

**Human-Biomonitoring auf Blei und Cadmium in
Oker/Harlingerode im Landkreis Goslar**

Gutachten



Mai 2022

Autoren

Sonja Strieker M.Sc.
Dr. Özlem Köseoglu Örnek
Prof. Dr. Katja Radon
Dr. Stefan Rakete
Prof. Dr. Dennis Nowak

AG Arbeits- und Umweltepidemiologie & NetTeaching
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
Klinikum der Universität München
Ziemssenstr. 5, 80336 München
Tel.: +49-89-4400-52485; Fax: +49-89-4400-54954
E-Mail: katja.radon@med.lmu.de

Inhalt

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Zusammenfassung..... | 1 |
| 2 | Hintergrund..... | 2 |
| 2.1 | Blei in der Umwelt und mögliche gesundheitliche Effekte von Blei..... | 2 |
| 2.2 | Cadmium in der Umwelt und mögliche gesundheitliche Effekte von Cadmium | 5 |
| 3 | Zielsetzung | 7 |
| 4 | Material und Methodik..... | 8 |
| 4.1 | Studienregion..... | 8 |
| 4.2 | Studienpopulation | 9 |
| 4.3 | Studienablauf der epidemiologischen Querschnittsstudie..... | 9 |
| 4.3.1 | Häusliche Probengewinnung..... | 13 |
| 4.3.2 | Probenahme in den Schulen..... | 14 |
| 4.3.3 | Fragebögen..... | 14 |
| 4.3.4 | Laboranalysen..... | 15 |
| 4.4 | Variablendefinition..... | 17 |
| 4.4.1 | Biomonitoring..... | 17 |
| 4.4.2 | Fragebogendaten und anthropometrische Angaben | 17 |
| 4.5 | Statistische Analyse | 18 |
| 4.5.1 | Unabhängigkeit der Beobachtungen | 18 |
| 4.5.2 | Sensitivitätsanalysen..... | 19 |
| 4.5.3 | Ergänzende räumliche Analysen..... | 19 |
| 4.6 | Trinkwasseranalyse | 19 |
| 5 | Ergebnisse..... | 21 |
| 5.1 | Beschreibung der Studienpopulation | 21 |
| 5.1.1 | Kinder..... | 21 |
| 5.1.2 | Erwachsene | 22 |
| 5.2 | Ergebnisse des Biomonitorings | 24 |
| 5.2.1 | Blei im Blut..... | 24 |
| 5.2.2 | Cadmium im Urin..... | 25 |
| 5.3 | Bivariate Analysen | 26 |
| 5.3.1 | Bivariate Vergleiche der Bleikonzentration im Blut der Kinder..... | 26 |
| 5.3.2 | Bivariate Vergleiche der Bleikonzentration im Blut der Erwachsenen | 28 |
| 5.3.3 | Bivariate Vergleiche der Cadmiumkonzentration im Urin der Kinder | 31 |
| 5.3.4 | Bivariate Vergleiche der Cadmiumkonzentrationen im Urin der Erwachsenen..... | 32 |
| 5.4 | Gleichzeitige Modellierung verschiedener Einflussfaktoren auf die Blutbleikonzentration | 34 |
| 5.5 | Ergebnisse der Trinkwasseranalyse..... | 35 |
| 6 | Diskussion | 37 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.1 | Diskussion der Methoden | 37 |
| 6.1.1 | Studienpopulation | 37 |
| 6.1.2 | Erhebungsinstrumente..... | 38 |
| 6.1.3 | Biomonitoring | 38 |
| 6.2 | Diskussion der Ergebnisse..... | 39 |
| 6.2.1 | Blei-Biomonitoring | 39 |
| 6.2.2 | Cadmium-Biomonitoring | 40 |
| 6.3 | Ausblick..... | 40 |
| 7 | Danksagung..... | 42 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 43 |
| 9 | Anhang..... | 48 |
| 9.1 | Bivariate Analysen der Bleiblutwerte | 48 |
| 9.1.1 | Kinder | 48 |
| 9.1.2 | Erwachsene | 55 |
| 9.2 | Bivariate Analysen der Cadmiumurinwerte | 62 |
| 9.2.1 | Kinder | 62 |
| 9.2.2 | Erwachsene | 72 |
| 9.3 | Familiäre Zusammenhänge..... | 82 |
| 9.3.1 | Familiäre Assoziationen für die Bleikonzentration im Blut | 82 |
| 9.3.2 | Familiäre Assoziationen für die volumenbezogene Cadmiumkonzentration im Urin | 83 |
| 9.4 | Räumliche Analysen..... | 84 |
| 9.5 | Studienmaterialien für Proband*Innen..... | 86 |
| 9.5.1 | Anleitung für Urinprobenentnahme | 86 |
| 9.5.2 | Anleitung für Blutprobenentnahme..... | 89 |
| 9.5.3 | Probandeninformation..... | 92 |
| 9.5.4 | Fragebogen für Kinder | 95 |
| 9.5.5 | Fragebogen für Erwachsene | 97 |
| 9.5.6 | Anleitung zur Trinkwasserprobenentnahme..... | 100 |

1 Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens „Human-Biomonitoring auf Blei und Cadmium in Oker/Harlingerode im Landkreis Goslar“ (nachfolgend: BLENCA Studie) war die Erfassung der inneren Körperlast hinsichtlich Blei und Cadmium bei Anwohnern belasteter Gebiete in Oker und Harlingerode.

Hierzu wurden alle Grundschülerinnen und Grundschüler der Schulen in Oker und Harlingerode sowie deren Erziehende zur Studienteilnahme an einer Querschnittsstudie eingeladen. Neben einem kurzen Fragebogen zu sozioökonomischen Daten, Rauchverhalten, Wohndauer, Aktivität als Sportschütz*In (nur Erwachsene) und allgemeinem Gesundheitszustand wurde ein Human-Biomonitoring (HBM) auf Blei (Kapillarblut) und Cadmium (Spontanurin) durchgeführt. Ergänzend wurden aus 29 Haushalten je zwei Leitungswasserproben gewonnen und auf ihren Blei- und Cadmiumgehalt analysiert. Die Laboranalysen erfolgten nach Verdünnung mit ICP-MS/MS. Die HBM-Ergebnisse wurden beschreibend mit aktuellen Referenzwerten verglichen. Die Ergebnisse der Leitungswasserproben wurden mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung von 2021 verglichen.

Insgesamt 89 Kinder und 124 Erwachsene nahmen an BLENCA teil. Das Biomonitoring auf Blei ergab im Vergleich zu den aktuellen Referenzwerten erhöhte Ergebnisse für 48% der Kinder (statt erwartungsgemäß 5%) und 12% der Erwachsenen (im Vergleich zu erwartungsgemäß 5%). Für Cadmium lagen 3% der Befunde für Kinder und 7% der Befunde für nichtrauchende Erwachsene oberhalb der Referenzwerte. Risikofaktoren für die Blei- oder Cadmiumbelastung bei den Kindern konnten nicht identifiziert werden. Bei den Erwachsenen ergaben sich höhere Werte für Sportschütz*Innen im Vergleich zu anderen Personen, Männern im Vergleich zu Frauen sowie Erziehende, deren Kinder die Grundschule in Oker und nicht in Harlingerode besuchten. Zudem deuteten sich höhere Bleiblutwerte mit längerer Wohndauer in der aktuellen Wohnung an. Höhere Cadmiumbefunde im Urin ergaben sich – wie bekannt – für Raucher*Innen im Vergleich zu Nichtraucher*Innen. Die Ergebnisse erwiesen sich in den Sensitivitätsanalysen als robust. In den Leitungswasserproben wies ein Haushalt einen erhöhten Bleigehalt auf ($> 10 \mu\text{g/l}$).

Basierend auf diesen Befunden ergibt sich eine erhöhte innere Belastung insbesondere der in den untersuchten Gemeinden lebenden Kinder für Blei. Häusliches Leitungswasser scheint nicht die Quelle der Bleibelastung zu sein. Es wäre zu überlegen, ob in einem weiteren Schritt Untersuchungen zu den die Belastung erhöhenden Gewohnheiten (z. B. Ernährung, Freizeitverhalten) zielgerichtet durchgeführt werden können, um so ggf. Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung ableiten zu können.

2 Hintergrund

Im Landkreis Goslar/Bad Harzburg fand in der Region um Oker/Harlingerode über Jahrhunderte Buntmetallbergbau und Verhüttung zur Gewinnung von Metallen (Zink, Blei, Kupfer, Silber) statt. Dies führte zu einer großflächigen Verteilung der toxischen Metalle in der Umwelt (d. h. in Böden und Sedimenten von Gewässern), wobei aufgrund der Herkunft der Metalle aus den Erzen des Harzes von harztypischen Bodenbelastungen gesprochen wird (1). Auch viele der heute ansässigen Industriebetriebe (z. B. chemische Industrie, Recyclingbranche) haben ihre Wurzeln im Bergbau. Bodenproben und Immissionsmessprogramme zur Überwachung des Staubbiederschlags ergeben bis heute teilweise oberhalb der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft liegende Immissionswerte für Blei und Cadmium (2, 3). Aufgrund dessen schrieb der Landkreis Goslar eine umweltepidemiologische Studie aus, um die Konzentration von Blei und Cadmium in Blut und Urin der Anwohner*Innen zu untersuchen. Vorab wurde 2019 ein Bericht zur Machbarkeit eines umweltmedizinischen Gutachtens vom Niedersächsischen Landesgesundheitsamt (NLGA) vorgelegt, welcher für die Durchführung dieser Studie sprach (3).

2.1 Blei in der Umwelt und mögliche gesundheitliche Effekte von Blei

Blei ist ein natürlich vorkommendes Erdkrustenmetall, das im Körper akkumuliert und Effekte auf multiple Organe aufweist. Seit Jahrzehnten ist die Umweltexposition gegenüber Blei, vor allem auch durch die Einführung von unverbleitem Benzin, rückläufig (4). Hohe Expositionen gegenüber Blei sind daher in einkommensreichen Ländern kaum mehr von Bedeutung.

Aktuelle Ergebnisse des deutschen Umweltbundesamtes bestätigen die Abnahme der inneren Bleibelastung bei Kindern in Deutschland, weshalb die Referenzwerte für Kinder nach unten korrigiert wurden (5, 6). Trotzdem gibt es innerhalb Deutschlands weiterhin Gebiete, in denen Kinder höhere Bleiwerte aufweisen (7). Auch in Niedrig- und Mitteleinkommensländern bestehen hohe Belastungen fort (2, 3). Blei belegt weiter Platz 2 der Prioritätenliste des US amerikanischen „Agency for Toxic Substances and Diseases Registry“ (Stand 2017) (8) sowie der europäischen Prioritätenliste toxischer Substanzen¹.

Quellen von Blei in der Umwelt sind unter anderem Blei aus Farben (z. B. in Kinderspielzeug), im Trinkwasser (insbesondere verursacht durch bleihaltige Wasserleitungen) sowie Lebensmitteln (9). Die Aufnahme von Blei in den Körper erfolgt vor allem inhalativ und oral; dermale Aufnahmen sind primär bei der Verwendung von unkontrollierten Kosmetika und Medikamenten zu beobachten. Kinder sind im Umweltbereich verstärkt exponiert, da sie mehr Blei im Verhältnis zum Körpergewicht aufnehmen. Auch liegt bei Kindern die gastrointestinale Absorptionsrate und der mobile Anteil des Bleis im Körper deutlich höher als bei Erwachsenen (10). Darüber hinaus nehmen sie Blei nicht nur oral über kontaminierte

¹ <https://www.eea.europa.eu/themes/human/human-biomonitoring/prioritisation-and-substances>

Nahrungsmittel auf, sondern auch über das altersgemäße Hand-zu-Mund Verhalten im Kleinkindesalter, wodurch Blei aus kontaminiertem Boden oder Staub in den Kinderkörper gelangen kann (9).

Aufgenommenes Blei wird zunächst an die Membran der Erythrozyten gebunden und anschließend zu Organen (z. B. Leber, Niere, Gehirn) und anderen Körpergeweben (z. B. Weichgewebe, Knochen) transportiert, in denen es eingelagert wird und über die Jahre akkumuliert.

Besonders Kinder sind von den gesundheitsschädlichen Langzeiteffekten einer Bleiexposition betroffen, umso mehr, je früher die Exposition stattfindet. Da Bleiionen die Blut-Hirn-Schranke passieren können, sind vor allem das sich entwickelnde Kindergehirn und das Nervensystem von den toxischen Effekten des toxischen Metalls betroffen (Tabelle 2-1). Selbst in niedrigen Konzentrationsbereichen (unter 100 µg/l Blut) kann Blei bei Kindern bereits Auswirkungen auf die Intelligenz, das Verhalten und die Aufmerksamkeitsspanne haben (11–13). Aufgrund der Plazentagängigkeit des Bleis wird die Belastung der Mutter während einer Schwangerschaft über das Blut auf den Embryo übertragen und kann Beeinträchtigungen der Entwicklung unreifer neuronaler Strukturen hervorrufen (14, 15). In-utero können vor allem hohe Expositionskonzentrationen u. a. zu Frühgeburten führen (9). Doch auch für niedrige mütterliche Belastungen während der Schwangerschaft gibt es Hinweise, dass diese bereits Auswirkungen auf das Geburtsgewicht haben können (16, 17).

Bei Erwachsenen sind insbesondere kardiovaskuläre Effekte wie Bluthochdruck und Nierenschäden als Auswirkungen von Bleiexpositionen bekannt (13). Aber auch neurologische Effekte werden bei Erwachsenen beschrieben. So können chronische Bleivergiftungen das Nervensystem schädigen und u. a. zu einer Polyneuropathie führen, welche sich z. B. durch Lähmungserscheinungen in den Händen, Füßen und Beinen äußert (18). Zudem besteht bei Blei Verdacht auf eine kanzerogene Wirkung (13). Einen gesundheitlich unbedenklichen Bleigehalt im Blut gibt es nicht.

Tabelle 2-1: Mögliche Wirkungen von Umweltexpositionen gegenüber Blei auf den Menschen inklusive Wirkungsschwellen (Bleiblutwerte) (10)

| Personengruppe | Mögliche Auswirkung | Wirkschwelle (µg Blei/l) |
|----------------|---|--------------------------|
| Kinder | Konzentrationsstörungen | 50 |
| | Kleine Fehlbildungen | 67 |
| | Beeinträchtigung vasomotorischer Testleistungen | < 100 |
| | Subtile Nierenfunktionsstörung | 100 |
| | Verminderung des Intelligenzquotienten | 100-150 |
| | Anämie (HKT < 35%) | > 200 |
| | Erhöhte Hörschwelle | 50-470 |
| Schwangere | Vermindertes Geburtsgewicht | 120-130 |
| | Frühgeburt (< 37. SSW) | > 140 |
| Erwachsene | Blutdruckanstieg | 50-350 |
| | Periphere Neuropathie | 300-700 |
| | Beeinträchtigung vasomotorischer Testleistungen | 500 |
| | Anämie (HKT < 35%) | 800-1000 |

Die Ausscheidung von Blei aus dem Körper findet hauptsächlich über den Urin statt. Bedingt durch die lange Halbwertszeit in den Knochen (bis zu 30 Jahre) gilt der Bleiwert im Blut (Halbwertszeit bis zu 60 Tage) als Marker für akute Bleibelastungen (10, 19). Aufgrund des an die Erythrozytenmembran gebundenen Bleis ist die Bleibestimmung im Vollblut der des Serums oder Plasmas vorzuziehen (10).

Da wissenschaftlich demnach keine Schwellenwerte für Blei im Blut gelten können, dienen Referenzwerte zur Beurteilung der Bleibelastung. Auf Grundlage der deutschen Umweltstudie zur Gesundheit (GerESV 2019) bzw. des Umwelt-Surveys 1998 gibt das deutsche Umweltbundesamt die in Tabelle 2-2 dargestellten Referenzwerte für Blei im Vollblut an (6). Diese basieren auf der 95er Perzentile der in Studien an der deutschen Allgemeinbevölkerung festgestellten Verteilung.

Tabelle 2-2: Referenzwerte für Blei im Vollblut (6)

| Personengruppe | | Referenzwert (≅ 95% Perzentilen) |
|----------------|----------------------|----------------------------------|
| Kinder | Mädchen (3-17 Jahre) | 15 µg/l |
| | Jungen (11-17 Jahre) | |
| | Jungen (3-10 Jahre) | 20 µg/l |
| Erwachsene | Frauen (18-69 Jahre) | 30 µg/l |
| | Männer (18-69 Jahre) | 40 µg/l |

2.2 Cadmium in der Umwelt und mögliche gesundheitliche Effekte von Cadmium

Cadmium ist ebenfalls ein Erdkrustenmetall, das sich häufig in erhöhten Mengen in Bodenproben in der Umgebung von Blei-, Zink- und Kupferhütten findet (20). Durch seine toxischen Wirkungen belegt es Platz 7 der Prioritätenliste der Gefahrstoffe der US Agency for Toxic Substances and Disease Registries (Stand 2017) (8) und ist auch auf der europäischen Prioritätenliste toxischer Substanzen².

Die Aufnahme von Cadmium erfolgt, ebenso wie die von Blei, vor allem inhalativ und oral (18, 21). Dabei gilt die Absorptionsquote über die Atemwege als deutlich höher. Hauptumweltquelle der Cadmiumexposition sind daher Aktiv- und Passivrauchen, weshalb Raucher*Innen im Durchschnitt höhere Cadmiumwerte aufweisen (22). Darüber hinaus kann es über Fisch-, Getreide-, Reis- und Gemüsekonsum zu Cadmiumaufnahme aus der Nahrung kommen (23, 24). Hier weisen Frauen eine stärkere gastrointestinale Aufnahme von Cadmium auf, was unter anderem durch erniedrigte Eisenwerte bedingt sein kann (23, 25).

Nach der Aufnahme erreicht Cadmium über den Blutkreislauf die Nieren und die Leber, wo es nach Einlagerung eine lange biologische Halbwertszeit von bis zu 30 Jahren aufweist (26). Während die Cadmiumkonzentration im Blut ein Marker für die akute Cadmiumexposition ist, ist der Cadmiumlevel im Urin durch die Speicherung von Cadmium in den Nieren ein Marker für die Langzeitexposition (27).

Die International Agency for Research on Cancer (IARC) stuft Cadmium ebenso wie die MAK-Kommission als Humankanzerogen ein (21, 24, 28), insbesondere Nieren- und Lungenkrebs treten bei beruflich exponierten Personen gehäuft auf (18). Auch besteht Verdacht auf Assoziationen mit Krebsarten wie Prostata-, Brust-, Blasen- und Hodenkrebs (25, 29). Cadmium ist toxisch für Nieren, Lungen und Knochen (18, 21). Es wirkt auf das Herz-Kreislaufsystem, das Verdauungssystem und hat neurologische Effekte (25). Im Niedrigdosisbereich wurden vor allem Nierenschädigungen beschrieben (25). Im Kindesalter wird vereinzelt über eine Assoziation zwischen Cadmiumexposition und Konzentrationsschwierigkeiten berichtet (30–32) (Tabelle 2-3).

² <https://www.eea.europa.eu/themes/human/human-biomonitoring/prioritisation-and-substances>

Tabelle 2-3: Mögliche Wirkungen von Umweltexpositionen gegenüber Cadmium auf den Menschen

| Mögliche human-karzinogene Wirkung | Toxische Wirkung | Gesundheitliche Effekte |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Nierenkrebs - Lungenkrebs - Prostatakrebs - Brustkrebs - Blasenkrebs - Hodenkrebs | <ul style="list-style-type: none"> - Niere - Lunge - Knochen | <ul style="list-style-type: none"> - Herz-Kreislauf-System - Verdauungssystem - Nierenschädigungen (im Niedrigdosisbereich) - Konzentrationsschwierigkeiten (Kindesalter) |

Basierend auf den Ergebnissen des Kinder-Umwelt-Surveys 2003/06 bzw. des Umwelt-Surveys 1998 ergeben sich die in Tabelle 2-4 dargestellten Referenzwerte für Cadmium im Morgenurin (6). Auch diese basieren auf dem 95er Perzentil repräsentativer Studien in der Allgemeinbevölkerung. Zudem gibt die Biomonitoring-Kommission des Umweltbundesamt einen Human-Biomonitoring-Wert I und II an.

Tabelle 2-4: Referenzwerte für Cadmium im Morgenurin (6) sowie Human-Biomonitoring-Werte³

| Personengruppe | Referenzwert | Human-Biomonitoring-Wert (HBM) | |
|---|---|--------------------------------|-----------------|
| | | I ⁴ | II ⁵ |
| | (\cong95% Perzentile) | | |
| Nicht aktiv rauchende Kinder (3 - 14 Jahre) Kinder | 0,2 µg/l | 0,5 µg/l | 2 µg/l |
| Erwachsene Nichtraucher (18 - 69 Jahre) Erwachsene | 0,8 µg/l | 1 µg/l | 4 µg/l |

Bei der 2019 an Kindern (drei bis siebzehn Jahre) durchgeführten GerES V Studie lag das 95% Perzentil für Cadmium im Urin bei etwa 0,24 µg/l bzw. bei 0,17 µgCd/gKrea für Kreatinin bezogene Werte (5).

³ Human-Biomonitoring-Werte (umweltbundesamt.de)

⁴ Prüf-/Kontrollwert

⁵ Relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich

3 Zielsetzung

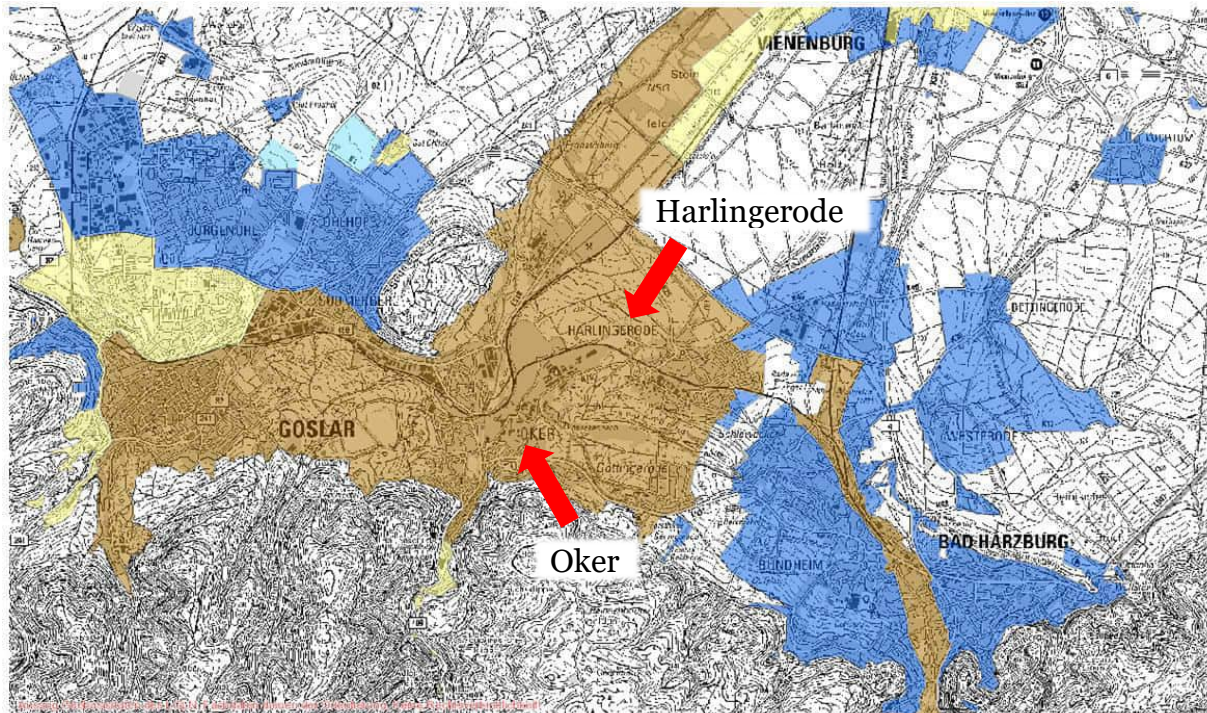
Vor dem Hintergrund der hohen Bodenbelastung mit Blei und Cadmium in Oker und Harlingerode war es Ziel dieser Studie, die innere Körperlast mit Blei und Cadmium von Schüler*Innen der dort ansässigen Grundschulen und deren Erziehenden zu untersuchen.



4 Material und Methodik

4.1 Studienregion

Auf Grundlage der Empfehlungen der Machbarkeitsstudie des NLGA fokussierte sich die epidemiologische Querschnittsstudie auf Anwohner*Innen der ehemaligen Bergbauregionen Oker (Ortsteil von Goslar) und Harlingerode (Ortsteil von Bad Harzburg; Abbildung 4-1). Hierbei sollte ein Biomonitoring auf Blei und Cadmium sowie eine kurze Befragung der Familien mittels Fragebogen erfolgen.



| | |
|----------------------------|---|
| Braunes Gebiet | Blei > 1000 mg/kg oder Cadmium > 10 mg/kg |
| Gelbes Gebiet | Blei 400-1000 mg/kg, Cadmium 2-10 mg/kg oder Arsen 50-150 mg/kg |
| Dunkelblaues Gebiet | Blei 200-400 mg/kg oder Cadmium 2-10 mg/kg |
| Hellblaues Gebiet | Blei 70-200 mg/kg oder Cadmium 1-2 mg/kg |

Umweltinformation - Bodenplanungsgebiet

Quelle: Geobasisdatenbank der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

Abbildung 4-1: Landkarte der Studienregion mit Bodenbelastung (Blei, Cadmium)

4.2 Studienpopulation

Die Studienpopulation setzte sich zusammen aus allen Schüler*Innen, die zum Untersuchungszeitpunkt eine der beiden Grundschulen in der Studienregion besuchten. Dies war zum einen die Grundschule Harlingerode, welche zum Studienzeitpunkt 163 Kinder aufgeteilt in vier Jahrgangsstufen unterrichtete, und zum anderen die Grundschule Oker, welche insgesamt 221 Kinder umfasste. Neben regulären Klassen (1.-4. Jahrgangsstufe) beinhaltete letztere zusätzlich Förderklassen, welche ebenfalls Teil der Studienpopulation darstellten. Daraus ergab sich eine mögliche Zielpopulation von 384 Kindern im Alter zwischen sechs und zehn Jahren. Neben den Kindern wurde auch deren Erziehenden die Studienteilnahme angeboten.

Die Studie erhielt die Bescheinigung einer ethischen Unbedenklichkeit der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München am 15.10.2020 (Votum Nr. 20-0636). Die Studiendurchführung erfolgte pseudonym. Alle Teilnehmer*Innen wurden über Nutzen und Risiken der Studie und den Datenschutz aufgeklärt. Nur Teilnehmer*Innen, für die eine schriftliche Zustimmung zur Studienteilnahme (bei Kindern durch ihre Erziehungsberechtigten) vorlag, konnten an der Studie teilnehmen.

4.3 Studienablauf der epidemiologischen Querschnittsstudie

Der Studienablauf ist in Abbildung 4-2 dargestellt. Im Vorfeld fand ein enger Austausch mit den Schulleiterinnen beider Schulen statt, um Abläufe zu optimieren. Aufgrund der pandemischen Lage wurden die Urinproben von allen Studienteilnehmer*Innen und die Kapillarblutproben der Erwachsenen von den Teilnehmer*Innen selbst zu Hause entnommen. Nur die Blutproben der Schüler*Innen wurden Ende November 2021 durch das Studienteam in den beiden Schulen gewonnen.

Im Rahmen eines Elternabends wurden die Erziehenden zunächst durch die Grundschulleiterinnen über die BLENCA Studie informiert. Ergänzend wurde ein für die Studie erstelltes Informationsvideos (Abbildung 4-3) gezeigt und Informationsflyer verteilt. Zusatzinformationen wurden auf Deutsch, Englisch und Türkisch auf der Studienwebsite (www.blenca.de) bereitgestellt. Bei Fragen konnte auch das Studienpersonal telefonisch oder per E-Mail (Deutsch, Englisch, Türkisch) kontaktiert werden.

