

**Umweltmedizinisch-toxikologische und umwelthygienische
Bewertung der Schwermetallgehalte im Boden der Wohngebiete
Derkerborn/Kalvarienberg und Hoppecker Straße/Hohlweg/
Am Renzelsberg/Ludwig-Wolker-Straße in Brilon**

Gutachterliche Stellungnahme

Gutacher: Professor Dr rer.nat . Dr.med.habil. Ulrich Ewers
Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Rotthausenstraße 19
45879 Gelsenkirchen

Auftraggeber: Hochsauerlandkreis
Fachbereich 3 – Ordnung, Umwelt, Gesundheit
Steinstraße 27
59872 Meschede

Seitenzahl: 14

Gelsenkirchen, im Oktober 2013

Einleitung

Schadstoffe im Boden können gesundheitsschädliche Wirkungen dann verursachen, wenn sie in toxikologisch relevanten Mengen vom Menschen aufgenommen werden. Grundlage der umweltmedizinisch-toxikologischen Bewertung der Bodenbelastungen durch Schwermetalle, insbesondere Blei, in den untersuchten Wohngebieten der Stadt Brilon ist daher zunächst die Identifizierung der Expositionspfade, d.h. der Wege, auf denen Schadstoffe aus dem Boden in den menschlichen Körper gelangen können, und die Ermittlung der Exposition der dort wohnenden Menschen gegenüber den im Boden vorkommenden Schwermetallen. In einem zweiten Schritt wird auf der Grundlage aktueller wissenschaftlicher Forschungsergebnisse beurteilt, ob bei der ermittelten Exposition insbesondere gegenüber Blei gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten können. In einem dritten Schritt wird betrachtet, welche Maßnahmen geeignet und ggfs. notwendig sind, um die Exposition gegenüber Schadstoffen im Boden zu vermindern oder zu vermeiden.

1. Expositionspfade

1.1 Direktkontakt Boden – Mensch

Dieser Expositionspfad umfasst das Verschlucken und die Einatmung von Schwermetallhaltigen Bodenpartikeln sowie den Hautkontakt mit kontaminiertem Boden. Das Verschlucken von Bodenpartikeln spielt insbesondere bei Kleinkindern eine Rolle, die die Angewohnheit haben, Finger und Gegenstände in den Mund zu nehmen. Wenn an den Fingern oder Gegenständen kleine Bodenpartikel haften, gelangen diese mit dem Speichel in den Mundraum und werden verschluckt. Bei Jugendlichen und Erwachsenen spielt dieser Aufnahmeweg keine bedeutsame Rolle.

Wenn Bodenpartikel, die an Schuhen und Kleidung haften, in Wohnhäuser, Kindergärten, Kindertagesstätten und Schulräume eingetragen werden, kann dies zu erhöhten Schwermetallgehalten im Hausstaub führen. Auf die oben beschriebene Weise können dadurch insbesondere Kleinkinder einer zusätzlichen Schwermetallbelastung ausgesetzt sein.

Als weiterer Aufnahmeweg ist grundsätzlich auch die Einatmung von Bodenpartikeln in Betracht zu ziehen, wenn ausgetrockneter Boden bei starkem Wind verweht wird. Wenn der Boden mit Gras und anderer Vegetation sowie durch Gehwegplatten, Asphaltierung und Überbauung weitgehend überdeckt ist, kann es jedoch nicht zu einer Windverwehung von Bodenpartikeln kommen.

Der Hautkontakt mit kontaminiertem Boden stellt im vorliegenden Fall keinen relevanten Expositionspfad dar, da anorganische Schwermetallverbindungen nicht über die Haut aufgenommen werden können.

Die Ableitung der Prüfwerte für Bodenverunreinigungen gemäß Anlage 1 der BBodSchV basiert auf der Annahme einer ingestiven Bodenaufnahme von 0,5 g pro Tag an 240 Tagen pro Jahr. Tatsächlich ist eher von einer mittleren Bodenaufnahme von 0,02 – 0,1 g pro Tag auszugehen. Eine Bodenaufnahme von 0,5 g pro Tag ist nur dann gegeben, wenn Kleinkinder sich sehr häufig draußen aufhalten, direkt mit Boden in Kontakt kommen und ein ausgeprägtes Hand-Mund-Verhalten aufweisen. Wenn der Boden durch dichten Grasbewuchs, Vegetation und Gehweg- und Terrassenplatten abgedeckt ist, ist ein direkter Bodenkontakt nicht möglich.

Die untersuchten Grundstücke am Derkerborn und im Bereich der Hoppecker-Straße sind durchgängig mit dichtem Rasen bewachsen. Die Beete sind mit Sträuchern und Bodenbeckern bepflanzt und z.T. mit Rindenmulch abgedeckt. Die Gehwege, Terrassen, Garagenzufahrten und Teile der Vorgärten sind mit Steinplatten versiegelt. Der Direktkontakt Boden – Mensch ist dadurch stark eingeschränkt. Es ist daher nicht von der Inkorporation relevanter Bodenmengen durch Verschlucken oder Einatmung von Bodenpartikeln auszugehen.

