



Hintergrundwerte für Schadstoffgehalte in Böden

Aktualisierung der Werte und Karten für
Nordrhein-Westfalen

LANUV-Fachbericht 66



Hintergrundwerte für Schadstoffgehalte in Böden
Aktualisierung der Werte und Karten für Nordrhein-Westfalen

LANUV-Fachbericht 66

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2015

IMPRESSUM

Herausgeber Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen (LANUV)
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Telefax 02361 305-3215
E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

Der vorliegende LANUV-Fachbericht basiert auf einer Auswertung des Fachinformationssystems Stoffliche Bodenbelastung (FIS StoBo) NRW, die durch das Ingenieurbüro Dr. Feldwisch in Bergisch Gladbach im Auftrag des LANUV durchgeführt wurde.

Autoren Dr. Norbert Feldwisch, Dipl.-Geol. Thomas Lendvaczky (Ingenieurbüro Dr. Feldwisch)

Projektbegleitender Arbeitskreis Jörg Leisner, Dr. Silke Höke, Dr. Heinz Neite (LANUV)

Redaktion Jörg Leisner (LANUV)

Titelfoto KNSYphotographie

ISSN 1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte

Informationsdienste Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter
• www.lanuv.nrw.de
Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im
• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschaftsdienst Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst)
Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

1	Veranlassung und Zielsetzung	5
2	Rahmenbedingungen und Eingangsdaten.....	6
3	Datenaufbereitung und Validierung	7
4	Ausschlussflächen.....	10
5	Auswertung der landesweiten Hintergrundwerte	13
5.1	Bezugsgrößen	13
5.2	Statistische Auswertung.....	17
6	Erstellung landesweiter Karten der Hintergrundgehalte in Böden.....	28
6.1	Datengrundlagen	29
6.2	Einflussfaktoren auf die Schadstoffgehalte.....	30
7	Ergebnisse	31
7.1	Cadmium	31
7.2	Blei.....	33
7.3	Kupfer	34
7.4	Chrom.....	35
7.5	Nickel.....	36
7.6	Quecksilber.....	37
7.7	Zink.....	38
7.8	Arsen	39
7.9	Benzo(a)pyren	40
8	Fazit und Ausblick	41
9	Literatur.....	43
10	Anhang.....	44

Tabellen

Tab. 3–1:	Anzahl der Standorte aus den vorliegenden Datenquellen	7
Tab. 4–1:	Validität der Standorte zur Ableitung der Hintergrundwerte	12
Tab. 5–1:	Einheiten der aggregierten oberflächennahen Gesteine in Nordrhein-Westfalen und Zuordnung zu den BAG 1000.....	14
Tab. 5–2:	Bodennutzung und nutzungsspezifische Entnahmetiefen.....	15
Tab. 5–3:	Differenzierung nach Gebietstypen gemäß LUA (2003).....	16
Tab. 5–4:	Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Anorganische Schadstoffe, ohne Differenzierung nach Substrat [mg/kg TS]	18
Tab. 5–5:	Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Organische Schadstoffe ohne Differenzierung nach Substrat	19
Tab. 5–6:	Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Anorganische Schadstoffe, differenziert nach Substrat [mg/kg TS].....	20

Abbildungen

Abb. 7-1:	Geschätzte Cadmiumgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens	32
Abb. 7-2:	Geschätzte Bleigehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens.....	33
Abb. 7-3:	Geschätzte Kupfergehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens	34
Abb. 7-4:	Geschätzte Chromgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens.....	35
Abb. 7-6:	Geschätzte Quecksilbergehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens.....	38
Abb. 7-7:	Geschätzte Zinkgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens.....	38
Abb. 7-8:	Geschätzte Arsengehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens	39
Abb. 7-9:	Geschätzte Benzo(a)pyrengelhalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens	40

Anhangtabellen und -abbildungen

Tab. A 1:	Nutzungskategorien gemäß CORINE 2006 und Zuordnung zu den ausgewerteten Hauptnutzungsgruppen	44
Tab. A 2:	Semivariogramme der untersuchten Schadstoffe	45

1 Veranlassung und Zielsetzung

Zur Beantwortung stoffbezogener Fragestellungen im Bodenschutz sind neben wirkungsbezogenen Betrachtungen Kenntnisse über allgemein verbreitete Hintergrundgehalte von Bedeutung, mit Hilfe derer der Ermittlung möglicher Ursachen nachgegangen werden kann. Hintergrundgehalte von Böden setzen sich aus dem geogenen Grundgehalt sowie der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge zusammen und repräsentieren die allgemeinen bzw. regionsspezifischen Gehalte von Stoffen oder von Stoffgruppen im Boden. Repräsentative, statistisch ermittelte Werte für allgemein verbreitete Hintergrundgehalte eines Stoffes oder einer Stoffgruppe in Böden werden als Hintergrundwerte bezeichnet (LABO 2003).

Hintergrundwerte für Oberböden in Nordrhein-Westfalen wurden erstmalig 1995 im Rahmen bundesweiter Auswertungen vorgelegt. Diese sind im Bericht der Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) „Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe“ dokumentiert und wurden letztmalig im Jahr 2003 überprüft sowie auf Grund neuer Daten und Methoden ergänzt und aktualisiert. Auf Basis des Datenbestandes aus dem Jahr 2003 wurden anschließend landesweite Übersichtskarten der Schwermetallgehalte mit Hilfe geostatistischer Interpolationsverfahren (Kriging) erstellt (LUA 2005).

Seither haben sich die Datenbasis und der Parameterumfang in erheblichem Maße erweitert. Dies hat das Umweltbundesamt (UBA) veranlasst, eine Aktualisierung und Fortschreibung bundesweiter Hintergrundwerte durchzuführen. In diesem Zusammenhang wurden auch die landesspezifischen Werte aktualisiert.

Für Nordrhein-Westfalen wurden die Daten des im LANUV geführten Fachinformationssystems Stoffliche Bodenbelastung (FIS StoBo) validiert, aufbereitet und differenziert für die Nutzungsarten Acker, Grünland, Wald (Mineralboden/ Organische Auflage) und Garten sowie nach den Einflussfaktoren geogene Ausgangssubstrate und siedlungsstrukturelle Gebietstypen statistisch ausgewertet.

Die statistische Auswertung wurde für 10 Schwermetalle (Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Ti, V, Zn), die Halbmetalle Arsen (As) und Antimon (Sb), sowie für die organischen Schadstoffe Benzo(a)pyren ($B_{[a]}P$), Polychlorierte Biphenyle (PCB_6) und Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/ PCDF) durchgeführt.

Die Erstellung der NRW-Übersichtskarten erfolgte für Arsen (As), 7 Schwermetalle (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) sowie Benzo(a)pyren ($B_{[a]}P$). Bei der flächenhaften Darstellung der Hintergrundgehalte wurden ausschließlich naturnah genutzte Böden der Hauptnutzungsarten Acker, Grünland und Wald in den Außenbereichen berücksichtigt. Weitere Nutzungsarten des Außenbereichs und Siedlungsbereiche wurden nicht berücksichtigt.

2 Rahmenbedingungen und Eingangsdaten

Für die Aktualisierung der Hintergrundwerte wurden folgende Unterlagen berücksichtigt:

Datenbanken und tabellarische Fachinformationen

- Aktueller Datenbestand aus der Datenbank des FIS StoBo.
- Datenbankauszug der Bodenzustanderhebung Wald (BZE II).
- Daten zu verlassenen Tagesöffnungen in Nordrhein-Westfalen (Quelle: SATÖB-Datenbank der Bezirksregierung Arnsberg).
- Bevölkerungsstatistik auf Gemeindeebene (Quelle: Landesbetrieb IT NRW, Stand 23.10.2013).

Digitale Rauminformationen / Geodatenätze

- Landnutzungsdaten CORINE Landcover 2006 im Vektordatenformat (Quelle: Umweltbundesamt, DLR-DFD 2009).
- Bodenbildende Ausgangssubstrate auf Grundlage der BK50 und der Geologischen Karte im Vektordatenformat (Quelle: Geologischer Dienst GD NRW).
- Überschwemmungsgebiete (UESG) im Vektordatenformat (Festgesetzte, vorläufig gesicherte, ermittelte UESG, Preußische UESG).
- Gebiete mit erhöhter Immissionsbelastung im Rasterdatenformat.

3 Datenaufbereitung und Validierung

Als Datengrundlage für die Ableitung der Hintergrundwerte für Böden in Nordrhein-Westfalen standen die im FIS StoBo vorgehaltenen Daten zur stofflichen Belastung von Böden in Nordrhein-Westfalen und die Daten der Bodenzustandserhebung Wald (BZE II) als Datenbankauszug zur Verfügung. Weiter wurden die validen Datensätze, die zur Erstellung der Digitalen Bodenbelastungskarten für den Außenbereich des Kreises Olpe verwendet wurden, in den Datenbestand aufgenommen (BBK Olpe, INGENIEURBÜRO FELDWISCH, 2010).

Die Datenbankauszüge enthalten punktbezogene Informationen zu persistenten Schadstoffen, Nährstoffgehalten und weiteren Bodenparametern wie z. B. den Gehalten an organischer Substanz oder pH-Werten. Des Weiteren sind in den Datenbanktabellen Metainformationen zu den Standorten enthalten wie z. B. Lagekoordinaten, die aktuelle Flächennutzung zum Zeitpunkt der Aufnahme, beprobte Horizonte und Beprobungstiefen.

Datenbankdateien

In einem ersten Arbeitsschritt waren umfangreiche Editierarbeiten der Datenbankdateien notwendig, da sie in unterschiedlichen Dateistrukturen vorlagen. Außerdem lagen auch zwei Teildatensätze der BZE II für anorganische und organische Schadstoffe in unterschiedlichen Dateistrukturen vor. Nachdem die Datenbankdateien aus den unterschiedlichen Quellen in eine einheitliche Struktur überführt wurden, konnten sie für die nachfolgenden Auswertungen in einer konsolidierten Datenbankdatei zusammengeführt werden.

Somit standen für die nachfolgenden Auswertungsschritte die Messdaten von insgesamt 61.009 Standorten zur Verfügung (Tab. 3–1).

Tab. 3–1: Anzahl der Standorte aus den vorliegenden Datenquellen

Datenquelle	Anzahl der Standorte mit Messdaten
FIS StoBo	59.914
Bodenzustandserhebung Wald (BZE II)	332
Bodenbelastungskarte Olpe (BBK Olpe)	763
Summe	61.009

Für die statistische Auswertung des konsolidierten Datenbestandes ist eine eindeutige Zuordnung von Standorten und beprobten Schichten respektive Bodenhorizonten zwingend notwendig. Im FIS StoBo werden die Datensätze deshalb mit eindeutigen Schlüsselnummern indiziert, die den beprobten Standorten (Datenfeld S_ID) und den jeweils beprobten Horizonten (Datenfeld BIS_LFD) zugewiesen sind.

Validierung des Raumbezuges

Im Rahmen der Daten- bzw. Standortvalidierung wurden anschließend die Standorte identifiziert, die nicht dem Kriterium der Genauigkeit des Raumbezuges genügen. In die Auswertungen werden nur Daten einbezogen, deren Lagemaße der definierten Anforderung von mindestens 10 m Genauigkeit (≥ 6 Stellen im Gauß-Krüger Koordinatensystem) entsprechen. Dazu wurden die standortbezogenen Angaben zu den Original-Koordinaten (RW/HW)

in den entsprechenden Bezugskordinatensystemen (BKS) und die Angaben zur Lagegenauigkeit einer Plausibilitätsprüfung unterzogen.

Von insgesamt 61.009 Standorten aus allen verfügbaren Datenquellen sind 17.771 Standorte als nicht valide aufgrund der ungenauen Lagemaße eingestuft und aus den weiteren Auswertungen ausgeschlossen worden.

Die Auswertungen des LUA NRW (2003) wurden noch mit einer Anforderung an die Lagegenauigkeit von ≥ 5 Stellen (= 100m) durchgeführt. Aus diesem Grund führt die strengere Anforderung an die Lagegenauigkeit bei den aktuellen Auswertungen dazu, dass mehr Messstellen von der statistischen Auswertung der Hintergrundwerte ausgeschlossen werden. Davon betroffen sind im großen Umfang Bodendaten, die im Zuge der Klärschlammverwertung gewonnen wurden.

Trotz des Zugewinns an neuen Messstellen seit 2003 bewirkt der Ausschluss der Messstellen mit nur 5 Stellen im Gauß-Krüger Koordinatensystem, dass für einige Fälle die Anzahl der validen Daten im Vergleich zu 2003 nicht zugenommen, sondern abgenommen hat. Beispielsweise geht die Anzahl der Cadmium-Datensätze für Acker, Gebietstyp III ohne Differenzierung der Ausgangssubstrate von 18.393 im Jahr 2003 auf 11.729 bei der aktuellen Auswertung zurück. Der Verlust der Messstellen mit nur 5 Stellen im Gauß-Krüger Koordinatensystem betrifft die Kreise mit hohem Ackerbauanteil und umfänglicher Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft, wie zum Beispiel die Kreise Heinsberg, Viersen oder Kleve.

Validierung der Analysemethoden

Zur Ableitung der Hintergrundwerte für anorganische Schadstoffe stellt die Bestimmung der in Königswasser extrahierbaren Fraktion (KW-Extraktion) das analytische Referenzverfahren dar (vgl. Anhang 1 BBodSchV). Für die Schwermetalle sowie für Arsen und Antimon wurden die im KW-Extrakt bestimmten Stoffgehalte als valide eingestuft und zur Auswertung herangezogen. Für Thallium sind außerdem die Gehalte im HNO_3 -Aufschluss (Salpetersäure) berücksichtigt worden.

Weiterhin wurden in die Auswertungen auch Totalgehalte aus Flusssäure-Druckaufschlüssen bzw. für Chrom aus Röntgenfluoreszenzanalysen (RFA) einbezogen. Zwischen den Stoffgehalten aus KW-Extraktionen und Totalaufschlüssen besteht ein regressionsanalytischer Zusammenhang (UTERMANN et al. 2000). Die Stoffgehalte wurden mit den entsprechenden Regressionsgleichungen in KW-Gehalte umgerechnet, wobei die definierten Gültigkeitsbereiche (Spannweiten der Schadstoffgehalte) der Gleichungen berücksichtigt wurden. Das bedeutet, dass Stoffgehalte nicht in KW-Gehalte umgerechnet wurden, wenn die Originalgehalte im Totalaufschluss außerhalb der Gültigkeitsbereiche der Regressionsgleichungen liegen. In diesen Fällen wurden die Originalgehalte im Totalaufschluss in die Auswertung einbezogen. Andernfalls wurden die regressionsanalytisch ermittelten KW-Gehalte für die Auswertung der Hintergrundwerte herangezogen.

Die regressionsanalytischen Gleichungen nach UTERMANN et al. (2000) wurden für unterschiedliche Gruppen von Bodenausgangsgesteinen auf Grundlage der kleinmaßstäbigen Karte der Bodenausgangsgesteine (BAG 1000) aufgestellt. Die Zuordnung der hier ausgewerteten Substrate auf Grundlage der großmaßstäbigen Bodenkarte zu den BAG 1000 wird in Kap. 5.1 erläutert.

GIS-gestützte Abfragen von räumlichen Geoinformationen

Die Zuordnung der Standortdaten zu den maßgeblichen Bezugsgrößen zur Ableitung der Hintergrundwerte erfolgte mit Hilfe von raumbezogenen Analysen im GIS. Dazu wurden die Standortdaten des konsolidierten Datenbestandes in das GIS überführt und mit den vorliegenden Geodaten zur Abfrage der entsprechenden Attribute verknüpft.

Statistische Ausreißerbereinigung

Vor der Berechnung der Hintergrundwerte wurden fallweise die Ausreißer- und Extremwerte ermittelt und von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Ausreißer sind Messwerte, deren Abstand von den Quartilen (25%- und 75%-Perzentile) definitionsgemäß größer ist als der 1,5-fache Wert des Interquartilabstandes (IQR; Differenz 75. P.-25. P.). Der Abstand von Extremwerten beträgt vom 25. P. nach unten bzw. vom 75. P. nach oben mehr als das 3-fache des IQR. Die IQR wurden nach der ersten statistischen Prozedur rechnerisch ermittelt und zur Eliminierung der Ausreißer- und Extremwerte beim zweiten Durchlauf als Schwellenwerte angegeben.

4 Ausschlussflächen

Die Hintergrundwerte für Oberböden in Nordrhein-Westfalen stellen charakteristische Schadstoffgehalte in den Böden dar, die sich aus den geogen bzw. lithogen bedingten Grundgehalten, den stofflichen Einflüssen der Bodenbildungsprozesse und aus der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge zusammensetzen. Die von den Kommunen und Kreisen gemeldeten und im Fachinformationssystem Altlasten und schädliche Bodenveränderungen (FIS AIBo) des LANUV NRW erfassten Altlasten, Altlastenverdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen sind daher nicht im FIS StoBo enthalten und gehen nicht in die Auswertung mit ein.

Auch sind punktuell oder kleinräumig höhere Schadstoffgehalte als Folge spezifischer Belastungen, wie sie z. B. in Gebieten mit geogen bedingten Belastungen (z. B. in Erzabbaugebieten bzw. in Gebieten mit oberflächennahen Vererzungen), in Überschwemmungsgebieten oder in Gebieten erhöhter Immissionsbelastungen auftreten, bei der Ableitung der Hintergrundwerte auszuschließen.

Zur GIS-gestützten Identifizierung von Standorten, die innerhalb definierter Ausschlussflächen liegen, wurden weitere Informationsquellen ausgewertet und die Standortdaten einer weiteren Validierung unterzogen. Im Wesentlichen wurde dabei dem im Band 21 der Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (LUA 2005) beschriebenen Vorgehen gefolgt.

Geogene Belastungen

Hinweise auf erhöhte Schadstoffgehalte in Böden aufgrund spezifischer, geogen bedingter Einflüsse können u. a. aus der räumlichen Lage von oberflächennahen Erzabbaustätten abgeleitet werden.

