

Bodenuntersuchungen im Umfeld der Kokerei „Prosper“ (ArcelorMittal) in Bottrop



Dokumentation

Auftraggeber: Stadt Bottrop
Umweltamt 68/1
Brakerstr. 74
46238 Bottrop

Sachbearbeitung: Dipl.- Geol. Th. Müller
Telefon (02041) 70 37 32
mail: thomas.mueller@bottrop.de

Auftragnehmer: Institut für Stadtökologie und Bodenschutz
Dorstener Str. 137
44809 Bochum
www.isb-reinirkens.de

Bearbeiter: Dr. Martin Hütter
Dipl.-Umweltwiss. Dietmar Twer
Dr. Peter Reinirkens

Stand: Juli 2019

Inhalt

1	Einführung - Untersuchungsanlass.....	4
2	Methodisches Vorgehen.....	4
3	Ergebnisse	6
3.1	Schadstoffbelastung von Böden unter Parknutzung	6
3.1.1	Einordnung der BaP-Gehalte.....	7
3.1.2	Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte der Böden	8
3.2	Schadstoffbelastung von Böden unter Kleingartennutzung.....	9
3.2.1	Einordnung der BaP-Gehalte.....	10
3.2.2	Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte.....	11
3.2.3	Schadstoffbelastung einer Kompostprobe	11
3.3	Schadstoffbelastung eines Bodens einer Brachfläche	12
3.4	Schadstoffbelastung von Böden unter Wohnnutzung	13
3.4.1	Einordnung der BaP-Gehalte.....	13
3.4.2	Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte.....	14
4	Zusammenfassender Vergleich der BaP-Belastung mit Bodenwerten der BBodSchV (1999)	15
4.1	Vergleich der BaP-Gehalte der „Ad-hoc Untersuchung“ mit den Vorsorgewerten der BBodSchV	15
4.2	Vergleich der BaP-Gehalte der „Ad-hoc Untersuchung“ mit den Prüfwerten der BBodSchV	16
5	Zusammenfassung	19
6	Literatur	23
	Anhänge	25

1 Einführung - Untersuchungsanlass

Der Eintrag von nicht bis schwer abbaubaren Schadstoffen (z.B. Arsen, Schwermetalle, PAK) in Böden führt zur Erhöhung des Schadstoffgehaltes in Böden, da viele Böden Schadstoffe effektiv speichern und damit das Grundwasser vor Verunreinigung schützen. Besonders wirksam speichert der humushaltige Oberboden.

Jüngere Einträge werden in den obersten Zentimetern des Oberbodens bereits eingebunden, ältere Einträge werden durch die durchmischende Tätigkeit der Bodenlebewelt im gesamten Oberboden verteilt. Schadstoffausträge in den Unterboden sind hinsichtlich der o.g. Schadstoffe untergeordnet bedeutend.

Schwerpunkt dieser Bodenuntersuchungen ist die Beurteilung, ob es durch Immission von PAK-haltigen Stäuben (s. LANUV 2018) im nahen Umfeld der Kokerei Prosper (ArcelorMittal) zu auffälligen Erhöhungen der Bodenhalte an PAK (= Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) und deren Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) gekommen ist.

Um ein umfassenderes Bild der Bodenschadstoffgehalte im Umfeld der Kokerei und ihrer Quellen zu bekommen, wurden auch die Schadstoffgehalte der Bodens an Arsen, Schwermetallen und - als „Tracer“ für kohlenbürtige Stoffe - das Element Barium untersucht.

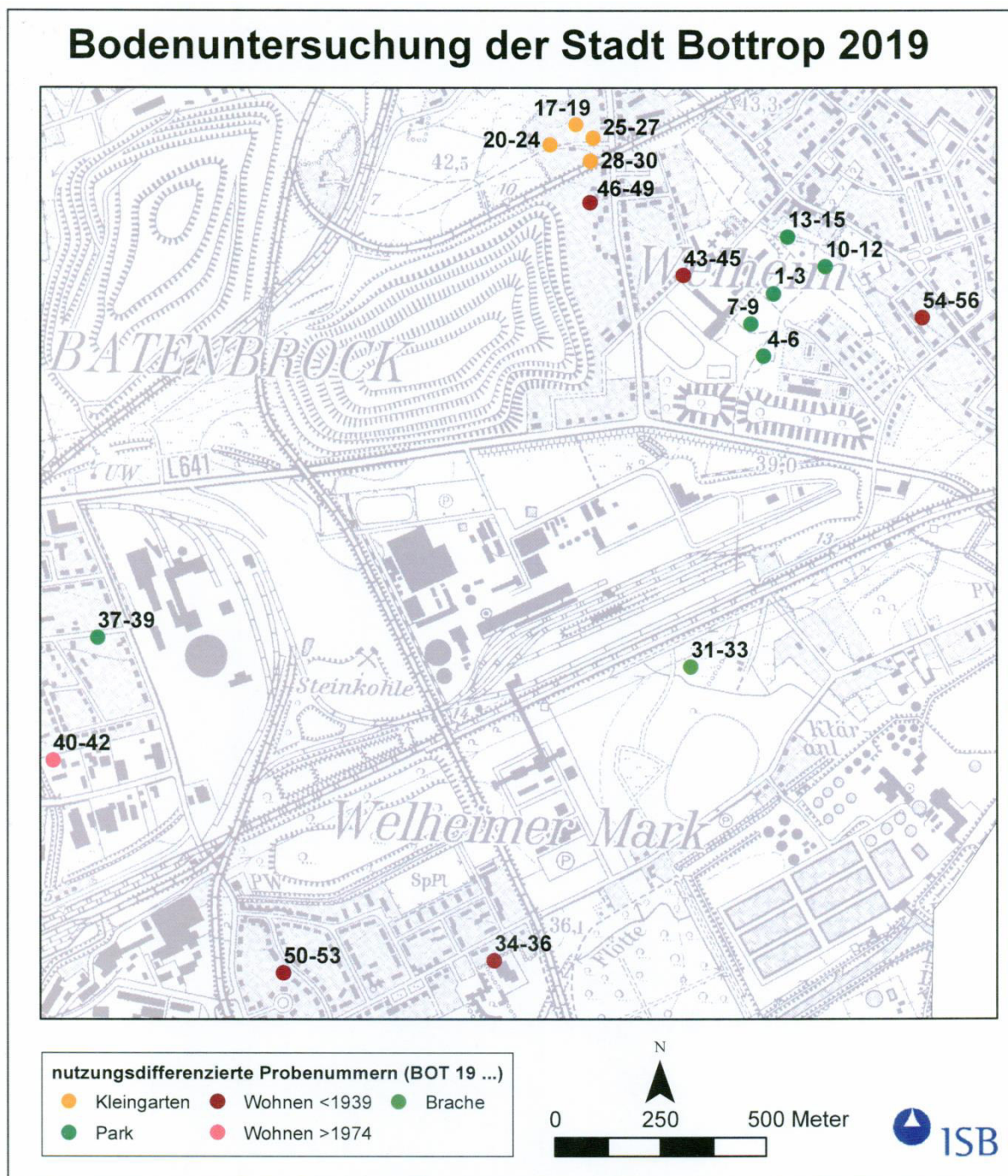
Da die Stadt Bottrop bereits seit gut 10 Jahren eine **digitale Bodenbelastungskarte (dBBK)** besitzt (ISB 2008), können die aktuellen Messwerte gut vergleichend eingeordnet werden.

2 Methodisches Vorgehen

In der Zeit vom 24.5-29.5.2019 beprobte das Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (ISB-Dr. Reinirkens, Bochum) 17 Standorte im Umfeld der Kokerei Prosper (ArcelorMittal) in den Stadtteilen BOT-Welheim und Welheimer Mark).

Die Beprobungsflächen standen unter den Nutzungen Park (6), Kleingartenanlage (Johannestal) (4+1), Wohngarten (6) bzw. Brache (1).

Karte 1 zeigt die Lage der Untersuchungsstandorte:



Karte 1: Standorte der Ad hoc – Untersuchung 2019

Folgende Tiefenstufen des **Oberbodens** wurden beprobt:

- 0-2 cm (Rasen/Grünland/Brache)
- 2-10 cm (Rasen/Grünland/Brache)
- 0-30 cm (Nutzgarten)

Folgende Tiefenstufe des **Unterbodens** wurde beprobt:

- 30-60 (25-40) cm

Feldbodenkundliche Bodenprofilbeschreibungen wurden von jedem Standort durchgeführt, um das Auftreten auch nicht immissionsbürtiger Belastungsquellen (z.B. abgelagerte schadstoffhaltige Fremdbestandteile z.B. Aschen, Schlacken o.ä.) erfassen zu können. Die feldbodenkundlichen Profilbeschreibungen erfolgten in Anlehnung an AG Boden (2005) und sind im Anhang 1 zusammengestellt.

An einem Standort in der Kleingartenanlage wurde ein ca. 2-4 Jahre altes Kompostmaterial aus dem dortigen „Schnellkomposter“ untersucht.

3 Ergebnisse

Die folgende Ergebnisdarstellung zur Bodenbelastung ist zunächst nach Bodennutzungstypen differenziert, da diese die Einflussgrößen „Immissionsbelastung“, „nutzungsspezifische Belastung und Schadstoffverteilung“ und „substratspezifische Belastung“ für die Stadt Bottrop im Allgemeinen am besten widerspiegeln (ISB 2004a, ISB 2008). Dabei wird zunächst die Bodenbelastung mit Benzo(a)pyren behandelt. Anschließend wird für den jeweiligen Nutzungstyp das Schadstoffniveau an Schwermetallen und Arsen im Boden beschrieben und bewertet.

3.1 Schadstoffbelastung von Böden unter Parknutzung

Von den 6 Beprobungsflächen unter Parknutzung entfallen 5 auf den Park östlich bzw. südöstlich des Schulkomplexes Grund-/ und Hauptschule Welheim. Die andere Fläche liegt in einem kleinen Park mit Spielfläche an der Steigerstraße.

Die fünf Teilflächen des Parks südöstlich des Schulkomplexes sind etwa 700-1000 m Luftlinie von dem in Hauptwindrichtung „Südwest“ liegenden Kokereistandort entfernt. Die untersuchten Böden weisen unterschiedlich starke Beimengungen an „technogenen Substraten“ (z.B. Kohle, Aschen, Bergematerial) sowie unterschiedlich starke Störungen des natürlichen Profilaufbaus auf. Beide Aspekte wirken sich prinzipiell ungünstig auf den Untersuchungsansatz aus, die rein immissionsbedingte Bodenbelastung zu ermitteln.