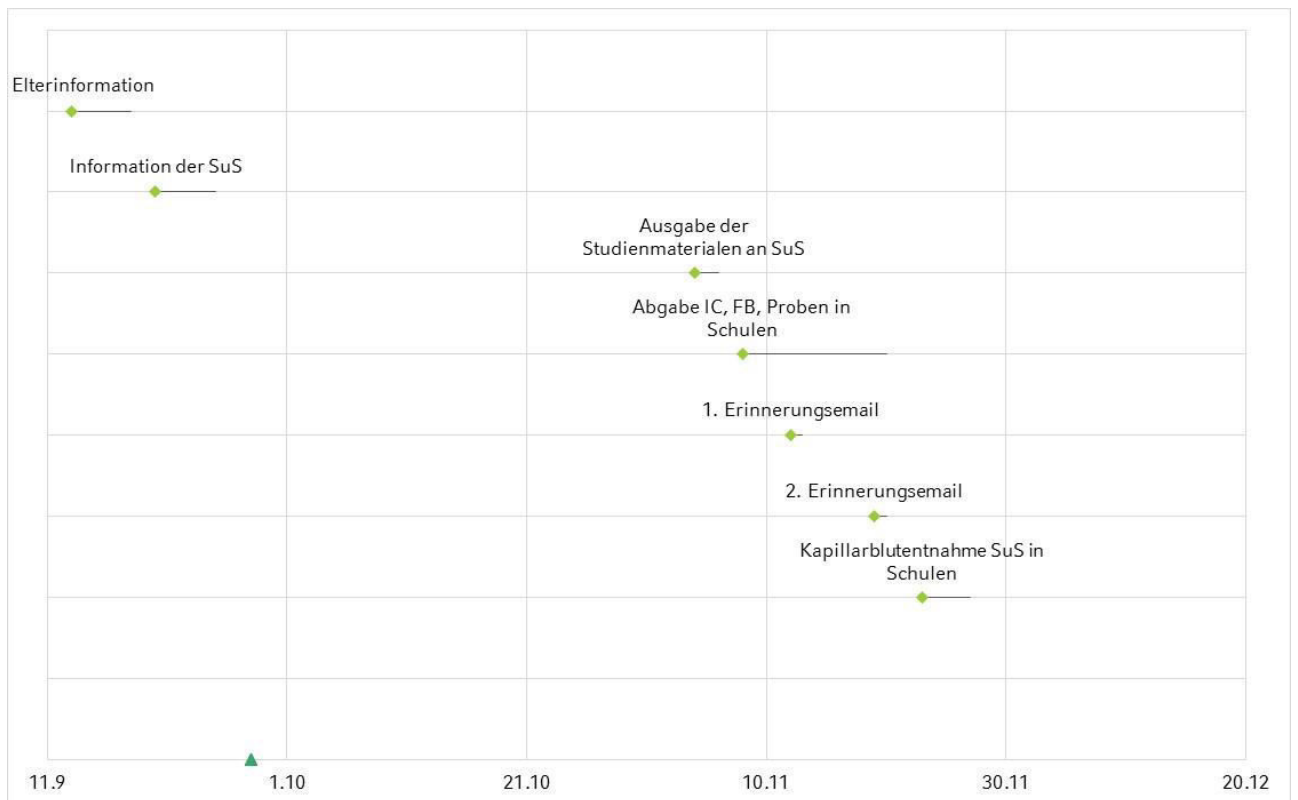


Abbildung 4-2: Ablauf der Feldphase (SuS = Schüler*Innen, IC = Einverständniserklärung, FB = Fragebogen)

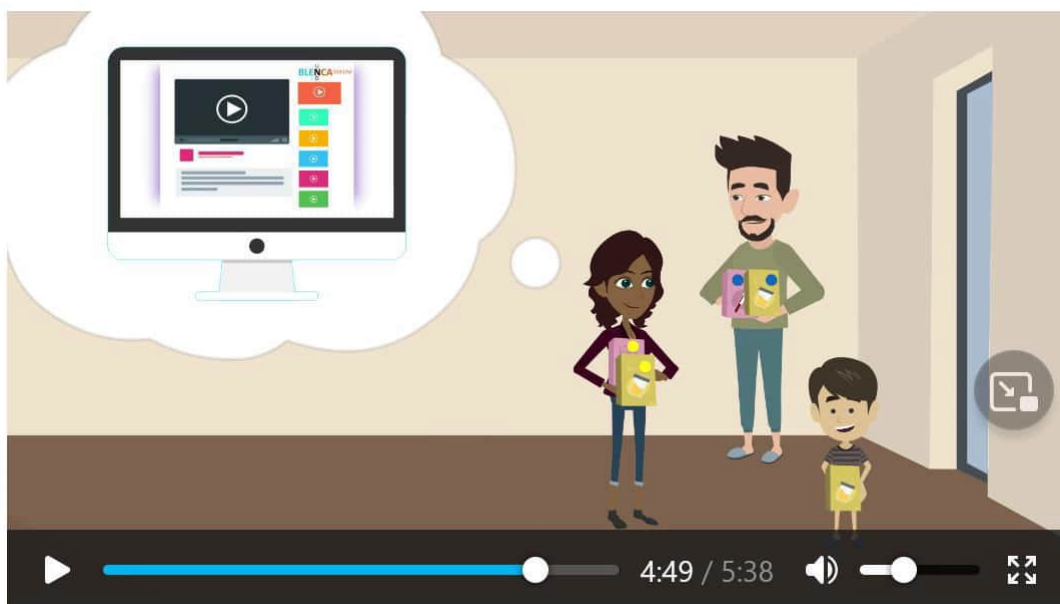


Abbildung 4-3: Screenshot des Informationsvideos für Erwachsene

In den darauffolgenden Tagen wurden auch die Schüler*innen anhand eines kindgerechten Animationsvideos (Abbildung 4-4) und Informationsplakaten (Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6) in den Schulen über die Studie unterrichtet.



Abbildung 4-4: Screenshot des Erklärvideos für Kinder



Abbildung 4-5: Einladungsplakat für Kinder

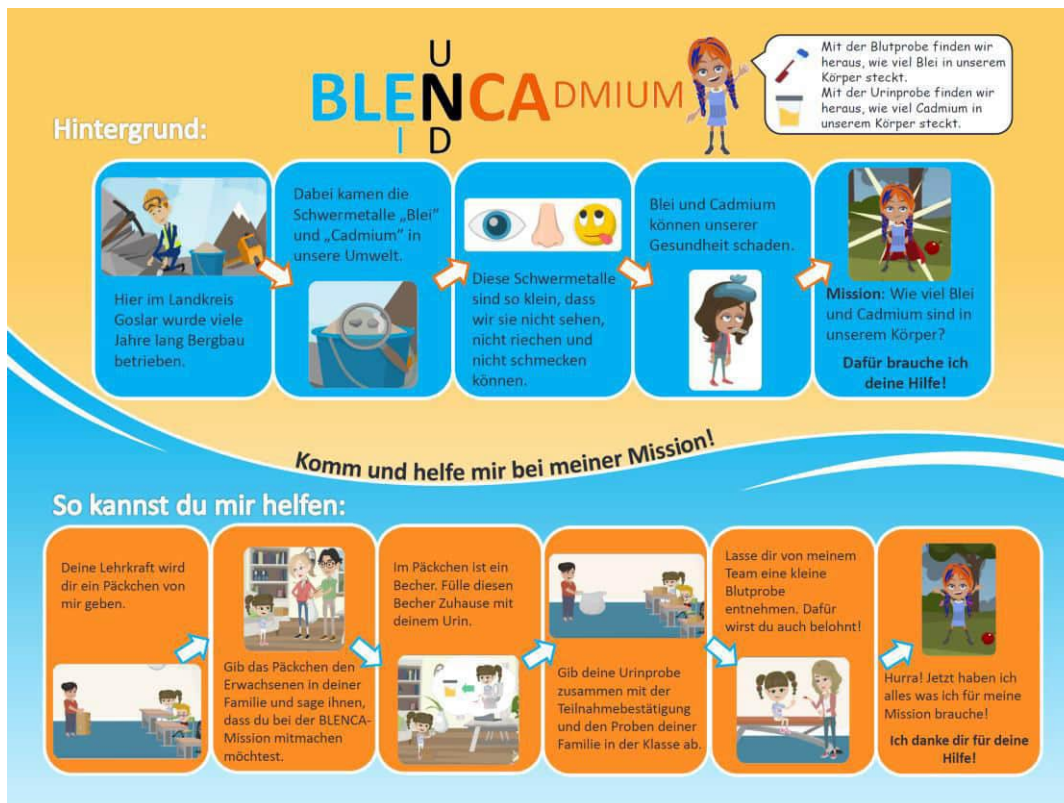


Abbildung 4-6: Informationsplakat für Kinder (2)

Anschließend erhielten die Kinder ein „Studienkit“, welches folgende Materialien zur Studienteilnahme enthielt:

- 1 x Probandeninformation (Anhang 9.5.3)
- 1 x Umschlag mit Teilnahmematerialien für Kind:
 - o Einverständniserklärung
 - o Datenschutzerklärung
 - o Urinprobenset mit Anleitung (Anhang 9.5.1)
 - o Fragebogen für Kinder (Anhang 9.5.4)
- 2 x Umschlag mit Teilnahmematerialien für Erziehende:
 - o Einverständniserklärung
 - o Datenschutzerklärung
 - o Urinprobenset mit Anleitung (Anhang 9.5.1)
 - o Blutprobenset mit Anleitung (Anhang 9.5.2)
 - o Fragebogen für Erwachsene (Anhang 9.5.5)

Zudem erhielten alle Erziehenden zwei Erinnerungs-E-Mails. Diese wurden von den Schulen an die Erziehenden weitergeleitet. Des Weiteren wurde in der Woche vor der Kapillarblutprobenahme an den Schulen eine Online-Informationsveranstaltung für die Erziehenden angeboten, allerdings wurde dieses Angebot nicht in Anspruch genommen.

4.3.1 Häusliche Probengewinnung

Pandemie bedingt wurden die Teilnehmer*Innen gebeten, nicht nur den Studienfragebogen zu Hause auszufüllen, sondern auch die Probenahme der Blut- und Urinprobe im häuslichen Umfeld durchzuführen. Dies war notwendig, um den Hygieneplan der Schulen einzuhalten und die Anzahl der Kontakte zu minimieren.

In diesem Kontext wurde für das Bleibiomonitoring statt der venösen Blutentnahme eine Kapillarblutentnahme aus der Fingerbeere angeboten. Dieses Vorgehen wurde im Vorfeld in einer Pilotstudie validiert. Hierbei entnahmen 19 Testpersonen eine Eigenkapillarblutprobe deren Bleikonzentration mit der einer parallel durch eine Krankenschwester gewonnenen venösen Blutprobe verglichen wurde. Die Ergebnisse bestätigten die Vergleichbarkeit der beiden Proben (Abbildung 4-7). Weiterhin wurden die verwendeten Materialien im Hinblick auf eine mögliche Kontamination mit Blei überprüft.

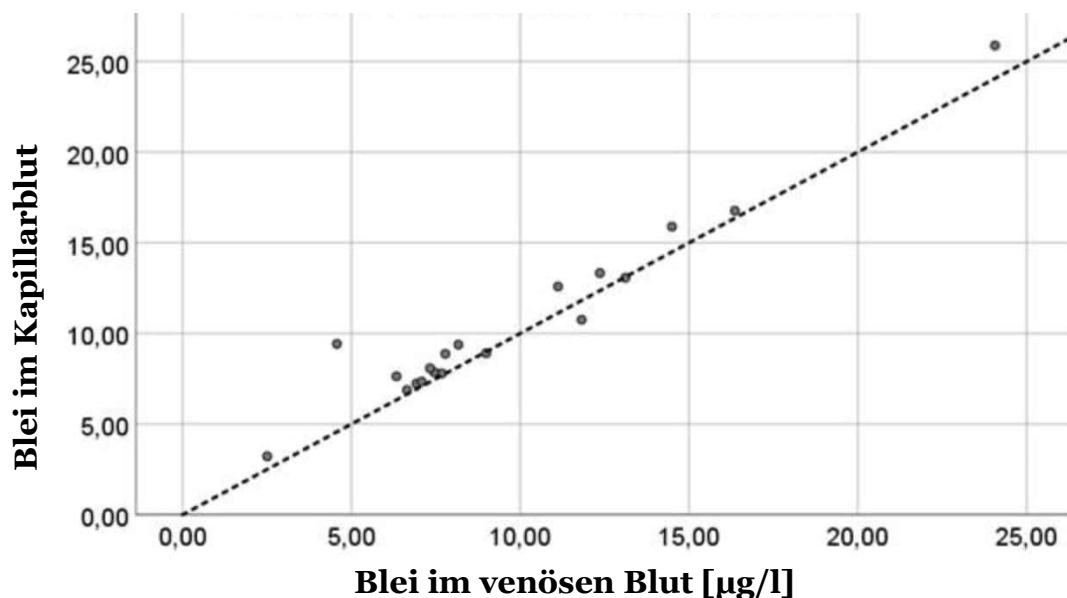


Abbildung 4-7: Scatterplot zum Vergleich zwischen Bleikonzentration im Kapillarblut und im venösen Blut. Ergebnisse der Pilotstudie.

Zur Vereinfachung des Ablaufs wurden detaillierte Erklärvideos sowie Anleitungen erstellt (Anhang 9.5.1 und 9.5.2). In einer Vorstudie wurde die Machbarkeit der Eigenkapillarblutentnahme und der Urinproben an 20 Erwachsenen aus Goslar (Mitarbeiter*Innen des Landkreis Goslar und deren Angehörige) überprüft und die Studienmaterialien nochmals entsprechend der Rückmeldungen überarbeitet.

So konnten in der Feldphase die erwachsenen Studienteilnehmer*Innen die Kapillarblutentnahme am Morgen des Untersuchungstags selbst durchführen. Die Blutentnahme bei den Kindern wurde durch das Studienteam in den Schulen durchgeführt. Die Urinproben, welche gemäß dem Studienprotokoll der NHANES-Studie durchgeführt wurden (33), bestätigten sich durch die Vorstudie für Kinder

und Erwachsene als machbar und wurden entsprechend durch die Proband*Innen selbst durchgeführt.

Die zu Hause gewonnenen Proben wurden über die Kinder in der Schulklasse abgegeben. Dort wurden die Proben gekühlt und am selben Tag von einem Studienmitarbeiter auf Eis über Nacht nach München verschickt. Im Labor des Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität München wurden sie nach ihrer Ankunft bei einer Temperatur von -20° Celsius bis zur Analyse eingelagert.

4.3.2 Probenahme in den Schulen

Vom 23. bis zum 26. November 2021 wurden (bei Vorliegen einer schriftlichen Einverständniserklärung) den teilnehmenden Kindern die Kapillarblutproben entnommen. Dies erfolgte durch geschultes Studienpersonal während der Unterrichtszeiten in den Grundschulen. Die Kapillarblutprobenentnahme verlief entsprechend des Protokolls der University of Tennessee (34), welches an die Studienpopulation angepasst wurde. Hierbei wurde besonders auf die Einhaltung der Hygiene (Hilfestellung bei gründlichem Händewaschen) geachtet. Zudem wurden die Körpergröße und das Körpergewicht der Kinder durch das Studienpersonal in den Grundschulen erhoben, um hieraus den Body-Mass-Index der Kinder zu bestimmen. Hierfür wurde eine Personenwaage mit integriertem Größenmessstab (KERN MPE250K100HM mit Stab) verwendet. Die Messung erfolgte in der Kleidung, jedoch ohne Schuhe und Jacke.

Auf Wunsch hatten erwachsene Teilnehmer*Innen ebenfalls die Möglichkeit, zu festgelegten Zeiten die Kapillarblutprobenahme von einer Krankenschwester in den Grundschulen durchführen zu lassen. Dieses Angebot wurde von zwölf Erwachsenen in Anspruch genommen.

Auch diese Kapillarblutproben wurden zunächst in der Schule gekühlt gelagert, am Tag der Probenahme auf Eis nach München geschickt und dort bei -20°C bis zur Analyse tiefgefroren.

4.3.3 Fragebögen

Für Kinder und Erwachsene wurden zielgruppengerechte Fragebögen erstellt. Aufgrund des Alters der Kinder waren auch die Kinderfragebögen von den Erziehenden zu beantworten.

Um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen, wurden die Fragebögen in folgender Form angeboten:

- Papierfragebögen. Diese standen auf Deutsch zur Verfügung und wurden mit dem Informationskit an die Familien verteilt und nach 1-14 Tagen in der Schule zusammen mit den Urin- und Blutproben eingesammelt.

- Online über die Software LimeSurvey (Lime Survey GmbH, <https://www.limesurvey.org/de/>). Diese standen auf Deutsch, Englisch und Türkisch zur Verfügung.
- Beantwortung im Telefoninterview. Die Telefoninterviews wurden auf Deutsch, Englisch, Türkisch und Arabisch angeboten.

Die Verständlichkeit der Fragebögen wurde vor Studienbeginn an vier Personen überprüft. In Abweichung vom ursprünglichen Studienplan wurde der Fragebogen vor Studienbeginn auf Wunsch des Projektbeirats (bestehend aus Vertreter*Innen des Arbeitskreis Oker, PUR Harlingerode e.V., BUND, NABU, Ökologischer Ärztebund, Ärzteverein Goslar (Ärzttekammer Nds.), Stadt Goslar, Stadt Bad Harzburg) deutlich gekürzt. Ziel war es, hierdurch die Komplexität des Fragebogens zu verringern und die Teilnahmebereitschaft weiter zu erhöhen.

4.3.3.1 Kinderfragebogen

Neben soziodemografischen Daten (Geburtsdatum, Geschlecht, Geburtsland, Wohnort und -dauer) beinhaltete der 9-Item Kinderfragebogen (Anhang 9.5.4) Angaben zum allgemeinen Gesundheitszustand, Diagnose einer Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS) und der häuslichen Passivrauchbelastung (als möglicher Expositionsquelle für Cadmium).

4.3.3.2 Erwachsenenfragebogen

Der Erwachsenenfragebogen enthielt ebenfalls Items zu soziodemographische Daten (Geburtsdatum, Geschlecht, Wohnort und -dauer, Schul- und Ausbildung) sowie dem Gesundheitszustand und möglichen Expositionsquellen (Rauchverhalten als mögliche Quelle für Cadmium, Sportschützenaktivität als mögliche Bleiquelle) (Anhang 9.5.5).

Die Fragen basierten auf validierten Fragen aus dem Fragebogen der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“ (GEDA 2014/2015-EHIS) des Robert Koch-Instituts (35); der „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS) des Robert Koch-Instituts (36); der Studie „Kindergesundheit in Bayern 2016/17“ als Teil der Gesundheits-Monitoring-Einheiten des bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (37) bzw. auf Fragen der „Studie in Ost- und Westdeutschland zu beruflichen Allergierisiken“ (SOLAR) des LMU Klinikum Münchens.

4.3.4 Laboranalysen

Die Konzentrationen von Blei und Cadmium in Blut- bzw. Urinproben wurden mittels ICP-MS/MS (Tandemmassenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) analysiert. Um eine sichere Bestimmung der Blei- und Cadmiumwerte zu gewährleisten, wurde bei ausreichend vorhandenem Probenmaterial eine Doppelbestimmung der Werte durchgeführt.



Abbildung 4-8: ICP-MS/MS Gerät in der Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des LMU Klinikums München

4.3.4.1 Blei

Die Proben wurden auf einem Rollenmischer langsam aufgetaut und 20-fach für die Analyse verdünnt. Die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen lagen bei 0,1 bzw. 0,33 µg/l. Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden in der Datenauswertung auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Zur Qualitätssicherung wurde Kontrollmaterial für die Bestimmung von Blei in Blut in regelmäßigen Abständen analysiert.

Bei zehn Erwachsenen und einem Kind war das Probevolumen zu gering (< 0,05 ml), sodass für diese Teilnehmer*Innen der Bleigehalt im Blut nicht bestimmt werden konnte. Insgesamt 36 Blutproben waren koaguliert, sodass die Homogenität der Probe nicht gewährleistet war. Diese wurden gekennzeichnet und eine Sensitivitätsanalyse ohne diese Proben durchgeführt.

4.3.4.2 Cadmium

Die Proben wurden auf einem Rollenmischer langsam aufgetaut und 10-fach für die Analyse verdünnt. Die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen lagen bei 0,02 bzw. 0,07 µg/l. Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden in der Datenauswertung auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Zur Qualitätssicherung wurde Kontrollmaterial für die Bestimmung von Cadmium in Urin in regelmäßigen Abständen analysiert.

4.3.4.3 Kreatinin

Die Bestimmung des Kreatiningehalts in Urinproben mittels der Jaffé-Methode erfolgte durch das Institut für Laboratoriumsmedizin am Klinikum der Universität München.

4.4 Variablendefinition

4.4.1 Biomonitoring

Die im Labor ermittelten Blei- und Cadmiumwerte wurden als kontinuierliche Variablen ausgewertet. Zusätzlich wurde der Anteil der Proben mit Ergebnissen oberhalb des aktuellen Referenzwerts ermittelt. Für Cadmium wurden zudem auf Kreatinin-adjustierte Werte in Urinproben mit Kreatininwerten unterhalb von 0,3 g/l oder oberhalb von 3 g/l von diesen Analysen ausgeschlossen.

4.4.2 Fragebogendaten und anthropometrische Angaben

Folgende Variablen wurden zur Beschreibung der Studienpopulation und als mögliche Einflussfaktoren auf die Ergebnisse des Biomonitorings für alle Teilnehmer*Innen analysiert:

- Geschlecht (zusammengefasst in männlich und weiblich, da kein Teilnehmender sein Geschlecht als divers angab)
- Gesundheitszustand (da kein Teilnehmender einen schlechteren Wert als „mittelmäßig“ angab, wurde die Variable wie folgt zusammengefasst: sehr gut; gut oder mittelmäßig)
- Alter in Jahren (errechnet aus 2022 - Geburtsjahr)
- Wohndauer an aktueller Adresse (errechnet aus 2022 - Einzugsjahr)

Für die Kinder standen darüber hinaus folgende Variablen zur Verfügung:

- Häusliche Passivrauchbelastung (ja / nein)
- Übergewicht (ja / nein anhand des Body-Mass-Index: Körpergewicht in kg/(Körpergröße in m)² (38)
- Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS) (Diagnose ja / nein)

Für die Erwachsenen betrachteten wir zudem:

- Den sozioökonomischen Status (SES): dieser wurde in Anlehnung an das Punktesystem der KIGGS Welle 2 Studie (39) ermittelt aus Schul- und Berufsbildung der Erwachsenen. Die sich ergebenden 9 Kategorien⁶ wurden in zwei Kategorien zusammengefasst (1. – 5. Kategorie = tief; ≥ 6 = hoch).
- Rauchverhalten (Nie-Raucher*In, Ex-Raucher*In, Aktiv-Raucher*In)
- Sportschütz*In (jemals ja / nein)

⁶ 1. Kategorie: Kein schulischer Abschluss und kein beruflicher Abschluss;
2. Kategorie: Haupt-/Volksschulabschluss und kein beruflicher Abschluss;
3. Kategorie: Mittlerer Schulabschluss und kein beruflicher Abschluss;
4. Kategorie: Kein Mittlerer Schulabschluss und abgeschlossene Lehre/ Berufsschule;
5. Kategorie: Mittlerer Schulabschluss und abgeschlossene Lehre/Berufsschule;
6. Kategorie: Fachabitur/Fachhochschulreife/fachgebundene Hochschulreife/Abitur/allgemeine Hochschulreife und kein beruflicher Abschluss;
7. Kategorie: Fachabitur/Fachhochschulreife/fachgebundene Hochschulreife/Abitur/allgemeine Hochschulreife und beruflicher Abschluss;
8. Kategorie: Fachschulabschluss;
9. Kategorie: Universität-/Hochschulabschluss.

4.5 Statistische Analyse

Alle statistischen Analysen wurden mithilfe der Software-Paketen R (RStudio 2021.09.2+382), SPSS (IBM SPP Statistics 26 26.0.0.1) und QGIS (QGIS 3.16) durchgeführt.

Zunächst wurden die Fragebogenangaben deskriptiv und getrennt für Kinder und Erwachsene analysiert. Alter und Wohnortdauer als kontinuierliche Variablen wurden hierfür in Jahren als arithmetisches Mittel (AM), Standardabweichung (SD) und Spanne (Minimum – Maximum) dargestellt, während kategoriale Variablen als absolute Anzahl (N) und gültige Prozente angegeben wurden.

Die Ergebnisse des Biomonitorings wurden analog zur Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit (GerES V, 2014-2017) des Umweltbundesamts (5) ebenfalls getrennt nach Kindern und Erwachsenen als Anzahl der Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (LOQ), Median (P50), 95er Perzentile (P95), Spanne, AM, SD und geometrisches Mittel (GM) dargestellt. Diese wurden auch für Subgruppen (Alter, Geschlecht, Rauchverhalten, sozioökonomischer Status, Übergewicht, Gesundheitszustand, Aktivität als Sportschütz*In) berechnet und mittels Mann-Whitney-U-Test (Vergleich von zwei Gruppen) bzw. der Kruskal-Wallis-ANOVA (Vergleich von mehr als zwei Gruppen) auf Unterschiede in der zentralen Tendenz untersucht. Der Zusammenhang zwischen metrischen Variablen (Alter in Jahren, Wohndauer) wurde mittels Spearman-Rangkorrelation untersucht. Zudem wurde der Anteil der Personen, die oberhalb der Referenzwerte der jeweiligen Alters- und Geschlechtsgruppe lagen in absoluten und relativen Häufigkeiten angegeben.

4.5.1 Unabhängigkeit der Beobachtungen

Bei den durchgeführten statistischen Tests ist zu berücksichtigen, dass diese von einer Unabhängigkeit der Beobachtungen ausgehen. Da die teilnehmenden 89 Kinder aus 81 Familien (d. h., 8 Geschwisterpaare bzw. 16 Geschwister) stammten sowie die 123 teilnehmenden Erwachsenen aus 75 Haushalten, war diese Voraussetzung nicht voll erfüllt. Es wurde deshalb mittels Bootstrapping die Auswirkung des Haushaltseffekts auf die Konfidenzintervalle überprüft. Hierbei zeigte sich eine minimale Verbreiterung (in der zweiten Dezimalstelle) dieser durch den Haushaltseffekt, sodass von einem zu vernachlässigenden Effekt auch auf die statistischen Testergebnisse auszugehen ist. Desgleichen ergab die Überprüfung eines möglichen familiären Zusammenhangs zwischen Kindern und Erwachsenen mittels Spearman-Rangkorrelation keine statistisch signifikanten Korrelationen. Für diese im Anhang dargestellten Korrelationen wurden jeweils ein Kind und ein*e Erwachsene*r aus jeder Familie zufällig ausgewählt (Anhang 9.3, Seite 82 ff.). Abschließend wurde in einem gemeinsamen Modell für Kinder und Erwachsene die familiäre Abhängigkeit der Daten im verallgemeinerten linearen gemischten Modell berücksichtigt und die möglichen Einflussfaktoren auf die Bleikonzentration im Blut gemeinsam untersucht. Für Cadmium wurde hierauf aufgrund der hohen Anzahl von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze verzichtet.

4.5.2 Sensitivitätsanalysen

In Sensitivitätsanalysen wurde die Robustheit der Befunde weiter überprüft, indem:

- koagulierte Blutproben sowie Blutproben, deren Volumen für eine Doppelbestimmung nicht ausreichte, von den Analysen ausgeschlossen wurden;
- pro Familie nur ein Erwachsener bzw. ein Kind zufällig ausgewählt wurde;
- die Cadmiumbefunde auf die Kreatininkonzentration bezogen wurden.

4.5.3 Ergänzende räumliche Analysen

Ergänzend wurden zunächst mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS) Wohnadressen und die Bleiblutbefunde visualisiert. Hierbei konnte kein Muster, insbesondere bzgl. einer räumlichen Häufung („Cluster“) von Referenzwertüberschreitungen für Blei erkannt werden. Zusätzlich wurde die geographische Verteilung von Kindern mit und Kindern ohne Referenzwertüberschreitungen über eine Analyse der Entfernungen zwischen den Adressen der Kinder untersucht. Unter der Annahme, es gäbe eine geographische Häufung, z. B. in dem Extremfall, dass alle Kinder mit Bleiblutkonzentrationen oberhalb des Referenzwerts in einer Gemeinde und alle Kinder mit Bleiblutkonzentrationen unterhalb des Referenzwerts in einer anderen Gemeinde lebten, wäre die Distanz eines Kindes mit Bleiblutwerten oberhalb des Referenzwertes zu anderen Kindern mit Referenzwertüberschreitungen geringer als zu Kindern ohne Referenzwertüberschreitung. Daher wurden alle Distanzen zwischen den Adressen der Kinder berechnet und danach unterteilt, ob die Bleiwerte von je zwei Kindern beide oberhalb des Referenzwertes oder unterhalb des Referenzwertes liegen oder ob sie sich unterscheiden (ein Kind mit Bleiblutwerten oberhalb des Referenzwertes, das andere unterhalb des Referenzwerts). Die Verteilungen der Abstände zwischen Kindern mit gleichem Befund (entweder beide oberhalb oder beide unterhalb des Referenzwertes) und unterschiedlichem Befunde (ein Kind mit Bleiblutwert oberhalb, das andere unterhalb des Referenzwertes) wurden gegeneinander aufgetragen. Falls es keine geographische Häufung von Referenzwertüberschreitungen gibt, sollte die Differenz dieser beiden Verteilungen gering sein. Um dies bewerten zu können, wurden die Daten 500 Mal zufällig zugeordnet (simuliert) und die tatsächlichen Werte mit den simulierten Werten verglichen. Die resultierenden Unterschiede waren gering (Kapitel 9.4, Seite 84).

4.6 Trinkwasseranalyse

Um das häusliche Trinkwasser als mögliche Expositionsquelle insbesondere für Blei zu untersuchen, wurden Trinkwasserproben der Studienteilnehmer*Innen analysiert.

Dazu wurden allen Familien mit mindestens einem an der BLENCA Studie teilnehmenden Kind zusammen mit der Befundmitteilung ein Trinkwasserprobenkit zugeschickt, welches folgende Materialien beinhaltete:

- Zwei verschließbare Wasserprobenröhrchen
- Eine bebilderte Anleitung (Anhang 9.5.6)

- Ein gepolstertes Rücksendeküvert mit Empfängeradresse

Die Familien wurden gebeten, je zwei Trinkwasserproben aus dem Wasserhahn der Küche zu gewinnen. Die erste Wasserprobe sollte am frühen Morgen nach nächtlicher Stagnation des Leitungswassers entnommen werden, während die zweite Probe direkt in Anschluss nach dem Abfließen von einem Liter Wasser zu entnehmen war. Die Proben wurden von den Familien postalisch an das Labor des Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität München gesendet, wo sie anschließend bei einer Temperatur von -20° Celsius bis zur Analyse gelagert wurden.

Die Analyse erfolgte unverdünnt mittels ICP-MS/MS. Die Quantifizierung von Blei und Cadmium erfolgte mittels externer Kalibrierung. Der interne Standard (159Tb) wurde der Probe online zugeführt. Die Nachweisgrenzen für Blei und Cadmium lagen bei 0,0008 bzw. 0,0003 $\mu\text{g/l}$.

Die Trinkwasserbefunde wurden mit den Grenzwerten der aktuellen bundesdeutschen Trinkwasserverordnung von 2021 (40) verglichen.

Neben der absoluten und relativen Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen wurde eine mögliche Assoziation zwischen den Ergebnissen der Trinkwasseranalysen und der Schwermetallbelastung der Kinder mittels Punktwolkendiagramm untersucht. Ergänzend wurde eine Spearman-Rangkorrelation durchgeführt.

5 Ergebnisse

5.1 Beschreibung der Studienpopulation

Insgesamt gaben 89 der 384 eingeladenen Kinder sowie 124 Erwachsene ihr Einverständnis zur Studienteilnahme.

Für alle 89 Kinder sowie für 123 Erwachsene lag ein Fragebogen vor (Tabelle 5-1). Von diesen wurden je drei Fragebögen ausschließlich online beantwortet, ein Telefoninterview wurde von keinem*r Teilnehmer*In in Anspruch genommen. Die Fragebögen stammten aus 86 Familien. Aus 8 Familien nahmen je zwei Kinder an der Befragung teil, im Mittel nahmen 1,4 Erziehende pro Familie teil. Kapillarblutproben zur Bleibestimmung lagen für 175 Teilnehmer*Innen aus 79 Familien vor; Urinproben zur Cadmiumbestimmung wurden von 209 Personen und 85 Familien analysiert. Für 202 dieser Urinproben (aus 83 Familien) lag der Kreatininwert im Referenzbereich.