1.2 Expositionspfad Boden – Pflanze - Mensch

Auf den Grundstücken in dem Wohngebiet am Derkerborn und an der Hoppecker Straße finden sich nur vereinzelt Beete, auf denen Nutzpflanzen angebaut werden. Der Expositionspfad Boden – Pflanze – Mensch ist für die meisten Grundstücke daher nicht relevant.

In Bezug auf die Gärten, in denen Nutzpflanzen angebaut werden, lassen sich folgende Aussagen treffen: eine gewisse Anreicherung von Blei und Cadmium findet insbesondere in den verzehrbaren Anteilen bestimmter Wurzelgemüsearten (z.B. Möhren) sowie bei Blattgemüse, Sellerie und Spinat statt. Andere Gemüsearten sowie Baum- und Strauchobst zeigen keine Anreicherung von Blei und Cadmium aus dem Boden. Expositionsrelevant können auch Bodenpartikel sein, die an den verzehrbaren Teilen von Gemüse- und Obstpflanzen haften. Alle zum Verzehr bestimmten Gartenprodukte sollten daher vor dem Verzehr gründlich gewaschen werden, um anhaftende Boden- und Staubpartikel zu entfernen.

Bei der toxikologischen Bewertung der Exposition über den Pfad Boden – Pflanze – Mensch ist die Menge des Verzehrs der auf einem belasteten Boden erzeugten Gartenprodukte von maßgeblicher Bedeutung. Die selbst erzeugten Gartenprodukte machen zumeist nur einen geringen Teil der Nahrungsaufnahme insgesamt aus. Daraus folgt, dass die Exposition über den Pfad Boden – Pflanze – Mensch bei kleinen Nutzgärten nur in geringem Maße zur nahrungsbedingten Blei- und Cadmiumexposition insgesamt beiträgt.

1.3 Expositionspfad Boden – Grundwasser – Trinkwasser – Mensch

Untersuchungen an einigen Grundwassermessstellen zeigen, dass das Grundwasser im Bereich der untersuchten Grundstücke relativ hohe Konzentrationen an Blei, Cadmium und Zink aufweist. Die Konzentrationen liegen z.T. über den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung. Als Trinkwasser ist das Grundwasser daher nicht geeignet. Gegen eine Nutzung des Grundwassers zur Bewässerung von Rasenflächen und reinen Ziergärten bestehen aus gesundheitlicher Sicht keine Bedenken. Beete, auf denen Gemüse- und Obstpflanzen angebaut werden, sollten dagegen nicht mit Grundwasser bewässert werden.

2. Anmerkungen zu den Schwermetallgehalte im Boden in Hinsicht auf die Exposition durch den Direktkontakt Boden – Mensch

Entsprechend den Vorgaben der BBodSchV wurden die untersuchten Bodenproben mit Königswasser aufgeschlossen und die Schwermetallgehalte in den Königswasserextrakten bestimmt. Im menschlichen Darm findet kein Königswasseraufschluss statt. Insoweit entsprechen die durch Königswasseraufschluss freisetzbaren Mengen an Schwermetallen nicht den Schwermetallmengen, die im Magen-Darm-Trakt aus Bodenpartikeln herausgelöst werden und resorbiert werden können. Aus diesem Grund wurde ein Teil der untersuchten Bodenproben mit dem sog. Hack-Selenka-Verfahren auf die resorbtionsverfügbaren Anteile von Blei und Cadmium untersucht. Die zu untersuchende Bodenprobe wird dabei *in vitro* über mehrere Stunden einer simulierten Magen-Darm-Passage unterworfen. Am Ende werden die festen Bestandteile abzentrifugiert und die in Lösung gelangten Blei- und Cadmium-Mengen bestimmt. Im Falle von Blei liegen die gelösten Anteile im Bereich von 30 – 40 % der Gesamt-Bleigehalte, im Falle von Cadmium im Bereich von 40 – 60 % der Gesamt-Cadmiumgehalte.

Von den im Magen-Darm-Trakt gelösten Blei- und Cadmiumverbindungen wird im Darm tatsächlich nur ein Teil in den Blutkreislauf resorbiert. Der andere Teil ist an die Bestandteile des Verdauungsbreis im Darm gebunden und wird über den Dickdarm ausgeschieden. Im Falle von Blei beträgt dieser Teil bei Erwachsenen und Kindern etwa 3 – 5 %, bei Kleinkindern jedoch bis zu 50 %. Im Falle von Cadmium beträgt der tatsächlich resorbierte Anteil etwa 5 – 10 % der Magen-Darm-Trakt löslichen Cadmiumverbindungen.

3. Diagnostik der Blei- und Cadmiumexposition beim Menschen

Die Diagnostik der Blei- und Cadmiumexposition beim Menschen beruht auf der Bestimmung der Blei- und Cadmiumkonzentration im Blut und der Bestimmung der Cadmiumkonzentration im Urin.