Die Stoffgehalte an BaP in den Oberböden (0-2 cm und 2-10 cm) liegen auf einem Niveau zwischen 0,2-0,7 mg/kg. Dabei ist festzustellen, dass die obersten 2 cm des Bodens nicht höher, sondern eher geringfügig niedriger belastet sind als die folgenden 8 cm der 2. Tiefenstufe (2-10 cm) des Oberbodens.

Zwei Teilflächen weichen von diesem allgemeinen Niveau deutlich ab: eine Teilfläche mit einem sehr stark erhöhten BaP-Gehalt (BOT 19 1-3), die andere (BOT 19 19 10-12) mit so niedrigen Gehalten, dass sogar die analytische Bestimmungsgrenze für BaP (0,05 mg/kg) unterschritten wird.

Die stark erhöhten Gehalte des Bodens BOT 19 1-3 bestätigen die Messwerte dieses Bodens aus einer früheren Untersuchung zur Erstellung der dBBK (ISB 2008) auf derselben Fläche. Die feldbodenkundliche Beschreibung zeigt, dass das Gehaltsniveau mit deutlichen Anteilen an grobkörnigen technogenen Fremdbeimengungen (z.B. Kohle, Aschen etc.) in Verbindung zu bringen ist. Eine allein immissionsbedingte Ursache für dieses Gehaltsniveau ist somit auszuschließen. Auch spricht seine singuläre Lage innerhalb einer Parkfläche, die mehrheitlich Messpunkte mit einem deutlich geringeren BaP-Gehaltsniveau aufweist, dagegen. Hinzu kommt, dass dieser Standort aufgrund seines sehr hohen Humusgehaltes (>20% im Oberboden) und seiner starken Bodenvernässung organische Schadstoffe sehr gut speichert nur vergleichsweise schlecht biochemisch umsetzt. Selbst im Unterboden (40-60 cm) sind die BaP-Gehalte noch immer auf einem vergleichsweise hohen Niveau (0,96 mg/kg BaP).

Der sehr niedrige BaP-Gehalt der anderen Teilfläche (BOT 19 10-12) geht auf starke Veränderungen des Bodenprofils durch Bodenumlagerung und -durchmischung zurück.

Die kleine Parkfläche (mit Spielplatz) an der Steigerstraße, die ca. 800 m **westlich** der Kokerei liegt, weist einen Gehalt von 0,3-0,4 mg/kg im Oberboden auf (s. BOT 19 37-39). Der Oberboden ist allerdings durch eine Aufschüttung von ortsfremdem Material geprägt, das Teilen des ursprünglichen Bodens aufliegt. Dies ist auch der Grund dafür, dass der BaP-Gehalt untypischerweise zur Tiefe hin zunimmt (0,58 mg/kg BaP).

3.1.1 Einordnung der BaP-Gehalte

Vergleicht man das gemessene BaP-Gehaltsniveau der hier untersuchten Böden unter Parknutzung mit dem durchschnittlichen Gehalt (als Median) von Böden unter Parknutzung, die im Rahmen der Erstellung der digitalen Bodenbelastungskarte (dBBK) für die Stadt Bottrop (ISB 2008) untersucht worden waren, erkennt man ein tendenziell leicht höheres BaP- Gehaltsniveau.

So lag im Datensatz der dBBK-Studie der Median - zum besseren Vergleich auf die Datensätze von Bottrop ohne den Stadtteil Kirchhellen selektiert - bei 0,24 mg/kg. In der aktuellen Nachuntersuchung liegt die ausreißerbereinigte Spannweite der Gehalte der Oberböden bei 0,2-0,7 mg/kg (für die Errechnung eines Medians allein für die Daten dieser Ad-hoc Untersuchung reicht aus statistischen Gründen die Fallzahl nicht aus). Ein ausreißerbereinigter arithmetischer Mittelwert von 0,44 mg/kg kann jedoch das BaP-Gehaltsniveau insgesamt charakterisieren.

Ein Vergleich der BaP-Gehalte von Parkflächen im Süden Bottrops mit Hintergrundwerten für Parkböden von „Ballungskernen“ oder „Ballungsrandzonen“ in Gesamt NRW (s. LANUV 2015) ist nicht möglich, da Datensätze von Parkböden bis dato NRW-weit statistisch nicht ausgewertet worden sind.

Vergleicht man die BaP-Belastungen mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999) für Park- und Freizeitnutzungen, so wird der Prüfwert von 10 mg/kg (Wirkungspfad Boden-Mensch) an keinem Messpunkt überschritten. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die auffällig hoch belastete Teilfläche (BOT 19 1-3) im Oberboden den Prüfwert der empfindlichen Nutzung „Kinderspiel“ (2 mg/kg BaP) 2-3-fach überschreitet. Dies ist bei möglichen Umwidmungen dieser Fläche unbedingt zu berücksichtigen. Alle anderen untersuchten Böden unter Parknutzung **unterschreiten** den strengen Prüfwert für Kinderspielnutzung (2 mg/kg BaP) deutlich (s.a. Kap. 4).

3.1.2 Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte der Böden

Hinsichtlich der anorganischen Schadstoffe gibt es bei den untersuchten Parkböden lediglich Auffälligkeiten hinsichtlich der Elemente Arsen und nachrangig Cadmium.

In zwei der sechs Parkböden ist ein deutlich erhöhter Arsengehalt festzustellen. Die Ursache allerdings ist in diesen Fällen kein anthropogener Schadstoffeintrag, sondern ein naturbedingter Anreicherungsprozess. Dieser beruht darauf, dass arsenhaltige Gesteine im geolog. Untergrund durch Lösungsprozesse im Grundwasserkontakt mobilisiert werden und im kapillaren Aufstieg des Grundwassers oberflächennah im Boden wieder ausgefällt werden. Sehr oft erfolgt die Ausfällung zusammen mit Eisen, wodurch Arsenanreicherungsgebiete im Boden durch eine intensive rostrote Färbung im Bodenprofil auffällig werden. Diese Prozesse wurden im Ausstrich kreidezeitlicher Sedimente im Besonderen im Bottroper Norden im Rahmen der Erstellung der dBBK systematisch erfasst und

treten, wie die Ad-hoc Untersuchung zeigt, offensichtlich auch im Südteil Bottrops auf. Auch in anderen Teilen der nordwestdeutschen Tieflandsbucht sind solche natürlichen Arsenanreicherungen im Boden belegt (ISB 2004b: Kreis Recklinghausen, ISB 2006: Kreis Coesfeld, ISB 2010: Stadt Bottrop).

Die Arsenanreicherungen der beiden grundwasserbeeinflussten Böden BOT 19 1-3 und BOT 19 7-9 führen zu Gehalten zwischen 21-29 mg/kg As und liegen im Bereich des Prüfwertes für Kinderspielflächen (25 mg/kg). Der Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen nach BBodSchV (1999, 125 mg/kg As) wird allerdings bei weitem nicht erreicht

Auch die Cadmiumgehalte zeigen im Vergleich zu den Hintergrundwerten Bottrops (Median 0,9 mg/kg): BOT ohne Kirchhellen) mit bis zu 1,7 mg/kg Cd auf zwei der fünf untersuchten Teilflächen (BOT 19 1-3, BOT 19 7-9) erhöhte Gehalte. In Falle des Cadmiums ist dies jedoch die Folge in den Boden eingetragener technogener Substrate, möglicherweise im Zusammenspiel mit einer regional erhöhten Immissionsbelastung, deren Quellen durchaus auch in den Nachbarstädten Oberhausen und Essen (z.B. Essen: ISB 2012) liegen können. Die zwei Teilflächen der höchsten Belastung liegen nahe am Prüfwert der BBodSchV (1999) für Flächen, die sowohl für Kinderspiel als auch für den Nahrungspflanzenanbau genutzt werden (2 mg/kg Cd). Diese Beurteilung wäre allerdings nur im Falle einer Flächenumwidmung zu Gartenland (z.B. Urban Gardening) von Bedeutung. In der derzeitigen Nutzung ist der Prüfwert von 50 mg/kg Cd sehr stark unterschritten.

3.2 Schadstoffbelastung von Böden unter Kleingartennutzung

Die 4 Beprobungsflächen unter Kleingartennutzung liegen in der Kleingartenanlage Johannestal. Die Kleingartenanlage Johannestal befindet sich gut 1000 m nördlich des Kokereistandortes. Beprobte wurde einerseits die Rasenfläche um das Vereinsheim und andererseits drei Kleingartenparzellen mit Böden unter Rasenbedeckung sowie deren Nutzbeete. Darüber hinaus wurde ein nach Angaben des Parzellenpächters mehrere Jahre alter Kompost aus einem Schnellkomposter beprobte.

Die Bodendaten der **Rasenflächen** sollten aufgrund fehlender mechanischer Durchmischungen die immissionsbedingte Schadstoffbelastung des Oberbodens widerspiegeln und wurden damit in den Tiefenstufen 0-2 cm und 2-10 cm beprobte. Vor der Beprobung wurde durch Befragung der verantwortlichen Pächter

sichergestellt, dass die Flächen mindestens 10 Jahre nicht umgegraben worden waren.

Die drei **Nutzbeete** wurden regelhaft in der Tiefenstufe 0-30 cm beprobt. Eine einzelne Nutzgartenfläche wurde zusätzlich in der Tiefenstufe 0-2cm beprobt, um einen Vergleich zur identischen Tiefenstufe unter Rasennutzung zu erhalten.

Drei der vier untersuchten Rasenflächen der Kleingartenanlage zeigen ein Gehaltsniveau an BaP, das im Bereich zwischen 0,1-0,3 mg/kg liegt. Wie schon in den Parkanlagen ist der BaP-Gehalt der Tiefenstufe 0-2cm tendenziell schwach geringer als der der Tiefenstufe 2-10cm. Die vierte Rasenfläche (BOT 19 21-22) weist mit 1,8-2,5 mg/kg ein auffällig erhöhtes Belastungsniveau an BaP auf.

Tendenziell niedriger ist im Vergleich das Belastungsniveau der Beetflächen gegenüber den Rasenflächen. Dies geht auf die durch Umgraben bedingte größere Verteilungstiefe zurück (**Durchmischungsverdünnung**).

Die Beetfläche innerhalb der stärker mit BaP belasteten Parzelle (BOT 19 20-24) weist wie die dazugehörige Rasenfläche eine auffällig erhöhte Belastung auf (s. BOT 20-23). Dies geht auf dieser Parzelle vermutlich auf den Einfluss von Kohlenstaub und Aschen zurück, die in diesem Boden stark angereichert sind, wie das Probenahmeprotokoll dokumentiert (s. Anhang 1).