Tabelle 5-1: Studienteilnehmer*Innen und teilnehmende Familien an den verschiedenen Studienteilen

| N | Kinder | Erwachsene | Gesamt |
|-------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Fragebogen | | | |
| Teilnehmer*Innen | 89 | 123 | 212 |
| Familien | 81 | 75 | 86 |
| Bleibefunde | | | |
| Teilnehmer*Innen | 75 | 100 | 175 |
| Familien | 68 | 62 | 79 |
| Cadmiumbefunde | | | |
| Teilnehmer*Innen | 87 | 122 | 209 |
| Familien | 79 | 75 | 85 |
| Kreatininbefunde¹ | | | |
| Teilnehmer*Innen | 84 | 118 | 202 |
| Familien | 79 | 73 | 83 |

¹ Sechs der Proben lagen außerhalb des zulässigen Referenzbereichs für Kreatinin (0,3 bis 3 g/l) und wurden ausgeschlossen

5.1.1 Kinder

Die Kinder waren im Mittel acht Jahre alt (Tabelle 5-2). Etwa die Hälfte der Population waren Mädchen bzw. Jungen. Die meisten Kinder besuchten die Schule in Harlingerode. Am aktuellen Wohnort wohnten die Kinder durchschnittlich seit sieben Jahren. Alle Kinder waren in Deutschland geboren und zu über 95% in gutem bis sehr gutem allgemeinen Gesundheitszustand. Eine ärztlich diagnostizierte ADHS wurde für fünf Kinder angegeben. Für über 80% der Schüler*Innen wurde über keine häusliche Passivrauchbelastung berichtet, für 6% über eine tägliche Exposition gegenüber Passivrauch. Übergewicht lag bei 40% der Kinder vor.

Tabelle 5-2: Deskriptive Ergebnisse für die teilnehmenden Kinder (N = 89)

| Variablen | Fehlende Werte [N] | AM [Jahre] | SD [Jahre] | Spanne [Jahre] |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|------------|-------------------------|
| Alter | 0 | 8,1 | 1,3 | 6-10 |
| Wohndauer an aktueller Adresse | 0 | 6,8 | 2,7 | 1-10 |
| Variablen | Fehlende Werte [N] | Kategorien | Anzahl [N] | Relative Häufigkeit [%] |
| Schule | 0 | Harlingerode | 61 | 68,5 |
| | | Oker | 28 | 31,5 |
| Geschlecht | 0 | Weiblich | 45 | 50,6 |
| | | Männlich | 44 | 49,4 |
| Übergewicht^b | 7 | Ja | 32 | 39,0 |
| Häusliche Passivrauchbelastung | 0 | Ja | 16 | 18,0 |
| Gesundheitszustand | 1 | Sehr gut | 51 | 58,0 |
| | | Gut oder Mittelmäßig | 37 | 42,0 |
| ADHS^a | 4 | Ja | 5 | 5,9 |

N = absolute Anzahl, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung;

ADHS = Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung;

^a von den Erziehenden als von einem Arzt / einer Ärztin diagnostiziert berichtet. Wenn die Frage mit „Ich weiß nicht“ beantwortet wurde, wurde dies als fehlender Wert betrachtet;

^b entsprechend des Grenzwerts für Kinder nach der International Obesity Task Force; IOTF (36)

5.1.2 Erwachsene

Fast 60% der erwachsenen Teilnehmer*Innen waren weiblich. Das Alter lag im Mittel bei 41 Jahren, der älteste Teilnehmer war 74 Jahre alt. Etwa zwei Drittel der Kinder der erwachsenen Teilnehmer besuchten die Grundschule in Harlingerode (Tabelle 5-3). Im Mittel lebten die Proband*innen seit 12 Jahren in der aktuellen Wohnung. Ein hoher sozioökonomischer Status wurde von fast der Hälfte der Erwachsenen erreicht. Zum Untersuchungszeitpunkt rauchte etwa ein Drittel der Proband*Innen, während es sich bei ca. einem weiteren Drittel um Ex-Raucher*Innen handelte. Neun Teilnehmer*Innen gaben Schützensport als gegenwärtige bzw. vergangene Freizeitaktivität an.

Tabelle 5-3: Deskriptive Ergebnisse für die teilnehmenden Erwachsenen (N = 123)

| Variablen | Fehlende Werte [N] | AM [Jahre] | SD [Jahre] | Spanne [Jahre] |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Alter | 0 | 41,3 | 7,7 | 26-74 |
| Wohndauer an aktueller Adresse | 0 | 11,8 | 10,1 | 1-50 |
| Variablen | Fehlende Werte [N] | Kategorien | Anzahl I [N] | Relative Häufigkeit [%] |
| Schule | 0 | Harlingerode | 79 | 64,2 |
| | | Oker | 44 | 35,8 |
| Geschlecht | 0 | Weiblich | 72 | 58,5 |
| | | Männlich | 51 | 41,5 |
| SES | 2 | Niedrig | 66 | 54,5 |
| | | Hoch | 55 | 45,5 |
| Rauchverhalten | 0 | Nie-Raucher*In | 44 | 35,8 |
| | | Ex-Raucher*In | 38 | 30,9 |
| | | Aktiv Raucher*In | 41 | 33,3 |
| Gesundheitszustand | 0 | Gut oder Mittelmäßig | 100 | 81,3 |
| | | Sehr gut | 23 | 18,7 |
| Sportschütz*In | 13 | Ja | 9 | 8,2 |

N = absolute Anzahl; AM = arithmetisches Mittel; SD = Standardabweichung; SES = sozioökonomischer Status.

5.2 Ergebnisse des Biomonitorings

5.2.1 Blei im Blut

Kein Bleiblutwert lag unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die mediane Bleiblutbelastung unterschied sich zwischen Kindern und Erwachsenen der BLENCA Studie kaum (Tabelle 5-4), allerdings war die Streuung bei den Erwachsenen mit einem Maximalwert von 537 µg/l Blut deutlich größer als im Kollektiv der Kinder (Maximum 66 µg/l). Der Vergleich der Ergebnisse für die Kinder aus der BLENCA Studie mit der bundesweiten GerES V-Studie zeigte eine deutliche Verschiebung nach rechts, also in Richtung höherer Bleiblutwerte, für die Schüler*Innen der BLENCA Studie. So lag der Median für die an BLENCA teilnehmenden Kinder bei 17 µg/l, für die an der GerES V-Studie teilnehmenden Kinder bei 11 µg/l. Entsprechend ergab der Vergleich mit den aktuellen Referenzwerten einen erhöhten Bleiblutwert für 48% der Kinder und für 12% der Erwachsenen. Referenzwerte sind hierbei als 95er Perzentil der Vergleichspopulation definiert.

Die Ergebnisse ohne die koagulierten Blutproben sind in Anhang 9.1.1.2 (S. 51) und 9.1.2.2 (S. 58) dargestellt. Unter Ausschluss dieser Ergebnisse lagen 46% der Befunde für Kinder und 9% der Befunde für Erwachsene oberhalb der aktuellen Referenzwerte.

Tabelle 5-4 Ergebnisse des Bleibiomonitorings im Blut (in µg/l) für Kinder und Erwachsene der BLENCA-Studie und Befunde der 6-10 jährigen Teilnehmer*Innen der bundesweiten GerES V-Studie (5)

| Population | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|------------------------------------|-----|---------|-----|------|------|------|------|-------|------|------|
| Kinder (BLENCA) | 75 | 0 | 8,9 | 16,9 | 31,9 | 37,0 | 53,3 | 65,8 | 18,8 | 16,9 |
| Kinder 6-10 Jahre (GerES V) | 231 | 0 | 6,2 | 10,8 | 17,5 | 20,3 | 29,8 | 48,4 | 11,7 | 10,6 |
| Erwachsene (BLENCA) | 100 | 0 | 7,4 | 16,8 | 38,4 | 52,6 | 95,9 | 536,6 | 26,0 | 17,9 |

N = absolute Anzahl;
 N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze
 (BLENCA: LOQ = 0,3 µg/l, GerES V: LOQ = 2,1 µg/l);
 P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile;
 MAX = Maximalwert;
 AM = arithmetisches Mittel;
 GM = geometrisches Mittel.

5.2.2 Cadmium im Urin

Für Cadmium lagen 36% der Befunde für Kinder unterhalb der Bestimmungsgrenze, für die erwachsenen BLENCA Teilnehmer*Innen war das nur für 1% der Proben der Fall (Tabelle 5-5). Insgesamt zeigten die Cadmiumbefunde für Kinder deutlich niedrigere Werte im Vergleich zu erwachsenen Teilnehmenden, deren Median dem fast Dreifachen des Medians der Kinder entsprach. Zudem waren die Cadmiumkonzentrationen im Urin für die Kinder vergleichbar mit der bundesweiten GerES V-Studie. Entsprechend überstiegen in der volumenbasierten Betrachtung auch nur 3% der Kinder den aktuellen Referenzwert für Cadmium. Bei den Erwachsenen waren dies 10%. Der Referenzwert für Erwachsene bezieht sich allerdings auf eine nichtrauchende Bevölkerung. Schränkt man das Kollektiv der erwachsenen BLENCA Teilnehmer*Innen auf die Nichtraucher*Innen ein, lagen Referenzwertüberschreitungen bei 7% vor. Die Ergebnisse änderten sich durch den Kreatininbezug nur unwesentlich.

Bezogen auf die HBM-Werte überschritten 6% der Erwachsenen den HBM-I-Wert für Cadmium (1,0 µg/L). Von den sieben Teilnehmer*Innen mit Cadmiumbefunden oberhalb des HBMI-Wertes waren fünf aktive Raucher*Innen und zwei Ex-Raucher*Innen. Kein Erwachsener überschritt den HBM-II-Wert. Keines der Kinder überschritt den HBM-I oder II-Wert für Cadmium.

Tabelle 5-5: Ergebnisse des Cadmiumbiomonitorings im Urin für Kinder und Erwachsene der BLENCA Studie und Befunde der 6-10 jährigen Teilnehmer*Innen der bundesweiten GerES V-Studie (5). Im oberen Teil der Abbildung werden die Ergebnisse in µg pro Liter Urin dargestellt, im unteren Teil auf die Kreatininkonzentration im Urin bezogen.

| Population | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|------------------------------------|-----|---------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| [µg/l] | | | | | | | | | | |
| Kinder (BLENCA) | 87 | 31 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| Kinder 6-10 Jahre (GerES V) | 734 | 185 | < LOQ | 0,07 | 0,16 | 0,23 | 0,29 | 1,24 | 0,09 | 0,07 |
| Erwachsene (BLENCA) | 122 | 1 | 0,09 | 0,24 | 0,82 | 1,06 | 1,46 | 2,45 | 0,36 | 0,26 |
| [µgCd/gKrea] | | | | | | | | | | |
| Kinder (BLENCA) | 84 | - | < LOQ ^a | 0,07 | 0,13 | 0,18 | 0,23 | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Kinder 6-10 Jahre (GerES V) | 734 | - | < LOQ ^a | 0,06 | 0,14 | 0,18 | 0,23 | 0,75 | 0,08 | 0,06 |
| Erwachsene (BLENCA) | 118 | - | 0,10 | 0,21 | 0,53 | 0,69 | 0,97 | 1,24 | 0,26 | 0,21 |

N = absolute Anzahl;

N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (BLENCA: LOQ = 0,07 µg/l, GerES V: LOQ = 0,05 µg/l);

P50 = Median;

AM = arithmetisches Mittel;

GM = geometrisches Mittel;

^a = entsprechender volumenbasierter Wert <LOQ.

5.3 Bivariate Analysen

5.3.1 Bivariate Vergleiche der Bleikonzentration im Blut der Kinder

Der Vergleich der Bleiblutwerte für verschiedene Untergruppen des Kollektivs der Kinder ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede in den zentralen Tendenzen (Tabelle 5-6). Des Weiteren ergaben sich keine Zusammenhänge bei der Rangkorrelation zwischen Alter (Abbildung 5-1), Wohndauer (Abbildung 5-2) und der Bleikonzentration.

Der Ausschluss von koagulierten Proben bzw. Proben, die nur in Einfachbestimmung analysiert werden konnten, bestätigte die Ergebnisse (Anhang 9.1.1.2, S. 51). Auch bei Ausschluss von jeweils einem zufällig ausgewählten Geschwisterkind aus Familien mit mehr als einem teilnehmenden Kind ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Anhang 9.1.1.3, S. 53).

Tabelle 5-6: Bleiblutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Kinder stratifiziert für Untergruppen

| | N | N < LO Q | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MA X | AM | GM |
|--|----|----------------|-----|------|------|------|------|---------|------|------|
| Schule (p = 0,35)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 53 | 0 | 8,4 | 16,6 | 27,3 | 33,1 | 35,8 | 35,9 | 17,4 | 16,2 |
| Oker | 22 | 0 | 8,9 | 17,5 | 40,6 | 62,2 | . | 65,8 | 22,0 | 18,8 |
| Alter (p = 0,11)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 38 | 0 | 8,9 | 17,5 | 35,3 | 43,0 | . | 65,8 | 20,7 | 18,5 |
| 9-10 Jahre | 37 | 0 | 8,0 | 15,9 | 27,7 | 36,1 | . | 37,6 | 16,8 | 15,4 |
| Geschlecht (p = 0,24)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 39 | 0 | 8,0 | 16,1 | 27,1 | 37,6 | . | 65,8 | 17,8 | 15,9 |
| Männlich | 36 | 0 | 8,9 | 17,1 | 35,4 | 37,6 | . | 41,8 | 19,8 | 18,1 |
| Übergewicht (p = 0,27)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 47 | 0 | 8,9 | 17,1 | 35,5 | 40,1 | . | 65,8 | 20,1 | 17,9 |
| Ja | 28 | 0 | 8,0 | 16,5 | 25,1 | 31,9 | . | 35,9 | 16,6 | 15,3 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,57)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 68 | 0 | 8,8 | 17,0 | 32,5 | 37,3 | 56,7 | 65,8 | 19,0 | 17,0 |
| Ja | 7 | 0 | 8,8 | 15,7 | . | . | . | 29,9 | 16,7 | 15,6 |
| Gesundheitszustand (p = 0,17)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 44 | 0 | 9,3 | 17,2 | 33,7 | 40,6 | . | 65,8 | 19,9 | 17,9 |
| Gut oder Mittelmäßig | 30 | 0 | 8,2 | 15,7 | 31,5 | 36,7 | . | 37,6 | 17,0 | 15,4 |

N = absolute Anzahl;

N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,3 $\mu\text{g/l}$);

P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

GM = geometrisches Mittel;

. = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl;

^a = Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test.

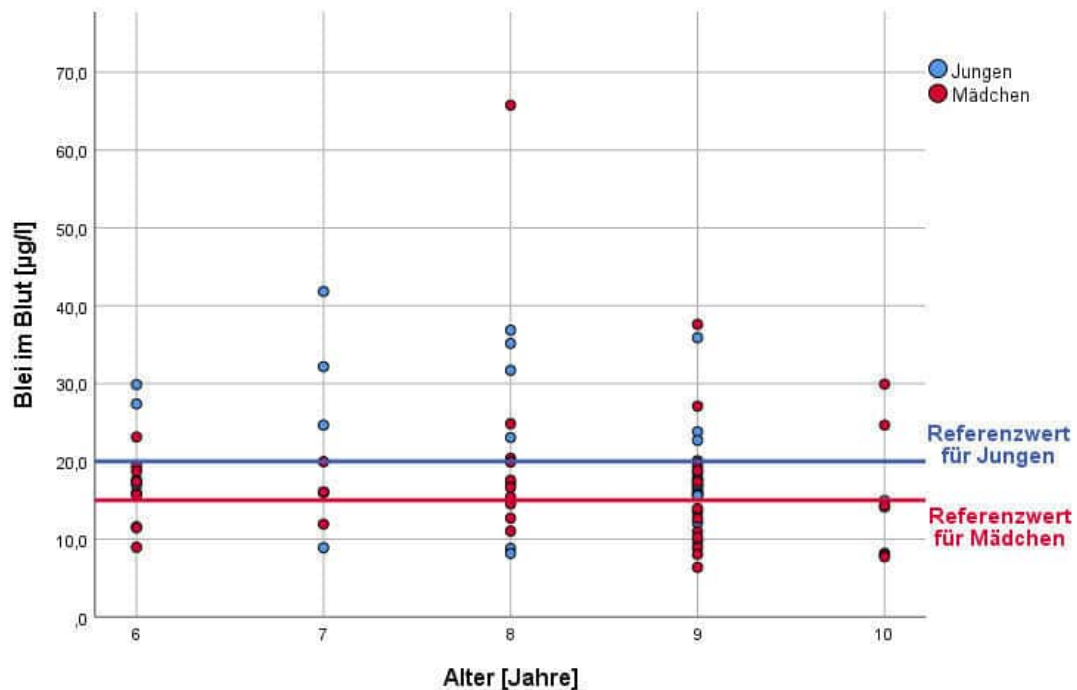


Abbildung 5-1: Scatterplot zwischen dem Alter der Kinder (in Jahren) und den Bleiblutwerten ($p_{\text{Spearman}} = 0,11$). Ebenfalls dargestellt sind die aktuellen Referenzwerte für Blei in der Altersgruppe. Aufgrund unterschiedlicher Referenzwerte für Jungen und Mädchen sind die Befunde farblich nach Geschlecht markiert.

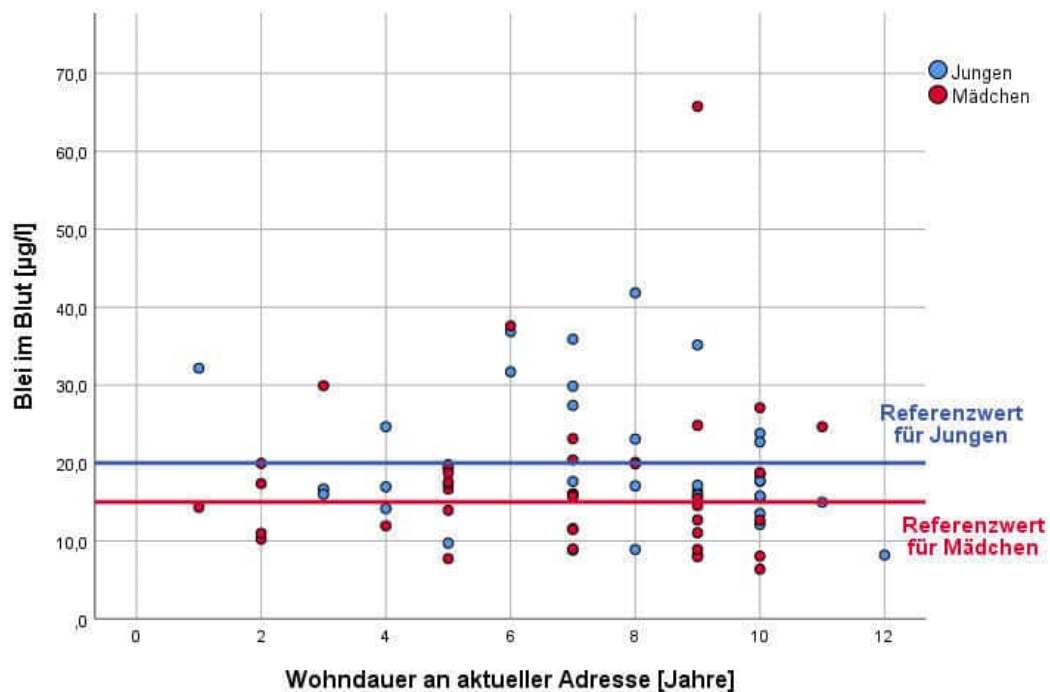


Abbildung 5-2: Scatterplot zwischen der Wohndauer an der aktuellen Adresse der Kinder (in Jahren) und den Bleiblutwerten ($p_{\text{Spearman}} = 0,39$). Ebenfalls dargestellt sind die aktuellen Referenzwerte für Blei in der Altersgruppe. Aufgrund unterschiedlicher Referenzwerte für Jungen und Mädchen sind die Befunde farblich nach Geschlecht markiert.

5.3.2 Bivariate Vergleiche der Bleikonzentration im Blut der Erwachsenen

Wie aus der Literatur bekannt, lag die Bleikonzentration im Blut bei Sportschütz*Innen deutlich über dem Rest der Population der Erwachsenen (Tabelle 5-7). Aufgrund der bekannten Bleibelastung durch den Schützensport wurden diese Teilnehmer*Innen von den weiteren bi- und multivariaten Betrachtungen ausgeschlossen. Da für Teilnehmer*Innen, die für Schützensport keine Fragebogenangabe gemacht hatten (N = 10), die Bleiblutkonzentration mit denen vergleichbar war, die diesen Sport nicht betrieben, wurden diese Teilnehmer*Innen nicht von den weiteren Analysen ausgeschlossen.

Die Bleiblutwerte waren bei Männern (Median 23 µg/l) statistisch signifikant höher als bei Frauen (Median 14 µg/l; $p < 0,001$). Des Weiteren zeigten sich grenzwertig statistisch signifikant höhere Werte für Erziehende, deren Kinder die Grundschule in Oker besuchten ($p = 0,05$). In der Rangkorrelation ergaben sich ansteigende Bleiblutkonzentrationen mit der Wohndauer an der aktuellen Adresse ($p = 0,03$; Abbildung 5-4). Ansonsten ergaben sich keine statistisch signifikanten bivariaten Zusammenhänge (Tabelle 5-7; Abbildung 5-3).

Diese Ergebnisse änderten sich durch Ausschluss koagulierter Blutproben bzw. Blutproben mit einem zu geringen Volumen für eine Zweitbestimmung kaum (Anhang 9.1.2, Seite 55ff). In diesen Analysen fanden sich keine Hinweise auf einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Erziehenden, deren Kinder die Grundschule in Oker, und denjenigen, deren Kinder die Grundschule in Harlingerode besuchten ($p = 0,55$). Ebenso waren sie konsistent, wenn pro Familie nur ein Erwachsener zufällig eingeschlossen wurde.

Tabelle 5-7: Bleiblutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Erwachsenen stratifiziert für Untergruppen

| | N | N < LO Q | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|---|----------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Sportschütz*In ($p = 0,14$)^{b, c} | | | | | | | | | | |
| Keine Angabe | 10 | 0 | 6,6 | 17,0 | 58,0 | . | . | 60,7 | 22,1 | 18,0 |
| Nein | 82 | 0 | 7,4 | 16,0 | 37,2 | 45,0 | 57,0 | 65,1 | 19,7 | 16,7 |
| Ja | 8 | 0 | 8,4 | 26,7 | . | . | . | 536,6 | 95,5 | 36,7 |
| Ergebnisse ohne Sportschütz*Innen | | | | | | | | | | |
| Schule ($p = 0,05$) | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 56 | 0 | 6,7 | 15,2 | 34,2 | 42,7 | 64,5 | 65,1 | 18,3 | 15,4 |
| Oker | 36 | 0 | 9,2 | 18,1 | 44,1 | 48,9 | . | 52,8 | 22,5 | 19,4 |
| Altersgruppen ($p = 0,41$)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 Jahre | 32 | 0 | 6,7 | 15,0 | 35,8 | 55,6 | . | 60,7 | 18,3 | 15,3 |
| 39-42 Jahre | 31 | 0 | 6,8 | 16,0 | 34,1 | 48,7 | . | 65,1 | 19,8 | 17,0 |
| > 42 Jahre | 29 | 0 | 7,9 | 17,1 | 43,6 | 46,7 | . | 48,2 | 21,9 | 18,6 |
| Geschlecht ($p < 0,001$)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 56 | 0 | 7,4 | 14,1 | 31,1 | 39,5 | 47,8 | 48,2 | 16,2 | 14,0 |
| Männlich | 36 | 0 | 10,2 | 23,1 | 46,3 | 61,4 | . | 65,1 | 25,8 | 22,3 |
| SES ($p = 0,90$)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 45 | 0 | 7,1 | 15,2 | 38,9 | 50,5 | . | 60,7 | 20,3 | 16,9 |
| Hoch | 45 | 0 | 7,4 | 17,7 | 35,6 | 46,8 | . | 65,1 | 19,9 | 17,0 |
| Rauchverhalten ($p = 0,06$)^b | | | | | | | | | | |
| Nie- Raucher*In | 34 | 0 | 6,5 | 14,9 | 46,7 | 55,9 | . | 65,1 | 20,4 | 16,2 |
| Ex- Raucher*In | 30 | 0 | 7,4 | 15,2 | 27,2 | 32,5 | . | 35,9 | 15,9 | 14,3 |
| Aktiv- Raucher*In | 28 | 0 | 10,9 | 21,4 | 39,9 | 53,0 | . | 60,7 | 23,6 | 20,9 |
| Gesundheitszustand ($p = 0,60$)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 77 | 0 | 7,4 | 16,5 | 36,4 | 45,5 | 58,2 | 65,1 | 20,1 | 17,0 |
| Sehr gut | 15 | 0 | 7,7 | 15,1 | 46,9 | . | . | 60,7 | 19,1 | 15,9 |

N = absolute Anzahl;

N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze ($0,3 \mu\text{g/l}$);

P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel;

GM = geometrisches Mittel;

. = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl;

^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test;

^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA;

^c Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen Sportschütz*Innen ja vs. nein $p = 0,05$.

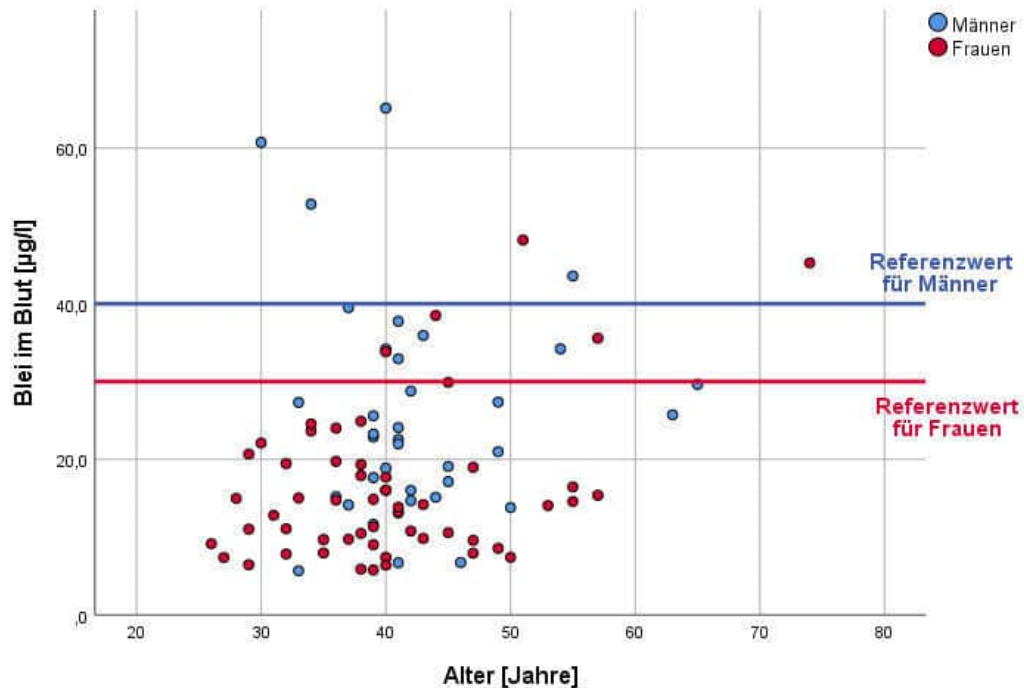


Abbildung 5-3: Scatterplot zwischen dem Alter der Erwachsenen (in Jahren) und den Bleiblutwerten ($p_{\text{Spearman}} = 0,07$). Ebenfalls dargestellt sind die aktuellen Referenzwerte für Blei in der Altersgruppe. Aufgrund unterschiedlicher Referenzwerte für Männer und Frauen sind die Befunde farblich nach Geschlecht markiert.

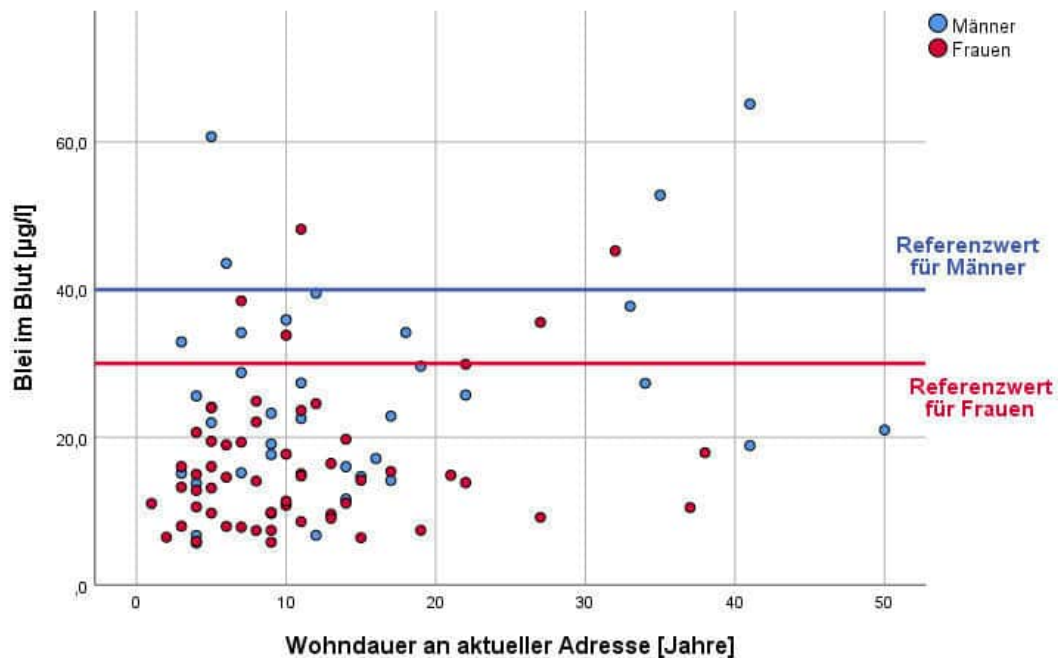


Abbildung 5-4: Scatterplot zwischen der Wohndauer an der aktuellen Adresse der Erwachsenen (in Jahren) und den Bleiblutwerten ($p_{\text{Spearman}} = 0,03$). Ebenfalls dargestellt sind die aktuellen Referenzwerte für Blei in der Altersgruppe. Aufgrund unterschiedlicher Referenzwerte für Männer und Frauen sind die Befunde farblich nach Geschlecht markiert.