3.1 Bleikonzentrationen im Blut

Im Blut liegt Blei zu mehr als 90 % an Erythrozyten gebunden vor. Die Erythrozyten haben eine Lebensdauer von durchschnittlich etwa 120 Tagen. Hieraus folgt, dass die Bleikonzentration im Blut die durchschnittliche Bleiexposition während der zurückliegenden 3 - 4 Monate kennzeichnet.

Blei ist ein natürlich vorkommendes Element, das normalerweise in geringen Konzentrationen in der Erdkruste und damit in allen Umweltmedien vorkommt. Nahezu alle Nahrungsmittel enthalten geringe Mengen an Blei. Die Nahrung ist die Hauptquelle der Bleibelastung des Menschen. Dies bedingt, dass man in praktisch allen menschlichen Blutproben Blei nachweisen kann.

Als Folge verschiedener politischer Entscheidungen und Maßnahmen hat die Bleibelastung von Umweltmedien und Lebensmitteln in den zurückliegenden Jahren stark abgenommen. Entsprechend sind auch die in menschlichen Blutproben nachweisbaren Bleikonzentration stark zurückgegangen. Allgemein läßt sich feststellen, dass die Blutbleiwerte von Kindern und Erwachsenen, die Ende der 1980er Jahre im Durchschnitt 60 – 70 µg/l betragen, im Mittel um mehr als 70 % abgenommen haben.

Die Blutbleikonzentrationen von Kindern in Deutschland betragen im Durchschnitt derzeit etwa 15 – 20 µg/l. Die Werte schwanken von Kind zu Kind in einem Bereich bis etwa 35 µg/l. In seltenen Fällen kommen auch höhere Konzentrationen bis etwa 100 µg/l vor.

Die Blutbleikonzentrationen von Jugendlichen und Erwachsenen liegen in einem ähnlichen Größenbereich. Männer haben generell etwas höhere Werte als Frauen. Die obere Grenze der Hintergrundbelastung betrug Ende der 1990er Jahre bei Männern ca. 90 µg/l, bei Frauen ca. 70 µg/l. Wegen des Rückgangs der Hintergrundbelastung dürfte die obere Grenze der Hintergrundbelastung von Erwachsenen heute bei ca. 50 µg/l liegen.

Erste subtile Wirkungen von Blei bei Kindern können bei Blutbleikonzentrationen von mehr als 100 µg/l auftreten. Dieser Wert kann als eine Art Besorgnisschwelle definiert werden.

Die v.g. Besorgnisschwelle von 100 µg/l gilt auch für Frauen im gebärfähigen Alter im Hinblick auf eine mögliche vorgeburtliche Schädigung der Hirnentwicklung des Kindes im Falle einer Schwangerschaft.

Bei Erwachsenen liegt die Besorgnisschwelle höher als bei Kindern und schwangeren Frauen.

Die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes hat für Blei im Blut folgende Beurteilungswerte festgelegt:

Referenzwerte:

- Referenzwert für Kinder (3 – 14 Jahre): 35 µg/l
- Referenzwert für Frauen: 70 µg/l
- Referenzwert für Männer: 90 µg/l

Anmerkung: Die Referenzwerte sind keine toxikologisch begründeten Beurteilungswerte, sondern kennzeichnen die obere Grenze der im wesentlichen nahrungsbedingten Hintergrundbelastung. Ein Blutblei-Wert wird dann als erhöht eingestuft, wenn der Referenzwert überschritten wird.

Human-Biomonitoring-Werte (HBM-Werte):

- HBM-Wert I für Kinder und Frauen im gebärfähigen Alter: 100 µg/l
- HBM-Wert II für Kinder und Frauen im gebärfähigen Alter: 150 µg/l
- HBM-Wert I für andere Personen: 200 µg/l
- HBM-Wert II für andere Personen: 250 µg/l

Anmerkung: der HBM-Wert I kennzeichnet die Bleikonzentration im Blut, bei deren Unterschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Der HBM-Wert II kennzeichnet die Bleikonzentration im Blut, bei deren Überschreitung bei besonders empfindlichen Personen relevante gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten können. Der Bereich zwischen HBM-Wert I und HBM-Wert II ist als Prüfbereich zu verstehen (Kontrolluntersuchung veranlassen, einfache Maßnahmen zur Minderung der Exposition durchführen).

Im Jahre 2009 hat die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes die o.g. HBM-Werte zurückgezogen. Die Gründe hierfür werden in Abschnitt 5 erläutert. In einer Mitteilung von 2009 empfiehlt die Kommission, anstelle der „alten“ HBM-Werte das Niveau des jeweiligen Populations-Referenzwertes als Konzentration heranzuziehen, oberhalb derer ein Handlungsbedarf besteht. Diese Werte seien „als vorsorgende Maßnahmenwerte zu verstehen, bei deren Überschreitung, im Sinne des Minimierungsprinzips unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit expositions-mindernde Maßnahmen angebracht und hinsichtlich des Gesundheitsschutzes erfolgversprechend sind“. Konkret bedeutet dies: wird bei einem Kind oder bei einer Frau im gebärfähigen Alter eine Blutbleikonzentration > 35 µg/l festgestellt, so sollen unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit geeignete expositions-mindernde Maßnahmen durchgeführt werden. Für Frauen jenseits des gebärfähigen Alters und für Männer gilt entsprechendes, wenn Blutbleikonzentrationen > 70 bzw. > 90 µg/l festgestellt werden.