Hierzu wurde ein aktueller Datenbestand zu den verlassenen Tagesöffnungen des Bergbaus (TÖB) in Nordrhein-Westfalen ausgewertet. Die Daten zu TÖB werden bei der Bezirksregierung Arnsberg in der SATÖB-Datenbank vorgehalten und laufend durch Überführung analoger Kartenwerke in digitale Verfahren fortgeschrieben. Der Umfang der digital verfügbaren Daten zu TÖB hat sich seit der letzten Erhebung zur Ableitung der Hintergrundwerte im Jahr 2003 deutlich erweitert. So sind mit dem aktuell zur Verfügung gestellten Datenbankauszug insgesamt 28.122 TÖB in Nordrhein-Westfalen bereits erfasst worden. Außerdem enthält die Datenbank Informationen zum jeweiligen Bergwerksfeld und den im Rahmen von Bergbauberechtigungen verliehenen Bodenschätzen. Die Angaben zu den verliehenen Bodenschätzen können Hinweise auf die Art der in den TÖB abgebauten Erze und somit auf potenziell erhöhte Schadstoffgehalte der Böden im Umfeld der TÖB geben.

Zur Ausweisung von Ausschlussflächen im Bereich geogen bedingter Bodenbelastungen wurde um die als Punktinformationen vorliegenden TÖB ein Pufferbereich von 200 m erstellt. Anschließend wurden die Standorte identifiziert, die innerhalb dieser Pufferbereiche liegen.

Nach fachlicher Expertise wurden die Standorte von der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen, die im Nahbereich von relevanten schwermetallerzbürtigen TÖB liegen. Davon ausgeschlossen wurden TÖB mit den verliehenen bzw. geförderten Bodenschätzen Braunkohle, Steinkohle, Sole und Steinsalz. Im Rahmen einer weiteren Fortschreibung der Hintergrund-

werte für Oberböden in NRW wird eine Validierung der B(a)P-Gehalte im Bereich der Tagesöffnungen auf Steinkohlenvorkommen empfohlen. Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten belegen einen Zusammenhang zwischen Steinkohlenvorkommen und erhöhten, geogen bedingten PAK-Gehalten in den Oberböden; somit kann gleichermaßen von erhöhten B(a)P-Gehalten im Nahbereich der TÖB Steinkohle ausgegangen werden.

Insgesamt wurden aufgrund geogener Belastungen 1.250 Standorte von der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen.

Der deutliche größere Umfang bei der aktuellen Auswertung berücksichtigten TÖB im Vergleich zur Auswertungen aus dem Jahr 2003 führt auch – wie die höheren Anforderungen an die Lagegenauigkeit – zum Ausschluss von Standorten, die zur Ableitung der Hintergrundwerte herangezogen werden können.

Standorte in den Gemeinden Stolberg und Mechernich, in denen sowohl erhöhte geogene als auch erhöhte Immissionsbelastungen (s.u.) bekannt sind, wurden für die Berechnung von Hintergrundwerten ausgeschlossen.

Überschwemmungsgebiete

Vom LANUV wurden mit Stand Juli 2011 die landesweiten, amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete, die vorläufig gesicherten und ermittelten Überschwemmungsgebiete sowie die Überschwemmungsgebiete der preußischen Aufnahme als Vektordaten übermittelt. Die Überschwemmungsgebietskulissen wurden zusammengeführt und als Ausschlussflächen zur Ableitung der Hintergrundwerte definiert. Außerdem wurden analog zur Vorgehensweise in 2003, auch Messstellen von der Auswertung ausgeschlossen die sich innerhalb eines 100 m breiten Pufferbereichs um die Überschwemmungsgebiete befinden.

Insgesamt liegen 4.253 bzw. 6.612 Standorte des konsolidierten Datenbestandes innerhalb der definierten Überschwemmungsgebiete bzw. innerhalb des Pufferbereichs.

Im Vergleich zu den Auswertungen aus dem Jahr 2003 ist die aktuelle Flächenkulisse der Überschwemmungsgebiete deutlich größer, so dass auch deshalb Standorte von der aktuellen Auswertung der Hintergrundwerte ausgeschlossen wurden, die in der Auswertung 2003 noch berücksichtigt worden sind.

Hinzuweisen ist weiterhin auf den Umstand, dass die Gebietskulisse der berücksichtigten Überschwemmungsgebiete nicht alle Überschwemmungsgebiete umfasst. So sind zum Teil die historischen Überschwemmungsgebiete nicht enthalten. Weiterhin sind die Überschwemmungsgebiete der kleineren Fließgewässer zumeist nicht in der Gebietskulisse enthalten. Aus diesem Grund werden Messstandorte, die innerhalb überschwemmungsbeeinflusster Böden, aber außerhalb der Gebietskulisse der berücksichtigten Überschwemmungsgebiete liegen, in die statistische Auswertung der Hintergrundwerte einbezogen, obwohl sie aus fachlichen Gründen davon auszuschließen wären. So weisen gerade die Auen kleinerer Fließgewässer in den Mittelgebirgslagen Nordrhein-Westfalens nicht selten durch erzbergbauliche, historische Belastungen erhöhte Schadstoffgehalte auf.

Immissionsbelastungen

Sondergebiete mit erhöhten eher kleinräumigen Immissionsbelastungen gehen ebenfalls nicht in die Auswertung ein. Zur Darstellung der langjährig vorherrschenden Immissionssituation und zur Abgrenzung solcher Belastungsgebiete konnte auf diskontinuierliche Luftqualitätsmessungen des LUA bzw. seiner Vorläuferinstitutionen zurückgegriffen werden. Da i.d.R. über längere Zeiträume Depositionsmessungen zu Staubniederschlag und Inhaltsstoffen vorliegen, wurden auf dieser Basis spezifische Immissionsgebiete als Belastungsgebiete abgegrenzt. Als Kriterium wurde die Überschreitung eines oder mehrerer Grenzwerte der TA-Luft für Staub, Blei und Cadmium (ANONYM 2002) im mehrjährigen Mittel des jeweiligen Untersuchungszeitraumes gewählt. Zusammenhängende Gebiete der so definierten Ausschlussflächen finden sich in Nordrhein-Westfalen im Wesentlichen in Teilen des Stadtgebietes Duisburg. Außerdem liegen in weiteren Gemeinden des Ruhrgebietes, sowie in Stolberg, Mechernich, Bergheim/Bedburg, Wuppertal und Erwitte lokal erhöhte Immissionsbelastungen vor. Insgesamt liegen 831 Standorte innerhalb solcher Gebiete und werden nicht zur Ableitung der Hintergrundwerte in Nordrhein-Westfalen herangezogen.

Der Tab. 4–1 ist eine Übersicht zur Validitätsprüfung der Standorte aus den zusammengeführten Datenbeständen zu entnehmen.

Tab. 4–1: Validität der Standorte zur Ableitung der Hintergrundwerte

Kriterium Ausschluss	Anzahl Standorte
Lagegenauigkeit < 6 Stellen (> 10 m)	17.771
Geogene Belastung	1.250
Überschwemmungsgebiete + 100 m Puffer	6.612
Erhöhte Immissionsbelastungen	831
Geogene und Immissionsbelastung	1.180
Summe nicht valide Standorte	24.799*
Summe valide Standorte	36.210

* Die Anzahl der nicht validen Standorte weicht von der Summe der Einzelwerte (27.644) ab, da teilweise mehrere Ausschlusskriterien für einen Standort zutreffen.

5 Auswertung der landesweiten Hintergrundwerte

5.1 Bezugsgrößen

Für die Ermittlung der Hintergrundwerte in Böden für anorganische und organische Schadstoffe wurden die gewonnenen Daten aus dem FIS StoBo, der BZE II und der BBK Olpe validiert, statistisch aufbereitet und den Bezugsgrößen Bodenausgangssubstrat, Nutzung und siedlungsstruktureller Gebietstyp zugeordnet.

Bodenausgangssubstrat

Die Zuordnung zur Bezugsgröße Bodenausgangssubstrat erfolgte durch die GIS-gestützte räumliche Verknüpfung der Punktdaten bzw. Probenahmestandorte mit den Flächeneinheiten der Karte der oberflächennahen Gesteine in Nordrhein-Westfalen. Die Karte der oberflächennahen Gesteine lag nahezu flächendeckend als Auswertung der Bodenkarte 1:50.000 (BK50) und der Geologischen Karte 1:100.000 (GK100) vor. Allerdings werden die Gemeinden Rahden, Petershagen und Porta Westfalica nicht vollständig abgedeckt. Insgesamt können 88 Standorten innerhalb der unvollständig abgedeckten Gemeinden sowie weiteren 40 Messstellen außerhalb der Landesgrenzen keine Substratinformationen zugewiesen werden; somit stehen diese Messstellen für die weiteren Auswertungen nicht zur Verfügung.

Inhaltlich spiegelt die Karte der oberflächennahen Gesteine eine Aggregation der ursprünglich 172 Einheiten zu 13 Einheiten wider. Die Aggregation erfolgte in Abstimmung zwischen dem LANUV und GD. Die aggregierten 13 Einheiten sind der Tabelle 5-1 zu entnehmen.

Im Rahmen der regressionsanalytischen Umrechnung von Messwerten (siehe Kap. 3) war eine Zuordnung der hier auszuwertenden oberflächennahen Gesteine auf Basis der großmaßstäbigen BK50/GK100 zu den Bodenausgangsgesteinsgruppen nach BAG1000 erforderlich. Die Grundlage der Auswertungen von UTERMANN et al. (2000) bildet die Karte der Bodenausgangsgesteine 1:1.000.000 (BAG1000), die wiederum eine Aggregation der Bodeneinheiten nach der Bodenübersichtskarte BÜK1000¹ darstellt. Nach Abgleich der Bodeneinheiten der BÜK1000 mit der Karte der oberflächennahen Gesteine konnten die Substrate aus den unterschiedlichen Datenquellen mit guter Übereinstimmung zugeordnet werden (Tab 5-1).

Die substratspezifische Ableitung der Hintergrundwerte erfolgte entsprechend den Zuordnungen zu den BAG 1000, z. B. wurde zur Ableitung der Hintergrundwerte für „Fließerdien und Verwitterungsbildungen“ auch die Einheit „Tonig-schluffiges Festgestein“ berücksichtigt.

¹ http://www.bgr.de/app/FISBoBGR_MapServer/Openlayers/?id=2&pid=5040&lang=en

Tab. 5–1: Einheiten der aggregierten oberflächennahen Gesteine in Nordrhein-Westfalen und Zuordnung zu den BAG 1000

Einheit	Oberflächennahe Gesteine	BAG 1000
1	Flugsand, Sandlöss	SLÖ
2	(Schwemm-) Löss	LÖS
3	Karbonathaltiges Festgestein	KST
4	Fluviatile Ablagerungen	AUE
5	Fluvioglaziale Ablagerungen	SAN
6	Moräne	GLM
7	Moor	MOO
8	Präquartäres Lockergestein	SAN
9	Sandiges Festgestein	SST
10	Tonig-schluffiges Festgestein	TST
11	Fließerde und Verwitterungsbildung	TST
12	Vulkanite	BMM
13	Technogene und natürliche Substrate	SON

Die Vulkanite sind nach der Karte der oberflächennahen Gesteine nur von untergeordneter Bedeutung und räumlich auf kleine lokale Vorkommen in der Gemeinde Meschede begrenzt. Auf den Vulkanit-Vorkommen existieren auch keine Messstellen. Die Legendeneinheiten „keine Daten“ und „Technogene und natürliche Substrate“ werden bei der Ableitung der Hintergrundwerte nicht berücksichtigt. Von den validen Messstellen liegen insgesamt 909 Messstellen innerhalb der lithologischen Einheit „Technogene und natürliche Substrate“, weitere 529 valide Messstellen sind räumlich mit der Legendeneinheit „keine Daten“ assoziiert.

Nutzung

Als wesentlicher Einflussfaktor bestimmt die Art der Nutzung die (Schad-)Stoffverteilung und somit die Hintergrundwerte in Böden. Eine Differenzierung der Böden nach der Bodennutzung berücksichtigt die nutzungsbedingten Bearbeitungstiefen und nutzungsspezifischen Stoffeinträge. So bewirkt beispielsweise die tief reichende Bodenbearbeitung auf Ackerstandorten eine Durchmischung und Homogenisierung des Bodens innerhalb des Pflughorizontes. Dies führt in der Regel zu geringeren Schadstoffgehalten im Vergleich zu Grünlandböden, auf denen Schadstoffe im obersten humosen Horizont (A-Horizont) angereichert werden. Deutliche Unterschiede treten meist zwischen land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden auf. Unter Wald werden in der Regel deutlich erhöhte Schadstoffgehalte der Böden ermittelt, die auf höhere atmosphärisch bedingte Stoffeinträge zurückzuführen sind. Die luftbürtigen Schadstoffe werden durch die Waldvegetation gefiltert und gelangen durch Auskämmungseffekte in den Boden. Gleichwohl kann sich bei mobileren Schadstoffen wie z. B. Cadmium oder Zink ein umgekehrtes Verhältnis einstellen mit deutlich geringeren Gehalten in Waldböden gegenüber landwirtschaftlich genutzten Böden. Die niedrigeren Gehalte an mobilen Elementen sind dann auf mit der Versauerung der Waldböden verbundene Auswaschungsverluste zurückzuführen.

Die Hintergrundwerte werden im Hinblick auf die zu erwartenden stofflichen Unterschiede nach den Nutzungsarten Acker, Grünland, Wald und Garten sowie den nutzungsspezifischen Entnahmetiefen differenziert (Tab. 5–2). Waldböden werden weiterhin nach den obersten Mineralbodenhorizonten (A-Horizonte) und den organischen Auflagehorizonten (O-Horizonte) differenziert.

Bei den organischen Auflageproben werden alle Horizonte berücksichtigt, deren Untergrenze zwischen +2 und 0 cm liegt². Diese Festlegung erfolgte nach fachlicher Expertise der vorhandenen BZE-Daten zu den Auflagehorizonten. Im Wesentlichen werden mit dieser Festlegung die Oh- und Of-Horizonte und L-Of-Horizonte erfasst, wohingegen die reinen L-Horizonte von der Auswertung ausgeschlossen werden. Würde als Auswertekriterium die Untergrenze der Auflagehorizonte auf 0 cm festgelegt, dann würden Oh-Horizonte überproportional in die Bewertung einfließen und gleichzeitig nennenswerte Anteile von überlagernden Of-, L/Of-Horizonten (und weiteren Kombinationen) ausgeschlossen werden.

Für die anderen Datenquellen liegen keine Angaben zu den Auflagehorizonttypen vor, so dass für diese Datensätze keine Selektion durchgeführt werden konnte.

Für die Auswahl der Daten nach Horizontmerkmalen und Entnahmetiefe wurde, mit Ausnahme der organischen Auflageproben, die Definition für Oberboden der LABO-Redaktionsgruppe berücksichtigt (LABO 2003) (Tab. 5–2).

Tab. 5–2: Bodennutzung und nutzungsspezifische Entnahmetiefen

Nutzung	Horizont	Entnahmetiefe
Acker	A(p)-Horizont	0 bis ≤ 30 cm
Grünland	A(h)-Horizont	0 bis ≤ 10 cm
Garten	A(p)-Horizont	0 bis ≤ 30 cm
Wald (Mineralboden)	A(h)-Horizont	0 bis ≤ 10 cm
Wald (Organische Auflage)	O-Horizont	Bereich Tiefe bis: +2 bis 0 cm*

* Kriterium Tiefe bis entspricht der Untergrenze des jeweiligen Horizontes (In der Datenbankdatei des FIS StoBo werden bei Tiefenangaben für organische Auflagen negative Vorzeichen vorangestellt).

Als Grundlage für die statistische Auswertung der nutzungsspezifischen Hintergrundwerte wurden die in den Datenbanken angegebenen standortbezogenen Nutzungsangaben herangezogen, da sie die aktuelle Nutzung zum Zeitpunkt der Probenahme wiedergeben.

² Tiefen- bzw. Mächtigkeitsangaben organischer Auflagehorizonte werden in FIS StoBo mit negativen Vorzeichen geführt, um sie von mineralischen Oberbodenhorizonten zu unterscheiden.

Siedlungsstrukturelle Gebietstypen

Die dritte Bezugsgröße zur Ableitung von Hintergrundwerten stellt der siedlungsstrukturelle Gebietstyp im Hinblick auf gebietsspezifische Immissionsbelastungen durch atmosphärische (anthropogene) Schadstoffeinträge dar. Insofern lassen sich industriell geprägte Ballungsräume gegen ländliche Räume abgrenzen.

Die gebietsstrukturellen Ausprägungen können auf verschiedenen Skalenebenen betrachtet werden. So erfolgte bei der erstmaligen Erarbeitung der Hintergrundwerte für Oberböden in Nordrhein-Westfalen im Jahr 1998 die Gebietsdifferenzierung mit Hilfe der siedlungsstrukturellen Gebietstypisierung des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, ehemals BfLR). Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Gebietstypisierung auf regionaler bzw. auf Kreisebene die zu erwartenden Belastungsmuster nicht hinreichend abbildet, so dass bei der letzten Aktualisierung der Hintergrundwerte im Jahr 2003 eine Gebietsdifferenzierung auf Gemeindeebene erfolgte. Als Grundlage dafür diente die Zuordnung der siedlungsstrukturellen Gebietstypen in Anlehnung an die Vorgaben des seinerzeit gültigen Gesetzes zur Landesentwicklung (Landesentwicklungsprogramm NRW - LEPro). Danach wurden die Gemeinden entsprechend ihrer Flächengröße und Einwohnerdichte mit Hilfe der Angaben des Statistischen Jahrbuches (Stand: 2001) typisiert.

Im Rahmen der Aktualisierung der Hintergrundwerte erfolgte die Gebietstypisierung auf Gemeindeebene analog den Zuordnungen aus dem Jahr 2003 (Tab. 5–3). Voraussetzung für eine Vergleichbarkeit der in 2003 erhobenen und nun zu aktualisierenden Hintergrundwerte für Böden in Nordrhein-Westfalen sind konstante Bezugsgrößen. Diese sind für die Einflussfaktoren oberflächennahe Gesteine und Nutzung gegeben.