5.3.3 Bivariate Vergleiche der Cadmiumkonzentration im Urin der Kinder

Insgesamt ergaben sich keine Hinweise auf Unterschiede in den volumenbezogenen Cadmiumkonzentrationen im Urin für die Gruppe der Grundschüler*Innen (Tabelle 5-8, Anhang 9.2.1, S. 62). Dies bestätigte sich auch nach Kreatininbezug (Anhang 9.2.1.2, S. 65). Die Überprüfung der Befunde durch Einschluss nur jeweils eines Kinds aus jeder Familie ergab ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede in den zentralen Tendenzen (Anhang 9.2.1.3, S. 67).

Tabelle 5-8: Volumenbezogene Cadmiumwerte im Urin ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Kinder stratifiziert für Untergruppen

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Schule (p = 0,67)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 59 | 22 | < LOQ | 0,08 | 0,16 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| Oker | 28 | 9 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,19 | . | 0,20 | 0,09 | 0,08 |
| Alter (p = 0,93)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 45 | 20 | < LOQ | 0,09 | 0,19 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| 9-10 Jahre | 42 | 11 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,08 |
| Geschlecht (p = 0,93)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 44 | 18 | < LOQ | 0,09 | 0,19 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| Männlich | 43 | 13 | < LOQ | 0,08 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,07 |
| Übergewicht (p = 0,74)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 49 | 19 | < LOQ | 0,08 | 0,18 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| Ja | 32 | 12 | < LOQ | 0,09 | 0,14 | 0,17 | . | 0,19 | 0,08 | 0,07 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,09)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 79 | 25 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,09 | 0,08 |
| Ja | 8 | 6 | < LOQ | 0,04 | . | . | . | 0,13 | 0,06 | 0,05 |
| Gesundheitszustand (p = 0,17)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 51 | 15 | < LOQ | 0,09 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,09 | 0,08 |
| Gut oder Mittelmäßig | 35 | 16 | < LOQ | 0,07 | 0,12 | 0,17 | . | 0,21 | 0,08 | 0,06 |

N = absolute Anzahl;

N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$);

P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen;

MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;

. = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl;

^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test.

5.3.4 Bivariate Vergleiche der Cadmiumkonzentrationen im Urin der Erwachsenen

Für die Erziehenden zeigten sich erhöhte volumenbezogene Cadmiumkonzentrationen im Urin einzig für aktive Raucher*Innen im Vergleich zu Nicht- und Ex-Raucher*Innen (Tabelle 5-9). Diese Befunde bestätigten sich im bei Kreatininbezug ebenso wie bei ausschließlicher Berücksichtigung eines Erziehenden pro Familie (Anhang 9.2.2, S. 72).

Tabelle 5-9: Cadmiumurinwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Erwachsenen stratifiziert für Untergruppen

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Sportschütz*In (p = 0,27)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 100 | 1 | 0,09 | 0,25 | 0,78 | 1,03 | 1,59 | 2,45 | 0,36 | 0,26 |
| Ja | 9 | 0 | 0,07 | 0,40 | . | . | . | 1,07 | 0,49 | 0,35 |
| Schule (p = 0,81)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 78 | 1 | 0,10 | 0,24 | 0,79 | 1,07 | 1,39 | 1,60 | 0,34 | 0,26 |
| Oker | 44 | 0 | 0,08 | 0,31 | 0,83 | 1,18 | . | 2,45 | 0,39 | 0,27 |
| Altersgruppen (p = 0,92)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 Jahre | 41 | 1 | 0,08 | 0,23 | 1,06 | 1,57 | . | 2,45 | 0,42 | 0,27 |
| 39-42 Jahre | 41 | 0 | 0,09 | 0,25 | 0,83 | 1,06 | . | 1,24 | 0,36 | 0,27 |
| > 42 Jahre | 40 | 0 | 0,09 | 0,27 | 0,57 | 0,83 | . | 0,90 | 0,30 | 0,24 |
| Geschlecht (p = 0,67)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 71 | 1 | 0,08 | 0,22 | 0,97 | 1,16 | 2,07 | 2,45 | 0,40 | 0,26 |
| Männlich | 51 | 0 | 0,12 | 0,26 | 0,55 | 0,70 | 1,22 | 1,24 | 0,31 | 0,26 |
| SES (p = 0,53)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 66 | 0 | 0,08 | 0,26 | 0,83 | 1,18 | 2,16 | 2,45 | 0,38 | 0,27 |
| Hoch | 54 | 1 | 0,09 | 0,22 | 0,70 | 0,93 | 1,07 | 1,07 | 0,31 | 0,24 |
| Rauchverhalten (p < 0,001)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 43 | 1 | 0,08 | 0,17 | 0,45 | 0,80 | . | 0,90 | 0,23 | 0,18 |
| Ex-Raucher*In | 38 | 0 | 0,09 | 0,23 | 0,67 | 1,03 | . | 1,07 | 0,31 | 0,25 |
| Aktiv-Raucher*In | 41 | 0 | 0,18 | 0,38 | 1,20 | 1,57 | . | 2,45 | 0,54 | 0,42 |
| Gesundheitszustand (p = 0,81)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 99 | 1 | 0,09 | 0,24 | 0,83 | 1,07 | 1,59 | 2,45 | 0,37 | 0,27 |
| Sehr gut | 23 | 0 | 0,09 | 0,26 | 0,73 | 0,95 | . | 0,99 | 0,31 | 0,25 |

N = absolute Anzahl;

N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$);

P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen;

MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;

. = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl;

^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test;

^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA.

5.4 Gleichzeitige Modellierung verschiedener Einflussfaktoren auf die Blutbleikonzentration

Abschließend wurde für die Bleikonzentration im Blut ein Modell entwickelt, das die Befunde für Kinder und Erwachsene gleichzeitig betrachtet und darüber hinaus die partielle Abhängigkeit der Daten durch Teilnahme verschiedener Personen aus einer Familie berücksichtigt. In diesem verallgemeinerten linearen gemischten Modell (GLMM) wurden die Familien als Zufallseffekt betrachtet. Als feste Effekte wurden die Schule, das Alter (in Kategorien) und das Geschlecht berücksichtigt. Aufgrund der starken Korrelation zwischen Alter und Wohndauer wurde nur das Alter in die Modelle aufgenommen. Ausgeschlossen von der Modellierung wurden Sportschütz*Innen, aufgrund ihrer auf das Freizeitverhalten zurückzuführenden Exposition. Um die Schiefe der Verteilung zu berücksichtigen, wurden die Bleiblutkonzentrationen logarithmiert.

Das in Tabelle 5-10 dargestellte Modell bestätigte die bivariaten Befunde: Auch unter Berücksichtigung der Korrelationsstruktur waren die Bleiblutwerte von männlichen Teilnehmern statistisch signifikant höher als von Teilnehmerinnen. Die Bleibefunde waren zudem bei Teilnehmer*Innen, die über die Grundschule in Oker rekrutiert wurden, etwas höher als bei solchen, die über die Grundschule in Harlingerode teilgenommen hatten ($p = 0,03$). Hingegen unterschieden sich die Bleiblutwerte der Erwachsenen nicht von den Kindern. Der Intraklassen-Korrelationskoeffizient war mit 0,14 relativ hoch, wobei zu berücksichtigen ist, dass aus 17 Haushalten nur eine Person teilnahm.

Tabelle 5-10: Mögliche Einflussfaktoren auf die logarithmierten Bleiblutwerte in Abhängigkeit von der Familienzugehörigkeit (N = 167 Teilnehmer*Innen aus 79 Familien)

| | Koeffizient | 95% Konfidenzintervall | p-Wert |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------|
| Feste Effekte | | | |
| Konstante | 1,12 | 1,06 – 1,19 | < 0,001 |
| Schule | | | 0,03 |
| Harlingerode | 0 | | |
| Oker | 0,09 | 0,01 – 0,18 | |
| Altersgruppe | | | |
| 6-10 Jahre | 0 | | |
| 26-38 Jahre | < 0,01 | -0,08 – 0,09 | 0,94 |
| 39-42 Jahre | -0,01 | -0,10 – 0,07 | 0,78 |
| > 42 Jahre | 0,04 | -0,05 – 0,13 | 0,40 |
| Geschlecht | | | |
| Weiblich | 0 | | < 0,001 |
| Männlich | 0,15 | 0,09 – 0,21 | |

ICC = Intraklassen-Korrelationskoeffizient: 0,14;
Sportschütz*Innen (N = 8) wurden aus dem Modell ausgeschlossen.

5.5 Ergebnisse der Trinkwasseranalyse

Von 29 der 85 angeschriebenen Haushalte konnten Trinkwasserproben analysiert werden. Die Befunde der Stagnationsprobe und der 2. Probe (nach Ablauf von 1 l Leitungswasser) korrelierten sowohl für Blei ($r_{\text{Spearman}} = 0,69$; $p < 0,001$) als auch für Cadmium ($r_{\text{Spearman}} = 0,93$; $p < 0,001$).

Der Blei-Grenzwert der deutschen Trinkwasserverordnung von 2021 (10 $\mu\text{g/l}$) wurde lediglich in einem der Haushalte überschritten. Hierbei lagen die gemessenen Bleiwerte in der Stagnationsprobe bei 37 $\mu\text{g/l}$ und in der zweiten Probe bei 10 $\mu\text{g/l}$. Alle Trinkwasserproben wiesen Cadmiumgehalte unterhalb des Grenzwerts der aktuellen Trinkwasserverordnung (3 $\mu\text{g/l}$) auf.

Aus 24 Familien lag ein Blutbleiwert für jeweils ein Kind vor. Die Scatterplots (Punktwolkendiagramme) ergaben keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt in den Trinkwasserproben und dem Blutbleigehalt der dazugehörigen Kinder. Dies galt sowohl für die Stagnationsprobe ($r_{\text{Spearman}} = 0,11$; $p = 0,60$; Abbildung 5-5) als auch für die 2. Trinkwasserprobe ($r_{\text{Spearman}} = (-0,03)$; $p = 0,87$; Abbildung 5-6).

Für Cadmium lagen für 29 Kinder Trinkwasserproben und Urinbefunde vor. Auch hier fanden sich keine Hinweise auf eine Korrelation zwischen der Stagnationsprobe und dem Cadmiumgehalt der Kinder im Urin ($r_{\text{Spearman}} = (-0,17)$; $p = 0,37$). Das gleiche galt für die zweite Trinkwasserprobe ($r_{\text{Spearman}} = (-0,04)$; $p = 0,84$).

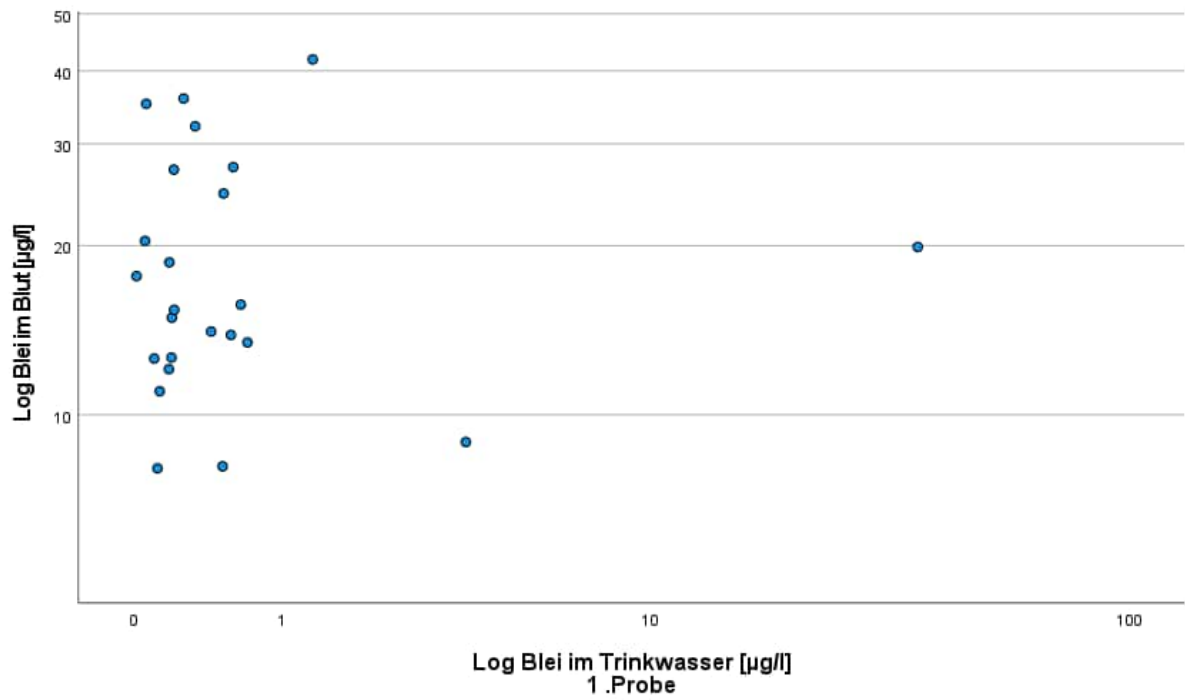


Abbildung 5-5: Scatterplot zwischen der ersten Trinkwasserprobe des Haushalts und dem Bleiblutwert für die Kinder der BLENCA Studie (N = 24)

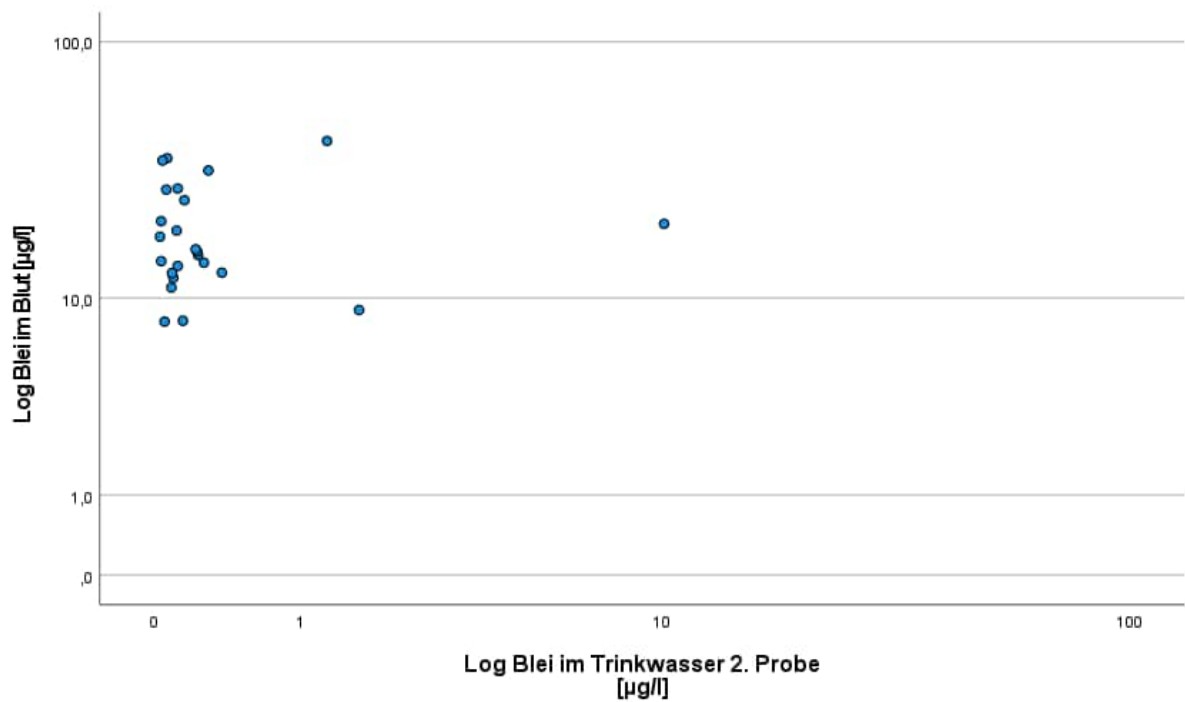


Abbildung 5-6: Scatterplot zwischen der ersten Trinkwasserprobe des Haushalts und dem Bleiblutwert für die Kinder der BLENCA Studie (N = 24)

6 Diskussion

Die Ergebnisse des Ende 2021 durchgeführten Human-Biomonitorings mit Daten von insgesamt über 200 Erwachsenen und Kindern aus den Gemeinden Oker und Harlingerode weisen im Vergleich zur allgemeinen Belastung in Deutschland auf eine im Gruppenmittel erhöhte innere Bleibelastung der Teilnehmer*Innen hin. Fast die Hälfte der untersuchten Kinder überschritt die aktuell vom deutschen Umweltbundesamt veröffentlichten Referenzwerte für Blei im Vollblut; erwartet worden wären 5%. Die Ergebnisse waren zumindest für erwachsene Teilnehmer höher als bei Teilnehmerinnen. Besonders hohe Bleiwerte im Blut fanden sich bei einigen Sportschütz*Innen. Bezüglich der Cadmiumbefunde ergaben sich hingegen keine Hinweise auf eine über dem Bundesdurchschnitt liegenden Belastung der Bevölkerung. Hauptrisikofaktor für erhöhte Cadmiumwerte im Urin war das Aktivrauchen.

6.1 Diskussion der Methoden

6.1.1 Studienpopulation

Das Biomonitoring wurde allen Grundschüler*Innen der Grundschulen in Oker und Harlingerode und deren Erziehenden einmalig angeboten (Querschnittsdesign). Die Studie wurde im Vorfeld umfangreich auch durch die Presse bekannt gemacht, alle Studienunterlagen wurden auf die Zielgruppe zugeschnitten. Um Sprachbarrieren zu minimieren, wurden die Unterlagen auf Englisch und Türkisch übersetzt. Zudem war es jederzeit möglich, das Studienteam telefonisch oder per E-Mail zu erreichen, um Fragen zur Studie zu klären. Aufgrund der pandemischen Lage fanden alle Kontakte vom Studienteam an die Familien online oder schriftlich-postalisch statt. Zudem konnte der Kontakt aufgrund der Datenschutzvorgaben nur über die Schulen und nicht direkt durch das Untersuchungsteam erfolgen.

Trotz der umfangreichen Informationsmaßnahmen nahmen nur 89 der 384 an den beiden Grundschulen gemeldeten Schüler*Innen an der Studie teil (23%). Diese Teilnahmequote liegt allerdings immer noch über der derzeit in epidemiologischen Studien zu erwarteten Teilnahmebereitschaft. So konnte z. B. die Nationale Kohorte (NaKo) nur eine Antwortquote von 18% erreichen (41, 42). Die soziodemographischen Daten der BLENCA Teilnehmer*Innen lassen vermuten, dass - wie in anderen epidemiologischen Studien auch - primär Familien mit einem höheren Bildungsstand und ohne Migrationshintergrund teilnahmen (43).

Die Rekrutierung über die beiden Schulen ermöglichte eine relativ einfache Erreichbarkeit der Population, eine höhere Responsebereitschaft im Vergleich zur Stichprobenziehung z. B. über Einwohnermeldeämtern, und eine Vereinfachung der Logistik der Kapillarblutprobenentnahme. Zudem ist einerseits davon auszugehen, dass die große Mehrheit der Grundschüler*Innen der Gemeinden eine der beiden Grundschulen besucht. Auf der anderen Seite konnten hierdurch nur Kinder im Grundschulalter und primär Erwachsene im Alter unter 50 Jahren rekrutiert werden. Entsprechend sind die Ergebnisse nur für die genannten Altersgruppen

aussagekräftig. Des Weiteren ist es denkbar, dass die Befunde Personen mit niedrigem sozioökonomischem Status oder Migrationshintergrund nicht ausreichend repräsentieren.

6.1.2 Erhebungsinstrumente

Beim Fragebogen wurde auf Wunsch des Studienbeirats vom ursprünglichen Studienprotokoll vom 28.02.2020 insofern abgewichen, dass die geplante Befragung zu gesundheitlichen Aspekten und Risikofaktoren deutlich reduziert wurde. Die Befürchtung, andernfalls eine zu geringere Teilnehmerbereitschaft zu erhalten, war einerseits den Pandemie-Rahmenbedingungen geschuldet, andererseits der insbesondere im Beirat diskutierten niedrigen Sozialstruktur in der Untersuchungsregion. Unser Fragebogeninstrument umfasste daher wenige, wo immer möglich, validierte Fragen. Bei der Auswahl der Fragen wurde auf eine leicht verständliche Formulierung geachtet. Der Fragebogen wurde als Papierversion, online und als Telefoninterview in drei Sprachen angeboten. Fast alle Teilnehmer*Innen bevorzugten die Papierversion. Der Fragebogen wurde – vermutlich auch dank seiner Kürze – von fast allen Teilnehmenden komplett ausgefüllt.

6.1.3 Biomonitoring

Am Biomonitoring beteiligten sich fast alle der Studienteilnehmer*Innen. Die Urinprobenahme erfolgte durch Erziehende und Kinder im häuslichen Umfeld. Sie sollte aus dem ersten Morgenurin erfolgen. Genaue Foto- und Videoanleitungen unterstützten die Proband*Innen bei der korrekten Probeentnahme. Um sicherzustellen, dass die Ergebnisse durch diuresebedingte Konzentrationsschwankungen nicht verfälscht wurden, wurden die Cadmiumbefunde zusätzlich zur volumenbezogenen Auswertung kreatininbezogen ausgewertet.

Aufgrund der pandemischen Lage musste die Bleianalyse aus Kapillarblut erfolgen und nicht mittels venöser Blutentnahme. Die Kapillarblutentnahme erfolgte durch die Erwachsenen primär als Eigenblutentnahme, während sie bei den Kindern durch die Studienmitarbeiterinnen in den Schulen erfolgte. Bei den Schüler*Innen konnte so insbesondere auch die gründliche Reinigung der Hände vor Probenahme sichergestellt werden. Die Kapillarblutentnahme wurde vor Studienbeginn validiert und der praktische Ablauf im Feld pilotiert. Zusätzlich wurde das Bleibiomonitoring zur internen Auswertung auch im Urin durchgeführt (Ergebnisse nicht dargestellt). Auch hierdurch konnte die Validität der Befunde bestätigt werden. Einige wenige Blutproben waren koaguliert bzw. erreichten nicht das Mindestvolumen, um eine Doppelbestimmung durchzuführen. Ein Ausschluss dieser Proben von den Analysen veränderte die Aussagen der Studie nicht wesentlich.

Zur Analyse toxischer Metalle wurde mit der ICP-MS/MS ein besonders genaues und sensitives Analyseverfahren gewählt. Hierdurch konnte der Bleigehalt in allen Proben quantitativ bestimmt werden. Für Cadmium lagen die Ergebnisse trotz der sensitiven

Methode für fast die Hälfte der Kinder unterhalb der Bestimmungsgrenze, was die geringe Belastung der Population mit Cadmium widerspiegelt.

Für die Untersuchung möglicher Einflussfaktoren muss berücksichtigt werden, dass unsere Beobachtungen teilweise nicht die für den Mann-Whitney-U-Test erforderliche Unabhängigkeit besaßen, da sie aus der gleichen Familie stammten. In ergänzenden Analysen haben wir deshalb untersucht, ob der Einschluss von jeweils nur einer Person aus jeder Familie die Ergebnisse veränderte. Dies war nicht der Fall. Auch die ergänzenden GLMM Analysen veränderten die Studienaussagen nicht. Insgesamt kann so von der Validität der Aussagen ausgegangen werden.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Blei-Biomonitoring

Für die Gruppe der Kinder zeigten unsere Ergebnisse eine im Mittel erhöhte innere Belastung der Grundschüler*Innen aus Oker und Harlingerode mit Blei. Für den Vergleich wurden aktuelle bundesdeutsche Referenzwerte zugrunde gelegt, welche von fast der Hälfte der an der BLENCA Studie teilnehmenden Kinder überschritten wurden. Die Referenzwerte basieren auf der 2021 publizierten GerES V Studie, welche 2014 bis 2017 die Belastung mit toxischen Metallen von Kindern und jungen Erwachsenen in Deutschland analysierte (5). Dabei wurden unter anderem die Bleiblutwerte von 231 Kindern im Alter unserer Zielgruppe ausgewertet. Verglichen mit diesen Daten waren die Perzentile für Blei im Blut der an BLENCA teilnehmenden Schüler*Innen deutlich nach rechts verschoben. So entsprach das 90er-Perzentil von GerES V etwa dem Median der BLENCA Studie. Dies bedeutet, dass nur 10% der an der GerES V Studie teilnehmenden Kinder eine innere Bleibelastung überschritten, die von der Hälfte der an BLENCA teilnehmenden Kinder überschritten wurde.

Für die Gruppe der Erwachsenen waren Referenzwertüberschreitungen mit 12% seltener, allerdings wären bei einer nicht erhöhten Bleibelastung nur 5% Referenzwertüberschreitungen zu erwarten gewesen. Besonders hoch lagen die Belastungen bei Sportschütz*Innen, weshalb diese von den weiteren Analysen ausgeschlossen wurden. Grund für die hohe Belastung von Sportschütz*Innen ist die oftmals bleihaltige Munition, welche bei Klein- und Großkaliberschützen verwendet wird (44). Beim Schießen reichert sich das Blei in der Luft an und gelangt oral und inhalativ in den Körper.

Wie ebenfalls in der Literatur beschrieben, zeigten sich Geschlechtsunterschiede in der Bleibelastung für die Erwachsenen. So wurden bei Männern durchschnittlich höhere Bleiwerte gemessen als bei Frauen. Dies hängt unter anderen mit dem Hämatokritwert zusammen, welcher positiv mit dem Bleiwert korreliert (45) und bei Männern durchschnittlich höher liegt (46).

Für Familien, deren Kinder die Grundschule Oker besuchten, ergaben sich Hinweise auf höhere Bleiblutwerte. In den stratifizierten Analysen war dieser Effekt auf die

Erziehenden beschränkt und hielt nicht allen Sensitivitätsanalysen stand. Bei den Erwachsenen deutete sich auch eine höhere innere Bleibelastung mit längerer Wohndauer an. Hier muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass nur nach der Wohndauer am aktuellen Wohnort gefragt wurde, also nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Erziehenden schon länger in der Gemeinde lebten.

Eine räumliche Analyse des aktuellen Wohnorts und der inneren Bleiexposition ergab keine Hinweise auf räumliche Zusammenhänge für Kinder oder Erwachsene. Auch wenn die Böden an den Studienorten unterschiedlich stark belastet sind, überrascht dieser Befund nicht, da sich die Teilnehmer*Innen nicht nur im eigenen Haus, Hof oder Garten aufhalten.

Die Analyse der Trinkwasserproben ergab keinen Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt ihres häuslichen Leitungswassers und den Bleiblutwerten der Kinder, sodass das Leitungswasser der Familien als Hauptursache für deren erhöhte Bleiblutwerte unwahrscheinlich ist.

6.2.2 Cadmium-Biomonitoring

Die Referenzwerte für Cadmium wurden bei den Kindern der BLENCA Studie kaum überschritten. Zudem war auch die Verteilung der Ergebnisse mit der GerES V Studie vergleichbar (5), sodass bezüglich Cadmium keine erhöhte Belastung der Kinder im Untersuchungsgebiet festgestellt werden konnte.

Bei den Erwachsenen überschritt etwa jeder Zehnte den Referenzwert, was über den erwarteten 5% liegt. Jedoch muss hierbei der Raucherstatus beachtet werden, da die herangezogenen Referenzwerte für Nicht-Raucher*Innen gelten. Innerhalb der Nicht-Raucher*Innen reduzieren sich die Referenzwertüberschreitungen auf 7%, sodass insgesamt nicht von einer erhöhten inneren Cadmiumbelastung im Untersuchungskollektiv ausgegangen werden kann. Auch die HBM-I-Wert Überschreitungen betrafen ausschließlich Raucher*Innen und Ex-Raucher*Innen. Weitere Einflussfaktoren auf die Cadmiumkonzentration im Urin wurden nicht identifiziert.

In der GerES V Studie wurden höhere Cadmiumkonzentrationen im Urin für Kinder aus größeren Städten im Vergleich zu ländlichen Regionen beschrieben, sodass für Kinder aus BLENCA eher niedrigere Werte zu erwarten waren. Der in GerEs V beschriebene Einfluss der häuslichen Passivrauchexposition auf die Cadmiumbefunde im Urin war in unseren Daten nicht nachweisbar. Dies ist vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass nur acht der teilnehmenden Familien eine solche angaben und die Cadmiumbelastung der Kinder durch Passivrauch also eine untergeordnete Rolle spielen dürfte.

6.3 Ausblick

Die BLENCA Studie konnte im November 2021 unter Berücksichtigung der Pandemiebedingungen erfolgreich an 89 Grundschulkindern und deren Erziehenden

an den Grundschulen in Oker und Harlingerode durchgeführt werden. Die Befunde deuten auf eine im Vergleich zu aktuellen gesamtdeutschen Daten erhöhte innere Bleibelastung insbesondere der Kinder der Untersuchungsregion hin. Die Cadmiumbelastung war hingegen gering. Weitere Untersuchungen sollten möglichen Expositionsquellen nachgehen, um der Bevölkerung Empfehlungen zur Expositionsminimierung geben zu können.

7 Danksagung

Wir bedanken uns sehr herzlich bei den Schulleiterinnen Frau Niemeyer (Grundschule Harlingerode) und Frau Kohl (Grundschule Oker) für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Organisation und Durchführung der BLENCA Studie sowie für das Bereitstellen der dafür notwendigen Räumlichkeiten. Auch die einzelnen Lehrkräfte unterstützten durch ihre Übernahme von organisatorischen Aufgaben das Projekt erheblich. Ohne die gute Kooperation mit den Grundschulen wäre unsere Studie in dieser Form nicht umsetzbar gewesen. Ein großes Dankeschön geht an jeden einzelnen Teilnehmer und jede einzelne Teilnehmerin, die durch Fragebogendaten, Blut- und Urinproben diese Studie überhaupt erst ermöglichten. Vor allem die Kinder möchten wir hier betonen, welche trotz ihres jungen Alters alle Untersuchungen tapfer meisterten.