3.2 Cadmiumkonzentration im Blut

Cadmium wird ebenso wie Blei überwiegend über die Nahrung aufgenommen. Eine bedeutsame zusätzliche Expositionsquelle ist das Tabakrauchen, da Tabakblätter geringe Mengen an Cadmium enthalten, die in der Glut der Zigarette oder Zigarre freigesetzt und mit dem Tabakrauch inhaliert werden. Tabakraucher weisen daher eine deutlich höhere Cadmiumbelastung auf als Nichtraucher.

Ähnlich wie die Bleikonzentration kennzeichnet die Cadmiumkonzentration im Blut die Exposition gegenüber Cadmium in den zurückliegenden 3 – 4 Monaten.

Die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes hat für Cadmium im Blut folgende Referenzwerte festgelegt:

- Referenzwert für Kinder (3 – 14 Jahre): 0,3 µg/l
- Referenzwert für Erwachsene (Nichtraucher): 1,0 µg/l

HBM-Werte für Cadmium im Blut wurden nicht festgelegt.

3.3 Cadmium im Urin

Cadmium reichert sich im Laufe des Lebens in der Nierenrinde an. Die Niere ist auch das kritische Organ der Toxizität von Cadmium. Bei intakter Nierenfunktion korreliert die Cadmiumkonzentration im Urin mit der Cadmiumkonzentration in der Nierenrinde. Die Cadmiumkonzentration im Urin kann daher als Indikator zur Abschätzung der kumulativen Langzeitbelastung angesehen werden.

Die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes hat für Cadmium im Urin folgende Beurteilungswerte festgelegt:

Referenzwerte:

- Referenzwert für Kinder (3 – 14 Jahre): 0,3 µg/l
- Referenzwert für Erwachsene (Nichtraucher): 1,0 µg/l

HBM-Werte:

- HBM-Wert I für Kinder und Jugendliche: 0,5 µg/l
- HBM-Wert II für Kinder und Jugendliche: 2 µg/l
- HBM-Wert I für Erwachsene : 1 µg/l
- HBM-Wert II für Erwachsene : 4 µg/l

4. Sind bei den Bewohnern der untersuchten Grundstücke erhöhte Blei- und Cadmium-Konzentrationen im Blut bzw. Urin zu erwarten ?

Zur Beantwortung dieser Frage müssen entsprechende Blut- und Urin-Untersuchungen bei den Bewohnern der untersuchten Wohngebiete durchgeführt werden. Nach Auffassung des Unterzeichners sollten derartige Untersuchungen den Bewohnern angeboten werden. Die Teilnahme an diesen Untersuchungen kann nur auf freiwilliger Basis erfolgen. Zur Beurteilung der Messwerte können die in Abschnitt 3 genannten Beurteilungswerte herangezogen werden.

Die Blutuntersuchungen sollten zunächst auf Blei beschränkt werden. Cadmium kommt in den Böden in wesentlich geringeren Konzentrationen vor als Blei. Es ist daher nicht damit zu rechnen, dass erhöhte Cadmiumkonzentrationen im Blut oder Urin auftreten. Aus den in Abschnitt 3.2 erwähnten Gründen sind Blut- und Urinuntersuchungen auf Cadmium nur bei Nichtrauchern sinnvoll.

Wie in Kapitel 1 dargestellt, ist auf den untersuchten Grundstücken nicht mit einer relevanten Exposition gegenüber Blei und Cadmium im Boden zu rechnen. Es ist daher zu vermuten, dass bei den Bewohnern keine signifikant erhöhten Blei- und Cadmiumkonzentrationen im Blut und Urin vorkommen. Diese Vermutung stützt sich auf die Ergebnisse verschiedener Human-Biomonitoring-Studien, die der Unterzeichner im Zusammenhang mit Bodenkontaminationen durch Blei, Cadmium und andere Schadstoffe durchgeführt hat. Die Ergebnisse dieser Studien sollen im folgenden kurz vorgestellt werden.

