

05.13

Lizenziert für Herrn Klaus-Jürgen Berief - Plan-Zentrum Umwelt GmbH, Herne.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

22. Jahrgang
Oktober 2013
ISSN 0942-3818
20565

altlasten spektrum

Herausgegeben vom
Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement
und Flächenrecycling e.V. (ITVA)

www.ALTLASTENDigital.de



Organ des ITVA

Inhalt

K. Heine

Fortschritte im Bereich des Bodenschutzes auf bundeseigenen Grundstücken. Alte Lasten – Neue Lasten, Risiken – Chancen. Was tut der Bund?

A. Carle, A. Schöniger, U. Schollenberger, W. Ufrecht

Konzeptionelle Modelle für Altstandorte – („Steckbriefe“) als Bestandteil der räumlich integralen Grundwasseruntersuchung

K.-J. Berief, Ch. Hellmann, E. Pankratz

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion vor dem Hintergrund der geplanten Regelungen in ErsatzbaustoffV und BBodSchV

G. Wieber

Stillgelegte Erzbergwerke – schädliche Bodenveränderungen gemäß Bundes-Bodenschutzgesetz?

Stellungnahme des Ingenieurtechnischen Verbandes für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. (ITVA) zum Entwurf eines Einführungserlasses des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums für das Auf- und Einbringen von Materialien unterhalb und außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht nach dem Stand vom 27.06.2013

Risk-informed and sustainable remediation – Joint Position Statement by NICOLE and COMMON FORUM

J. Nusser

Rechtsprechungsreport – Altlastenmanagement

ESV

ERICH SCHMIDT VERLAG

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

vor dem Hintergrund der geplanten Regelungen in ErsatzbaustoffV und BBodSchV

Klaus-Jürgen Berief, Christiane Hellmann, Eckehard Pankratz

1 Einleitung

1.1 Anlass und Zielsetzung

Seit dem Beginn der 1990er Jahre wird der Umbau des Emschersystems geplant und baulich umgesetzt. Die Ableitung der Abwässer in offenen Gewässergerinnen wird durch neue unterirdische Abwasserkanäle mit einer Gesamtlänge von rd. 400 km ersetzt und die Gewässer der Emscher und deren Nebengewässer ökologisch auf rd. 350 km verbessert. Besonders hervorzuheben ist die Tiefenlage des Kanalsystems, die insbesondere im Verlauf des rd. 52 km langen Abwasserkanals Emscher zwischen Dortmund und Dinslaken bis zu 40 m erreichen kann. Im Rahmen des Umbaus wurden in den vergangenen Jahren bereits rd. 4 Mio. m³ Boden verwertet bzw. aufgrund der starken industriellen Überprägung des Emscherraumes auch beseitigt. Für die noch erforderlichen Umbaumaßnahmen ist mit weiteren rd. 8 Mio. m³ Massenüberschuss zu rechnen, der sich im Mittel aus etwa 53 % natürlichen Böden, 5 % humosen Oberböden und 42 % Bodenmaterial mit einem Anteil technogener Substrate von mehr als 10 Vol.-% zusammensetzt [1].

Die Verwertung bzw. Beseitigung dieser Böden hängt zwar von vielen Faktoren ab, den entscheidenden Rahmen für das Bodenmanagement bilden jedoch die gesetzlichen Grundlagen des KrWG und Bodenschutzrechtes, deren Harmonisierung spätestens seit dem „Tongrubenurteil“ von 2005 erforderlich wurde. Die Bundesregierung will diese Regelungslücke durch die Verabschiedung einer Mantelverordnung „zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen und das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (GrwV), an den Einbau von Ersatzbaustoffen (ErsatzbaustoffV) und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material (BBodSchV)“ schließen. Die Verordnung soll ein abgestimmtes und in sich schlüssiges Gesamtkonzept zum ordnungsgemäßen und schadlosen Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen sowie für das Auf- und Einbringen von Material auf und in den Boden beinhalten. Damit wird sichergestellt, dass die Verwertung von mineralischen Ersatzbaustoffen gemäß den Zielstellungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfolgt, ein ausreichender Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes und des Bodens vor schädlichen Veränderungen im Sinne des Bodenschutzgesetzes

gewährleistet ist. Im Oktober 2012 wurde hierzu ein neuer Arbeitsentwurf vom BMU veröffentlicht [2].

Vor dem Hintergrund der gerade im Emscherraum immer wieder festzustellenden Substrat- und Schadstoffgehalte wurde seitens des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKLUNV NRW) die Emschergenossenschaft und das LANUV gebeten, die Zusammensetzung, anthropogene Überprägung und Schadstoffbelastung der in der Emscherregion verbreiteten Unterböden zu überprüfen. Eine solche Auswertung kann eine eventuelle Definition und räumliche Abgrenzung von regionalen Hintergrundgehalten vorbereiten, die der tatsächlichen Situation in der Emscherregion entsprechen und damit eine wesentliche Grundlage des notwendigen, regionalen Bodenmanagements bilden.

Erste Untersuchungen zur anthropogenen Überprägung konzentrierten sich auf den Bereich der Städte Gelsenkirchen, Gladbeck und Herne und orientierten sich an der im Entwurf der Mantelverordnung von 2011 definierten Begrenzung von max. 10 Vol.-% Fremdanteilen in Böden zur weiteren Verwendung als Bodenmaterial [3]. Zusätzlich erfolgte die Einbeziehung von Daten zur Auswertung der Schadstoffbelastung in Unterböden und Untergrund. Dieser Schritt sollte dazu dienen, den Einfluss insbesondere der technogenen Substrate (Vorkommen, Anteile) in Böden auf die Höhe der Schadstoffe am Beispiel von Benzo(a)pyren, Summe PAK, Blei und Cadmium zu prüfen. Darauf aufbauend werden die Relevanz der betrachteten Schadstoffe durch den Abgleich mit bestehenden und geplanten Grenzwerten und flächenhafte Verteilung dargestellt.

1.2 Die Emscherregion

Aufgrund der digital zur Verfügung stehenden Bodendaten der unteren Bodenschutzbehörden wurde die Untersuchung auf die Stadtgebiete Gelsenkirchen, Gladbeck und Herne beschränkt. Gleichzeitig bilden diese Städte mit ihrer zentralen Lage und mit ihrer vom Bergbau geprägten siedlungsgeschichtlichen Entwicklung typische Merkmale ab, so dass eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Teile der Emscherregion möglich erscheint. Gerade in der durch die Emscher geprägten Landschaft ist eine enge



Abbildung 1: Ungeordnete Siedlungsstruktur (Blick auf die Zeche Von der Heydt westlich des Herner Hauptbahnhofs) [4]

Verzahnung von Wirtschaft und Natur festzustellen, so dass sich Abhängigkeiten etwa in der Standortwahl bis heute erhalten haben. Die natürlichen Voraussetzungen wie z.B. Geologie, Relief oder Hydrologie beeinflussten in der Vergangenheit die wirtschaftliche Tätigkeit und Siedlungsgeschichte, deren Ausprägungen wiederum in entscheidendem Maße den Umgang mit dem Boden dominiert haben:

- Baugrundtechnische Aufbereitung der ursprünglichen Sumpfgebiete in der Emscherniederung für den Bau von betrieblichen Einrichtungen und Wohnraum,
- Unmittelbares Nebeneinander von Produktions- und Wohnstätte (Zechenanlagen als Ausgangspunkt der Siedlungsentwicklung, siehe *Abbildung 1*),
- Großflächige Aufhaltung sowie Einbringung in und auf Böden der bei der Kohlenproduktion anfallenden Bergematerialien sowie der technogenen Substrate aus industriellen Prozessen der Schwerindustrie (z.B. Schlacken),
- Massive Eingriffe in das Grundwasserregime durch die Bergsenkungen als Folge des Steinkohlenbergbaus (53 % der betrachteten Städte sind Polderland),
- Im 2. Weltkrieg entstandener und möglicherweise belasteter Trümmerschutt,
- Entstehung massiv belasteter Standorte (20 % des Flächenanteils im Emschergebiet sind als Altlastenverdachtsfläche ausgewiesen),
- Brachflächen als Hemmnisse und Herausforderungen einer zukünftigen Siedlungsentwicklung des Emschergebietes.