3.2.1 Einordnung der BaP-Gehalte

Ein Vergleich der BaP-Messdaten mit Daten aus der dBBK-Erstellung ist nicht möglich, weil in die dBBK Kleingartenflächen nicht einbezogen worden waren.

Das von der Stadt Bottrop durchgeführte **Kleingartenuntersuchungsprogramm** (Stadt Bottrop 1989; Stadt Bottrop 1992) bezog die BaP-Belastung von Kleingartenböden nicht mit ein.

Vergleicht man die Ergebnisse der Ad-hoc Untersuchung mit den **Hintergrundwerten** für Haus- und Kleingärten von Ballungskernen (Median 0,55 mg/kg BaP) oder Ballungsrandzonen (Median 0,25 mg/kg BaP)(s. LANUV 2015), so ordnet sich die Belastungssituation von Klein- und Wohngärten im Untersuchungsgebiet mit einem Median von 0,40 mg/kg gut ein.

Die bereits erwähnte Parzelle mit auffällig hohen Gehalten überschreitet sowohl auf der Beetfläche mit einem Gehalt von 1,5-1,7 mg/kg BaP den Prüfwert für Nutzgärten und Äcker von 1 mg/kg BaP und auf der zugehörigen Rasenfläche mit 2,5 mg/kg BaP sogar den Prüfwert für Kinderspielflächen. Hier sind daher weitere

Sachverhaltsermittlungen angezeigt, um zu beurteilen, ob bzw. in welcher Konstellation von dieser Belastung Gefährdungen ausgehen. Da das BaP-Gehaltsniveau dieser Parzelle nach den bisherigen Erkenntnissen nicht die allgemeine BaP-Belastung der Kleingartenanlage widerspiegelt und zudem erhöhte Anteile technogener Substrate festgestellt worden waren, kann der BaP-Gehalt nicht als allein bzw. dominant immissionsbedingt angesehen werden

3.2.2 Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte

Zwar entsprechen die Schwermetallgehalte der Kleingartenböden in der Anlage Johannestal im Mittel (Median) denen der nicht substratdifferenzierten NRW-weiten Hintergrundwerte für Ballungskerne, doch gibt es über das allgemeine Gehaltsniveau hinaus lokal auffällig erhöhte Cadmiumgehalte. Überdies zeigt eine Fläche einen deutlich erhöhten Arsengehalt.

Im Fokus hoher Cadmiumgehalte im Oberboden steht dieselbe Parzelle, die schon durch BaP Gehalte oberhalb der Prüfwerte auffiel (BOT 19 20-24). Die Cadmiumgehalte übersteigen hier den Prüfwert des Bodens für das Nutzungsszenario „Nutzgarten kombiniert mit Kinderspiel“ (2 mg/kg; s. BBodSchV 1999), sodass auch für das Schwermetall Cadmium parzellenbezogene weitere Sachverhaltsermittlungen notwendig sind.

Nachrichtlich sei erwähnt, dass auch durch das Kleingartenuntersuchungsprogramm der Stadt Bottrop (1981-1989; 1991/1992) für diese Anlage vereinzelt Cadmiumgehalte nahe oder knapp über 2 mg/kg belegt sind.

Eine Parzelle in der Kleingartenanlage überschreitet den Prüfwert für Kinderspielnutzung für den Schadstoff Arsen. Die Feldaufnahme des Bodenprofils verdeutlichte den (ehem.) Grundwasseranschluss des Bodenprofils und einen hohen Eisengehalt des Bodens, so dass eine Arsenanreicherung durch natürliche Prozesse („geogen/pedogen bedingt“) hier sehr wahrscheinlich ist. ***Infolgedessen wird die Verbreitung der natürlichen Arsenanreicherung im Süden Bottrops zu klären sein und darüber hinaus eine weitere Sachverhaltsermittlung zur Gefährdungsbeurteilung als erforderlich angesehen.***

3.2.3 Schadstoffbelastung einer Kompostprobe

Der als Einzelstichprobe aus einem Schnellkomposter in der Kleingartenanlage entnommene reife Kompost besitzt einen BaP- Gehalt von 0,5 mg/kg Trockenmasse.

Dies entspricht ungefähr dem Gehalt, der nach Scheithauer und Marb (2002) (zitiert in Stüb (2011)) als Median für Biokompost in Bayern genannt wird (0,46 mg/kg). Der Schwellenwert für BaP in der Gütesicherung für Biokompost zur Verwendung im Ökolandbau (Bioland, Naturland) beträgt 6 mg/kg PAK16-EPA, was etwa einem BaP Gehalt von ca. 0,6 mg/kg entspricht. Die untersuchte Einzelprobe unterschreitet damit selbst diesen restriktiven Schwellenwert.

Hinsichtlich der untersuchten Schwermetallgehalte hält das Kompostmaterial die in der Bioabfallverordnung (BioAbfV 2013) einzuhaltenden Höchstgehalte für die in Kleingärten üblicherweise anfallenden Ausbringungsmengen ein. Hinzuweisen ist allerdings auf die für Komposte insgesamt vergleichsweise hohen Cadmium- und Zinkgehalte. Sie entsprechen annähernd dem Niveau der untersuchten Kleingartenböden.

3.3 Schadstoffbelastung eines Bodens einer Brachfläche

Lediglich eine Fläche ohne aktuelle Nutzung (Brache) wurde in diese Ad-hoc Untersuchung einbezogen. Sie liegt nur etwa ca. 350 m südlich der Kokerei und damit in deren unmittelbarem Nahbereich. Nördlich der Brachfläche schließt sich eine Ackerfläche an. Dennoch wurde die Brachfläche ausgewählt, um mögliche Unterschiede im Schadstoffgehalt zwischen den Tiefenstufen des Oberbodens (0-2 cm und 2-10 cm) zu erfassen. Dies ist aufgrund regelmäßiger Durchmischung durch Pflügen im Ackerboden nicht möglich.

Feldbodenkundlich war auf dieser Fläche ein sehr hoher Anteil an Kohle, Kohlenstaub und Bergematerial erkennbar. Insofern ist hier eine alleinige Schadstoffbelastung durch Immission von Luftverunreinigungen auszuschließen. Aufgrund des hohen Gehaltes an Kohle, Aschen und Bergematerial ist folgerichtig der Gehalt des „Tracers“ Barium sehr stark erhöht.

Mit 6,0 bzw. 7,5 mg/kg BaP in den Tiefenstufen des Oberbodens (0-2 cm; 2-10 cm) werden im Boden dieser Brachfläche die höchsten BaP-Gehalte aller im Rahmen dieser Ad-hoc Studie untersuchten Böden gemessen. Da die BBodSchV (1999) für Brachflächen keine auf die Wirkungspfade Boden-Mensch oder Boden-Nutzpflanze bezogenen Prüf- oder Maßnahmenwerte festsetzte, sei zum Niveau des BaP Gehaltes zur Einordnung herausgestellt, dass das festgestellte Gehaltsniveau im Oberboden sogar die Prüfwerte für Wohnnutzung (4 mg/kg BaP) deutlich überschreitet. Im Unterboden (Tiefenstufe 30-60 cm) nimmt die Bodenbelastung von

BaP auf 0,55 mg/kg deutlich ab. Aufgrund des hohen BaP-Gehaltes im Oberboden wird gutachterlich angeraten, die Fläche hoher Belastung abzugrenzen und besonders die Nachbarflächen, die unter landwirtschaftlicher Bodennutzung stehen, auf ihre Bodenbelastung hin zu untersuchen.

Dies erscheint auch deswegen geboten, da auch das Gehaltsniveau einiger Schwermetalle deutlich erhöht ist. Dies betrifft besonders für die Schwermetalle Cadmium, Quecksilber und Zink zu. Zwar definierte der Gesetzgeber für Brachflächen keine Prüf- oder Maßnahmenwerte, doch sollte zur Einordnung des Gehaltsniveaus festgehalten werden, dass für Quecksilber sogar das Niveau des Maßnahmenwertes für Grünlandnutzung (2 mg/kg) nach BBodSchV (1999) erheblich überschritten wird (3,5 - 5,3mg/kg).

3.4 Schadstoffbelastung von Böden unter Wohnnutzung

In den Gärten von 6 Wohnbauflächen wurden Böden unter Rasennutzung, in zwei Gärten zusätzlich Böden von Nutzbeeten untersucht. Die Gärten liegen in einem Abstand zwischen 900-1100 m von der Kokerei entfernt; davon 3 südlich bis südwestlich und 3 nördlich bis nordöstlich.

Die Messnetzplanung sollte die Vorkenntnisse aus der Bearbeitung der digitalen Bodenbelastungskarte berücksichtigen, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Bebauung und der Höhe der Bodenbelastung gibt. Je länger die Grundstücke bebaut und als Gärten genutzt werden, desto länger konnten sich Schadstoffe im Boden akkumulieren; und zwar sowohl Schadstoffe, die als immittierte Schadstoffe über den Luftpfad eingetragen wurden als auch Schadstoffe, die durch Ablagerung technogener Materialien in den Boden eingebracht wurden. Daher wurden vorrangig Standorte ausgewählt, die schon mindestens seit dem 2. Weltkrieg unter Wohnbaunutzung standen (alte Wohngebiete).

Die BaP-Gehalte der Oberböden liegen im Durchschnitt (Median) bei ca. 0,44 mg/kg, wobei zu berücksichtigen ist, dass aufgrund geringer Fallzahlen (6) statistische Auswertungen Unsicherheiten bergen. Die Einzelmesswerte des Oberbodens liegen zwischen 0,2-0,9 mg/kg.

3.4.1 Einordnung der BaP-Gehalte

Das Wertenniveau dieser Ad-hoc Untersuchung fügt sich gut in die Ergebnisse ein, die im Rahmen der Erstellung der digitalen Bodenbelastungskarte Bottrop gewonnen

worden waren. So lag der Median für Gartenböden alter Wohngebiete: (älter als 1939) im Südteil Bottrops (ohne BOT-Kirchhellen) bei 0,5 mg/kg BaP (ISB 2008).

Dies entspricht weitgehend dem NRW-weiten Hintergrundwert von Böden in Haus- und Kleingärten (Median) für Gebiete in Ballungskernen (0,55 mg/kg BaP) bzw. Ballungsrandzonen (0,25 mg/kg BaP).

Der Prüfwert „Nutzbeet“ nach BBodSchV (1999) von 1 mg/kg wird an den 6 Standorten dieser Ad-hoc Kampagne nicht erreicht. Verwiesen sei allerdings auf vereinzelte Überschreitungen des Prüfwertniveaus für BaP (1 mg/kg), die im Zuge der Erstellung der dBBK im Ortsteil Welheim östl. der Gungstraße in Gartenböden alter Wohnbauflächen gefunden worden waren.

Das räumliche Verteilungsmuster der BaP-Gehalte in den Gärten von Wohnbauflächen spiegelt recht klar den Einfluss von Siedlungsdichte und Alter der Bebauung wider. Den überlagernden Beitrag von Einzelemittenten (z.B. Kokerei) zu bemessen, erfordert weitergehende stadtteildifferenzierte statistische und geostatistische Analysen an den Bodendaten, die im Rahmen dieser Ad-hoc Untersuchung nicht haben geleistet werden können. Voraussetzung dafür ist eine breitere Basis an Bodendaten für die einzelnen Stadtteile des Bottroper Südteils.

3.4.2 Einordnung der Arsen- und Schwermetallgehalte

Aus den stadtweiten Bodenuntersuchungen der dBBK war bekannt, dass die alten Gartenböden in Wohnbaugebieten - exklusive der Altlastenflächen - die durchschnittlich höchsten Schwermetallbelastungen aufweisen. Sie entspricht im Untersuchungsraum dem durchschnittlichen Belastungsniveau von Böden der Ballungkerne in Nordrhein-Westfalen und übersteigt tendenziell die Belastung von Böden der Kleingartenanlagen. Letzteres hängt einerseits mit der jahrzehntelangen stärkeren Immission von Luftschadstoffen durch lokale Kohlenfeuerstätten im Siedlungsraum zusammen andererseits mit der „Gewohnheit“ Ofenaschen und andere technogene Substrate dem Gartenboden zuzuführen.

Lokale Belastungsspitzen, die durchaus Prüfwerte der BBodSchV (1999) überschreiten, sind für die Schadstoffe Arsen, Blei und Cadmium belegt.

Den höchsten Arsengehalt weist mit 65 mg/kg eine Nutzbeetfläche an der Johannesstraße auf (Prüfwert 50 mg/kg für grund- oder staunasse Böden von Nutzgärten bzw. 25 mg/kg für Kinderspielflächen). Darüber hinaus gab es eine

weitere Überschreitung des Prüfwertniveaus für Kinderspiel (25 mg/kg) im Stadtteil Welheimer Mark (Feuerwerkerstraße).

Ein sehr stark erhöhter Bleigehalt, der in der Tiefenstufe 2-10 cm sogar den Prüfwert für Wohngebiete (400 mg/kg) überschreitet, wurde in der Welheimer Mark festgestellt. Ein weiterer Gartenboden, ebenfalls in der Welheimer Mark gelegen, überschreitet immerhin das Prüfwertniveau für Kinderspiel (200 mg/kg).

Darüber hinaus auffällig sind erhöhte Gehalte an Cadmium im Boden. So wird der Prüfwert der Kombination Nutzpflanzenanbau/Kinderspiel (2mg/kg) an 4 der 6 untersuchten Gartenböden unter Wohnbaunutzung überschritten. Dies bestätigt die bereits bei der Erstellung der dBBK aufgefallene, erhöhte Cadmiumbelastung der Böden im Bottroper Süden. Sie hängt vermutlich auch mit (ehem.) Cadmium-Emissionen aus Nachbarstädten (Oberhausen, Essen) zusammen.

Die Quellen der Bodenbelastung mit Arsen, Blei und Cadmium sind durchaus differenziert zu betrachten. Während die Blei- und die Cadmiumbelastung hauptsächlich aus Immissionen und der Ablagerung technogener Fremdbestandteile (z.B. Kohle, Aschen) stammt, wird örtlich eine erhöhte Arsenbelastung ausschließlich durch natürliche, geogen-pedogene Anreicherungsprozesse bestimmt (s. ISB 2010). Aber auch anthropogen bedingte Bodenbelastungen treten im Siedlungsraum auf, da Arsen auch Bestandteil von Kohle, Ruß und kohlebürtigen Aschen ist. Dann ist, wie Tab. 1 im Anhang zeigt, in der Regel auch der Bariumgehalt stark erhöht. Auch Mischformen zwischen natürlicher und anthropogen bedingter Arsenbelastung kommen vor (s. Standort an der Feuerwerkerstraße BOT 19 50-53).

4 Zusammenfassender Vergleich der BaP-Belastung mit Bodenwerten der BBodSchV (1999)

4.1 Vergleich der BaP-Gehalte der „Ad-hoc Untersuchung“ mit den Vorsorgewerten der BBodSchV

Vergleicht man die BaP-Gehalte der Ad-hoc Untersuchung mit den BaP-Vorsorgewerten der BBodSchV (1999), so liegt der Anteil der Vorsorgewertüberschreitungen bei knapp über 50%. Dies entspricht ungefähr dem Überschreitungsanteil, der auf der Basis der dBBK-Daten für den Südteil Bottrops

ermittelt wurde (58%). Damit bestätigt sich das insgesamt erhöhte, aber ballungsraumtypische Belastungsniveau mit BaP (PAK).

Vergleich der BaP-Gehalte der „Ad-hoc Untersuchung“ mit den Prüfwerten der BBodSchV

4.2 Vergleich der BaP-Gehalte der „Ad-hoc Untersuchung“ mit den Prüfwerten der BBodSchV

Die stoffspezifischen und auf den jeweiligen Wirkungspfad bezogenen Prüfwerte der BBodSchV (1999) definieren Schadstoffgehalte, bei denen „unter ungünstigen Bedingungen“ eine Gefährdung des „Schutzgutes“ nicht ausgeschlossen werden kann.

Bezüglich der im Fokus stehenden BaP-Belastung sind im Besonderen die Wirkungspfade

- Boden - Nutzpflanze (Nahrungspflanze) (Prüfwert BaP: 1 mg/kg)
- Boden - Mensch (Kinderspielfläche) (Prüfwert BaP: 2 mg/kg)
- Boden - Mensch (Wohngebiet) (Prüfwert BaP: 4 mg/kg)
- Boden - Mensch (Park- und Freizeitanlage) (Prüfwert BaP: 10 mg/kg)

relevant.

Mit strengem Bezug auf die aktuelle Nutzung überschreitet der Boden von 1 Fläche, die im Rahmen der Ad-hoc Untersuchung beprobt worden war, den Prüfwert der BBodSchV für den Stoff BaP. Es handelt sich um 1 Parzelle der Kleingartenanlage Johannestal. Der BaP-Gehalt des als Nutzbeet genutzten Bodens beträgt 1,7 bzw. 1,5 mg/kg in den Tiefenstufen 0-2 bzw. 2-30 cm (Prüfwert 1 mg/kg).

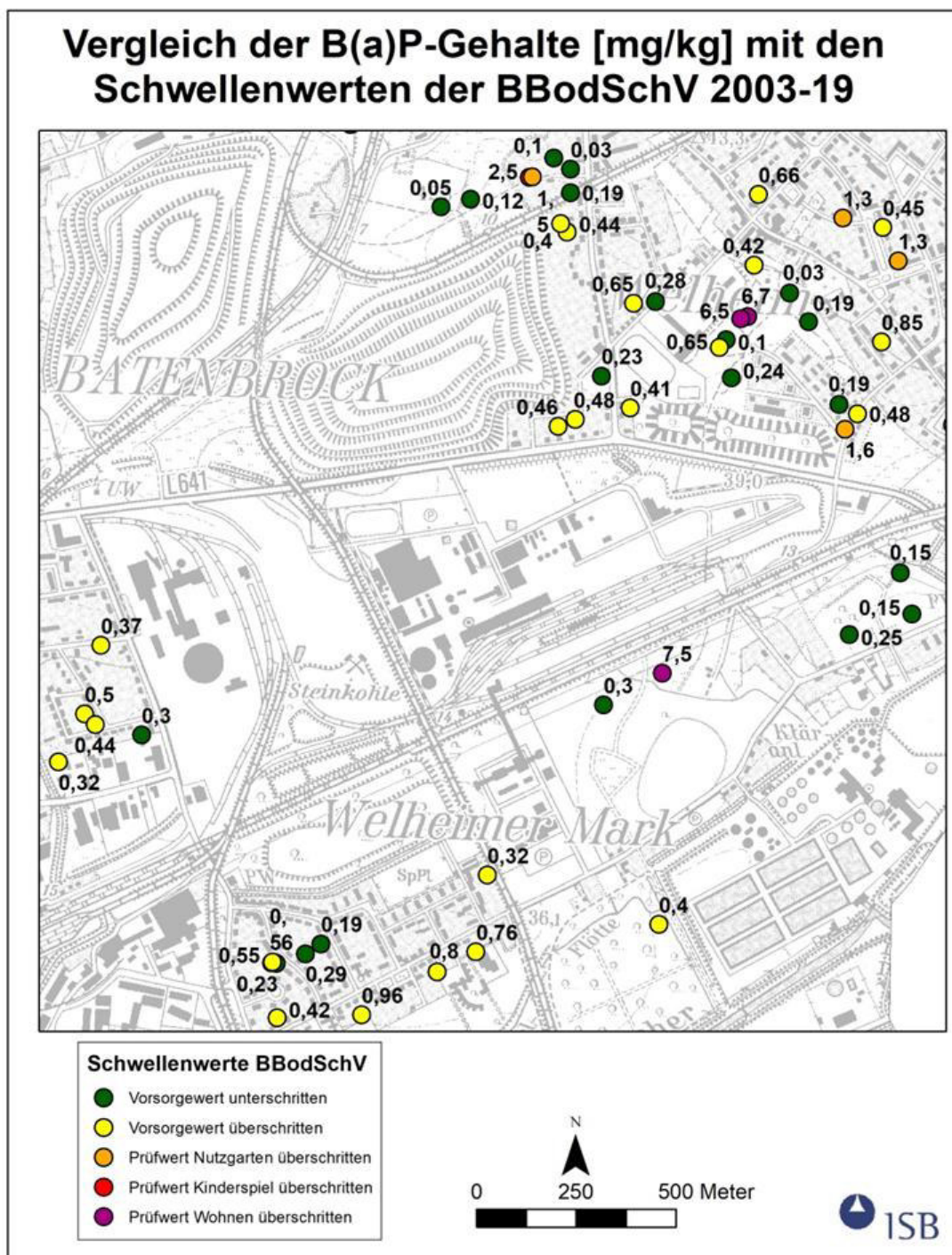
Betrachtet man jedoch unter dem Gesichtspunkt einer multifunktionalen Nutzbarkeit des Bodens alle untersuchten Standorte im Hinblick auf die o.g. Staffelung der **Prüfwertniveaus**, so ergeben sich daraus folgende Überschreitungsfälle:

- Prüfwertniveau 1 mg/kg: 3 Fälle von 17
- Prüfwertniveau 2 mg/kg: 2 Fälle von 17
- Prüfwertniveau 4 mg/kg: 2 Fälle von 17 (= Überschreitungsfälle 2 mg/kg)
- Prüfwertniveau 10 mg/kg: 0 Fall von 17

Insgesamt wurden 5 Überschreitungsfälle der strengsten Prüfwertes (1 mg/kg BaP) festgestellt.