4.1 Fall-Studie 1: Untersuchungen zu Blei- und Cadmiumbelastung von Kindern aus Stolberg (Hofstetter et al., 1990)

Das Stadtgebiet von Stolberg/Rheinland weist ebenso wie das Stadtgebiet von Brilon hohe, überwiegend geogene Blei-, Cadmium- und Zinkgehalte im oberflächennahen Boden auf. Bedingt durch die Emissionen einer Bleihütte und anderer Betriebe, in denen Blei und Zink verarbeitet wird, war zur Zeit der Untersuchung gleichzeitig auch eine hohe Belastung durch Blei und Cadmium im Staubbiederschlag gegeben. In der Studie wurde im Rahmen der Schuleingangsuntersuchungen bei 229 Kindern aus Stolberg eine Blutprobe aus der Armvene entnommen und auf Blei und Cadmium untersucht. Die Kinder waren 6 – 7 Jahre alt. Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse lagen damals noch keine Empfehlungen der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes vor. Anstelle dessen wurden die in den 1980er Jahren häufig angewandten Orientierungswerte des Bundesgesundheitsamtes zur Bewertung herangezogen. Die Bleikonzentrationen im Blut der untersuchten Kinder waren ganz überwiegend der Kategorie I („unauffällig“) zuzuordnen. Nur bei zwei Kindern wurden Blutbleiwerte gefunden, die im unteren Bereich von Kategorie II („Wert erhöht, Gesundheitsgefahren nicht erkennbar“) lagen. Insgesamt waren die Blutbleiwerte der Stolberger Kinder (Mittelwert: 63 µg/l) deutlich höher als die Blutbleiwerte altersgleicher Kindern in den Jahren 2003 – 2006 (Mittelwert ca. 18 µg/l) (Schulz et al., 2003). Dieser Unterschied zeigt, wie stark die

Blutbleikonzentrationen von Kindern in den zurückliegenden 25 Jahren abgenommen haben.

4.2 Fallstudie 2: Kleingärtner-Studie Stolberg (Ewers et al., 1993)

In der Studie wurden 90 erwachsene Personen untersucht, die Haus- und Kleingärten im Stadtgebiet von Stolberg betrieben und überwiegend das ganze Jahr hinweg Gemüse und Obst aus dem eigenen Garten verzehrten. Die Bleigehalte im Boden der Kleingärten schwankten zwischen 60 und mehr als 10.000 mg/kg, die Cadmiumgehalte im Boden zwischen 1 und 49 mg/kg (Mittelwerte: 1277 bzw. 13 mg/kg). Die Cadmiumgehalte der Gemüsepflanzen lagen größtenteils deutlich über den damals geltenden Lebensmittelrichtwerten des Bundesgesundheitsamtes. Die Blei- und Cadmiumkonzentrationen im Blut der Kleingärtner unterschieden sich im Mittel nicht von den Blei- und Cadmiumkonzentrationen im Blut von Vergleichspersonen aus Stolberg, die keine Gärten mit Gemüse- und Obstanbau in Stolberg besaßen und keine Gartenprodukte aus Haus- und Kleingärten in Stolberg verzehrt hatten. Auch bzgl. der mittleren Cadmiumkonzentration im Urin fanden sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Blutbleikonzentrationen der Kleingärtner betragen im Mittel 69 µg/l, die der Vergleichspersonen 65 µg/l. Die Blutbleikonzentrationen bei Erwachsenen liegen heute im Mittel im Bereich von etwa 20 µg/l. Dieser Unterschied zeigt, dass auch bei Erwachsenen die Blutbleikonzentrationen in den vergangenen Jahren stark abgenommen haben.

4.3 Fall-Studie 3: Wohngebiet auf dem Gelände einer früheren Sodafabrik (Ewers et al., 1997)

Die Schadstoffkonzentrationen im Boden dieses inzwischen sanierten Wohngebietes waren extrem ungleich verteilt, so dass die Angabe von Mittelwerten keinen Sinn macht. Die Bleigehalte im oberflächennahen Boden reichten bis 71.600 mg/kg, die Arsengehalte bis 37.700 mg/kg und die Dioxingehalte bis ca. 100.000 ng I-TE/kg. Für die Human-Biomonitoring-Untersuchungen standen Blut- und Urinproben von nur 12 Anwohnern sowie von 12 Vergleichspersonen zur Verfügung. Die Bewohner des belasteten Wohngebietes hatten im Mittel geringfügig höhere Blutbleiwerte als die Vergleichspersonen (Altsiedler, große Hausgärten mit Nutzpflanzenanbau: 70 vs. 58 µg/l; Neusiedler, Hausgärten ohne Nutzpflanzenanbau: 51 vs. 41 µg/l). Bis auf einen Wert lagen alle Einzelwerte im Referenzbereich, d.h. im Bereich der allgemeinen Hintergrundbelastung.

4.4 Fallstudie 4: Wohngebiet auf früheren Spülflächen an der Elbe (2004)

Es handelt sich um ein Wohngebiet mit mehr als 300 Grundstücken, das sich auf einem Gelände befindet, auf das bis in die frühen 1960er Jahre Sand und Schlacke aus der Elbe und aus dem Hamburger Hafen aufgespült wurde. Die Bleigehalte im Boden schwanken zwischen 150 und etwa 760 mg/kg (Mittelwert: 262 mg/kg), die Cadmiumgehalte zwischen 3,5 und 9,0 mg/kg (Mittelwert: 6,2 mg/kg). Außerdem wurden hohe Gehalte an Arsen, Quecksilber und Dioxinen im Boden festgestellt. Die Beschaffenheit und Nutzung der Grundstücke ist ähnlich wie im Bereich Derkerborn und Hoppeker Straße in Brilon.