Die Auflistung dokumentiert, dass in der Emscherregion in der Regel weder die Ursachen noch die Eingriffe isoliert für sich betrachtet werden können, da diese fast nie in „Reinform“ auftreten, sondern viel-

mehr im Verbund das Ausmaß anthropogener Veränderungen kennzeichnen. Gleichzeitig zeigt sie bereits die vermutlich große flächenhafte Bedeutung anthropogener Eingriffe in den Siedlungsbereich der Region.

2 Aufbereitung des Datensatzes

Für die Auswertungen standen insgesamt 21.903 Bodenaufschlüsse aus den städtischen sowie den Datenbanken der Emschergenossenschaft und des Geologischen Dienstes zur Verfügung. Sie entstammen unterschiedlichen Untersuchungsprogrammen aus unterschiedlichen Zeiten und Zielrichtungen. Im Rahmen der Aufbereitung mussten deshalb die Struktur der Daten für die substrat- und schadstoffbezogenen Fragestellungen vereinheitlicht und nicht verwendbare Daten aus dem Kollektiv entfernt werden.

Schwerpunktmäßig diente die Aufbereitung der Daten für die *substratbezogenen Auswertungen* dazu, für jeden Bodenaufschluss die Mächtigkeit der anthropogen veränderten Schichten zu bestimmen sowie Art und Anteil (</> 10 Vol.-%) der im Boden enthaltenen technogenen Substrate zu differenzieren. Nach Abschluss der Aufbereitung gingen gut 11.500 Bodenaufschlüsse in die weitergehenden Auswertungen ein, von denen lediglich gut 7 % keine Hinweise auf anthropogene Veränderungen und fast 70 % technogene Beimengungen enthalten.

In gleicher Weise unterlag auch der Datensatz für *schadstoffbezogene Auswertungen* einer Aufbereitung. Da sie anders als die Auswertungen zur Erstellung einer Bodenbelastungskarte in erster Linie der Bewertung vor dem Hintergrund der Regelungen für das Ein- und Aufbringen von Böden dienen, lag auch ihr Schwerpunkt auf einem anderen Tiefenbereich. Um Über-

schneidungen zu vermeiden, wurden die Auswertungen auf den Tiefenbereich von 0,5 m bis 5,0 m beschränkt. Nach Abschluss der Aufbereitung, Prüfung und Reduzierung lagen für das Untersuchungsgebiet und die Betrachtungstiefe (0,5 m – 5,0 m) zwischen 1.280 (Summe PAK) und 1.694 (Blei) Analysedaten vor. Zu berücksichtigen ist dabei, dass es sich grundsätzlich um Daten meist einzelner Horizonte, nicht aber um Daten handelt, die einen kompletten Bohrpunkt repräsentieren.

Die parallel geprüften *kartographischen Auswertungsdaten* spielen eine entscheidende Rolle für die Auswertung der punktbezogenen Daten. Sie gliedern das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Ausprägung möglicher Einflussparameter auf den Boden (z.B. Nutzung/ Nutzungsgeschichte, naturräumliche Ausstattung, Bergsenkungen) und bieten damit die Grundlage, Abhängigkeiten zwischen Einflussparameter sowie Bodenaufbau zu erkennen und ein Raumeinheitenmodell zu erarbeiten. Über eine GIS-technische Verschneidung wurden den punktbezogenen Daten die entsprechenden Flächeninformationen zugewiesen. Der Datensatz bietet allein schon wegen seiner Größe eine bisher in vergleichbarer Form nicht vorhandene Grundlage zur Erfassung und Gewichtung möglicher Einflussfaktoren auf den Boden in der Emscherregion. Dennoch sind bei der Interpretation auch die Grenzen der Aussagekraft zu berücksichtigen:

- Es wurden i. d. R. keine bodentypologischen Bewertungen vorgenommen.
- Nicht alle Bereiche des Untersuchungsgebietes sind gleich gut repräsentiert. Die Siedlungsbereiche von Herne sowie von Gelsenkirchen südlich der Emscher weisen eine gute Verteilung der Daten auf. Dagegen ist die Datenlage in Gladbeck und im Gelsenkirchener Norden nicht ausreichend.
- Insbesondere die Analysedaten der städtischen Datenbanken gehen vor allem auf die Beprobung organoleptisch auffälliger Horizonte zurück.
- bei den Analysen handelt es sich um horizontbezogene Daten, die i. d. R. nur einen Teil des betrachteten Bohrprofils von 0,5 m bis 5,0 m unter Gelände repräsentieren.
- Die Analysedaten wurden in unterschiedlichen Laboren zu unterschiedlichen Zeiten mit teilweise unterschiedlichen Methoden ermittelt.

3 Substratbezogene Auswertungen

Die im Folgenden beschriebenen Auswertungen dienen in erster Linie dazu, das Ausmaß und die flächenhafte Relevanz von anthropogen bedingten Eingriffen insbesondere im Hinblick auf den Bodenaufbau und die Zufuhr von technogenen Substraten vor dem Hintergrund des ursprünglichen Entwurfes der Mantelverordnung 2011 (Anteil Fremdstoffanteile < 10 %) zu ermitteln.

3.1 Raumeinheitenmodell

Anthropogene Eingriffe in den Boden sind vielfältig, verfolgen allerdings in der Regel ein auf die Nutzung der Fläche bezogenes Ziel. Sie können beispielsweise ein Ausgleich bestimmter naturräumlicher Voraussetzungen (Grundwasserflurabstand, Baugrundeignung des Substrates) im Vorfeld einer Nutzung, eine Art der Nutzung selbst (Deponierungen, Bodenbearbeitungen im Gartenbau oder in der Landwirtschaft) oder aber ein notwendiger Ausgleich von unerwünschten Effekten anthropogener Nutzungen (z.B. Bergsenkungen) sein.

Im Emschergebiet können in der Regel weder die Ursachen noch die Eingriffe isoliert für sich betrachtet werden, da sie fast nie in „Reinform“ auftreten, sondern vielmehr im Verbund das Ausmaß anthropogener Veränderungen des Bodens kennzeichnen. So wurden im Vorfeld der Auswertungen entsprechende statistische Versuche unternommen, den Grundwasserflurabstand, das Ausmaß von Bergsenkungen und die Tragfähigkeit der natürlicherweise anstehenden Bodensubstrate mit der Tiefe anthropogener Eingriffe in Beziehung zu setzen. Dass die Ergebnisse kein eindeutiges Bild ergaben, liegt weniger daran, dass es keine Wechselwirkungen gibt, sondern dass sich sowohl die Ursachen als auch die anthropogenen Eingriffe in ihrer Wirkung jeweils überlagern.

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

Tabelle 1: Raumeinheiten mit Angabe der Flächenanteile und Zahl der Bohrpunkte

	Flächenanteil		Zahl der Bohrpunkte	
	in ha	in %	absolut	in %
Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderung				
Registrierte Altablagerungen	1.358,3	7,0	1.293	11,2
Registrierte Altstandorte	3.117,5	16,1	3.934	34,1
Künstlich veränderte Flächen ¹	778,8	4,0	333	2,9
versiegelte Flächen ¹	4.079,0	21,0	1.368	11,9
Umfeld aktueller/historischer Bachläufe ¹	910,3	4,7	902	7,8
Flächen mit mehrfachem „Verdacht“ ^{1,2}	1.736,0	4,7	425	3,7
Gesamt	11.159,9	57,5	8.255	71,6
Verbleibende Flächen des Siedlungsbereiches				
Wohnbauflächen	1.939,4	10,1	911	7,9
Flächen öffentl. Gebäude	182,3	0,9	300	2,6
Gewerbeflächen	159,3	0,8	120	1,0
Grün- und Parkanlagen	756,2	3,9	529	4,6
Kleingartenanlagen	316,5	1,6	281	2,4
Straßenbegleitgrün (nur Gelsenkirchen, Gladbeck)	373,0	1,9	134	1,1
Brachen	160,0	0,8	97	0,8
Sonstige Flächen	1.275,1	4,1	434	3,8
Gesamt	4.628,8	24,1	2.806	24,2

1 Außerhalb der im vorgenannten, im Verdachtsflächenkataster registrierten Flächen.

2 Flächen, die in den Kartierungen mehrfachen Flächentypen zugeordnet wurden. Sie und die entsprechenden Bohrpunkte konnten deshalb nicht für die Ermittlung von Ausmaß und Intensität von anthropogenen Einflüssen auf den einzelnen Flächentypen herangezogen werden.

