverstedt	26042 Lüne Mittellauf 1	26042_1	2	1	2
391	4544022001 KA Freren	01003 Grosse Aa - bis Einmündung Speller Aa	01003	2	1	2
392	2514042009 KA Kirchdorf	13001 Große Aue	13001_8	2	1	2
393	3570082062 KA Bremervörde	30003 Oste (Bremervörde-Oberndorf)	30003_1	2	1	3

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
394	4590242028 KA Gesmold/Westerhause n	02007 Oberlauf Hase + NG	02007_1	2	1	2
395	3574052049 KA Sitten- sen	30008 Ramme (Unterlauf)	30008_1	2	1	3
396	1550032011 KA Mar- koldendorf	18019 Ilme	18019_2	2	1	2
397	4620142018 KA Spie- kerooog	Euhalines Wattenmeer der Ems	N2_3100_01	2	1	2
398	4620192002 KA Harle- siel	Euhalines Wattenmeer der Ems	N2_3100_01	2	1	2
399	4620072021 KA Lan- geoog	Euhalines Wattenmeer der Ems	N2_3100_01	2	1	2
400	4550212001 KA Wan- gerooge	Euhalines Wattenmeer der Ems	N2_3100_01	2	1	2
401	4550142001 KA Sande- Altenhof	26002 Maade / Upjever- sches Tief	26002	2	1	2
402	3574042039 KA Sel- singen	30002 Oste (Ramme- Bremervörde)	30002_8	2	1	2

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
403	3554032021 KA Dah- lenburg ohne	28008 Neetze (Oberlauf), Süschenb., Strachau, Kalberlah,Harmstorfer B.	28008_1	2	1	3
404	3570362001 KA Rockstedt	30002 Oste (Ramme- Bremervörde)	30002_7	2	1	2
405	4590122056 KA Schle- dehausen	02002 Wierau, Hiddingha- user Bach, Westermoor- bach	02002_1	2	1	2
406	4620052002 KA Up- schoert	26033 Barkenbusch- schloot	26033_1	2	1	2
407	4570212002 KA Diele	06033 Dieler Sieltief	06033_1	2	1	2
408	2560302034 KA Stey- erberg	13001 Große Aue	13001_14	1	1	2
409	4544032001 KA Herz- lake	02041 Südradde	02041_1	1	1	2
410	3560112001 KA Worpswede	24056 Hamme III	24056_1	1	1	2
411	4570142008 KA Older- sum	06047 Oldersumer Sieltief / Fehntjer Tief	06047_4	1	1	2



Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
412	3594072026 KA Wischhafen	29055 Wischhafener Sü- derelbe	29055_1	1	1	2
413	3570412067 KA Scheeßel	24003 Wümme III	24003_4	1	1	2
414	4580132002 KA Wardenburg	25067 Untere Lethe	25067_2	1	1	2
415	3520222025 KA Hem- moor	30003 Oste (Bremervörde- Oberndorf)	30003_11	1	1	2
416	4530092026 KA Last- rup	02031 Löninger Mühlen- bach	02031_1	1	1	1
417	3554062020 KA Neetze	28003 Neetze (Neetze - Echem)	28003_1	1	1	3
418	3520302013 KA Neu- enwalde-Krempel	31032 Emmelke Oberlauf	31032	1	1	2
419	2514072014 KA Sie- denburg	13026 Siede Oberlauf und Nebengewässer	13026_1	1	1	2
420	1534012001 KA Lutter	20030 Neile	20030_1	1	1	1
421	3564012009 KA Ham- bergen	24055 Hamme II	24055_3	1	1	2

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
422	3604032087 KA Ebstorf	28059 Schwienau (Unterlauf)	28059_1	1	1	2
423	4520122048 KA Riepe	06047 Oldersumer Sieltief / Fehntjer Tief	06047_3	1	1	2
424	4610052039 KA Jaderberg	26102 Wapel Unterlauf	26102_1	1	1	2
425	3524012028 KA Oberndorf	30003 Oste (Bremervörde-Oberndorf)	30003_15	1	1	2
426	4620052003 KA Horsten	26004 Ellenserdammer Tief + NG / Marsch	26004_7	1	1	1
427	4590332115 KA Rulle	02004 Nette, Lechtinger Bach	02004_1	1	1	1
428	1514022109 KA Brome	35001 Ohre/Flösse	35001_1	1	1	2
429	3604042097 KA Rosche	28039 Wipperau (Mittel- u. Unterlauf)	28039_1	1	1	2
430	3514032001 KA Lachendorf	17011 Lachte II	17011_1	1	1	2
431	1550032012 KA Dassel	18019 Ilme	18019_1	1	1	1