Human-Biomonitoring-Untersuchungen bei 28 erwachsenen Bewohnern des Wohngebietes und 22 erwachsenen Vergleichspersonen ergaben folgende Ergebnisse:

Die Blutbleikonzentrationen der Bewohner des belasteten Wohngebietes waren im Mittel höher als die der Vergleichsgruppe (49,5 vs. 31,0 µg/l). Alle Einzelwerte der Bewohner des belasteten Wohngebietes lagen jedoch im Referenzbereich, d.h. im Bereich der Hintergrundbelastung.

Bzgl. der anderen Messgrößen (Arsen, Cadmium und Quecksilber im Urin, Dioxine im Blut) waren keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Bewohnern des belasteten Wohngebietes und der Vergleichsgruppe feststellbar.

Schlußfolgerungen:

Bei aller gebotenen Zurückhaltung läßt sich aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen folgern, dass selbst hohe Bleigehalte im Boden mit einer nur geringfügigen Erhöhung der Blutbleikonzentrationen von Kindern und Erwachsenen einhergehen. Der Übergang von Blei aus dem Boden in den menschlichen Organismus ist offensichtlich geringer als aufgrund der z.T. extrem hohen Bleigehalte im oberflächennahen Boden zu erwarten und zu befürchten ist.

4.5 Fallstudie 5: Einfluß der Bleigehalte im Boden auf die Blutbleigehalte von Kindern aus Duisburg (LANUV, 2006)

Zu einem anderen Ergebnis kommt eine Analyse der Blutbleikonzentrationen von 6- und 7-jährigen Kindern aus Duisburg, die in den Jahren 1991, 1997, 1997 und 2000 gemessen und mit dem Bleigehalt im Boden des Stadtgebietes, in dem die Kinder leben, in Beziehung gesetzt wurden (LANUV, 2006). Die Bleigehalte im Boden des Stadtgebietes von Duisburg betragen im Mittel etwa 250 – 300 mg/kg und schwanken über einen Bereich bis etwa 800 mg/kg. Einzelwerte reichen bis etwa 1600 mg/kg. Die statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen den Bleigehalten im Oberboden und den Blutbleigehalten der Kinder führte zu dem Ergebnis, dass eine Zunahme der Bleikonzentration im Boden mit einer Zunahme der Blutbleikonzentration um etwa 2 µg/l einhergeht. Ausgehend von einem nahrungsbedingten Basis-Blutbleiwert von 20 µg/l würde dies bedeutend, dass ein Kind, das auf einem Grundstück lebt, das mit 1000 mg/kg Blei im Boden belastet ist, eine Blutbleikonzentration von etwa 40 µg/l hat. Ob über einen so großen Konzentrationsbereich hinweg ein solcher linearer Zusammenhang zwischen den Bleigehalten im Boden und den Blutbleigehalten von Kindern besteht, ist nach Auffassung des Unterzeichners fraglich. Die Analyse der Blutbleikonzentrationen von Kindern aus Brilon wird zeigen, ob die Ergebnisse dieser statistischen Auswertung auf die Verhältnisse in Brilon übertragbar sind.

5. Worin besteht das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder Gefährdung durch die nahrungs- und umweltbedingte Bleibelastung?

In zahlreichen wissenschaftlichen Studien wurde gezeigt, dass die vorgeburtliche Entwicklung und die ersten Monate und Jahre des Lebens die kritischen Phasen sind, in denen bereits eine relativ geringe Bleibelastung subtile Beeinträchtigungen der Hirnentwicklung von Kindern zur Folge haben kann. Diese Beeinträchtigungen lassen sich mit verschiedenen, speziell für Kleinkinder und Kinder entwickelten neuropsychologischen Tests nachweisen. Die am häufigsten eingesetzten Tests sind die „Bayley scales of infant development“ (BSID), der Hamburg Wechsler Intelligenz-Test für Kinder und der Bender Gestalt Test. Bei der Bewertung der Testergebnisse besteht die Schwierigkeit darin, die Wirkungen von Blei zum einen gegen die natürlichen Unterschiede von Kind zu Kind, zum anderen gegen die Einflüsse verschiedener anderer Faktoren, welche die kognitive und psychomotorische Entwicklung von Kindern beeinflussen, abzugrenzen. Allgemein läßt sich feststellen, dass die Wirkungen von Blei im Vergleich zu diesen Einflussfaktoren gering sind und durchgängig im Rahmen der normalen Variationsbreite der Testergebnisse liegen. Dies bedeutet, dass die Wirkungen von Blei bei einem einzelnen Kind nicht nachweisbar, sondern nur in Form eines statistischen Zusammenhangs darstellbar sind.