Zusätzlich waren im Rahmen der Erstellung der dBBK-Bottrop 3 weitere Gartenböden auf Wohnbauflächen (alle Welheim) erkannt worden, die das Prüfwertniveau 1 mg/kg BaP überschritten.

Karte 2 zeigt die Verteilung der Messpunkte der dBBK- und der Ad-hoc-Beprobungskampagne, ihre BaP-Gehalte und den Vergleich mit den Bodenwerten der BBodSchV.



Karte 2: BaP-Gehalte im Vergleich zu den Schwellenwerten der BBodSchV

Bereits aus der Lage und der räumlichen „Einbettung“ der singular stark erhöhten BaP-Gehalte der Böden unter Brache südl. der Kokerei bzw. unter Parknutzung südöstl. des Schulzentrums Welheim ist abzuleiten, dass hier eine alleinige oder hauptsächliche Verursachung durch immittierte Luftschadstoffe wohl kaum in Frage kommt. Überdies war an beiden Standorten die Bodenzusammensetzung durch schadstoffhaltige technogene Substrate geprägt.

Aufgrund der Höhe der BaP- Gehalte wird vorgeschlagen, an beiden Messpunkten durch weitere Probenahmen die räumliche Ausdehnung beider Belastungsflächen zu prüfen. Dazu reichen aufgrund des bestehenden dichteren Messnetzes auf der Parkfläche 3 neue Beprobungspunkte. Im Falle der Brachfläche werden 5 neue Messpunkte vorgeschlagen, die vorrangig auf den belastungsempfindlichen landwirtschaftlichen Flächen der Nachbarflächen entnommen werden sollten.

Der Boden von 1 Parzelle der Kleingartenanlage Johannistal (Welheim) (Ad-hoc Untersuchung) und drei Wohnbauflächen im Nordosten der Kokerei (Welheim) (1 Ad-hoc Untersuchung, 2 dBBK-Untersuchung) überschreiten die Prüfwerte für Böden unter gärtnerischer Nutzung. Im Besonderen sollte der Überschreitung in der Kleingartenanlage Johannesttal nachgegangen werden, denn hier ist der Nahrungspflanzenanbau zentraler Bestandteil einer kleingärtnerischen Nutzung. Zwar legt der Aufbau des Kleingartenbodens nahe, dass technogene Substrate und nicht die lokale Immissionsbelastung allein eine Schadstoffbelastung über dem Prüfwert erzeugen, doch sollten angesichts lokaler Maxima der luftbürtigen PAK-Belastung in diesem Raum (s. LANUV 2018) die Parzellen der Anlage Johannistal engmaschiger untersucht werden. Das Kleingartenuntersuchungsprogramm der Stadt Bottrop aus den Jahren 1981-1992 gibt leider zur BaP-Belastung keine Hinweise, da die Stoffgruppe der PAK seinerzeit nicht untersucht worden war.

Um ein detailliertes Bild der räumlichen Verteilung der BaP-Belastung des Bodens im Umfeld der Kokerei zu erhalten wird überdies vorgeschlagen, im Stadtteil Welheim das Messnetz zur Bodenbelastung an BaP gezielt zu verdichten. Dies sollte vorrangig im Bereich der vom LANUV gemessenen höchsten BaP-Immissionsbelastungen von Grünkohlpflanzen (Kampagne 2018, s. LANUV (2018)) erfolgen und im Besonderen altbebaute Wohnbauflächen betreffen, um als „worst case Szenario“ mit hinreichender Sicherheit Gefährdungspotentiale nicht zu unterschätzen.

Dieser Untersuchungszugang würde zudem auch die Kenntnis um Böden mit stark erhöhten Blei und Cadmiumgehalten verbessern, da die Belastungsursachen im Untersuchungsgebiet oft identisch sind.

5 Zusammenfassung

Im Umfeld der Kokerei Prosper (ArcelorMittal) wurden Böden unter verschiedenen Nutzungen im Hinblick auf ihren Gehalt an PAK (BaP) untersucht. Anlass waren Befunde des Landesumweltamtes NRW (LANUV 2018), dass in dem Stadtteil Welheim, der in Hauptwindrichtung zur Kokerei liegt, örtlich an Grünkohlpflanzen so hohe Immissionsbelastungen an PAK gemessen wurden, dass das LANUV Verzehrempfehlungen aussprach.

Da PAK in der Umwelt langlebig (persistent) sind und im humushaltigen Oberboden über viele Jahrzehnte gespeichert werden, stellte sich die Frage, welches Ausmaß das Belastungsniveau der Böden bis dato angenommen hat und ob sich dadurch sogar grundsätzliche Einschränkungen für die Art der Bodennutzung, z.B. für die Nahrungsmittelerzeugung in Gärten, Kinderspiel oder gar die Wohnnutzung, ergeben können.

In einer Ad-hoc Untersuchung wurden 17 Böden und ein Kompostmaterial im Umfeld der Kokerei unter den Nutzungen Park, Kleingarten, Wohnen und Brache in drei bis vier Tiefenstufen (0-2 cm, 2-10 cm, 0-30 cm, 30-60 cm) beprobt und im Hinblick auf PAK, Schwermetalle und Arsen analysiert.

Die Differenzierung des Oberbodens in zwei Tiefenstufen (0-2 cm und 2-10 cm) sollte einen Hinweis darauf geben, ob erhöhte Emissionen aus der Kokerei in der jüngeren Vergangenheit zu einer messbaren Erhöhung der PAK-(BaP-) Gehalte in der obersten Tiefenstufe des Bodens führten.

Darüber hinaus sind die gemessenen Schadstoffgehalte mit denen der seit 2008 bestehenden Daten der digitalen Bodenbelastungskarte (dBBK), mit landesweiten Bodenbelastungsdaten und mit den Bodenwerten der BBodSchV (1999) verglichen worden.

Die Ad-hoc Untersuchung lässt die folgenden Erstbewertungen zu.

Die Immission von PAK- (BaP) haltigen Stäuben in jüngerer Vergangenheit führte im Untersuchungsraum zu keiner messbaren Erhöhung der Schadstoffkonzentration des oberflächlich anstehenden Bodens (0-2 cm) gegenüber der 2. Tiefenstufe des

Oberbodens (2-10cm). Regelmäßig war der BaP-Gehalt der 1. Tiefenstufe sogar leicht geringer.

Böden von Nutzbeeten in Kleingärten oder Wohngärten zeigen in der beprobten Tiefenstufe (0-30 cm) im Mittel (Median) tendenziell eine schwach geringere BaP-Belastung als Böden unter Rasen auf der gleichen Parzelle bzw. dem gleichen Flurstück. Daraus folgt, dass die Durchmischung des Bodenmaterials über eine größere Tiefe zu einer „Verdünnung“ der BaP-Konzentration führt. Voraussetzung dafür ist ein naturnaher Bodenaufbau, bei dem die Schadstoffgehalte zur Tiefe hin abnehmen. Ein geringes Niveau der BaP-Gehalte in der Tiefenstufe 30-60 cm wird fast ausnahmslos festgestellt. Der mittlere Gehalt (Median) ist mit ca. 0,03 mg/kg BaP etwa 10-mal niedriger als im Oberboden.

Die aktuell ermittelten BaP-Gehalte fügen sich gut in die etwa 10 Jahre alten Ergebnisse der stadtweit vorliegenden digitalen Bodenbelastungskarte der Stadt Bottrop (dBBK), indem sie das dort dokumentierte spezifische Belastungsniveau des Südtails Bottrops widerspiegeln und räumlich ergänzen.

Die in Haus- und Kleingärten gemessene Bodenbelastung mit BaP entspricht nach den bisherigen Erkenntnissen der durchschnittlichen Belastung von Böden nordrhein-westfälischer Ballungkerne bzw. Ballungsrandgebiete (Hintergrundwert: 50. Perzentil). Dabei ist die Datenbasis zur Einordnung der BaP Belastung speziell der als Kleingarten genutzten Böden noch sehr gering.

Der Prüfwert für BaP (1 mg/kg BaP), der nach BBodSchV (1999) unter ungünstigen Bedingungen die erste Gefahrenschwelle darstellt, wird im Durchschnitt (Median) gärtnerisch genutzter Böden um gut 50% unterschritten. Treten allerdings zur allgemein immissionsbedingten BaP-Belastung weitere Bodenbelastungen, z.B. durch BaP-haltige technogene Materialien (Kohle/Koks, Aschen, Bergematerial etc.) auf, so wird stellenweise nicht nur der o.g. Prüfwert für Nutzgartenböden, sondern sogar derjenige für Kinderspiel- oder Wohnbauflächen (2 bzw. 4 mg/kg BaP) überschritten.

Prüfwertüberschreitungen zeigen daher nach den bisherigen Kenntnissen kein klares räumliches Verbreitungsmuster, das auf den Einfluss einer spezifischen und alle anderen Einflussfaktoren überlagernden PAK-(BaP-) Quelle hinweist und damit eine eindeutige Lagebeziehung (Entfernung, Himmelsrichtung) zur Kokerei als PAK-Emittenten belegt. Vielmehr wirkten und wirken in unterschiedlicher Gewichtung und über viele Jahrzehnte hinweg Immission und Ablagerung technogener Substrate

zusammen. Dies konnte als Grundmuster bereits bei der Erstellung der dBBK herausgearbeitet werden.

Innerhalb von Wohngebieten treten im Durchschnitt regelhaft die höchsten BaP-Belastungen in Böden alter Bebauung und hoher Wohnbaudichte auf. Hier sammelten sich über viele Jahrzehnte hinweg BaP-haltige Lokalimmissionen (Stäube, Ruß etc.) und kohlehaltige Aschen an, die dann im Boden gespeichert wurden.

Die dBBK zeigt bereits drei Fälle von Prüfwertüberschreitungen ($> 1\text{mg/kg}$ BaP) von Gartenböden innerhalb der Altbebauung des Stadtteils Welheim. Auch die vergleichsweise kleine Stichprobe der Ad-hoc Untersuchung zeigt eine Teilfläche innerhalb der Kleingartenanlage Johannestal, die eine Prüfwertüberschreitung aufweist. Für die Nutzung „Kleingarten“ liegen der Stadt Bottrop bislang nur sehr wenige Daten zur Bodenbelastung mit PAK (BaP) vor, da das etwa 30 Jahre alte Kleingartenuntersuchungsprogramm diese Stoffgruppe nicht umfasste. Hier besteht zumindest für den Süden Bottrops großer Nachholbedarf.

Lokale Maxima der BaP-Belastung von Böden traten auf einer Teilfläche in der Parkanlage südöst. des Schulkomplexes Welheim und südl. der Kokerei auf einer Brachfläche auf. In beiden Fällen geht das Gehaltsniveau allerdings auf lokale Einträge durch BaP-haltige Substrate zurück. Hier sind zur räumlichen Abgrenzung und zur Identifikation der spezifischen Belastungsursachen weitere Untersuchungen erforderlich, zumal im Falle der Brachfläche verschmutzungsempfindliche landwirtschaftliche Böden angrenzen.

Über die Belastung mit PAK/BaP hinaus wurden an allen Standorten auch die Schwermetall- und Arsengehalte der Böden untersucht. Deren Belastungsniveau entspricht im Mittel demjenigen nordrhein-westfälischer Ballungsgebiete (B.-kerne bis B.-randgebiete). Auffällig wurden an einigen Standorten besonders die Cadmium-, Blei- und Arsengehalte. Diese überschritten stellenweise gesetzliche Prüfwerte für Nutzgärten/Kinderspiel (Cd) oder Prüfwerte für Kinderspiel (Blei, Arsen). Diese Standorte sind allesamt zusätzlich zu ihrer gespeicherten luftbürtigen Immissionsfracht durch Einträge von Kohle, Ofenaschen, Bergematerial oder sonstigen technogenen Material gekennzeichnet. Wie beim Stoff BaP sind vorrangig alte Gartenböden in Wohnbauflächen oder Kleingärten betroffen. Hinsichtlich des Stoffes Arsen ergibt sich ein anderes Raummuster, da im Untersuchungsgebiet

außer anthropogenen Anreicherungen auch natürliche Anreicherungsprozesse bei grundwasserbeeinflussten Böden eine starke Rolle spielen.

Analog zur Stoffgruppe von PAK ist auch hinsichtlich der Schwermetallgehalte der untersuchten Böden festzuhalten, dass die mittlere Belastung das typische Niveau nordrhein-westfälischer Ballungsräume erreicht.

Der mittlere Stoffgehalt von BaP unterschreitet nach den bisherigen Erkenntnissen verbreitet die Prüfwerte der BBodSchV, so dass aufgrund der Bodengehalte auf der weit überwiegenden Fläche keine Restriktionen für die Bodennutzungen Nutzgarten, Kinderspiel oder Wohnen bestehen.

Bisher bekannte Böden mit Prüfwertüberschreitungen weisen über die Immissionsbelastung hinaus erhöhte Anteile schadstoffhaltiger technogener Materialien auf. Insofern spiegelt deren Raummuster nicht die Einflussnahme einer singulären Quelle (z.B. Kokerei) wider, sondern das Zusammenwirken vieler Einflussgrößen, die über viele Jahrzehnte wirkten und wirken.

Aufgrund der verbreiteten Unterschreitung von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze spielt der systemische Aufnahmepfad von BaP in Pflanzen nach dem derzeitigen Erkenntnisstand eine untergeordnete Rolle und sollte den Anbau von Nahrungspflanzen weitflächig nicht einschränken. Lediglich an Orten mit Prüfwertüberschreitung ist dem Wirkungspfad „Boden-Pflanze“ weiterhin Aufmerksamkeit zu schenken. Daher wird es als notwendig erachtet, Gebiete mit regelmäßigem Nutzpflanzenanbau im Bottroper Süden intensiver auf BaP-Gehalte zu untersuchen.

Wenn das LANUV-NRW im Jahr 2018 ermittelte, dass Grünkohlpflanzen, die in definierter „PAK-freier“ Einheitserde aufgezogen wurden, trotzdem lokal so hohe PAK-Konzentrationen im küchenfertig aufbereitetem Erntegut aufwiesen, dass Verzehreinschränkungen empfohlen wurden, so muss die örtliche Deposition lufttransportierter, PAK-haltiger Schadstoffe verantwortlich sein. Nach Angaben des LANUV soll das Messnetz für die Pflanzenuntersuchungen in Zukunft verdichtet werden, um den bislang nur grob abgegrenzten Belastungsraum besser eingrenzen zu können. Dies sollte durch weitere Bodenuntersuchungen begleitet werden.

6 Literatur

- AG Boden (2005) = AD-HOC-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Hannover
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 36, 1554-1582.
- BioAbfV (2013) = Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist
- ISB (2004a) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2004): Digitale Bodenbelastungskarte Stadt Bottrop (Außenbereich) – Dokumentation: 101 Seiten + Anhang; Unveröffentlichtes Gutachten, Witten.
- ISB (2004b) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2004): Untersuchungen zur Eingrenzung hoher Stoffgehalte der digitalen Bodenbelastungskarte. Unveröffentlichtes Gutachten für den Kreis Recklinghausen. Witten
- ISB (2006) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2004): Digitale Bodenbelastungskarte – Teilabschnitt Heubachniederung / Merfelder Bruch. Unveröffentlichtes Gutachten für den Kreis Coesfeld
- ISB (2008) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2008): Digitale Bodenbelastungskarte Stadt Bottrop (Siedlungsbereich) – Dokumentation: 72 Seiten + Anhang; Unveröffentlichtes Gutachten, Witten.
- ISB (2010) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2010): Ausweisung von Gebieten mit erhöhten Arsengehalten in Böden der Stadt Bottrop und deren Integration in die digitale Bodenbelastungskarte (BBK) – Dokumentation: 29 Seiten + Anhang; Unveröffentlichtes Gutachten, Witten.

- ISB (2012) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2012): Digitale Bodenbelastungskarte Stadt Essen (Siedlungsbereich) – Dokumentation; Unveröffentlichtes Gutachten, Bochum.
- LANUV (2015) = Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2015): Hintergrundwerte für Schadstoffgehalte in Böden. Aktualisierung der Werte und Karten für Nordrhein-Westfalen. Bearb.: Feldwisch, N. und Th. Lendvaczky. Recklinghausen = LANUV-Fachbericht 66
- LANUV (2015) = Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2015): Immissionsbedingte Hintergrundbelastung von Pflanzen in NRW. Schwermetalle und organische Verbindungen. Bearb.: Hombrecher, K. et al., Recklinghausen = LANUV-Fachbericht 61
- LANUV (2018) = Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2018): Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Bottrop. Recklinghausen
- Stadt Bottrop (1989): Kleingartenuntersuchungsprogramm. Bottrop
- Stadt Bottrop (1992): Kleingartenuntersuchungsprogramm. Ergebnisse der Nachuntersuchungen 1991/1992. Unveröffentlichtes Gutachten des Stadtplanungsamtes (61/4). Bottrop
- Scheithauer, M. u. C. Marb (2002): Schadstoffgehalt von Bio- und Grünabfallkomposten. In: Müll und Abfall 2, S. 60–68
- Schneider, Th. (1989): Erfassung und Beurteilung der Bodenbelastung durch Schwermetalle in Kleingärten. - Dargestellt an Beispielen der Stadt Bottrop. Unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachbereich 09, Studiengang Ökologie (Prof. Dr. W. Burghardt) Essen
- Stäb, J. (2011): Persistente organische Spurenstoffe in Kompost und Rückständen der Biomassenvergärung. Belastungssituation, Abbau und Bewertung. Dissertation am Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft: Lehrstuhl für Hydrochemie und Hydrobiologie in der Siedlungswasserwirtschaft der Universität Stuttgart

Anhang 2: Übersicht Bodendaten der Laboranalytik

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Parkfläche 1			Parkfläche 2			Parkfläche 3		
	Wiese	Wiese	Wiese	Wiese	Wiese	Wiese	Brache	Brache	Brache
Tiefenstufe	0-2 cm	2-10 cm	40-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	25-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	40-60 cm
Bodentyp	Rigosol-Anmoorgley über Niedermoor			Aufschüttungsregosol			Brauneisengley		
IF-Proben-Nr.:	190603859	190603859	190603861	190603862	190603863	190603864	190603865	190603866	190603867
Probenbezeichnung:	BOT 19 1	BOT 19 2	BOT 19 3	BOT 19 4	BOT 19 5	BOT 19 6	BOT 19 7	BOT 19 8	BOT 19 9
Trockensubstanz [%]	75,8	82,6	79,6	85,7	87,7	93,5	71,3	78,7	85,4
pH-Wert (CaCl2)	4,8	4,4	5	5,9	5,7	6	5,5	6,1	6,2
Anteil < 2mm [%]	100	99,3	100	100	90,4	53,9	100	92	100
Anteil > 2mm [%]	0	0,7	0	0	9,6	46,1	0	8	0
TOC [%]	11,5	13,5	4,5	7,5	4,4	8,2	7,7	6,2	1,2
Arsen [mg/kg]	21	23	21	9	11	12	24	26	29
Barium [mg/kg]	230	270	170	280	320	200	250	350	140
Blei [mg/kg]	110	120	66	71	87	58	100	99	44
Cadmium [mg/kg]	1,7	1,7	1,8	0,7	0,8	0,5	1,5	1,6	0,8
Chrom [mg/kg]	26	29	24	26	26	17	28	31	25
Kupfer [mg/kg]	23	25	18	24	31	55	26	27	11
Nickel [mg/kg]	15	16	15	16	20	39	17	19	17
Quecksilber [mg/kg]	0,2	0,2	0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	0,2	0,1	< 0,1
Thallium [mg/kg]	0,5	0,5	0,3	1,1	1,1	0,4	0,5	0,5	0,2
Zink [mg/kg]	280	270	280	420	440	140	300	290	140
Naphthalin [mg/kg]	0,22	0,32	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	< 0,05	0,06	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	1,1	1,6	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	0,15	0,23	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	0,19	0,32	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	1	2,6	0,5	0,19	0,16	0,27	0,22	0,27	< 0,05
Anthracen [mg/kg]	1,2	1,5	0,28	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	0,13	< 0,05
Fluoranthren [mg/kg]	7,1	11	2,1	0,48	0,48	0,15	0,97	1,1	0,17
Pyren [mg/kg]	5,7	8,7	1,7	0,39	0,39	0,12	0,83	0,92	0,13
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	4,6	7,2	1	0,21	0,25	< 0,05	0,49	0,64	< 0,05
Chrysen [mg/kg]*	5,5	8,1	1,2	0,36	0,35	0,16	0,67	0,72	0,13
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	6,4	9,1	1,3	0,34	0,37	< 0,05	0,73	0,88	0,13
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	2,8	4	0,6	0,16	0,18	< 0,05	0,43	0,43	< 0,05
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	4,5	6,5	0,96	0,22	0,24	< 0,05	0,56	0,65	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	1,2	1,7	0,22	< 0,05	0,07	< 0,05	0,12	0,17	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	3,7	5,1	0,67	0,2	0,23	< 0,05	0,42	0,53	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	3,4	4,4	0,62	0,16	0,18	< 0,05	0,35	0,46	< 0,05
Summe PAK16 [mg/kg]	48,76	72,37	11,35	2,71	2,9	0,83	5,92	6,96	0,56
Summe PAK4 [mg/kg]*	21	30,9	4,46	1,13	1,21	0,16	2,45	2,89	0,26