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
432	3520552071 KA Wanna	31033 Emmelke Mittel- und Unterlauf	31033_1	1	1	1
433	1520162002 KA Hede- münden	41001 Werra	41001_1	1	1	1
434	3584022019 KA Rethem	22024 Wölpe	22024_2	1	1	1
435	3524062032 KA Hagen - Kassebruch	26039 Drepte Mittellauf	26039_1	1	1	1
436	4530132020 KA Sater- land	04035 Leda + Sagter Ems	04035_1	1	1	1
437	3544022031 KA Dan- nenberg-Lüggau	27022 Jeetzel (Lüggau - Mündung)	27022	1	1	2
438	3514012001 KA Eschede	17019 Aschau	17019_1	1	1	1
439	4624022001 KA West- erholt	06011 Dornumersieler Tief	06011_1	1	1	1
440	3604052071 KA Ger- dau	28047 Gerdau Unterlauf	28047_1	1	1	1

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
441	4544032002 KA Lähden	02034 Südradde	02034_1	1	1	1
442	2554052002 KA Eimen	18017 Krummes Wasser / Hillebach	18017_1	1	1	1
443	4610032017 KA Eckwarden	26020 Hayenschlooter Sieltief / Eckwarder Sieltief Süd	26020_1	1	0	2
444	4590132050 KA Hunteburg	25007 Elze Unterlauf	25007_1	1	1	1
445	2514042016 KA Varrel	13015 Flöte	13015_1	1	1	1
446	3520502038 KA Schiffdorf	26063 Geeste Unterlauf 1 (bis Tidesperrwerk)	26063_4	1	0	1
447	3604012084 KA Havekost	28038 Röbbelbach (Ober- u. Mittellauf), Gollernbach	28038_1	1	0	1
448	4544012001 KA Der-sum	03023 Walchumer Schlot	03023_1	1	0	1
449	KA Lüchow_2. ELS_Jeetzel	27031 Jeetzel (Lüchow - Lüggau)	27031	1	0	1

Rang-Nr.	Name	RWB_NAME	WK_NR	Abwasseranteil_% bei MQ_2004-14	Abwasseranteil_% bei MQ_2008	Abwasseranteil_% bei MQ_2014
450	4624012009 KA Neu- harlingersiel	06007 Neuharlinger Siel- tief	06007_2	1	0	1
451	3574022064 KA Lauenbrück	24003 Wümme III	24003_1	1	0	1
452	3580232016 KA Wiet- zendorf	17034 Wietze/ Ö. II	17034_1	1	0	1
453	1550092019 KA Fre- delsloh	18021 Diesse	18021_1	1	0	1
454	1560092001 KA Herz- berg	19013 Sieber	19013_1	0.2	0.2	0.3

Tabelle A-2: Alphabetische Liste der Kläranlagen mit Angabe der Rang-Nr. (siehe Tabelle A-1)

Name der Kläranlage	Rang-Nr.		Name der Kläranlage	Rang-Nr.
Abbensen	37		Beverstedt	390
Achim	157		Bispingen (Steinbeck-	347
Adelebsen	209		Bissendorf	11
Adenstedt	233		Bissendorf	252
Ahlhorn	158		Bleckede	384
Ahlten	295		Bockenem	7
Alfeld	225		Bockholt	389
Algermissen	148		Bodenwerder	226
Alme-Riehe/Östrum	198		Boesel	313
Amelinghausen	328		Boffzen	287
Apen-Hengstforde	308		Bohmte	203
Auetal	366		Borkum	320
Aurich	23		Bothel	375
Bad Essen	130		Bovenden	98
Bad Gandersheim	333		Brake-Golzwarden	179
Bad Iburg	200		Bramsche	68
Bad Laer	40		Braunschweig	61
Bad Münder	92		Bremervörde	393
Bad Nenndorf	14		Brome	428
Bad Pyrmont	81		Bückeburg	19
Bad Rothenfelde	162		Büddenstedt	108
Bad Salzdetfurth	202		Buer	282
Bad Zwischenahn	227		Bunde	304
Baddeckenstedt	296		Burgdorf	80
Bahrdorf	329		Burhave	187
Bakum	388		Cappeln	228
Baltrum	318		Cappel-Neufeld	53
Barnstorf	342		Celle	124
Barsinghausen	56		Cloppenburg	72
Barßel	258		Coppenbrügge	138
Basse	114		Cremlingen	150
Bassum	262		Cuxhaven	338
Bederkesa-Flögeln	120		Dahlenburg ohne	403
Belm	111		Dalum	270
Bennien-Bruchmuehlen	215		Damme/Osterfeine	204
Bennigsen	36		Danndorf	249
Bentheim	128		Dannenberg-Lüggau	437
Berge	255		Dassel	431
Bergen	83		Delligsen	307
Bergen-Hohne	153		Delmenhorst	156
Bersenbrück	93		Delmenhorst 2. ELS	326
Berßen	303		Dersum	448
Beulshausen	231		Diele	407

Name der Kläranlage	Rang-Nr.		Name der Kläranlage	Rang-Nr.
Diepenau	133		Friesoythe	139
Diepholz	284		Fuhrberg	362
Dinklage	28		Fürstenau	135
Ditzum	288		Gadenstedt	58
Dollbergen	67		Garrel	144
Dornumersiel	167		Georgsmarienhütte	82
Dörpen	259		Gerdau	440
Dörverden	222		Gesmold/Westerhausen	394
Drakenburg	216		Gieboldehausen	219
Drochtersen	302		Giesen	160
Duderstadt	24		Gifhorn	131
Dümmer-Ost	322		Gildehaus	280
Ebstorf	422		Glandorf	248
Eckwarden	443		Glüsing	214
Edemissen	208		Gnarrenburg	285
Edeweicht	136		Goldenstedt	355
Ehrenburg	115		Goslar Zentralkläranlage	183
Eimbeckhausen	87		Göttingen	50
Eimen	442		Gr. Biewende	103
Eldagsen	77		Gr. Hespe	257
Elsfleth	177		Gr. Lafferde	45
Elvershausen	277		Grasberg	377
Elze	239		Grasleben	43
Emden-Larrelt	276		Greetsiel	316
Emlichheim	16		Gronau	230
Emmerthal	236		Groß Dungen	292
Emsbüren	88		Großburgwedel	99
Emstek	25		Grossefehn	223
Eschede	438		Großheide	349
Eschershausen	340		Gümmerwald	113
Esens	57		Hage	310
Essen/Oldb.	234		Hagen	97
Esterwegen	381		Hagen - Kassebruch	435
Eversen	376		Hambergen	421
Evestorf	145		Hambühren	126
Eystrup	217		Hämelerwald	229
Fallingbostel	244		Hameln	185
Faßberg	370		Hamswehrum	358
Filsum	298		Hänigsen	283
Förste	182		Hankensbüttel	33
Fredelsloh	453		Hann. Münden	125
Freden	232		Haren	211
Fredenbeck	112		Harkebrügge	265
Freren	391		Harlesiel	398
Friedeburg	357		Harsefeld	327

<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>		<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>
Harsum	152		Königslutter	9
Haselünne	184		Laasche	1
Haste	18		Lachendorf	430
Hatten-Sandkrug	343		Lähden	441
Hattorf	146		Lamspringe	272
Havekost	447		Lamstedt	367
Hedemünden	433		Landwehrhagen	205
Helmstedt	8		Langenhagen	12
Helstorf	339		Langeoog	399
Hemmoor	415		Lastrup	416
Hermannsburg	371		Lathen	201
Herrenhausen	155		Lauenbrück	451
Herzberg	454		Leer	278
Herzlake	409		Leeseringen	174
Hesel	64		Lehre	151
Hessisch Oldendorf	20		Lehrte	78
Hildesheim	163		Lembruch	323
Hilter	314		Lemke	213
Hitzacker	386		Lengede	49
Hodenhagen	129		Lengerich	85
Hohegeiß	21		Lindern	356
Hohenbostel	344		Lindhorst	31
Hohenkirchen	171		Lingen	271
Holdorf	281		Löningen	142
Hollage	66		Lorup	374
Holle	300		Lüchow	387
Hollenstedt	275		Lüchow 2. ELS Jeetzel	449
Holzminden	189		Lüneburg	245
Hoogstede	301		Lütgenade	180
Hooksiel	306		Lutter	420
Horsten	426		Marienhafe	266
Hoya	221		Mariental	380
Hude ohne	254		Markoldendorf	396
Hunteburg	444		Marschacht	383
Huntlosen	345		Medingen	332
Ihlienworth	359		Mehrum	191
Innerstetal	268		Melle	132
Isenbüttel	192		Meppen	176
Jaderberg	424		Molbergen	294
Jever	206		Moringen	251
Juist	321		Müden-Flettmar	104
Kakenstorf	256		Münstedt	246
Kirchdorf	392		Munster	235
Kissenbrück	65		Natbergen	372
Klein Mahner	29		Neermoor	15



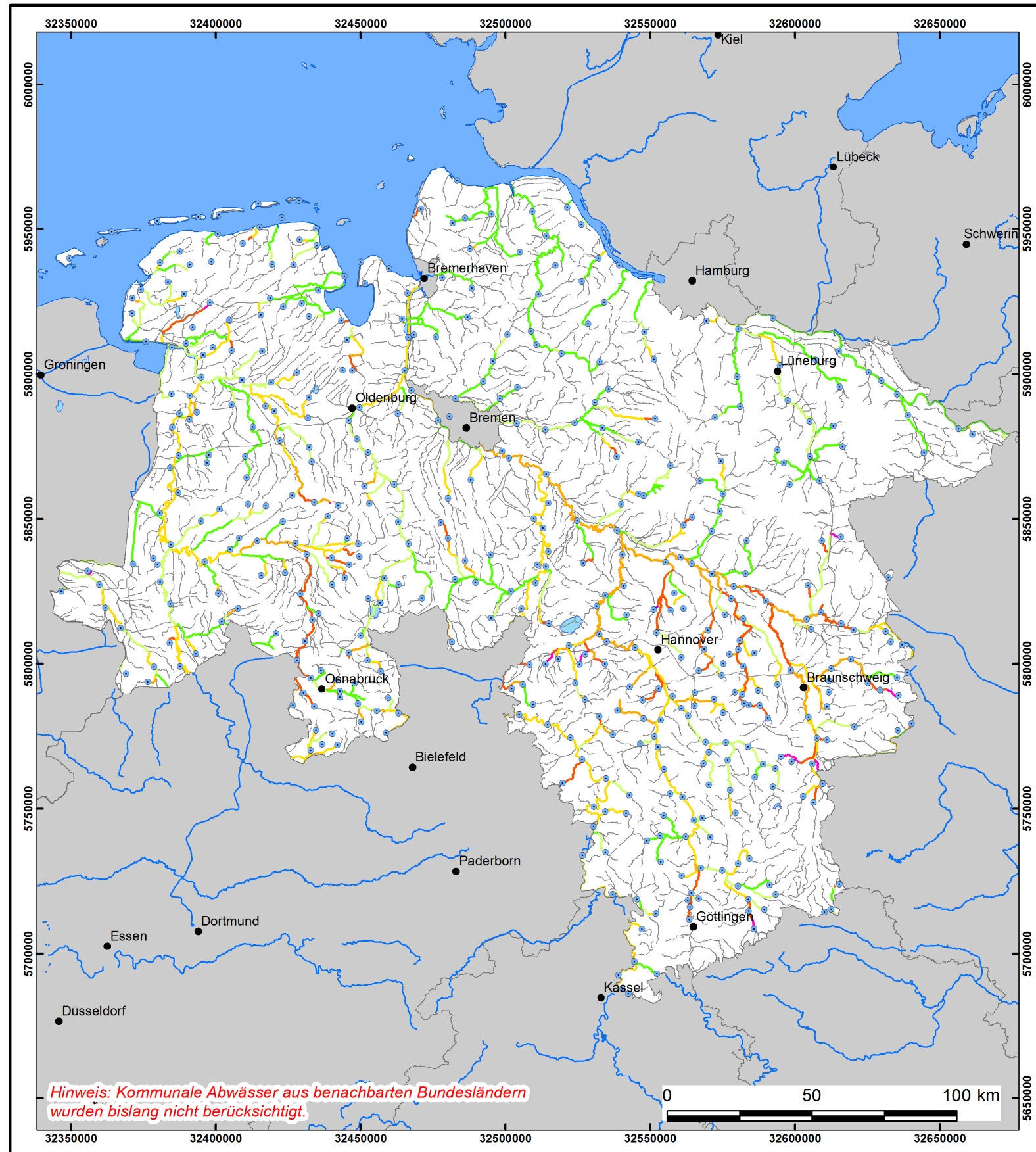
<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>		<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>
Neetze	417		Rehburg	91
Neubörger	379		Rehden	212
Neuenhaus	161		Remels	312
Neuenkirchen	348		Resse	368
Neuenkirchen (M)	250		Rethem	434
Neuenkirchen (N)	378		Reyershausen	291
Neuenkirchen/Vörden	317		Rhede	373
Neuenwalde-Krempel	418		Rhüden	293
Neuharlingersiel	450		Riepe	423
Neuhaus	309		Riessel	52
Neuhof	109		Rieste	70
Neustadt	34		Rinteln	181
Niemental	241		Rockstedt	404
Nienburg	218		Rodenberg	141
Norden	199		Rodenkirchen-	90
Nordenham	4		Rollshausen	188
Norderney	319		Rosche	429
Nordhorn	164		Rotenburg	337
Nordlohne	86		Rüdershausen	42
Nordstemmen	220		Rühle	330
Nörten-Hardenberg	95		Rulle	427
Northeim	261		Sachsenhagen	165
Nortrup	207		Salzbergen	243
Oberndorf	425		Salzgitter-Bad	22
Oerbke	360		Salzgitter-Nord	2
Oldenburg	242		Salzgitter-Ringelheim	267
Oldendorf	134		Salzhausen	365
Oldersum	411		Salzhemmendorf	273
Osnabrück/Eversburg	51		Sande-Altenhof	401
Osnabrück/Hellern	44		Sandstedt	178
Ostercappeln	71		Sarstedt	149
Osterholz-Scharmbeck	361		Sassenburg	63
Osterode	175		Saterland	436
Othfresen	299		Scharzfeld	311
Oyten/Ottersberg	89		Scheeßel	413
Papenburg	54		Schellerten	48
Parensen	352		Schiffdorf	446
Pattensen	69		Schillig	351
Peine	46		Schladen	193
Pilsum-Mansl.	123		Schledehausen	405
Polle/Brevörde	210		Schneverdingen	59
Quakenbrück	102		Schoningen	118
Radauanger	94		Schöningen	6
Ranzenbüttel	170		Schöppenstedt	305
Rastede	100		Schuettorf	238

Name der Kläranlage	Rang-Nr.		Name der Kläranlage	Rang-Nr.
Schwarmstedt	116		Vehlen	147
Sebexen	363		Velpke	290
Seesen	10		Verden	137
Sehnde	32		Visbek	38
Selsingen	402		Visselhövede	41
Sickte	96		Volksdorf	35
Siedenburg	419		Volksen	335
Sievershausen	119		Wagenfeld	286
Sittensen	395		Wahle	169
Sögel	237		Wahmbeck	260
Söhlde	47		Walkenried	297
Soltau	289		Walmsburg (Neu Dar-	382
Soßmar	13		Walsrode	274
Sottrum	331		Wangerooge	400
Speele	264		Wanna	432
Spelle	253		Wardenburg	414
Spiekeroog	397		Warsingsfehn	353
Springe	122		Wathlingen	27
Stade	166		Weddel	190
Stadthagen	17		Weener	263
Stadtoldendorf	240		Wehdel/Geestenseth	369
Steenfelde	121		Wellingholzhausen	105
Steimbke	84		Werlte	168
Steinfeld, Düpe	55		Wesendorf	60
Steyerberg	408		Westerholt	439
Stolzenau	173		Westerstede	79
Suderburg	341		Westrauderfehn	354
Sulingen	101		Wetterndorf	315
Süplingenbürg	75		Wettmar	186
Surwold	73		Weyhausen	74
Syke	197		Wiedelah	3
Tarmstedt	5		Wiefelstede-Baeke	76
Thedinghausen	159		Wielen	336
Tossens	196		Wienhausen	117
Twist	154		Wiesmoor	172
Twistringen	62		Wietze	107
Uchte	324		Wietzendorf	452
Uelzen	334		Wildeshausen	346
Uetze	247		Wilhelmshaven	195
Upschoert	406		Winsen	143
Uschlag	194		Winsen (Luhe)	269
Uthwerdum	224		Wischhafen	412
Varel	26		Wittingen	30
Varrel	445		Wittmund	350
Vechna, Bokerner Damm	110		Wolfenbüttel	140

<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>		<b>Name der Kläranlage</b>	<b>Rang-Nr.</b>
Wolfsburg	39		Wunstorf	106
Worpswede	410		Zeetze	385
Wrestedt	325		Zetel	279
Wulften	364		Zeven	127

**B. Karten-Anhang**

Abbildung B-1: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 in den Oberflächenwasserkörpern



### Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2004-2014 für OWK

• Einleitstellen Kläranlagen 2011

Abwasseranteil bei MQ 2004-2014

- keine Belastung
- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- Meer

Datenquellen:  
NLWKN  
Modellierung FZJ

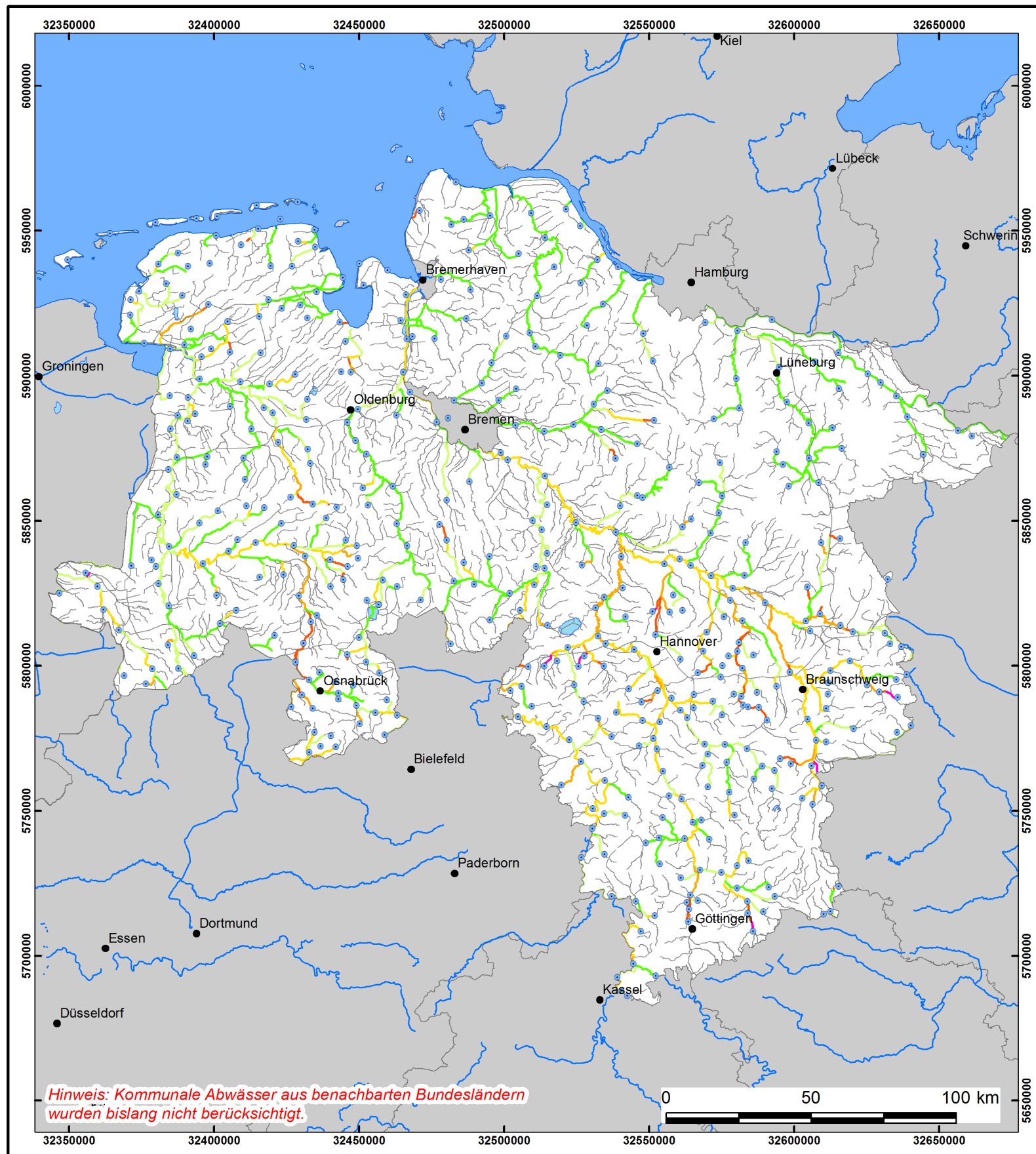
### Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrosphäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3)

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: Dr. Dieter Steffen, NLWKN  
Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)  
Stand: 05/2016

Abbildung B-2: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 in den Oberflächenwasserkörpern



### Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2008 für OWK

• Einleitstellen Kläranlagen 2011

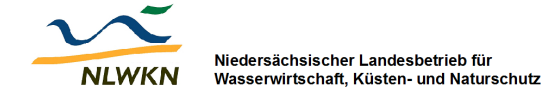
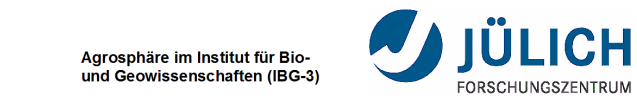
Abwasseranteil bei MQ 2008

- keine Belastung
- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- Meer

Datenquellen:  
 NLWKN  
 Modellierung FZJ

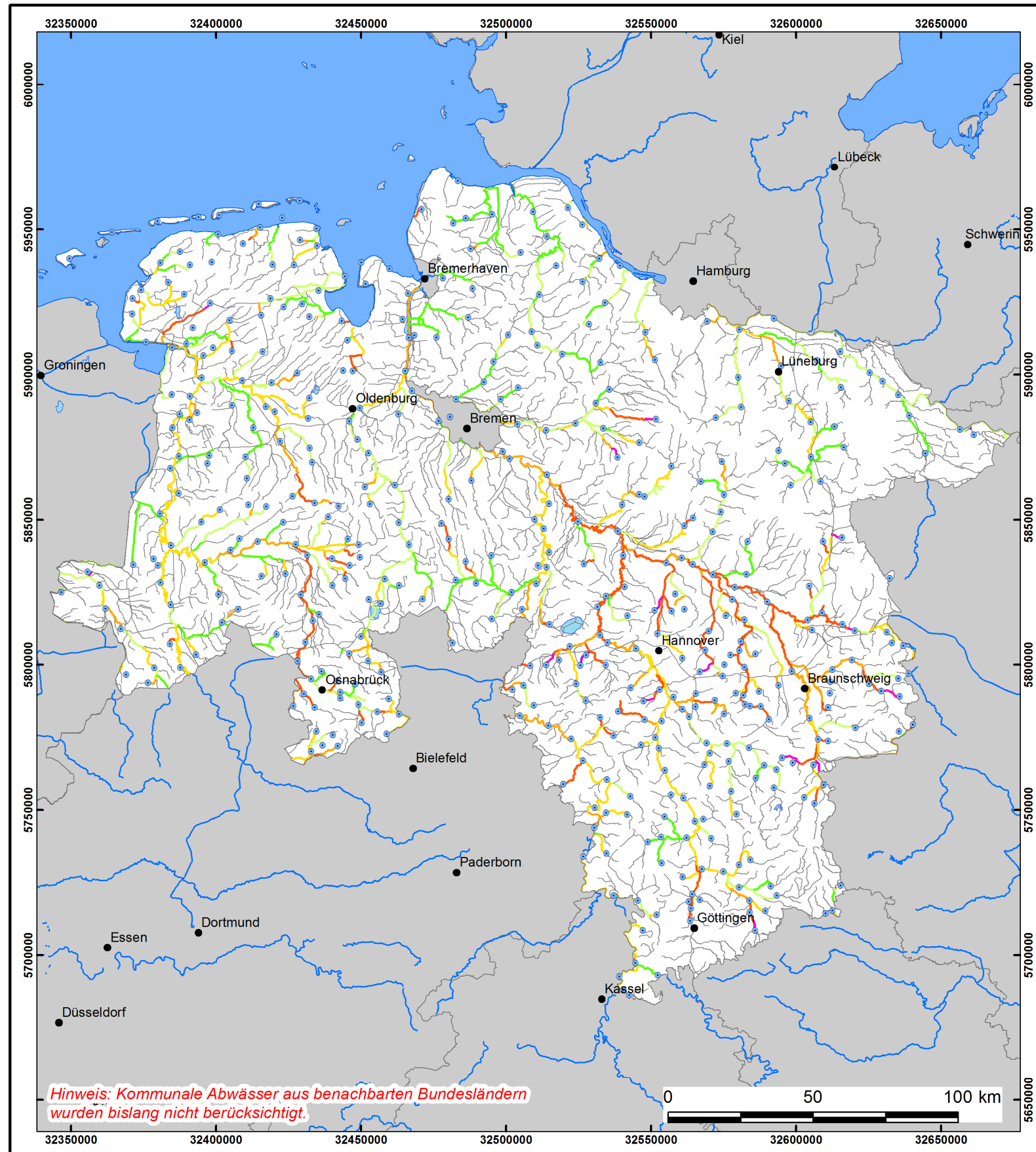
### Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka



Auftraggeber: Dr. Dieter Steffen, NLWKN  
 Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)  
 Stand: 05/2016



Abbildung B-3: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Trockenjahres 2014 in den Oberflächenwasserkörpern



### Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2014 für OWK

• Einleitstellen Kläranlagen 2011

Abwasseranteil bei MQ 2014

- keine Belastung
- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- Meer

Datenquellen:

NLWKN  
Modellierung FZJ

### Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

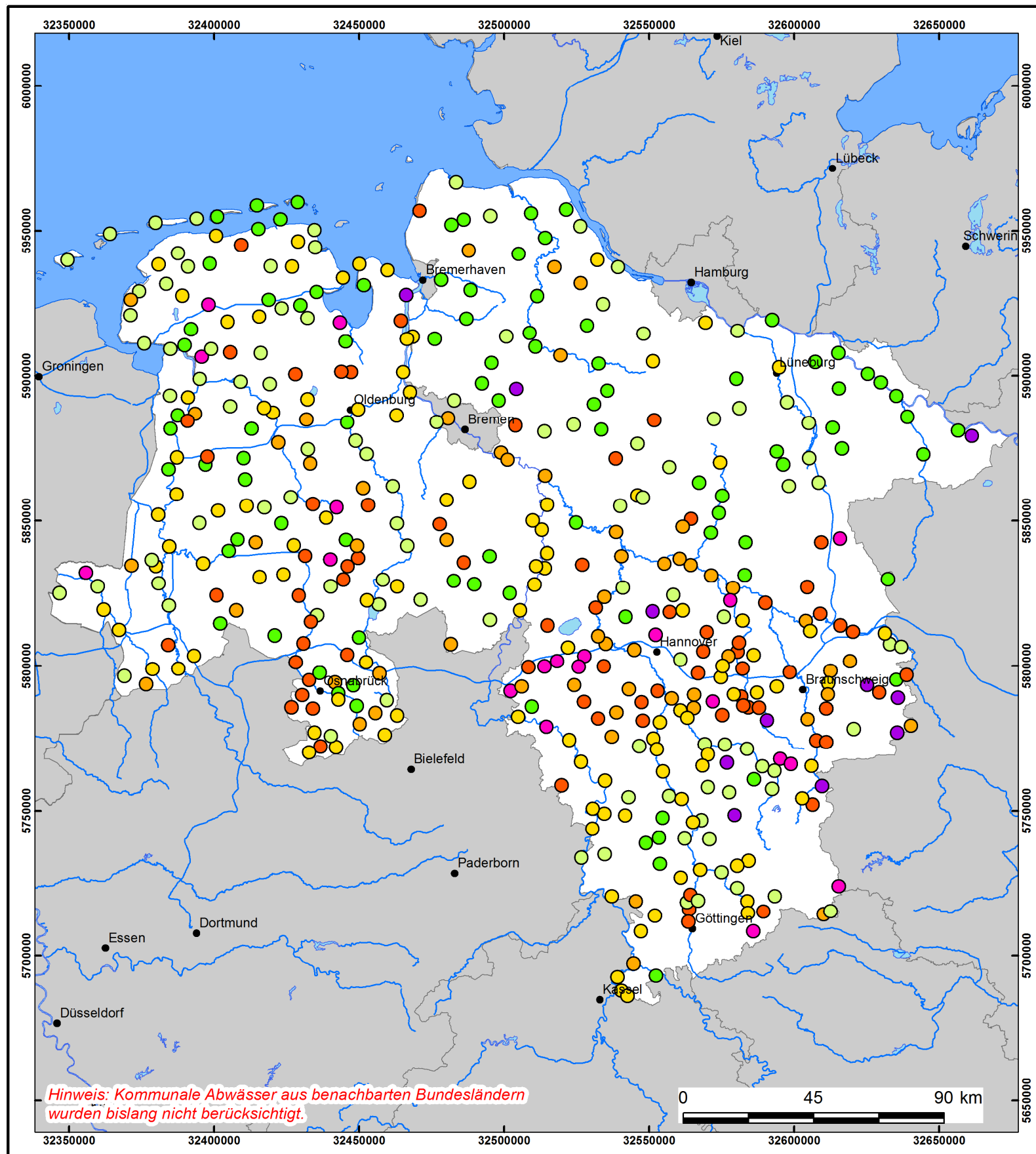
Agrosphäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3)



Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: Dr. Dieter Steffen, NLWKN  
Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)  
Stand: 05/2016

Abbildung B-4: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss der Periode 2004-2014 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen



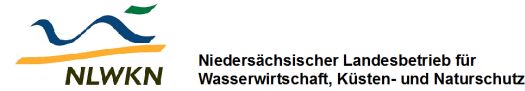
### Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2004-2014 für Kläranlagen

- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- ☞ stehende Gewässer
- ☞ Meer

Datenquellen:  
NLWKN

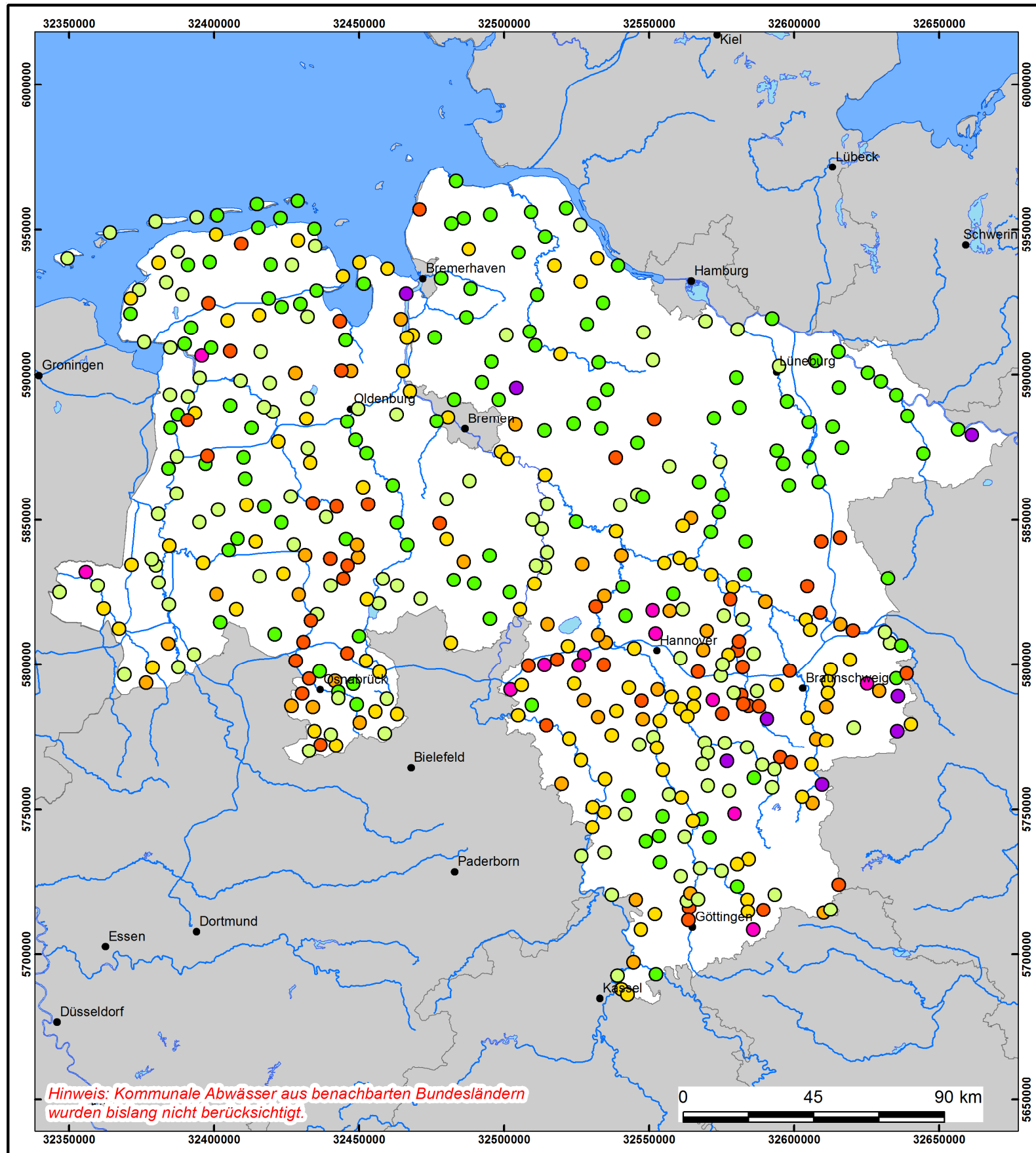
### Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka



Auftraggeber: Dr. Dieter Steffen, NLWKN  
 Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)  
 Stand: 05/2016



Abbildung B-5: Vergrößerte Karte des Abwasseranteils am mittleren Abfluss des Nassjahres 2008 an der Einleitstelle kommunaler Kläranlagen



### Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2008 für Kläranlagen

- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- ☁ stehende Gewässer
- ☁ Meer

Datenquellen:  
NLWKN

### Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrosphäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3)

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: Dr. Dieter Steffen, NLWKN  
 Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)  
 Stand: 05/2016