Nach den Ergebnissen verschiedener, in den 1980er und 1990er Jahren durchgeführter Studien sind subtile Beeinträchtigungen der kognitiven und motorischen Entwicklung und Leistungsfähigkeit von Kindern bereits bei Blutbleiwerten im Bereich von 100 – 150 µg/l feststellbar. Dieser Konzentrationsbereich wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und dem US-amerikanischen Center for Disease Control (CDC) daher als „level of concern“ (Besorgnisbereich) eingestuft (WHO, 1995). Auf dieser Basis hat die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes den Human-Biomonitoring-Wert I für Kinder und Frauen im gebärfähigen Alter auf 100 µg/l, und den Human-Biomonitoring-Wert II für diesen Personenkreis auf 150 µg/l festgelegt. Wie bereits erwähnt, wurden diese Beurteilungswerte von der Kommission im Jahre 2009 zurückgenommen. Zur Begründung der Rücknahme führte die Kommission in einer Mitteilung aus dem Jahre 2009 folgendes aus:

„Die neueren Daten bestätigen, dass auch unterhalb eines Blutbleispiegels von 100 µg/l noch negative Zusammenhänge zwischen dem Bleigehalt im Blut und relevanten Zielgrößen auftreten. Aufgrund des allgemeinen Rückgangs der Bleibelastung konnten in den aktuellen Studien vermehrt Kollektive eingebunden werden, deren Bleigehalte im Blut zum größeren Teil unter 100 µg/l liegen. Betreffs der Einschätzung der Effektstärke bestätigen auch die aktuellen Studien, dass der Einfluss von Blei auf die Entwicklung gegenüber anderen, die Entwicklung beeinflussenden Faktoren, schwach ist. Eine „Wirkschwelle“ für Blei konnte aber bisher nicht definiert werden. Auch die Möglichkeit der Persistenz der bleibedingten Effekte bis in das Erwachsenenalter hinein wird durch die neuen Daten erhärtet. Die Kommission vertritt deshalb die Auffassung, dass jedwede Festlegung einer „Wirkschwelle“ zum Blutbleigehalt willkürlich und nicht begründbar ist. In Anbetracht

des Fehlens einer Wirkungsschwelle bezogen auf die beschriebenen epidemiologischen Effekte setzt die Kommission Human-Biomonitoring die HBM-Werte (HBM-I und HBM-II) für Blei im Blut aller Personengruppen aus, das heißt sowohl für Kinder und Frauen als auch für Männer.“

Aus verschiedenen Studien liegen Hinweise auf weitere subtile Wirkungen von Blei bei moderat erhöhten Blutbleikonzentrationen vor. Diese betreffen subtile Veränderungen des Hörvermögens, subtile endokrine Wirkungen, Wirkungen auf den Vitamin D-Stoffwechsel, diskrete Nierenfunktionsstörungen sowie die Hemmung von Enzymen, die für die Bildung von Hämoglobin von Bedeutung sind. Diese Wirkungen treten jedoch erst bei Blutbleikonzentrationen auf, die oberhalb der o.g. Besorgnisschwelle liegen. Es ist unklar, ob es sich bei diesen Effekten, die nur mit speziellen Untersuchungsverfahren feststellbar sind und keine erkennbaren Beeinträchtigungen des Wohlbefindens verursachen, um relevante gesundheitliche Beeinträchtigungen handelt. Eine aktuelle zusammenfassende Darstellung dieser Effekte findet sich dem von der US-amerikanischen Agency for Toxic Substances and Disease Registry erarbeiteten „Toxicological Profile for Lead“ (Internet: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=96&tid=22>).

6. Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Nach Einschätzung des Unterzeichners, der das Wohngebiet Derkerborn und das Wohngebiet an der Hoppecker Straße am 1.10.2013 begangen hat, ist aufgrund der Beschaffenheit der Grundstücke in diesen Wohngebieten nicht von einer relevanten Exposition der Anwohner gegenüber Blei aus dem Boden auszugehen. Dies dürfte auch für Kinder zutreffen.

Um diese Einschätzung zu überprüfen, wird empfohlen, den Anwohnern der beiden v.g. Wohngebiete von Seiten des Gesundheitsamtes des Hochsauerlandkreises und der Stadt Brilon eine kostenlose Blutuntersuchung auf Blei anzubieten. Dieses Angebot sollte auch allen anderen Bewohnern der Stadt Brilon zur Verfügung gestellt werden, da davon auszugehen ist, dass im ganzen Stadtgebiet von Brilon hohe Bleikonzentrationen im Boden vorkommen.

Es wird des Weiteren empfohlen, die Blutbleikonzentration als Kriterium für das mögliche Vorliegen einer durch Blei bedingten Beeinträchtigung der Entwicklung und der Gesundheit anzusehen. Zur Bewertung der Blutbleikonzentrationen sollten entsprechend den Vorgaben der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes folgende Werte als vorsorgende Maßnahmenwerte verwendet werden:

- Kinder bis 14 Jahre und Frauen im gebärfähigen Alter: 35 µg/l
- Frauen jenseits des gebärfähigen Alters: 70 µg/l
- Männer: 90 µg/l

Bei Überschreitung dieser Werte sind im Sinne des Minimierungsprinzips expositions-mindernde Maßnahmen angezeigt, die im Gespräch mit den Betroffenen im einzelnen darzulegen und zu erörtern sind. Den betroffenen Personen sollte deutlich gemacht werden, dass es sich hierbei um Vorsorgemaßnahmen handelt, nicht um Maßnahmen zur Abwehr einer drohenden Gesundheitsgefahr. Auch bei geringfügiger Überschreitung der o.g. Beurteilungswerte sind keine bedeutsamen gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu befürchten.