Tab. 5–3: Differenzierung nach Gebietstypen gemäß LUA (2003)

Gebietstyp	Bezeichnung	Einwohnerdichte (EW/ km ²), Fläche
Typ I	Ballungskern	> 2.000, > 50 km ²
Typ II	Ballungsrandzone und solitäre Verdichtungsräume	> 2.000, ≤ 50 km ² ≤ 2.000
Typ III	Gebiet mit überwiegend ländlicher Raumstruktur	≤ 1.000

Die Auswirkungen demografischer Entwicklungen auf die gebietsstrukturellen Ausprägungen geben Anlass zur Betrachtung bzw. Auswertung der Daten unter der Annahme unveränderter Gebietstypisierungen. Hintergrund der fachlichen Überlegungen ist die Tatsache, dass Ab- oder Zuwanderungsprozesse in den Städten und Gemeinden zu Verschiebungen der Gebietstypen führen können. So sind in einigen urbanen Räumen in Nordrhein-Westfalen deutliche Abwanderungsverluste zu erkennen. Insbesondere in der altindustriellen Region des Ruhrgebietes zeichnen sich solche Entwicklungen ab. So ist beispielsweise die Einwohnerdichte der kreisfreien Stadt Gelsenkirchen seit 2001 um knapp 10 % gesunken. Ein weiteres Beispiel ist die kreisfreie Stadt Wuppertal mit einer Abnahme der Einwohnerzahl um ca. 6 %. Aber auch in ländlichen Räumen, wie z. B. dem Märkischen Kreis oder dem Hochsauerlandkreis, sind deutliche Abwanderungen zu verzeichnen.

Die stoffliche Zusammensetzung der Böden durch diffuse Immissionsbelastungen wird jedoch nicht durch aktuelle Wanderungsgewinne und -verluste, sondern durch die Siedlungs- und Industriegeschichte bestimmt. Insofern wäre eine laufende Aktualisierung der Gebietstypisierungen anhand der aktuellen Bevölkerungsentwicklung wenig geeignet, um die – überwiegend historischen – gebietsspezifischen Immissionsbelastungen zu differenzieren. Beispielsweise würden in absehbarer Zeit bei gleich bleibenden Wanderungsverlusten einige Kommunen bzw. kreisfreie Städte des Ruhrgebiets vom Typ I (Ballungskern) zum Typ II (Verdichtungsraum) umgruppiert. Eine solche gebietsstrukturelle Zuordnung aufgrund der Wanderungsverluste wäre dann nicht mehr repräsentativ für die Region und würde die mit der Industriegeschichte verbundenen spezifischen Belastungsmuster der Böden nicht wiedergeben. Aus diesem Grund basieren die vorliegenden Aktualisierungen der Hintergrundwerte auf den Gebietstypisierungen der Auswertungen aus dem Jahr 2003.

5.2 Statistische Auswertung

Die fortgeschriebenen Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Oberböden in Nordrhein-Westfalen sind den Tabellen 5-4 bis 5-6 zu entnehmen. Zur Charakterisierung von Hintergrundwerten und deren Verteilung schlägt die LABO die Angabe des 50. Perzentils (Median) und des 90. Perzentils vor, wobei eine Mindestprobenzahl von $n = 20$ erforderlich ist. Bei Probenanzahlen von $n < 20$ sind die in den Tabellen angegebenen Hintergrundwerte statistisch nicht gesichert und die Gehaltsangaben besitzen nur orientierenden Charakter. Sie werden in den Tabellen kursiv dargestellt. Für Stichprobenanzahlen < 10 werden keine Hintergrundwerte ermittelt.

Alle statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Statistikprogramm SPSS Version 14.0. Die Perzentile wurden mit der Prozedur „Explorative Datenanalyse – Perzentile“ der Version 14.0.1 berechnet. Die Berechnung der Quantilwerte erfolgt mittels Gewichtung der beiden nächsten Messwerte ober- und unterhalb des entsprechenden Quantils, d.h. der ausgegebene Quantilwert liegt zwischen zwei echten Messwerten und entspricht nicht zwangsläufig exakt einem Messwert der Stichprobe.

Tab. 5-4: Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Anorganische Schadstoffe, ohne Differenzierung nach Substrat [mg/kg TS]

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	391	1.001	142	878	947	868	928	963	261	938	—	37
	50. P.	8,6	0,64	5,6	29	18	0,10	15	48	0,29	114	—	48
	90. P.	13,0	0,92	7,0	41	29	0,20	28	77	0,45	178	—	56
Typ II	N	635	2.938	27	2.291	2.119	1.925	2.362	2.440	236	2.472	—	25
	50. P.	7,0	0,60	4,6	28	14	0,10	16	37	0,20	92	—	37
	90. P.	10,0	0,90	9,7	37	19	0,14	23	58	0,42	141	—	56
Typ III	N	2.055	11.729	152	11.904	11.764	10.153	12.037	11.760	417	11.849	—	141
	50. P.	6,0	0,46	4,7	26	12	0,08	16	27	0,29	67	—	40
	90. P.	10,0	0,70	8,9	36	18	0,12	25	42	0,57	101	—	58
Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	347	468	54	377	388	380	383	392	204	389	—	39
	50. P.	8,7	0,90	5,1	31	22	0,16	17	76	0,31	149	—	40
	90. P.	14,0	1,50	8,1	47	39	0,30	30	140	0,64	260	—	62
Typ II	N	422	660	34	481	482	428	523	599	226	578	—	32
	50. P.	8,8	0,90	5,5	32	17	0,14	16	64	0,29	138	—	48
	90. P.	15,0	2,10	10,9	55	31	0,29	27	129	0,59	316	—	73
Typ III	N	1.312	1.734	20	1.712	1.729	1.467	1.811	1.768	520	1.807	—	15
	50. P.	8,0	0,70	7,2	38	17	0,12	22	51	0,36	120	—	40
	90. P.	14,0	1,20	10,4	57	31	0,22	40	88	0,60	190	—	76
Haus- und Kleingärten													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	817	830	450	803	791	764	828	848	715	861	414	456
	50. P.	15,0	1,27	13,0	33	41	0,23	22	122	0,63	308	3,0	45
	90. P.	23,0	2,30	17,0	47	87	0,47	35	243	0,91	626	5,0	66
Typ II	N	165	194	—	174	167	140	168	185	137	184	—	—
	50. P.	11,0	1,20	—	32	30	0,20	18	110	0,30	260	—	—
	90. P.	16,0	2,00	—	52	54	0,31	32	190	0,50	470	—	—
Typ III	N	198	237	—	215	216	182	232	255	34	238	13	—
	50. P.	8,0	0,48	—	21	16	0,12	12	55	0,23	100	8,1	—
	90. P.	30,5	0,96	—	35	32	0,32	23	186	0,81	223	9,8	—
Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	549	600	90	439	481	372	370	490	280	463	—	93
	50. P.	16,3	0,32	4,2	24	25	0,27	13	140	0,43	71	—	36
	90. P.	32,0	0,85	8,3	38	53	0,52	23	274	0,78	166	—	59
Typ II	N	571	622	48	575	593	525	558	612	332	588	—	50
	50. P.	14,0	0,35	2,9	21	20	0,29	12	120	0,40	70	—	27
	90. P.	29,0	1,00	6,0	39	50	0,57	26	240	0,80	153	—	43
Typ III	N	1.932	1.772	206	2.145	2.022	1.490	2.029	2.032	760	2.017	36	217
	50. P.	10,0	0,21	3,2	23	15	0,22	10	93	0,40	58	1,5	33
	90. P.	23,0	0,66	8,5	43	29	0,47	27	190	0,82	120	4,1	50
Wald Auflage													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	374	414	88	302	307	266	313	316	223	297	—	90
	50. P.	10,6	0,71	2,5	27	46	0,48	17	260	0,36	140	—	19
	90. P.	38,0	1,33	5,0	42	86	0,98	26	520	0,74	250	—	43
Typ II	N	515	586	57	459	507	459	520	515	260	514	—	63
	50. P.	8,8	0,86	2,2	24	35	0,48	16	210	0,30	148	—	13
	90. P.	23,0	1,62	4,3	41	78	0,84	27	451	0,57	260	—	28
Typ III	N	1.373	1.512	292	1.137	1.553	948	1.594	1.622	498	1.593	68	308
	50. P.	7,6	0,57	1,9	16	22	0,38	12	150	0,21	93	3,5	12
	90. P.	19,0	1,08	3,8	32	40	0,83	23	343	0,41	148	7,5	28

Tab. 5–5: Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Organische Schadstoffe ohne Differenzierung nach Substrat

Acker				
		B(a)P mg/kg	PCB ₆ µg/kg	PCDD/F* ng TE/kg
Typ I	N	337	136	18
	50. P.	0,05	1,95	15,6
	90. P.	0,13	5,03	25,4
Typ II	N	529	319	—
	50. P.	0,03	3,00	—
	90. P.	0,08	7,00	—
Typ III	N	1.124	686	57
	50. P.	0,02	2,10	2,8
	90. P.	0,05	4,64	6,4

Grünland				
		B(a)P mg/kg	PCB ₆ µg/kg	PCDD/F* ng TE/kg
Typ I	N	284	128	19
	50. P.	0,08	4,70	10,7
	90. P.	0,22	12,06	22,0
Typ II	N	377	235	15
	50. P.	0,05	3,40	2,9
	90. P.	0,12	7,64	11,8
Typ III	N	1.029	379	79
	50. P.	0,03	3,20	4,2
	90. P.	0,08	7,00	9,5

Haus- und Kleingärten				
		B(a)P mg/kg	PCB ₆ µg/kg	PCDD/F* ng TE/kg
Typ I	N	814	519	21
	50. P.	0,55	9,50	20,0
	90. P.	1,40	21,60	39,3
Typ II	N	286	113	17
	50. P.	0,25	13,30	12,1
	90. P.	0,68	42,60	22,0
Typ III	N	290	24	18
	50. P.	0,09	5,50	4,3
	90. P.	0,26	8,80	7,9

Wald Oberboden				
		B(a)P mg/kg	PCB ₆ µg/kg	PCDD/F* ng TE/kg
Typ I	N	330	165	13
	50. P.	0,1	9,80	22,5
	90. P.	0,4	34,36	127,1
Typ II	N	445	231	—
	50. P.	0,10	8,20	—
	90. P.	0,23	22,36	—
Typ III	N	1.013	411	17
	50. P.	0,05	5,60	8,6
	90. P.	0,13	17,74	14,2

Wald Auflage				
		B(a)P mg/kg	PCB ₆ µg/kg	PCDD/F* ng TE/kg
Typ I	N	245	97	—
	50. P.	0,28	27,60	—
	90. P.	0,61	64,60	—
Typ II	N	401	193	—
	50. P.	0,19	28,20	—
	90. P.	0,43	78,66	—
Typ III	N	623	276	17
	50. P.	0,15	18,20	33,2
	90. P.	0,41	56,78	70,9

* PCDD/F: Toxizitätsäquivalente NATO (ohne Nachweisgrenze); FIS StoBo Parameternummer 152

Tab. 5–6: Hintergrundwerte Nordrhein-Westfalen 2013 – Anorganische Schadstoffe, differenziert nach Substrat [mg/kg TS]

Flugsand, Sandlöss

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	40	92	—	88	81	86	89	83	20	79	—	—
	50. P.	7,0	0,56	—	20	15	0,12	10	40	0,22	89	—	—
	90. P.	12,9	0,88	—	32	22	0,23	18	61	0,50	119	—	—
Typ II	N	109	351	—	291	298	235	299	307	37	306	—	—
	50. P.	5,6	0,50	—	22	13	0,09	12	37	0,20	85	—	—
	90. P.	8,3	0,80	—	32	20	0,14	18	58	0,32	149	—	—
Typ III	N	343	1.154	25	1.224	1.200	955	1.266	1.217	55	1.248	—	26
	50. P.	3,0	0,33	2,4	18	8	0,06	7	21	0,10	47	—	30
	90. P.	6,3	0,51	4,6	26	13	0,12	14	32	0,20	76	—	41

Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	60	78	17	59	59	57	60	56	40	60	—	16
	50. P.	7,2	0,83	4,0	21	16	0,18	9	71	0,39	120	—	29
	90. P.	11,0	1,50	7,2	33	33	0,31	18	120	0,67	240	—	47
Typ II	N	59	90	—	71	75	60	74	81	27	82	—	—
	50. P.	6,1	0,78	—	23	14	0,11	10	57	0,22	116	—	—
	90. P.	11,0	1,69	—	39	26	0,23	18	110	0,33	254	—	—
Typ III	N	102	154	—	158	154	116	163	157	32	154	—	—
	50. P.	4,0	0,35	—	21	7	0,06	5	25	0,10	45	—	—
	90. P.	8,4	0,65	—	38	15	0,17	12	43	0,20	83	—	—

Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	93	118	18	61	74	75	57	80	62	77	—	18
	50. P.	13,0	0,38	3,3	19	23	0,27	10	136	0,30	80	—	27
	90. P.	27,8	0,95	7,0	34	63	0,48	17	339	0,75	174	—	40
Typ II	N	117	122	10	102	112	93	104	118	55	117	—	11
	50. P.	10,0	0,28	1,7	12	13	0,19	6	90	0,20	48	—	18
	90. P.	22,0	0,70	2,5	24	37	0,49	15	210	0,35	125	—	34
Typ III	N	278	280	28	314	323	256	310	325	92	321	—	37
	50. P.	4,2	0,15	1,1	8	7	0,15	4	48	0,14	25	—	13
	90. P.	10,0	0,39	1,6	17	17	0,37	8	116	0,29	63	—	28

(Schwemm-) Löss

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	195	495	104	368	452	369	417	460	140	463	—	11
	50. P.	8,2	0,63	5,7	28	16	0,10	14	45	0,30	109	—	48
	90. P.	11,0	0,90	6,6	36	21	0,14	18	64	0,40	151	—	53
Typ II	N	266	1.376	—	989	1.010	878	1.055	1.032	90	1.054	—	—
	50. P.	7,0	0,60	—	28	14	0,09	16	35	0,20	86	—	—
	90. P.	9,7	0,94	—	36	21	0,14	21	52	0,44	128	—	—
Typ III	N	590	4.756	49	4.726	4.718	4.260	4.734	4.646	131	4.634	—	50
	50. P.	6,8	0,50	5,1	26	12	0,08	16	27	0,29	66	—	41
	90. P.	9,0	0,70	8,8	34	17	0,11	22	40	0,52	87	—	56

Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	101	147	18	115	131	116	126	129	41	124	—	—
	50. P.	7,0	0,84	6,5	34	22	0,15	18	75	0,20	142	—	—
	90. P.	12,0	1,10	9,1	52	38	0,27	27	140	0,43	190	—	—
Typ II	N	127	225	—	151	154	148	186	209	61	199	—	—
	50. P.	8,1	0,81	—	33	17	0,15	16	59	0,30	126	—	—
	90. P.	12,0	2,58	—	53	28	0,29	25	133	0,56	330	—	—
Typ III	N	208	341	—	336	342	296	355	338	99	344	—	—
	50. P.	8,0	0,66	—	37	17	0,12	20	48	0,36	120	—	—
	90. P.	12,0	1,10	—	55	28	0,18	41	80	0,54	181	—	—

Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	213	231	26	188	203	97	136	207	82	197	—	27
	50. P.	20,0	0,27	4,2	25	24	0,32	13	143	0,47	58	—	38
	90. P.	31,0	0,59	8,4	35	44	0,55	21	250	0,79	130	—	60
Typ II	N	120	137	—	126	122	108	125	130	77	125	—	—
	50. P.	15,0	0,34	—	23	21	0,30	12	137	0,48	73	—	—
	90. P.	29,0	1,12	—	40	47	0,53	27	252	0,80	157	—	—
Typ III	N	331	327	44	401	353	256	350	362	153	354	—	46
	50. P.	12,0	0,21	2,8	25	16	0,25	12	100	0,43	61	—	31
	90. P.	21,0	0,51	6,6	48	28	0,49	25	190	0,76	110	—	49

Fluviatile Ablagerungen

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	TI	Zn	Sb	V
Typ I	N	104	368	14	327	330	313	333	332	56	334	—	—
	50. P.	9,3	0,64	7,5	33	24	0,14	24	58	0,36	150	—	—
	90. P.	15,4	1,00	9,5	44	39	0,25	40	100	0,60	285	—	—
Typ II	N	123	717	—	658	684	464	665	667	56	687	—	—
	50. P.	7,6	0,54	—	30	15	0,10	19	39	0,22	97	—	—
	90. P.	11,0	0,85	—	42	24	0,15	27	59	0,46	150	—	—
Typ III	N	425	2.338	—	2.385	2.346	1.729	2.391	2.301	73	2.276	—	—
	50. P.	5,0	0,43	—	28	13	0,08	18	29	0,20	73	—	—
	90. P.	11,0	0,70	—	40	20	0,13	29	42	0,51	103	—	—
Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	TI	Zn	Sb	V
Typ I	N	140	168	—	149	146	147	154	153	96	151	—	—
	50. P.	11,0	1,06	—	32	24	0,16	22	83	0,40	190	—	—
	90. P.	18,9	1,77	—	48	42	0,32	36	148	0,72	330	—	—
Typ II	N	86	115	—	96	98	77	105	113	39	114	—	—
	50. P.	10,0	0,90	—	33	18	0,16	19	58	0,40	134	—	—
	90. P.	18,0	1,92	—	53	35	0,28	31	130	0,65	339	—	—
Typ III	N	366	454	—	449	436	364	464	439	123	463	—	—
	50. P.	9,0	0,78	—	38	17	0,13	25	49	0,40	120	—	—
	90. P.	16,0	1,50	—	55	32	0,26	42	96	0,77	210	—	—
Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	TI	Zn	Sb	V
Typ I	N	130	132	20	85	98	107	81	96	75	94	—	21
	50. P.	14,0	0,49	6,8	25	29	0,22	17	134	0,48	128	—	42
	90. P.	34,6	1,59	11,7	44	69	0,49	28	301	0,91	286	—	69
Typ II	N	102	109	—	112	112	102	108	113	52	109	—	—
	50. P.	13,0	0,50	—	25	23	0,28	15	120	0,45	89	—	—
	90. P.	24,9	1,20	—	43	43	0,55	35	241	0,80	160	—	—
Typ III	N	305	305	16	330	311	249	326	326	92	318	—	18
	50. P.	7,0	0,25	2,3	15	11	0,21	8	71	0,30	49	—	21
	90. P.	16,0	0,90	10,0	38	26	0,41	31	150	0,71	130	—	51

Karbonatisches Festgestein

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	—	11	—	10	10	—	10	—	—	—	—	—
	50. P.	—	1,80	—	43	39	—	27	—	—	—	—	—
	90. P.	—	2,44	—	64	60	—	40	—	—	—	—	—
Typ III	N	10	65	—	76	75	59	75	74	—	71	—	—
	50. P.	5,9	0,37	—	33	16	0,08	21	27	—	61	—	—
	90. P.	16,9	0,48	—	48	26	0,09	33	41	—	91	—	—

Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	17	20	—	16	17	17	18	19	17	19	—	—
	50. P.	20,0	2,65	—	56	53	0,20	44	99	0,40	320	—	—
	90. P.	32,0	7,28	—	69	76	0,30	64	410	1,20	1.100	—	—
Typ III	N	13	10	—	14	14	12	14	15	—	11	—	—
	50. P.	7,3	0,77	—	37	25	0,11	29	47	—	96	—	—
	90. P.	17,0	3,54	—	62	46	0,23	60	86	—	156	—	—

Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ III	N	23	18	—	28	28	25	26	27	10	27	—	—
	50. P.	9,4	0,87	—	35	20	0,17	27	90	0,55	150	—	—
	90. P.	20,4	1,75	—	63	48	0,31	46	192	2,28	337	—	—

Fluvioglaziale Ablagerungen

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	21	25	—	26	26	14	26	29	—	28	—	—
	50. P.	5,5	0,42	—	16	8	0,06	5	31	—	56	—	—
	90. P.	8,8	0,88	—	27	17	0,11	11	45	—	91	—	—
Typ III	N	47	103	—	100	87	71	100	103	13	102	—	—
	50. P.	5,0	0,33	—	18	8	0,06	5	23	0,35	44	—	—
	90. P.	7,6	0,50	—	25	10	0,10	12	36	0,54	73	—	—

Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	11	—	—	13	13	—	11	14	—	13	—	—
	50. P.	13,0	—	—	16	13	—	9	68	—	78	—	—
	90. P.	17,2	—	—	39	53	—	20	180	—	221	—	—
Typ III	N	46	51	—	53	48	34	51	50	10	49	—	—
	50. P.	2,7	0,40	—	21	6	0,06	4	31	0,15	45	—	—
	90. P.	8,3	0,72	—	41	10	0,12	11	54	0,40	82	—	—

Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	16	20	—	18	20	20	16	21	—	17	—	—
	50. P.	6,8	0,65	—	9,0	4,6	0,29	3,3	51	—	18	—	—
	90. P.	15,2	1,40	—	13,0	28,8	0,70	11,0	268	—	93	—	—
Typ III	N	58	63	—	65	75	63	67	78	16	74	—	—
	50. P.	6,0	0,20	—	8,0	8,0	0,13	3,5	59	0,20	24	—	—
	90. P.	12,1	0,47	—	19,4	20,6	0,29	12,0	161	0,43	62	—	—

Moräne

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	22	57	19	36	38	36	38	39	23	40	—	15
	50. P.	9,8	0,68	4,4	25	16	0,11	10	44	0,24	103	—	53
	90. P.	12,3	1,01	7,2	30	22	0,18	16	62	0,31	163	—	60
Typ II	N	31	92	—	70	77	64	74	72	19	76	—	—
	50. P.	7,6	0,60	—	25	17	0,10	14	51	0,25	120	—	—
	90. P.	14,4	0,80	—	34	24	0,15	23	62	0,38	170	—	—
Typ III	N	202	622	20	627	637	556	636	632	16	641	—	16
	50. P.	4,0	0,36	4,3	24	10	0,07	11	25	0,23	61	—	43
	90. P.	6,1	0,60	6,3	33	15	0,12	22	36	0,70	97	—	61
Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	18	26	11	18	17	15	18	17	15	17	—	—
	50. P.	8,4	0,76	3,8	21	17	0,10	8,1	54	0,31	110	—	—
	90. P.	10,4	1,20	7,3	39	21	0,28	18,0	82	0,46	147	—	—
Typ II	N	36	63	20	32	36	30	36	37	25	38	—	18
	50. P.	7,6	0,88	4,7	26	18	0,11	13,2	63	0,27	134	—	48
	90. P.	13,3	1,40	10,3	37	27	0,19	20,7	104	0,49	221	—	82
Typ III	N	48	66	—	64	62	59	64	67	—	67	—	—
	50. P.	3,6	0,44	—	26	9	0,09	6,5	31	—	60	—	—
	90. P.	8,0	0,97	—	50	18	0,17	17,0	51	—	130	—	—
Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	17	25	10	16	17	17	16	17	17	17	—	11
	50. P.	16,5	0,57	4,5	18	27	0,30	10,0	122	0,44	95	—	39
	90. P.	26,1	0,95	7,3	29	56	0,55	15,6	328	0,83	190	—	66
Typ II	N	39	53	23	36	41	36	37	42	30	41	—	23
	50. P.	10,7	0,25	4,1	18	22	0,25	8,8	114	0,30	61	—	32
	90. P.	23,0	0,46	7,3	30	51	0,45	16,3	219	0,62	152	—	50
Typ III	N	139	139	17	141	146	130	139	148	18	139	—	16
	50. P.	6,0	0,20	2,4	12	12	0,20	6,0	74	0,16	50	—	36
	90. P.	10,0	0,60	11,4	27	23	0,47	12,0	142	0,24	93	—	65

Moor

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ III	N	14	24	—	26	23	22	25	25	—	26	—	—
	50. P.	12,0	0,41	—	28	12	0,12	15	30	—	66	—	—
	90. P.	41,0	0,75	—	40	22	0,18	29	55	—	111	—	—
Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ II	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90. P.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typ III	N	40	34	—	35	33	23	35	33	24	34	—	—
	50. P.	21,5	1,25	—	48	27	0,23	25	64	0,20	150	—	—
	90. P.	68,7	2,55	—	104	55	0,39	36	120	0,45	245	—	—
Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	16	15	—	14	13	16	14	14	—	13	—	—
	50. P.	38,1	3,90	—	32	41	0,30	25	233	—	472	—	—
	90. P.	184,5	13,50	—	48	68	0,56	56	404	—	1.472	—	—
Typ II	N	15	14	—	14	14	14	13	14	—	14	—	—
	50. P.	17,0	1,60	—	29	29	0,36	22	87	—	153	—	—
	90. P.	40,8	4,35	—	57	49	0,64	37	185	—	280	—	—
Typ III	N	22	28	—	23	27	—	28	28	18	28	—	—
	50. P.	13,5	1,01	—	21	24	—	16	102	0,20	101	—	—
	90. P.	34,6	3,60	—	44	56	—	35	272	0,57	273	—	—

Fließerden / Verwitterungsbildungen

Acker													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	27	61	—	44	48	48	49	51	19	50	—	—
	50. P.	9,0	0,60	—	29	16	0,10	15	50	0,31	113	—	—
	90. P.	12,4	0,89	—	44	26	0,15	23	68	0,45	170	—	—
Typ II	N	72	302	—	241	245	218	246	256	25	257	—	—
	50. P.	7,0	0,70	—	29	15	0,11	17	42	0,20	100	—	—
	90. P.	11,8	1,00	—	39	23	0,17	24	69	0,55	167	—	—
Typ III	N	405	2.611	32	2.675	2.601	2.407	2.666	2.667	116	2.755	—	27
	50. P.	7,9	0,50	7,1	29	13	0,08	19	31	0,45	79	—	54
	90. P.	12,0	0,80	11,7	41	22	0,12	31	53	0,67	130	—	76

Grünland													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	29	36	—	25	30	33	29	31		30	—	—
	50. P.	7,7	0,69	—	34	22	0,16	20	80		140	—	—
	90. P.	10,0	1,10	—	44	47	0,30	30	224		211	—	—
Typ II	N	85	156	—	87	88	80	98	126	52	125	—	—
	50. P.	9,2	1,05	—	36	19	0,15	20	80	0,33	170	—	—
	90. P.	14,0	2,90	—	55	31	0,29	32	129	0,60	399	—	—
Typ III	N	493	626	—	594	620	563	637	639	214	641	—	—
	50. P.	9,0	0,79	—	43	19	0,13	26	61	0,40	130	—	—
	90. P.	14,0	1,28	—	60	31	0,23	40	91	0,60	186	—	—

Wald Oberboden													
		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	Sb	V
Typ I	N	80	95	17	71	71	59	61	74	45	76	—	17
	50. P.	16,7	0,30	3,6	24	22	0,29	14	124	0,45	63	—	36
	90. P.	27,0	0,61	6,7	39	49	0,58	21	264	0,71	113	—	53
Typ II	N	142	163	—	150	157	142	140	160	94	153	—	—
	50. P.	21,0	0,40	—	26	25	0,41	15	160	0,60	76	—	—
	90. P.	32,0	1,06	—	40	61	0,67	24	270	0,80	150	—	—
Typ III	N	710	624	86	740	718	485	731	718	335	717	16	79
	50. P.	17,0	0,23	5,6	30	20	0,30	16	135	0,52	74	1,90	36
	90. P.	27,0	0,84	12,4	44	33	0,55	29	230	0,90	121	4,51	47

6 Erstellung landesweiter Karten der Hintergrundgehalte in Böden

Das angewandte methodische Konzept zur flächenhaften Darstellung der landesweiten Bodenbelastung orientiert sich an dem raumanalytischen Ansatz. Beim raumanalytischen Ansatz wird die stoffliche Zusammensetzung der Böden durch die Überlagerung bzw. das Zusammenwirken von verschiedenen Einflussfaktoren auf die Schadstoffgehalte erklärt. Im Außenbereich und außerhalb von Überschwemmungsgebieten werden als Haupteinflussfaktoren die Art der Flächennutzung und der geogene Einfluss der Bodenausgangssubstrate (Ausgangssubstrate der Bodenbildung) angenommen.

Zur Erstellung der Raumeinheiten wurden die zur Verfügung stehenden Geoflächendaten (Vektordaten) in Rasterdatensätze mit einer räumlichen Auflösung von 100x100 m überführt. Die räumliche Auflösung wurde dabei im Vergleich zu den Auswertungen aus dem Jahr 2005 deutlich erhöht. Die bisher vorliegenden Kartenwerke wurden nur mit 500x500 m aufgelöst. Durch die verbesserte Auflösung können kleinere Teilflächen, die sich durch Kombination der Einflussfaktoren ergeben, sowie Grenzlinien mit einer höheren Präzision erfasst werden. Durch die höhere räumliche Differenzierung wird die Aussageschärfe deutlich verbessert.

Die Übertragung der vorliegenden punktbezogenen Informationen zu Stoffgehalten in den Böden NRWs in flächenhafte Aussagen zur Bodenbelastung erfolgt durch die Anwendung von geostatistischen Interpolationsverfahren. Zur Erstellung der landesweiten Karten der Hintergrundgehalte kommt das geostatistische Verfahren „Ordinary Kriging“ zur Anwendung. Das Ergebnis des Krigingverfahrens besteht aus zwei Komponenten, und zwar der flächenhaften Schätzung der Stoffgehalte auf Basis der vorliegenden Messwerte (Schätzwerte) und dem Schätzfehler bzw. der Schätzgüte als Maß für die Abweichung der Schätzung von den gemessenen Werten. Die Interpolationsroutinen für die Erstellung der Karten wurden mit dem ArcGIS Geostatistical Analyst (GA) durchgeführt.

Die Bereinigung der Eingangsdaten um statistische Ausreißer sowie die Modelloptimierung und -parametrisierung im Rahmen der angewandten Krigingverfahren erfolgt in Anlehnung an LUA (2005). Das heißt, es wurden die gleichen Anpassungen bzw. Einstellungen der Variogrammfunktionen³ vorgenommen wie bei den Karten aus 2005. Dieses Vorgehen ermöglicht eine direkte Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen auf Grundlage der aktualisierten Daten. In Tab. A 2 sind die Semivariogramme der untersuchten Stoffe dargestellt.

³ Das Kernstück des Kriging bildet die Variogrammfunktion, die den räumlichen Zusammenhang (Autokorrelation) der Schätzgröße beschreibt und die Gewichte bestimmt, mit denen die einzelnen Messwerte in den so genannten Krige-Schätzer einfließen. Auf Grundlage des empirischen Variogramms (Semivarianzen zwischen Messwertepaaren) wird die theoretische Variogrammfunktion ermittelt, die den räumlichen Zusammenhang der Messdaten bestmöglich beschreibt.

6.1 Datengrundlagen

Als Datengrundlage für die Erstellung der Karten der Hintergrundgehalte wird der Datenbestand herangezogen, der auch für die Ableitung der Hintergrundwerte für Böden in Nordrhein-Westfalen zur Verfügung stand. Die Anforderungen an die Datenqualität der Eingangsdaten entsprechen dabei weitgehend den Validitätskriterien auf Messstellenebene zur Ableitung der landesweiten Hintergrundwerte. In den Kapiteln 3 und 4 ist die Vorgehensweise der Datenaufbereitung und Validierung sowie zur Definition von Ausschlussflächen bereits dokumentiert. Darüber hinaus werden nachfolgend beschriebene Anforderungen an das Datenkollektiv gestellt.

Für die flächenhaften Schätzungen der Stoffgehalte werden die validen Bodendaten aus den Kreisen Stolberg und Mechernich in die Grundgesamtheit integriert. Die teils hohen Schwermetallbelastungen in den erzbergbaulich geprägten Regionen sind gebietstypisch und bei den geostatistischen Interpolationsverfahren zu berücksichtigen.

Des Weiteren sind Messwerte unterhalb analytischer Bestimmungsgrenzen (BG) in die Grundgesamtheit einbezogen worden. Dafür wurden Messwerte, die in der Datenbankdatei des FISStoBo mit negativem Vorzeichen geführt werden, selektiert und jeweils durch den numerischen (positiven) Wert der halben BG ersetzt. Durch die Verwendung dieser Datensätze wurde die Datenbasis für die Interpolationsverfahren verbessert.

Im Rahmen der standort- und messwertbezogenen Validierung der zusätzlich verwendeten Daten gelten ansonsten die gleichen Selektions- und Ausschlusskriterien wie für den Datenbestand zur Ableitung der Hintergrundwerte.

Nach Validierung der Daten aufgrund inhaltlicher Kriterien lagen innerhalb des Datenkollektivs Koinzidenzen vor. Zum einen existieren standort- und parameterspezifische Mehrfachmessungen. Des Weiteren sind einige Standorte lagegleich (Eindeutige Standortnummern mit gleichen Koordinatenangaben). Nach Prüfung der Daten handelt es sich bei erstgenannten meist um Wiederholungsmessungen an einem Standort zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Im Rahmen des Interpolationsverfahrens besteht bei Anwendung der Software Geostatistical Analyst die Möglichkeit, koinzidente Messwerte bei der Ermittlung der Variogrammfunktion zu berücksichtigen. Dies kann u.a. durch Mittelwertbildung oder durch die Ermittlung der sogenannten „measurement variation“ geschehen, d.h. es wird der Messfehler in einem Punkt ermittelt, der nebst „Nugget-Effekt“⁴ in die theoretische Variogrammfunktion einfließt. Aufgrund fachlicher Überlegungen wurde auf die Berücksichtigung von Mehrfachmessungen verzichtet, da streng genommen für die Ermittlung eines punktuellen Messfehlers weitere Bedingungen wie z.B. gleiche Beprobungstiefen oder gleicher Probenahmezeitpunkt erfüllt sein müssten. Stattdessen wurde bei Mehrfachmessungen an einem Standort für die Interpolation der jeweils jüngste Messwert herangezogen, da dieser das aktuelle Schadstoffniveau am besten widerspiegelt. Bei den lagegleichen Standorten kann meist davon ausgegangen werden, dass im Rahmen bestimmter Untersuchungsprogramme mehrere Standorte im Umfeld einer zugeordneten Mittelpunktskoordinate beprobt wurden. In diesem Fall wurden sämtliche Messwerte lagegleicher Standorte herangezogen und fließen als gemittelter Messwert in die Interpolation ein.

⁴ Der Nugget-Effekt beschreibt die kleinräumige Variabilität bzw. Varianz zwischen den Messwerten bei Entfernungen gegen Null.

6.2 Einflussfaktoren auf die Schadstoffgehalte

Im Rahmen der Kartenerstellung werden als Haupteinflussfaktoren auf die Schadstoffgehalte die Ausgangssubstrate der Bodenbildung und die Art der Flächennutzung berücksichtigt.

Bodenausgangssubstrat

Die messstellenbezogene Zuordnung zur Bezugsgröße Bodenausgangssubstrat erfolgte entsprechend den Ausführungen in Kap. 5.1 auf Grundlage der Karte der oberflächennahen Gesteine in Nordrhein-Westfalen und Zuordnung der lithologischen Einheiten zu den Bodenausgangsgesteinsgruppen nach BAG 1000. Die angepasste Karte der oberflächennahen Gesteine in Nordrhein-Westfalen dient gleichermaßen als Flächennutzungskulisse zur Erstellung der landesweiten Karten der Hintergrundgehalte.

Nutzung

Auf Messstellenebene wurden als Grundlage für die Ableitung der Hintergrundwerte die in den Sachdatentabellen der konsolidierten Datenbankdatei angegebenen standortbezogenen Nutzungsinformationen herangezogen (siehe Kap. 5.1).

Die räumliche Darstellung der Flächennutzungen erfolgt auf Grundlage des Vektordatensatzes zur Bodenbedeckung des CORINE⁵ Land Cover 2006. Die landesweiten Karten der Schwermetallgehalte mit Stand 2005 wurden auf Grundlage des CORINE Land Cover 2000 erstellt.

Für die Erstellung der Karten der Hintergrundgehalte werden nur die drei Hauptnutzungen Acker, Grünland und Wald in den Außenbereichen berücksichtigt. Im Gegensatz zur statistischen Auswertung der Hintergrundwerte wurde die Nutzungsart Garten und die Wald-Auflageproben nicht ausgewertet.

Abweichungen zwischen den standortbezogenen Nutzungsinformationen (aktuelle Nutzung zum Zeitpunkt der Beprobung) und den Flächennutzungsdaten des CORINE wurden vernachlässigt, da ein Ausschluss dieser Standorte zu einer erheblichen Ausdünnung der Datenkollektive geführt hätte. Die Geoflächendaten des CORINE weisen im Vergleich zu den Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (ATKIS, ALKIS) eine deutlich geringere räumliche Differenzierung auf.

⁵ CORINE = CoOrdination of INformation on the Environment

7 Ergebnisse

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die landesweiten stoffspezifischen Karten der Hintergrundgehalte in den Oberböden Nordrhein-Westfalens und die Karten der Schätzunsicherheiten vorgestellt und erläutert.

Die Darstellung der Schätzunsicherheiten erfolgt analog zu den Auswertungen aus dem Jahr 2005 mit Hilfe der berechneten Zellenvariationskoeffizienten (ZVK) als Maß für die relative Streuung der Schätzwerte. Die ZVK werden als Quotient aus der Standardabweichung bzw. dem Standardfehler der Schätzung (prediction standard error) und den Schätzwerten (prediction) bestimmt.

Die Visualisierung der Schätzunsicherheiten erfolgte abweichend zu LUA (2005) nicht durch Verwendung eines festen Schwellenwertes für alle ZVK. Stattdessen wurde der Schwellenwert jeweils stoffspezifisch angepasst. So werden die peripheren Kartengebiete als Bereiche unsicherer Schätzung gekennzeichnet, da hier nicht mehr in alle Raumrichtungen Messstellen vorliegen, die zur Schätzung herangezogen werden können. Eine höhere Schätzunsicherheit in randnahen Gebieten ist methodisch begründet und typisch für die Interpolation mittels Kriging-Verfahren. Des Weiteren werden solche (Teil-)gebiete gekennzeichnet, in denen eine sehr geringe räumliche Abdeckung bzw. Messstellendichte vorliegt.

Um bei der Darstellung der räumlichen Verteilung der Einzelstoffe auch die Verteilung der Stoffe im Vergleich zueinander zeigen zu können, wurde vom LANUV in 2005 für alle Stoffe eine einheitliche Klassifizierungsvorschrift entwickelt. Bei der Kartendarstellung soll auch das allgemein vorliegende Niveau in Form der Hintergrundwerte berücksichtigt werden, weshalb sich die Klasseneinteilung am 95. Perzentil des Gesamtdatenbestandes orientiert. Die Veränderung der nun neu berechneten Perzentilwerte würde dazu führen, dass ein Vergleich der landesweiten geschätzten Schadstoffgehalte mit den Karten aus dem Jahr 2005 nicht möglich wäre. Aus diesem Grunde wurde auf die Legendeneinheiten der Karten von 2005 zurückgegriffen. Für die Darstellung der Quecksilbergehalte wurde allerdings die Einführung einer zusätzlichen Klasse notwendig.

7.1 Cadmium

Nach Validierung der Eingangsdaten standen insgesamt 22.509 Messwerte für das geostatistische Interpolationsverfahren zur Verfügung. In Abb. 7-1 ist die räumliche Verteilung der geschätzten Cadmiumgehalte dargestellt. Die geschätzten Stoffgehalte für Cadmium streuen in der Landesfläche zwischen Werten von 0,09 und 4,16 mg/kg.

Der Belastungsschwerpunkt mit ausgeprägten Cadmiumanreicherungen in der Stolberger Montanregion hebt sich deutlich von der übrigen Landesfläche ab. Auf Grundlage der aktualisierten Datenbestände und aufgrund der höheren räumlichen Auflösung ergibt sich für diese Region gegenüber den Karten aus 2005 eine verbesserte räumliche Differenzierung der Cadmiumgehalte.

Bereiche relativ hoher Stoffkonzentrationen finden sich wie auch bei den Karten aus 2005 in der Eifel. Im Bergischen Land wird aufgrund der aktuellen Auswertungen ein gegenüber 2005 etwas niedrigeres Belastungsniveau geschätzt. Hier hat sich die Datenlage durch die Erstellung der Bodenbelastungskarten für den Rheinisch-Bergischen und den Oberbergi-

schen Kreis deutlich verbessert. In den westlichen Regionen des Sauer- und Siegerlandes liegt mit den Bodenbelastungskarten Märkischer Kreis und Kreis Olpe eine hohe Messstellendichte vor, so dass die Ergebnisse der Flächenschätzung hier eine hohe Aussagesicherheit besitzen. Erwartungsgemäß sind die Oberböden der stark bewaldeten Mittelgebirgsregionen, wie auch in den übrigen südöstlichen Landesteilen, durch niedrige Cadmiumgehalte charakterisiert. Die flächenhafte Versauerung der Waldböden (Nadelforste) führt zur Mobilisierung und Auswaschung von Cadmium in tiefere Bodenschichten.

Für das Gebiet des Hochsauerlandkreises konnten insgesamt 477 valide Messwerte für die Interpolation der Cadmiumgehalte herangezogen werden. Nichtsdestotrotz ist hier die Messstellendichte im Vergleich mit den westlich angrenzenden Kreisen sehr gering. Außerdem sind die Messstellen ungleichmäßig über das Kreisgebiet verteilt und räumlich vor allem in den Gemeinden Marsberg und Medebach konzentriert.

In den übrigen Landesteilen entsprechen das Niveau der Cadmiumbelastung sowie die räumlichen Belastungsmuster weitgehend den Ergebnissen aus dem Jahr 2005.

Anhand der Übersichtskarte zur Aussagesicherheit (Abb. 7-1, oben links) ist erkennbar, dass der Rhein-Sieg-Kreis, die Kreise Siegen-Wittgenstein, Kleve sowie die zentralen und östlichen Gebiete der Westfälischen Bucht mit den Kreisen Coesfeld, Warendorf und Soest auf Grund der schlechten Datenlage einen Bereich geringer Aussagesicherheit darstellen.

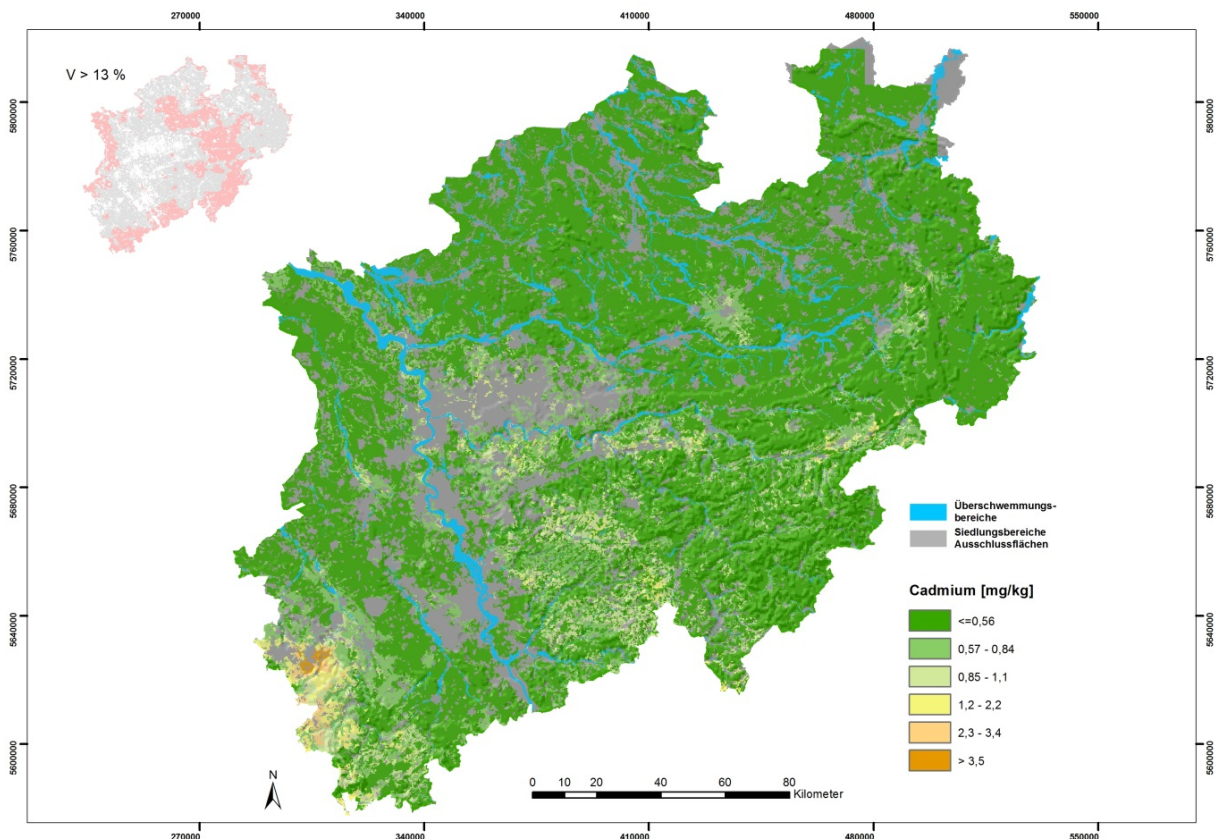


Abb. 7-1: Geschätzte Cadmiumgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 13\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.2 Blei

Nach Validierung der Eingangsdaten standen insgesamt 22.029 Messwerte für das geostatistische Interpolationsverfahren zur Verfügung. In Abb. 7-2 ist die räumliche Verteilung der geschätzten Bleigehalte dargestellt. Die geschätzten Stoffgehalte für Blei streuen in der Landesfläche mit Werten zwischen 9 bis maximal 4.567 mg/kg.

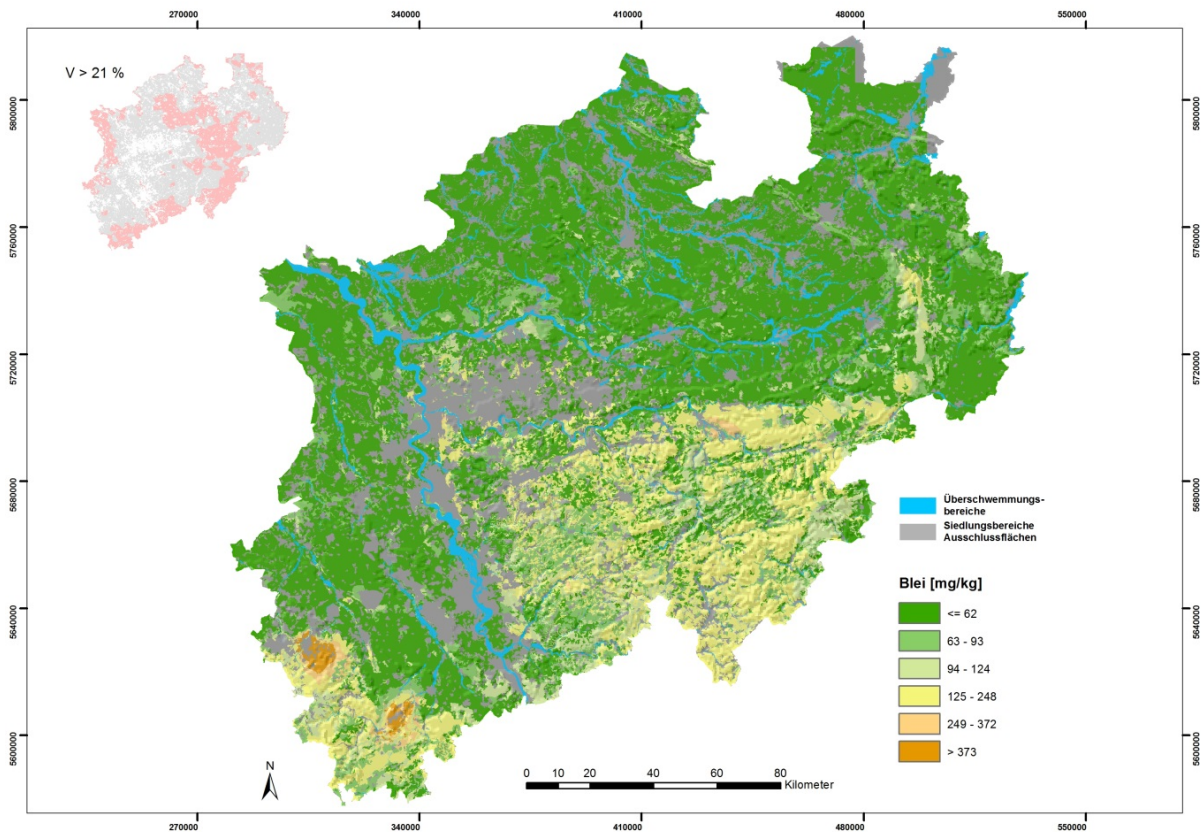


Abb. 7-2: Geschätzte Bleigehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 21\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

Beim Vergleich mit den Auswertungen der Bleigehalte aus dem Jahr 2005 lassen sich ähnliche räumliche Verteilungsmuster erkennen. So bilden die Regionen Stolberg und Mechernich (Eifel) die Belastungsschwerpunkte in NRW. Auch die Böden in den Höhenlagen des Bergischen Landes, des Sauer- und Siegerlandes und des Weserberglandes werden durch hohe Bleigehalte gekennzeichnet und sind auf höhere atmosphärische Stoffeinträge unter Waldnutzung zurückzuführen. Die hohen geschätzten Bleigehalte im Kreis Siegen-Wittgenstein sind nicht ausreichend durch Messdaten belegt und außerdem mit einer hohen Schätzunsicherheit behaftet.

Hingegen liegen die Gehalte in den übrigen Teilen des Landes, vor allem in weiten Teilen der Westfälischen Bucht, des Niederrheinischen Tieflandes und der Niederrheinischen Bucht zumeist deutlich unter 50 mg/kg.

7.3 Kupfer

Für die Flächenschätzung der Kupfergehalte konnten insgesamt 21.379 valide Messwerte herangezogen werden. Die geschätzten Kupfergehalte (Abb. 7-3) schwanken zwischen 2 und 68 mg/kg.

Die Schätzergebnisse der Kupfergehalte auf Grundlage der aktualisierten Daten bestätigen weitestgehend die landesweiten Verteilungsmuster entsprechend der Karte mit Stand 2005. Gebiete höherer Kupfergehalte in den Oberböden liegen im Raum Stolberg, im Bereich der kreisfreien Stadt Hagen, im Hochsauerlandkreis und Kreis Soest sowie den Kreisgebieten Oberbergischer Kreis und Siegen-Wittgenstein vor.

Die verbesserte Datengrundlage spiegelt sich in den Variationskoeffizienten wider. Wurden bei den vorangegangenen Auswertungen noch Gebiete mit $V > 35\%$ als unsicher gekennzeichnet, so liegen bei den aktuellen Auswertungen für Kupfer maximale Variationskoeffizienten von 20 % vor. Räumlich korrespondieren die Gebiete unsicherer Schätzung ($V > 9\%$) mit denen für Cadmium und Blei, sind aber aufgrund der geringeren Anzahl valider Messwerte räumlich weiter gefasst.

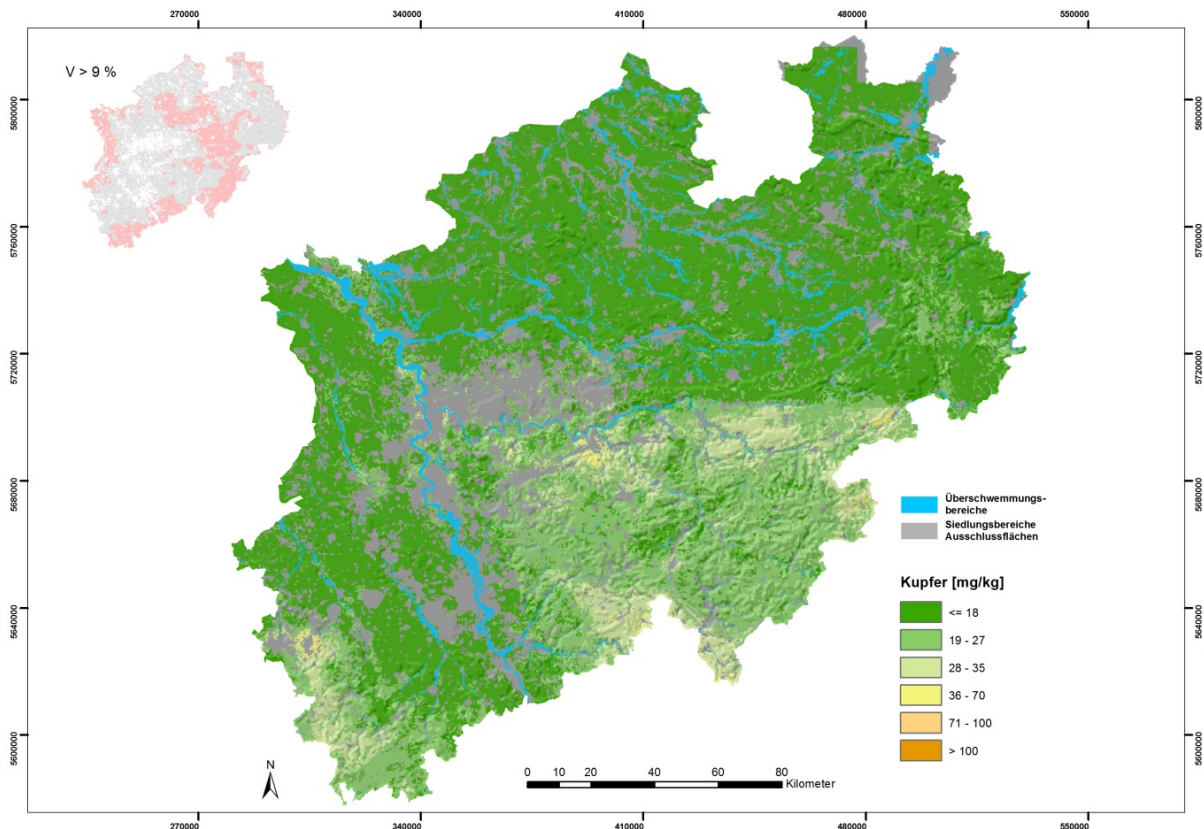


Abb. 7-3: Geschätzte Kupfergehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 9\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.4 Chrom

Die interpolierten Chromgehalte auf Grundlage von 21.173 validen Messwerten schwanken zwischen 4 und 81 mg/kg. Die flächenhafte Verteilung der Chromgehalte ist in Abb. 7-4 dargestellt. Mit der verbesserten Datenlage ergibt sich eine gegenüber 2005 deutlich verbesserte Schätzunsicherheit der Chromgehalte mit maximalen Variationskoeffizienten von 19 %.

Das räumliche Verteilungsmuster in den Mittelgebirgsregionen des Sieger- und Sauerlandes und die Nutzungseinflüsse stellen sich nach den aktuellen Auswertungen etwas differenzierter dar. Waren in den bisher vorliegenden Karten noch Belastungsschwerpunkte im westlichen Teil des Kreises Siegen-Wittgenstein mit Chromgehalten über 52 bzw. 104 mg/kg zu erkennen, so wird diese Region nach aktueller Datenlage flächenhaft von Chromgehalten unter 39 mg/kg dominiert. Höher belastete Bereiche mit Chromgehalten über 50 mg/kg nehmen nur einen geringen Flächenanteil ein und sind auf Flächen unter Grünlandnutzung beschränkt.

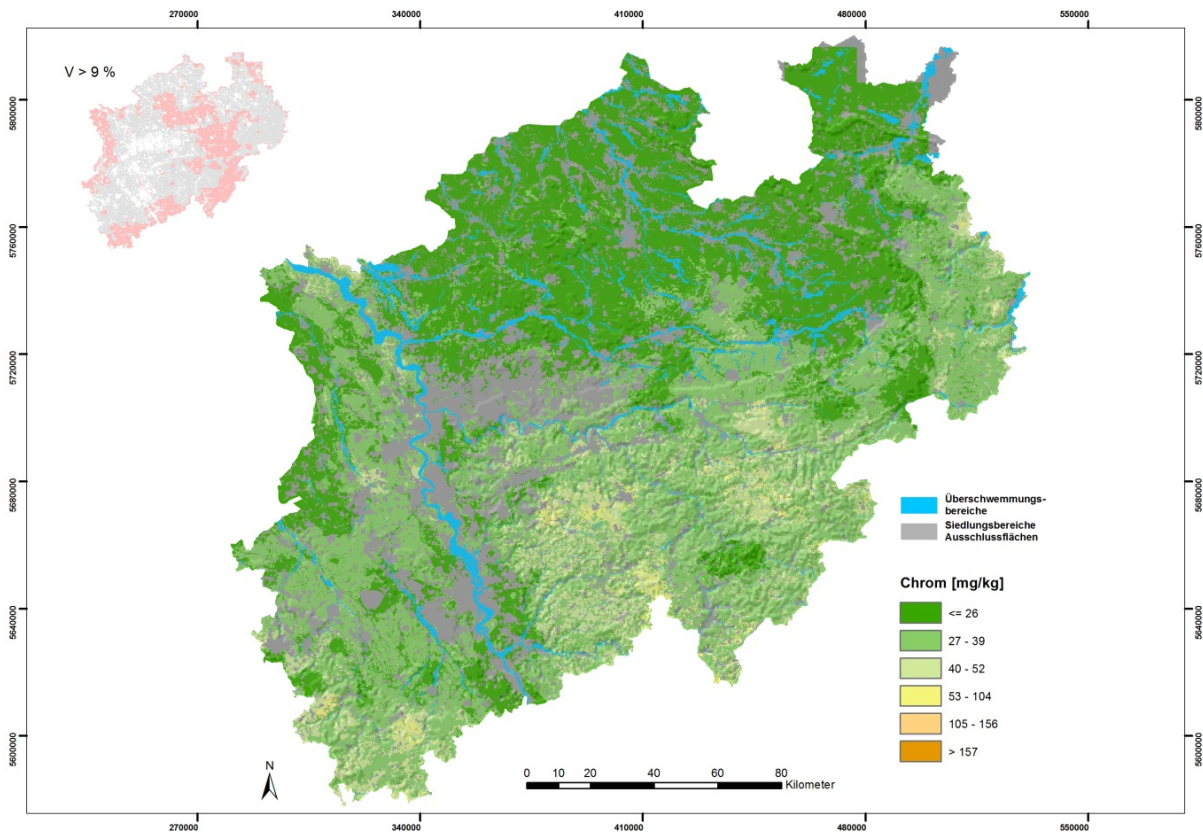


Abb. 7-4: Geschätzte Chromgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 9\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.5 Nickel

Nach Validierung der Eingangsdaten standen insgesamt 21.452 Datensätze zur flächenhaften Schätzung der Nickelgehalte zur Verfügung. Wie auch beim Schwermetall Chrom sind auf Grundlage der fortgeschriebenen Daten des FISStoBo keine wesentlichen Veränderungen der statistischen Kennwerte zu verzeichnen, was auf einen überwiegend geogenen Einfluss auf die Nickelgehalte hindeutet. Insofern sind auch die in der Karte dargestellten Klassengrenzen der geschätzten Nickelgehalte nahezu unverändert geblieben.

Die räumlichen Belastungsmuster sind vergleichbar mit der bisher vorliegenden Karte der Nickelgehalte, gleichwohl ist eine höhere räumliche Differenzierung augenscheinlich (Abb. 7-5). Des Weiteren ist die kleinräumige Variabilität der Nickelgehalte - als Ausdruck einer deutlich verbesserten Schätzungsgüte - mit Variationskoeffizienten zwischen 8 und 26 % weitaus niedrigerer einzuordnen.

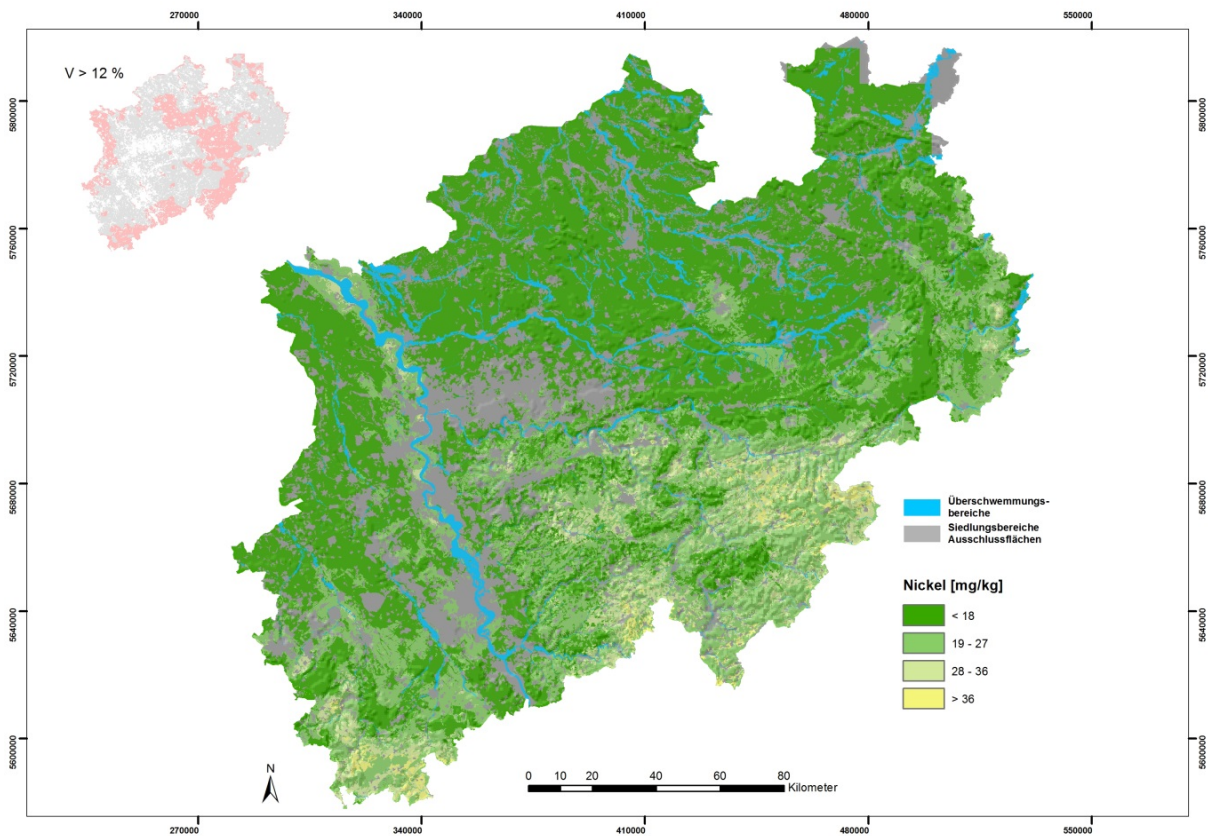


Abb. 7-5: Geschätzte Nickelgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 12\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.6 Quecksilber

Die fortgeschriebene Karte der landesweiten Quecksilbergehalte in Oberböden untermauert eindrucksvoll den Zusammenhang zwischen Belastungsniveau und Nutzungsform. Auch in der aktualisierten Schätzkarte (Abb. 7-6) ist das deutlich höhere Niveau in Höhen- und Kammlagen der Mittelgebirge erkennbar. Es bestätigt sich, dass auch in topografisch weniger exponiert gelegenen zusammenhängenden Waldgebieten, wie beispielsweise der Haardt im Kreis Recklinghausen, höhere Werte zu finden sind als in nahe gelegenen grünland- und ackerbaulich genutzten Flächen. Die höchsten Gehalte mit Schätzwerten von mehr als 0,9 Hg/kg und lokalen Maxima bis knapp 2 mg Hg/kg werden erneut im Bereich Stolberg erreicht. In Übereinstimmung mit den Auswertungen zu Hintergrundgehalten, die relativ starke Anreicherungen in den Waldauflagen aufzeigen, wird die Vermutung untermauert, dass Quecksilber vor allem über Depositionen in Böden eingetragen wird. Dem geostatistischen Schätzverfahren liegen insgesamt 18.795 valide Messwerte zugrunde.

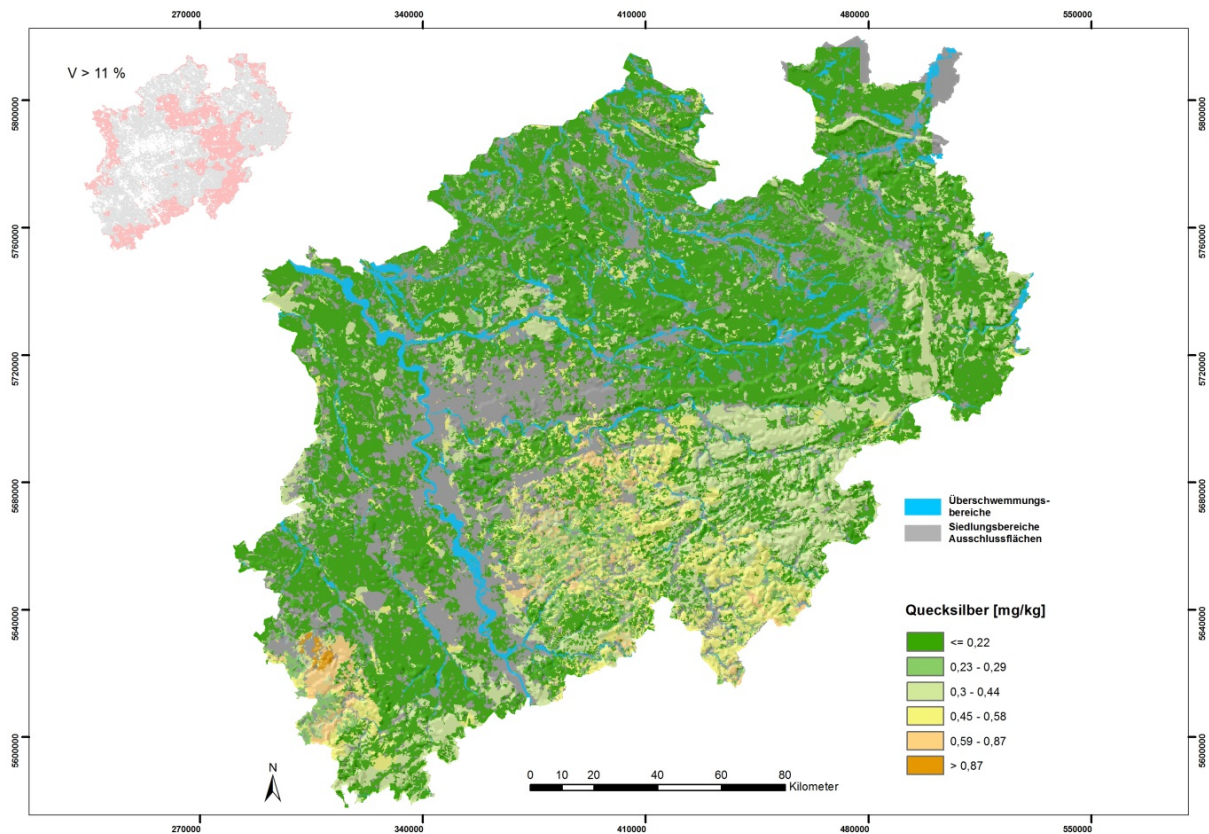


Abb. 7-6: Geschätzte Quecksilbergehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 11\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

Mit den zahlreichen neuen Datensätzen für Waldstandorte aus den Bodenbelastungskarten Kreis Olpe, Oberbergischer Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis und Märkischer Kreis haben sich die statistischen Kennwerte des Gesamtdatenbestandes zu höheren Quecksilbergehalten verschoben. Um eine differenzierte Darstellung bei Aufrechterhaltung der Klassengrenzen aus 2005 aufrechterhalten zu können, war es deshalb erforderlich, eine Klassengrenze beim 0,75-fache des 95.-Perzentilwertes einzuführen. Mit Blick auf die in Kapitel 5 dargestellten Neuberechnungen der Hintergrundwerte wird deutlich, dass die zu konstatierenden Kon-

zentrationserhöhungen beim Quecksilber ausschließlich Waldböden betreffen. Ob es sich hierbei jedoch tatsächlich um Stoffanreicherungen im betrachteten Zeitraum handelt, oder dieser Effekt durch Verschiebungen im Datenbestand hervorgerufen wurde, lässt sich durch die vorliegende Auswertung nicht klären.

Die mit $V > 11\%$ festgesetzten Bereiche unsicherer Aussage korrespondieren mit den Teilgebieten sehr geringer Messstellendichte bzw. fehlender Messstellenbelegung.

7.7 Zink

Nach Validierung der Eingangsdaten standen insgesamt 21.913 Messwerte für die flächenhafte Schätzung der Zinkgehalte zur Verfügung. In Abb. 7-7 ist die räumliche Verteilung der geschätzten Zinkgehalte dargestellt, die zwischen Werten von 13 bis 2.025 mg/kg schwankt. Ein ausgeprägter Belastungsschwerpunkt liegt in der Stolberger Montanregion. Bereiche relativ hoher Stoffkonzentrationen finden sich weiterhin in der Eifel, dem Bergischen Land und kleinräumig begrenzt im Sauer- und Siegerland sowie an der Peripherie des Ruhrgebietes.

Erwartungsgemäß sind analog zu Cadmium, das ein dem Zink ähnliches Mobilitätsverhalten zeigt, die Oberböden der Waldregionen durch niedrige Zinkgehalte charakterisiert. Die flächenhafte Versauerung der Waldböden führt zur Mobilisierung und Auswaschung von Zink aus den oberen Bodenschichten. Die Aussagesicherheit hat sich gegenüber den früheren Auswertungen mit Variationskoeffizienten zwischen 7 und 37 % erheblich verbessert.

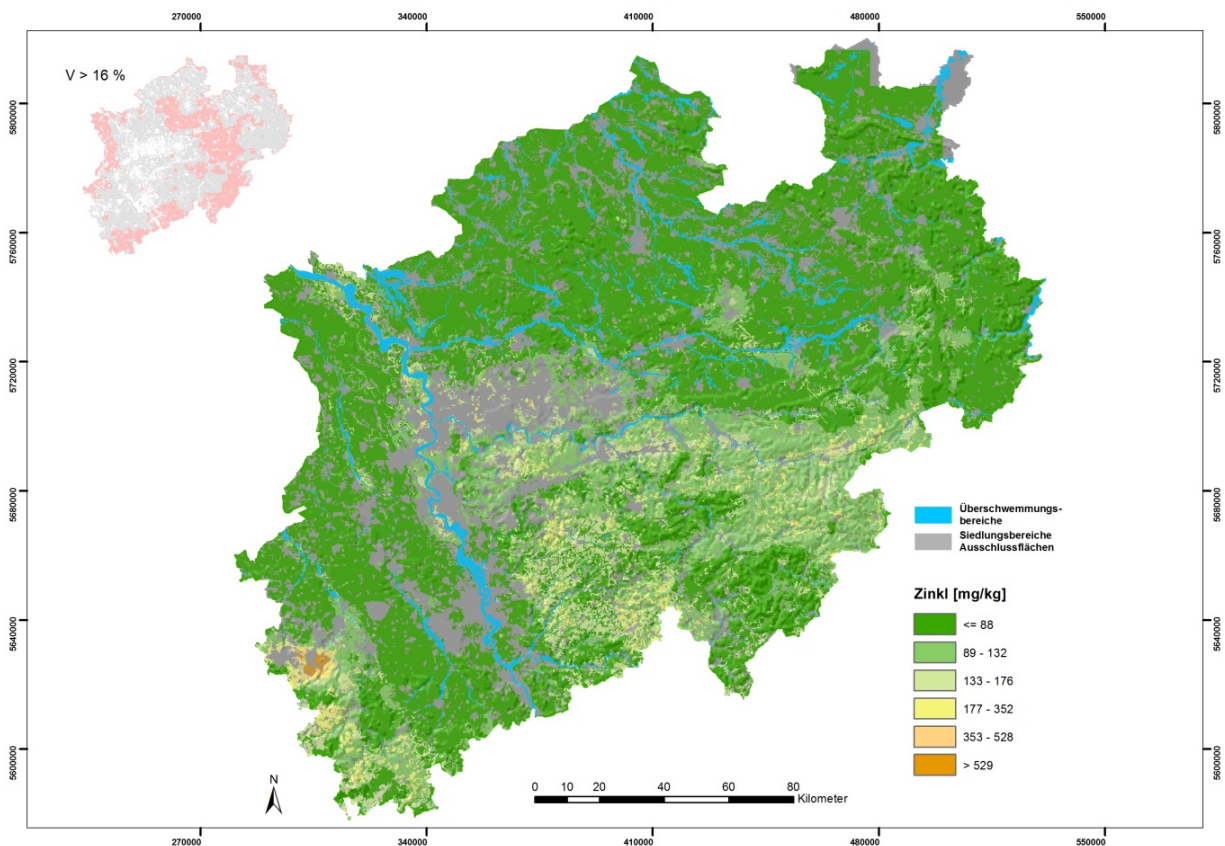


Abb. 7-7: Geschätzte Zinkgehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens

(Bereiche unsicherer Aussage $V > 16\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.8 Arsen

Mit insgesamt 8.357 validen Datensätzen ist die Datenbasis für eine landesweite Schätzung der Arsengehalte relativ klein. Die geschätzten Arsengehalte betragen minimal 0,5 mg/kg bis maximal 31 mg/kg. Es lässt sich eine Nutzungsdifferenzierung erkennen. Während der flächenmäßig größte Teil der Ackerflächen Arsengehalte unter 14,5 mg/kg aufweist, sind unter Grünlandnutzung auch größere zusammenhängende Gebiete durch Arsengehalte bis 22 mg/kg gekennzeichnet. Unter Wald werden auf größeren Flächenanteilen Arsengehalte über 22 mg/kg geschätzt. Die höher belasteten Waldgebiete sind in der Eifel, dem Bergischen Land und dem Sieger- und Sauerland lokalisiert.

Die Übersichtskarte zur Aussagesicherheit markiert mit Variationskoeffizienten über 11 % Gebiete mit fehlender oder sehr geringer Messstellenbelegung.

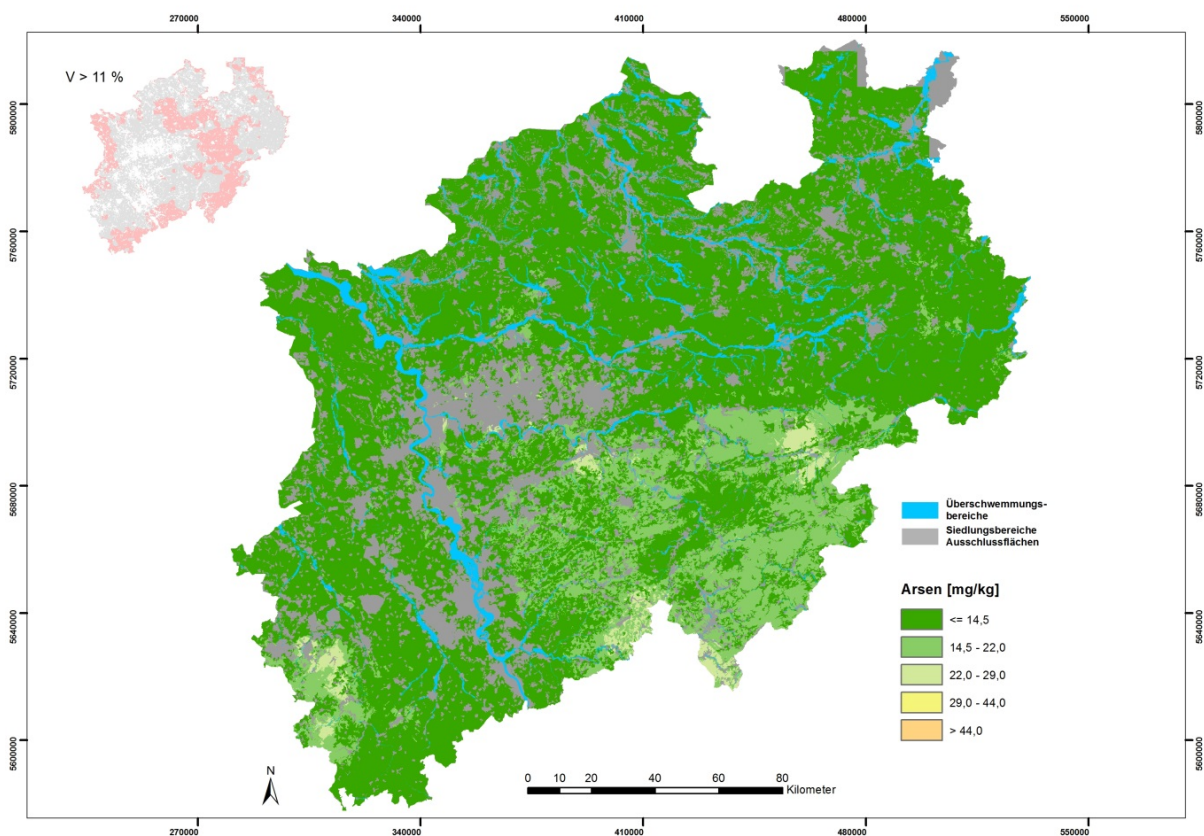


Abb. 7-8: Geschätzte Arsengehalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens
(Bereiche unsicherer Aussage $V > 11\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

7.9 Benzo(a)pyren

Für Benzo(a)pyren liegen nach der Validierung des Datenbestandes aus dem FISStoBo 6.067 Messwerte vor. In Bezug auf eine Schätzung der B(a)P-Gehalte über die Landesfläche ist die Probenanzahl als sehr gering einzustufen, und eine fachliche Interpretation der Schätzkarte (Abb. 7-9) ist daher nur eingeschränkt möglich.

Die validen Standorte bzw. Messwerte für B(a)P liegen entsprechend der Karte zur Aussagesicherheit (rot markierte Flächen) fast ausschließlich in den westlichen Landesteilen vor. Davon ausgenommen sind die Kreise Kleve, Heinsberg, Euskirchen und der Rhein-Sieg-Kreis. In Ostwestfalen sind die wenigen Messstellen mit B(a)P-Messwerten auf die kreisfreien Städte Münster, Bielefeld und Hamm beschränkt; vereinzelte Messstellen befinden sich außerdem in den Kreisen Unna, Coesfeld, Warendorf und Steinfurt.

Ungeachtet der vergleichsweise schlechten Datenlage, aber in Übereinstimmung mit den in Kapitel 5 abgeleiteten Hintergrundwerten, kann auf landwirtschaftlich genutzten Flächen flächendeckend mit sehr geringen B(a)P-Gehalten unter 0,13 mg/kg gerechnet werden. Auch die in den zentralen Landesteilen zwischen 0,27 und 0,51 mg/kg geschätzten B(a)P-Gehalte der Waldböden entsprechen den für diese Nutzung errechneten Hintergrundwerten. Nicht aus den Karten erkennbar sind aber die häufig deutlich höheren B(a)P-Gehalte in Böden siedlungsnaher Nutzungen, wie sie beispielsweise in Gärten vorkommen (siehe Tab. 5.5).

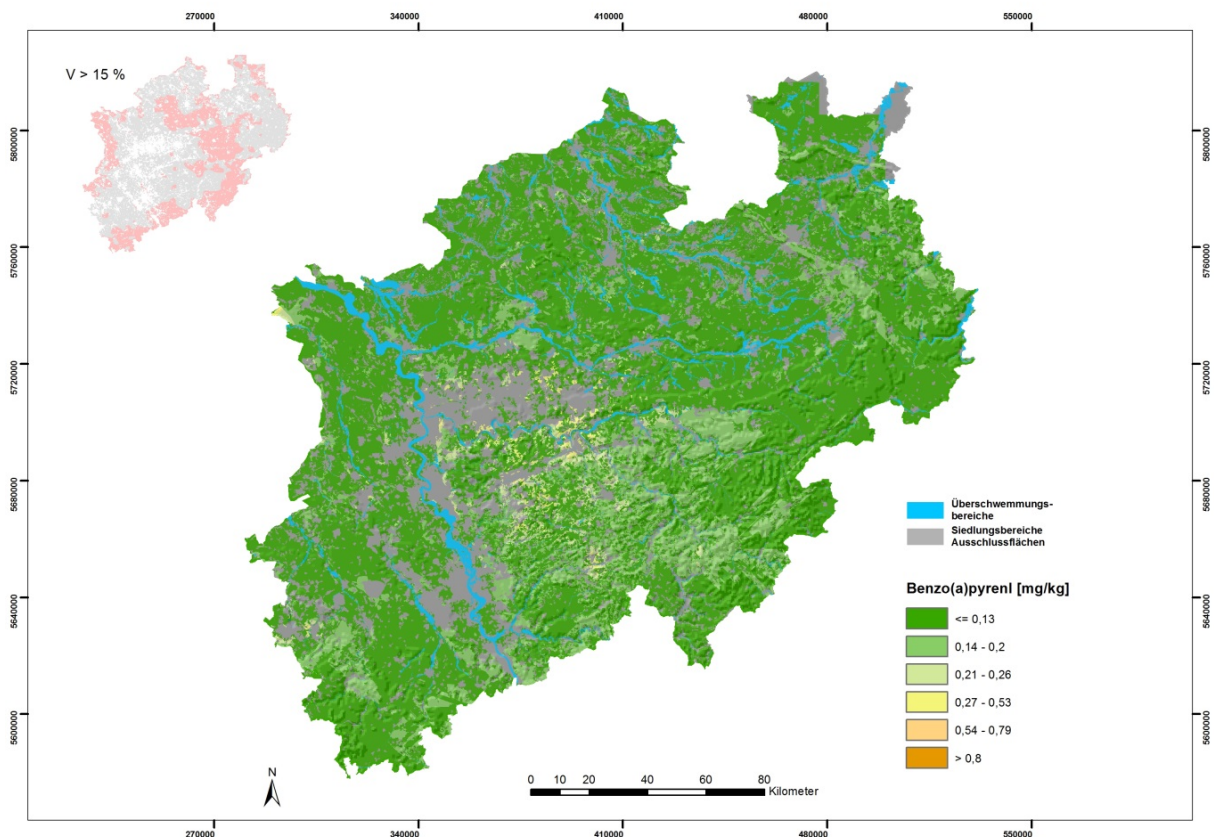


Abb. 7-9: Geschätzte Benzo(a)pyrengelhalte der Oberböden Nordrhein-Westfalens (Bereiche unsicherer Aussage $V > 15\%$ = rot markierte Flächen in der Übersichtskarte oben links)

8 Fazit und Ausblick

Mit dem vorliegenden Fachbericht konnten die Informationen zu Stoffgehalten in Oberböden Nordrhein-Westfalens deutlich verbessert werden. Mit den für NRW erstmalig abgeleiteten Hintergrundwerten für Kobalt, Antimon und Vanadium wurde das Stoffspektrum erneut erweitert. Darüber hinaus konnten die bisherigen Lücken im Tabellenwerk, also solche Parameterkombinationen, für die keine ausreichende Anzahl valider Messwerte vorlag, in erheblichem Umfang reduziert werden.

Die Datenverteilung des nun in die Auswertung eingeflossenen Datenbestandes lässt eine deutliche Verbesserung der Qualität der berechneten Kennzahlen erkennen. Dies drückt sich z.B. darin aus, dass sich in vielen Fällen die Differenz zwischen Median und 90. Perzentil reduziert hat, was belegt, dass die im Vergleich zu 2003 höheren Qualitätsansprüche an das Eingangskollektiv zu einem homogeneren und stabileren Datensatz geführt haben. Dies hat einerseits dazu geführt, dass der in die Berechnungen eingeflossenen Gesamtdatenbestand nicht wesentlich erhöht werden konnte, andererseits verringert sich dadurch aber der Einfluss außergewöhnlich hoher oder niedriger Werte sowohl auf die ermittelten Hintergrundwerte als auch auf die geschätzten Stoffgehalte.

Auch die Qualität der kartografischen Darstellungen konnte deutlich verbessert werden. Schätzwerte für Stoffgehalte im Oberboden, können nun auf Basis eines 100x100 m-Rasters angegeben werden. Damit wird eine um den Faktor 25 verbesserte Rasterung und Aussageschärfe gegenüber den bisherigen Darstellungen erzielt. Dies gilt sowohl für die Aussagen zum Gehaltsniveau als auch zur Sicherheit der Schätzung. Des Weiteren wurde erstmalig eine Karte einer geschätzten räumlichen Verteilung der B(a)P-Konzentration in Böden erstellt.

Gleichwohl schließen sich auch an diese Auswertungen methodische und fachliche Fragen an, denen bei zukünftigen Forstschreibungen der Hintergrundwerte und der Kartendarstellungen nachgegangen werden sollte.

- So wurde bei den Überschwemmungsgebieten die Gebietskulisse im Vergleich zu 2003 deutlich erweitert. Dieser Umstand ist den umfangreichen Auswertungen im Zuge der Hochwasserrisikobewertung geschuldet. Gleichwohl sind in den Mittelgebirgen an kleineren Fließgewässern überschwemmungsbürtige Böden vorhanden, die in der aktuellen Gebietskulisse noch nicht enthalten sind. Messstellen in diesen kleineren Bachauen, die nicht in der aktuellen Überschwemmungsgebietskulisse enthalten sind, gehen damit in die Auswertung der Hintergrundwerte ein, obwohl sie fachlich von der Auswertung auszuschließen wären. Der Entwicklung einer Methodik zum Ausschluss solcher Flächen sollte in einer zukünftigen Aktualisierung nachgegangen werden.
- Um den generellen Ausschluss der Messstellen im Umkreis von Tagesöffnungen (TÖB) zu validieren, sollte geklärt werden, ob die unterstellten Beeinflussungen der Bodengehalte tatsächlich nachweisbar sind. Eine fachliche Überprüfung dieses generellen Ausschlusses würde die Möglichkeit eröffnen, den Umfang der auszuschließenden Datensätze zu reduzieren.
- Weiterhin sollte der Frage nach der räumlichen und fachlichen Repräsentanz der validen Datensätze für die einzelnen Auswerteeinheiten nachgegangen werden, da die Repräsentanz der verwendeten Datensätze nicht generell unterstellt werden kann.

- Die siedlungsstrukturellen Gebietstypen wurden für die Auswertung 2003 anhand der Einwohnerdichte und der Flächengröße der Gemeinden bzw. Städte ermittelt. Es zeichnet sich ab, dass durch Bevölkerungswanderungen und den demografischen Wandel zum Teil eine Neueinstufung der Gemeinden bzw. Städte notwendig würde, wenn man diese Kriterien weiterhin so unterstellte. Es wird im Zuge weiterer Auswertungen zu entscheiden sein, wie mit diesem Auswertekriterium langfristig umgegangen werden soll.
- Grundsätzlich wird aus der vorliegenden Aktualisierung die Bedeutung der fortgesetzten Datenerfassung und der kontinuierlichen Erweiterung der Datenqualität und des Stoffspektrums ersichtlich. So werden auf Basis dieser Auswertung erstmalig für Nordrhein-Westfalen Bewertungen von Stoffen wie Kobalt, Antimon oder Vanadium und Aussagen zur regionalen Verteilung von Benzo[a]pyren möglich. Eine Ausweitung des Stoffspektrums hinsichtlich weiterer z.Zt. noch nicht zu beurteilender Schadstoffe ist daher anzustreben.

9 Literatur

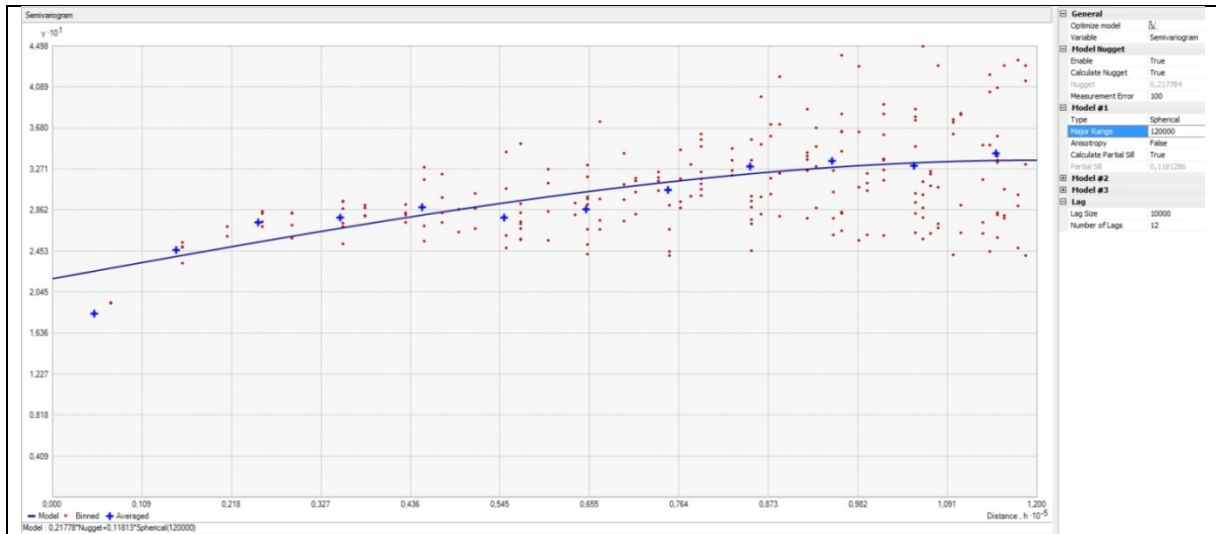
- LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden, In: ROSENKRANZ, D., EINSELE, G., HARRESS, H.-M. (Hrsg.): Bodenschutz - Ergänzbare Handbuch, Kennziffer 9006, 3. überarbeitete und ergänzte Auflage, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin.
- LUA (LANDESUMWELTAMT NRW) (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Oberböden Nordrhein-Westfalens – Auswertungen aus dem Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung (FIS StoBo).
- LUA (LANDESUMWELTAMT NRW) (2003): Arbeitshilfe zur Ermittlung von Informationen über Gebiete mit naturbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden Nordrhein-Westfalens.
- LUA (LANDESUMWELTAMT NRW) (2005): Karten der Schwermetallgehalte in Oberböden Nordrhein-Westfalens, MALBO Bd. 21.
- UTERMANN, J., DÜWEL, O., GÄBLER, H.E., HINDEL, R. (2000): Beziehung zwischen Totalgehalten und Königswasser-extrahierbaren Gehalten von Schwermetallen in Böden, In: ROSENKRANZ, D., EINSELE, G., HARRESS, H.-M. (Hrsg.): Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch, Kennziffer 1600, 3. überarbeitete und ergänzte Auflage, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin.

10 Anhang

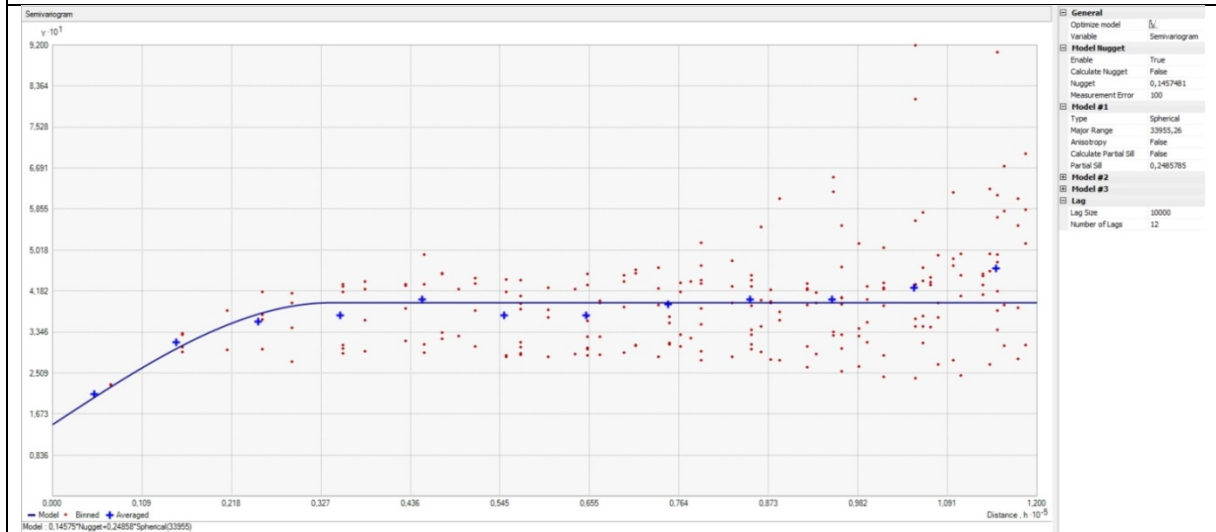
Tab. A 1: Nutzungskategorien gemäß CORINE 2006 und Zuordnung zu den ausgewerteten Hauptnutzungsgruppen

CORINE-Schlüssel	Nutzung gemäß CORINE 2006	Zugeordnete Hauptnutzung
111	Durchgängig städtische Prägung	Ausschlussfläche
112	Nicht durchgängig städtische Prägung	Ausschlussfläche
121	Industrie- und Gewerbeflächen	Ausschlussfläche
122	Straßen, Eisenbahn	Ausschlussfläche
123	Hafengebiete	Ausschlussfläche
124	Flughäfen	Ausschlussfläche
131	Abbauflächen	Ausschlussfläche
132	Deponien und Abraumhalden	Ausschlussfläche
133	Baustellen	Ausschlussfläche
141	Städtische Grünflächen	Ausschlussfläche
142	Sport- und Freizeitanlagen	Ausschlussfläche
211	Nicht bewässertes Ackerland	Acker
222	Obst- und Beerenobstbestände	Grünland
231	Wiesen und Weiden	Grünland
242	Komplexe Parzellenstrukturen	Acker
243	Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung	Acker
311	Laubwälder	Wald
312	Nadelwälder	Wald
313	Mischwälder	Wald
321	Natürliches Grünland	Grünland
322	Heiden und Moorheiden	Grünland
324	Wald-Strauch-Übergangsstadien	Wald
331	Strände, Dünen und Sandflächen	Grünland
333	Flächen mit spärlicher Vegetation	Grünland
411	Sümpfe	Ausschlussfläche
412	Torfmoore	Ausschlussfläche
511	Gewässerläufe	Ausschlussfläche
512	Wasserflächen	Ausschlussfläche

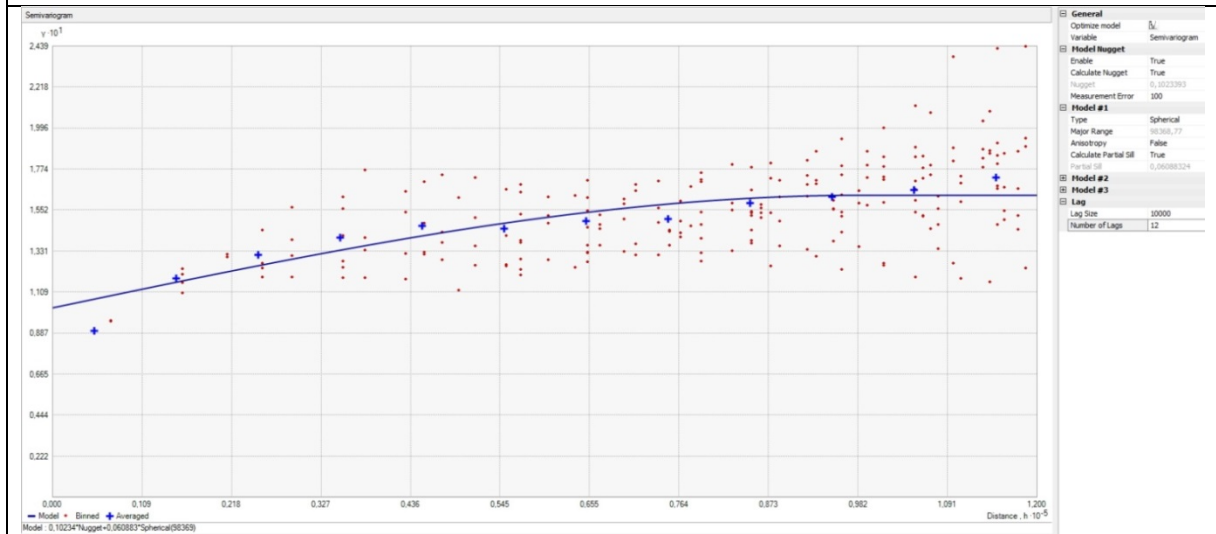
Tab. A 2: Semivariogramme der untersuchten Schadstoffe



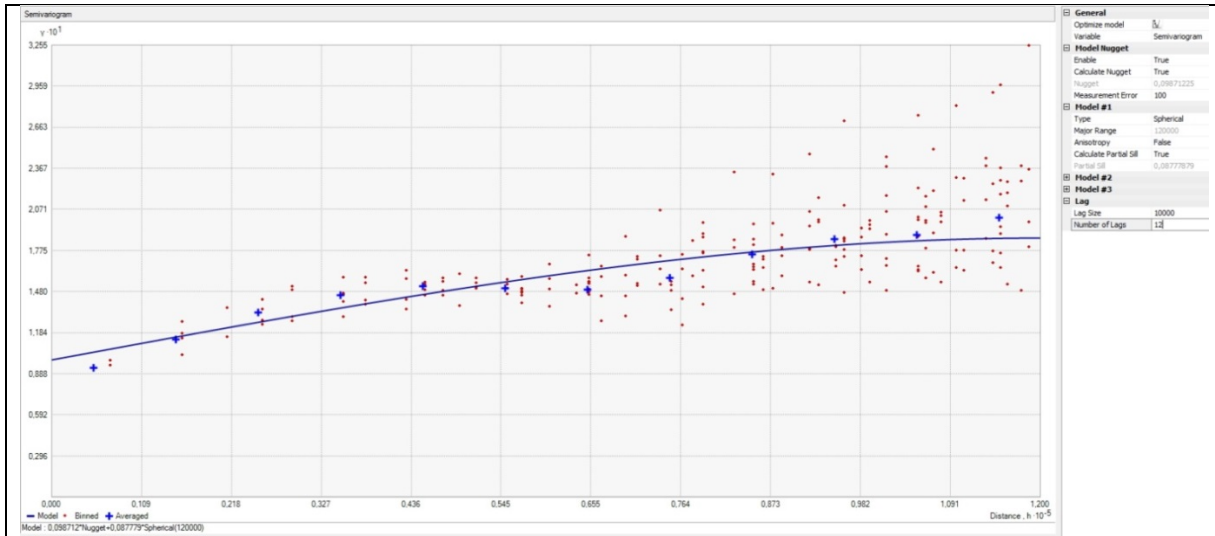
Semivariogramm Cadmium



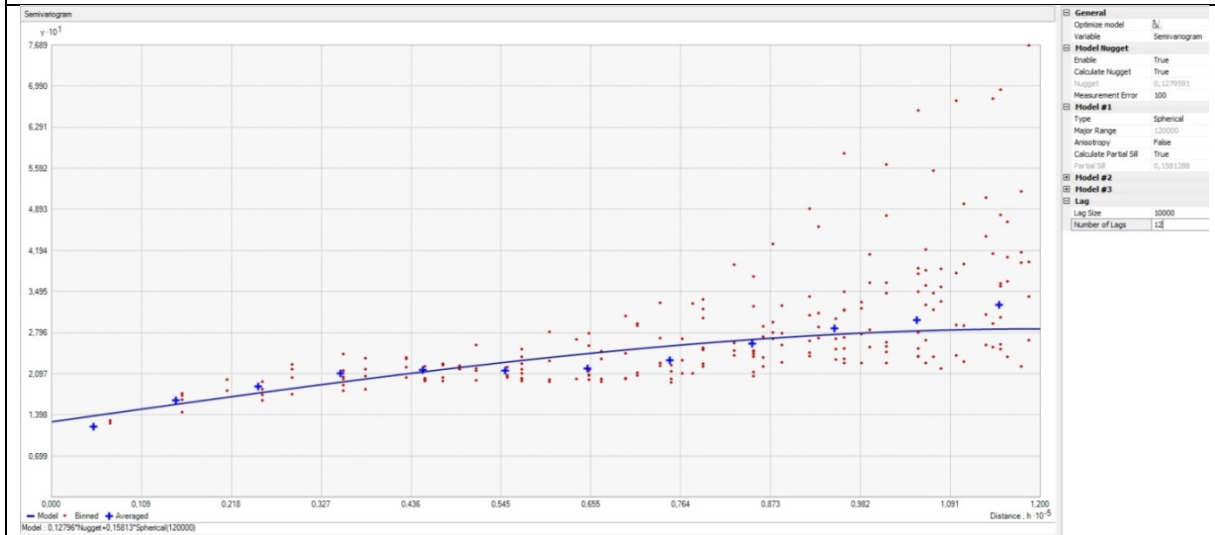
Semivariogramm Blei



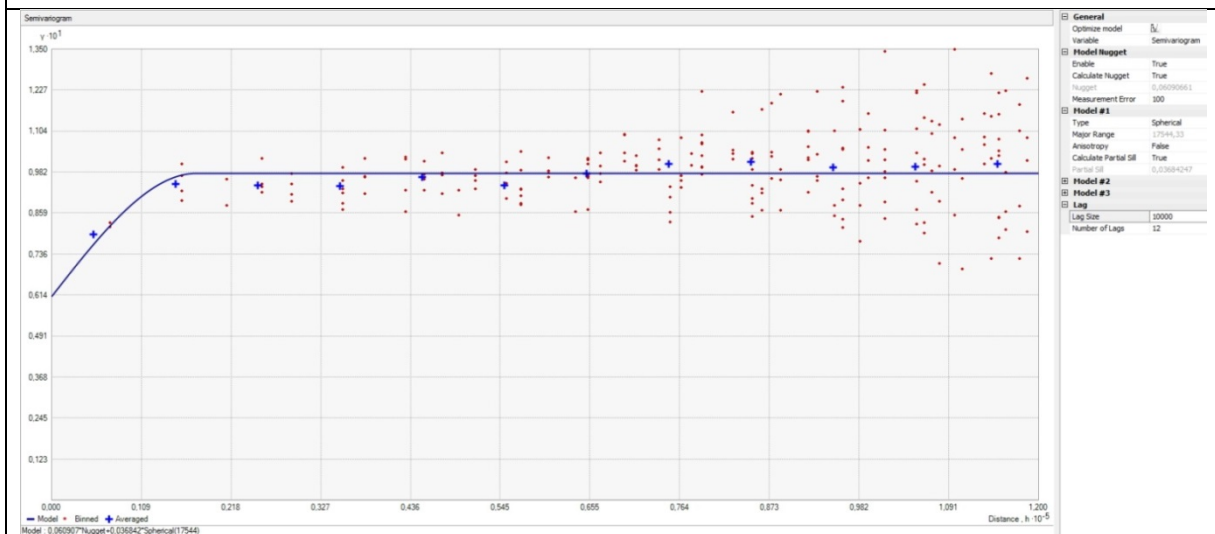
Semivariogramm Kupfer



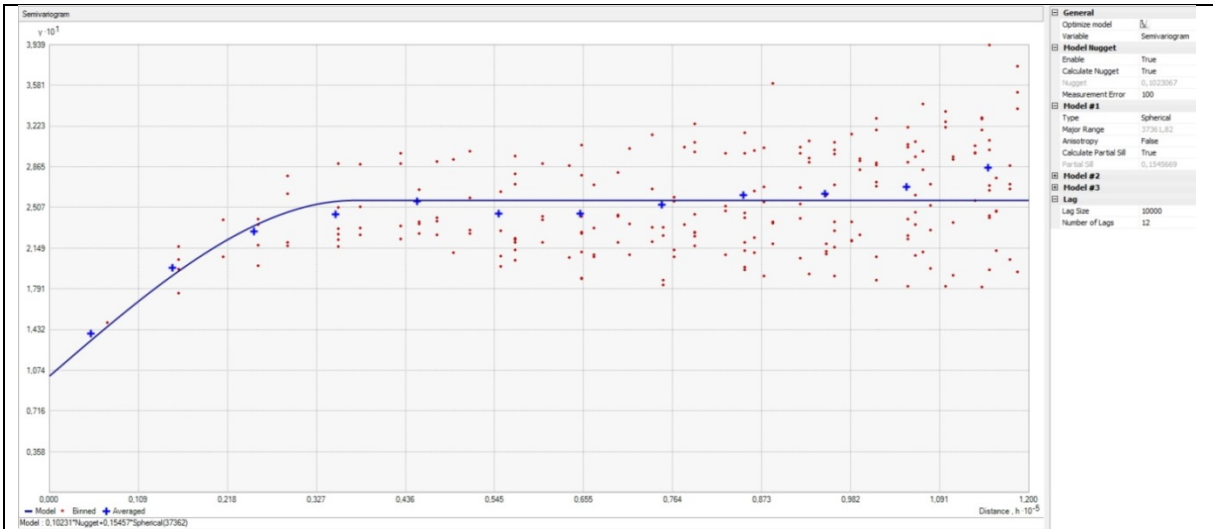
Semivariogramm Chrom



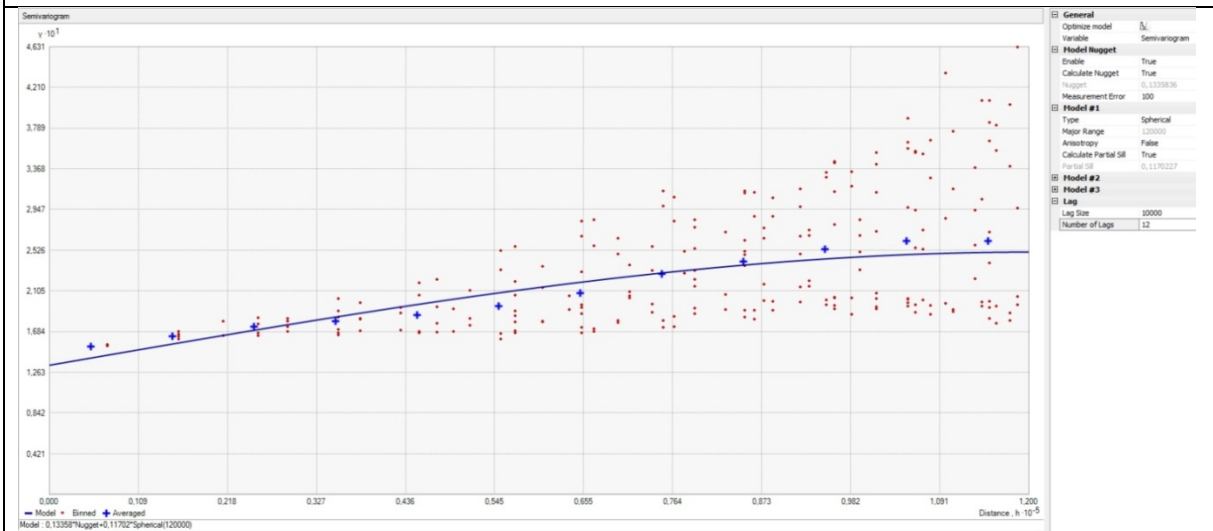
Semivariogramm Nickel



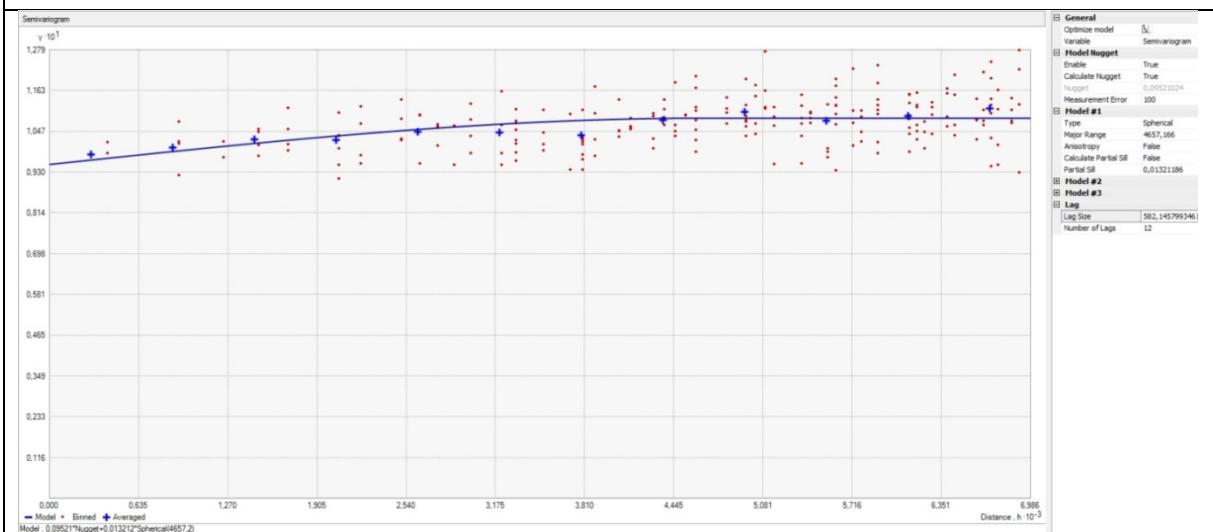
Semivariogramm Quecksilber



Semivariogramm Zink



Semivariogramm Arsen



Semivariogramm Benzo(a)pyren

Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