Legende



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)



Erläuterung

Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Parkfläche 4			Parkfläche 5			Brache		
	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm
Tiefenstufe	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm
Bodentyp	tiefhumoser Nassgley mit Profilstörung			reliktischer Gley			reliktischer Gley		
IF-Proben-Nr.:	190603868	190603869	190603870	190603871	190603872	190603873	190603889	190603890	190603891
Probenbezeichnung:	BOT 19 10	BOT 19 11	BOT 19 12	BOT 19 13	BOT 19 14	BOT 19 15	BOT 19 31	BOT 19 32	BOT 19 33
Trockensubstanz [%]	83,9	91,6	89,3	86,1	90,8	90	81,7	84,7	89,4
pH-Wert (CaCl2)	5	4,6	5,8	5	5	5,9	6,1	5,9	6,3
Anteil < 2mm [%]	98,7	96,6	100	100	98,2	100	93	89	100
Anteil > 2mm [%]	1,3	3,4	0	0	1,8	0	7	11	0
TOC [%]	4,3	2,7	3	5	4,3	1,4	13,2	12,4	1
Arsen [mg/kg]	7	9	8	6	7	5	16	19	7
Barium [mg/kg]	70	78	45	91	95	59	2700	2600	330
Blei [mg/kg]	52	59	18	59	64	37	190	190	28
Cadmium [mg/kg]	0,8	0,9	0,3	0,8	0,8	0,5	3,7	3,6	0,5
Chrom [mg/kg]	16	17	16	14	15	17	46	45	19
Kupfer [mg/kg]	13	15	7	15	16	10	64	79	12
Nickel [mg/kg]	8	9	7	9	10	9	29	29	11
Quecksilber [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	5,3	3,5	0,5
Thallium [mg/kg]	0,2	0,3	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2	0,4	0,5	< 0,2
Zink [mg/kg]	150	160	60	170	180	88	810	830	130
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,6	1,6	0,17
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6	0,5	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,5	1,3	0,15
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,4	1,2	0,18
Phenanthren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	0,29	< 0,05	8,7	9	0,77
Anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2,1	2,2	0,34
Fluoranthren [mg/kg]	0,17	0,18	< 0,05	0,39	0,87	0,06	12	12	1
Pyren [mg/kg]	0,14	0,17	< 0,05	0,32	0,73	0,05	7,7	7,8	0,7
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,22	0,43	< 0,05	7,2	8,1	0,71
Chrysen [mg/kg]*	0,15	0,14	< 0,05	0,22	0,38	0,05	8,3	8,8	0,73
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	0,12	0,1	< 0,05	0,39	0,54	0,05	9	12	0,79
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18	< 0,05	3,7	4,5	0,43
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,29	0,42	< 0,05	6	7,5	0,55
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,4	1,5	0,11
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	< 0,05	3,3	3,6	0,3
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,14	< 0,05	3,2	3,5	0,29
Summe PAK16 [mg/kg]	0,58	0,59	-	1,96	4,11	0,21	77,7	85,1	7,22
Summe PAK4 [mg/kg]*	0,27	0,24	0	1,12	1,77	0,1	30,5	36,4	2,78

Legende



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)

Erläuterung



Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Wohnbau (Welh. Mark)			Park/Spielplatz (Steigerstr.)			Wohnbau (Holbeinstr.)		
	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen	Rasen
Subnutzung	0-2 cm	2-10 cm	40-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm
Tiefenstufe	reliktorischer Gley <1918; 1954 wiederaufgeb.			Aufschüttungsregosol über Gley			Aufschüttungsregosol, >1974		
Bodentyp	190603892	190603893	190603894	190603895	190603896	190603897	190603898	190603899	190603900
IF-Proben-Nr.:	BOT 19 34	BOT 19 35	BOT 19 36	BOT 19 37	BOT 19 38	BOT 19 39	BOT 19 40	BOT 19 41	BOT 19 42
Trockensubstanz [%]	79,6	85,4	91,1	81,1	89	88	84,3	89,9	92,1
pH-Wert (CaCl2)	5,2	5,4	6	6,5	6,4	6,4	6,7	6,9	6,8
Anteil < 2mm [%]	94,7	96,2	100	100	86,9	94,5	91,4	86	89,7
Anteil > 2mm [%]	5,3	3,8	0	0	13,1	5,5	8,6	14	10,3
TOC [%]	6,7	12,6	0,8	8	3,2	8,9	3,3	2,4	3
Arsen [mg/kg]	15	17	11	9	10	25	7	7	14
Barium [mg/kg]	230	290	65	140	150	240	160	160	550
Blei [mg/kg]	380	470	52	99	93	250	48	47	120
Cadmium [mg/kg]	2	2,2	0,4	0,9	1	3	0,5	0,4	1,1
Chrom [mg/kg]	30	29	15	23	23	28	21	20	23
Kupfer [mg/kg]	30	40	8	31	27	46	23	35	33
Nickel [mg/kg]	17	18	7	15	16	23	15	12	16
Quecksilber [mg/kg]	0,1	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	0,1
Thallium [mg/kg]	0,6	0,5	< 0,2	0,3	0,4	0,9	< 0,2	< 0,2	0,4
Zink [mg/kg]	430	430	100	220	210	500	140	170	260
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	0,19	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	0,72	1,8	< 0,05	0,13	0,12	1,2	0,16	0,15	0,24
Anthracen [mg/kg]	0,32	0,53	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren [mg/kg]	2,2	2,3	0,1	0,57	0,7	1,3	0,5	0,45	0,59
Pyren [mg/kg]	1,6	1,6	0,08	0,47	0,56	0,96	0,41	0,34	0,44
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	1,2	0,97	< 0,05	0,32	0,47	0,54	0,38	0,3	0,38
Chrysen [mg/kg]*	1,2	1	0,06	0,37	0,46	0,79	0,35	0,31	0,4
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	1,3	1,1	0,06	0,52	0,51	0,84	0,6	0,47	0,51
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	0,58	0,51	< 0,05	0,25	0,35	0,38	0,25	0,21	0,23
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	0,9	0,76	< 0,05	0,32	0,37	0,58	0,41	0,32	0,34
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	0,12	0,12	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,12	0,07	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	0,44	0,45	< 0,05	0,17	0,19	0,4	0,23	0,18	0,18
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	0,43	0,43	< 0,05	0,17	0,19	0,35	0,19	0,15	0,17
Summe PAK16 [mg/kg]	11,01	11,96	0,3	3,29	3,92	7,73	3,55	2,88	3,48
Summe PAK4 [mg/kg]*	4,6	3,83	0,12	1,53	1,81	2,75	1,74	1,4	1,63

Legende



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)



Erläuterung

Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Wohnbau (Welheimer Str.)			Kleingarten (26)	Kleingarten Vereinsheim		
	Rasen	Rasen	Rasen		Rasen	Rasen	Rasen
Subnutzung	0-2 cm	2-10 cm	40-60 cm	Kompost	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm
Tiefenstufe	Gley in gestörter Lagerung; <1918 (WA 1952)				humose Aufschüttung über Gley		
Bodentyp	190603951	190603952	190603953	190603874	190603875	190603876	190603877
IF-Proben-Nr.:	BOT 19 43	BOT 19 44	BOT 19 45	BOT 19 16	BOT 19 17	BOT 19 18	BOT 19 19
Trockensubstanz [%]	77,7	82,5	90,6	60,4	86	88,6	90,4
pH-Wert (CaCl ₂)	5,6	5,9	6,7	5,7	5	5,4	5,2
Anteil < 2mm [%]	100	96,1	96,6	90	100	95,6	100
Anteil > 2mm [%]	0	3,9	3,4	10	0	4,4	0
TOC [%]	7,5	4,4	1,5	10	3,1	2,8	0,5
Arsen [mg/kg]	13	14	6	7	14	34	6
Barium [mg/kg]	150	180	73	170	110	250	19
Blei [mg/kg]	160	170	37	86	63	73	8
Cadmium [mg/kg]	1,9	2,3	0,5	1,1	0,6	1	< 0,2
Chrom [mg/kg]	19	20	9	26	24	27	10
Kupfer [mg/kg]	33	39	10	37	16	20	4
Nickel [mg/kg]	15	17	6	11	11	15	3
Quecksilber [mg/kg]	0,1	0,2	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium [mg/kg]	0,5	0,6	< 0,2	0,3	0,3	0,3	< 0,2
Zink [mg/kg]	400	470	100	310	150	190	18
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	0,19	0,19	< 0,05	0,16	< 0,05	0,06	< 0,05
Anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren [mg/kg]	0,49	0,49	0,07	0,72	0,22	0,19	< 0,05
Pyren [mg/kg]	0,45	0,45	0,07	0,54	0,17	0,14	< 0,05
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	0,24	0,24	< 0,05	0,45	0,12	0,12	< 0,05
Chrysen [mg/kg]*	0,4	0,38	< 0,05	0,41	0,13	0,15	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	0,42	0,38	< 0,05	0,74	0,23	0,14	< 0,05
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	0,24	0,23	< 0,05	0,25	< 0,05	0,1	< 0,05
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	0,28	0,28	< 0,05	0,52	0,16	0,1	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	0,26	0,24	< 0,05	0,19	< 0,05	0,07	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	0,21	0,19	< 0,05	0,22	< 0,05	0,06	< 0,05
Summe PAK16 [mg/kg]	3,18	3,07	0,14	4,2	1,03	1,13	-
Summe PAK4 [mg/kg]*	1,34	1,28	0	2,12	0,64	0,51	0

Legende



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)

Erläuterung



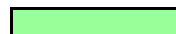
Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Kleingarten (8)					Kleingarten (2)		
	Rasen	Rasen	Beet	Beet	Rasen	Rasen	Beet	Beet
Subnutzung	0-2 cm	2-10 cm	0-2 cm	2-30 cm	30-60 cm	0-2 cm	0-30	30-60 cm
Tiefenstufe	Hortisol über Gley					Hortisol über Brauneisengley		
Bodentyp	Hortisol über Gley					Hortisol über Brauneisengley		
IF-Proben-Nr.:	190603878	190603879	190603880	190603881	190603882	190603883	190603884	190603885
Probenbezeichnung:	BOT 19 20	BOT 19 21	BOT 19 22	BOT 19 23	BOT 19 24	BOT 19 25	BOT 19 26	BOT 19 27
Trockensubstanz [%]	71,5	77,6	80,6	79,3	84,9	85,9	88,6	89,2
pH-Wert (CaCl ₂)	6,8	6,7	6,5	6,6	6,6	6,5	6,6	6,6
Anteil < 2mm [%]	100	94,4	91,9	95,5	100	100	98,7	97,2
Anteil > 2mm [%]	0	5,6	8,1	4,5	0	0	1,3	2,8
TOC [%]	6,1	5,2	7,2	4,5	0,3	3,9	5,5	1
Arsen [mg/kg]	9	10	10	11	6	9	9	6
Barium [mg/kg]	290	320	300	320	35	100	83	21
Blei [mg/kg]	140	140	140	130	13	99	84	17
Cadmium [mg/kg]	2,1	2,2	2,3	2,1	< 0,2	1,4	1,2	< 0,2
Chrom [mg/kg]	55	52	56	54	12	36	30	13
Kupfer [mg/kg]	47	51	54	48	9	26	22	7
Nickel [mg/kg]	21	19	19	20	6	10	8	3
Quecksilber [mg/kg]	0,4	0,4	0,5	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium [mg/kg]	0,6	0,7	0,6	0,5	< 0,2	0,4	0,4	< 0,2
Zink [mg/kg]	530	540	570	490	49	290	230	39
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	0,37	0,67	0,47	0,34	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05
Anthracen [mg/kg]	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren [mg/kg]	2	3,4	2,2	2	0,11	0,36	0,14	< 0,05
Pyren [mg/kg]	1,6	2,4	1,7	1,5	0,09	0,28	0,12	< 0,05
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	1,4	2,4	1,4	1,4	0,09	0,22	< 0,05	< 0,05
Chrysen [mg/kg]*	1,1	1,7	1,2	1,1	0,11	0,21	0,1	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	2,6	3,6	2,3	2	0,13	0,41	0,17	< 0,05
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	0,82	0,87	0,7	0,53	0,07	0,14	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	1,8	2,5	1,7	1,5	0,09	0,32	< 0,05	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	0,18	0,26	0,17	0,15	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	0,51	0,7	0,48	0,41	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	0,65	0,85	0,53	0,5	< 0,05	0,11	< 0,05	< 0,05
Summe PAK16 [mg/kg]	13,03	19,45	12,85	11,43	0,69	2,25	0,53	-
Summe PAK4 [mg/kg]*	6,9	10,2	6,6	6	0,42	1,16	0,27	0

Legende



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)

Erläuterung



Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Kleingarten (39)			Wohnbau (Johannesstr.)			
	Rasen	Beet	Beet	Rasen	Rasen	Rasen	Beet
Tiefenstufe	0-2 cm	0-30	30-60 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm	0-30 cm
Bodentyp	Hortisol über Gley			Umlagerungsboden über Gley (1930er oder 1950er)			
IF-Proben-Nr.:	190603886	190603887	190603888	190603954	190603955	190603956	190603957
Probenbezeichnung:	BOT 19 28	BOT 19 29	BOT 19 30	BOT 19 46	BOT 19 47	BOT 19 48	BOT 19 49
Trockensubstanz [%]	80,5	81,9	86,7	73,5	81,4	85,8	80,4
pH-Wert (CaCl ₂)	6	6,4	6,6	5,8	5,7	6,6	5,8
Anteil < 2mm [%]	100	95,3	100	94,3	90,4	88,1	94,6
Anteil > 2mm [%]	0	4,7	0	5,7	9,6	11,9	5,4
TOC [%]	5	4,5	2,2	7,4	4,2	2,3	5,7
Arsen [mg/kg]	10	10	12	11	12	17	65
Barium [mg/kg]	120	130	84	200	220	130	340
Blei [mg/kg]	85	64	53	190	180	140	220
Cadmium [mg/kg]	1,2	1	0,9	1,1	1,2	1	2,7
Chrom [mg/kg]	36	53	21	24	26	15	26
Kupfer [mg/kg]	25	30	17	45	50	20	63
Nickel [mg/kg]	12	14	8	24	27	12	24
Quecksilber [mg/kg]	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,2
Thallium [mg/kg]	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,6
Zink [mg/kg]	290	290	180	300	290	300	630
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	0,25	0,15	0,1	0,4	0,51	0,08	0,66
Anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,12	< 0,05	0,11
Fluoranthren [mg/kg]	0,46	0,4	0,26	1	1,1	0,14	1,3
Pyren [mg/kg]	0,38	0,32	0,2	0,79	0,87	0,12	0,92
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	0,2	0,23	0,15	0,45	0,48	0,06	0,58
Chrysen [mg/kg]*	0,2	0,27	0,18	0,66	0,65	0,12	0,73
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	0,3	0,25	0,21	0,67	0,63	0,09	0,69
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	0,11	0,15	0,1	0,31	0,32	0,06	0,25
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	0,2	0,19	0,12	0,42	0,44	0,07	0,4
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,12	0,12	< 0,05	0,11
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	< 0,05	0,11	0,07	0,33	0,32	0,05	0,3
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	0,07	0,28	0,27	< 0,05	0,26
Summe PAK16 [mg/kg]	2,1	2,07	1,46	5,43	5,83	0,79	6,31
Summe PAK4 [mg/kg]*	0,9	0,94	0,66	2,2	2,2	0,34	2,4

Legende

Farbliche Einteilung



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)

Farbliche Einteilung



Erläuterung

Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete

Analysedaten Bottrop 2019 im Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV (1999)

Nutzung	Wohnbau (Feuerwerkerstr.)				Wohnbau (Gungstr.)		
	Rasen	Rasen	Rasen	Beet	Rasen	Rasen	Rasen
Subnutzung	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm	0-30 cm	0-2 cm	2-10 cm	30-60 cm
Tiefenstufe	Umlagerungsboden üb. Gley (1919-1948)				Hortisol über Gley (1913)		
Bodentyp	Umlagerungsboden üb. Gley (1919-1948)				Hortisol über Gley (1913)		
IF-Proben-Nr.:	190603958	190603959	190603960	190603961	190603962	190603963	190603964
Probenbezeichnung:	BOT 19 50	BOT 19 51	BOT 19 52	BOT 19 53	BOT 19 54	BOT 19 55	BOT 19 56
Trockensubstanz [%]	76,8	80,1	83,4	84,6	85,8	80,8	89,1
pH-Wert (CaCl ₂)	6,4	6,5	6,6	6,9	6,4	6,5	6,4
Anteil < 2mm [%]	100	100	100	100	94,2	96,5	100
Anteil > 2mm [%]	0	0	0	0	5,8	3,5	0
TOC [%]	5,7	5,4	4,9	5,2	4,1	4,4	1,6
Arsen [mg/kg]	25	34	28	26	9	10	7
Barium [mg/kg]	530	670	300	410	210	290	46
Blei [mg/kg]	190	210	35	120	91	120	32
Cadmium [mg/kg]	3,2	4	0,5	1,7	1,2	1,5	0,3
Chrom [mg/kg]	42	44	32	32	15	16	10
Kupfer [mg/kg]	52	68	12	42	28	38	9
Nickel [mg/kg]	26	27	22	22	12	14	4
Quecksilber [mg/kg]	< 0,1	0,3	< 0,1	0,2	0,2	0,2	< 0,1
Thallium [mg/kg]	0,5	0,5	0,2	0,5	0,3	0,3	< 0,2
Zink [mg/kg]	620	730	110	450	330	400	69
Naphthalin [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen [mg/kg]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren [mg/kg]	0,26	0,22	< 0,05	0,78	0,26	0,52	< 0,05
Anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05	0,13	< 0,05
Fluoranthren [mg/kg]	0,64	0,58	< 0,05	1,5	0,81	1,8	0,12
Pyren [mg/kg]	0,48	0,45	< 0,05	1,2	0,66	1,3	< 0,05
Benz(a)anthracen [mg/kg]*	0,27	0,3	< 0,05	0,74	0,48	1,2	< 0,05
Chrysen [mg/kg]*	0,41	0,42	< 0,05	0,95	0,65	1,3	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren [mg/kg]*	0,41	0,42	< 0,05	0,98	0,8	1,4	< 0,05
Benzo(k)fluoranthren [mg/kg]	0,14	0,15	< 0,05	0,36	0,26	0,53	< 0,05
Benzo(a)pyren [mg/kg]*	0,23	0,23	< 0,05	0,56	0,41	0,85	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracen [mg/kg]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	0,1	0,23	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene [mg/kg]	0,18	0,22	< 0,05	0,44	0,34	0,67	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren [mg/kg]	0,16	0,19	< 0,05	0,4	0,3	0,57	< 0,05
Summe PAK16 [mg/kg]	3,18	3,18	-	8,14	5,07	10,5	0,12
Summe PAK4 [mg/kg]*	1,32	1,37	0	3,23	2,34	4,75	0

Legende

Farbliche Einteilung



Erläuterung

Unterschreitung Pw. "Nutzgarten" (Hg, BaP)
bzw. Pw. "Nutzgarten/ Kinderspiel" (Cd)

Unterschreitung Pw. Kinderspielfläche bzw.
Überschreitung Pw. Nutzgärten (Hg,BaP) bzw. N/K (Cd)

Farbliche Einteilung



Erläuterung

Unterschreitung Pw. Wohngebiete/
Überschreitung Pw. Kinderspielfläche

Unterschreitung Pw. Park- u. Freizeitanlage/
Überschreitung Pw. Wohngebiete