Im Hinblick darauf, dass die Hintergrundbelastung durch Blei in den zurückliegenden Jahren stark abgenommen hat und noch weiter abnimmt, ist nach Einschätzung der Unterzeichners nicht zu erwarten, dass bei einem größeren Teil der Menschen in Brilon Blutbleikonzentrationen vorkommen, welche die o.g. vorsorgenden Maßnahmenwerte überschreiten.

Die zu empfehlenden expositions-mindernden Maßnahmen beinhalten im einzelnen:

- Um den Kontakt mit Blei-haltigem Boden so gering wie möglich zu halten, sollte dafür Sorge getragen werden, dass der Boden im Bereich der Grundstücke durch dichten Grasbewuchs, Anpflanzung von Bodendeckern und Aufbringung von Rindenmulch sowie durch Gehweg- und Terrassenplatten oder Abdeckung mit Kies möglichst vollständig abgedeckt ist.
- Im Bereich der Spielflächen für Kleinkinder sollte auf eine besonders effektive Abdeckung des Bodens durch geeignete Materialien geachtet werden.
- Nach Gartenarbeiten, bei denen man intensiv mit Boden in Kontakt gekommen ist, sollten die Hände und ggfs. auch die Kleidung gründlich gewaschen werden. Kleider und Schuhe, an denen Bodenpartikel oder -klumpen haften, sollten vor Betreten des Hauses ausgezogen werden, um einen Eintrag von Schwermetall-haltigem Boden und Staub in den Wohnbereich zu vermeiden.
- Auf den Anbau von Wurzelgemüse, Sellerie, Spinat und Blattgemüse in den Hausgärten sollte verzichtet werden. Alle anderen Gartenprodukte sollten vor dem Verzehr gründlich gewaschen werden.
- Gegen den Anbau von Wurzelgemüse, Sellerie, Spinat und Blattgemüse in Beeten, die mit sauberem Kulturboden angelegt wurden, bestehen keine Bedenken.
- Grabeaktivitäten von Kindern in den Hausgärten und im Freien sollten unterbunden werden.
- Trink- und Brauchwasser aus Eigenversorgungsanlagen sollte auf Blei und andere Schwermetalle untersucht werden. Wenn die Grenzwerte der Trinkwasser-verordnung überschritten werden, ist das Wasser als Wasser für den menschlichen Gebrauch nicht geeignet. Gegen eine Nutzung des Wassers zur Bewässerung von

reinen Ziergärten bestehen aus gesundheitlicher Sicht keine Bedenken. Beete, auf denen Gemüse- und Obstpflanzen angebaut werden, sollten dagegen nicht mit dem Wasser bewässert werden.

Gelsenkirchen, den 23.10.2013

gez. Prof. Dr. U. Ewers

Literatur

Ewers, U. et al.: Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Böden und Gartenprodukten aus Stolberger Hausgärten und zur Blei- und Cadmiumbelastung von Kleingärtnern in Stolberg. Gesundheitswesen 1993, 55:318-325.

Ewers, U., et al.: Human-Biomonitoring – Untersuchungen auf Arsen, Blei und PCDD/F bei Bewohnern eines kontaminierten Wohngebietes. Gesundheitswesen 1997, 59: 41-50.

Ewers, U., et al.: Gefährdungsabschätzung von Bodenverunreinigungen in einem belasteten Wohngebiet: Bedeutung und Funktion des Human-Biomonitoring – ein Fallbeispiel. Gesundheitswesen 2004, 66:536-544.

Hofstetter, I., et al. : Untersuchungen zur Blei- und Cadmiumbelastung von Kindern aus Stolberg. Öff. Gesundheitswesen 1990, 52: 232-237.

Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes : 2. Addendum zur Stoffmonographie Blei – Referenz- und „Human-Biomonitoring“-Werte. Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2009, 52:983–986.

LANUV (= Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Verbraucherschutz des Landes NRW): Übergreifende Auswertung von Boden-, Immissions- und Humandaten zur Schwermetallbelastung im Duisburger Süden. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MALBO). Heft 23 (2006).

Schulz, C. et al.: Revised and new reference values for environmental pollutants in urine and blood of children in Germany derived from the German Environmental Survey on Children 2003 – 2006 (GerES IV). International Journal of Hygiene and Environmental Health 2009, 212:637 – 647.

WHO (= World Health Organization) – International Programme on Chemical Safety: Inorganic Lead. Environmental Health Criteria, Vol.165 (1995).

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm>