

M. Denneborg, M. Kastler,  
C. Kaufmann-Boll, C. Molt

# Urbanes Bodeninformationssystem Emscher (Urbis-ER) - Planungshilfe für die Wasserwirtschaft im Klimawandel

Gefördert durch:





---

# URBANES BODENINFORMATIONSSYSTEM EMSCHER (URBIS-ER) – PLANUNGSHILFE FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT IM KLIMAWANDEL

Michael Denneborg, Michael Kastler, Carolin Kaufmann-Boll, Charlotte Molt

Schlagworte:

Urbanes Bodeninformationssystem, Stadtböden, Wasserversorgung, Wasserwirtschaft

## 1 Anlass und Projektziele

Im Einzugsgebiet der Emscher sind in den letzten 200 Jahren große Flächenanteile naturnaher Böden in urbane Bodenlandschaften umgewandelt worden. Heute bestehen geschätzt 40 %, in kleinen Teil-einzugsgebieten auch bis zu 70 % der Böden im Emschereinzugsgebiet überwiegend aus Mischungen anthropogener und natürlicher Substrate. Da die Stadtböden in großen Gebieten die Funktionen der naturnahen Böden in Wasser- und Stoffkreisläufen übernommen haben, müssen sie in vielen wasserwirtschaftlichen Planungsprozessen entsprechend ihrer Verbreitung und ihren Eigenschaften berücksichtigt werden. Bisher liegt hierfür kein flächendeckendes, geeignetes Karten- und Datenmaterial vor.

Mit URBIS-ER wurde eine Methode entwickelt, räumliche Bodeninformationen für die regionale wasserwirtschaftliche Planung im stark anthropogen überprägten Emscherraum in einem neu entwickelten „Urbanen Bodeninformationssystem Emscher (URBIS-ER)“ bereitzustellen. Rückschlüsse auf die Verbreitung und Eigenschaften der urbanen Böden werden aus Informationen zu Aufschüttungen, Altstandorten und Altablagerungen, Abfallablagerungen sowie städtischen und industriellen Flächennutzungen abgeleitet.

### ***Eigenschaften der Stadtböden***

Stadtböden weisen durch ihre anthropogene Überprägung und ihre intensive Nutzung veränderte Bodeneigenschaften auf. Ihre speziellen Merkmale, wie z.B. häufig hohe Skelettanteile, bestimmen wesentlich die Verdunstung, die Versickerung und auch die Grundwasserneubildung<sup>1</sup>. Nach ersten Abschätzungen zeigen Stadtböden im Ruhrgebiet im Mittel eine um rund 20 bis 30 % höhere Grundwasserneubildung als naturnahe Böden. Vor allem durch industrielle Nutzung, Kriegsgeschichte und diffuse Einträge haben Stadtböden zudem ein hohes Schadstoffpotential.

### ***Klimaangepasste Grundwasserbewirtschaftung***

Eine Erwärmung des Klimasystems ist laut Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) (2007) eindeutig. Die Klimaänderungen werden sich auch auf den natürlichen Wasserhaushalt auswirken und damit alle relevanten Handlungsbereiche der Wasserwirtschaft beeinflussen. So wird z.B. in der nahen Zukunft (2012 bis 2050) die Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr erkennbar höher sein. Das wichtigste Prognose- und Planungsinstrument für eine klimaangepasste Grundwasserbewirtschaftung sind numerische Grundwassermodelle. Die Modellsimulationen zeigen in vielen Bereichen des Emscherraums eine Gefährdung der Infrastruktur durch steigende Grundwasserstände. Mit Hilfe der Modellsimulationen wurde in verschiedenen Szenarien eine Strategie für eine zukünftige Grundwasserbewirtschaftung zum Schutz der Infrastruktur entwickelt. Für diese Modelle werden räumliche Informationen über Bodeneigenschaften benötigt.

---

<sup>1</sup> Unter der Grundwasserneubildung wird der Wasseranteil verstanden, der vertikal bis in die wassergesättigte Zone sickert und dann als Grundwasser zur Verfügung steht.

