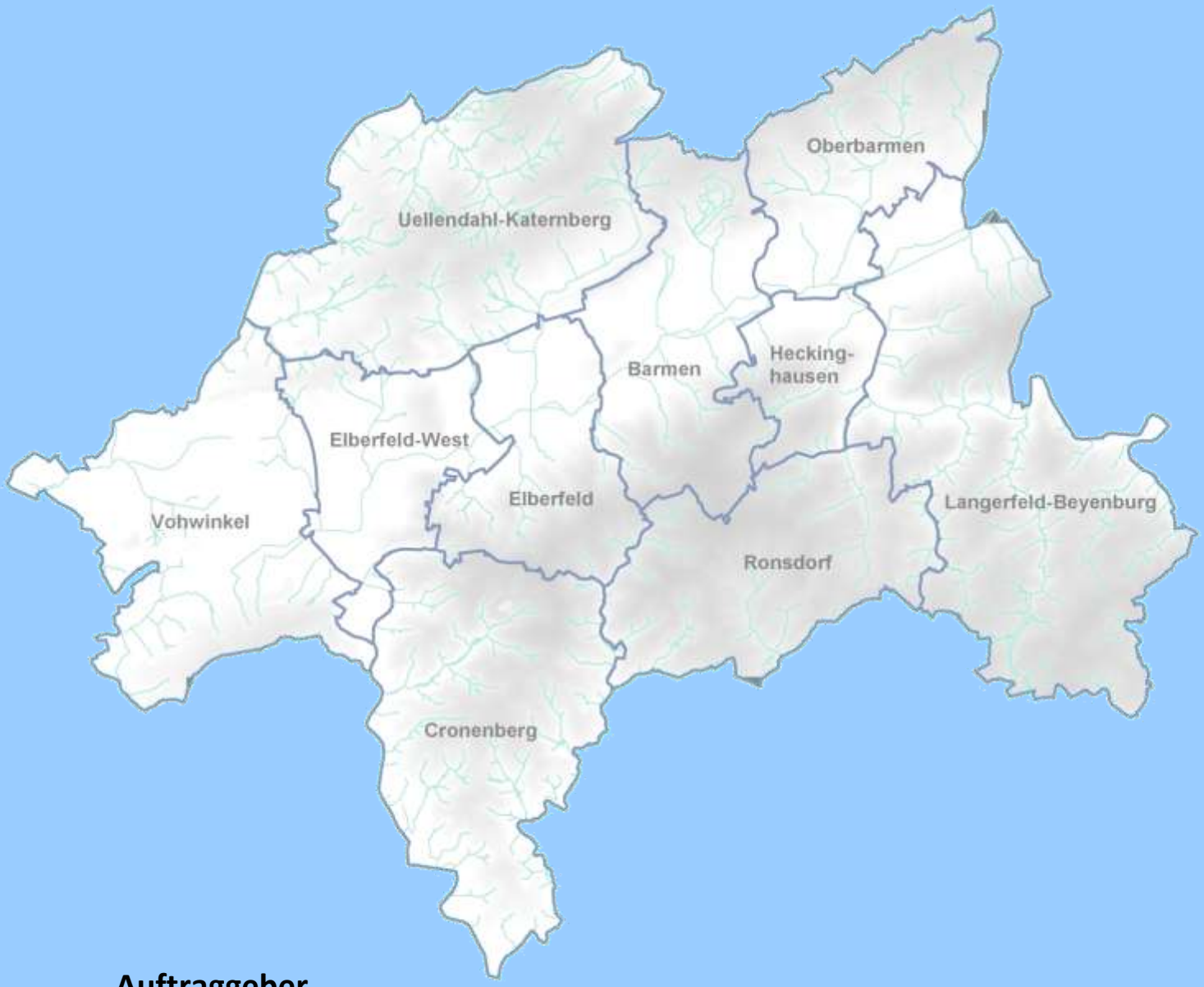
Anlage zur Drucksache VO/0417/17: Bericht zur Fortschreibung BBK&BOFUKA

Wuppertal
Ressort Umweltschutz

Ingenieurbüro Feldwisch

Fortschreibung der Bodenbelastungskarten und Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal



Auftraggeber

Stadt Wuppertal, Ressort Umweltschutz, Reinhard Gierse

Auftragnehmer

Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Gladbach

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung 1

2 Ableitung lokaler Hintergrundwerte für Wuppertal 2

3 Gebietsbezogene Beurteilung der Bodenbelastung 4

3.1 Übertragbarkeit der Duisburger gebietsbezogenen Beurteilungswerte 5

3.2 Zusammenfassende Bewertung und Diskussion 6

4 Bodenbelastungskarten der Stadt Wuppertal 8

4.1 Karten der geschätzten Stoffgehalte 10

4.2 Vergleich mit Vorsorgewerten 13

4.3 Vergleich mit Prüfwerten und gebietsbezogenen Beurteilungswerten 13

4.4 Bewertungsmaßstäbe 15

4.5 Zusammenfassung 17

5 Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal 19

5.1 Neubewertung der Filter- und Pufferfunktion 19

5.2 Archive der Natur- und Kulturgeschichte 20

5.3 Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit 21

5.4 Kühlleistung des Bodens 23

6 Bodenschutzgebiete 25

7 Literatur 26

1 Einleitung und Zielsetzung

Mit der Erstellung von digitalen Bodenbelastungskarten (BBK) Wuppertal auf Grundlage des §5 des Landesbodenschutzgesetzes NRW (LBodSchG) im Jahr 2007 wurde der stoffliche Zustand der Oberböden auf dem Stadtgebiet Wuppertals zum ersten Mal flächendeckend erfasst. Im Bodenschutzvollzug ergaben sich jedoch Fragen bei der Rechtsfolge, daher sollte eine Fortschreibung der BBK mit folgenden Prüfschritten erfolgen:

- Überprüfung des Raumeinheitenmodell
- Überprüfung der Aussagesicherheit und gezielte Messnetzverdichtung im Siedlungsbereich
- Belastungen der Böden mit dem Schwermetall Blei (insb. älteren Siedlungsgebieten) und Verdichtung der Messreihe
- Verschärfung der Prüfwerte für Benzo(a)pyren mit der Novellierung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
- Aktualisierung der Daten und Neuinterpolation
- Anpassung der lokalen Hintergrundwerte für den Außenbereich bzw. Neuerstellung für die Wuppertaler Siedlungsgebiete

Neben der Abwehr schädlicher Bodenveränderungen auf der Grundlage des BBodSchG sind der Schutz und die Sicherung von Böden und Bodenfunktionen im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren zu gewährleisten. Die hierzu im Jahr 2010 erstellen Bodenfunktionskarten sollten aus folgenden Gründen ebenfalls fortgeschrieben werden:

- Möglichkeiten einer differenzierteren Bewertung der Böden als Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen (Filter- und Pufferfunktion)
- Überarbeitung / Neubewertung der Archivfunktionen (insb. Hohlwege)

Die Fortschreibung von BBK und BOFUKA wurde mit Fördermitteln des Landes NRW unterstützt und in einem projektbegleitenden Arbeitskreis abgestimmt. Mitglieder des Arbeitskreises waren MA der Stadt Wuppertal, der Bezirksregierung Düsseldorf, des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen – LANUV NRW und des Geologischen Dienstes NRW – GD NRW). In die Bearbeitung des Themenfeldes Archive/ Hohlwege war außerdem Herr Lücke (Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt NRW – LNU NRW) eingebunden.

2 Ableitung lokaler Hintergrundwerte für Wuppertal

Für das Stadtgebiet Wuppertals wurden lokale Hintergrundwerte (HGW) für landwirtschaftlich genutzte Böden und Böden der jüngeren Siedlungsgebiete mit Baujahren ab 1948 abgeleitet. Das methodische Vorgehen orientierte sich dabei an der GE-Anleitung (Merkblatt 57) zur Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden (LUA 2006a). Diese abgeleiteten Hintergrundwerte gelten ausschließlich für die Schadstoffbelastung von Oberböden.

Zu den wesentlichen Einflussfaktoren auf Schadstoffgehalte in natürlichen Böden zählen die Art der Bodennutzung, das Ausgangsgestein der Bodenbildung und der Stoffeintrag durch Überschwemmungseinflüsse. In Siedlungsgebieten ist auch die Nutzungsgeschichte bzw. das Bebauungsalter als prägender und integraler Faktor der Bodenbelastung zu nennen. In industriell geprägten Regionen bestimmt z.B. der luftbürtige Schadstoffeintrag und/ oder der Ascheneintrag über die Expositionsdauer der Böden die Schadstoffbelastung. Für die Wuppertaler Böden konnte bereits mit Erstellung der BBK (ISB 2007) ein signifikanter Zusammenhang zwischen Belastungsniveau und Nutzungsgeschichte nachgewiesen werden. Der Einfluss des Ausgangsgesteins auf die Bodenbelastung ist hier nur von untergeordneter Bedeutung. Die wenigen Messdaten aus Bodenuntersuchungen im Überschwemmungsgebiet der Wupper wurden zur Ableitung der lokalen Hintergrundwerte nicht verwendet, da die hohen Schadstoffgehalte in den Auenablagerungen durch einen anderen Eintragspfad bestimmt werden und dadurch räumlich sowie schadstoffspezifisch sehr unterschiedlich ausfallen können. Außerdem liegen nur sehr wenige Datensätze in den Überschwemmungsgebieten vor.

Die vorhandenen Daten wurden gesichtet und statistisch ausgewertet (Ausreißeranalyse, Repräsentanz, deskriptiv-statistischer Auswertungen mit Minimum, Maximum, Mittelwert, Median, statistische Streuungsmaße und Perzentilwerte).

„Gebietsbezogene Beurteilungswerte können von den UBB im Rahmen der Festlegung von GE anhand ***lokaler Hintergrundwerte*** *durch Auf-/Abrundung abgeleitet werden. Im Regelfall sind für die Bestimmung gebietsbezogener Beurteilungswerte die 90. Perzentile der Schadstoffgehalte heranzuziehen. Dabei sollte eine relevante Überschreitung der Vorsorgewerte und ein ausreichender Abstand zu Prüf- oder Maßnahmenwerten eingehalten werden. Sind diese Bedingungen nicht auf der Grundlage der 90. Perzentile zu erfüllen, dann können die gebietsbezogenen Beurteilungswerte in Ausnahmefällen anhand von Werten zwischen dem 50. und 90. Perzentil festgelegt werden. Für verschiedene Raumeinheiten und / oder Teilgebiete können unterschiedliche gebietsbezogene Beurteilungswerte abgeleitet werden“ (LUA 2006a).*

Für **Arsen**, **Blei** und **Zink** lokale Hintergrundwerte für landwirtschaftlich genutzte Böden und junge Siedlungsgebiete (Bebauung ab 1948) ermittelt worden. Die Ableitung eines HGW für den organischen Schadstoff **Benzo(a)pyren** ist auf die jungen Siedlungsgebiete beschränkt.

Tab. 2–1: Festgesetzte und aktualisierte lokale Hintergrundwerte für die Oberböden Wuppertals.

Nutzung / Schadstoff	Arsen	Blei	Zink	Benzo(a)pyren
Landwirtschaft (festgesetzt)	10 mg/kg	130 mg/kg	270 mg/kg	-
Landwirtschaft (aktualisiert)	**10 mg/kg** (85. Perzentil)	**130 mg/kg** (95. Perzentil)	**200 mg/kg** (89. Perzentil)	-
Siedlung nach 1948	**20 mg/kg** (96. Perzentil)	**180 mg/kg** (88. Perzentil)	**300 mg/kg** (92. Perzentil)	**0,8 mg/kg** (80. Perzentil)

Eine Ableitung von HGW für altbebaute Siedlungsgebiete war für keinen Schadstoff möglich, da die heranzuziehenden Perzentilwerte der jeweiligen Datenkollektive die derzeit gültigen Prüfwerte der BBodSchV überschreiten.

3 Gebietsbezogene Beurteilung der Bodenbelastung

Nach den Regelungen des §2 Nr. 4 BBodSchV sind bei Überschreitungen von Prüfwerten weitere Sachverhaltsermittlungen im Rahmen von Detailuntersuchungen (DU) zur abschließenden Gefahrenbeurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch bzw. Boden-Pflanze-Mensch erforderlich. Mit Hilfe von Detailuntersuchungen soll das Ausmaß und die räumliche Verteilung der Schadstoffe ermittelt sowie eine Schutzgutgefährdung unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen und Verfügbarkeit der Schadstoffe im Boden abgeschätzt werden.

Zur Gefährdungsabschätzung im Rahmen einer DU können Untersuchungen am Boden, Untersuchungen zum Transfer zwischen Boden und Schutzgut sowie Untersuchungen am Schutzgut selbst durchgeführt werden. In Tab. 3–1 wird eine Auswahl von gängigen Untersuchungsmethoden der DU (LANUV 2014) und die Verfügbarkeit entsprechender Daten für Wuppertal kurz skizziert.

Tab. 3–1: Untersuchungsmethoden einer Detailuntersuchung nach BBodSchV.

	Pfad[1)]	Daten[2)]	Bemerkung
Untersuchungen am Boden			
Resorptionsverfügbarkeit	Bo-Me	+	- Kleingartenuntersuchungsprogramm - Gutachten Altablagerung Zooviertel - Bodenuntersuchungen Ing.büro Feldwisch (2015) - Altlastenuntersuchungen
Pflanzenverfügbarkeit	Bo-P	(+)	- Kleingartenuntersuchungsprogramm / Altlasten (geringer Datenumfang)
Bodenbedingte Einflussgrößen Schadstoffmobilität	Bo-P	+	- BBK (pH-Wert, organische Substanz) Prüfwerte Landwirtschaft pH-abhängig (Kap. 4.3) - Altlasten (in geringem Umfang)
Schadstoffgehalte in der Feinstfraktion	Bo-Me	-	- Inhalative Aufnahme, Staubaufwirbelungen (beschränkte Aussagekraft)
Untersuchungen zum Transfer - Expositionsabschätzung			
Orale Aufnahme	Bo-Me	-	- Annahmen Prüfwerte Kinderspielflächen BBodSchV
Inhalative Aufnahme	Bo-Me	(+)	- Schwebstaub (geringer Datenumfang, Altdaten)
Dermale Aufnahme	Bo-Me	-	- Keine/Untergeordnete Relevanz (Nur Quecksilber)
Expositionsannahmen zum Anbau und Verzehr	Bo-P-Me	(+)	- LUA (2001): Verzehrstudie in Kleingärten im Rhein-Ruhrgebiet - Kleingartenuntersuchungsprogramm / Gutachten Altablagerung Zooviertel
Transferabschätzung Boden-Pflanze	Bo-P	(+)	- Pflanzenverfügbarkeit Blei, Cadmium (unzureichende Datenbasis)
Untersuchungen am Schutzgut			
Humanbiomonitoring	Bo-Me	-	- Blutblei (sensibelste Gruppe Kinder)
Pflanzenuntersuchungen	Bo-P	-	- sehr geringer Datenumfang z.B. bei Modellvorhaben

1) Wirkungspfade gemäß BBodSchV: Bo = Boden, P = Pflanze, Me = Mensch
2) Datenverfügbarkeit für das Stadtgebiet Wuppertals

In Gebieten mit flächenhaften Überschreitungen der Prüfwerte BBodSchV können grundstücksübergreifende, gebietsbezogene Beurteilungswerte mit Gefahrenbezug (gBW) abgeleitet werden. Diese Möglichkeit wurde für Wuppertal auf Basis von Zusammenhängen zwischen Bodengesamtgehalten und resorptionsverfügbaren Stoffgehalten und anderer Faktoren entsprechend der im LANUV-Arbeitsblatt 22 (LANUV 2014) beschriebenen Methodik geprüft. Nach Sichtung der Unterlagen konnte festgestellt werden, dass die vorhandenen Daten der Stadt Wuppertal für die Ableitung eigenständiger gebietsbezogener Beurteilungswerte nicht ausreichen.

3.1 Übertragbarkeit der Duisburger gebietsbezogenen Beurteilungswerte

Für den durch sehr hohe Bleibelastungen gekennzeichneten Duisburger Süden wurden gebietsbezogene Beurteilungswerte auf Basis einer übergreifenden Auswertung von Boden-, Immissions- und Humandaten sowie mit Hilfe von Literaturrecherchen abgeleitet. Weiterhin wurde der Frage nachgegangen, ob die für Duisburg abgeleiteten gBW auf andere Gebiete übertragen werden können. Hierfür sind die gebietsspezifischen Bedingungen für Wuppertal fachlich zu bewerten. Als maßgebliche Vergleichskriterien zur Klärung einer möglichen Übertragbarkeit werden gemäß MALBO 23 (LUA 2006b) genannt:

- Grundlast der Blutbleibelastung
- Expositionsbedingungen
- Verfügbarkeit von Blei im Boden

Grundlast der Blutbleibelastung

Da für Wuppertal keine Humandaten vorliegen, kann nur ein Vergleich der alimentären Bleizufuhr (Nahrung und Trinkwasser) und der Immissionsdaten mit den Daten der Bleistudie erfolgen (LUA 2006b). Der Vergleich der Immissionssituation stützt sich auf einen Datenbestand von Luftmessdaten aus verschiedenen Messprogrammen in Wuppertal und Solingen. Für Wuppertal kann dabei im Vergleich mit dem Duisburger Süden von einer deutlich geringeren Bleibelastung über den atmosphärischen Eintragspfad ausgegangen werden. Dies belegen Daten zu den Bleigehalten im Schwebstaub und im Staubniederschlag.

Expositionsbedingungen

Zur Bewertung gesundheitlicher Wirkungen (Wirkungspfad Boden-Mensch) ist für die Übertragbarkeit von Bedeutung, ob die Nutzungen im konkreten Gebiet vergleichbar sind (LANUV 2014). Im Rahmen der Duisburger Bleistudie wurden in diesem Zusammenhang Nutzungsstrukturtypen mit weitgehend einheitlicher Bebauungsform und Freiflächentypen ausgewiesen. Für Wuppertal liegt mit dem Gutachten zur Gefährdungsabschätzung der Altablagerung Zooviertel (IFUA 2007) eine Charakterisierung der wohnbaulichen Nutzungsstruktur in Analogie zur Duisburger Bleistudie für 344 Flächen vor. Des Weiteren wurden die im Jahr 2015 durch das Ingenieurbüro Feldwisch beprobten Standorte in den Siedlungsgebieten anhand ihrer Flächenausprägung einem der beschriebenen Struktur- und Freiflächentyp zugeordnet. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Nutzungsstrukturen und die damit verbundenen Expositionsbedingungen hinsichtlich der Schadstoffaufnahme über den Direktpfad und den Nahrungspflanzenanbau (Nutzgärten) in Wuppertal als vergleichbar mit den Bedingungen in Duisburg angenommen werden können. Insofern wäre für diesen Prüfschritt eine Übertragbarkeit der Duisburger Verhältnisse auf Wuppertal möglich (LANUV 2014).

Verfügbarkeit von Blei im Boden

Im Rahmen der weiteren Sachverhaltsermittlung gemäß BBodSchV ist bei Prüfwertüberschreitungen eine Überprüfung der mobilen oder mobilisierbaren Anteile des betreffenden Schadstoffs im Boden vorgesehen. Der resorptionsverfügbare Gehalt bzw. Anteil gibt den Anteil des Schadstoffs wieder, der bei der oralen Aufnahme vom Körper resorbiert und in den Blutkreislauf und die Organe gelangt. Somit stellt die Bestimmung der Resorptionsverfügbarkeiten eine Methode zur Bewertung des Direktpfades Boden-Mensch dar. Detaillierte Informationen zum Resorptionsprozess und dem nach DIN 19738 normierten analytischen Verfahren zur Bestimmung der Verfügbarkeiten sind z.B. dem

LANUV-Arbeitblatt 22 zu entnehmen. Im Hinblick auf die Übertragbarkeit der Duisburger gebietsbezogenen Beurteilungswerte sollte ein Vergleich der typischen Resorptionsverfügbarkeiten in Wuppertaler und in Duisburger Böden wesentliche Erkenntnisse zu den gebietsspezifischen Bedingungen liefern (s. Tab. 3-2). Hinzugenommen wurden auch Daten aus der Stadt Solingen. Insgesamt zeigen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse für Wuppertaler Siedlungsböden – im Vergleich mit den städtischen Böden Duisburgs – geringere Resorptionsverfügbarkeiten für Blei.

Tab. 3–2: Kennzahlen resorptionsverfügbarer Anteile in % (Blei)

Untersuchungsprogramm	N	Min	Max	Mittelwert	Median
Duisburg Kinderspielplatzuntersuch.[1)]	138	6%	90%	34%	32%
Duisburg städtische Böden[2)]	30	8%	85%	44%	42%
Wuppertal - Altablagerung Zooviertel	35	7%	48%	22%	20%
Wuppertal - Kleingartenuntersuch.	213	1%	95%	45%	45%
Wuppertal BBK Siedlungsgebiete (Ingenieurbüro Feldwisch 2015)	31	15%	41%	23%	22%
BBK Solingen (Zentrum, Höhscheid)	20	9%	39%	23%	23%

1) MALBO 23: Anonymisierte Daten aus Kinderspielplatzuntersuchungen
2) IFUA (2005): Flächenhaft schädliche Bodenveränderungen im Duisburger Süden – Gebietsbezogene Detailuntersuchung von Verfügbarkeiten und Bindungsformen. Bericht im Auftrag der Stadt Duisburg (unveröffentlicht), In: MALBO 23

3.2 Zusammenfassende Bewertung und Diskussion

In Tab. 3–3 sind die qualitativen Ergebnisse der einzelnen Prüfschritte zur Übertragbarkeit der gebietsbezogenen Beurteilungswerte Duisburgs auf die Stadt Wuppertal zusammengefasst.

Tab. 3–3: Prüfschritte zur Übertragbarkeit der Duisburger gBW.

Kriterien	Prüfschritt	Bewertung für Wuppertal
Grundlast	Alimentäre Bleiaufnahme (Nahrung, Trinkwasser)	Vergleichbare Bedingungen
	Bleizufuhr Luft (Schwebstaub, Staubniederschlag)	Günstigere Bedingungen in Wuppertal
	Humandaten (Blutbleigehalte)	Keine Datengrundlage
Exposition	Nutzungsstruktur	Vergleichbare Bedingungen
Verfügbarkeit	Resorptionsverfügbare Gehalte	Günstigere oder vergleichbare Bedingungen

Nach Auswertung der gemäß Arbeitsblatt 22 (LANUV 2014) vorgeschlagenen Prüfschritte kann für das Siedlungsgebiet Wuppertals im Vergleich mit dem Duisburger Süden insgesamt von günstigeren Bedingungen ausgegangen werden. Die Bleibelastung und somit auch die potenzielle Bleizufuhr auf das Schutzgut Mensch über die Kompartimente Boden (Resorptionsverfügbarkeit) und Luft (Immissionsbelastung) ist auf Grundlage der verfügbaren Daten geringer. Insofern kann bei einer Übertragung der Duisburger gebietsbezogenen Beurteilungswerte auf das Stadtgebiet von Wuppertal eine Unterschätzung der Belastungssituation bzw. der Gefährdung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Eine Übertragung der nutzungsspezifischen **unteren gBW (gBW-1)** für die Szenarien Kinderspielflächen und Wohngebiete aus fachlicher Sicht zulässig und vollzugstauglich.

gBW-1 Kinderspielflächen = 400 mg Pb/kg

gBW-1 Wohngebiete = 800 mg Pb/kg

Als Ableitungsmaßstab für die gBW-1 der Duisburger Bleistudie diente der Referenzwert einer allgemein anzunehmenden Blutbleikonzentration von 50 µg/l für die sensibelste Nutzergruppe der Kleinkinder.

Weiterhin wurden im Rahmen der Bleistudie obere gebietsbezogene Beurteilungswerte gBW-2 auf Basis des Referenzwertes von 100 µg/l abgeleitet (gBW-2 Kinderspielflächen = 950 mg/kg; gBW-2 Wohngebiete = 1.900 mg/kg). Eine Übertragung der gBW-2 (Blei) ist aufgrund der gegenüber Duisburg geringeren Bleigehalte in Wuppertal nicht notwendig.

Bei Überschreitung der unteren gebietsbezogenen Beurteilungswerte **gBW-1** sind im Sinne der Gefahrenabwehr so genannte „weiche“ Maßnahmen geringer Eingriffsintensität zu ergreifen (BARKOWSKI 2015).

Ist der Wirkungspfad Boden-Pflanze betroffen, sind beim Nahrungspflanzenanbau Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen mit empfehlendem Charakter, wie z.B. die Einschränkung der Anbaufläche und/ oder des Nahrungspflanzenverzehrs, die Anlage von Hochbeeten mit unbelastetem Boden oder eine Verminderung der schadstoffspezifischen Pflanzenverfügbarkeit durch Regulierung des pH-Wertes etc. zu ergreifen. Die empfohlenen Maßnahmen können prinzipiell durch die Bodenschutzbehörden mit der Ausweisung von so genannten Bodenschutzgebieten per Rechtsverordnung verbindlich festgesetzt werden.

Ist der Wirkungspfad Boden-Mensch (Direktpfad) betroffen, sind im Sinne der Gefahrenabwehr „weiche“ Maßnahmen, wie z.B. die Anlage einer dichten Vegetationsdecke, das Auftragen einer Mulchschicht in Beeten und Rabatten oder Teilversiegelungen von Kinderspielflächen zu ergreifen. Diese Maßnahmen zielen auf eine Vermeidung oder Reduzierung des Kontaktes von Kindern mit belastetem Bodenmaterial (STADT DUISBURG 2015b).

4 Bodenbelastungskarten der Stadt Wuppertal

In digitalen Bodenbelastungskarten (BBK) wird die flächenhafte Belastungssituation relevanter Schadstoffe dargestellt. Die bisher vorliegende BBK Wuppertal (ISB 2007) wurden nun aufgrund neuer Erkenntnisse fortgeschrieben. Die durchgeführten Bearbeitungsschritte zur Fortschreibung der BBK orientieren sich an den Leitfäden zur Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten im Außen- und Siedlungsbereich (LUA 2000, LANUV 2007). Dem auf die gebietsspezifischen Verhältnisse Wuppertals angepassten raumanalytischen Ansatz liegt die Annahme zugrunde, dass die Bodenbelastung im Wesentlichen durch die Art der Nutzung (Nutzungsgeschichte) bzw. nutzungsbedingte Schadstoffeinträge in Kombination mit der Expositionsdauer der Böden hinsichtlich luftbürtiger Schadstoffeinträge geprägt wird (integrative Betrachtung). Als nachrangiger Einflussfaktor auf die Bodenschadstoffgehalte werden die geogen bedingten Stoffgehalte in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein ausgewertet. Überschwemmungsbürtige Schadstoffeinträge in die Böden Wuppertals werden nicht berücksichtigt. Im nachfolgenden Diagramm sind die einzelnen Bearbeitungsschritte zur Überprüfung und Aktualisierung der BBK aufgeführt.

- Fachliche Überprüfung der vorliegenden BBK
- Nachuntersuchungen: Ermittlung des Nachuntersuchungsbedarfs auf Grundlage der BBK-Ergebnisse für Blei und B(a)P, Messnetzplanung, Beprobung
- Aufbereitung flächenhafter Rauminformationen (Geoflächendaten)
- Erstellung einer Konzeptkarte (Karte der homogenen Raumeinheiten)
- Statistische Analyse der Bodendaten und Geostatistische Verfahren (Variogrammanalyse, Interpolation)
- Erstellung der aktualisierten Bodenbelastungskarten

Fachliche Überprüfung der vorliegenden Bodenbelastungskarten

Auf Grundlage der fachlichen Überprüfung der vorliegenden BBK wurde im projektbegleitenden Arbeitskreis der Beschluss gefasst, weitere Bodenuntersuchungen in den Siedlungsgebieten Wuppertals durchzuführen und die Bodenbelastungskarten zu aktualisieren.

Aktualisierung der Bodenbelastungskarten

Nach der Messnetzplanung erfolgte die Untersuchung von 23 Standorten in den Siedlungsgebieten Wuppertals. An den entnommenen Bodenproben wurde eine analytische Bestimmung der Gesamtgehalte (Schwermetalle und organische Schadstoffe) und der Resorptionsverfügbarkeiten des Schwermetalls Blei durchgeführt.

Aufbereitung flächenhafter Rauminformationen

Geoflächendaten wurden auf die neuen Erkenntnisse angepasst, die zur Aktualisierung der Bodenbelastungskarten verwendet wurden. Als Beispiel hierzu erfolgte eine Nutzungsanpassung bei Neubaugebieten nach einer Luftbildauswertung. In Abb. 4–1 ist die Flächennutzung der Stadt Wuppertal dargestellt. In die Erstellung der Landnutzungskarte sind die oben genannten Datengrundlagen und Anpassungen der Nutzungsinformationen eingeflossen.

Homogene Raumeinheiten

Nach Aufbereitung der Datengrundlagen wurde eine Karte der homogenen Raumeinheiten (HRE) als Konzeptkarte erstellt. Durch die räumliche Verschneidung der Geoflächendaten werden Teilflächen

konstruiert, die auf Grund ihrer jeweiligen Kombination der Einflussfaktoren Nutzung bzw. Baualtersklassen (Siedlungsgebiete) und Oberflächennahe Gesteine Anhaltspunkte über zu erwartende spezifische Bodenbelastungen geben. Die Karte der Homogenen Raumeinheiten dient als Grundlage für die geostatistischen Interpolationsverfahren. In Tab. 4–1 sind die zur Erstellung der homogenen Raumeinheiten verwendeten Datengrundlagen zusammengestellt.

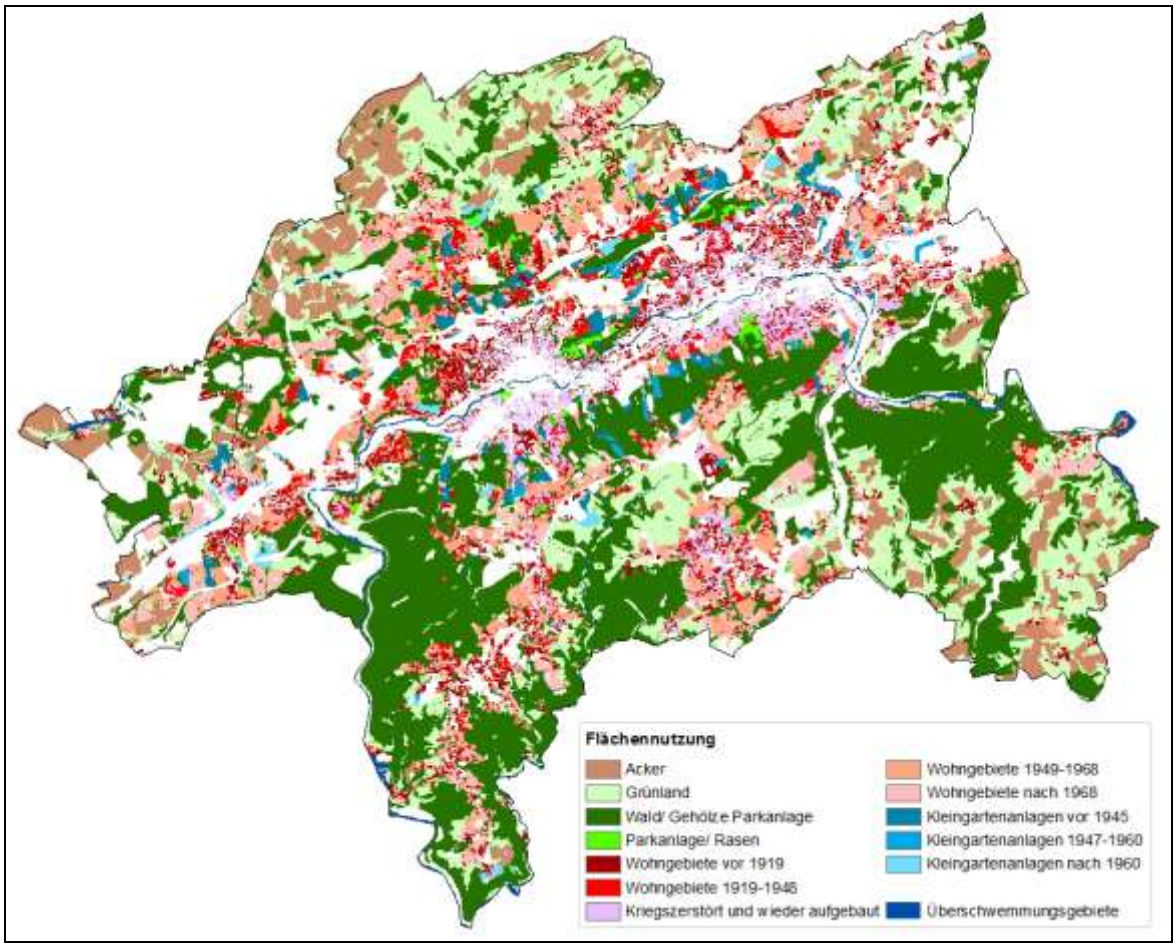


Abb. 4–1: Karte der aktuellen Flächennutzung in der Stadt Wuppertal.

Tab. 4–1: Homogene Raumeinheiten.

Nutzung
Acker
Grünland
Wald/ Gehölze Parkanlage
Parkanlage/ Rasen
Wohngebiete vor 1919
Wohngebiete 1919-1948
Wohngebiete kriegszerstört und wieder aufgebaut
Wohngebiete 1949-1968
Wohngebiete nach 1968
Oberflächennahe Gesteine
Hauptlage
Fluviale Sedimente

Statistische Analyse der Bodendaten und geostatistische Verfahren

Zur Erstellung der aktualisierten Bodenbelastungskarten wurden die Bodenmessdaten einer statistischen Auswertung unterzogen. Mit Hilfe der statistischen Analyse erfolgte gleichermaßen die fachliche Überprüfung der Einflussfaktoren auf die Bodenbelastung als auch die Identifizierung einzelner untypischer Messwerte (Ausreißer und Extremwerte), die ggf. von der weiteren Bearbeitung auszuschließen waren. Die Übertragung von punktbezogenen Bodenmessdaten in flächenhafte Aussagen zur Bodenbelastung erfolgte mit Hilfe geostatistischer Interpolationsverfahren (Kriging). Als Ergebnis der flächenhaften Interpolation liegen die stoffspezifischen Karten der geschätzten Stoffgehalte (BBK) und die Karten der Schätzgüte (Schätzunsicherheit) vor. Auf Grundlage der Schätzwertekarten können weitere Auswertungskarten wie z.B. der Vergleich mit Vorsorgewerten erstellt werden.

Erstellung der aktualisierten Bodenbelastungskarten

Im Rahmen der BBK-Erstellung wurden für den Leitparameter Blei verschiedene BBK-Varianten erstellt, beispielsweise unter Ausschluss der Nutzungskategorien „kriegszerstörte und wieder aufgebaute Siedlungsgebiete“ oder „Kleingartenanlagen“, die eine hohe Varianz bzw. Heterogenität aufweisen. Nach Auswertung der verschiedenen Varianten zeigten die Bodenbelastungskarten unter Beibehaltung der Nutzungskategorie „kriegszerstörte und wieder aufgebaute Siedlungsgebiete“, aber unter Ausschluss der Messdaten aus den Kleingartenanlagen die bestmöglichen Ergebnisse. Es konnte auf die Einbeziehung der Daten aus den Kleingartenuntersuchungsprogramms verzichtet werden, zumal die Stadt Wuppertal über ein für Kleingartenanlagen vollzugstaugliches Untersuchungs- und Bewertungsinstrument verfügt.

4.1 Karten der geschätzten Stoffgehalte

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbelastungskarten für die Hauptbelastungsparameter Blei und Benzo(a)pyren vorgestellt.

Blei

In Abb. 4–2 sind die Ergebnisse der flächenhaften Schätzung der Bleigehalte dargestellt. Die in der Darstellung gewählten Klassengrenzen der geschätzten Stoffgehalte entsprechen dem Klassifizierungsschema in Tab. 4–4. Darin orientieren sich die Schwellenwerte an vollzugsrelevanten Bewertungsmaßstäben der BBodSchV und den im Rahmen des Vorhabens abgeleiteten lokalen Hintergrundwerten und gebietsbezogenen Beurteilungswerten (Kap. 4.4).

Die räumliche Verteilung der geschätzten Bleigehalte zeigt erwartungsgemäß die höchsten Bodenbelastungen in den Siedlungsgebieten entlang der Talachse Wuppertals sowie im Siedlungskern des Stadtbezirks Ronsdorf. Dort liegen in den älteren (Vorkrieg) und kriegszerstörten Wohngebieten geschätzte Bleigehalte zwischen 400 mg/kg und 800 mg/kg vor, die den gebietsbezogenen Beurteilungswert (gBW-1) für Kinderspielflächen gemäß der Duisburger Bleistudie überschreiten. Innerhalb des Wohnquartiers Rott im Stadtteil Barmen treten kleinräumig geschätzte Bleigehalte über 800 mg/kg auf. In den älteren Siedlungsgebieten außerhalb der Talachse bewegt sich das Belastungsniveau zwischen 200 und 400 mg Blei/kg. Die Böden der jüngeren Wohngebiete mit Bebauungsaltern aus der Nachkriegszeit sind deutlich geringer mit Blei belastet. Die flächenhaften Schätzungen der Bleigehalte liegen nur noch lokal über 200 mg/kg, z.B. auf kleineren Teilflächen in der Nordstadt, im

Ortsteil Hatzfeld (Barmen) oder in Ronsdorf. Der größte Flächenanteil der in jüngerer Zeit bebauten Siedlungsflächen weist Bleigehalte unterhalb 180 mg/kg auf. Dieser Schwellenwert wurde im Hinblick auf die Aufgaben des Bodenschutzvollzugs als lokaler Hintergrundwert definiert (Kap. 2).

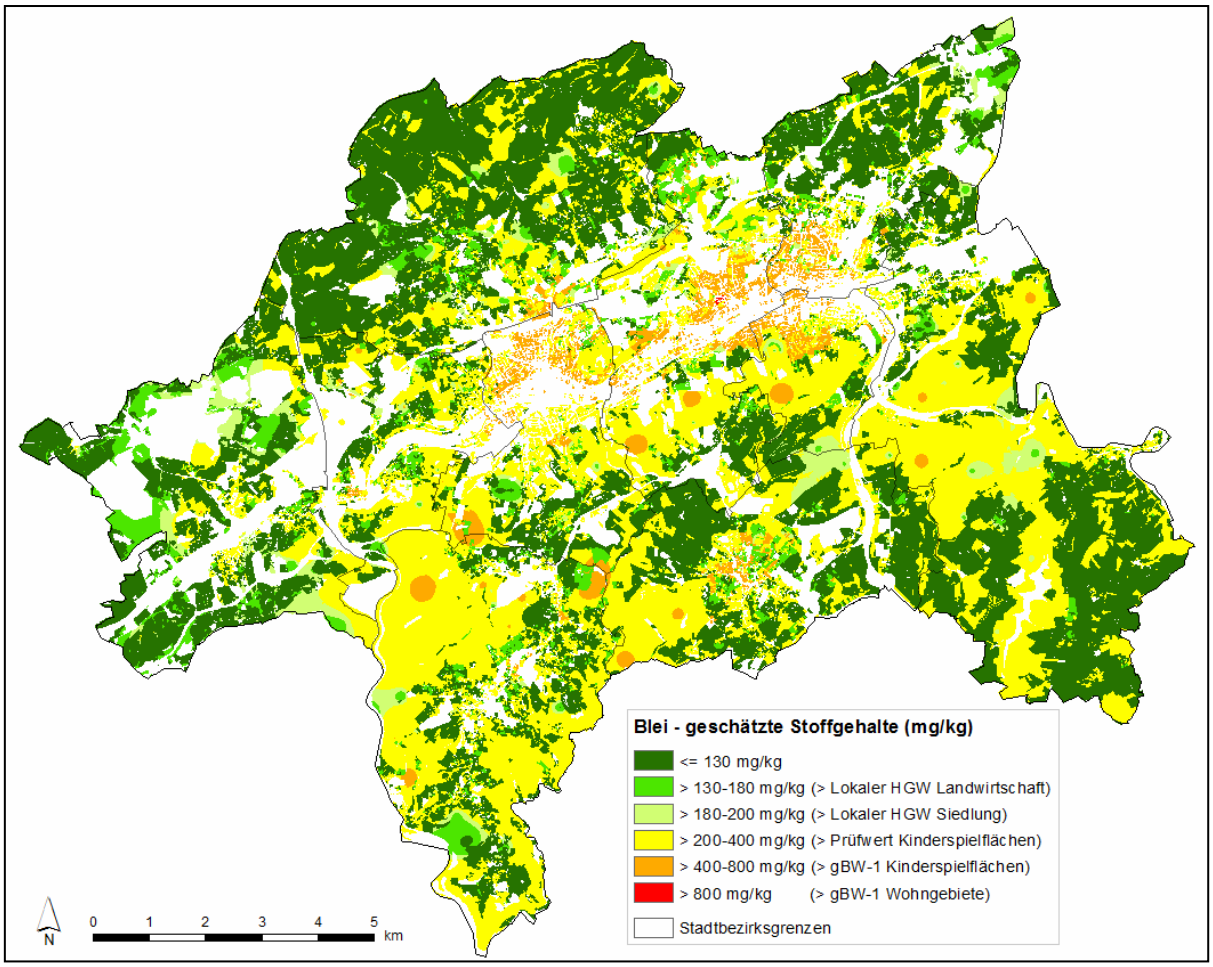


Abb. 4–2: Karte der geschätzten Stoffgehalte für Blei.

In den großen zusammenhängenden Waldregionen südlich und östlich der Talachse werden flächenhaft Bleigehalte zwischen 200 und 400 mg/kg geschätzt. Lokale Maxima der Bleibelastung unter Waldnutzung mit Gehalten über 400 mg/kg sind auf den Nahbereich weniger Standorte beschränkt. Die zu erwartende nutzungsspezifische Bodenbelastung ist auch bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen deutlich zu erkennen. Für Acker- und Grünlandböden werden flächenhaft Bleigehalte unter 130 mg/kg geschätzt. Kleinräumige Überschreitungen des lokalen Hintergrundwertes von 130 mg/kg liegen nur unter Grünlandnutzung vor.

Im Vergleich mit den Ergebnissen der BBK 2007 zeigen die Auswertungen der fortgeschriebenen BBK eine vergleichbare räumliche bzw. nutzungsspezifische Differenzierung der Bleibelastung, allerdings mit einer verbesserten Datenkontinuität. Aufgrund der methodischen Anpassungen, wie dem Ausschluss von Messstellen in Überschwemmungsgebieten oder von organischen Auflageproben unter Waldnutzung, ist das Belastungsniveau auf Basis der aktualisierten Schätzwertekarten niedriger.

Benzo(a)pyren (B(a)P)

In Abb. 4–3 ist die räumliche Verteilung der Gehalte an dem Schadstoff B(a)P in den Oberböden Wuppertals dargestellt. Die gewählten Klassengrenzen orientieren sich an den speziell auf die Gegebenheiten Wuppertals abgeleiteten Bewertungsmaßstäben gemäß Tab. 4–4.

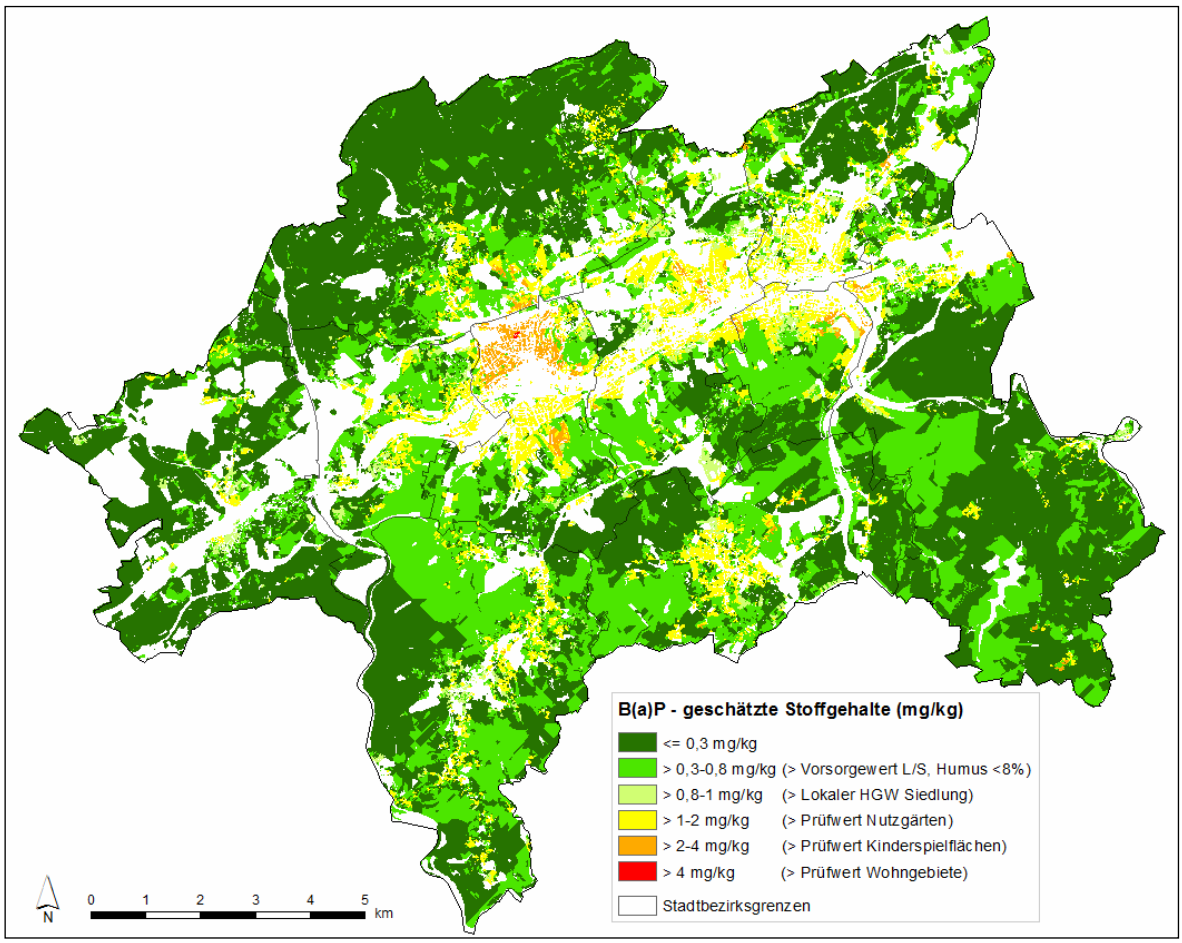


Abb. 4–3: Karte der geschätzten Stoffgehalte für Benzo(a)pyren.

Analog zur Belastungssituation des Schwermetalls Blei liegen die größten Belastungen mit B(a)P in den Siedlungsböden entlang der Talachse vor. Die geschätzten B(a)P-Gehalte werden vor allem im nördlichen Gebiet des Stadtbezirks Elberfeld flächenhaft auf über 2 mg/kg entsprechend dem Prüfwert der BBodSchV für Kinderspielflächen geschätzt. Weitere Belastungsschwerpunkte mit Werten über 2 mg/kg treten lokal in der Südstadt (Elberfeld) sowie in den Stadtbezirken Barmen, Heckinghausen und Ronsdorf auf. Die maximalen geschätzten B(a)P-Gehalte mit Werten zwischen 4 und 4,5 mg/kg sind in Wohngebieten der Nordstadt (Leder- und Gerberstraße) lokalisiert und nehmen eine kleine Fläche von 0,23 Hektar ein.

Insgesamt lässt sich, wie auch beim Schwermetall Blei, das hohe Schadstoffniveau auf die älteren Siedlungsböden und die Böden der kriegszerstörten und wieder aufgebauten Wohngebiete eingrenzen. Die B(a)P-Gehalte der alten Siedlungsböden spiegeln die mit der reliefbedingten, stadtklimatischen Situation verbundene Anreicherung von immissionsbürtigen Schadstoffen über lange Zeiträume wider. Vor diesem Hintergrund ist insbesondere die Bedeutung der B(a)P-Anreicherung durch Hausbrand und durch das Ausbringen von Hausbrandaschen hervorzuheben.

Ganz anders verhält es sich bei den jüngeren Wohngebieten der Nachkriegszeit. Hier werden für den größten Teil der Siedlungsflächen B(a)P-Gehalte unter 1 mg/kg geschätzt. Überschreitungen dieses Schwellenwertes liegen für diese Nutzungskategorie räumlich eng begrenzt mit einem geringen Flächenanteil vor. Die Böden der land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sind gegenüber den Siedlungsböden durch ein deutlich geringeres Niveau der B(a)P-Belastung gekennzeichnet.

4.2 Vergleich mit Vorsorgewerten

Die bodenschutzfachliche Bewertung der BBK-Ergebnisse erfolgte mit Hilfe der zusammenfassenden Auswertungskarten zum Vorsorgewertvergleich bzw. dem Vergleich mit den lokalen Hintergrundwerten. Der kartografische Vergleich erfolgte nicht für jeden Einzelparameter, sondern in aggregierter Form über alle Schadstoffe. Als Ergebnis steht jeweils eine zweistufig klassifizierte Gesamtkarte zur Verfügung:

- Beurteilungswert nicht überschritten (≤ Beurteilungswert)
- Beurteilungswert von mindestens einem Schadstoff überschritten (> Beurteilungswert).

Vergleich mit den Vorsorgewerten der BBodSchV

Aufgrund des generellen hohen Bodenbelastungsniveaus in Wuppertal werden die Vorsorgewerte auf ca. 90 % der gesamten bewerteten Fläche überschritten werden. Im Außenbereich liegen unter Ackernutzung Unterschreitungen der Vorsorgewerte noch mit nennenswerten Flächenanteilen vor, wohingegen unter Gründlandnutzung auf nahezu der gesamten Fläche mindestens ein Vorsorgewert überschritten wird. Für den größten Flächenanteil der Waldböden liegen Hinweise für eine Überschreitung der Vorsorgewerte von zwei oder drei Schadstoffen vor.

Im Siedlungsbereich werden nur in den jüngeren Wohngebieten gebietsweise alle Vorsorgwerte unterschritten, auf altbebauten und kriegszerstörten Siedlungsflächen überschreitet nach der Schätzung der Schadstoffgehalte mindestens ein Parameter den jeweiligen Vorsorgewert.

4.3 Vergleich mit Prüfwerten und gebietsbezogenen Beurteilungswerten

Die schadstoffübergreifende Bewertung der geschätzten Stoffgehalte nach Prüfwerten erfolgt für die relevanten Wirkungspfade Boden-Pflanze (Acker- und Grünlandflächen des Außenbereichs) und Boden-Mensch (Siedlungsflächen im Innenbereich) entsprechend den in Tab. 4–4 aufgeführten Bewertungsmaßstäben. Zur bodenschutzfachlichen Bewertung der Bodenschadstoffgehalte in den Siedlungsgebieten wurden, mit Ausnahme von Blei, die Werteregelungen der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch herangezogen.

Der kartografische Prüfwertevergleich erfolgte stoffübergreifend anhand der Prüfwerte für die sensibelste Nutzung Kinderspielflächen im Sinne einer potenziellen Exposition dieser Nutzergruppe. Zur Bewertung der Bleibelastung wurde der gebietsbezogene Beurteilungswert **gBW-1 für Kinderspielflächen** von 400 mg/kg herangezogen (Kap. 3.2), der im Bodenschutzvollzug der Stadt Wuppertal den gültigen BBodSchV-Prüfwert ersetzen soll. Überschreitungen des **gBW-1 für Wohngebiete** (800 mg/kg) treten nur kleinräumig begrenzt auf einer Fläche von ca. 0,45 Hektar auf (z.B. Wohnquartiers Rott).

Tab. 4–2: Prüf- und Maßnahmenwerte für die Wirkungspfade Boden-Pflanze und Boden-Mensch (Königswasserextrakt, Angabe in mg/kg).

	Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze		Wirkungspfad Boden – Mensch		
Schadstoff	Prüfwert Ackerbauflächen[1)]	Maßnahmenwert Grünland[2)]	Prüfwert Kinderspiel-flächen	Prüfwert Wohngebiete	Prüfwert Park- u. Frei-zeit
Arsen	200/50 [3)]	50	25	50	125
Cadmium	5 [4)]	20	10/2 [6)]	20/2 [6)]	50
Chrom	–	–	200	400	1.000
Kupfer	–	1.300 [5)]	–	–	–
Quecksilber	5	2	10	20	50
Nickel	–	1.900	70	140	350
Blei	590 [4)]	1.200	200	400	1.000
Blei			**400 [7)]**	**800[7)]**	
Zink	947 [4)]	–	–	–	–
Benzo(a)pyren	1	–	2/1 [8)]	4/1 [8)]	10

1 Prüf- oder Maßnahmenwerte für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze auf Ackerbauflächen.
2 Maßnahmenwert für den für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze auf Grünlandflächen.
3 Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg.
4 Berechnete kritische Gehalte im KW-Aufschluss gemäß Merkblatt 55 (LUA 2006c).
5 Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg.
6 In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2 mg/kg als Prüfwert anzusetzen.
7 Gebietsbezogener Beurteilungswert **gBW-1 für Kinderspielflächen; gBW-1 für Wohnen**
8 Im Rahmen der Novellierung der BBodSchV wird ein stark herabgesenkter Prüfwert diskutiert.

In Tab. 4–3 sind die Flächenstatistiken des Vergleichs mit den Prüfwerten und den gebietsbezogenen Beurteilungswerten zusammengestellt. Eine flächenhaft relevante Überschreitung der Beurteilungswerte liegt insb. beim Schadstoff Blei vor. Sollte es zu einer deutlichen Absenkung der Prüfwerte für den Schadstoff B(a)P im Rahmen der Novellierung der BBodSchV kommen, ist mit einem deutlich erhöhtem Untersuchungs- und Bearbeitungsaufwand durch die Untere Bodenschutzbehörde zu rechnen.

Tab. 4–3: Flächenstatistik der Einzelparameter mit nutzungsbezogenen Überschreitungen der Prüf- und Beurteilungswerte in den Siedlungsgebieten.

	Siedlungsgebiete (Altbebaut & kriegszerstört)		Siedlungsgebiete (Bebauung nach 1948)	
Schadstoff	Hektar	% Nutzung	Hektar	% Nutzung
Arsen - Prüfwert Kinderspiel (25 mg/kg)	22,59	2,62	-	-
Cadmium - Prüfwert Kinderspiel (2[1] mg/kg)	11,87	1,38	-	-
Blei - gBW-1 Wohngebiete (800 mg/kg)	0,46	0,05	-	-
Blei - gBW-1 Kinderspiel (400 mg/kg)	114,52	13,3	-	-
B(a)P - Prüfwert Wohngebiete (4 mg/kg)	0,23	0,03	-	-
B(a)P - Prüfwert Kinderspiel (2 mg/kg)	43,49	5,05	-	-
B(a)P - Abgesenkter Prüfwert (1 mg/kg)[2]	511,88	59,47	0,83	0,07

[1] Für Cadmium wurde der Wert von 2 mg/kg als Prüfwert herangezogen.
[2] Eine Absenkung der Prüfwerte ist bei der Novellierung der BBodSchV geplant.

4.4 Bewertungsmaßstäbe

Zur Bewertung der Schadstoffgehalte von Bodenmaterialien gelten die Werteregelungen der BBodSchV. Als Beurteilungsmaßstäbe werden Vorsorgewerte sowie Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV konkretisiert.

Vorsorgewerte und lokale Hintergrundwerte

Als Vorsorgepflicht wird in der BBodSchV festgelegt, dass bei der Verlagerung von Bodenmaterial die Vorsorgewerte einzuhalten sind. Aufgrund der großflächigen Überschreitung von Vorsorgewerten auf dem Stadtgebiet Wuppertals ist die praktische Umsetzung der Regelungen im Bodenschutzvollzug jedoch kaum möglich. In § 12 Abs. 10 BBodSchV wird eine Ausnahmeregelung für den Fall formuliert, wenn gebietsbezogen großflächige Überschreitungen der Vorsorgewerte vorliegen. Es können **lokaler Hintergrundwerte** abgeleitet werden, die die Vorsorgewerte der BBodSchV ersetzen. Am 27.05.2008 wurden im Umweltausschuss der Stadt Wuppertal lokale Hintergrundwerte für die Schadstoffe Arsen, Blei und Zink festgesetzt, die das behördliche Verwaltungshandeln in Bezug auf die Verlagerung von Bodenmaterialien innerhalb des Stadtgebietes erleichtern. Im Rahmen der Fortschreibung der BBK wurden, in enger Abstimmung mit dem Landesvertretern, die lokalen Hintergrundwerte (HGW) für die Stadt Wuppertal auf Grundlage der fortgeschriebenen Bodenbelastungskarten überprüft und aktualisiert.

Prüfwerte und gebietsbezogene Beurteilungswerte

Prüfwerte stellen die Werte dar, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen. Es wird geprüft, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt (§ 8 Abs. 1 Nr. 1 BBodSchG). Hierfür sieht der § 3 Abs.4 BBodSchV Detailuntersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung vor. Auf Grundlage der Ergebnisse der Bodenbelastungskarten Wuppertal ist der Wirkungspfad Boden-Mensch von Relevanz, da in den Siedlungsgebieten Wuppertals großflächige Prüfwertüberschreitungen des Parameters Blei vorliegen. Aufgrund des flächenhaften Charakters der Prüfwertüberschreitungen wären Detailuntersuchungen im erheblichen Umfang durchzuführen.

Für Gebiete mit flächenhaften, natur- oder siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten besteht alternativ die Möglichkeit, im Sinne einer gebietsbezogenen Detailuntersuchung stoff- und nutzungsspezifische, „gebietsbezogene Beurteilungswerte“ (gBW) mit Gefahrenbezug abzuleiten, die die Prüfwerte der BBodSchV im Vollzug ersetzen (LANUV 2014, MUNLV 2004). Im Rahmen der Fortschreibung wurde diese Möglichkeit geprüft und erfolgreich angewendet. Im Ergebnis konnte der weitere Untersuchungsbedarf auf kleine Flächenanteile begrenzt werden, auf denen Überschreitungen der gebietsbezogenen Beurteilungswerte ermittelt worden sind (vgl. BBBKs und Tab. 4.3).

In Tab. 4–4 sind die stoff- und nutzungsspezifischen Beurteilungswerte der unterschiedlichen Maßstabsebenen zur Bewertung von Schadstoffgehalten in den Böden Wuppertals zusammengestellt.

Tab. 4–4: Beurteilungswerte für die Böden des Stadtgebietes Wuppertal.

As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	B(a)P	Beurteilungsgrundlage
-	≤ 1	≤ 60	≤ 40	≤ 0,5	≤ 50	≤ 70	≤ 150	≤ 0,3	≤ Vorsorgewert (Lehm/ Schluff)
≤ 10						≤ 130	≤ 200		≤ Lokaler Hintergrundwert Landwirtschaft
> 10-20						> 130-180	> 200-300		> Lokaler Hintergrundwert Landwirtschaft ≤ Lokaler Hintergrundwert Siedlung (ab 1948)
								> 0,3-0,8	> Vorsorgewert (Lehm/ Schluff) ≤ Lokaler Hintergrundwert Siedlung (ab 1948)
		> 60	> 40	> 0,5	> 50				> Vorsorgewert (Lehm/ Schluff)
								> 0,8-1,0	> Lokaler Hintergrundwert Siedlung (ab 1948) ≤ Prüfwert Nutzgarten
	> 1-2								> Vorsorgewert (Lehm/ Schluff) ≤ Prüfwert Haus- und Kleingärten
> 20-25						> 180-200			> Lokaler Hintergrundwert Siedlung (ab 1948) ≤ Prüfwert Kinderspielflächen
	> 2-10							> 1-2	> Prüfwert Nutzgärten ≤ Prüfwert Kinderspielflächen
						> 200-400			> PW Kinderspielflächen ≤ gBW-1 Kinderspiel
> 25-50								> 2-4	> Prüfwert Kinderspielflächen ≤ Prüfwert Wohngebiete
						> 400-800			> gBW-1 Kinderspielflächen (Blei) ≤ gBW-1 Wohngebiete (Blei)
> 50								> 4	> Prüfwert Wohngebiete
						> 800			> gBW-1 Wohngebiete (Blei)
							> 300-450		> Lokaler Hintergrundwert Siedlung (ab 1948) ≤ Zuordnungswert LAGA-Z1
							> 450		> Zuordnungswert LAGA-Z1

Erläuterungen
- Vorsorgewerte der Bodenartengruppe Lehm/ Schluff für Metalle und organische Schadstoffe gemäß BBodSchV
- Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch mit Nutzungsbezug gemäß BBodSchV
- Lokale Hintergrundwerte abgeleitet aus den Bodenmessdaten Wuppertal
- gBW-1 = untere gebietsbezogene Beurteilungswerte für Blei gemäß gebietsbezogenem Bewertungskonzept für Duisburg-Süd

4.5 Zusammenfassung

Anwendungshinweise

Bei der Anwendung der Bodenbelastungskarten (BBK) im Bodenschutzvollzug und der kommunalen Planungspraxis ist zu berücksichtigen, dass in den Bodenbelastungskarten Schätzwerte für Schadstoffgehalte dargestellt sind. Die dargestellten Schadstoffgehalte geben die flächenhafte Schadstoffsituation im Stadtgebiet wieder, nicht jedoch die Schadstoffsituation von Altstandorten, Altablagerungen oder anderen lokalen Besonderheiten. Aus diesem Grund können an einzelnen Messstellen andere Schadstoffgehalte vorliegen, als es die Bodenbelastungskarten ausweisen. Dies ist der Fall, wenn auf den betroffenen Flächen eine untypische Schadstoffsituation im Vergleich zum Stadtgebiet vorliegt. Deutlich wird dies durch statistische Ausreißerwerte, die in den Bodenbelastungskarten nicht zur flächenhaften Schätzung der Schadstoffgehalte herangezogen wurden.

Verwertung von Bodenmaterial

Aufgrund der gebietsbezogenen großflächigen Überschreitung von Vorsorgewerten bzw. lokalen Hintergrundwerten in den Oberböden Wuppertals sind erhöhte Anforderungen an die Verwertung von Bodenaushub zu stellen. Gemäß den Ausnahmeregelungen des § 12 Abs. 10 BBodSchV kann trotz der Überschreitungen von Vorsorge- bzw. Hintergrundwerten Bodenmaterial innerhalb dieses Gebietes umgelagert und verwertet werden, wenn die anderen materiellen Anforderungen des Bodenschutzrechts eingehalten werden.

- Eine Verwertung von Bodenaushub auf Landwirtschafts- und Waldflächen außerhalb der Auen ist unter Beachtung der lokalen Hintergrundwerte möglich.
- Eine Verwertung von Bodenaushub aus den jüngeren Siedlungsgebieten (Bebauungsalter nach 1948) auf Flächen außerhalb der Siedlung ist angesichts des mit Landwirtschaftsflächen vergleichbaren Belastungsniveaus prinzipiell möglich. Allerdings sollte eine Verwertungseignung von Bodenmaterial mittels Bodenuntersuchungen nachgewiesen werden.
- Eine Verwertung von Bodenaushub aus den altbebauten, hoch belasteten Siedlungskernen in der Talachse Wuppertals ist generell nur innerhalb dieser Nutzung möglich und bedarf einer Einzelfallprüfung.

Überschreitungen von Prüfwerten / gebietsbezogenen Beurteilungswerten

Der orientierenden Bewertung von **Landwirtschaftsflächen** und **Waldflächen** wurden die nutzungsbezogenen Prüfwerte der BBodSchV zu Grunde gelegt. Demnach liegen auf Grundlage der BBK-Ergebnisse keine Überschreitungen der Prüfwerte vor.

Der orientierenden Bewertung der **Siedlungsflächen** wurden stoffübergreifend die Prüfwerte der empfindlichsten Boden-Nutzung „Kinderspielflächen“ zu Grunde gelegt. Diese Bewertung ist als worst-case-Betrachtung zu interpretieren, bei der das gesamte Siedlungsgebiet als potenzielle Kinderspielfläche im Sinne des BBodSchV eingestuft wird, obwohl de facto die unempfindlichere Nutzung „Wohngebiet“ und in Teilen die noch weniger empfindliche Nutzung „Park- und Freizeitanlagen“ (Rasenflächen) vorliegt. Außerdem wurde für den Hauptbelastungsparameter Blei aufgrund der siedlungsbedingt großflächig erhöhten Bleigehalte ein gebietsbezogener Beurteilungswert (gBW-1 Kinderspielflächen) in Höhe von 400 mg Blei/kg entsprechend der Vorgehensweise in der Stadt Duisburg herangezogen.

Hinsichtlich einer möglichen Absenkung des Prüfwertes für Benzo(a)pyren im Rahmen der Novellierung der BBodSchV auf 1 mg/kg zeigt sich ein erhöhter Bearbeitungsbedarf für den Bodenschutzvollzug.

Nach den BBK-Ergebnissen liegen Anhaltspunkte für schädliche Bodenveränderungen vor allem in den altbebauten und kriegszerstörten Siedlungsgebieten entlang der Talachse vor. Diesen Anhaltspunkten kann mit Hilfe von weiteren Sachverhaltsermittlungen nachgegangen werden. Der Vergleich mit Vorsorge-, Prüf- und Beurteilungswerten liefert Hinweise auf stoffliche Belastungen, welche im Rahmen der Bauleitplanung sowohl bei der Aufstellung von Bebauungsplänen als auch bei Vorhabens- und Erschließungsplänen berücksichtigt werden können. Ergänzend zur Berücksichtigung von Altablagerungen/ Altstandorten können die Überschreitungsflächen ein Hinweis für erhöhte Bodenbelastungen sein, denen im Rahmen der weiteren Sachverhaltsermittlung (Detailuntersuchung) nachgegangen werden kann.

Insgesamt ergibt sich beim Vergleich mit den Prüfwerten und den gebietsbezogenen Beurteilungswerten (g-BW) folgendes Bild:

- Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und unter Wald liegen keine Prüfwertüberschreitungen vor.
- Im Siedlungsbereich treten Überschreitungen des gebietsbezogenen Beurteilungswertes Blei (gBW-1 Kinderspielflächen) und weiterer BBodSchV-Prüfwerte nur in den altbebauten und kriegszerstörten Wohngebieten auf. Die Hauptbelastungsgebiete liegen in der Talachse und in Ronsdorf.
- Hauptbelastungsparameter in Wuppertal ist Blei. Der gBW-1 Kinderspiel wird nach der Schätzung der Bleigehalte auf 13 % (115 ha) der älteren Siedlungsgebiete überschritten.
- Es liegen weiterhin Überschreitungen der BBodSchV-Prüfwerte (Kinderspielflächen) in den altbebauten Siedlungsgebieten für die Stoffe Arsen (3 %), Cadmium (1 %) und Benzo(a)pyren (5 %) vor.
- Überschreitungen des nutzungsbezogenen Prüfwertes Benzo(a)pyren für Wohngebieten (4 mg/kg) liegen lokal begrenzt in den altbebauten Siedlungsgebieten (Nordstadt) auf einer Fläche von 0,23 Hektar (3%) vor (vgl. Kap. 4.1, Ausführungen zu Benzo(a)pyren).
- Im Falle einer Absenkung des Prüfwertes von B(a)P auf 1 mg/kg wären nach den BBK-Ergebnissen auf 59 % (512 Hektar) der älteren Siedlungsgebiete Überschreitungen zu erwarten. In jüngeren Siedlungsgebieten könnten lokal auch die Prüfwerte überschritten werden.

5 Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal

Bei der nach Baugesetzbuch (BauGB) vorgeschriebenen Umweltprüfung im Rahmen der Aufstellung von Bauleitplänen werden neben weiteren Umweltschutzbelangen die Belange des Bodenschutzes ermittelt und bewertet (LABO 2009). Nach §1 des Landesbodenschutzgesetzes (LBodSchG) sollten Böden mit einer hohen Bodenfunktion besonders geschützt werden.

Die Instrumente des Bodenschutzrechts (BBodSchG), wie z.B. Bodenschutzgebietsausweisungen für Archivböden, haben sich bisher in der Praxis wenig durchgesetzt (LABO 2011). Für die Ausweisung von Archivböden eignen sich auch die im Naturschutzrecht (BNatSchG) verankerten Schutzgebietskategorien ‚Naturschutzgebiete', ‚Naturdenkmäler, und ‚Landschaftsschutzgebiete' (LABO 2011). Kulturgeschichtlich bedeutsame Archive, wie z.B. Hohlwege, können prinzipiell auch nach dem Denkmalrecht (DschG NW) unter Schutz gestellt werden.

Auf Planungsebene der Flächennutzungsplanung (vorbereitende Bauleitplanung) und insbesondere im Rahmen der Bebauungsplanung (verbindliche Bauleitplanung) sind dazu großmaßstäbige Informationen zur Schutzwürdigkeit der Böden notwendig und in die Abwägungsprozesse einzubeziehen.

Die Auswertung der Bodenfunktionen erfolgte für landwirtschaftliche Nutzflächen auf Basis der Bodenschätzungsdaten (DGK5 Bo) und für Waldflächen und Siedlungsgebiete auf Grundlage der mittelmaßstäbigen Bodenkarte des GD NRW (BK50).

Die Bodenfunktionskarten aus dem Jahre 2010 (INGENIEURBÜRO FELDWISCH 2009, 2010) wurden fortgeschrieben und aktualisiert. Beiden Datengrundlagen ist gemeinsam, dass die Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium (Filter und Pufferfunktion) sehr homogen ausgeprägt und räumlich nur schwach differenziert war. Aus diesem Grunde wurde bei der Gesamtbewertung der landwirtschaftlichen Nutzflächen die Filter- und Pufferfunktion nicht berücksichtigt. Im Zuge der Aktualisierung der Bodenfunktionskarten erfolgte daher die Neubewertung der Filter-/Pufferfunktion nach dem methodischen Ansatz der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW 2010).

Auch die stoffliche Vorbelastung auf Grundlage der fortgeschriebenen BBK wurde modifiziert. Des Weiteren wurden die Bewertungsstufen der als Archive der Natur- und Kulturgeschichte ausgewiesenen Böden durch Geländebegehungen fachlich überprüft sowie Auswertungen zur potenziellen Kühlfunktion von Böden durchgeführt.

5.1 Neubewertung der Filter- und Pufferfunktion

Die Neubewertung der Wuppertaler Böden hinsichtlich ihrer Filter- und Pufferfunktion erfolgte nach dem methodischen Ansatz des LUBW (2010) für die landwirtschaftlichen Nutzflächen Wuppertals, und damit für Flächen die prioritär für die Siedlungsentwicklung beansprucht werden. Dieser Bewertungsansatz basiert auf den Klassenzeichen der Bodenschätzung für Acker- und Grünlandflächen. Mit den Klassenzeichen wurden landwirtschaftlich genutzte Böden hinsichtlich ihrer Ertragsfähigkeit bewertet und gekennzeichnet. Der Ackerschätzungsrahmen kombiniert die Bewertungsmerkmale Bodenart, Entstehungsart und Zustandstufe mit den so genannten Wertzahlen (relative Ertragsunterschiede) und stuft diese in Klassen ein. Der Grünlandschätzungsrahmen hingegen berücksichtigt die Kriterien Bodenart, Bodenstufe, Klima- und Wasserverhältnisse sowie die Wertzahlen. Außerdem

wurde der „Säurezustand“ durch die Ausgangssubstrate der Bodenbildung (silikatische oder karbonatische Gesteine) heran gezogen. Das Bewertungsergebnis wird in Abb. 5–1 wiedergegeben.

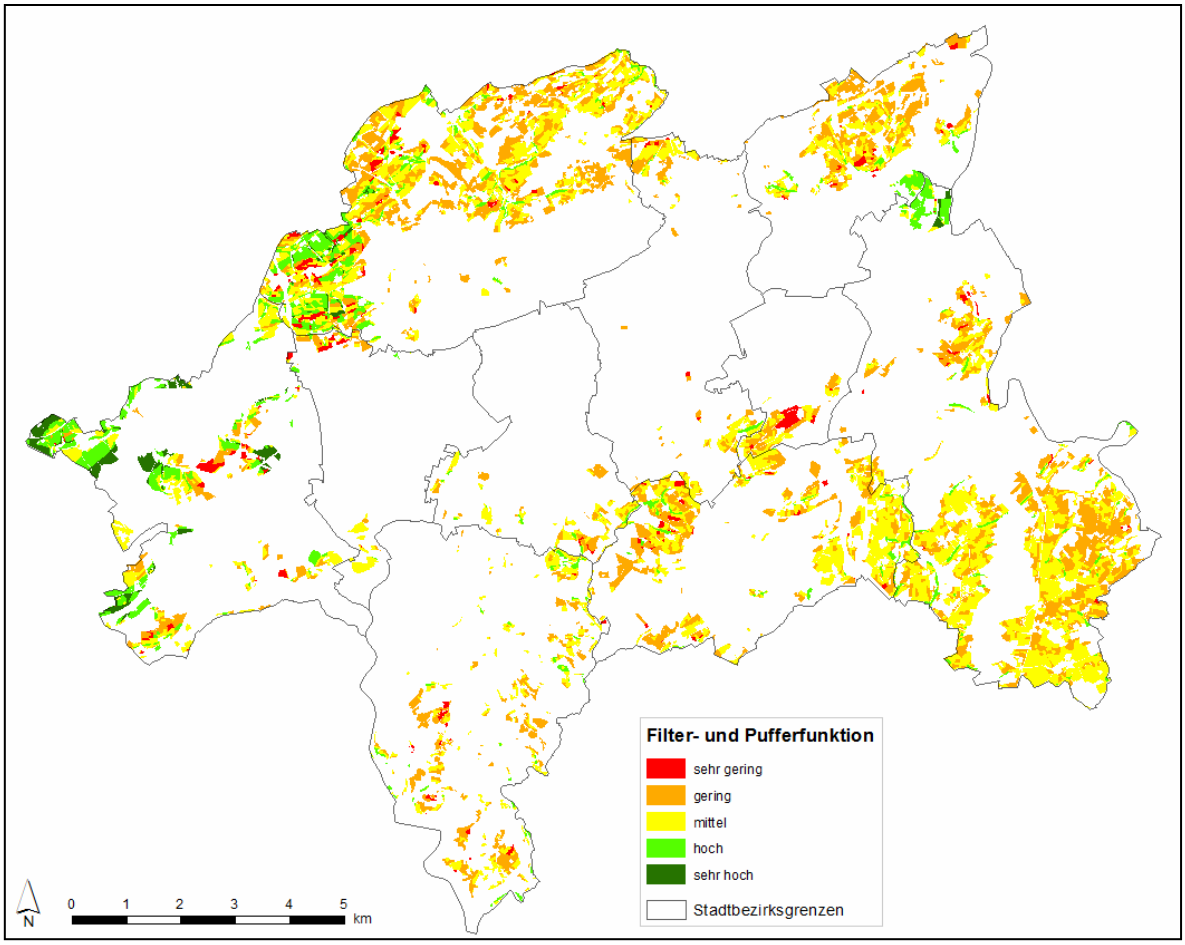


Abb. 5–1: Neubewertung der Filter- und Pufferfunktion nach der Methodik LUBW.

5.2 Archive der Natur- und Kulturgeschichte

Mit Erstellung der Bodenfunktionskarte für Wuppertal (INGENIEURBÜRO FELDWISCH 2009) wurden Hohlwege, Dolinen, Landwehre und Flösswiesen als Archive der Natur- und Kulturgeschichte gekennzeichnet und in die Bodenfunktionsbewertung nachrichtlich aufgenommen. Einige dieser Archive verfügen bereits über einen Schutzstatus, da sie Bestandteil von Landschaftsschutz- und Naturschutzgebieten oder als Naturdenkmäler bzw. Geotope ausgewiesen sind.

Im Rahmen dieses Vorhabens sollten die Schutzobjekte hinsichtlich ihrer Bewertung und Ausweisung als Archiv überprüft werden. Nach der Überprüfung im Gelände wurden die Bewertungsstufen für insgesamt 18 Schutzobjekte herabgesetzt, so dass von ursprünglich 46 Archiven der Natur- und Kulturgeschichte (INGENIEURBÜRO FELDWISCH 2009) in der aktualisierten Bodenfunktionsbewertung nur noch 28 Objekte als Archive der Natur- und Kulturgeschichte berücksichtigt werden. Der Tab. 5–1 ist eine Übersicht der als besonders schützenswert bewerteten Archive der Natur- und Kulturgeschichte (Wertstufen 4 und 5) in Wuppertal zu entnehmen.

Tab. 5–1: Anzahl der als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte bewerteten Objekte in Wuppertal.

Schutzobjekt	Bodenfunktionskarte 2009	Neubewertung 2015
Hohlwege	34	22
Dolinen	5	3
Landwehre	5	3
Flößwiesen	2	0

Hinweise für ein weiteres besonders schützenswertes Archiv der Naturgeschichte mit lokaler Bedeutung liegen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen entlang der Stadtgrenze, westlich der Ortschaft Schöller (Vohwinkel) vor. Nach der geologischen Karte (GK100) ist in diesem Gebiet Löss als Ausgangssubstrat der Bodenbildung verbreitet, der gemäß Flächeneinschreibung der Bodenkarte (BK50) teilweise karbonathaltig ist (Abb. 5–2). In Zusammenschau der Bodeninformation aus BK50 und GK100 sind hier möglicherweise Rohlössvorkommen anzutreffen. Dies könnte z. B. im Rahmen von Planverfahren, Abgrabungen, Nutzungsänderungen etc. überprüft und bewertet werden.

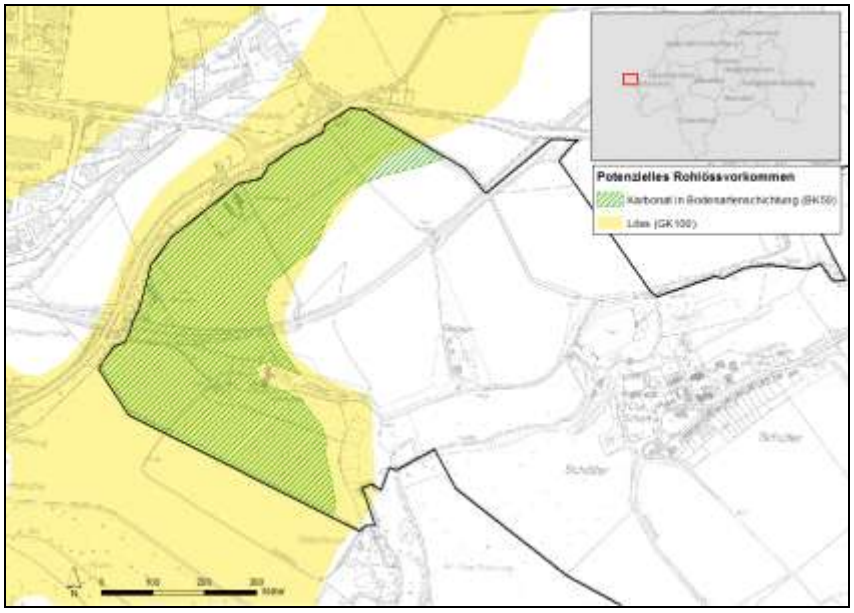


Abb. 5–2: Mögliches Rohlössvorkommen bei der Ortschaft Schöller.

5.3 Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit

Für die Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit der Böden stehen die Ergebnisse der Einzelfunktionen aus den vorliegenden Bodenfunktionsbewertungen und der aktualisierten Auswertungskarte zur Filter- und Pufferfunktion auf landwirtschaftlich genutzten Böden zur Verfügung.

Das methodische Vorgehen zur aktualisierten Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden orientiert sich an den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemein-

schaft Bodenschutz (LABO) zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen (FELDWISCH ET AL. 2006). In Anlehnung an die LABO-Empfehlungen wurden die drei Einzelfunktionen ‚natürliche Bodenfruchtbarkeit', ‚Wasserspeichervermögen' (Regelungsfunktion) und ‚Filter-/Pufferfunktion' durch ganzzahlige Mittelwertbildung der Wertstufen in den so genannten ‚Naturhaushaltsfunktionen' zusammengefasst. Die Bodenfunktionen ‚Naturhaushaltsfunktionen' und ‚Biotopentwicklungspotenzial' werden nach dem Maximalwertprinzip zusammengeführt, d.h. die Teilfunktion mit dem höheren Funktionserfüllungsgrad (Wertstufe) wird priorisiert.

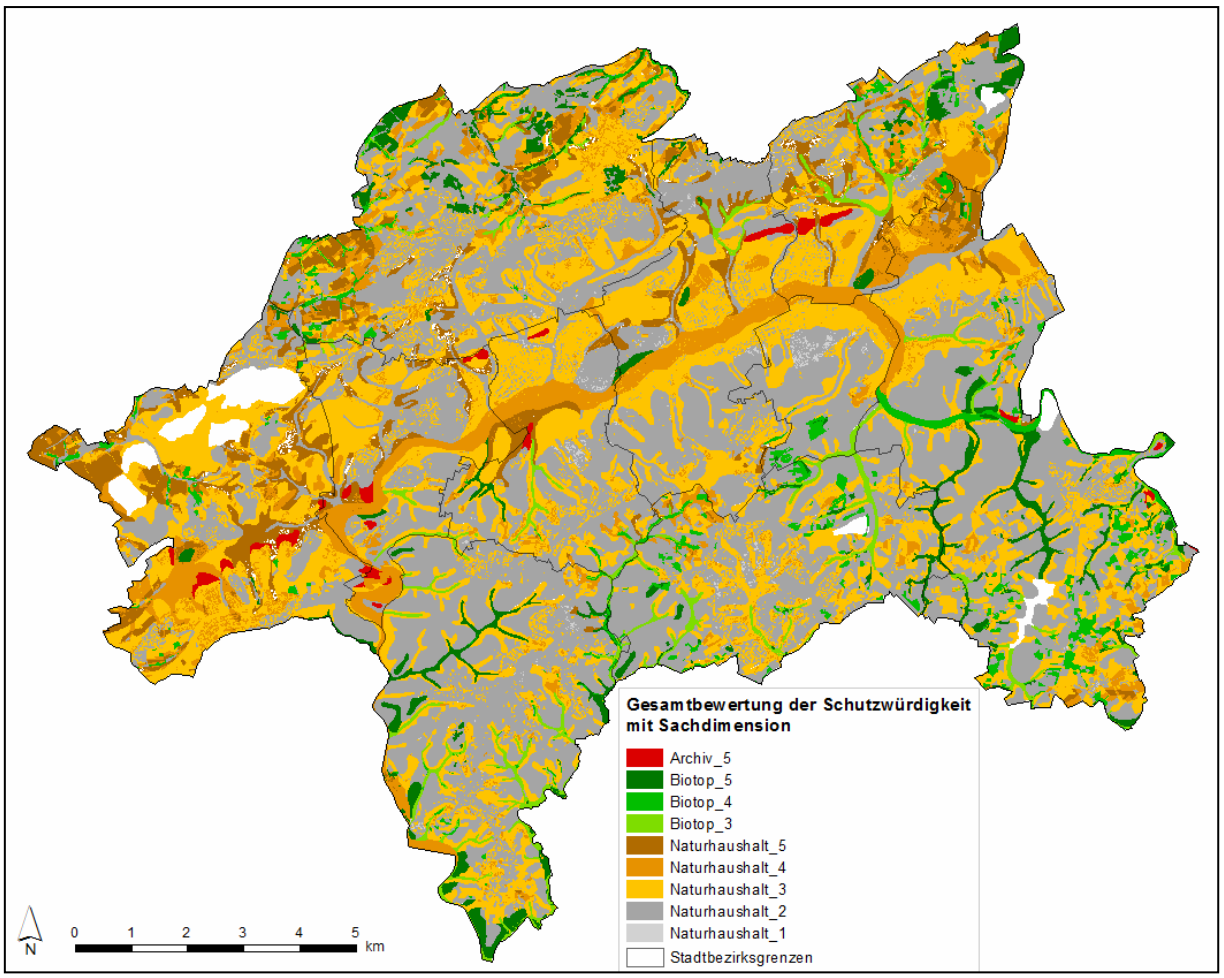


Abb. 5–3: Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit von Böden mit Sachdimension.

Entsprechend den LABO-Empfehlungen wurden stoffliche Vorbelastungen auf Grundlage der fortgeschriebenen BBK-Ergebnisse in die Bewertung eingebunden. In diesem Zusammenhang wurde die Bewertung der Naturhaushaltsfunktionen und des Biotopentwicklungspotenzials um eine Wertstufe verringert (Malus), wenn Prüfwertüberschreitungen vorliegen. Umgekehrt wurde ein Bonus vergeben, wenn alle Vorsorgewerte bzw. lokalen Hintergrundwerte unterschritten werden. Durch die Aufwertung wird die Besonderheit von Böden ohne stoffliche Vorbelastungen, die nur einen geringen Flächenanteil in Wuppertal aufweisen, hervorgehoben. Das korrigierte Bewertungsergebnis wurde jeweils auf die Wertstufen 1 bis 5 entsprechend dem fünfstufigen Klassifizierungsschema der Bodenfunktionsbewertungen beschränkt; es erfolgt keine Höherstufung auf die Wertstufe 6 oder Herabstufung auf die Wertstufe 0.

Die Ergebnisse der zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung sind der Abb. 5–3 zu entnehmen. Der kartografischen Auswertung liegt zunächst eine flächendeckende Bewertung auf Grundlage der mittelmaßstäbigen Bodenkarte BK50 zugrunde. Zur Bewertung derjenigen Teilflächen unter landwirtschaftlicher Nutzung, für die Bodenschätzungsdaten vorliegen, wurde die flächenhafte Neubewertung unter Berücksichtigung der Filter- und Pufferfunktion herangezogen. Die Zu- oder Abschläge hinsichtlich stofflicher Vorbelastungen auf Grundlage der fortgeschriebenen BBK-Ergebnisse wurden flächendeckend berücksichtigt. Flächenhafte Informationen zu Archiven der Natur- und Kulturgeschichte wurden als Signaturen über die Ergebnisse der Naturhaushaltsfunktionen und des Biotopentwicklungspotenzials gelegt. Bei diesen gemäß Bodenkarte BK50 als besonders schützenswert ausgewiesenen Archiven handelt es sich um Böden aus tertiären Lockergesteinen und Vulkaniten, deren besonders hoher Funktionserfüllungsgrad auf dem Substrataufbau beruht.

5.4 Kühlleistung des Bodens

Die fortschreitende Bebauung und anthropogene Überprägung städtischer Räume hat häufig erhebliche stadtklimatische Auswirkungen zur Folge. Insbesondere in den warmen Sommermonaten wirken sich Flächenversiegelungen temperaturerhöhend aus, umso mehr je weniger Verdunstung von Wasser über Pflanzen und Böden stattfinden kann. So bilden sich städtische Wärmeinseln, die sich durch deutlich höhere Tages- und Nachttemperaturen von der Umgebung unterscheiden und zu einer Wärmebelastung führen. Vor dem Hintergrund des prognostizierten globalen Temperaturanstiegs als Folge des Klimawandels werden städteklimatische und umweltplanerische Konzepte zur Optimierung und Verminderung der städtischen Wärmebelastungen in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

Fachinformationen zum Stadtklima der Stadt Wuppertal

Die Stadt Wuppertal verfügt mit dem ‚Handlungskonzept Klima und Lufthygiene' (INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2000) über eine Planungs- und Arbeitsgrundlage zur Bewertung klimatisch-lufthygienischer Aspekte, die im Rahmen von Planverfahren berücksichtigt werden können. Es wurde eine stadtweite Klimaanalysekarte mit Klimatopen und Kaltluftströmungen/Luftleitbahnen erstellt. Darauf aufbauend gibt die Planhinweiskarte Hinweise zur Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen und stellt somit eine Abwägungsgrundlage für Fachplanungen dar (INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2000).

Mit der Erstellung der Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal (INGENIEURBÜRO FELDWISCH 2010) wurde der Zusammenhang zwischen Bodenversiegelung und dem Lokalklima untersucht. Als Ergebnis ließ sich eine positive Korrelation zwischen erhöhten Oberflächentemperaturen und dem Versiegelungsgrad feststellen. Mit zunehmender Höhenlage und räumlicher Nähe bzw. Anbindung an Kaltluftschneisen konnte ein kühlender Effekt nachgewiesen werden, insbesondere in der Tallage im hoch verdichteten Innenbereich von Elberfeld und Barmen.

Bodenkühlungspotenzial

In städtischen Gebieten nimmt der (naturnahe) Boden eine besondere klimawirksame Rolle ein, da er Wasser speichern und der Vegetation zur Verdunstung zur Verfügung stellen kann. Zu den Bodenkühlungspotenziale existieren mittlerweile diverse Publikationen und das LANUV NRW hat mit dem Arbeitsblatt 29 einen Leitfaden ‚Kühlleistung von Böden' zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte veröffentlicht.

Daten zur klimatischen Wasserbilanz, die normalerweise genutzt werden, liegen allerdings nicht vor. Stattdessen wurde ein vereinfachter Ansatz zur Beurteilung von Bodenkühlungspotenzialen auf

Grundlage der Bodenkarte (BK50) angewendet. Durch Kombination der Bodenkennwerte nutzbare Feldkapazität (nFK) und ökologische Feuchtestufe (FEU) wurde eine Klassifizierung erstellt.

In Abb. 5–4 ist die BK50-Auswertung zur potenziellen Bodenkühlleistung dargestellt. Durch die Verknüpfungsregeln zwischen den Bodenkennwerten nFK und FEU erhalten alle auentypischen Böden bzw. Böden mit Grundwasseranschluss (Gleye, Auenböden und Übergangstypen) das Attribut ‚sehr hohes Bodenkühlungspotenzial'. Auch „offene Wasserflächen" besitzen ein sehr hohes Kühlungspotenzial. Diese wurden auf Basis der digitalen Flächennutzungsinformationen entsprechend mit einem sehr hohen Kühlungspotenzial gekennzeichnet. Bei den im nördlichen Stadtgebiet verbreiteten Böden mit geringem Kühlungspotenzial handelt es sich meist um abgewertete Siedlungsböden und flachgründige natürliche Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität.

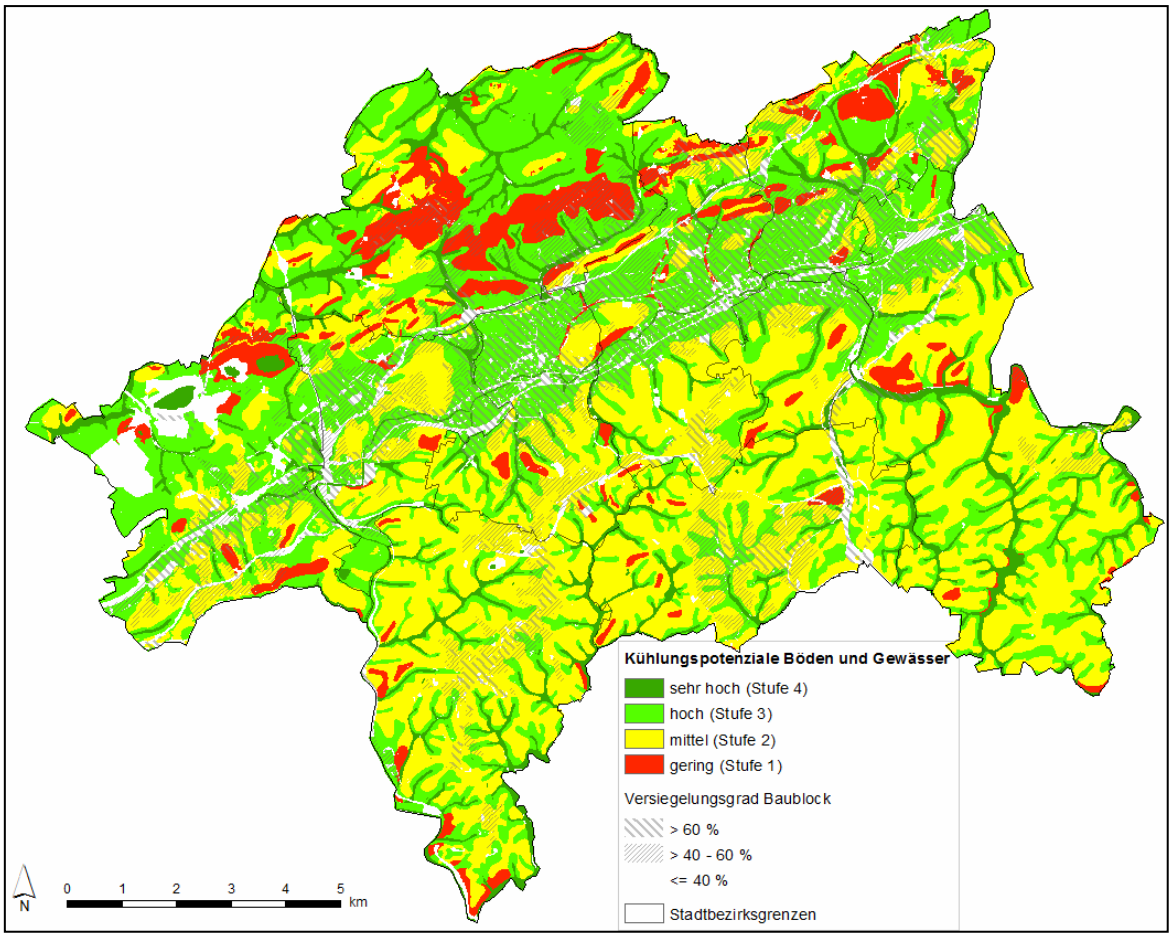


Abb. 5–4: Kühlungspotenziale auf Grundlage der Bodenkennwerte gemäß BK50, angepasst für offene Wasserflächen. Versiegelungsgrade auf Baublockebene mit Stand 2007.

Dabei tragen vor allem in hoch verdichteten Innenstadtbereichen Böden mit hohen Wasserspeicherkapazitäten wesentlich zur Kühlleistung bei. In diesem Zusammenhang kann eine Synthese von Fachinformationen zur potenziellen Kühlleistung von Böden (und Wasserflächen) sowie Flächendaten zur Versiegelung (Abb. 5–4) wertvolle Hinweise im Rahmen von städtebaulichen Planungs- und Abwägungsprozessen liefern.

Die Erhaltung von Böden mit hohen Kühlungspotenzialen im Innenbereich steht jedoch in Nutzungskonkurrenz z.B. mit der so genannten „Innenverdichtung" und bedarf der einzelfallbezogenen Abwägung.

6 Bodenschutzgebiete

Der §12 LBodSchG ermächtigt die Bodenschutzbehörden zur Festlegung von so genannten Bodenschutzgebieten. Diese können zum Schutz oder zur Sanierung von Böden, aus Gründen der Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie von Gefahren für die natürlichen Bodenfunktionen per Rechtsverordnung für Gebiete festgelegt werden, in denen flächenhaft

- schädliche Bodenveränderungen bestehen,
- das Entstehen von schädlichen Bodenveränderungen zu besorgen ist oder
- besonders schutzwürdige Böden gemäß § 12 Abs. 8 Satz 1 BBodSchV vorliegen.

Insbesondere bei großflächigen schädlichen Bodenveränderungen bietet das Instrument der Bodenschutzgebiete einheitliche Regelungen zum Umgang mit Bodenbelastungen anstatt aufwendiger Einzelfallbetrachtungen.

Gebiete mit schädlichen Bodenveränderungen

In Duisburg soll erstmals in NRW durch eine Verordnung ein Bodenschutzgebiet ausgewiesen werden. Im Entwurf der Bodenschutzgebietsverordnung für den Duisburger Süden werden Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen zur Begrenzung des Schadstofftransfers aufgrund von Überschreitungen des gBW-1 für Cadmium empfohlen, Blei spielt in Duisburg keine Rolle.

Für Wuppertal werden keine Bodenschutzgebiete auf Grundlage der Bleigehalte ausgewiesen, da zwar flächenhafte Überschreitungen des gBW-1 (Kinderspielflächen) vorliegen, aber nicht für den gBW-1 (Wohngebiete) ermittelt wurden. Kinderspielflächen wurden in einem eigenständigen Programm untersucht und entsprechende Maßnahmen wurden daraus abgeleitet. Für die Wohngebiete ist an dieser Stelle eine Einzelfallbetrachtung notwendig.

Gebiete mit der Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen

Nach den Auswertungsergebnissen der fortgeschriebenen BBK liegen im Stadtgebiet Wuppertals flächenhaft Überschreitungen der lokalen Hintergrundwerte und der (Wuppertaler) Vorsorgewerte vor. Aufgrund des stadtgebietsweiten Charakters der Überschreitungen und der damit fehlenden Differenzierungsmöglichkeit innerhalb des Stadtgebietes können keine Bodenschutzgebiete ausgewiesen werden.

Besonders schutzwürdige Böden

Es werden grundsätzlich Archivböden, Böden mit besonders ausgeprägter Lebensraumfunktion und Böden mit besonders ausgeprägter Naturhaushaltsfunktion unterschieden. Auf dem Stadtgebiet Wuppertals könnte ein mögliches Rohlössvorkommen nahe der Ortschaft Schöller aufgrund seiner Seltenheit als besonders schützenswertes Archiv der Naturgeschichte ausgewiesen werden. Eine Vor-Ort-Überprüfung und Abgrenzung eines möglichen Rohlössvorkommens sowie eine potenzielle Ausweisung als Bodenschutzgebiet kann durch die zuständige Bodenschutzbehörde geprüft werden.

Darüber hinaus ist auch die Ausweisung eines markanten Dolinenfeldes an der Nächstebrecker Straße (Stadtbezirk Langerfeld-Beyenburg) als Bodenschutzgebiet zu prüfen. Alternativ kann auch eine Unterschutzstellung durch die Ausweisung eines Geotops thematisiert werden. In der Stellungnahme zum B-Plan-Verfahren Bramdelle/Löhrerlen hat die Untere Bodenschutzbehörde der Stadt Wuppertal bereits die besondere Bedeutung dieses Dolinenfeldes als Archiv der Naturgeschichte herausgestellt und eine Schutzgebietsausweisung nach MUNLV (2004) angeregt.

7 Literatur

Barkowski et al. (2015): 15 Jahre Duisburg als Praxisbeispiel zur Entwicklung von Instrumenten für den flächenhaften Bodenschutz. In: Bodenschutz, 02.15, S. 41-49, Berlin.

Gierse, R. & P. Reinirkens (2002): Bodenbelastungskarten der Stadt Wuppertal. In: Bodenschutz, 01.07, S. 11-17; Berlin.

IFUA – Institut für Umweltanalyse (2007): Altablagerung Zooviertel Wuppertal Gefährdungsabschätzung – Beurteilung der Bleibelastung. Bielefeld, unveröffentlichtes Gutachten.

Ingenieurbüro Feldwisch, Bosch & Partner (2006): Endbericht zum „Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen“. LABO-Projekt 3.05.

Ingenieurbüro Feldwisch (2009): Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal. Abschlussbericht, unveröffentlichtes Gutachten.

Ingenieurbüro Feldwisch (2010): Fortschreibung Bodenfunktionskarte für die Stadt Wuppertal. Abschlussbericht, unveröffentlichtes Gutachten.

Ingenieurbüro Lohmeyer (2000): Handlungskonzept Klima und Lufthygiene für die Stadt Wuppertal. Radebeul.

ISB – Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2007): Digitale Bodenbelastungskarte Wuppertal Innenbereich. Witten (unveröffentlichtes Gutachten).

LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB – Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung.

LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2011): Archivböden – Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. LABO-Vorhaben B 1.09.

LUA – Landesumweltamt NRW (2000): Leitfaden zur Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten – Teil I: Außenbereiche. Merkblatt 24, Essen.

LUA – Landesumweltamt NRW (2006a): Anleitung zur Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden (GE-Anleitung), LUA-Merkblatt 57, Essen.

LUA – Landesumweltamt NRW (2006b): Übergreifende Auswertung von Boden-, Immissions- und Humandaten zur Schwermetallbelastung im Duisburger Süden. MALBO 23, Essen.

LANUV (2007): Leitfaden zur Erstellung digitaler Bodenbelastungskarten. Teil II: Siedlungsbereiche. LANUV-Arbeitsblatt 1, Recklinghausen.

LANUV (2014): Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der BBodSchV für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze. LANUV-Arbeitsblatt 22, Recklinghausen.

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Lesitungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Bodenschutz 23, Karlsruhe.

MUNLV (2004): Leitfaden zur Ausweisung von Bodenschutzgebieten.

MUNLV (2007): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen. Broschüre, Düsseldorf.

Stadt Duisburg (2015b): Bodenschutzgebiet Duisburg Süd - Informationsbroschüre.