

Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

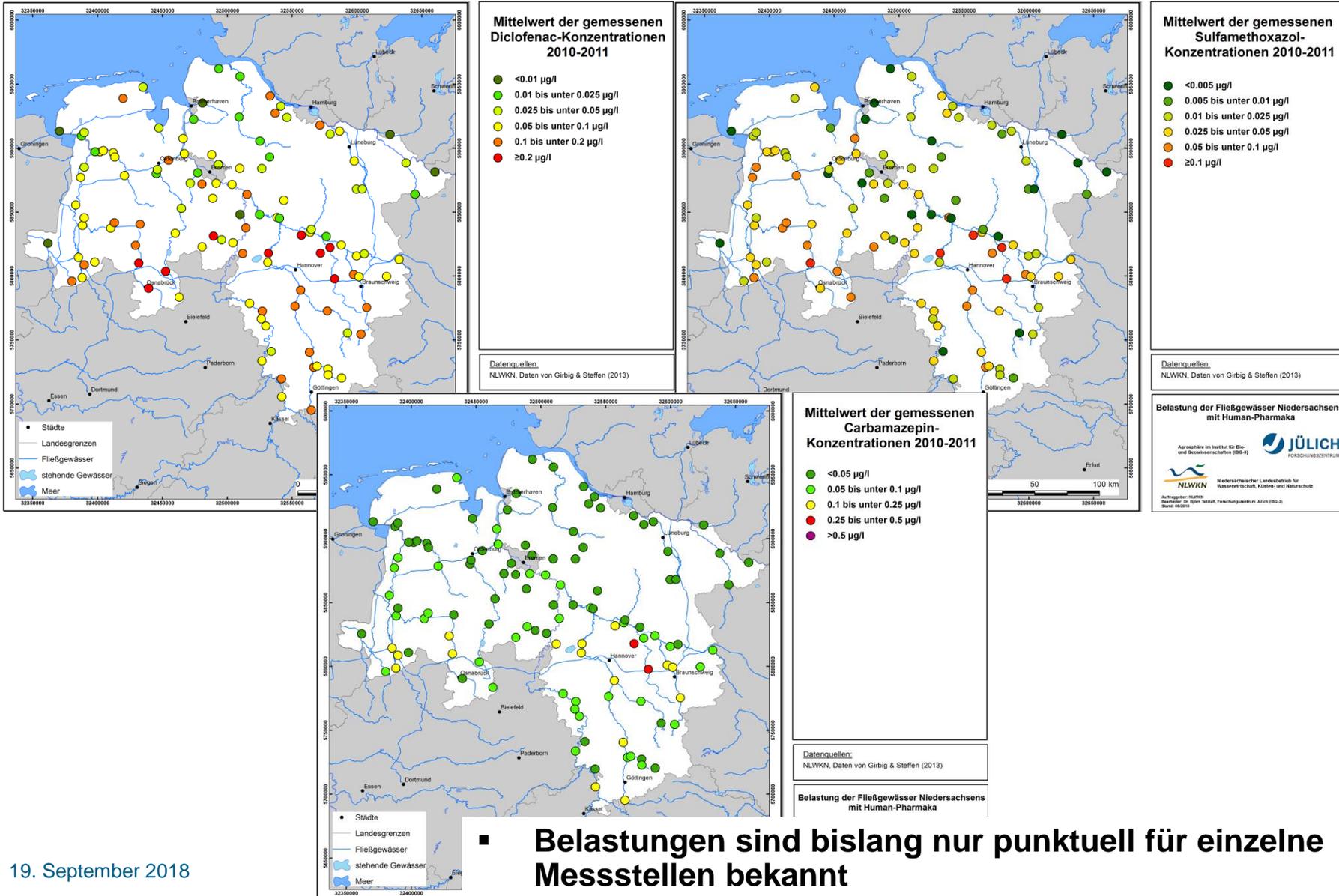
Ergebnisse eines Forschungsvorhabens im Auftrag des NLWKN

Dr. Björn Tetzlaff und Phuong Ta

Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Bio- und Geowissenschaften IBG-3,
52425 Jülich

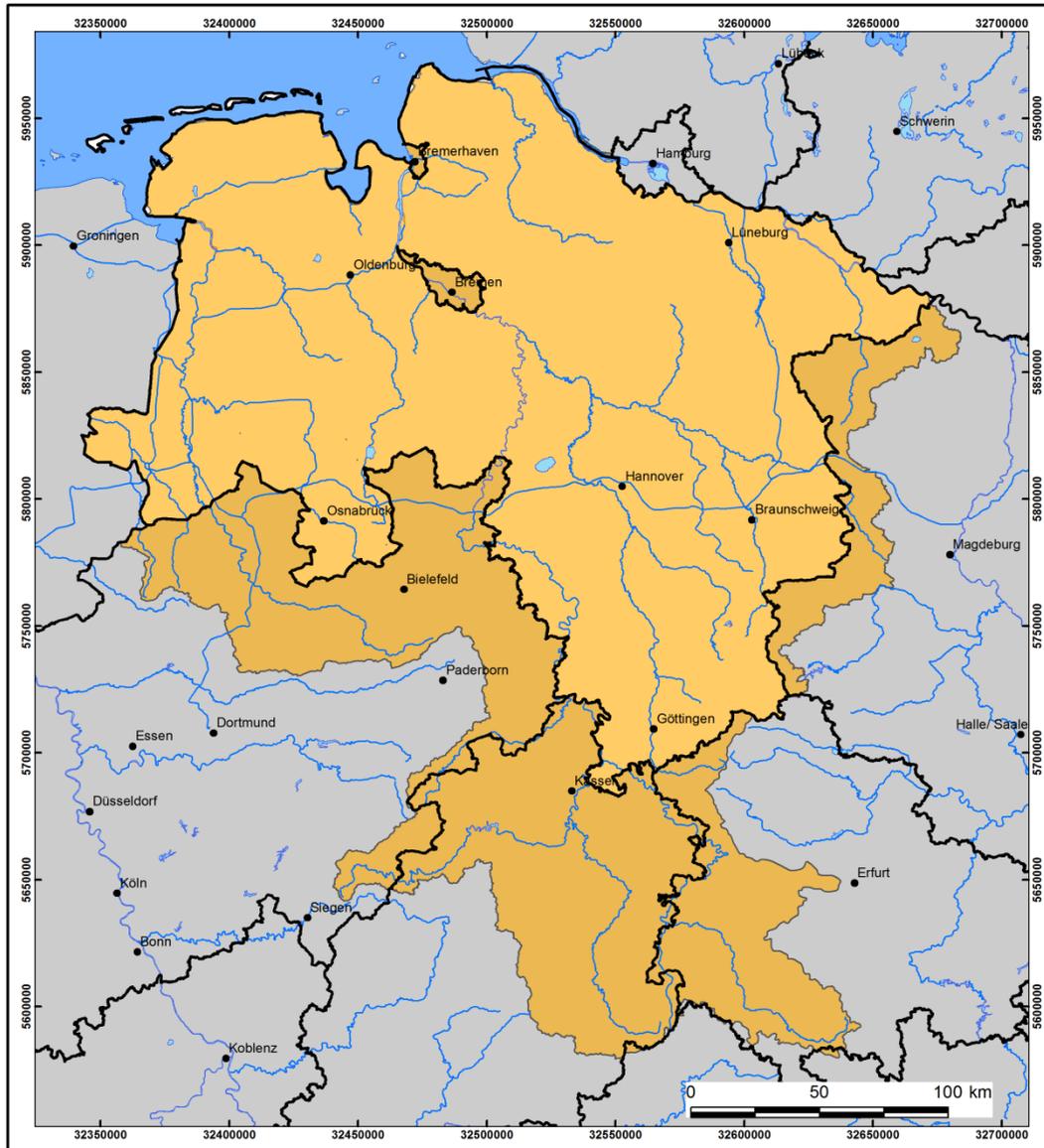
- Humanarzneimittel in Oberflächengewässern verschlechtern den Gewässerzustand
- Im kommunalen Abwasser können mehrere 1000 Arzneimittel-Wirkstoffe enthalten sein
- Demographischer Wandel und Klimawandel können Arzneimittelbelastung der Gewässer weiter verstärken
- Vielfältiger Informations- u. Regelungsbedarf auf EU-, Bundes- und Länderebene durch Arzneimittelstrategie, Änderungen der Watchlistparameter und Mikroschadstoffstrategie des Bundes
- Forschungsvorhaben im Auftrag des NLWKN mit zwei Phasen 07/2015 – 06/2016 und 07/2017 – 06/2018

Untersuchungsergebnisse des NLWKN zur Arzneimittelbelastung (Girbig u. Steffen 2013)



■ Belastungen sind bislang nur punktuell für einzelne Messstellen bekannt

- Räumlich differenzierte Quantifizierung der Abwasserbelastung (Gewässerabschnitt) für die gesamte Landesfläche Niedersachsen, basierend auf
 - flächendeckender Wasserhaushaltsmodellierung sowie
 - Auswertung der Jahresabwassermengen
 - Dabei Betrachtung mittlerer Verhältnisse (2004-2014), Nassjahr (2008) und Trockenjahr (2014)
- Abbildung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems (=Niedersachsen+Oberlieger)
- Plausibilisierung der Modellergebnisse mit Messdaten des NLWKN
- Einbeziehung weiterer signifikanter Einflüsse auf die Wirkstoffkonzentrationen in niedersächsischen Fließgewässern
- Landesweite Darstellung der Belastungssituation der Fließgewässer als Folge kommunaler Abwassereinleitung zwecks
 - Optimierung des Monitorings
 - Biologische Detailuntersuchungen
 - Maßnahmenplanung



Gebietskulisse für die 2. Projektphase

Gebietskulisse

**Fläche von ~75000 km²
7 Bundesländer Anrainer
der Gebietskulisse**

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- Meer

Datenquellen:
NLWKN

Belastung der Fließgewässer mit Human-Pharm

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

Niedersächsischer Landes Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresmanagement

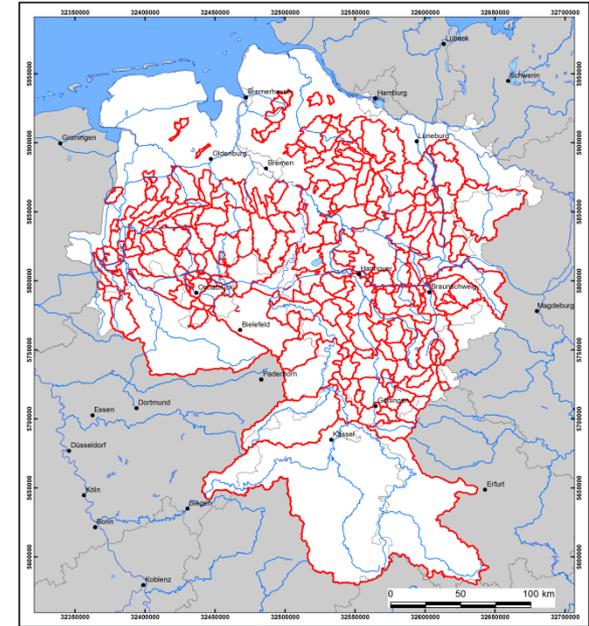
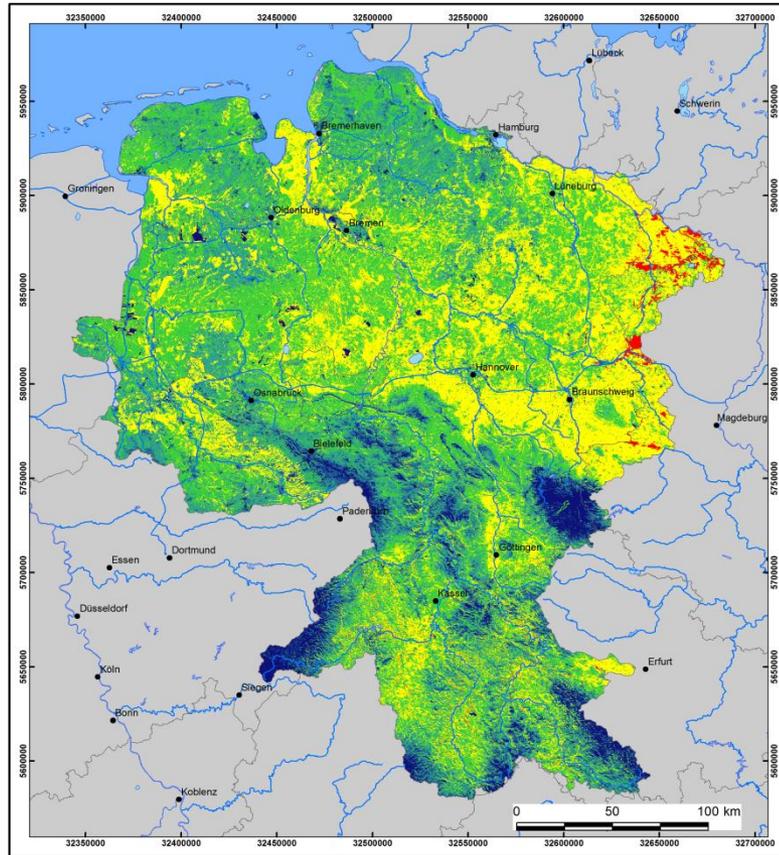
Auftraggeber: NLWKN
Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG)
Stand: 06/2016

Bundesland	Anteil
NDS	63,5
HB	0,5
NRW	13
HE	12
TH	6
ST	4
BY	<0,1

Eingangsdaten für die Modellierung des Wasserhaushalts und der Abwasserbelastung

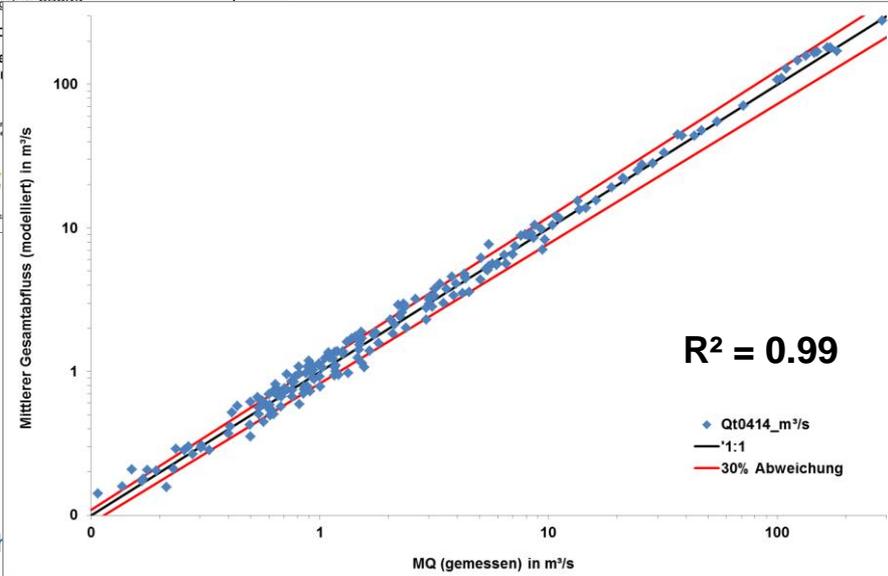
Themengebiet	Nieder-sachsen	Nordrhein-Westfalen	Hessen	Thüringen	Sachsen-Anhalt	Bremen	Bayern
Klima	DWD	DWD	DWD	DWD	DWD	DWD	DWD
Boden	BÜK50	BÜK200	BFD50	BGKK50	Borel	BÜK200	BÜK200
Landnutzung	Invekos 2011 und ATKIS-DLM25	Corine	ATKIS DLM 25	ATKIS DLM 25	ATKIS DLM 25	ATKIS DLM 25	Corine
Relief	DGM 5	SRTM30	DRM20	DGM10	DGM10	DGM10	SRTM30
Abflussmessungen	NLWKN	-	-	-	-	-	-
Gütemessungen	NLWKN	-	-	-	-	-	-
Einleitungen aus Punktquellen	NLWKN	LANUV	HLNUG	TLUG	LAU	SUBV	-
Gewässerdaten	NLWKN	LANUV	HLNUG	TLUG	LHW	SUBV	-

Ergebnisse zum Wasserhaushalt: Mittlere Gesamtabflusshöhen 2004-2014

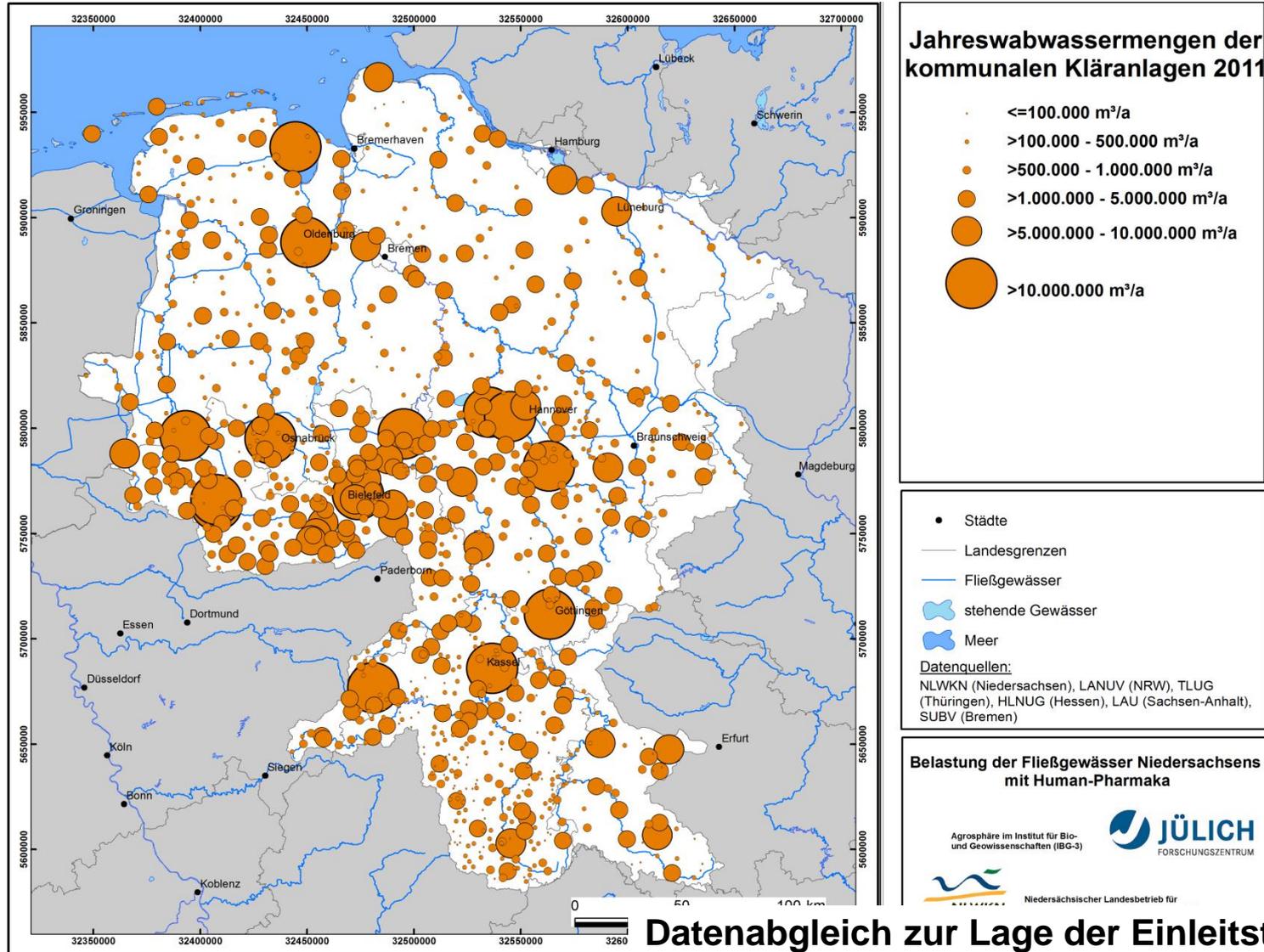


Belastung de

Agrosphäre
und Geowiss
NLWKN
Auftraggeber: NLWKN
Bearbeiter: Dr. Silke Tiel
Stand: 06/2019

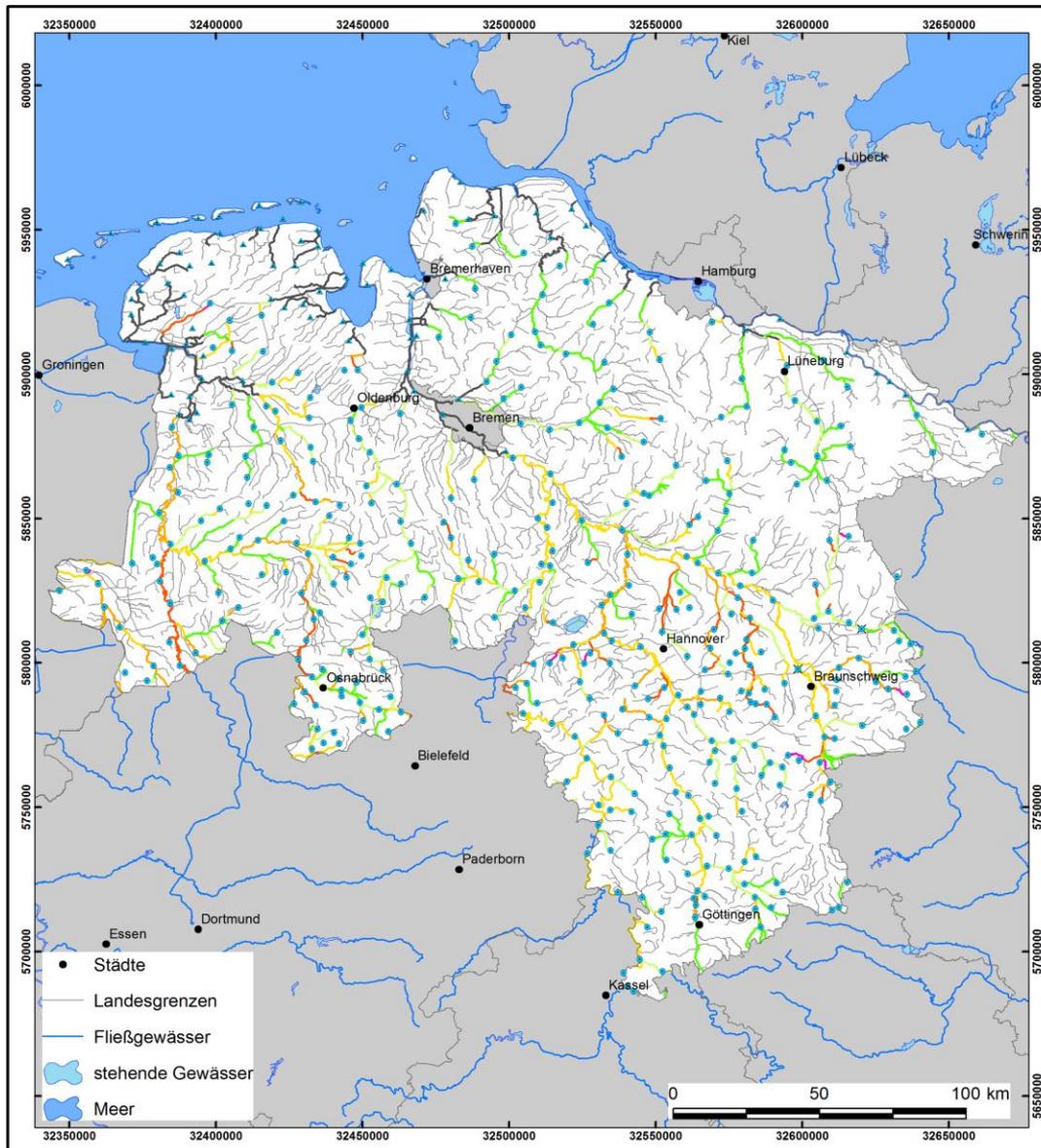


Einleitstellen kommunaler Kläranlagen 2011 und Jahresabwassermenge



Datenabgleich zur Lage der Einleitstellen mit allen Betriebsstellen durchgeführt

Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss (Periode 2004-2014)



Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2004-2014 für OWK

- ▲ Einleitstellen Wattenmeer, Elbe, Marsch
- Einleitstellen Kläranlagen 2011
- × Verregnung und Verrieselung von Abwasser

Abwasseranteil bei MQ 2004-14

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

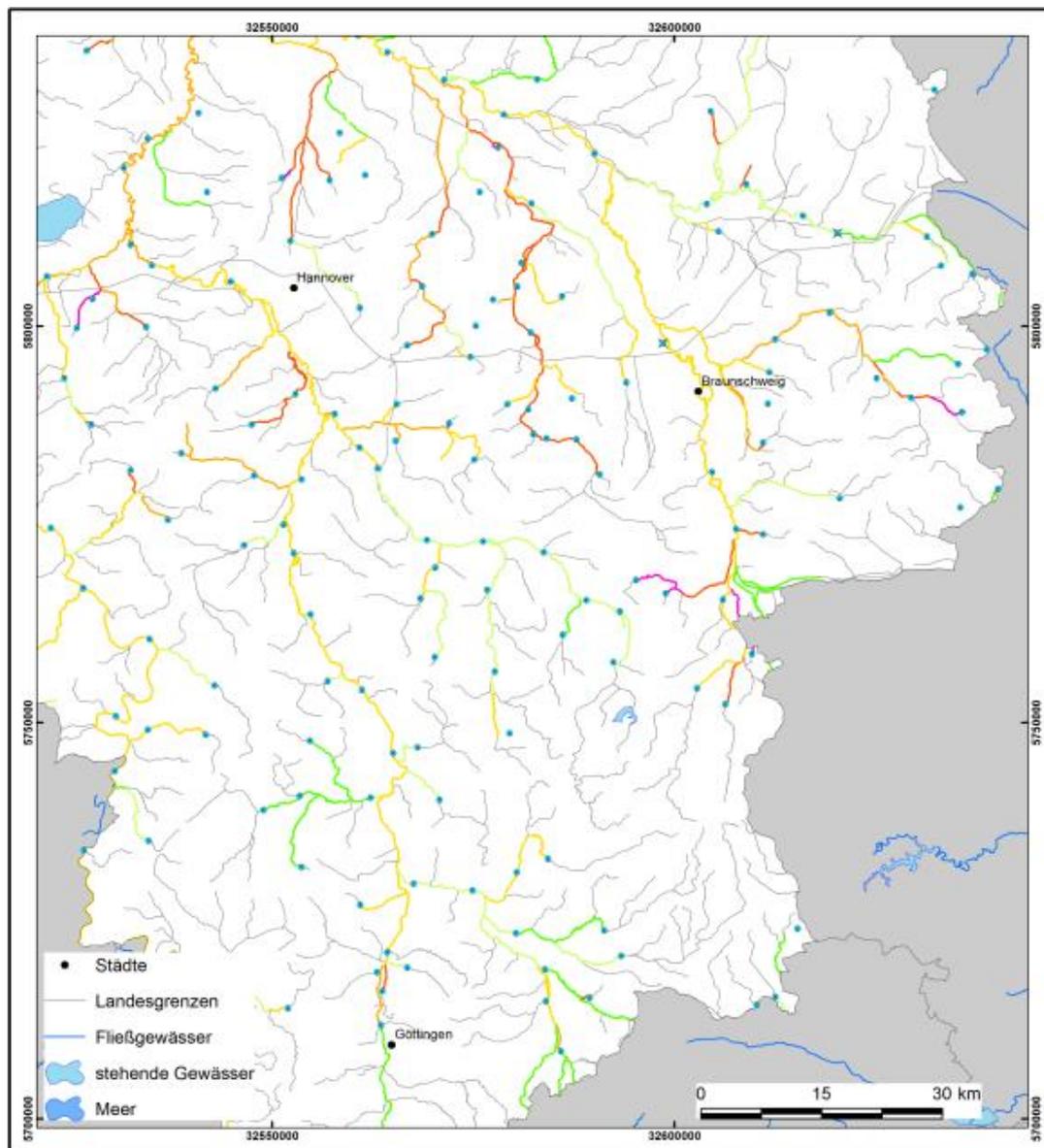
Datenquellen:

NLWKN
Modellierung FZJ

Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

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

Ergebnisse zum Abwasseranteil am mittleren Abfluss (Periode 2004-2014): Detailansicht



Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2004-2014 für OWK

- Einleitstellen Wattenmeer, Elbe, Marsch
- Einleitstellen Kläranlagen 2011
- × Verregnung und Verrieselung von Abwasser

Abwasseranteil bei MQ 2004-14

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

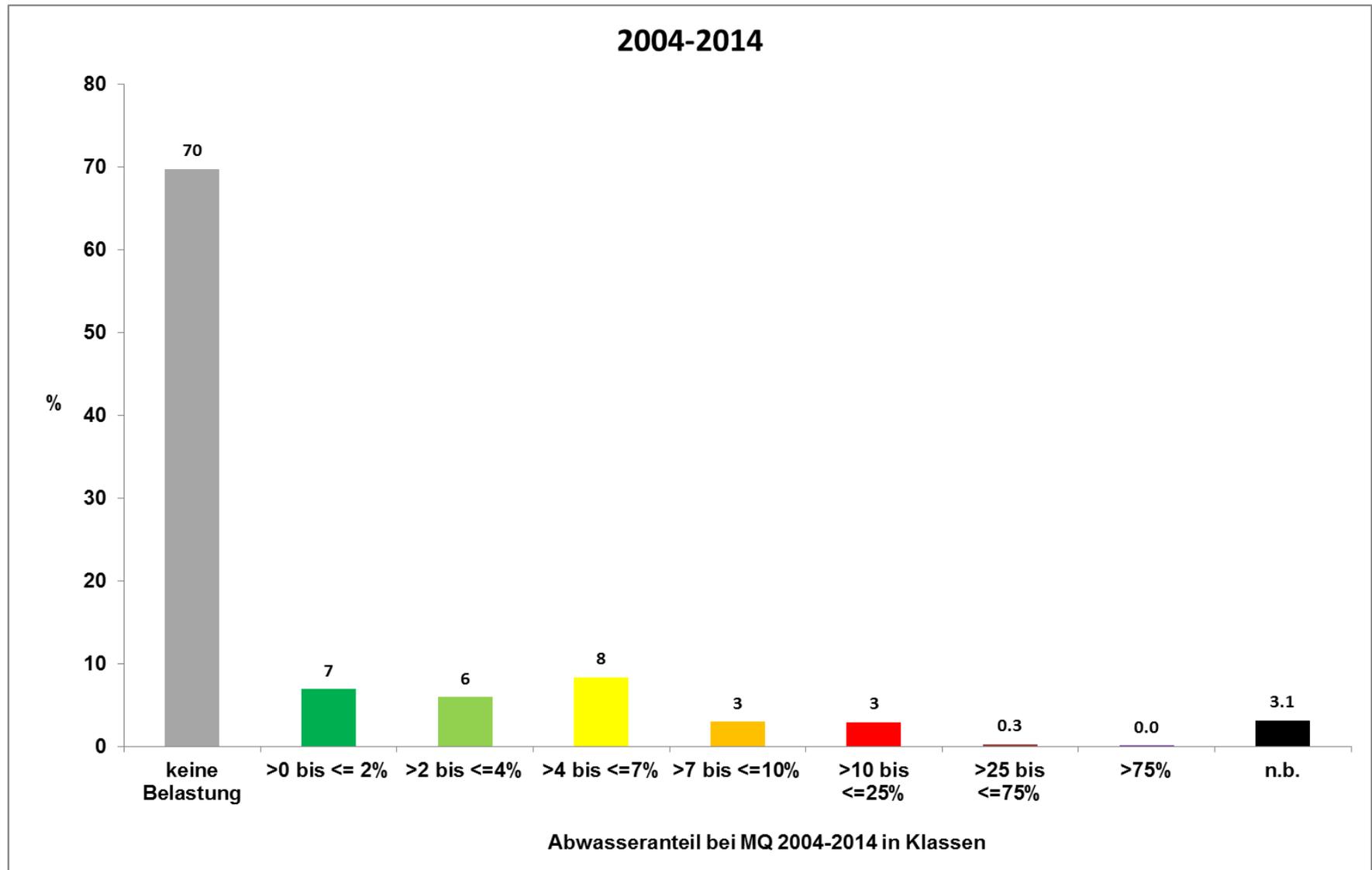
Datenquellen:

NLWKN
Modellierung FZJ

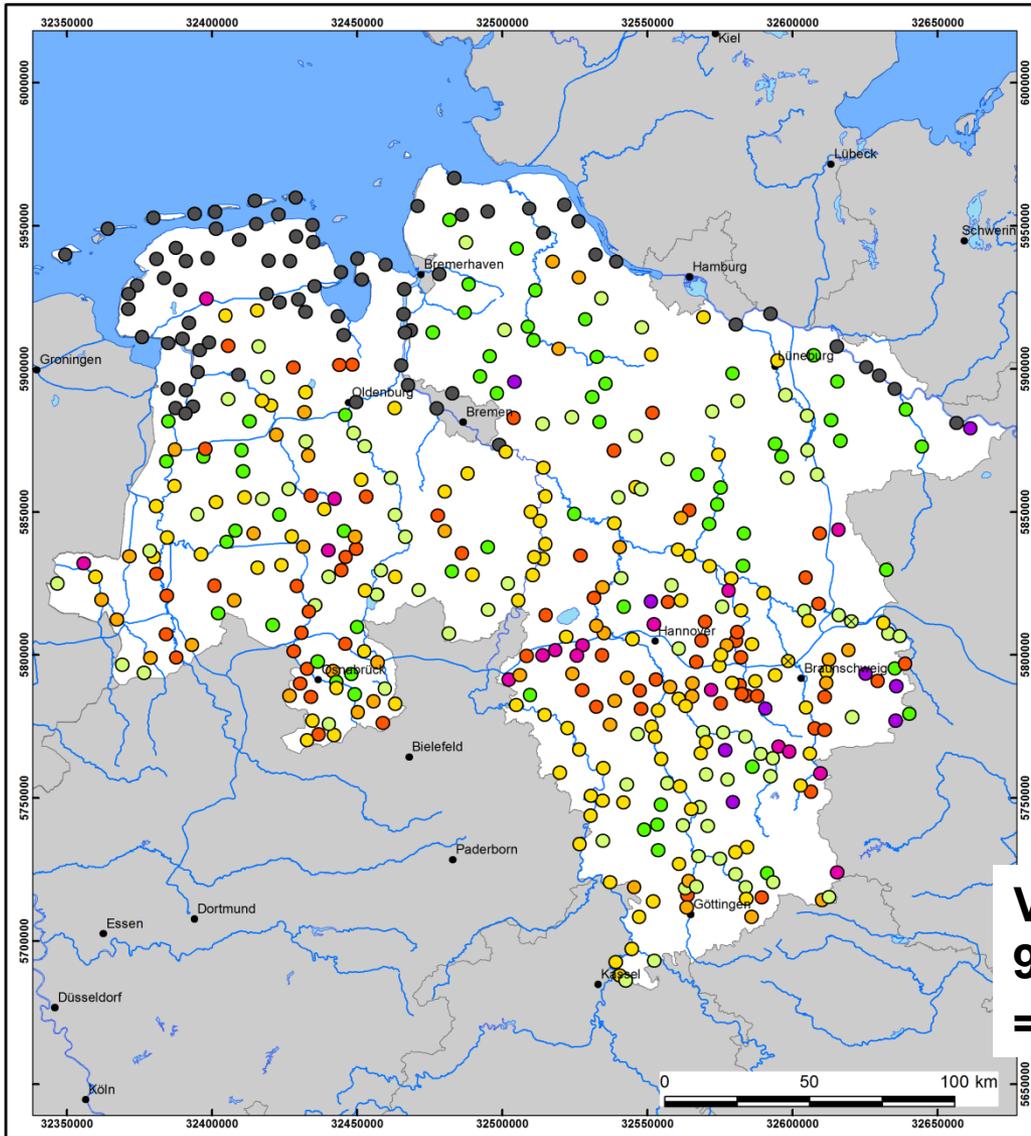
Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

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

Häufigkeitsverteilung der Belastungsklassen für Niedersachsen bezogen auf die Flusslängen des WRRL-relevanten Fließgewässernetzes



Abwasseranteil am MQ für Einleitstellen (Periode 2004-2014)



Anteil der Jahresabwassermenge am mittleren Abfluss 2004-2014 für Kläranlagen

- × Verregnung und Verrieselung von Abwasser
- ≤2%
- >2 - 4%
- >4 - 7%
- >7 - 10%
- >10 - 25%
- >25 - 75%
- >75%
- Belastung n.b.

- Städte
- Landesgrenzen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- Meer

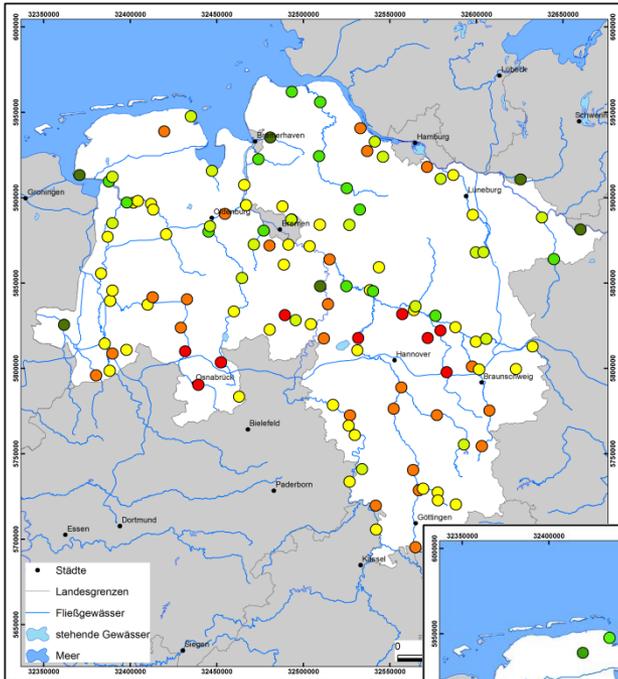
Datenquellen:
NLWKN

**Von 452 Einleitstellen führen
96 zu Abwasseranteilen ≥10%
=> Anteil von 21%**

NLWKN Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: NLWKN
Bearbeiter: Dr. Björn Tetzlaff, Forschungszentrum Jülich (IBG-3)
Stand: 06/2018

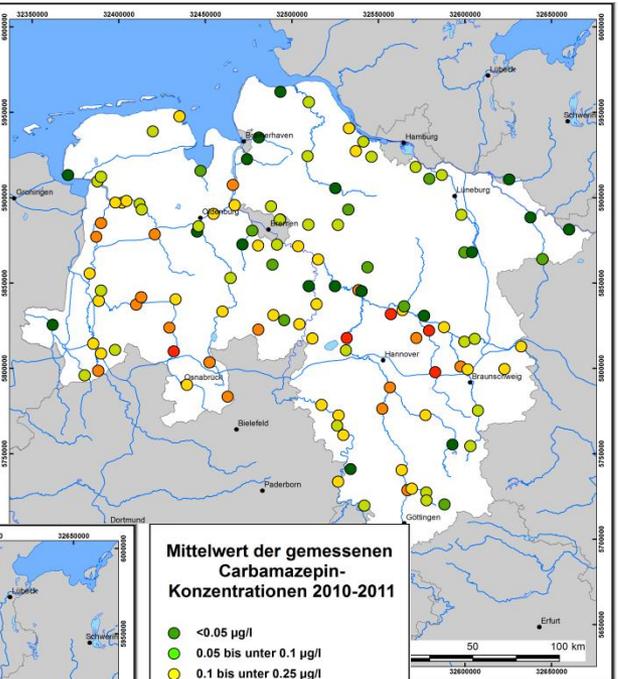
Mittlere Arzneimittel-Konzentrationen an Oberflächengewässer-Messstellen (2010-2011)



Mittelwert der gemessenen Diclofenac-Konzentrationen 2010-2011

- $< 0.01 \mu\text{g/l}$
- 0.01 bis unter 0.025 $\mu\text{g/l}$
- 0.025 bis unter 0.05 $\mu\text{g/l}$
- 0.05 bis unter 0.1 $\mu\text{g/l}$
- 0.1 bis unter 0.2 $\mu\text{g/l}$
- $\geq 0.2 \mu\text{g/l}$

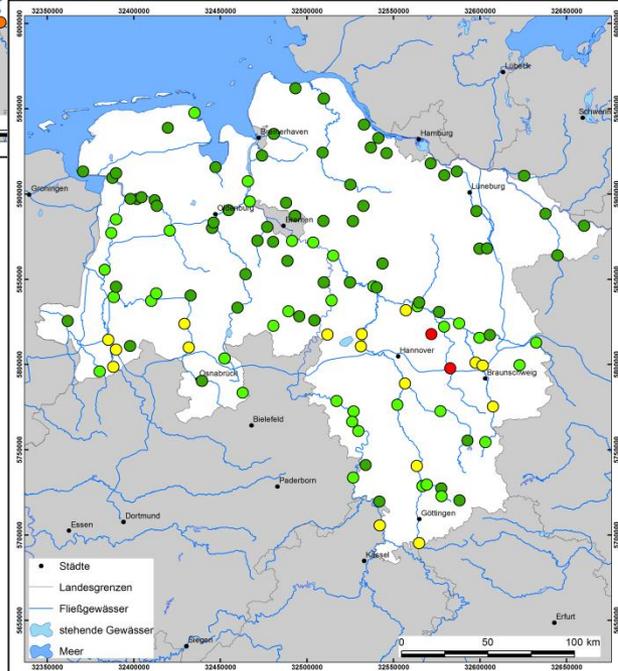
Datenquellen:
NLWKN, Daten von Girbig & Steffen (2013)



Mittelwert der gemessenen Sulfamethoxazol-Konzentrationen 2010-2011

- $< 0.005 \mu\text{g/l}$
- 0.005 bis unter 0.01 $\mu\text{g/l}$
- 0.01 bis unter 0.025 $\mu\text{g/l}$
- 0.025 bis unter 0.05 $\mu\text{g/l}$
- 0.05 bis unter 0.1 $\mu\text{g/l}$
- $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$

Datenquellen:
NLWKN, Daten von Girbig & Steffen (2013)



Mittelwert der gemessenen Carbamazepin-Konzentrationen 2010-2011

- $< 0.05 \mu\text{g/l}$
- 0.05 bis unter 0.1 $\mu\text{g/l}$
- 0.1 bis unter 0.25 $\mu\text{g/l}$
- 0.25 bis unter 0.5 $\mu\text{g/l}$
- $> 0.5 \mu\text{g/l}$

Datenquellen:
NLWKN, Daten von Girbig & Steffen (2013)

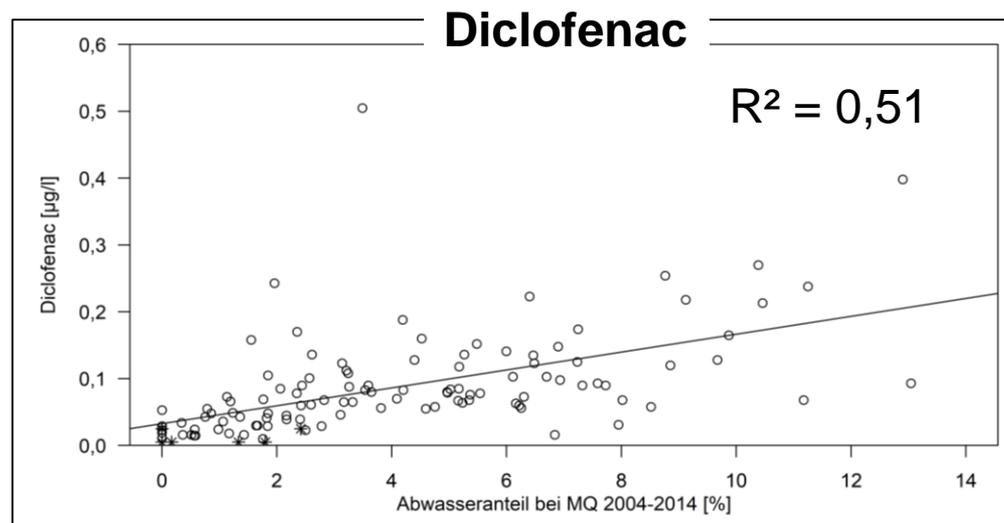
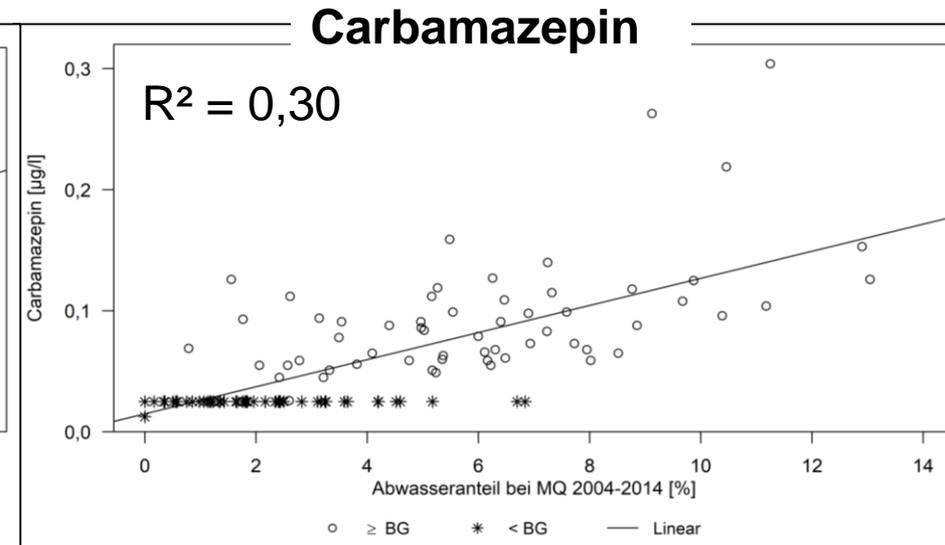
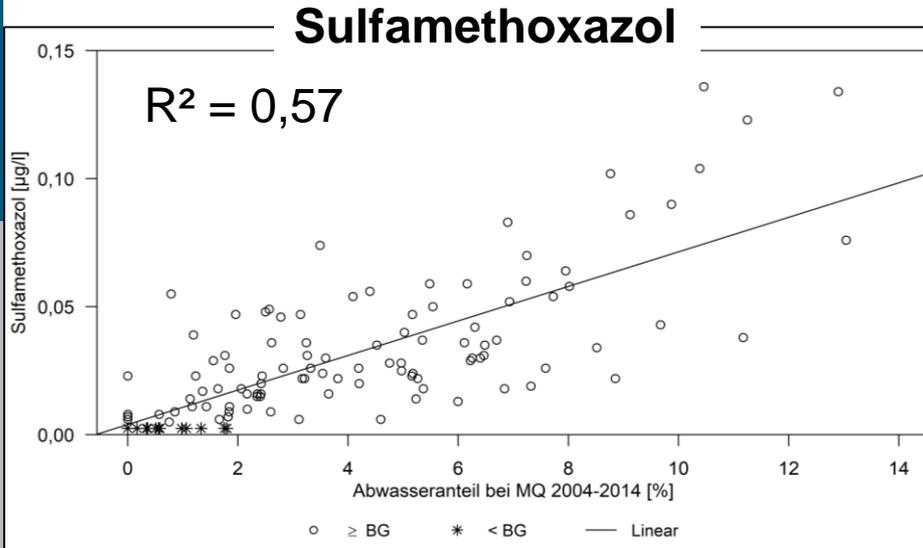
Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrophäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (BG-3)
 Auftragsnr. 16/018
 Bearbeiter: Dr. Ralf Tietzel, Forschungszentrum Jülich (BG-3), Stand: 06/2018

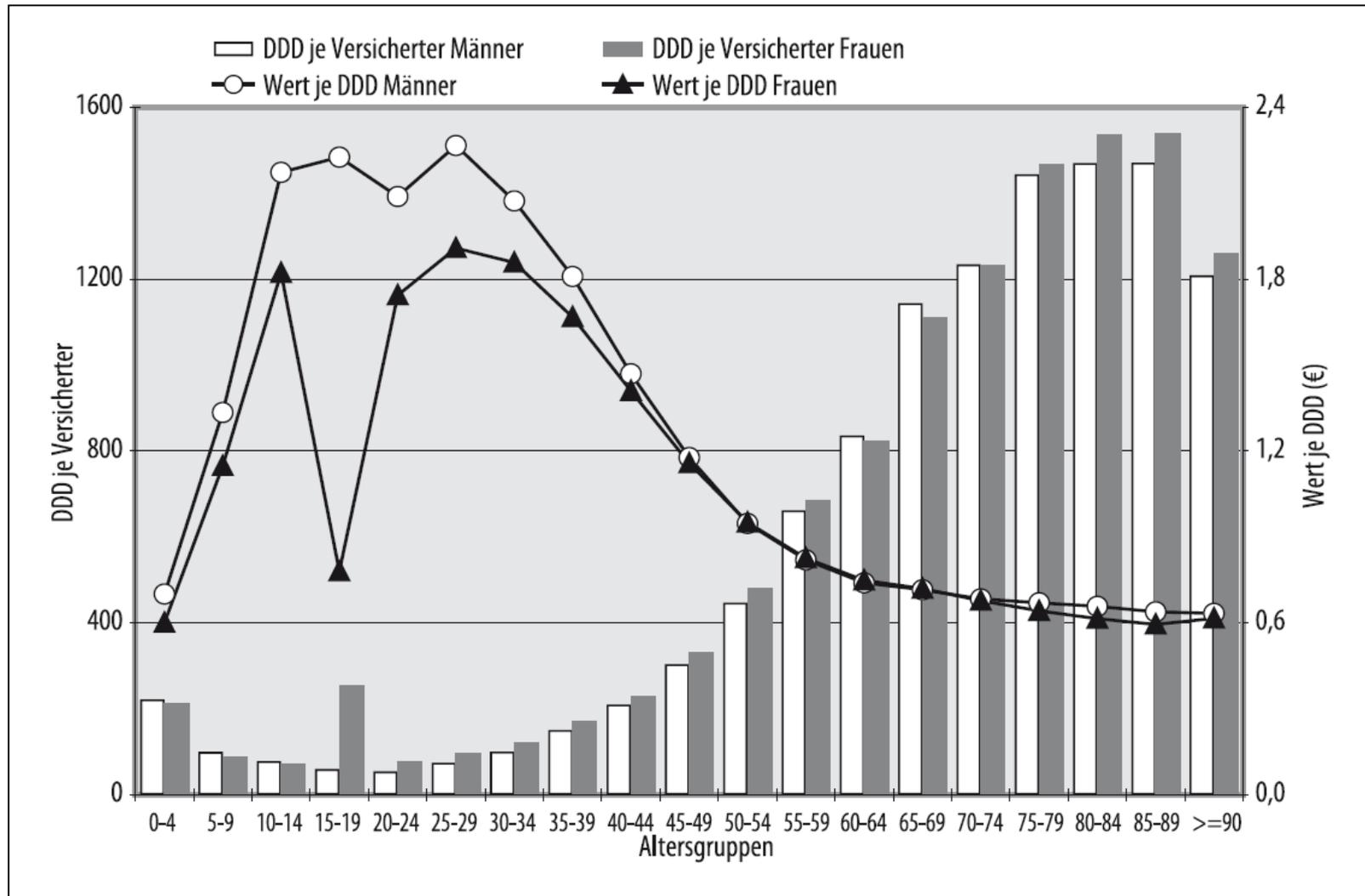
Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrophäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (BG-3)
 Auftragsnr. NLWKN
 Bearbeiter: Dr. Ralf Tietzel, Forschungszentrum Jülich (BG-3), Stand: 06/2018

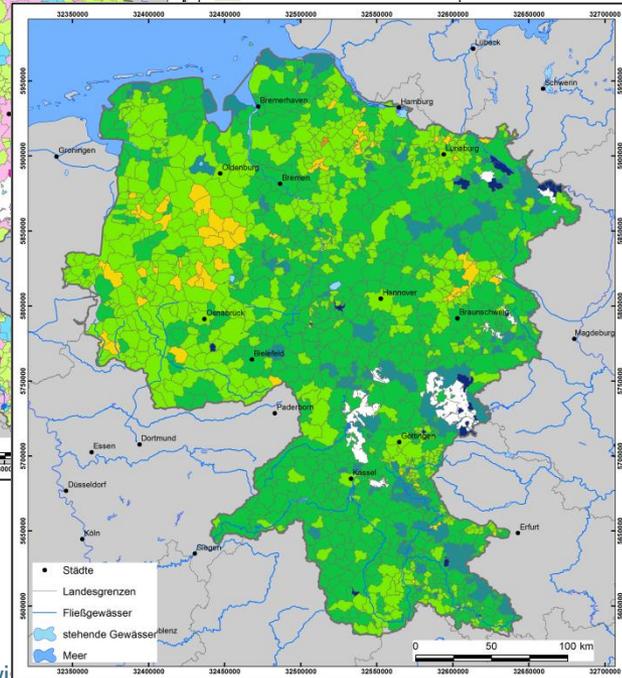
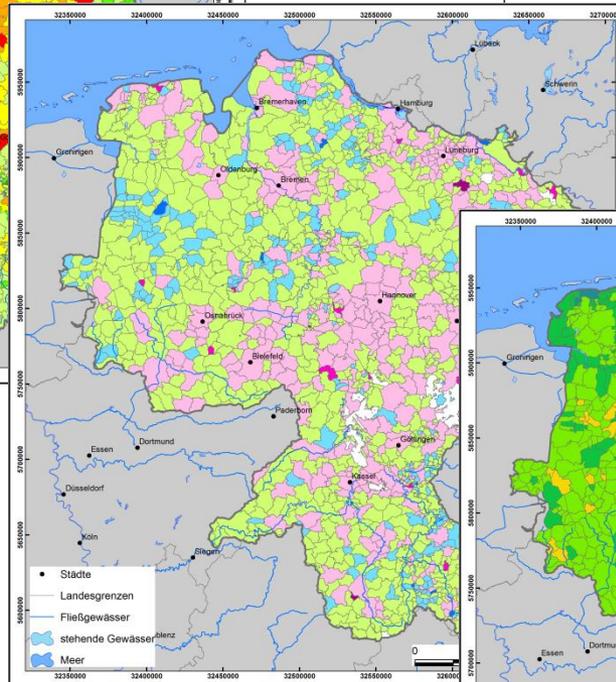
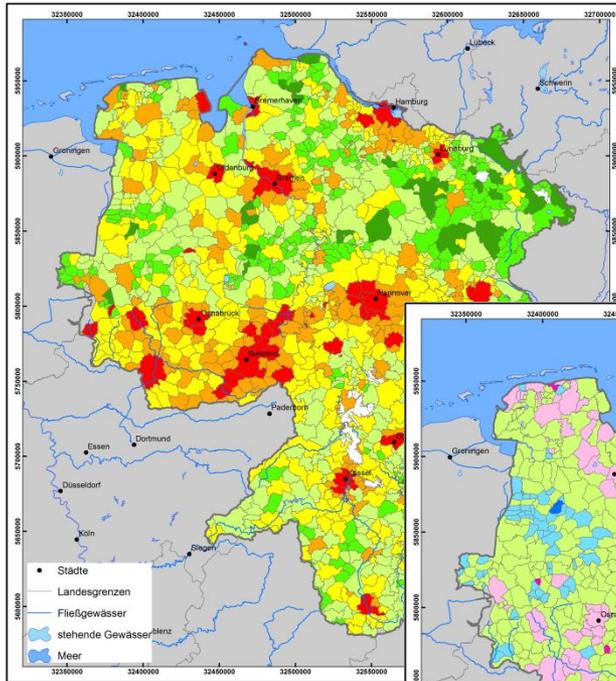
Korrelationen der Konzentrationsmessungen des NLWKN mit simulierten Abwasseranteilen



Arzneiverbrauch in der GKV 2010 nach Alter und Geschlecht



Räumliche Unterschiede von Bevölkerungsmerkmalen in Niedersachsen



Datenquellen:
Statistische Ämter des Bundes und der Länder

Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrophäre im Institut für Bio- und Geochemie (IBG-G)

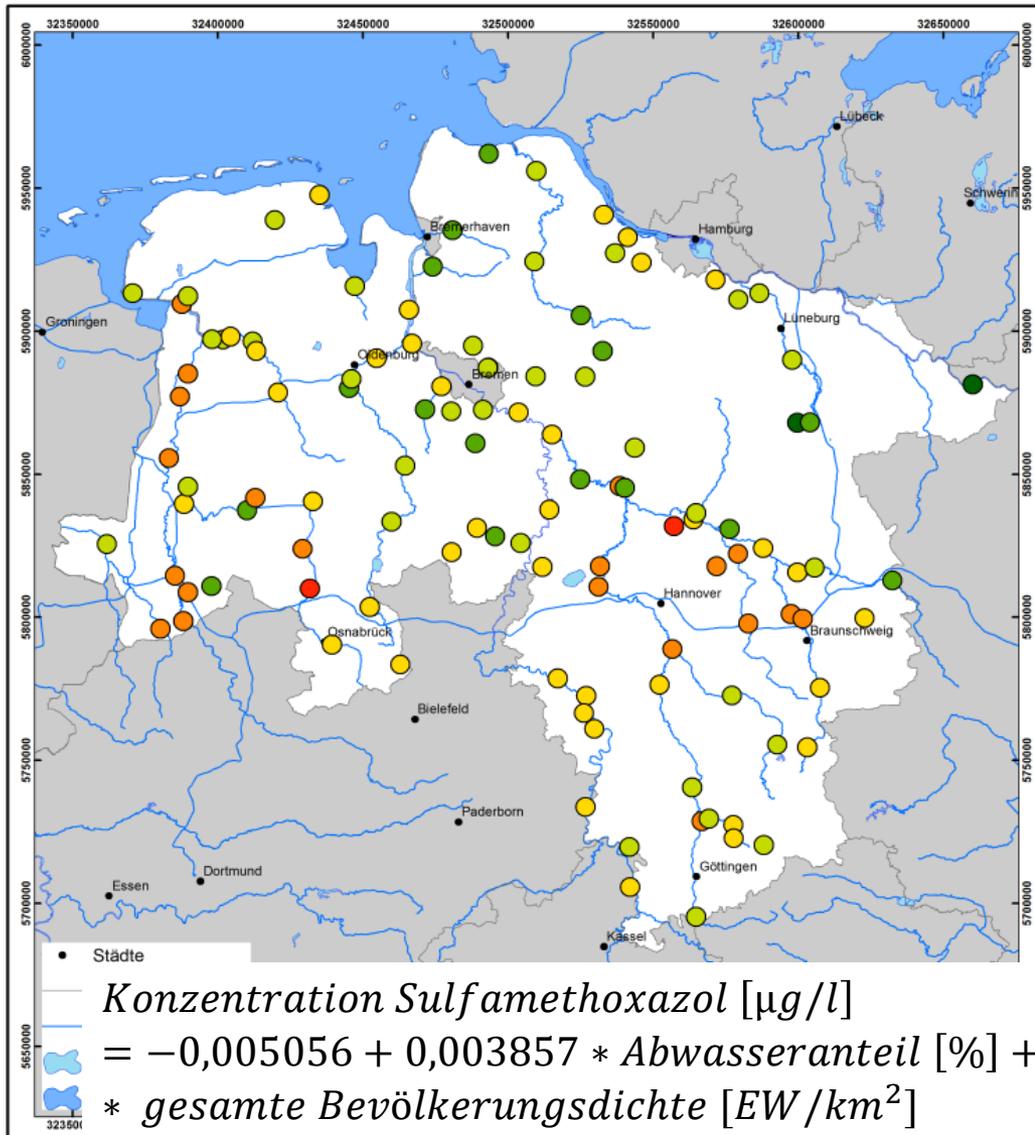
JÜLICH
FORSCHUNGSZENTRUM

NLWKN Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: NLWKN
Beratender: Dr. Britta Nöcker, Forschungszentrum Jülich (IBG-G)
Stand: 06/2018

Kategorie	Variable (bezogen auf Einzugsgebiete)	Anzahl
1 (absolute Werte)	Bevölkerungszahl 2011	1
	Bevölkerungszahl je Altersgruppe 2011	17
	Bevölkerungsdurchschnittsalter 2011	1
	Männliche Bevölkerungszahl 2011	1
	Männliche Bevölkerungszahl je Altersgruppe 2011	17
	Männliches Bevölkerungsdurchschnittsalter 2011	1
	Weibliche Bevölkerungszahl 2011	1
	Weibliche Bevölkerungszahl je Altersgruppe 2011	17
	Weibliches Bevölkerungsdurchschnittsalter 2011	1
	Anzahl von Krankenhäuser, Krankenhäuserbetten, ambulanten, teilstationären und vollstationären Fälle	5
	Anzahl von Kläranlagen, dimensionierter Einwohnerzahl sowie JAM [m ³ /a]	3
	Einzugsgebietsgröße sowie ihre logarithmische Größe [km ²]	2
	Luftlinie zwischen Messstelle und nächster Kläranlage [km]	1
2 (Abgeleitete Daten)	Abwasseranteil an MQ 2004-2014 [%]	1
	Bevölkerungsdichte insgesamt und nach Geschlecht 2011 [EW/km ²]	3
	Bevölkerungsdichte jeweiliger Altersgruppe insgesamt und nach Geschlecht 2011 [EW/km ²]	51
	Krankenhausdichte 2011 [Krankenhaus/km ²]	1
	Anzahl Betten pro Einwohner	1
	Anzahl Betten, ambulanter, teilstationärer, vollstationärer Fälle pro km ²	3
	Geschlechtsverhältnis: Quotient männlicher zu weiblicher Bevölkerung [-]	1
Anteil Bevölkerung älter als 65 zur gesamten Bevölkerung [%]	1	
Summe		130

Beispiel: Modellierung von Sulfamethoxazol-Konzentrationen für Oberflächengewässer-Messstellen



Mittlere berechnete Sulfamethoxazol-Konzentrationen 2010-2011

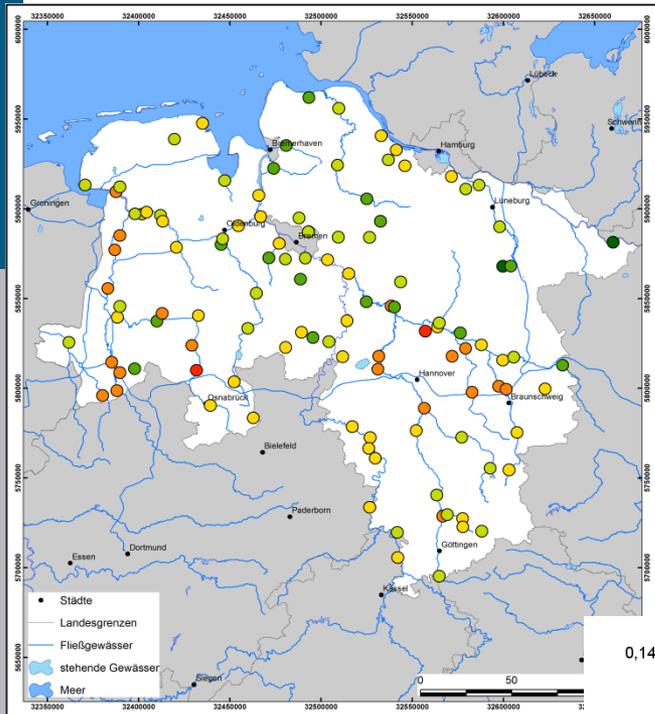
- $0.005 \mu\text{g}/\text{l}$
- 0.005 bis unter 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$
- 0.01 bis unter 0.025 $\mu\text{g}/\text{l}$
- 0.025 bis unter 0.05 $\mu\text{g}/\text{l}$
- 0.05 bis unter 0.1 $\mu\text{g}/\text{l}$
- $\geq 0.1 \mu\text{g}/\text{l}$

Datenquellen:
Modellierung FZJ

Belastung der Fließgewässer Niedersachsens
mit Human-Pharmaka

$R^2 = 0,64$

Validierung der modellierten Sulfamethoxazol-Konzentrationen mit Messungen (2010-2011)



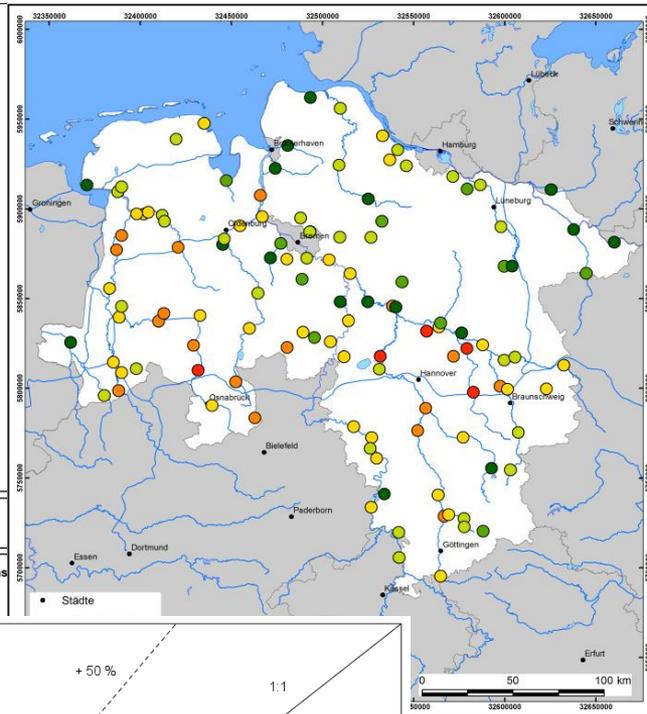
Mittlere berechnete Sulfamethoxazol-Konzentrationen 2010-2011

- <0.005 µg/l
- 0.005 bis unter 0.01 µg/l
- 0.01 bis unter 0.025 µg/l
- 0.025 bis unter 0.05 µg/l
- 0.05 bis unter 0.1 µg/l
- ≥0.1 µg/l

Datenquellen:

Modellierung FZJ

Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka



Mittelwert der gemessenen Sulfamethoxazol-Konzentrationen 2010-2011

- <0.005 µg/l
- 0.005 bis unter 0.01 µg/l
- 0.01 bis unter 0.025 µg/l
- 0.025 bis unter 0.05 µg/l
- 0.05 bis unter 0.1 µg/l
- ≥0.1 µg/l

Datenquellen:

NLWKN, Daten von Girbig & Steffen (2013)

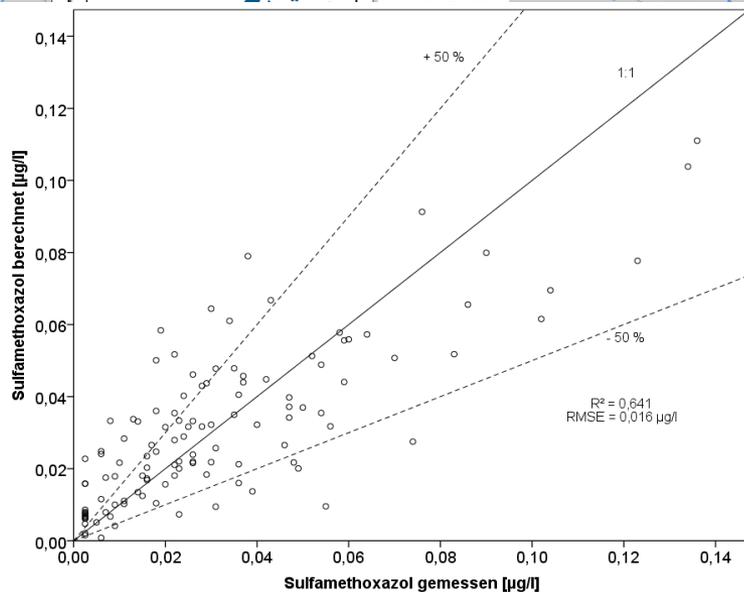
Belastung der Fließgewässer Niedersachsens mit Human-Pharmaka

Agrophäre im Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-9)

JÜLICH
FORSCHUNGSZENTRUM

NLWKN
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auftraggeber: NLWKN
Bearbeiter: Dr. Ralf Totter, Forschungszentrum Jülich (IBG-9)
Stand: 10/2013



- WRRL-relevante Fließgewässer in Niedersachsen sind zu ca. 70 % nicht durch Kläranlagen belastet, ca. 13 % sind gering belastet, ca. 3 % sind hoch belastet (Größenordnung der Verhältnisse ist witterungsunabhängig)
- Belastung der Fließgewässer räumlich sehr ungleich verteilt: Schwerpunkte sind Ems- und Hase-Einzugsgebiet sowie Einzugsgebiete der linken Aller-Zuflüsse
- Abwasserbelastung an 452 Einleitstellen zeigt ähnliche räumliche Schwerpunkte: kritische Höhe der Abwasseranteile an ca. 20 % der Einleitstellen
- Abgleich mit Konzentrationsmessungen des NLWKN zeigt, dass Ergebnisse plausibel sind
- Statistische Analysen belegen Einfluss weiterer Faktoren zur Erklärung der räumlichen Varianz der Wirkstoffkonzentrationen
- Abwasseranteil spielt nach wie vor die dominierende Rolle bei der räumlichen Belastungsanalyse
- Statistische Modelle zur Prognose einsetzbar, aber mit Unsicherheiten behaftet

E N D E