Bei der Erstellung von Bodenbelastungskarten besteht ein erprobter Ansatz darin, die anthropogene Nutzung bzw. Nutzungsgeschichte als Summe der wesentlichen stofflichen und strukturellen Einflussfaktoren auf den Boden heranzuziehen. Die in *Tabelle 1* voneinander abgegrenzten Raumeinheiten folgen diesem nutzungsbezogenen Ansatz.

Bestimmte Flächentypen weisen aufgrund des Zusammenspiels von natürlichen Voraussetzungen und einer industriell geprägten Nutzungsgeschichte eine hohe Intensität und Vielfalt anthropogener Eingriffe auf und besitzen auch hinsichtlich ihrer flächenhaften Verteilung eine besondere Bedeutung. Entsprechende Flächentypen machen bereits fast 58 % des Untersuchungsgebietes aus und werden in *Tabelle 1* als „*Flächen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für anthropogene Veränderungen*“ bezeichnet. Die verbleibenden Raumeinheiten werden anhand der aktuellen Nutzung voneinander abgegrenzt. Es zeigt sich, dass von ihnen vor allem die Wohnbauflächen und in Abstrichen die Grün- und Parkanlagen eine flächenhafte Bedeutung besitzen.

3.2 Statistische Auswertung

Die Auswertung verfolgt das Ziel, die entsprechend Kapitel 3.1 gebildeten Flächentypen mit statistisch ermittelten Kennwerten hinsichtlich des Ausmaßes und der Art der anthropogenen Veränderung zu charakterisieren. Hierzu dienen in erster Linie die Werk-

zeuge der deskriptiven Statistik (Perzentilberechnungen und Darstellungen als Summenkurven bzw. im Box-Whisker-Plot). In einem zweiten Schritt geht es anhand induktiver, statistischer Methoden darum, zu prüfen, ob sich die Bodendaten der jeweiligen Flächentypen voneinander abgrenzen lassen und damit geeignete Hilfsmittel darstellen, die Ergebnisse pro Raumeinheit in die Fläche zu übertragen.

3.2.1 Tiefe der anthropogenen Veränderungen

Die in *Abbildung 2* dargestellten Perzentildaten für die Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderungen dokumentieren die Intensität der anthropogenen Überprägung bei diesen Flächentypen. So liegt bereits das 25. Perzentil bei mindestens 50 cm; bei der Hälfte aller Bodendaten (50. Perzentil) überschreitet die Eingriffstiefe mindestens 80 cm, in der Regel aber deutlich mehr als 100 cm. Dabei zeigen die in den kommunalen Katastern registrierten Altablagerungen und Altstandorte erwartungsgemäß die mit Abstand höchsten Veränderungsintensitäten. So liegt vor allem der Median der Altablagerungen mit einer Tiefe von 280 cm der anthropogenen Veränderung bis zu 3,5fach so hoch wie bei den übrigen Flächentypen. Angesichts der großen Perzentilabstände der übrigen Flächentypen besitzen die versiegelten Flächen eine vergleichsweise „stabile“ Tiefe der Veränderung, die zwischen dem 25. und dem 90. Perzentil lediglich von 50 auf 190 cm ansteigt und deren Me-

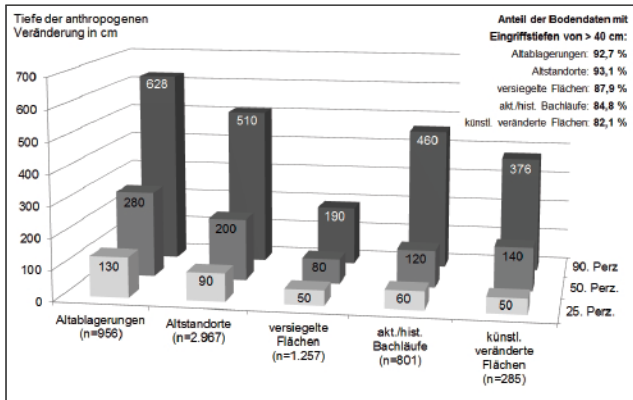


Abbildung 2: Kennwerte zur Beurteilung der Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderungen (nach Extremwertbereinigung)

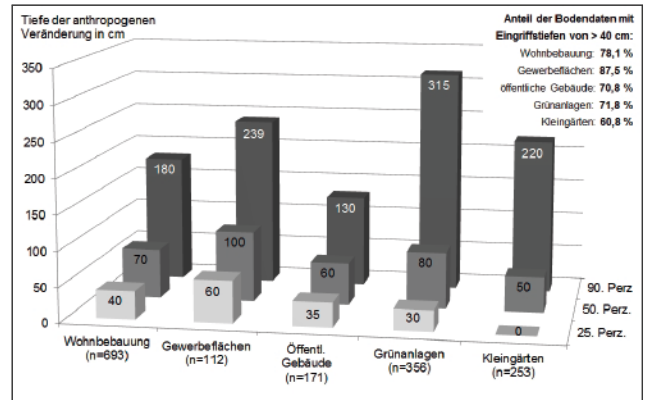


Abbildung 3: Kennwerte zur Beurteilung der verbleibenden Flächen des Siedlungsbereiches (nach Extremwertbereinigung)

dian bei 80 cm liegt. Der Median entspricht somit dem typischen Aufbau einer Versiegelung. Während sich bei den bisher betrachteten Flächen mit hohem Verdacht anthropogener Veränderungen jeweils statistisch hoch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Raumeinheiten zeigen, liegen die Daten auf den verbleibenden Flächen des Siedlungsbereiches insgesamt deutlich enger beieinander. Eine signifikante Unterscheidung allein anhand der aktuellen Nutzung ist nicht zielführend. Am Beispiel der Wohnbauflächen wurden deshalb weitere abbildbare Einflussfaktoren auf die Intensität anthropogener Eingriffe geprüft, etwa der evtl. Ausgleich von Bergsenkungen, der Umgang mit Kriegsschäden und Trümmerschutt, die Lage im Naturraum sowie die Nutzungsgeschichte und das Nutzungsalter. Dabei konnte vor allem der Einfluss von Nutzungsalter und Lage im Naturraum herausgestellt werden [3]. Die Intensität anthropogener Veränderungen auf den verbleibenden Flächen des Siedlungsbereiches wird in *Abbildung 3* anhand von Kenndaten für ausgewählte Typen dargestellt. Abgesehen von den Kleingartenan-

lagen weisen auf allen Flächentypen zwischen 70 und knapp 90 Prozent der Bodenaufschlüsse anthropogene Veränderungen auf, die über das Maß der gartenbaulichen Bearbeitung (40 cm) hinausgehen.

3.2.2 Anteile technogener Substrate im Boden

Die Tiefe der anthropogenen Eingriffe an sich sagt noch nichts über die Zusammensetzung des Bodenmaterials aus. *Abbildungen 4 und 5* zeigen eine erste Differenzierung hinsichtlich des Substratmaterials entsprechend der differenzierten Raumeinheiten. Angesichts der großen Bedeutung von Böden mit technogenen Substraten bestand ein weiteres Ziel der substratbezogenen Auswertungen darin, die Anteile der technogenen Substrate möglichst weitgehend hinsichtlich der im ersten Entwurf (2011) der Ersatzbaustoffverordnung genannten Grenze von 10 Vol.-% zu gliedern. Aufgrund der Schwierigkeiten, die entsprechenden Substratangaben im Datensatz eindeutig zu gewichten, gelang eine Quantifizierung nur bei 20 bis 36 % der Bohrdaten dieser Flächentypen. Allerdings zeigen die schadstoffbezogenen Auswertungen

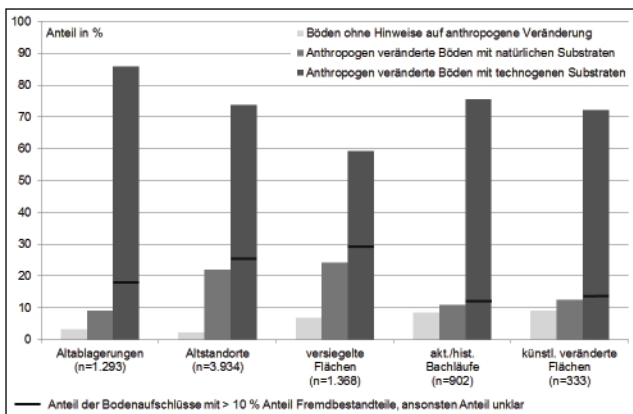


Abbildung 4: Differenzierung der in den Bodenaufschlüssen auf den Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderung angetroffenen Böden

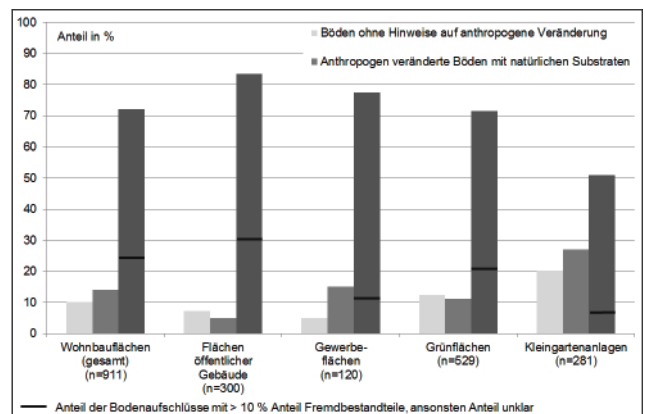


Abbildung 5: Differenzierung der in den Bodenaufschlüssen auf den verbleibenden Flächen des Siedlungsbereiches angetroffenen Böden

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

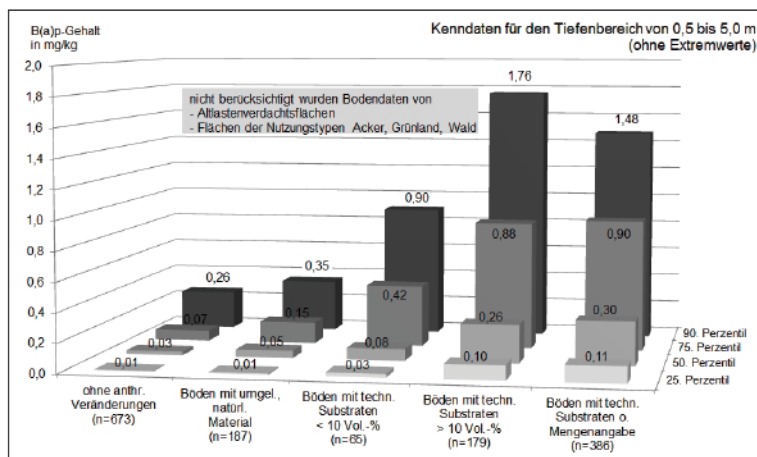


Abbildung 6: Extremwertbereinigte Kenndaten für den Siedlungsbereich (Benzo(a)pyren-Gehalte)

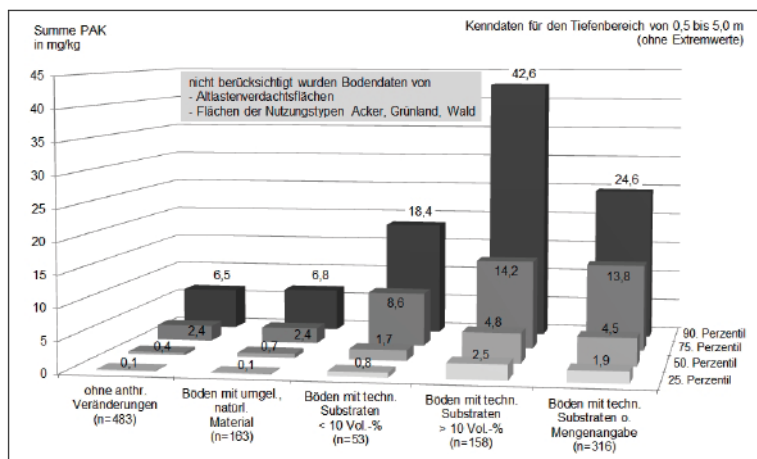


Abbildung 7: Extremwertbereinigte Kenndaten für den Siedlungsbereich (PAK-Gehalte)

(siehe Kapitel 4) zumindest für PAK, dass die Böden mit unklaren Anteilen an technogenen Substraten in der Bohransprache hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte eher der Gruppe mit hohen Substratanteilen zuzuordnen sein dürften. Hinsichtlich des Vorkommens technogener Substrate liegen die Flächen des Siedlungsbereiches auf einem ähnlichen Niveau wie die Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderungen (Abbildung 5). Auch hier weisen 70 bis knapp 85 % der Bohrdaten technogene Substrate auf. Eine Ausnahme bilden die Kleingartenflächen, die immerhin in 20 % der Bohrdaten keine anthropogene Veränderungen zeigen.

4 Schadstoffbezogene Auswertungen

Die schadstoffbezogenen Auswertungen dienen zum einen zur Feststellung des Substrateinflusses auf den Schadstoffgehalt, vor allem hinsichtlich der Unterscheidung von Horizonten mit weniger bzw. mehr als 10 Vol.-% technogene Substrate. Zum anderen erfolgt durch sie eine Einordnung der Schadstoffsituation

im Unterboden durch den Abgleich mit vorhandenen und geplanten Beurteilungswerten.

Nutzungsbezogene Auswertungen bzw. solche, die eine Übertragung der punktbezogenen Daten auf die Fläche zum Ziel haben, wurden zurückgestellt. Gleichwohl geben die Untersuchungen bereits einige Hinweise auf die Eignung des vorliegenden Datensatzes für die Bildung von Raumeinheiten und im Weiteren für die Ermittlung statistisch abgesicherter, gebietsbezogener Beurteilungswerte für das Untersuchungsgebiet.

Die Flächen der kommunalen Altlastenkataster werden aufgrund ihrer Belastungssituation herausgenommen, jedoch hinsichtlich der Ergebnisse vergleichend herangezogen.

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die typischen Schadstoffe Benzo(a)pyren und Summe PAK als Vertreter der organischen Schadstoffe sowie auf die Schwermetalle Blei und Cadmium. Der Auswahl liegt die Überlegung zu Grunde, sowohl Schadstoffe zu prüfen, die erfahrungsgemäß an das Vorkommen von technogenen Substraten (z.B. Benzo(a)pyren oder Summe PAK) gebunden sind, als auch solche, bei denen sich eine entsprechende Abhängigkeit eher nicht zeigt (z.B. Cadmium). Eine Zwischenstellung nimmt Blei ein, welches immissions- und substratbedingt in den Boden gelangen kann.

4.1 Statistische Auswertung

4.1.1 Benzo(a)pyren und Summe PAK

Die statistischen Auswertungen zu Benzo(a)pyren und der Summe PAK für den Siedlungsbereich (d.h. ohne Verdachtsflächen) zeigen vergleichbare Ergebnisse (s. Abbildung 6 und 7) und eine deutliche Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Böden.

So liegen bezogen auf Benzo(a)pyren der Median und das 75. Perzentil von Böden mit höheren Anteilen technogener Substrate jeweils etwa zehnmal so hoch wie die von Böden ohne anthropogene Veränderungen. Beim Summenparameter PAK sind zumindest für die jeweiligen Medianwerte ähnliche Dimensionen zu beobachten. Eine Zwischenstellung nehmen die Bodenproben mit Substratanteilen von weniger als 10 Vol.-% ein. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass nur bei einem vergleichsweise geringen Anteil (n=65 bzw. 53) der Bodendaten mit hoher Sicherheit ein technogener Anteil mit definiert weniger als 10 Vol.-% nachgewiesen werden konnte. So lassen sich zwar sehr wohl Anhaltspunkte für diese Kategorie ermitteln, aber – bezogen auf die Flächengröße – lässt sich vermutlich kein statistisch abgesichertes Bild feststellen. Bei der Betrachtung der Abbildungen 6 und

7 fällt zudem auf, dass sowohl bei Benzo(a)pyren als auch bei PAK die Kenndaten der Böden mit unklaren und der Böden mit höheren Substratanteilen fast identisch sind. Die teils massiven Unterschiede im 90. Perzentil dürften darauf zurückgehen, dass bei den hoch belasteten Böden die Hinweise auf die Substratanteile in der Regel so eindeutig waren, dass sie bereits in der Datenaufbereitung der Substratklasse „> 10 Vol.-%“ zugeordnet werden konnten. Grundsätzlich kann jedoch – zumindest bezogen auf die Schadstoffe Benzo(a)pyren und PAK – davon ausgegangen werden, dass es sich bei den Böden mit unklaren Substratanteilen mit hoher Wahrscheinlichkeit um Böden mit hohen Substratanteilen handelt.