## Bodenwasserhaushalt

Die Grundwasserneubildung ist nicht nur abhängig von der Niederschlags- und Verdunstungshöhe, sondern auch sehr wesentlich vom Bodenwasserhaushalt. Der Bodenwasserhaushalt bestimmt, wie viel Niederschlagswasser infiltriert und gespeichert wird und den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung steht. Wasserüberschuss fließt oberirdisch oder oberflächennah (Interflow) ab oder sickert in die vertikale Zone und trägt somit zur Grundwasserneubildung bei. Der Bodenwasserhaushalt wird durch eine Vielzahl an Parametern gesteuert, wie z.B. Korngrößenverteilung, Humusgehalt und Porenvolumen. Durch die Folgen des Klimawandels sind Veränderungen dieser Parameter und somit des Bodenwasserhaushalts und insbesondere der Grundwasserneubildung zu erwarten. Neben der Höhe der Grundwasserneubildung haben die Böden auch eine zentrale Funktion für die Beeinflussung der Grund- und Oberflächenwasserqualität sowie für das Stadtklima.

## 2 Aufbau des Urbanen Bodeninformationssystems Emscher (URBIS-ER)

Für zwei Modellgebiete (Raum Bottrop und Einzugsgebiet des Roßbachs in Dortmund) wurde ein Konzept zum Aufbau des URBIS-ER entwickelt, das mit Hilfe einer Fuzzy-Logik auf das gesamte Emschereinzugsgebiet übertragbar ist. Auf Basis einer Konzeptbodenkarte werden im URBIS-ER anwendungsorientierte thematische Auswertungen (Karten) zur Verfügung gestellt, z.B. zu Kühlleistungen der Böden und zum Eisenfreisetzungspotenzial (s. Abb. 1).

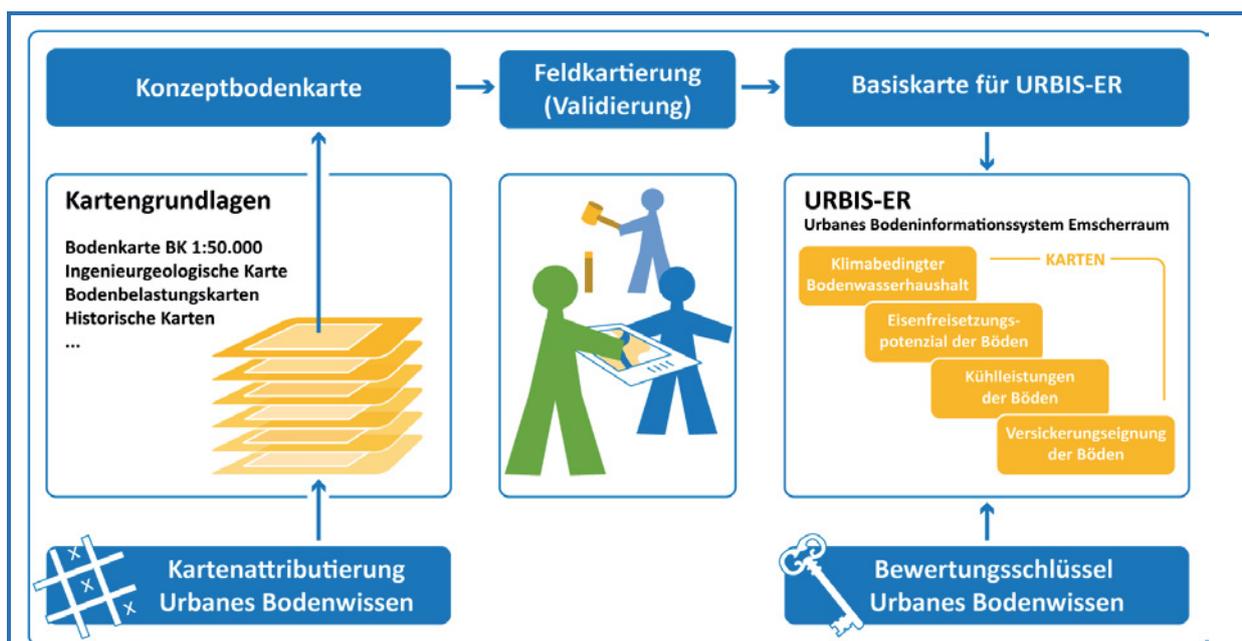


Abb. 1: Vorgehensweise zum Aufbau des URBIS-ER

### 1. Schritt: Erstellung einer digitalen Konzeptbodenkarte

Im Emscherraum liegt flächendeckend die Bodenkarte 1:50.000 (BK50) des Geologischen Dienstes NRW vor. Diese bildet die urbanen Böden bislang nicht hinreichend genau ab. Ziel der Konzeptbodenkarte (KBK) ist es, eine flächendeckende verbesserte Datengrundlage für die Bodeneigenschaften im Emscherraum im mittleren Maßstab (1:50.000 bis 1:25.000) vorzulegen. Um dies zu erreichen, wird keine klassische bodenkundliche Kartierung des Gebietes durchgeführt, sondern die BK50 mit Hilfe weiterer vorliegender Kartengrundlagen und Informationsquellen ergänzt. Die Konzeptboden-

karte bildet dann die Böden im Emscherraum realistischer ab als die bislang in der Wasserwirtschaft eingesetzte BK50. Die Konzeptbodenkarte stellt Flächen mit möglichst ähnlichen Bodeneigenschaften in sogenannten Raumeinheiten dar und basiert auf drei Arbeitskarten, die miteinander verschnitten werden (siehe Abbildung 2):

1) Flächennutzung

Die Arbeitskarte bildet die aktuellen und historischen Nutzungen ab, die die Bodeneigenschaften einer Fläche maßgeblich beeinflussen.

2) Substrat

In der Karte werden Substratgruppen abgebildet und einzelne Substrate weiter differenziert.

3) Grundwasserstufe

In dieser Arbeitskarte wird der mittlere Grundwasserflurabstand auf Grundlage regionaler Grundwassermodelle der Emschergenossenschaft (Stand 2006) abgebildet.

Die Raumeinheiten werden mit Hilfe einer Stadtbodendatenbank aus Literatur und eigenen Untersuchungen attribuiert, d.h. geeignete Messwerte und abgeleitete bodenkundliche Kenngrößen, wie z.B. Durchlässigkeit oder Feldkapazität, beschreiben die Bodeneigenschaften.

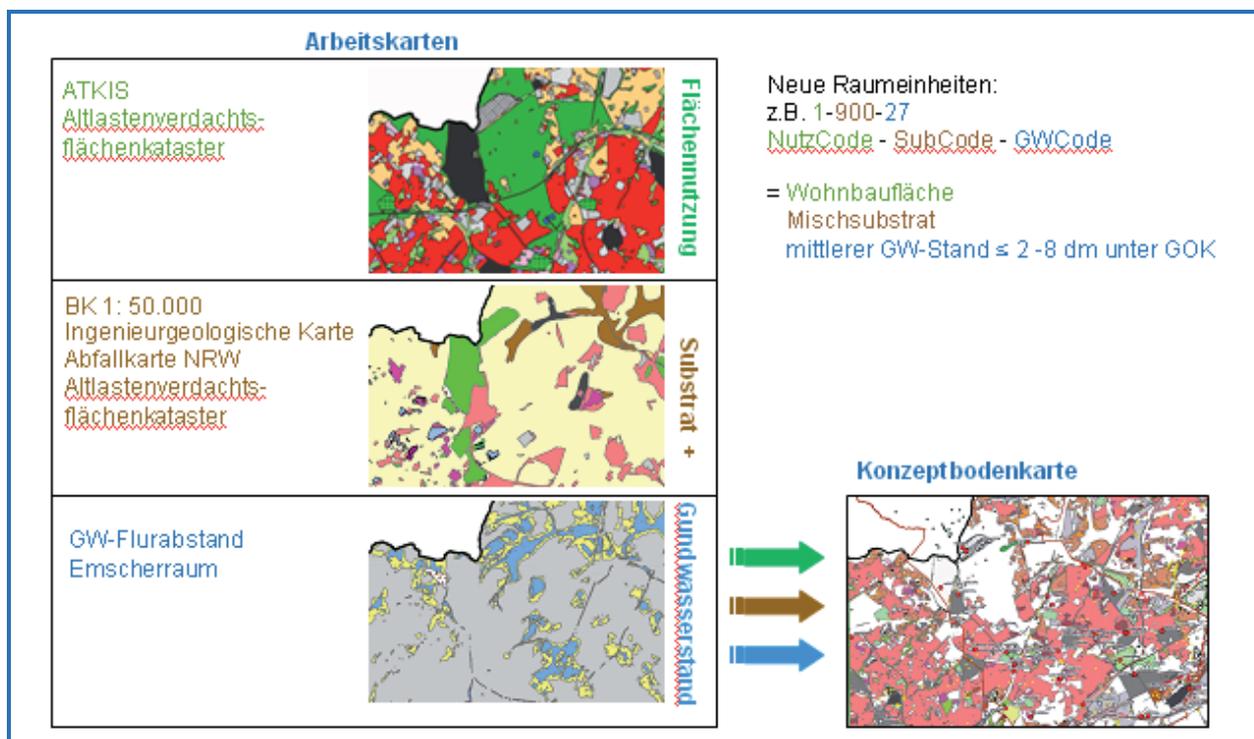


Abb. 2: Erstellung der Konzeptbodenkarte mit neuen Raumeinheiten

**2. Schritt: Validierung der digitalen Konzeptbodenkarte durch Feldkartierung und bodenphysikalische und bodenchemische Untersuchungen**

Zur Validierung der Konzeptbodenkarte erfolgt eine Bodenkartierung an rund 70 Standorten mit bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen. Die zu Projektbeginn vorliegenden 52 Bodenprofile aus der Fachliteratur wurden damit sinnvoll ergänzt. Als Fazit der Validierung ist festzustellen, dass die Kartierungsergebnisse das Raumeinheitenmodell bestätigen. Der Differenzierungsgrad ist für die regionale Ebene geeignet.

### **3. Schritt: Ableitung spezieller Basis- und Auswertekarten unter Anwendung von Bodenkenngrößen und Expertenwissen**

Aus der Konzeptbodenkarte des URBIS-ER können mit Hilfe von Verknüpfungsregeln und Bewertungsschlüsseln folgende thematische Karten abgeleitet werden:

#### *a) Klimabedingter Bodenwasserhaushalt*

Karten zur pflanzenverfügbaren Wasserspeicherkapazität der Böden sowie zur Sickerwasserrate können wesentlich zur Abschätzung der langjährigen mittleren Grundwasserneubildungsrate und zur Beurteilung des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt (Bodenfunktion gemäß Bundesbodenschutzgesetz) beitragen. Hier kann der Einfluss des Klimawandels in einer anthropogenen Bodenlandschaft berücksichtigt werden. Die Karte weist darauf hin, dass sich durch die anthropogenen Bodenüberprägungen die pflanzenverfügbaren Wasserspeicherleistungen insgesamt reduziert haben und die Sickerwasserraten angestiegen sind.

Abbildung 3 zeigt die Ergebniskarte zur mittleren jährlichen Sickerwasserrate beispielhaft im Testgebiet Roßbach nach dem URBIS-ER-Verfahren.<sup>2</sup> Für die Nutzungen Landwirtschaft und Wald wurde die Ergebniskarte um die Werte aus der Karte der mittleren jährlichen Sickerwasserrate des Geologischen Dienstes NRW (Wilder & Schöbel 2008) ergänzt.<sup>3</sup>

#### *b) Versickerungseignung der Böden*

Zur Entlastung der Kanalisation und der Oberflächengewässer ist es zunehmend ein wirtschaftliches und ökologisches Ziel, das Niederschlagswasser in den natürlichen Wasserkreislauf rückzuführen. Ziel der Bodenbewertung ist es daher, Böden zu erkennen, die physikalisch zur dezentralen Regenwasserversickerung geeignet sind, ausreichend Filter- und Pufferfunktionen zeigen, kein Freisetzungspotential für schädliche Stoffe aufweisen und mit Nutzungen versehen sind, die kein Schadstoffemissionspotential enthalten. Die Auswertekarte differenziert Räume, in denen die Böden aufgrund ihrer Durchlässigkeit „versickerungsg geeignet“, „bedingt versickerungsg geeignet“ oder „ungeeignet für Versickerung“ sind. Grundlage der Bewertung ist die physikalische Eignung der Böden zur Regenwasserversickerung.

#### *c) Eisenfreisetzungspotential der Böden*

Beim Gewässerumbau im Emscherraum erweist sich Eisen vielfach als Problemstoff. Eisen liegt in einigen urbanen Böden in hohen Mengen vor. Durch Eisenausfällungen in Gewässern (Verockerung) werden die ökologischen Gewässerqualitätsziele verfehlt. Eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Eisenmobilität in Böden besteht überall dort, wo hohe Grundwasserstände auftreten oder stauende Schichten im Boden für hohe Wassersättigung sorgen. Durch die verbleibenden geringen Sauerstoffanteile können dort in relativ kurzer Zeit reduzierende Bedingungen entstehen. Die Karte zeigt Böden mit hohen Eisenmengen und Risikobereiche einer bodenbürtigen Freisetzung auf.

#### *d) Kühlleistung der Böden*

Das Grundprinzip der Bodenkühlung besteht in der Fähigkeit des Bodens, Wasser zu speichern und den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Die dabei genutzte Energie wird in latente, statt fühlbare Wärme umgewandelt. Der Luft wird Wärme entzogen, wodurch sich diese abkühlt – es entsteht Verdunstungskälte. Böden mit hohen Kühlleistungspotentialen sollen in städtischen Räumen mit Überwärmungsproblemen (Hitzeinseln) von Bebauung freigehalten werden. Böden mit geringen Kühlleistungen können in ihrer Kühlleistung verbessert werden (Bodenaufbau, Wasserversor-

---

<sup>2</sup> Die Ableitung der Sickerwasserrate erfolgt bei URBIS-ER mit Hilfe des TUB-BGR-Verfahrens (AD-HOC-AG BODEN 2003, WESSOLEK et al. 2004) unter Annahme einer Grünlandnutzung für alle Böden (die vorhandenen Berechnungsverfahren berücksichtigen i.d.R. noch keine stadtypische Vegetation).

<sup>3</sup> Gegenüber URBIS-ER sind methodische Unterschiede hinsichtlich der Eingangsdaten und des Sickerwassermodells zu berücksichtigen.

gung, Vegetation). Insbesondere ist eine ausreichende Wasserversorgung für die Vegetation in lang anhaltenden Trockenperioden entscheidend, da sich ausgetrocknete Rasenflächen fast genauso wie Asphaltflächen aufheizen. Bei Stadtböden ist die Wasserversorgung aufgrund des höheren Skelettanteils häufig schlechter als bei natürlichen Böden. Die Karte dient dazu, Böden zu erkennen, auf denen die Kühlleistungen im Ist-Zustand besonders gut oder schlecht ausgeprägt sind.

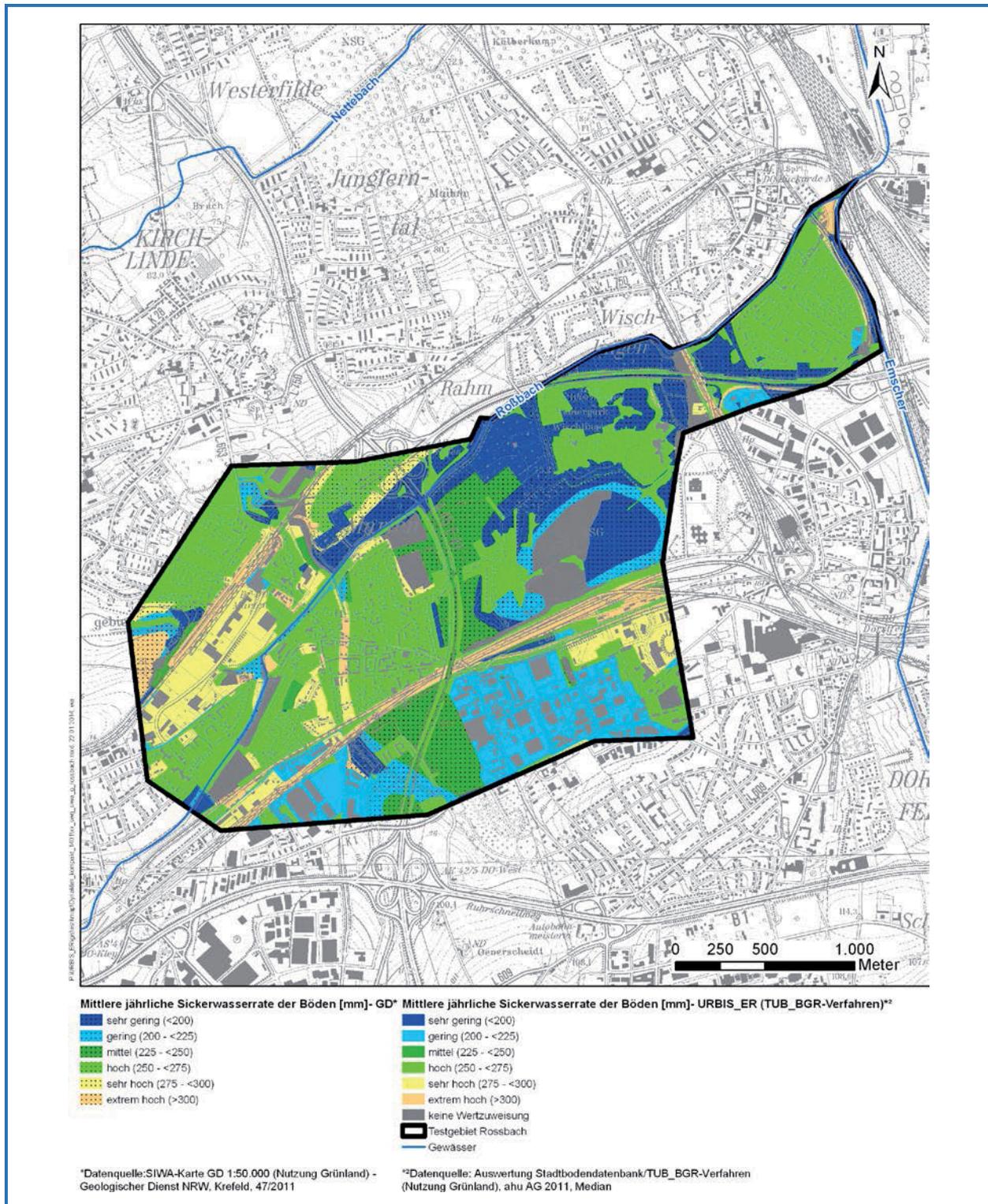


Abb. 3: Mittlere jährliche Sickerwasserrate der Böden im Testgebiet Roßbach

### 3 Ergebnisse, Nutzen und Erfolge

Der Nutzen des Urbanen Bodeninformationssystems Emscherraum (URBIS-ER) liegt für die Wasserwirtschaft in der Verbesserung

- der Datengrundlage (Karte der Verbreitung der Stadtböden mit einer Ableitung grundwasserrelevanter Eigenschaften),
- der Prognoseinstrumente (Grundwasserneubildung, Grundwassermodelle, Regenwasserbewirtschaftung und Versickerungsplanung),
- der Risikoabschätzung durch den Klimawandel (erhöhte Freisetzung des Schadstoffpotentials und Beeinträchtigung der Grund- und Oberflächenwasserqualität),
- der Chancenerkennung und Maßnahmenplanung (Nutzung der Kühlleistung der Böden für ein besseres Stadtklima, Reduzierung der Grundwasserneubildung)

URBIS-ER ist so konzipiert, dass weitere Stoffe, Bodenkennwerte und Bodenfunktionen integriert werden können. Damit können weitere Planungsaufgaben auf regionaler Ebene unterstützt werden. So ließe sich beispielsweise das regionale Bodenmanagement in dem durch Schadstoffbelastungen der Böden geprägten Emscherraum verbessern. Auch natürliche, nicht anthropogen überprägte sowie aus anderen Gründen besonders schutzwürdige Böden sind identifizierbar.

### 4 Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2003): Mittlere jährliche Sickerwasserrate aus dem Boden (SWRj). Geologisches Jahrbuch, Sonderheft Reihe G Informationen aus den Bund/Länder-Arbeitsgruppen der Staatlichen Geologischen Dienste, Heft SG1.

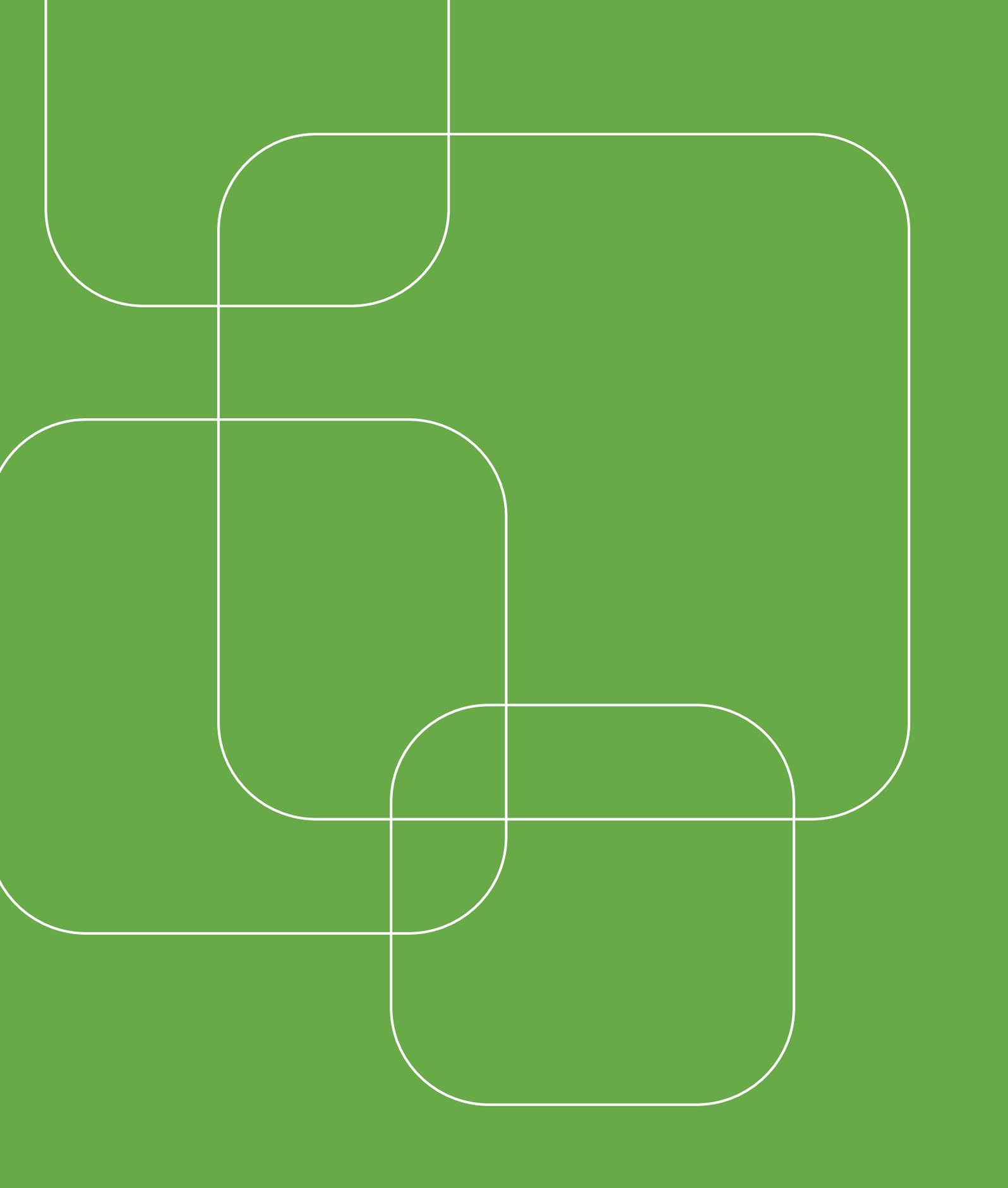
WILDER, H. & SCHÖBEL, T. (2008): Leitfaden zur Schutzfunktionsbewertung der Grundwasserüberdeckung. Auswertemodul 1: Karte der mittleren jährlichen Sickerwasserrate. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (Hrsg). Krefeld. URL: [http://www.gd.nrw.de/zip/a\\_pjschgl.pdf](http://www.gd.nrw.de/zip/a_pjschgl.pdf) (Stand: 22.01.2014).

HÖKE, S.; DENNEBORG, M. & KAUFMANN-BOLL, C. (2011): Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher, *dynaklim* Publikation Nr. 11, Aachen.

HÖKE, S.; DENNEBORG, M. & KAUFMANN-BOLL, C. (2011): Urbanes Bodeninformationssystem Emscher (URBIS-ER), *dynaklim* Publikation Nr. 31, Aachen.

WESSOLEK, G.; DUIJNISVELD, W.H.M. & TRINKS, S. (2004): Ein neues Verfahren zur Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden: das TUB-BGR-Verfahren. In: A. Bronstert, A. Thieken, B. Merz, M. Rohde, L. Menzel (Hrsg.): Wasser- und Stofftransport in heterogenen Einzugsgebieten. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 05.04, Beiträge zum Tag der Hydrologie, Band 1, S. 135-145





**Autor/in**

M. Denneborg, M. Kastler,  
C. Kaufmann-Boll, C. Molt  
ahu AG; Aachen  
<http://www.ahu.de>

**Projektbüro *dynaklim***

Michaela Stecking  
Mozartstraße 4  
45128 Essen

Tel.: +49 (0)201 104-33 38  
[stecking@fiw.rwth-aachen.de](mailto:stecking@fiw.rwth-aachen.de)

***[www.dynaklim.de](http://www.dynaklim.de)***