4.1.2 Blei und Cadmium

Im Vergleich zu den organischen Schadstoffen ergibt sich bei Blei bereits ein gleichmäßigeres Belastungsbild (Abbildung 8). Zwar liegen Median und 75. Perzentil von Böden mit höheren Substratanteilen immer noch 3- bis 4-mal höher als die entsprechenden Werte von Böden ohne Hinweise auf Veränderungen. Allerdings bewegen sich die Schadstoffgehalte auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, so dass anders als bei den organischen Schadstoffparametern bei Blei eine Abgrenzung der Böden anhand ihres Substratanteils nicht ohne weiteres gerechtfertigt ist.

Cadmium ist erfahrungsgemäß kein Schadstoff, der typischerweise über technologische Substrate in den Unterboden und Untergrund gelangt. Demzufolge dürften sich in den statischen Untersuchungen keine Abhängigkeiten zu Vorkommen und Anteil technogener Substrate ergeben. Dies bestätigen in Abbildung 9 die vergleichsweise dicht beieinander liegenden Kenndaten. Hinzu kommt das niedrige Niveau der Schadstoffgehalte im Siedlungsbereich (siehe hierzu auch Kapitel 4.2).

4.2 Einschätzung anhand der geplanten Vorsorge- und Prüfwerte

Die in Kapitel 4.1 dargestellten statistischen Untersuchungen konzentrierten sich auf die Beurteilung des Einflusses technogener Substrate auf die Höhe des Schadstoffgehaltes. Im Folgenden sollen die Ergebnisse vor dem Hintergrund der derzeit gültigen bzw. der geplanten (Entwurf BBodSchV 10/2012 [2]) Beurteilungswerte geprüft werden.

Berücksichtigt werden die in einer Tiefe zwischen 0,5 und 5 m unter GOK erhobenen Bodendaten des Siedlungsbereichs. Damit fallen die singulären Belastungen der Altlastverdachtsflächen ebenso heraus wie die vermutlich unbelasteten Flächen des Außenbereichs (Acker, Grünland, Wald). Einschränkend

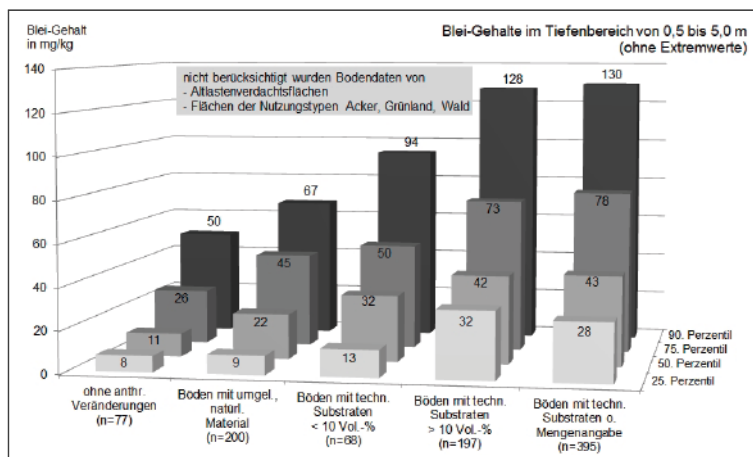


Abbildung 8: Extremwertbereinigte Kenndaten für den Siedlungsbereich (Blei-Gehalte)

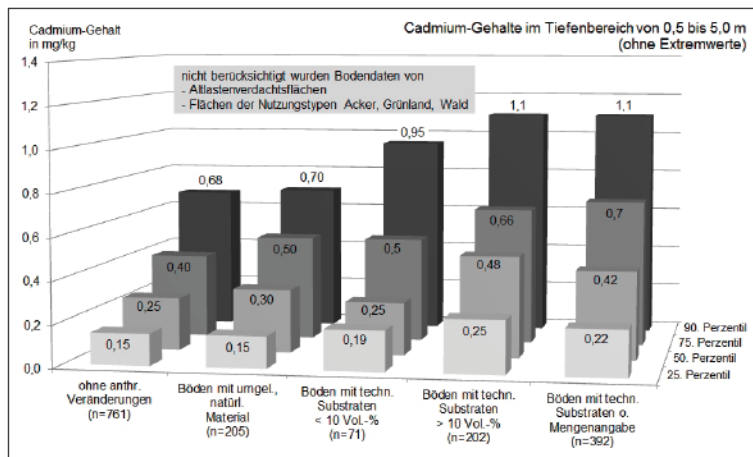


Abbildung 9: Extremwertbereinigte Kenndaten für den Siedlungsbereich (Cadmium-Gehalte)

sollte berücksichtigt werden, dass die zur Verfügung stehenden Analysedaten nicht zu dem Zweck erhoben wurden, um eine systematische und flächendeckende Beurteilung der Schadstoffgehalte im Siedlungsbereich zu ermöglichen. Dennoch gibt gerade die hohe Zahl der Analysen im Siedlungsbereich einen Eindruck der Relevanz von Schadstoffen.

Abbildung 10 zeigt die relative Häufigkeit von Überschreitungen des einfachen bzw. doppelten Vorsorgewertes. Demnach zeigen vor allem organische Schadstoffe in Böden mit technogenen Substraten eine Überschreitungshäufigkeit von teilweise mehr als 65 %. Auffällig sind hier auch die hohen Häufigkeiten bei den Böden ohne Hinweise auf anthropogene Veränderungen (PAK: 30 % oberhalb des Vorsorgewertes von 3 mg/kg).

In der Beurteilung der anorganischen Schadstoffe wurden die ausschlaggebenden Vorsorgewerte Lehm/Schluff herangezogen. Es zeigt sich, dass sie bei Blei, vor allem aber bei Cadmium in deutlich geringerer Häufigkeit überschritten werden als bei den organischen Schadstoffen. Unter Berücksichtigung der Gren-

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

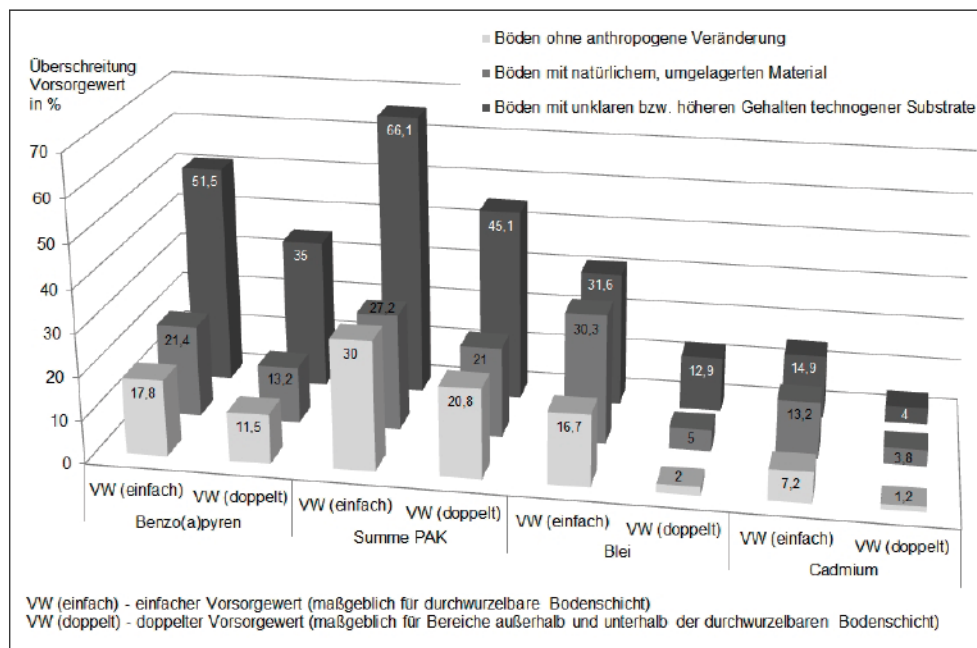


Abbildung 10: Relative Überschreitungshäufigkeit der Vorsorgewerte in Abhängigkeit von der Art des Bodenmaterials

zen des Datensatzes ist abschließend zusammenzufassen, dass insbesondere die organischen Schadstoffe Benzo(a)pyren und Summe PAK im Siedlungsbereich eine entscheidende Rolle spielen, da angesichts der Verbreitung technogener Substrate im Siedlungsbereich (siehe Kapitel 3) die Überschreitung des Vorsorgewertes eine hohe Wahrscheinlichkeit besitzt.

So überschreitet auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten bereits der Median von Böden mit Anteilen technogener Substrate > 10 Vol.-% sowie mit unklaren Substratanteilen den Vorsorgewert der Summe PAK und Benzo(a)pyren (siehe 4.1).

Gemäß Merkblatt 44 des Landesumweltamtes NRW [5] sind solche Schadstoffgehalte als erhöht anzusehen, „die gemäß § 9 Abs. 1 BBodSchV die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung anzeigen, also Überschreitungen der Vorsorgewerte. Erhöhte Schadstoffgehalte liegen in einem Gebiet insbesondere vor, wenn auf der Basis flächenrepräsentativer Daten aus dem betrachteten Gebiet der Medianwert zu einem Schadstoff den entsprechenden Vorsorgewert nach Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV überschreitet.“

Innerhalb des regionalen Flächennutzungsplans der Städteregion Ruhr [6] wurden – für den Oberboden – bereits für verschiedene Parameter gebietsbezogene Beurteilungswerte oberhalb der Vorsorgewerte festgesetzt. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen legen nahe, eine entsprechende Vorgehensweise auch für die tieferen Bodenschichten zu prüfen.

Bei der Novellierung der BBodSchV ist gleichzeitig eine Verschärfung des Prüfwertes für Benzo(a)pyren geplant, der für die wesentlichen Nutzungen des Siedlungsbereiches auf 1 mg/kg festgesetzt werden soll. In Abbildung 11 werden die Bodendaten auch vor dem Hintergrund dieser Verschärfung beleuchtet. Demnach überschreiten die durch technogene Substrate geprägten Böden im Unterboden und Untergrund den schärferen Grenzwert in einer Häufigkeit von immerhin 23 bzw. knapp 29%. Dabei ist zu beachten, dass es sich ausschließlich um Daten des Siedlungsbereiches ohne jeglichen Belastungsverdacht und nicht um solche von Altlastverdachtsflächen handelt.

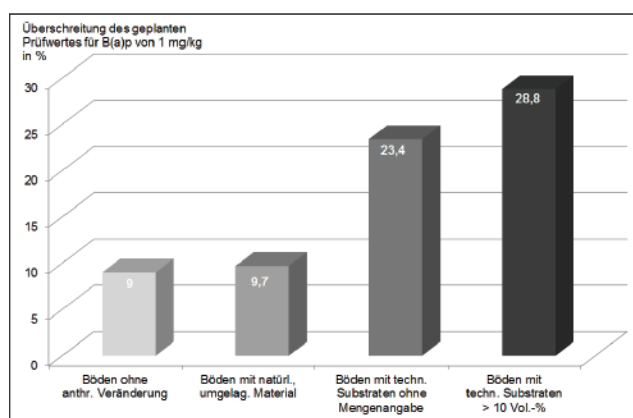


Abbildung 11: Relative Überschreitungshäufigkeit des geplanten Prüfwertes für Benzo(a)pyren von 1 mg/kg.

5 Flächenhafte Verbreitung anthropogen veränderter Böden

Die flächenhafte Übertragung der in Kapitel 3 und 4 dargestellten Ergebnisse zum Umfang, Charakter und zur Schadstoffbelastung anthropogen veränderter Böden setzt zum einen eine detaillierte Prüfung des Datensatzes hinsichtlich seiner Eignung zur flächenhaften Darstellung voraus (siehe z.B. [7]). Dabei sind vor allem die in Kapitel 2 genannten Grenzen der Daten zu berücksichtigen. Auch wenn eine flächenhafte kartographische Darstellung in der vorliegen-

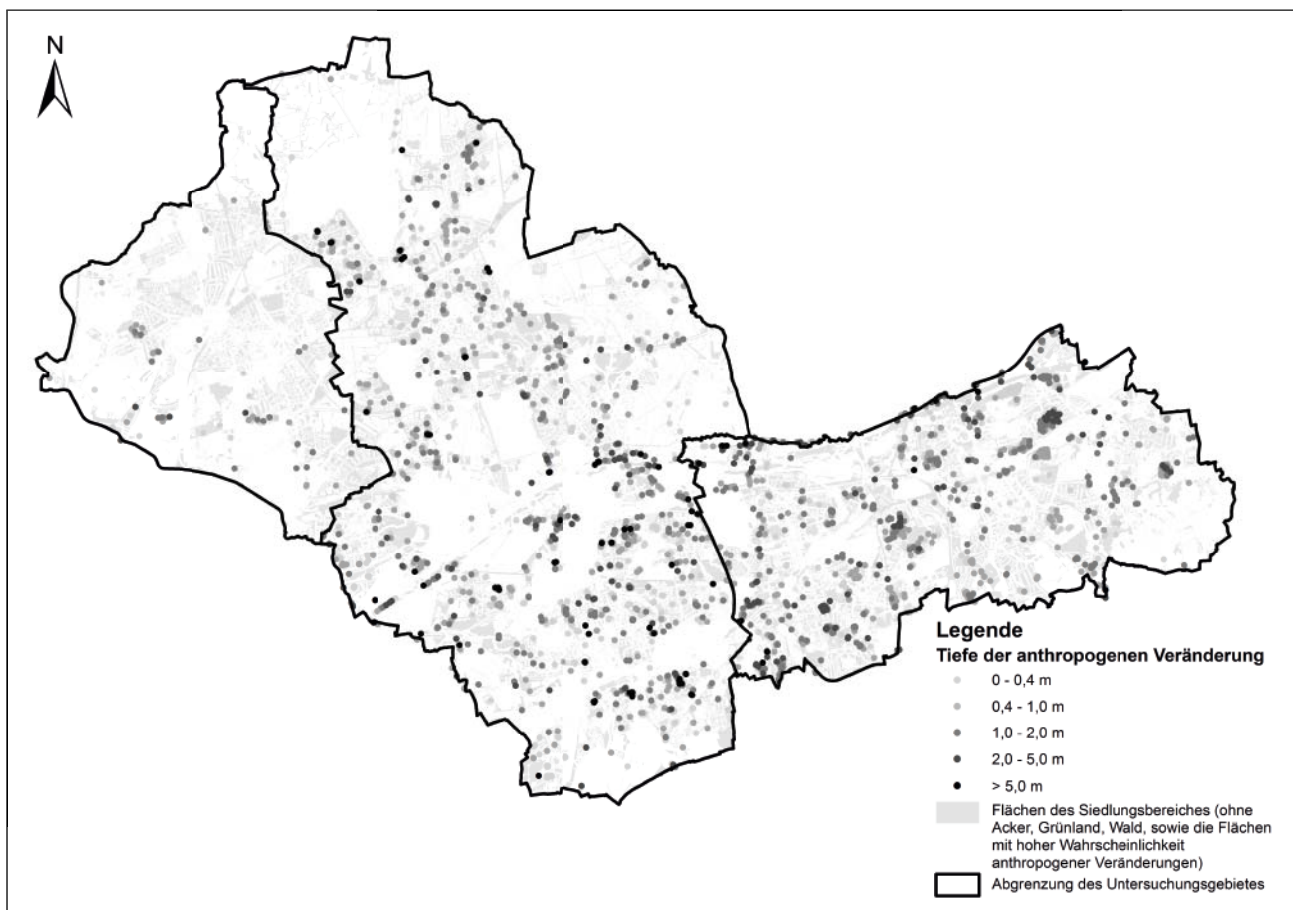


Abbildung 12: Räumliche Verteilung der Bodendaten und Darstellung der Tiefe der anthropogenen Veränderung (Siedlungsbereich ohne Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderungen).

den Untersuchung letztlich nicht stattfand, wurden die gebildeten Raumeinheiten bereits hinsichtlich der genannten Voraussetzungen geprüft. Dabei ergab sich eine statistisch abgesicherte Abgrenzung der gebildeten Raumeinheiten, die für große Teile des Untersuchungsgebietes eine flächenhafte Übertragung der Ergebnisse möglich machen würde. Dies gilt insbesondere für die Raumeinheiten, für die bereits im Vorfeld mit hoher Wahrscheinlichkeit massive anthropogene Veränderungen prognostiziert wurden. In *Abbildung 12* wird allerdings deutlich, dass auch abseits der Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein großer Anteil der Bodenaufschlüsse anthropogene Veränderungen aufweist, die über das Maß der gärtnerischen Bearbeitung hinausgehen. Augenscheinlich dominieren die Kategorien zwischen 0,4 m und 2 m. Allerdings zeigt sich vor allem im Stadtgebiet von Herne sowie von Gelsenkirchen südlich der Emscher ein nennenswerter Anteil an Bodenaufschlüssen mit höheren Veränderungstiefen. Eine Aussage über das Stadtgebiet von Gladbeck kann hingegen aufgrund der geringen Datendichte nicht gemacht werden. Auch bei Beachtung der in Kapitel 2 genannten Grenzen des Datensatzes dokumentiert *Tabelle 2* eine starke anthropogene Prägung der Böden im Untersuchungsgebiet, die auch bei einer hohen Differenzierungstiefe

bestehen bleibt. So weisen auf allen Flächentypen des Siedlungsbereichs die Bodenaufschlüsse in der Regel zu mehr als 70 % eine Tiefe der anthropogenen Veränderung von mehr als 40 cm auf und bewegen sich damit auf einem vergleichbar hohen Niveau. Dabei zeigen die im Vorfeld auskartierten Flächen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit anthropogener Eingriffe auch die massivsten Beeinträchtigungen und bilden darüber hinaus mit einem Flächenanteil von knapp 60 % auch den größten Flächenanteil des Untersuchungsgebietes.

Hinzu kommt, dass auch die Anteile von Bodenaufschlüssen mit technogenen Substraten in fast allen Raumeinheiten deutlich über 70 % liegen. Eine Ausnahme bilden lediglich die Böden unter bzw. im unmittelbaren Umfeld von versiegelten Flächen sowie die geringen Flächenanteile der Kleingartenanlagen und des Straßenbegleitgrüns. Hier treten natürliche Bodenmaterialien bzw. solche in den Vordergrund, bei denen eine technogene bzw. natürliche Herkunft nicht eindeutig geklärt werden kann.

Eine flächenhafte Übertragung auf der Grundlage der ermittelten Kennwerte wurde zwar bislang noch nicht durchgeführt (vgl. Kap. 4.3), da es bei den hier durchgeführten Untersuchungen zunächst um den Nachweis flächenhaft eingebrachter technogener

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

Tabelle 2: Flächenhafte Bedeutung und Kenndaten der statistisch untersuchten Flächentypen

	Flächen- anteil (in %)	Tiefe anthropogene Veränderung			Aufschlüsse mit techn. Substraten (in %)
		> 40 cm (in %)	Median	90. Perz.	
Flächen mit hoher Wahrscheinlichkeit anthropogener Veränderungen (57,5 %)					
Altablagerungen	7,0	92,7	280	628	85,6
Altstandorte	16,1	93,1	200	510	73,8
versiegelte Flächen	21,0	87,9	80	190	59,3
aktuelle/historische Bachläufe	4,7	84,8	120	460	75,6
künstl. veränderte Flächen	4,0	82,1	140	376	72,1
Flächen mit mehrf. Verdacht	4,7	92,7	150	440	77,2
Verbleibender Siedlungsbereich (ohne Restflächen) (20 %)					
Wohnbauflächen(Gesamt)	10,1	78,1	70	180	72,1
Grünanlagen	3,9	71,8	80	315	71,5
Straßenbegleitgrün (ohne Her)	1,9	78,1	90	220	44,0
Kleingartenanlagen	1,6	60,8	50	220	51,6
Flächen öffentlicher Gebäude	0,9	70,8	60	130	83,6
Gewerbeflächen	0,8	87,5	100	239	77,5
Brachen (undifferenziert)	0,8	70,6	70	177	65,0
Außenbereich (Acker, Grünland und Wald) (18,4 %)					
Acker, Grünland, Wald	18,4	nicht ausgewertet			

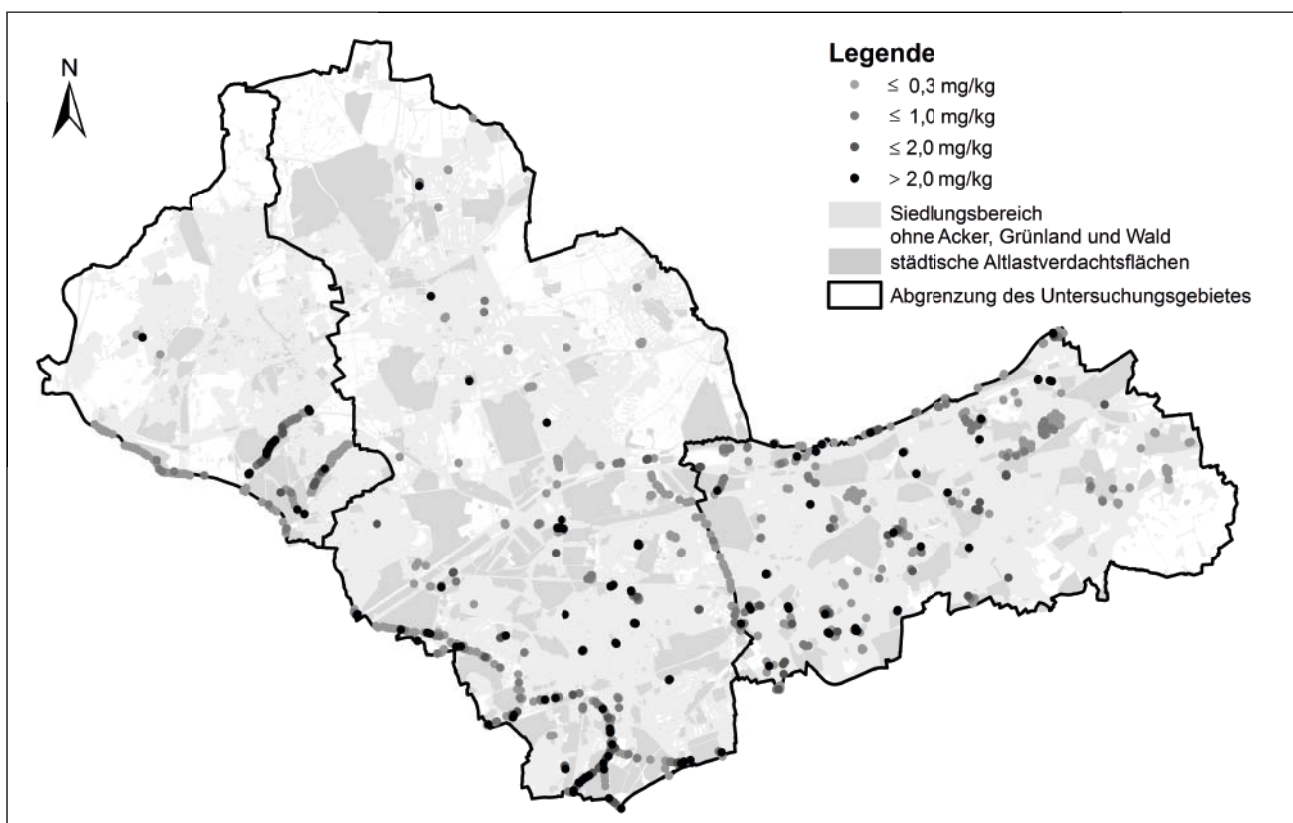


Abbildung 13: Benzo(a)pyren-Gehalte im Tiefenbereich von 0,5 m bis 5,0 m auf Flächen des Siedlungsbereiches (ohne Altlastverdachtsflächen und Acker, Grünland, Wald).

Substrate und um des Einflusses dieser Substrate auf den Stoffgehalt ging. Trotzdem gibt die *Abbildung 13* am Beispiel von Benzo(a)pyren einen ersten flächenhaften Eindruck von der Verteilung der Bodendaten mit Analytik im Tiefenbereich von 0,5 m bis 5,0 m und gliedert sie hinsichtlich der Überschreitung der Vorsorgewerte bzw. der niedrigsten Prüfwerte.

Obwohl es sich bei den in *Abbildung 13* dargestellten Bodendaten ausschließlich um solche handelt, die nicht von Altlastverdachtsflächen und von oberflächennahen Schichten stammen, kommt es nicht nur bei Benzo(a)pyren, sondern auch bei PAK und Blei im angegebenen Tiefenbereich zu verbreiteten Überschreitungen des höheren Vorsorgewertes (für Lehm/Schluff bzw. für humusreiche Böden), während dieser von den Cadmiumgehalten vornehmlich unterschritten wird.

Es ist auch erkennbar, dass in vielen Fällen hoch und gering belastete Proben nebeneinander vorkommen, was für kategoriale Belastungsfaktoren spricht, die entlang bestimmten Grenzen jeweils typisch und damit räumlich abgrenzbar auf den Stoffgehalt wirken.

6 Fazit und Ausblick

Durch die Nutzung aller digital verfügbaren Datenbanken konnte ein vereinheitlichter Datensatz erstellt werden mit einem vermutlich beispiellosen Umfang von 11.500 Bodenaufschlüssen für ein knapp

20.000 ha großes Untersuchungsgebiet. Die Aufbereitung ermöglichte, wesentliche Einflussparameter auf den Boden wie Nutzung, Nutzungsgeschichte, Bergsenkungen, naturräumliche Ausstattung auf Teilflächen bzw. auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen auszuwerten.

Im Ergebnis wurden massive anthropogene Veränderungen nachgewiesen, die fast den kompletten Siedlungsbereich der drei Städte (gut 80 Prozent des gesamten Untersuchungsgebietes) betreffen und bei fast allen untersuchten Raumeinheiten teilweise sehr deutlich über das Maß der gartenbaulichen Bearbeitung (40 cm) hinausgehen. Gleichzeitig sind in der Regel bei mehr als 70 % der Bodenaufschlüsse technogene Substrate enthalten. Aufgrund des in der vorliegenden Untersuchung festgestellten hohen Einflusses regionstypischer Wirkfaktoren (Altlastverdachtsflächen, Versiegelungsgrad, intensive Bebauung im Siedlungsbereich) lassen sich die Ergebnisse mit Einschränkungen auch auf andere Bereiche der Emscherregion übertragen.

Die schadstoffbezogenen Auswertungen auf den Flächen des Siedlungsbereichs außerhalb der registrierten Altlastverdachtsflächen zeigen, dass sowohl Benzo(a)pyren und die Summe der PAK als auch – in abgeschwächter Form – Blei im Tiefenbereich von 0,5 m bis 5,0 m bezogen auf die Vorsorge- und Prüfwerte eine hohe Bedeutung besitzen. Dabei können vor allem bei den organischen Schadstoffen deutliche Einflüsse

Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion

des Vorkommens und Anteils technogener Substrate auf die Schadstoffhöhe herausgearbeitet werden. So überschreitet auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten bereits der Median von Böden mit unklaren bzw. höheren Anteilen technogener Substrate und damit große Anteile des Siedlungsbereiches den Vorsorgewert für die Summe PAK und für Benzo(a)pyren im Unterboden und Untergrund. Die Einhaltung des Vorsorgewertes gilt jedoch als wesentliche Grundlage für die Beurteilung, ob eine schädliche Bodenveränderung ausgeschlossen werden kann. Eine im Rahmen des Arbeitsentwurfes der BBodSchV (10/2012) [2] angedachte Reduzierung des Prüfwertes von Benzo(a)pyren auf 1 mg/kg würde z.B. dazu führen, dass viele Flächen des Siedlungsbereichs eine neue Relevanz bei der Gefahrenabschätzung bekommen.

Angesichts dieser Ergebnisse ist grundsätzlich die Frage zu klären, wie zukünftig mit den bei Baumaßnahmen im Siedlungsbereich der Emscherregion anfallenden Böden umgegangen werden kann. Deshalb sollte geprüft werden, ob in Analogie zur Vorgehensweise für den Oberboden im Rahmen des regionalen Flächennutzungsplan der Planungsgemeinschaft Städteregion Ruhr [6] auch für die tieferen Bodenschichten gebietsbezogene Beurteilungswerte oberhalb der Vorsorgewerte festzusetzen sind. Als äußere Gebietsabgrenzung bietet sich z.B. die Grenze zwischen Außen- und Siedlungsbereich an. Ein entsprechender statistischer Nachweis erfordert allerdings die Einbeziehung weiterer Daten aus dem Außenbereich. Hinsichtlich der Innendifferenzierung eines möglichen Gebietes mit siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten ist zu klären, ob für sie allein fachlich begründete Ausschlussflächen (z.B. Altlastenverdachtsflächen, Schutzgebiete usw.) definiert werden oder ob sich eine solche Differenzierung auch durch signifikante Unterschiede einzelner Raumeinheiten hinsichtlich ihres Schadstoffgehalts ergibt.

Angesichts der Prüfwertdiskussion um Benzo(a)pyren könnte der umfangreiche Datensatz zudem dazu genutzt werden, spezifische Fragenstellungen zu klären, etwa durch die Auswahl geeigneter Standorte zur Ermittlung der Resorptionsverfügbarkeit von Benzo(a)pyren in Abhängigkeit von unterschiedlichen Substraten.

Die bisherigen Auswertungen konzentrierten sich bislang auf die Städte Gelsenkirchen, Gladbeck und Herne. Auch wenn damit bereits typische Bereiche der Emscherregion beschrieben werden, ist eine Übertragbarkeit auf andere Kommunen abschließend noch zu prüfen.

Literaturangaben:

- [1] Emschergenossenschaft (2012): Datenauswertung entsorgter Böden bis 2012 sowie Profil- und Chemiedaten der Bodendatenbank EGLV
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Ver-

wendung von Boden und bodenähnlichem Material, Entwurf vom 31.10.2012, Bonn.

- [3] Plan-Zentrum Umwelt GmbH (2012): Anthropogen veränderte Böden in der Emscherregion – Aufbau und flächenhafte Verteilung, unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Emschergenossenschaft, Sept. 2012, Herne.
- [4] Schulze, W. und R. Günter (1992): Historische Luftbilder des Ruhrgebietes, 1924-1938, hrsg. vom Kommunalverband Ruhrgebiet, 2. Aufl., Essen.
- [5] Landesumweltamt NRW (Hrsg.) (2004): Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß § 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, LUA-Merkblatt Nr. 44, Essen.
- [6] RFNP (2009): Regionaler Flächennutzungsplan der Planungsgemeinschaft Städteregion Ruhr, Stand Dezember 2009.
- [7] UMEG (2003): Methodische Empfehlungen zur Abgrenzung von Gebieten mit großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden, Auszug aus dem Forschungsbericht 200 71 238 für die Vorlage bei der LABO, Karlsruhe/Berlin.

Anschrift der Autoren:

Christiane Hellmann
Emschergenossenschaft
Stabsstelle Bodenmanagement (22-QM)
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen
E-Mail: hellmann.christiane@eglv.de

Klaus-Jürgen Berief
Plan-Zentrum Umwelt GmbH
Straßburger Straße 38
44623 Herne
E-Mail: berief@plan-zentrumumwelt.de

Eckehard Pankratz
Plan-Zentrum Umwelt GmbH
Straßburger Straße 38
44623 Herne
E-Mail: pankratz@plan-zentrumumwelt.de