Des Weiteren danken wir dem Projektbeirat (bestehend aus Vertreter*Innen des Arbeitskreis Oker, PUR Harlingerode e.V., BUND, NABU, Ökologischer Ärztebund, Ärzteverein Goslar (Ärztekammer Nds.), Stadt Goslar, Stadt Bad Harzburg) für ihre konstruktive Kritik zur Umsetzung der Studie. Für den interdisziplinären Austausch und die gute Kooperation möchten wir uns bei allen Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirats bedanken. Im Konkreten sind dies Herr Hoopmann, Herr Höfert, Herr Dr. Hepp, Frau Costa Pinheiro und Frau Haas. Ein herzlicher Dank auch an Herrn Dr. Schmotz und Herrn Sonnemann vom Landkreis Goslar für die hervorragende Zusammenarbeit während der gesamten Projektlaufzeit. Ihr Einsatz und Engagement vor Ort war ein entscheidender Aspekt für das Gelingen von BLENCA.

Wir danken allen Kolleg*Innen für ihre Mitarbeit beim Packen der vielen Studienkits für unsere Proband*Innen. Vor allem unsere wissenschaftliche Hilfskraft in Goslar war uns eine große Bereicherung bei den Probenahmen in den Schulen. David danken wir dafür, dass er BLENCA eine Stimme gegeben hat. Danke an Frau Perdomo Marquez für ihre großartige Unterstützung bei allen organisatorischen Angelegenheiten. Ein besonderer Dank gilt unserem Kollegen Herrn Forster und Frau PD Dr. Ursula Berger für ihre Beratung und Unterstützung beim Datenmanagement und den statistischen Auswertungen.

8 Literaturverzeichnis

1. Landkreis Goslar Fachbereich Bauen und Umwelt. Bergbaugeschichte: Auswirkungen auf Böden und Umwelt 2018 [Stand: 08.02.2022]. Verfügbar unter: https://www.landkreis-goslar.de/media/custom/94_4420_1.PDF?1555334329.
2. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. Immissionsmessprogramm Oker-Harlingerode 2017: Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffe 2019.
3. M. Hoopmann NCPRS. Umweltmedizinisches Gutachten „Oker / Harlingerode“ – Machbarkeit; 2019 [Stand: 07.02.2022].
4. Umweltbundesamt. Benzinbleigesetz: Wie ein Gesetz die Schadstoffbelastung von Mensch und weiten Teilen der Umwelt verringert.; 2022 [Stand: 08.02.2022]. Verfügbar unter: https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/selected_results/12198.
5. Vogel N, Murawski A, Schmied-Tobies MIH, Rucic E, Doyle U, Kämpfe A et al. Lead, cadmium, mercury, and chromium in urine and blood of children and adolescents in Germany - Human biomonitoring results of the German Environmental Survey 2014-2017 (GerES V). *Int J Hyg Environ Health* 2021; 237:113822. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113822.
6. Umweltbundesamt. Referenzwerte (RV95) für Antimon, Arsen und Metalle (Pb, Cd, Ni, Hg, Pt, Tl, U) im Urin oder im Blut; 2019. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/tab._referenzwerte_-_metalle_30._september_2019_aktualisiert.pdf [Stand: 07.02.2022].
7. Kraus T. Bleibelastung in der Region Mechernich: Ergebnisse der Blutuntersuchungen 2019 [Stand: 08.02.2022]. Verfügbar unter: https://www.kreis-euskirchen.de/buergerservice/downloads/gesundheit/Ergebnisse_des_Blut-Blei-Screenings_Mechernich.pdf.
8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Substance Priority List; 2019 [Stand: 07.02.2022].
9. WHO. Lead poisoning and health; 2019 [Stand: 07.02.2022]. Verfügbar unter: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>.
10. Umweltbundesamt. Stoffmonographie Blei Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM); 1996. (39 (6)). Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/pbmono.pdf> [Stand: 07.02.2022].
11. Tong S, Schirnding YE, Prapamontol T. Environmental lead exposure: A public health problem of global dimensions. *Bulletin of the World Health Organization* 2000; 78(9):1068–77.

12. Rudnai P. Scoping document (2nd round of prioritization): Prioritized substance group: Lead [HBM4EU 2019]; 2019 [Stand: 07.02.2022]. Verfügbar unter: https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2019/03/HBM4EU_Scoping-Document_Lead_v1.0.pdf.
13. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. Atlanta, GA; 2020. Verfügbar unter: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf> [Stand: 08.02.2022].
14. Caito S, Aschner M. Developmental Neurotoxicity of Lead. *Advances in neurobiology* 2017; 18:3–12. doi: 10.1007/978-3-319-60189-2_1.
15. Busse FP, Fiedler GM, Leichtle A, Hentschel H, Stumvoll M. Bleiintoxikationen durch gestrecktes Marihuana in Leipzig. *Dtsch Arztebl* 2008; (105(44)):757–62.
16. Zhu M, Fitzgerald EF, Gelberg KH, Lin S, Druschel CM. Maternal low-level lead exposure and fetal growth. *Environmental Health Perspectives* 2010; 118(10):1471–5. doi: 10.1289/ehp.0901561.
17. Nishioka E, Yokoyama K, Matsukawa T, Vige M, Hirayama S, Ueno T et al. Evidence that birth weight is decreased by maternal lead levels below 5µg/dl in male newborns. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)* 2014; 47(Suppl):21–6. doi: 10.1016/j.reprotox.2014.05.007.
18. Ärztlicher Sachverständigenbeirat "Berufskrankheiten" des BMAS. Wissenschaftliche Stellungnahme zu der Berufskrankheit Nr. 1104 der Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung „Erkrankungen durch Cadmium oder seine Verbindungen“. *GMBI* 2014; (6):110 ff [Stand: 07.02.2022]. Verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Soziale-Sicherung/stellungnahme-cadmium.pdf;jsessionid=67289C1730BF5FEFD591FBF085A5578A.delivery2-replication?__blob=publicationFile&v=1.
19. Magelsir HMI. Heavy metal toxicity-metabolism, absorption, distribution, excretion and mechanism of toxicity for each of the metals. *World News of Natural Sciences*; 2016. (Bd. 4).
20. Umweltbundesamt. Aufgabenprofil und Zusammensetzung der Kommission Human-Biomonitoring (HBM-Kommission) für die Jahre 2013-2016. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 2015; 58(6):638–40. doi: 10.1007/s00103-015-2151-4.
21. MAK Kommission. Cadmium und seine anorganischen Verbindungen [MAK Value Documentation in German language, 2004]. In: *The MAK-Collection for Occupational Health and Safety: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; 2012. S. 1–39.
22. Adams SV, Newcomb PA. Cadmium blood and urine concentrations as measures of exposure: NHANES 1999-2010: NHANES 1999–2010. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2014; 24(2):163–70. doi: 10.1038/jes.2013.55.

23. Olsson I-M, Bensryd I, Lundh T, Ottosson H, Skerfving S, Oskarsson A. Cadmium in blood and urine--impact of sex, age, dietary intake, iron status, and former smoking--association of renal effects. *Environmental Health Perspectives* 2002; 110(12):1185–90. doi: 10.1289/ehp.021101185.
24. Bråtveit M, Magerøy N, Gundersen H, Vahter M, Moen BE. Biomarker of chronic cadmium exposure in a population residing in the vicinity of a zinc producing plant. *The Science of the total environment* 2011; 409(20):4222–8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.07.008.
25. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Cadmium; 2012. Verfügbar unter: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf> [Stand: 08.02.2022].
26. Järup L, Akesson A. Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicol Appl Pharmacol* 2009; 238(3):201–8. doi: 10.1016/j.taap.2009.04.020.
27. Umweltbundesamt. Stoffmonographie Cadmium: Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte. Bundesgesundhbl.; 1998. (Bd. 41). Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/cdmono.pdf> [Stand: 08.02.2022].
28. MAK Kommission. Cadmium und seine anorganischen Verbindungen; 2004.
29. IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Arsenic, Metals, Fibres and Dust: A review of human carcinogens. Lyon; 2012. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb744043verdo039> [Stand: 08.02.2022].
30. Ciesielski T, Weuve J, Bellinger DC, Schwartz J, Lanphear B, Wright RO. Cadmium exposure and neurodevelopmental outcomes in U.S. children. *Environmental Health Perspectives* 2012; 120(5):758–63. doi: 10.1289/ehp.1104152.
31. Rodríguez-Barranco M, Lacasaña M, Aguilar-Garduño C, Alguacil J, Gil F, González-Alzaga B et al. Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the total environment* 2013; 454-455:562–77. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.03.047.
32. Lee M-J, Chou M-C, Chou W-J, Huang C-W, Kuo H-C, Lee S-Y et al. Heavy Metals' Effect on Susceptibility to Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Implication of Lead, Cadmium, and Antimony. *International journal of environmental research and public health* 2018; 15(6). doi: 10.3390/ijerph15061221.
33. National Center for Health Statistics. 2017_MEC_Laboratory_Procedures_Manual [Stand: 13.03.2022]. Verfügbar

unter: https://wwwn.cdc.gov/nchs/data/nhanes/2017-2018/manuals/2017_MEC_Laboratory_Procedures_Manual.pdf.

34. Agricultural Extension Service. Finger Stick Method for Blood Lead Screening: Tennessee Department of Health; 2020 [Stand: 14.03.2022]. Verfügbar unter: <https://www.presentica.com/doc/10413807/finger-stick-method-for-blood-lead-screening-finger-stick-method>.
35. Robert Koch-Institut. Fragebogen zur Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“ GEDA 2014/2015-EHIS: RKI-Bib1 (Robert Koch-Institut); 2017.
36. Robert Koch-Institut. Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Eltern 7-10. Berlin; 2003.
37. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. Gesundheits-Monitoring-Einheiten: Kindergesundheit in Bayern 2016/2017 [Elternfragebogen bei der Schuleingangsuntersuchung für das Schuljahr 2017/18]; 2016/2017.
38. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2012; 7(4):284–94. doi: 10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x.
39. Lampert T, Hoebel J, Kuntz B, Mütters S, Kroll LE. Messung des sozioökonomischen Status und des subjektiven sozialen Status in KiGGS Welle 2. *Journal of Health Monitoring* 2018; 3:114–33. doi: 10.17886/RKI-GBE-2018-016.
40. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV): in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die durch die Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343) geändert worden ist. [Stand: 12.05.2022]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/TrinkwV.pdf.
41. Schipf S, Schöne G, Schmidt B, Günther K, Stübs G, Greiser KH et al. Die Basiserhebung der NAKO Gesundheitsstudie: Teilnahme an den Untersuchungsmodulen, Qualitätssicherung und Nutzung von Sekundärdaten. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2020; 63(3):254–66. doi: 10.1007/s00103-020-03093-z.
42. Christensen AI, Lau CJ, Kristensen PL, Johnsen SB, Wingstrand A, Friis K et al. The Danish National Health Survey: Study design, response rate and respondent characteristics in 2010, 2013 and 2017. *Scand J Public Health* 2022; 50(2):180–8. doi: 10.1177/1403494820966534.
43. Winkler V, Leitzmann M, Obi N, Ahrens W, Edinger T, Giani G et al. Response in individuals with and without foreign background and application to the National Cohort in Germany: Which factors have an effect? *Int J Public Health* 2014; 59(3):555–63. doi: 10.1007/s00038-013-0539-1.
44. Demmeler M. Schießsport und innere Bleibelastung; 2009. Verfügbar unter: https://www.swissshooting.ch/media/17412/demmeler_matthias.pdf [Stand: 17.02.2022].

45. Umweltbundesamt. Aktualisierung der Referenzwerte für Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut und im Urin von Erwachsenen. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2003; 46(12):1112–3. doi: 10.1007/s00103-003-0730-2.
46. Zeng SM, Yankowitz J, Widness JA, Strauss RG. Etiology of differences in hematocrit between males and females: Sequence-based polymorphisms in erythropoietin and its receptor. J Gend Specif Med 2001; 4(1):35–40.

9 Anhang

9.1 Bivariate Analysen der Bleiblutwerte

9.1.1 Kinder

9.1.1.1 Graphische Darstellung der in Tabelle 5-6 dargestellten bivariaten Befunde

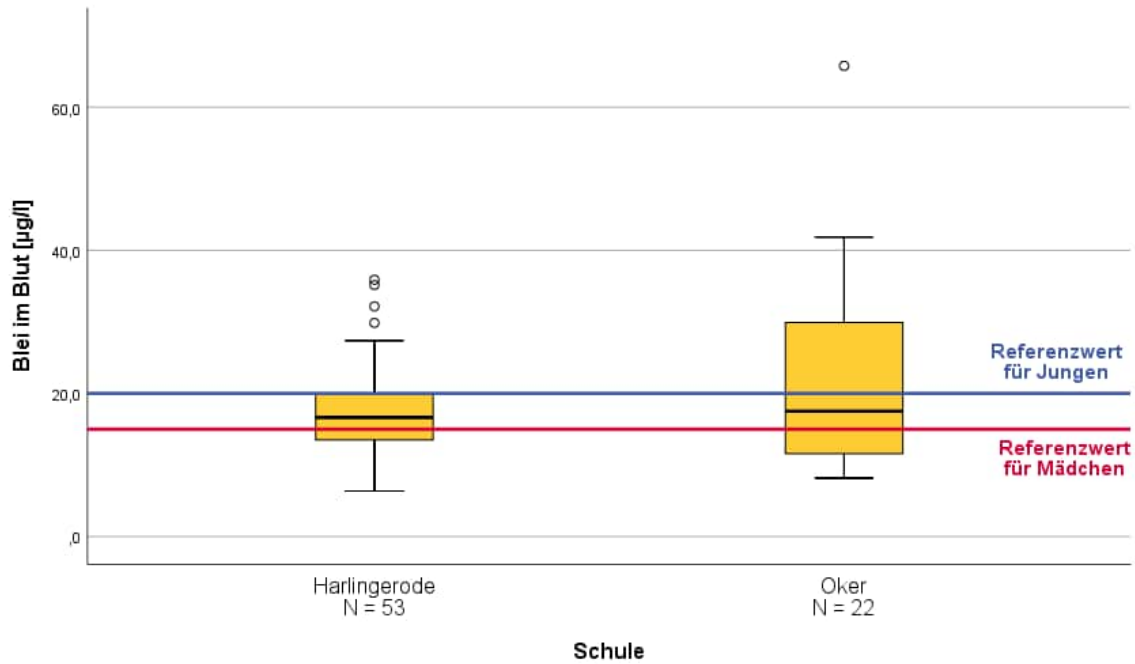


Abbildung 9-1: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach der besuchten Grundschule der Kinder

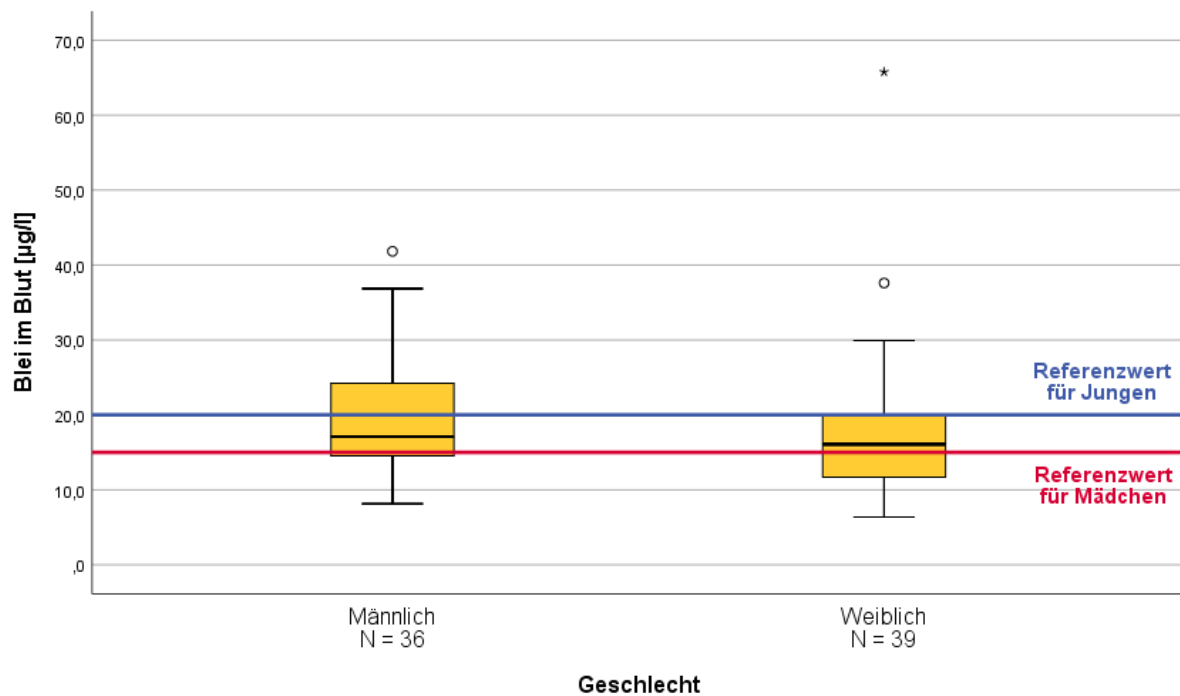


Abbildung 9-2: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach Geschlecht der Kinder

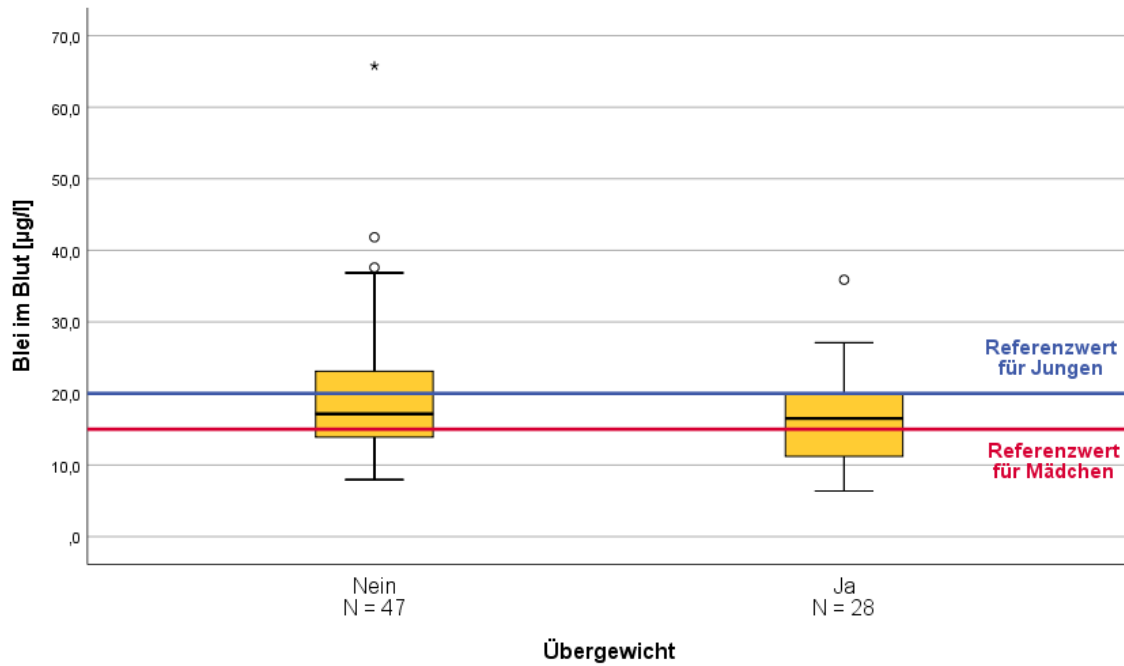


Abbildung 9-3: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach Übergewicht (ja/nein) der Kinder

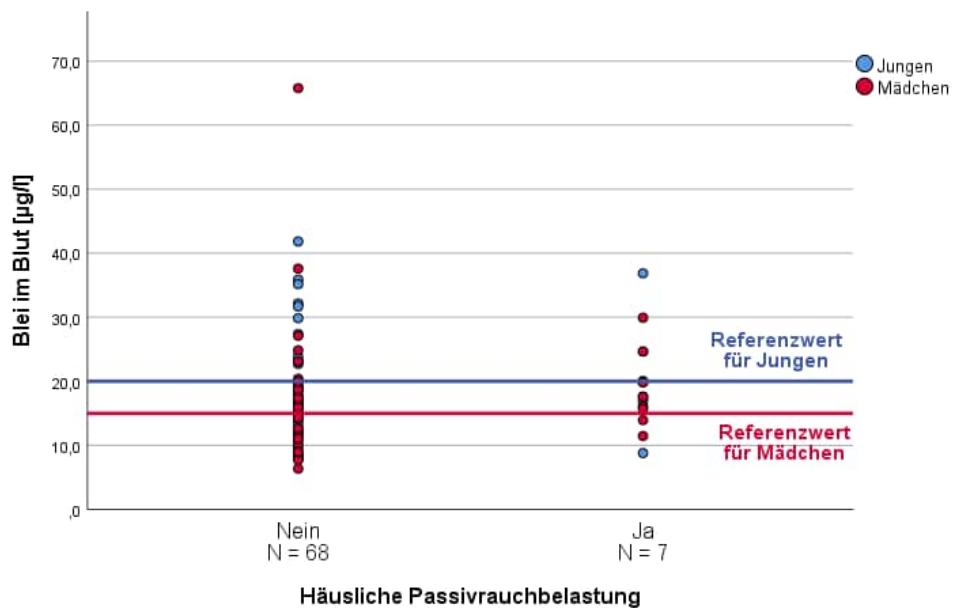


Abbildung 9-4: Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach häuslicher Passivrauchbelastung der Kinder. In diesem Plot sind die Einzelbefunde eingetragen, da aufgrund der geringen Anzahl von Kindern mit häuslicher Passivrauchbelastung die Darstellung eines Box-Whisker-Plots nicht sinnvoll ist.

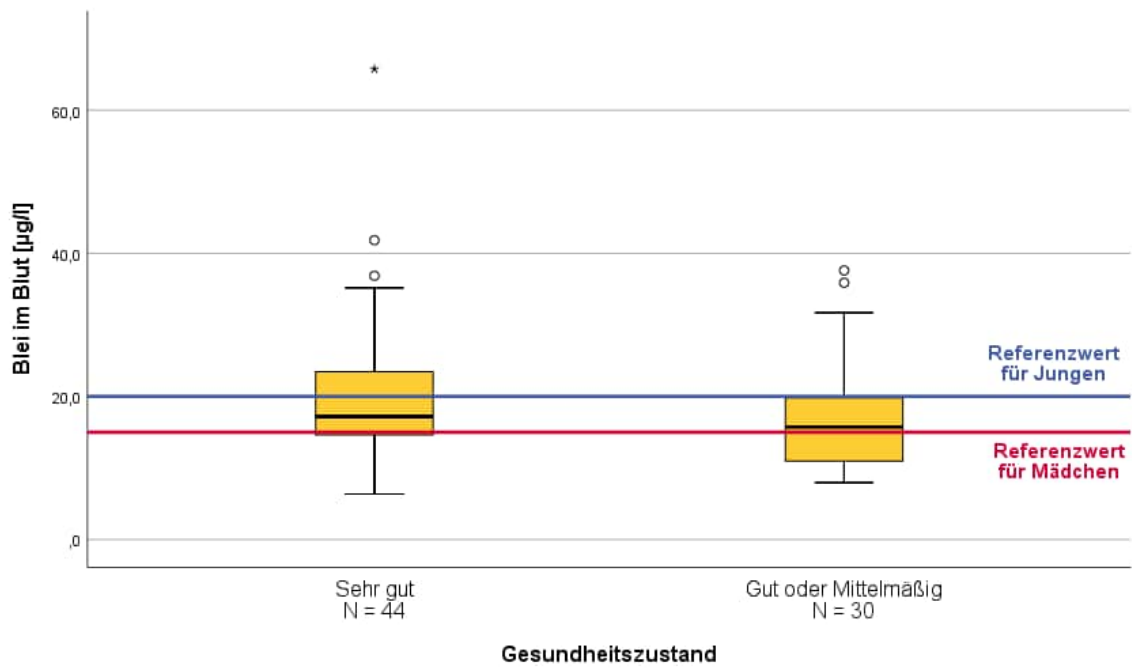


Abbildung 9-5: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach selbstberichtetem Gesundheitszustand der Kinder

9.1.1.2 *Sensitivitätsanalysen: Ausschluss koagulierter Proben und Proben ohne Doppelbestimmung*

Tabelle 9-1: Bleibutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Kinder nach möglichen Risikofaktoren ohne koagulierte Proben und Proben ohne Doppelbestimmung

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Schule (p = 0,89)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 46 | 0 | 8,6 | 16,5 | 24,7 | 29,0 | . | 35,9 | 16,8 | 15,7 |
| Oker | 17 | 0 | 8,8 | 16,9 | 38,5 | . | . | 65,8 | 19,5 | 16,7 |
| Alter (p = 0,21)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 34 | 0 | 8,9 | 17,0 | 28,6 | 40,2 | . | 65,8 | 18,8 | 17,1 |
| 9-10 Jahre | 29 | 0 | 8,0 | 15,8 | 23,8 | 32,9 | . | 35,9 | 16,0 | 14,8 |
| Geschlecht (p = 0,33)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 33 | 0 | 8,4 | 15,9 | 24,1 | 40,7 | . | 65,8 | 17,0 | 15,3 |
| Männlich | 30 | 0 | 8,8 | 17,0 | 29,6 | 33,6 | . | 35,9 | 18,0 | 16,7 |
| Übergewicht (p = 0,26)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 39 | 0 | 9,0 | 16,9 | 29,9 | 31,7 | . | 65,8 | 18,5 | 16,9 |
| Ja | 24 | 0 | 7,9 | 16,0 | 24,3 | 33,1 | . | 35,9 | 15,8 | 14,5 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 1,00)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 57 | 0 | 8,8 | 16,6 | 25,3 | 32,1 | 61,0 | 65,8 | 17,5 | 16,0 |
| Ja | 6 | 0 | 8,8 | 16,6 | . | . | . | 29,9 | 17,2 | 16,0 |
| Gesundheitszustand (p = 0,44)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 36 | 0 | 8,9 | 16,8 | 25,6 | 35,2 | . | 65,8 | 18,0 | 16,4 |
| Gut oder Mittelmäßig | 26 | 0 | 8,2 | 15,7 | 30,5 | 34,4 | . | 35,9 | 16,6 | 15,2 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,3 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test

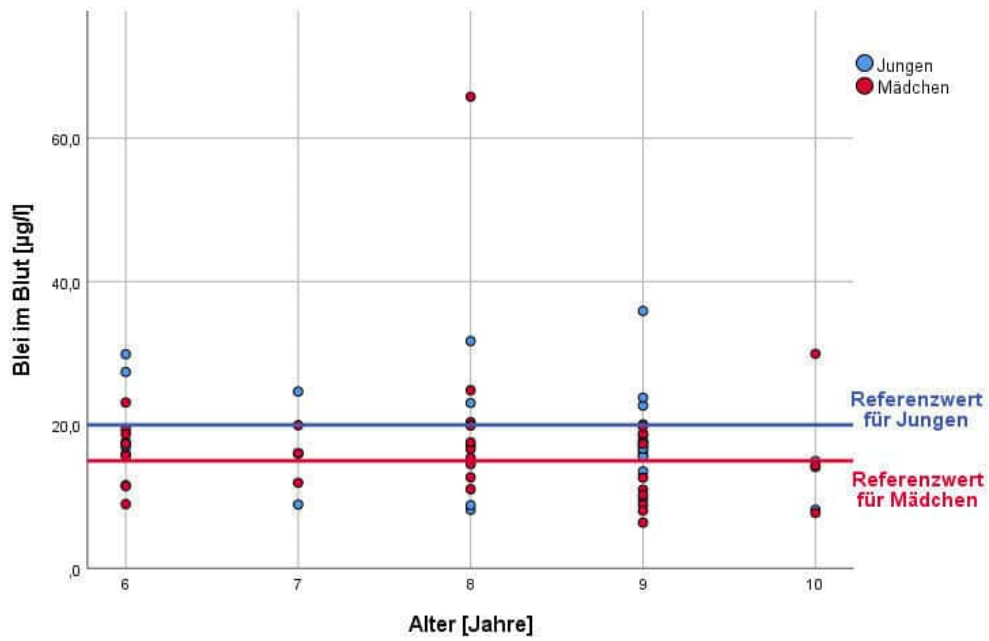


Abbildung 9-6: Scatterplot zwischen Alter der Kinder und Bleiblutwerten differenziert nach Geschlecht nach Ausschluss koagulierter Proben und Proben ohne Doppelbestimmung (N = 63; rSpearman = (-0,18); pSpearman = 0,17)

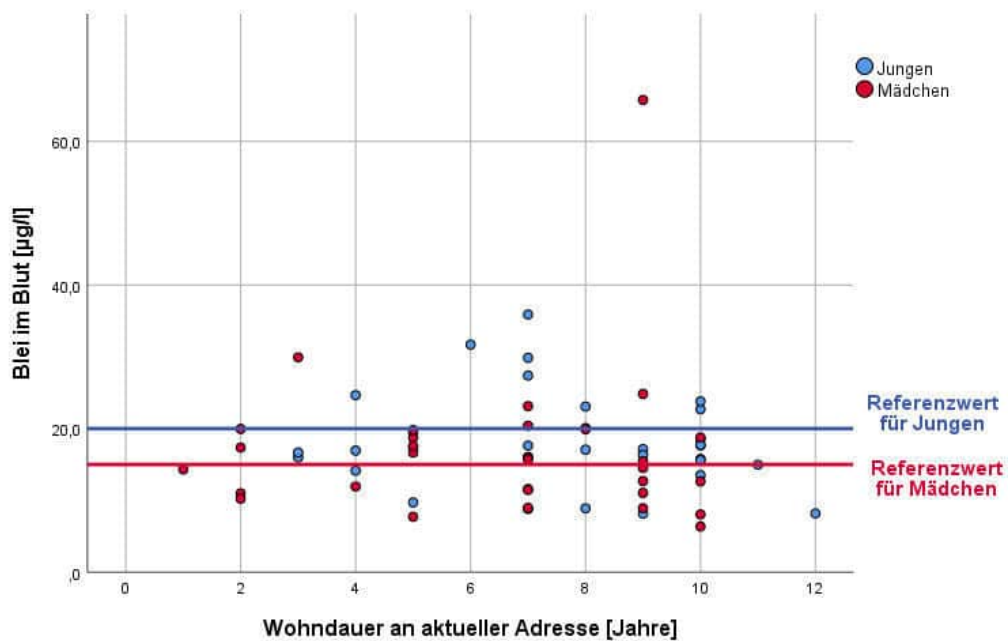


Abbildung 9-7: Scatterplot zwischen Wohndauer an aktueller Adresse der Kinder und Bleiblutwerten differenziert nach Geschlecht nach Ausschluss koagulierter Proben und Proben ohne Doppelbestimmung (N = 63; rSpearman = (-0,10); pSpearman = 0,44)

9.1.1.3 Sensitivitätsanalysen: Einschluss von nur einem Kind pro Haushalt

Tabelle 9-2: Bleibblutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Kinder nach möglichen Risikofaktoren mit einem Kind pro Familie

| | N | N < LO Q | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Schule (p = 0,56)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 48 | 0 | 8,1 | 16,0 | 27,6 | 33,8 | . | 35,9 | 17,2 | 15,9 |
| Oker | 19 | 0 | 8,9 | 16,9 | 41,8 | . | . | 65,8 | 21,8 | 18,2 |
| Alter (p = 0,16)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 33 | 0 | 8,9 | 17,1 | 36,2 | 49,0 | . | 65,8 | 20,7 | 18,5 |
| 9-10 Jahre | 34 | 0 | 8,0 | 15,7 | 28,5 | 36,3 | . | 37,6 | 16,8 | 15,4 |
| Geschlecht (p = 0,18)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 34 | 0 | 8,0 | 15,6 | 28,5 | 44,6 | . | 65,8 | 17,5 | 15,4 |
| Männlich | 33 | 0 | 8,8 | 17,1 | 35,6 | 38,3 | . | 41,8 | 19,6 | 17,8 |
| Übergewicht (p = 0,35)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 41 | 0 | 8,9 | 16,1 | 36,5 | 41,4 | . | 65,8 | 19,9 | 17,5 |
| Ja | 26 | 0 | 7,9 | 16,0 | 25,5 | 32,8 | . | 35,9 | 16,5 | 15,1 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,53)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 61 | 0 | 8,3 | 16,3 | 34,6 | 37,5 | 60,0 | 65,8 | 18,8 | 16,7 |
| Ja | 6 | 0 | 8,8 | 14,8 | . | . | . | 29,9 | 16,2 | 15,0 |
| Gesundheitszustand (p = 0,14)^b | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 39 | 0 | 8,9 | 16,9 | 35,2 | 41,8 | . | 65,8 | 19,9 | 17,7 |
| Gut oder Mittelmäßig | 27 | 0 | 8,1 | 14,5 | 31,1 | 36,9 | . | 37,6 | 16,4 | 14,8 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,3 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^aTest auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test

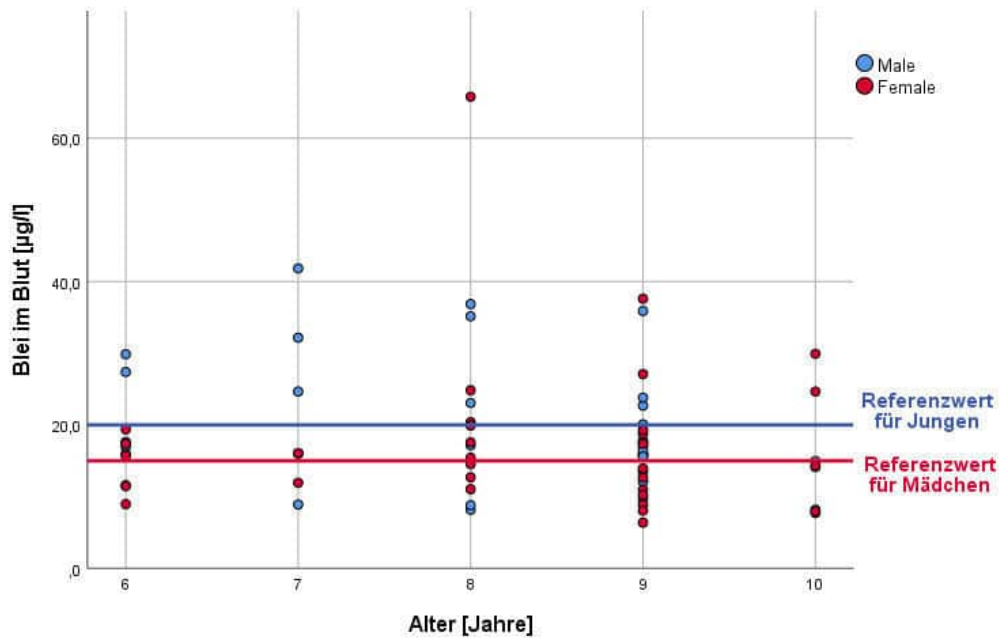


Abbildung 9-8: Scatterplot zwischen Alter der Kinder und Bleiblutwerten differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 67; $r_{\text{Spearman}} = (-0,17)$; $p_{\text{Spearman}} = 0,17$)

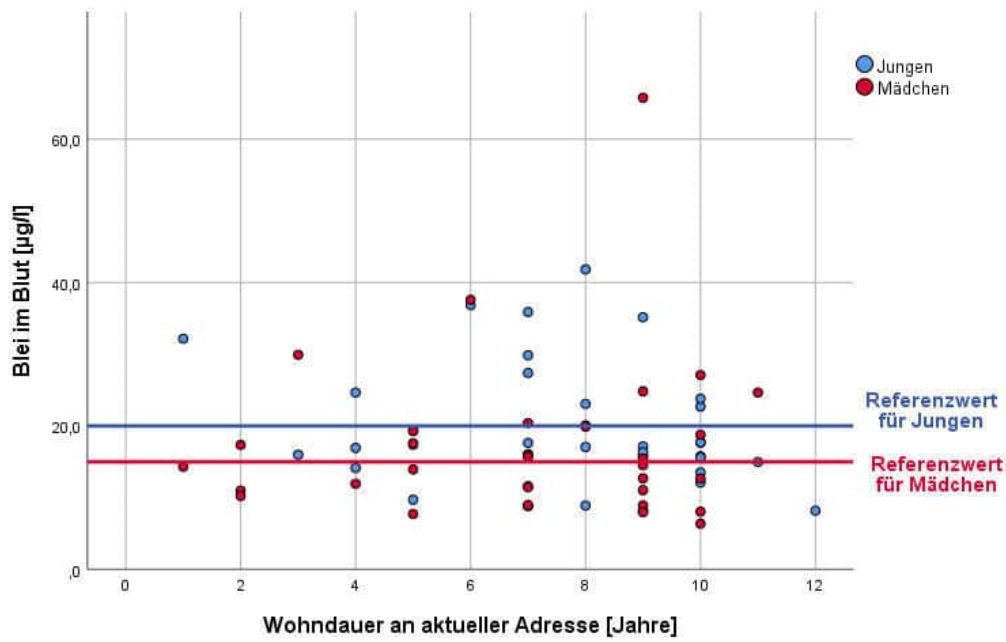


Abbildung 9-9: Scatterplot zwischen Wohndauer an aktueller Adresse und Bleiblutwerten der Kinder differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 67; $r = (-0,08)$; $p_{\text{Spearman}} = 0,52$)

9.1.2 Erwachsene

9.1.2.1 Graphische Darstellung der in Tabelle 5-7 dargestellten bivariaten Befunde

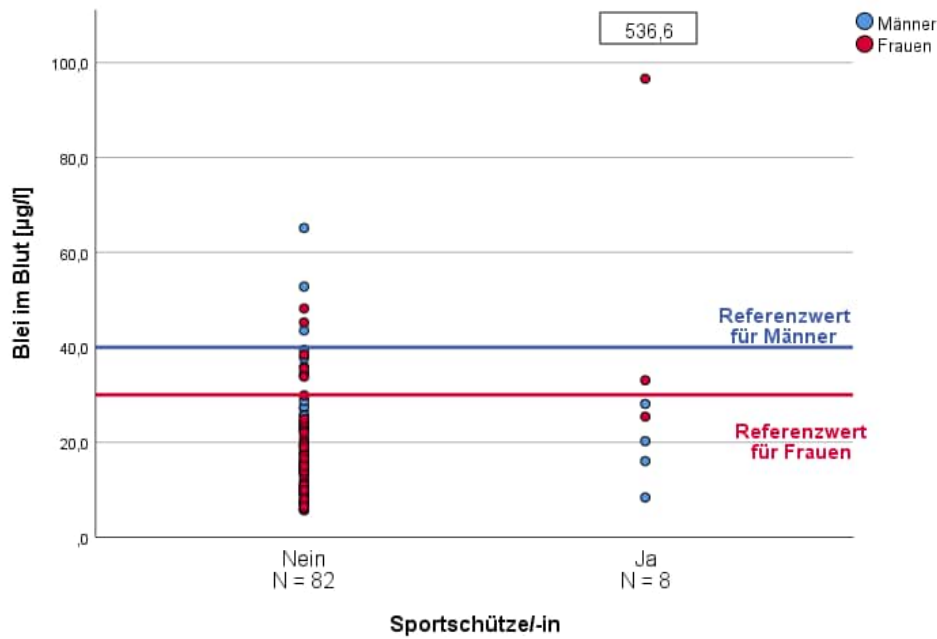


Abbildung 9-10: Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach Sportschützenaktivität der Erwachsenen. In diesem Plot sind die Einzelbefunde eingetragen, da aufgrund der geringen Anzahl von Sportschütz*Innen die Darstellung eines Box-Whisker-Plots nicht sinnvoll ist.

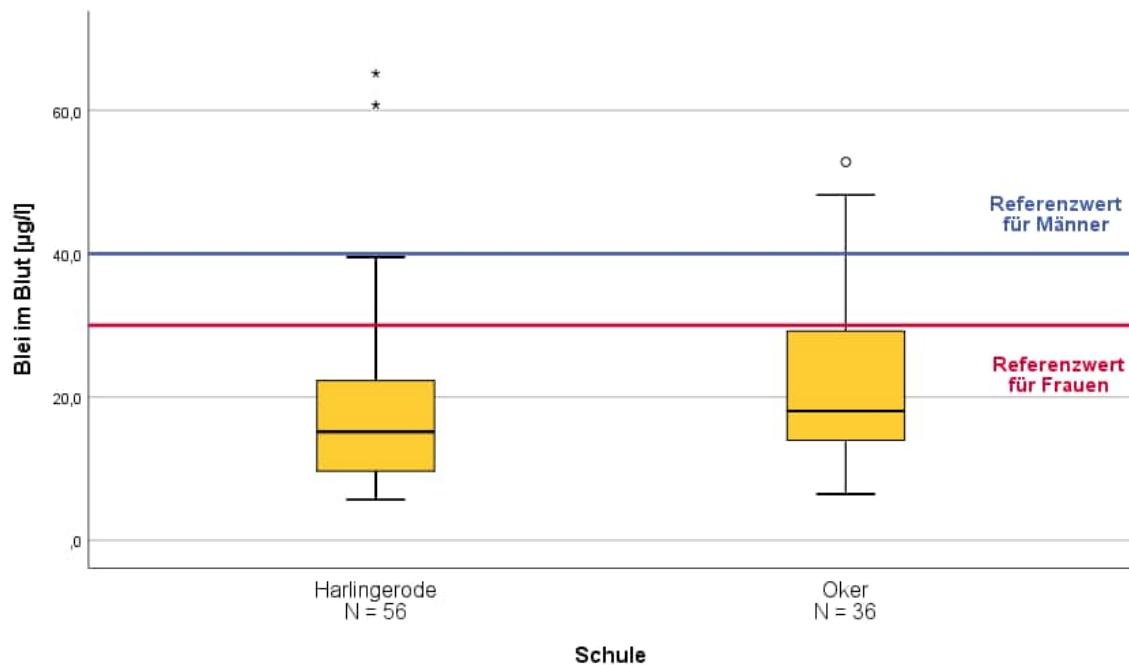


Abbildung 9-11: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach besuchter Schule der Kinder für ihre Erziehenden. Sportschütz*Innen wurden von den weiteren Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

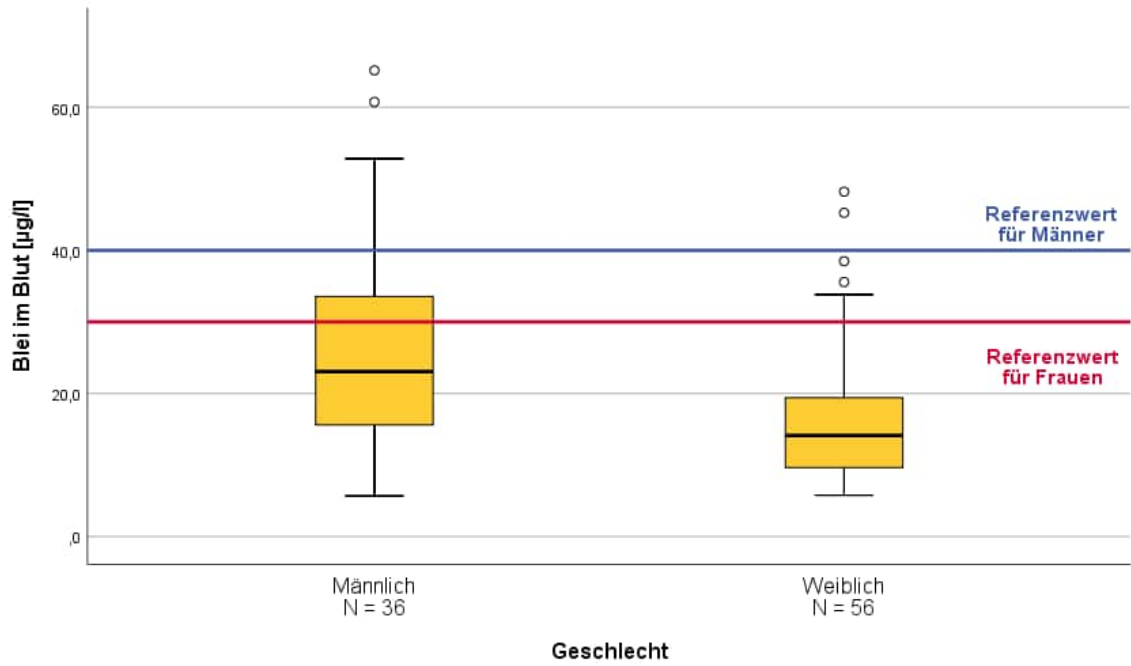


Abbildung 9-12: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach Geschlecht der Erwachsenen. Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

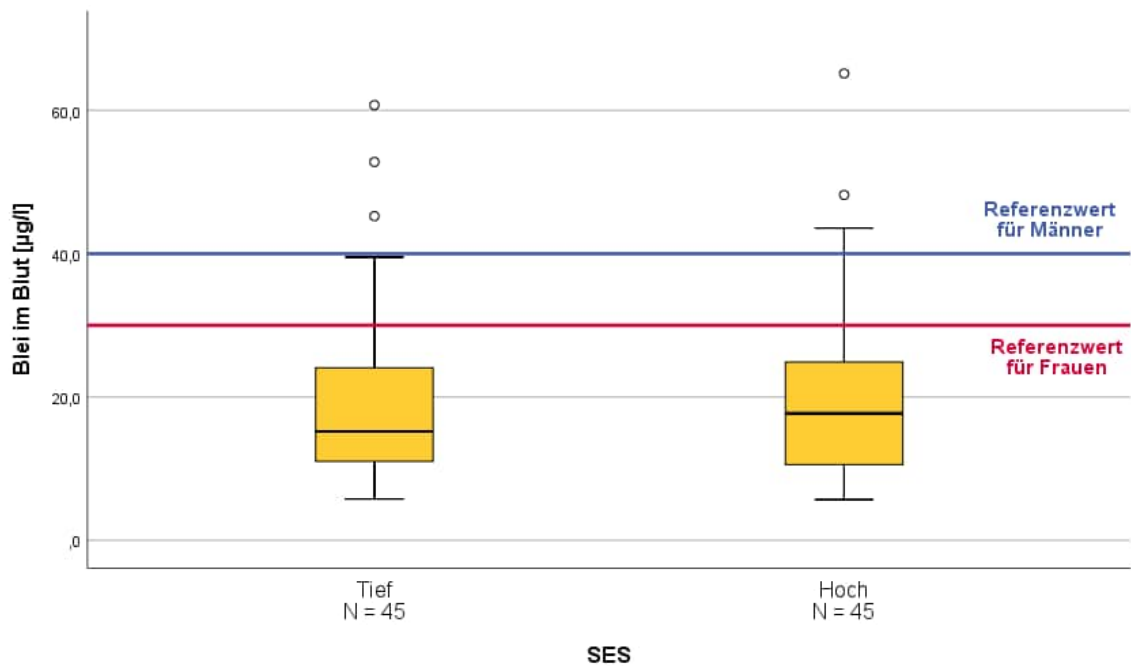


Abbildung 9-13: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach sozioökonomischem Status der Erwachsenen. Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

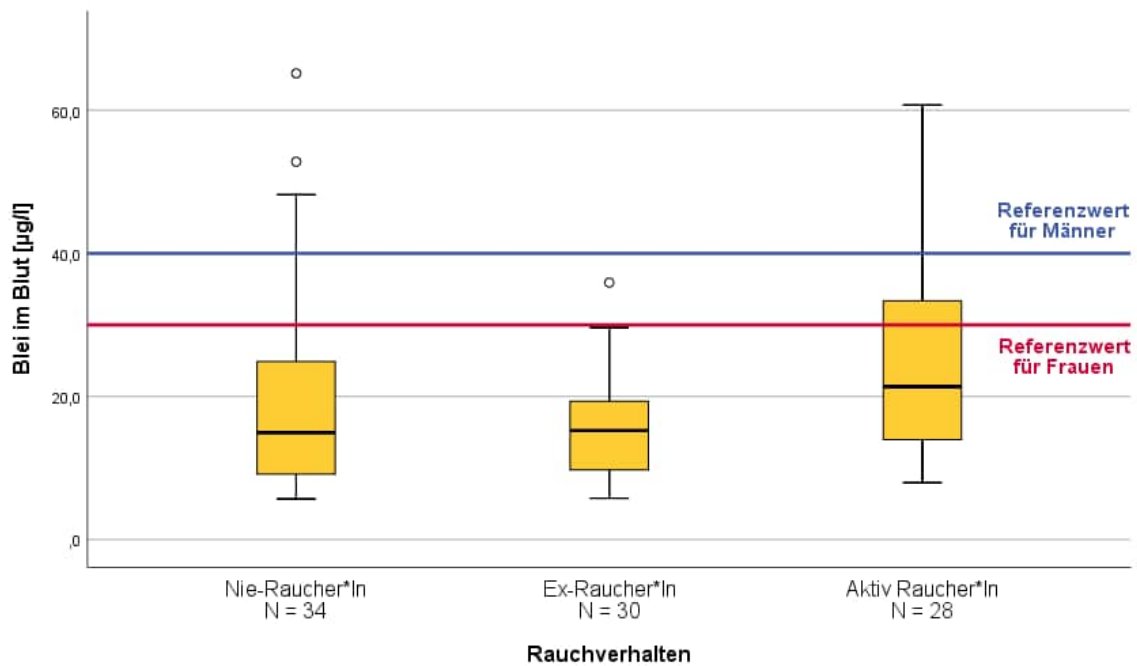


Abbildung 9-14: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach Rauchstatus der Erwachsenen. Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

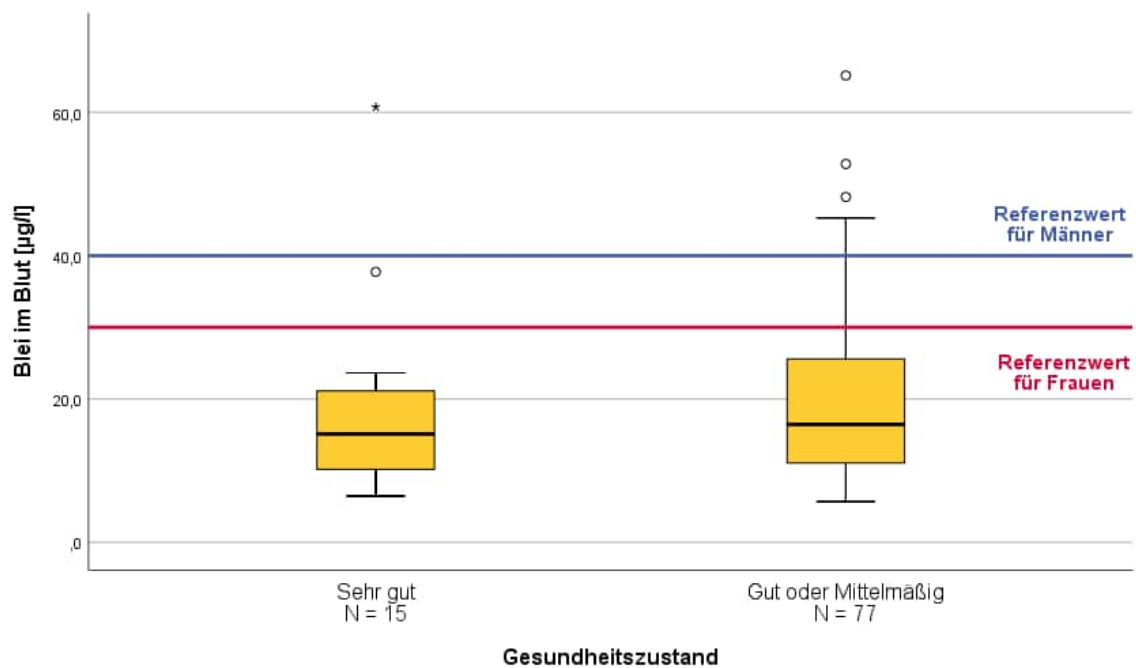


Abbildung 9-15: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Bleikonzentration im Blut nach selbst eingeschätztem Gesundheitszustand der Erwachsenen. Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

9.1.2.2 Sensitivitätsanalysen: Ausschluss koagulierter Proben und Proben ohne Doppelbestimmung

Tabelle 9-3: Bleibutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Erwachsenen nach möglichen Risikofaktoren ohne koagulierte Proben und Proben ohne Doppelbestimmung. Sportschütz*Innen wurden von den weiteren Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützenport beibehalten.

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|---|----|---------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Sportschütz*In ($p = 0,29$)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 56 | 0 | 7,8 | 17,4 | 35,7 | 38,6 | 44,4 | 45,3 | 19,2 | 16,9 |
| Ja | 6 | 0 | 8,4 | 22,8 | . | . | . | 536,6 | 105,8 | 31,8 |
| Schule ($p = 0,55$)^a | | | | | | | | | | |
| Harlinger-ode | 40 | 0 | 7,5 | 17,8 | 34,2 | 39,3 | . | 60,7 | 19,5 | 16,9 |
| Oker | 25 | 0 | 9,0 | 16,5 | 38,0 | 43,2 | . | 45,3 | 20,4 | 17,9 |
| Altersgruppen ($p = 0,996$)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 Jahre | 20 | 0 | 9,7 | 18,6 | 38,3 | 59,7 | . | 60,7 | 19,9 | 17,3 |
| 39-42 Jahre | 24 | 0 | 7,0 | 17,7 | 34,0 | 36,9 | . | 37,7 | 19,1 | 17,0 |
| > 42 Jahre | 21 | 0 | 8,1 | 16,5 | 38,0 | 44,6 | . | 45,3 | 20,6 | 17,7 |
| Geschlecht ($p < 0,001$)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 39 | 0 | 7,4 | 14,6 | 33,8 | 38,5 | . | 45,3 | 16,3 | 14,3 |
| Männlich | 26 | 0 | 13,1 | 23,1 | 38,3 | 53,3 | . | 60,7 | 25,2 | 22,9 |
| SES ($p = 0,49$)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 31 | 0 | 6,9 | 17,9 | 39,3 | 51,4 | . | 60,7 | 21,8 | 18,2 |
| Hoch | 32 | 0 | 9,6 | 17,7 | 31,3 | 35,4 | . | 37,7 | 18,3 | 16,8 |
| Rauchverhalten ($p = 0,04$)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 22 | 0 | 7,7 | 14,9 | 37,6 | 44,2 | . | 45,3 | 19,0 | 16,7 |
| Ex-Raucher*In | 24 | 0 | 6,9 | 15,7 | 28,5 | 34,3 | . | 35,9 | 16,3 | 14,6 |
| Aktiv-Raucher*In | 19 | 0 | 11,0 | 22,9 | 39,5 | . | . | 60,7 | 25,2 | 22,3 |
| Gesundheitszustand ($p = 0,81$)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 53 | 0 | 8,6 | 17,7 | 35,0 | 38,8 | 44,8 | 45,3 | 19,6 | 17,4 |
| Sehr gut | 12 | 0 | 7,1 | 16,9 | 53,8 | . | . | 60,7 | 20,7 | 17,0 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,33 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;

SES = sozioökonomischer Status; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test, ^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA

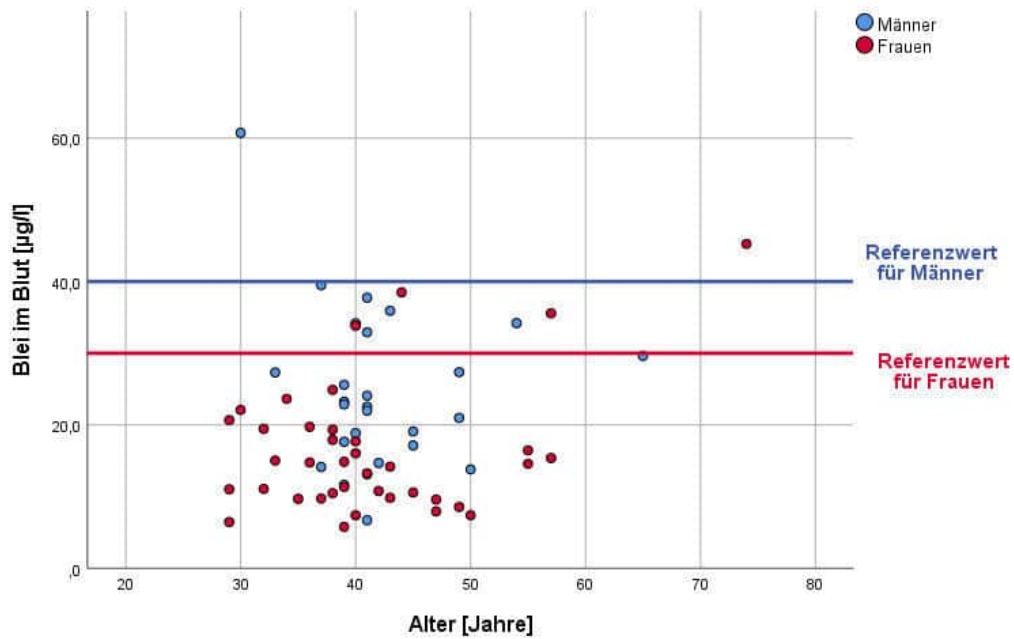


Abbildung 9-16: Scatterplot zwischen Alter und Bleiblutwerten der Erwachsenen differenziert nach Geschlecht nach Ausschluss von koagulierten Proben und Proben ohne Doppelbestimmung (N = 65; $r_{\text{Spearman}} = 0,05$; $p_{\text{Spearman}} = 0,71$). Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

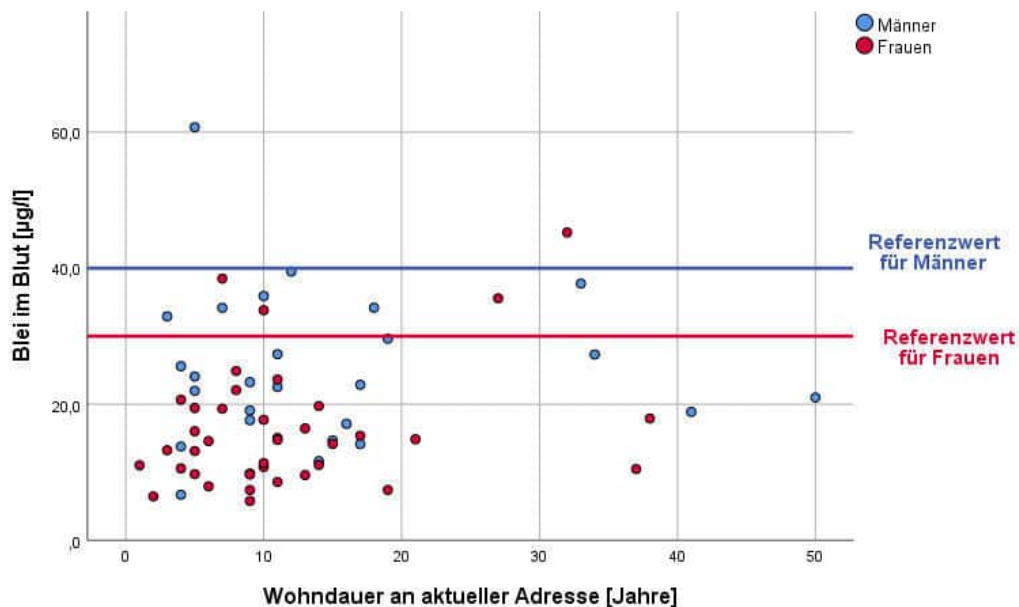


Abbildung 9-17: Scatterplot zwischen Wohndauer an aktueller Adresse der Erwachsenen und Bleiblutwerten differenziert nach Geschlecht nach Ausschluss von koagulierten Proben und Proben ohne Doppelbestimmung (N = 65; $r = 0,17$; $p_{\text{Spearman}} = 0,17$). Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

9.1.2.3 Sensitivitätsanalysen: Einschluss von nur einem Erziehenden pro Haushalt

Tabelle 9-4: Bleibblutwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Erwachsenen nach möglichen Risikofaktoren mit nur einem Erziehenden pro Familie. Sportschütz*Innen wurden von den weiteren Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|---|----|---------|------|------|------|------|-----|-------|-------|------|
| Sportschütz*In ($p = 0,01$)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 48 | 0 | 7,3 | 15,1 | 35,6 | 50,7 | . | 65,1 | 18,5 | 15,5 |
| Ja | 6 | 0 | 16,0 | 26,7 | . | . | . | 536,6 | 120,5 | 47,8 |
| Schule ($p = 0,13$)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 32 | 0 | 6,5 | 14,5 | 33,8 | 46,1 | . | 65,1 | 16,9 | 14,0 |
| Oker | 23 | 0 | 9,7 | 15,4 | 43,1 | 51,9 | . | 52,8 | 20,6 | 18,0 |
| Altersgruppen ($p = 0,83$)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 | 18 | 0 | 7,2 | 14,9 | 29,9 | . | . | 52,8 | 17,0 | 14,6 |
| 39-42 | 19 | 0 | 6,4 | 16,0 | 32,9 | . | . | 65,1 | 18,6 | 15,5 |
| > 42 | 18 | 0 | 7,3 | 15,0 | 37,1 | . | . | 48,2 | 19,9 | 16,6 |
| Geschlecht ($p = 0,01$)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 37 | 0 | 7,4 | 14,1 | 25,6 | 36,8 | . | 48,2 | 15,2 | 13,5 |
| Männlich | 18 | 0 | 6,6 | 24,2 | 54,0 | . | . | 65,1 | 25,2 | 20,6 |
| SES ($p = 0,90$)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 25 | 0 | 6,6 | 15,0 | 35,7 | 47,7 | . | 52,8 | 18,4 | 15,4 |
| Hoch | 29 | 0 | 7,4 | 15,4 | 32,9 | 56,7 | . | 65,1 | 18,8 | 15,8 |
| Rauchverhalten ($p = 0,37$)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 21 | 0 | 6,5 | 13,1 | 51,9 | 63,9 | . | 65,1 | 19,5 | 14,5 |
| Ex-Raucher*In | 18 | 0 | 7,7 | 16,0 | 30,3 | . | . | 35,9 | 16,9 | 15,2 |
| Aktiv-Raucher*In | 16 | 0 | 10,6 | 17,0 | 33,3 | . | . | 34,2 | 18,9 | 17,5 |
| Gesundheitszustand ($p = 0,22$)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 47 | 0 | 6,7 | 15,4 | 35,6 | 51,0 | . | 65,1 | 19,4 | 16,1 |
| Sehr gut | 8 | 0 | 8,6 | 12,2 | . | . | . | 23,6 | 13,3 | 12,6 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,33 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; SES = sozioökonomischer Status; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test; ^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA

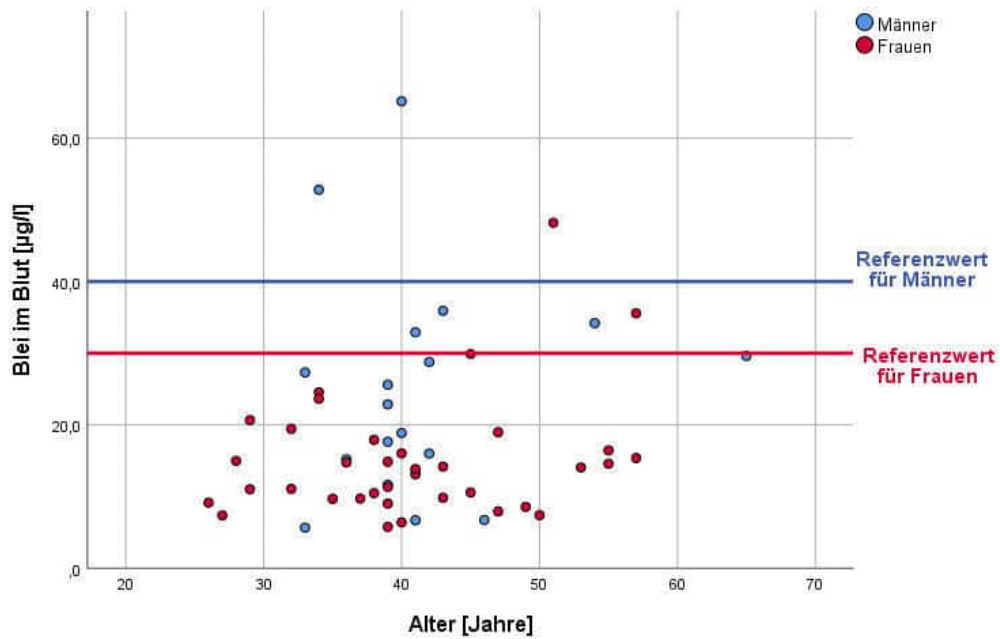


Abbildung 9-18: Scatterplot zwischen Alter und Bleiblutwerten von einem Erwachsenen pro Familie (N = 54; $r_{\text{Spearman}} = 0,15$; $p_{\text{Spearman}} = 0,29$). Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

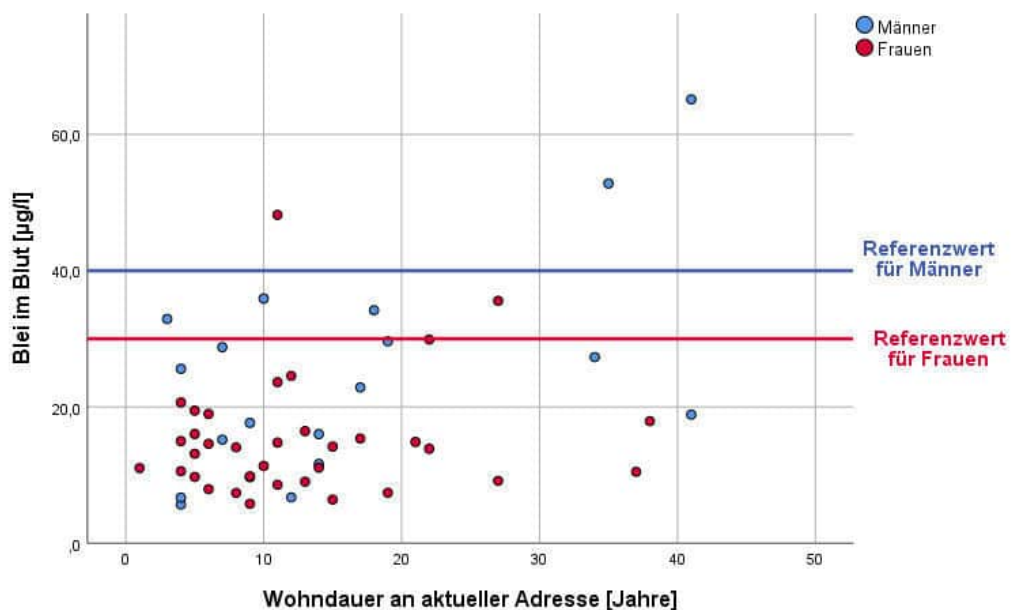


Abbildung 9-19: Scatterplot zwischen Wohndauer und Bleiblutwerten und Alter von einem Erwachsenen pro Familie (N = 55; $r_{\text{Spearman}} = 0,22$; $p_{\text{Spearman}} = 0,10$). Sportschütz*Innen wurden von den Analysen ausgeschlossen, Personen mit fehlenden Angaben zum Schützensport beibehalten.

9.2 Bivariate Analysen der Cadmiumurinwerte

9.2.1 Kinder

9.2.1.1 Graphische Darstellung der in Tabelle 5-8 dargestellten bivariaten Befunde

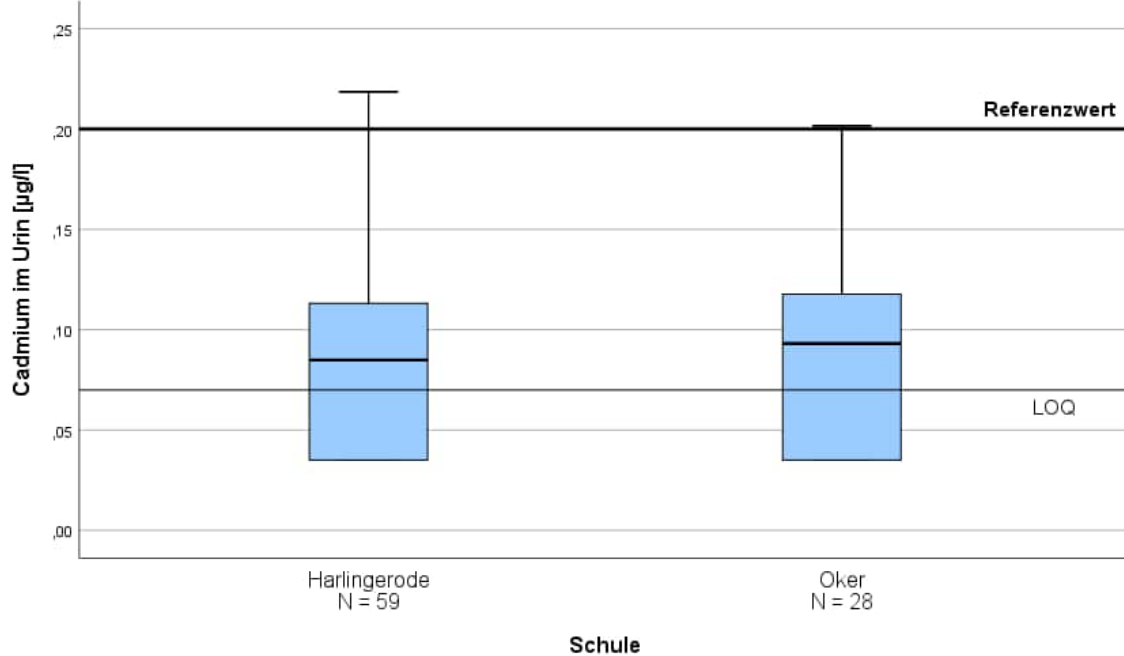


Abbildung 9-20: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach der besuchten Grundschule der Kinder. LOQ = Bestimmungsgrenze; diese Befunde wurden auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Durch die relativ hohe Zahl der Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze entsprechen der untere Whisker und die untere Begrenzung der Box der halben Bestimmungsgrenze.

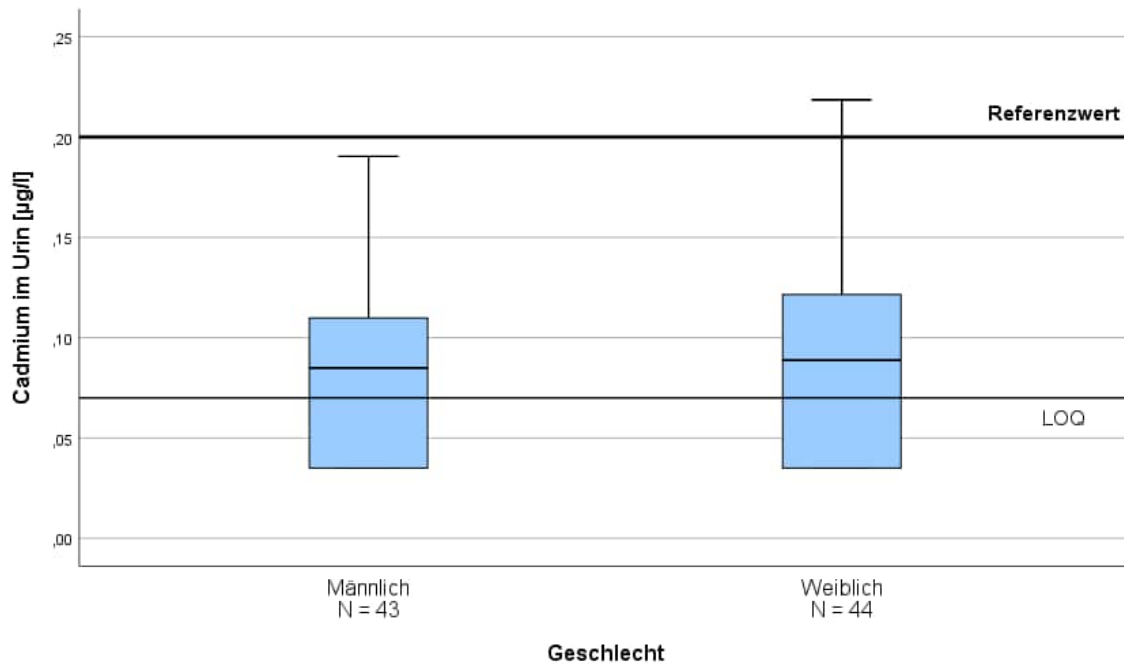


Abbildung 9-21: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach Geschlecht der Kinder. LOQ = Bestimmungsgrenze; diese Befunde wurden auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Durch die relativ hohe Zahl der Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze entsprechen der untere Whisker und die untere Begrenzung der Box der halben Bestimmungsgrenze.

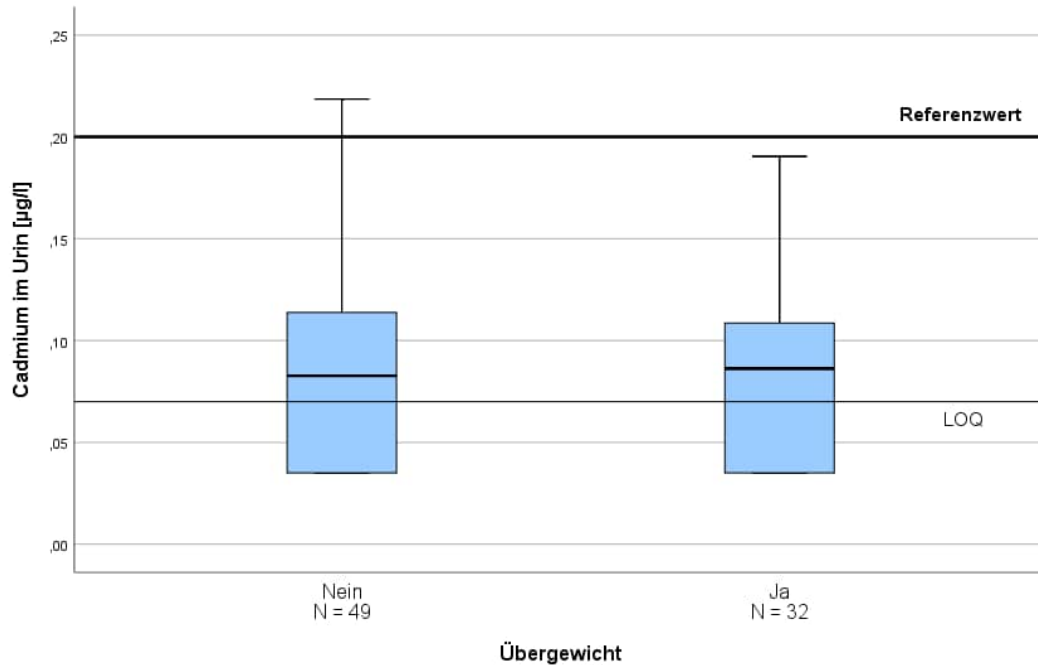


Abbildung 9-22: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach Übergewicht der Kinder. LOQ = Bestimmungsgrenze; diese Befunde wurden auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Durch die relativ hohe Zahl der Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze entsprechen der untere Whisker und die untere Begrenzung der Box der halben Bestimmungsgrenze.

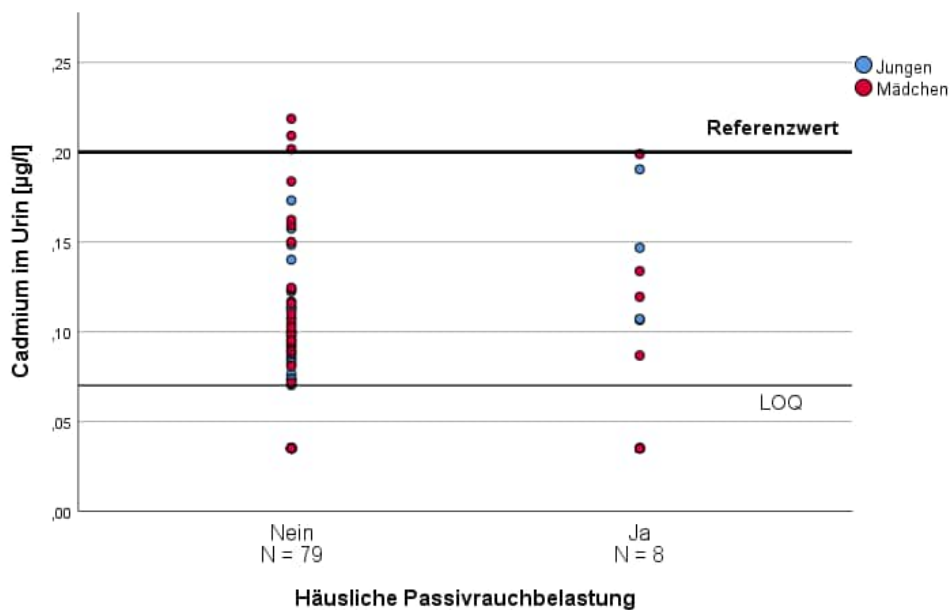


Abbildung 9-23: zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach häuslicher Passivrauchbelastung der Kinder. LOQ = Bestimmungsgrenze; diese Befunde wurden auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. In diesem Plot sind die Einzelbefunde eingetragen, da

aufgrund der geringen Anzahl von Kindern mit häuslicher Passivrauchbelastung die Darstellung eines Box-Whisker-Plots nicht sinnvoll ist.

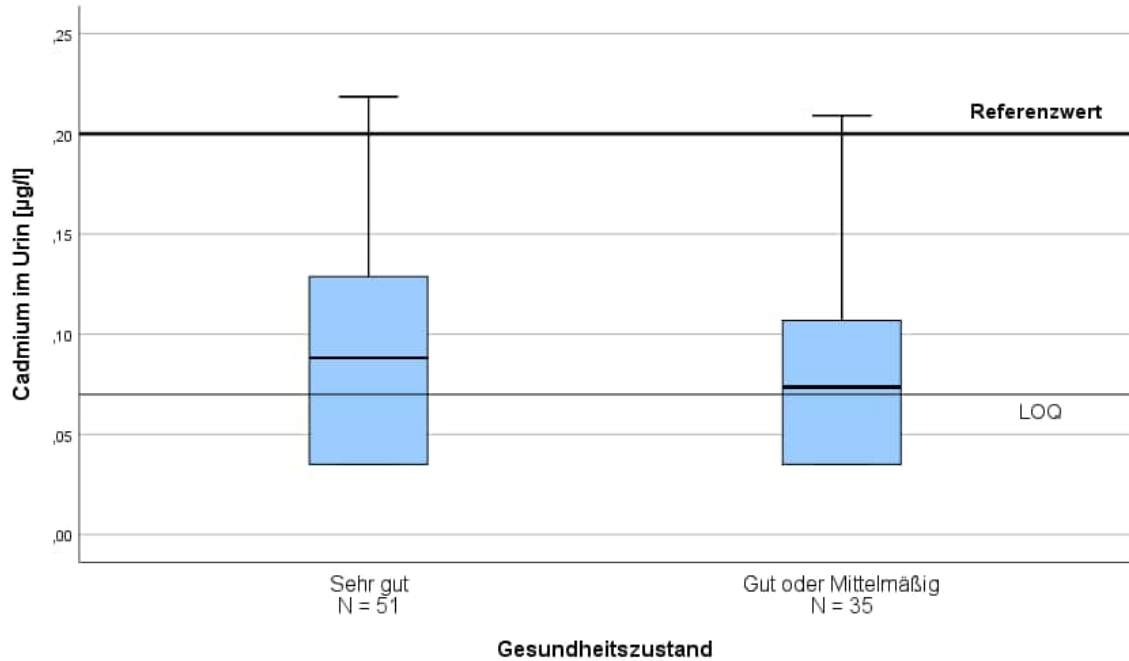


Abbildung 9-24: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach von den Erziehenden berichtetem Gesundheitszustand der Kinder. LOQ = Bestimmungsgrenze; diese Befunde wurden auf die halbe Bestimmungsgrenze gesetzt. Durch die relativ hohe Zahl der Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze entsprechen der untere Whisker und die untere Begrenzung der Box der halben Bestimmungsgrenze.

9.2.1.2 Sensitivitätsanalysen: kreatininbezogene Cadmiumwerte

Tabelle 9-5: Kreatininbezogene Cadmiumwerte ($\mu\text{gCd/gKrea}$) der teilnehmenden Kinder nach möglichen Risikofaktoren

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Schule (p = 0,69)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 59 | 22 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | 0,25 | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Oker | 25 | 6 | < LOQ | 0,07 | 0,15 | 0,19 | . | 0,19 | 0,08 | 0,08 |
| Alter (p = 0,72)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 42 | 17 | < LOQ | 0,09 | 0,19 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| 9-10 Jahre | 42 | 11 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,08 |
| Geschlecht (p = 0,78)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 43 | 17 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | . | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Männlich | 41 | 11 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,18 | . | 0,22 | 0,08 | 0,07 |
| Übergewicht (p = 0,80)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 48 | 18 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | . | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Ja | 30 | 10 | < LOQ | 0,07 | 0,12 | 0,18 | . | 0,22 | 0,08 | 0,07 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,07)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 77 | 22 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | 0,23 | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Ja | 7 | 6 | < LOQ | 0,05 | . | . | . | 0,09 | 0,05 | 0,05 |
| Gesundheitszustand (p = 0,06)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 48 | 12 | < LOQ | 0,07 | 0,14 | 0,19 | . | 0,22 | 0,09 | 0,08 |
| Gut oder Mittelmäßig | 35 | 16 | < LOQ | 0,07 | 0,10 | 0,15 | . | 0,25 | 0,07 | 0,06 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test

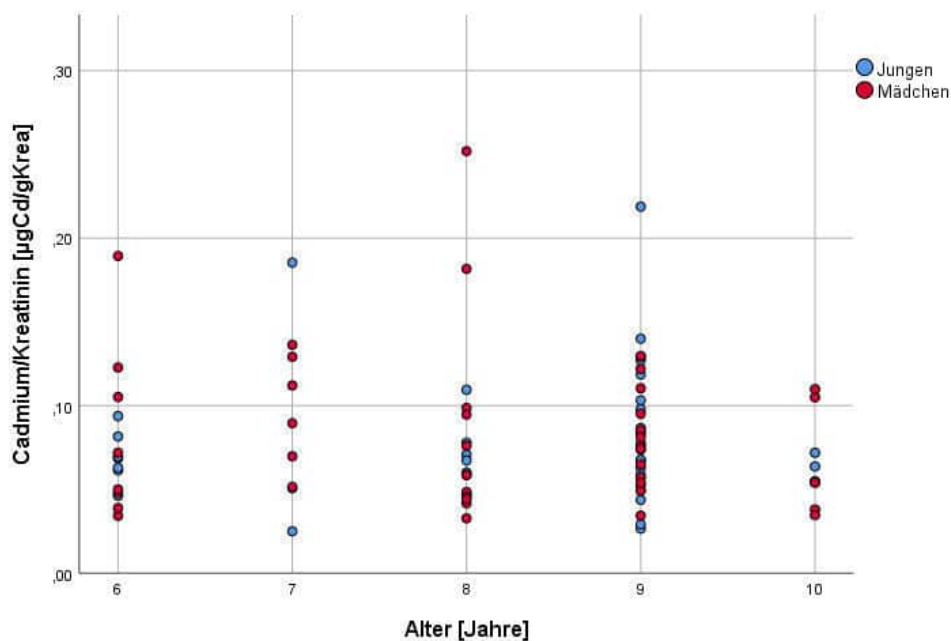


Abbildung 9-25: Scatterplot zwischen Alter der Kinder und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 84; rSpearman = (-0,01); pSpearman = 0,94)

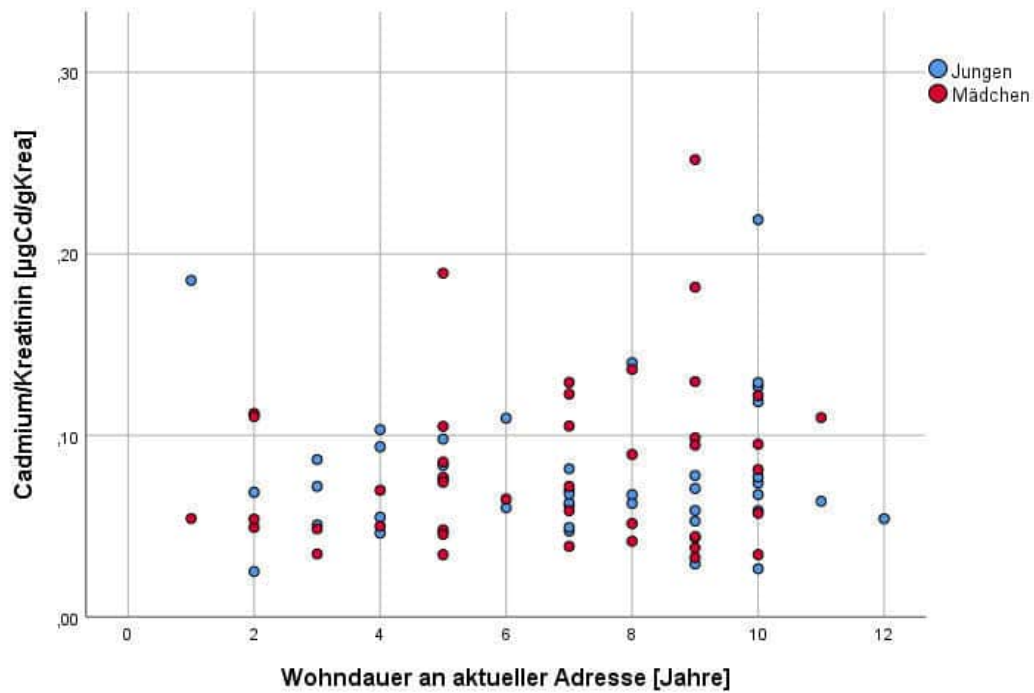


Abbildung 9-26: Scatterplot zwischen Wohndauer an der aktuellen Adresse der Kinder und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 84; rSpearman = 0,10; pSpearman = 0,37)

9.2.1.3 Sensitivitätsanalysen: Einschluss von nur einem Kind pro Haushalt

Tabelle 9-6: Volumenbezogene Cadmiumurinwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Kinder unter Einschluss von nur einem zufällig ausgewählten Kind pro Haushalt

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Schule (p = 0,99)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 54 | 20 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,21 | 0,09 | 0,07 |
| Oker | 25 | 9 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,19 | . | 0,20 | 0,08 | 0,07 |
| Alter (p = 0,56)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 40 | 19 | < LOQ | 0,09 | 0,19 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| 9-10 Jahre | 39 | 10 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,08 |
| Geschlecht (p = 0,98)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 39 | 16 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,20 | . | 0,21 | 0,09 | 0,07 |
| Männlich | 40 | 13 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,07 |
| Übergewicht (p = 0,92)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 43 | 18 | < LOQ | 0,08 | 0,17 | 0,20 | . | 0,21 | 0,08 | 0,07 |
| Ja | 30 | 11 | < LOQ | 0,09 | 0,14 | 0,17 | . | 0,19 | 0,08 | 0,07 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,18)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 72 | 23 | < LOQ | 0,09 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,21 | 0,09 | 0,08 |
| Ja | 7 | 6 | < LOQ | 0,04 | . | . | . | 0,13 | 0,06 | 0,05 |
| Gesundheitszustand (p = 0,24)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 46 | 14 | < LOQ | 0,09 | 0,17 | 0,20 | . | 0,20 | 0,09 | 0,08 |
| Gut oder Mittelmäßig | 32 | 15 | < LOQ | 0,08 | 0,12 | 0,18 | . | 0,21 | 0,08 | 0,06 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-

Test

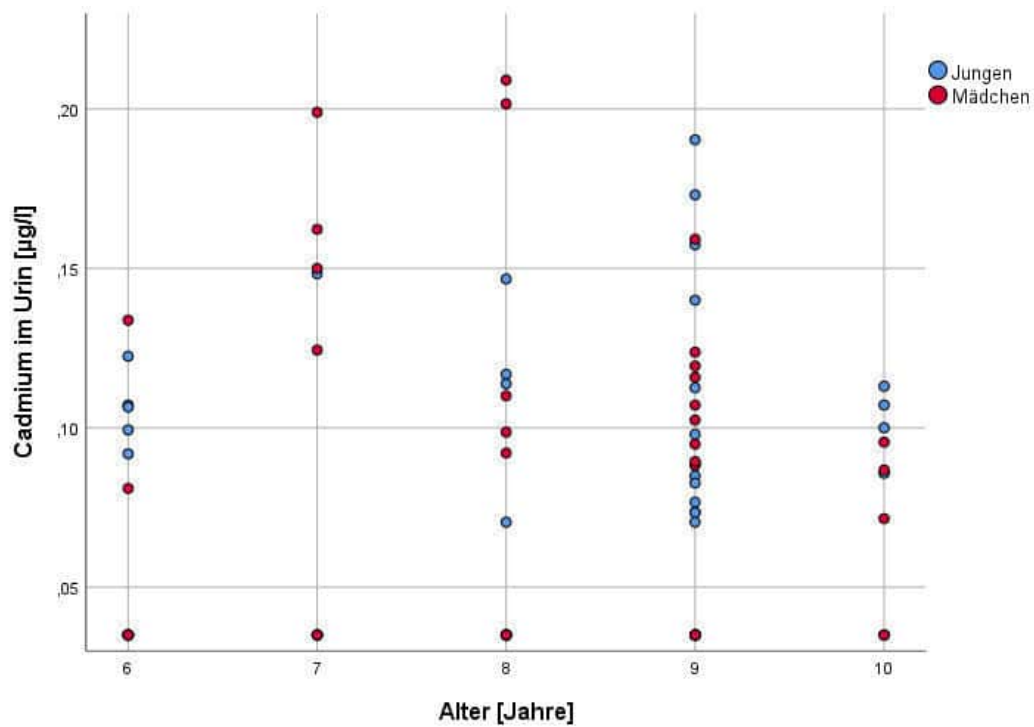


Abbildung 9-27: Scatterplot zwischen Alter der Kinder und volumenbezogenen Cadmiumurinwerten differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 79; rSpearman = 0,08; pSpearman = 0,51)

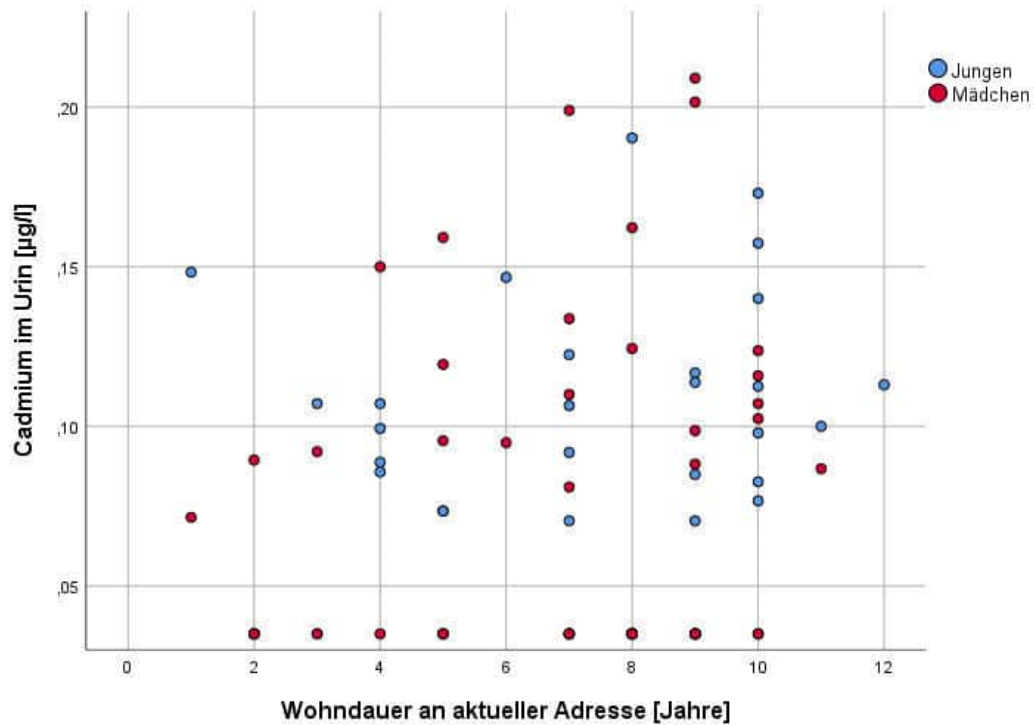


Abbildung 9-28: Scatterplot zwischen Wohndauer an aktueller Adresse der Kinder und volumenbezogenen Cadmiumurinwerten differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 79; rSpearman = 0,18; pSpearman = 0,11)

Tabelle 9-7: Kreatininbezogene Cadmiumurinwerte ($\mu\text{g/g}$ Kreatinin) der teilnehmenden Kinder unter Einschluss von nur einem zufällig ausgewähltem Kind pro Haushalt

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Schule (p = 0,85)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 54 | 20 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | 0,25 | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Oker | 22 | 6 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,17 | . | 0,18 | 0,08 | 0,07 |
| Alter (p = 0,50)^a | | | | | | | | | | |
| 6-8 Jahre | 37 | 16 | < LOQ | 0,09 | 0,19 | 0,21 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| 9-10 Jahre | 39 | 10 | < LOQ | 0,09 | 0,15 | 0,17 | . | 0,19 | 0,09 | 0,08 |
| Geschlecht (p = 0,78)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 38 | 15 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | . | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Männlich | 38 | 11 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,19 | . | 0,22 | 0,08 | 0,07 |
| Übergewicht (p = 0,59)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 42 | 17 | < LOQ | 0,06 | 0,13 | 0,18 | . | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Ja | 28 | 9 | < LOQ | 0,07 | 0,12 | 0,18 | . | 0,22 | 0,08 | 0,07 |
| Häusliche Passivrauchbelastung (p = 0,04)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 70 | 21 | < LOQ | 0,07 | 0,13 | 0,18 | 0,24 | 0,25 | 0,08 | 0,07 |
| Ja | 6 | 5 | < LOQ | 0,05 | . | . | . | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| Gesundheitszustand (p = 0,12)^a | | | | | | | | | | |
| Sehr gut | 43 | 11 | < LOQ | 0,07 | 0,14 | 0,18 | . | 0,22 | 0,09 | 0,07 |
| Gut oder Mittelmäßig | 32 | 15 | < LOQ | 0,07 | 0,11 | 0,17 | . | 0,25 | 0,07 | 0,06 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test

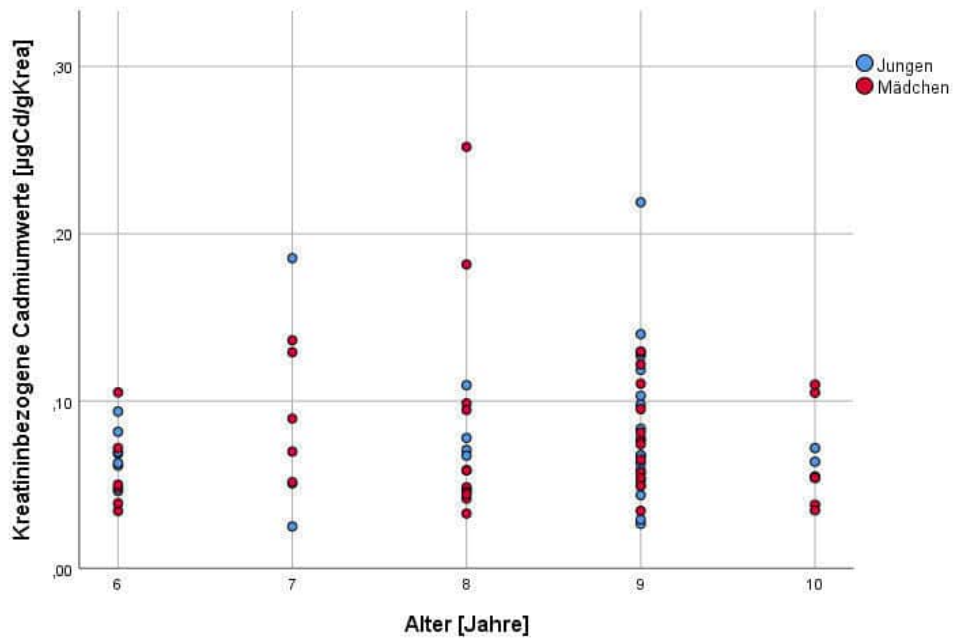


Abbildung 9-29: Scatterplot zwischen Alter der Kinder und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerten differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 79; rSpearman = 0,05; pSpearman = 0,67)

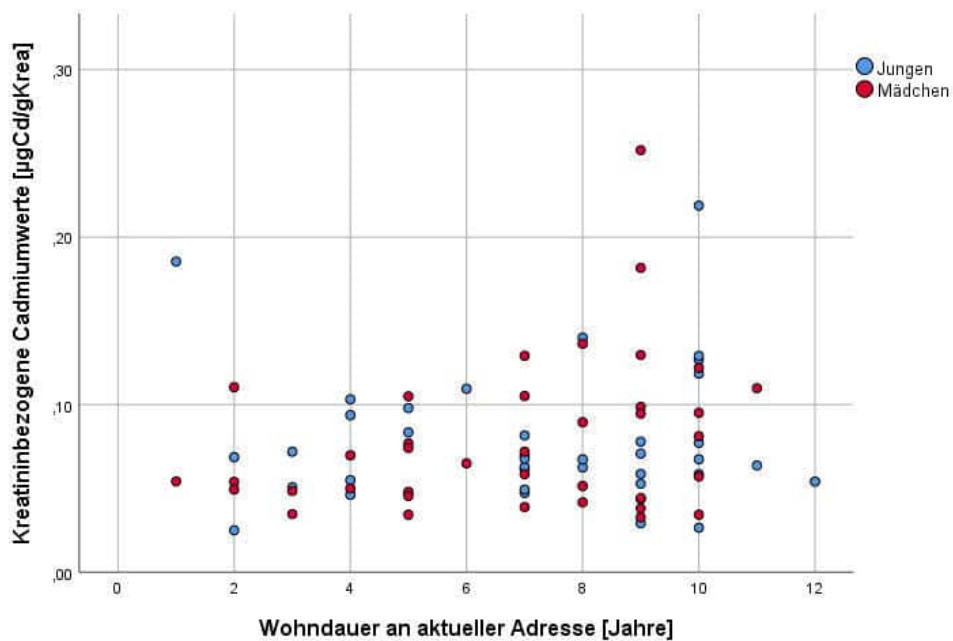


Abbildung 9-30: Scatterplot zwischen Wohndauer an aktueller Adresse der Kinder und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerten differenziert nach Geschlecht mit einem Kind pro Familie (N = 79; rSpearman = 0,16; pSpearman = 0,17)

9.2.2 Erwachsene

9.2.2.1 Graphische Darstellung der in Tabelle 5-9 dargestellten bivariaten Befunde

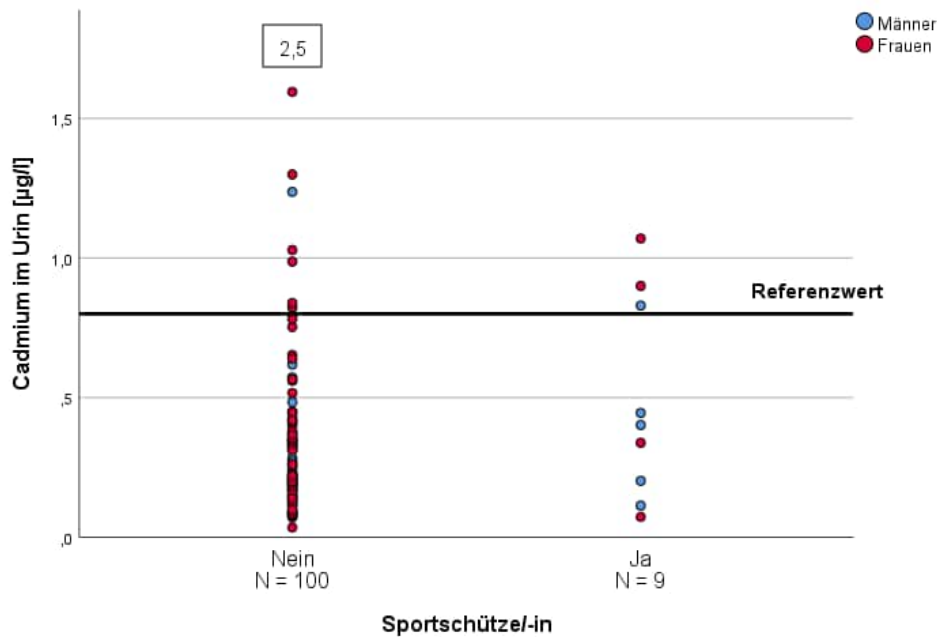


Abbildung 9-31: Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach Sportschützenaktivität der Erwachsenen. In diesem Plot sind die Einzelbefunde eingetragen, da aufgrund der geringen Anzahl von Sportschütz*Innen die Darstellung eines Box-Whisker-Plots nicht sinnvoll ist.

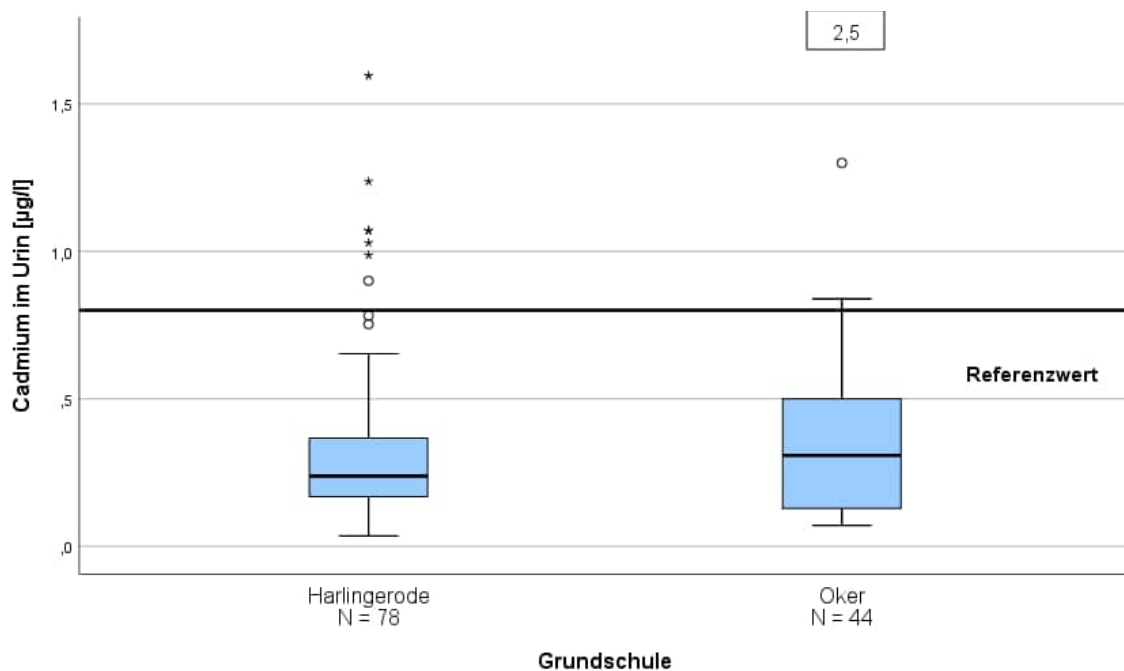


Abbildung 9-32: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach besuchter Schule der Kinder für ihre Erziehenden

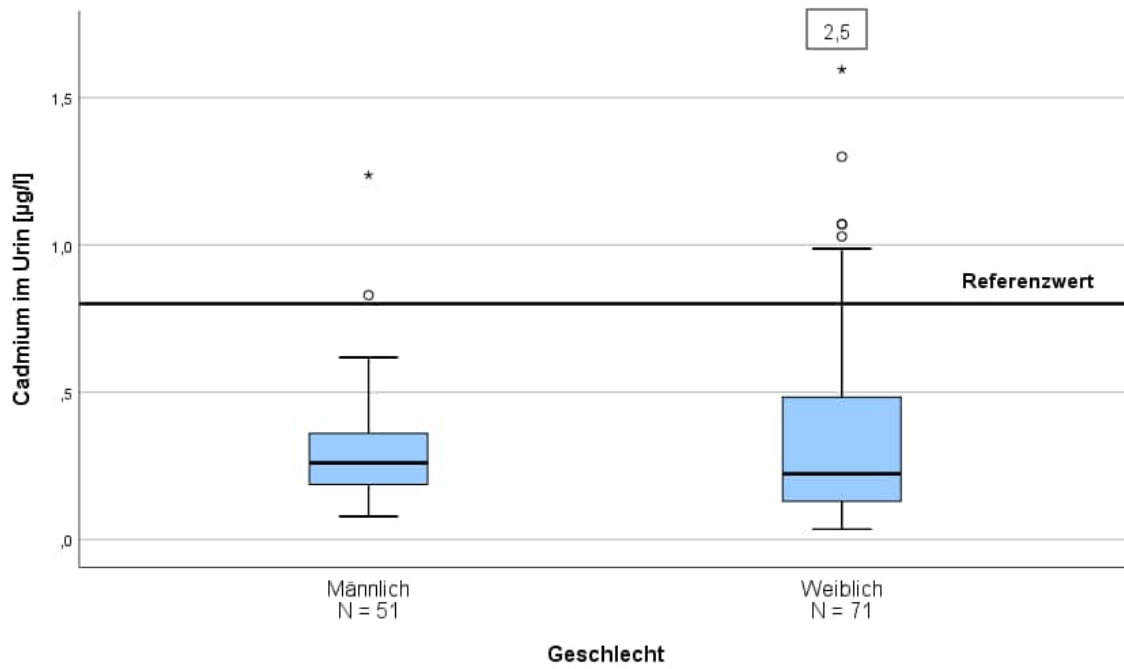


Abbildung 9-33: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach Geschlecht für die Erwachsenen

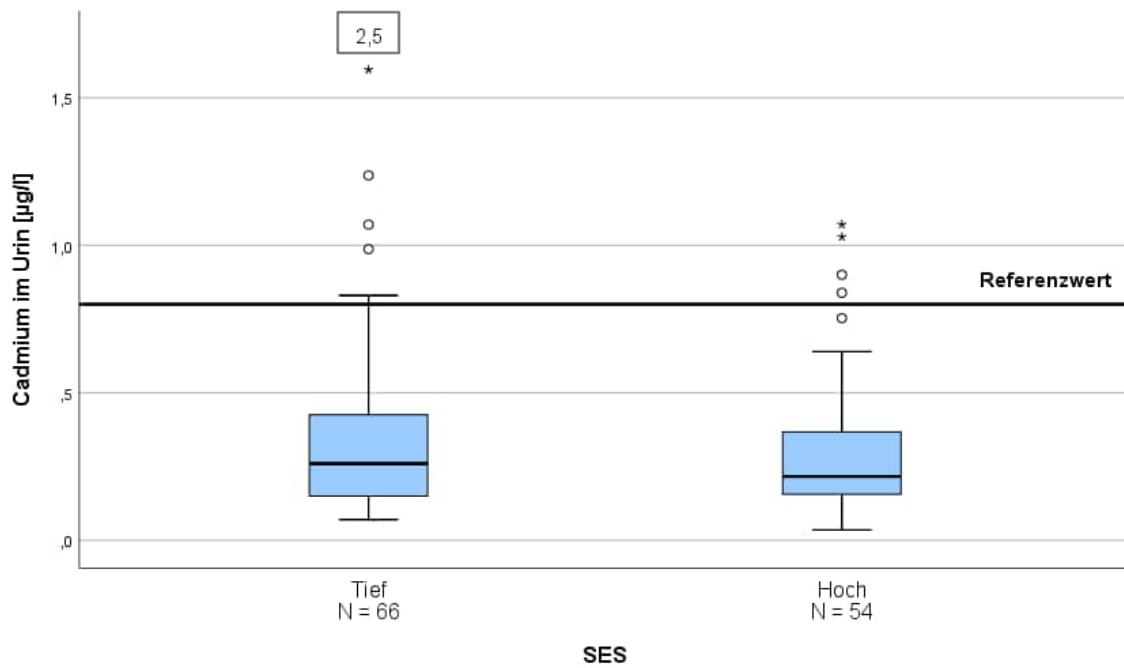


Abbildung 9-34: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach sozioökonomischem Status der Erwachsenen

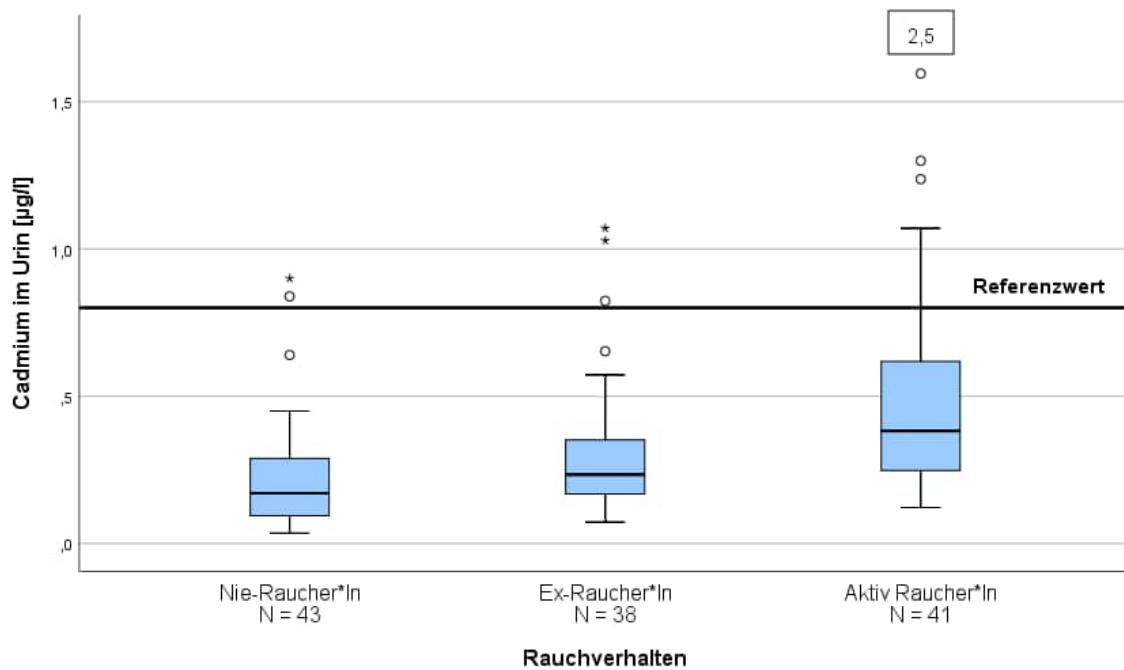


Abbildung 9-35: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach Rauchstatus der Erwachsenen

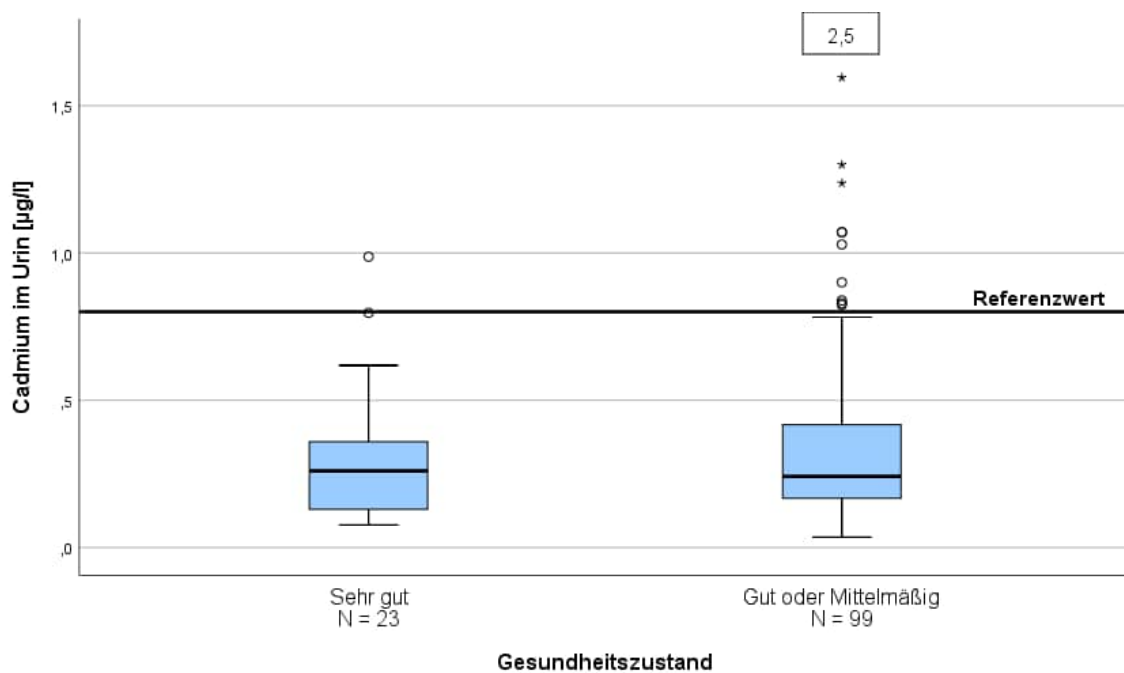


Abbildung 9-36: Box-Whisker-Plot zum Vergleich der Cadmiumkonzentration im Urin nach selbst eingeschätztem Gesundheitszustand der Erwachsenen

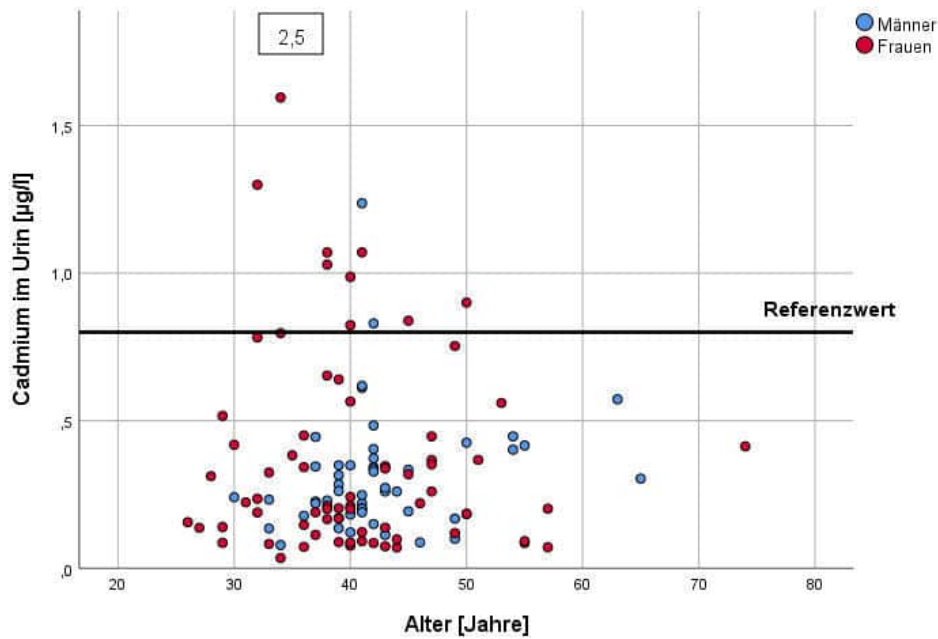


Abbildung 9-37: Scatterplot zwischen Alter der Erwachsenen und volumenbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 118; rSpearman = 0,08; pSpearman = 0,41)

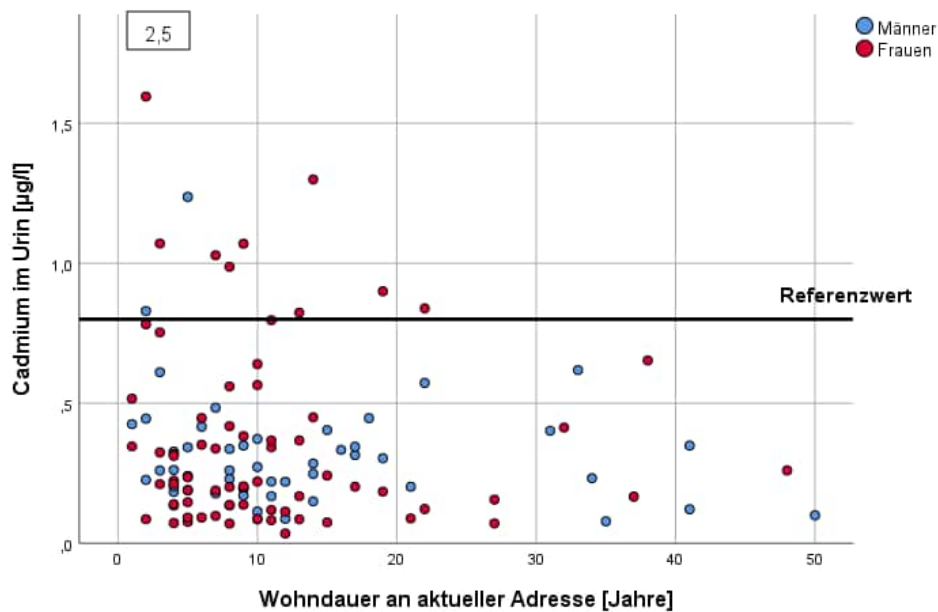


Abbildung 9-38: Scatterplot zwischen Wohndauer der Erwachsenen an der aktuellen Adresse und volumenbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 118; rSpearman = (-0,14); pSpearman = 0,14)

9.2.2.2 Sensitivitätsanalysen: kreatininbezogene Cadmiumwerte

Tabelle 9-8: Kreatininbezogene Cadmiumwerte ($\mu\text{gCd/gKrea}$) der teilnehmenden Erwachsenen nach möglichen Risikofaktoren

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sportschütz*In (p = 0,68)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 96 | 1 | 0,10 | 0,21 | 0,53 | 0,70 | 1,02 | 1,24 | 0,26 | 0,21 |
| Ja | 9 | 0 | 0,08 | 0,23 | . | . | . | 0,62 | 0,30 | 0,24 |
| Schule (p = 0,25)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 78 | 1 | 0,10 | 0,20 | 0,53 | 0,69 | 0,82 | 0,89 | 0,24 | 0,20 |
| Oker | 40 | 0 | 0,10 | 0,26 | 0,56 | 0,99 | . | 1,24 | 0,30 | 0,23 |
| Altersgruppen (p = 0,56)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 Jahre | 40 | 1 | 0,09 | 0,19 | 0,60 | 0,88 | . | 1,24 | 0,26 | 0,20 |
| 39-42 Jahre | 41 | 0 | 0,10 | 0,21 | 0,52 | 0,62 | . | 0,76 | 0,25 | 0,21 |
| > 42 Jahre | 37 | 0 | 0,10 | 0,23 | 0,57 | 0,75 | . | 1,01 | 0,26 | 0,22 |
| Geschlecht (p = 0,08)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 67 | 1 | 0,11 | 0,22 | 0,64 | 0,84 | 1,15 | 1,24 | 0,29 | 0,23 |
| Männlich | 51 | 0 | 0,10 | 0,18 | 0,42 | 0,54 | 0,62 | 0,62 | 0,21 | 0,18 |
| SES (p = 0,71)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 64 | 0 | 0,10 | 0,21 | 0,52 | 0,59 | 1,07 | 1,24 | 0,26 | 0,21 |
| Hoch | 53 | 1 | 0,10 | 0,18 | 0,62 | 0,80 | 1,00 | 1,01 | 0,26 | 0,20 |
| Rauchverhalten (p = 0,002)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 41 | 1 | 0,08 | 0,15 | 0,29 | 0,60 | . | 1,01 | 0,20 | 0,16 |
| Ex-Raucher*In | 37 | 0 | 0,11 | 0,21 | 0,54 | 0,78 | . | 0,89 | 0,25 | 0,21 |
| Aktiv-Raucher*In | 40 | 0 | 0,11 | 0,26 | 0,62 | 0,72 | . | 1,24 | 0,33 | 0,27 |
| Gesundheitszustand (p = 0,38)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 95 | 1 | 0,09 | 0,18 | 0,54 | 0,73 | 1,03 | 1,24 | 0,26 | 0,20 |
| Sehr gut | 23 | 0 | 0,11 | 0,24 | 0,45 | 0,61 | . | 0,62 | 0,25 | 0,22 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;

SES = sozioökonomischer Status; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test; ^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA

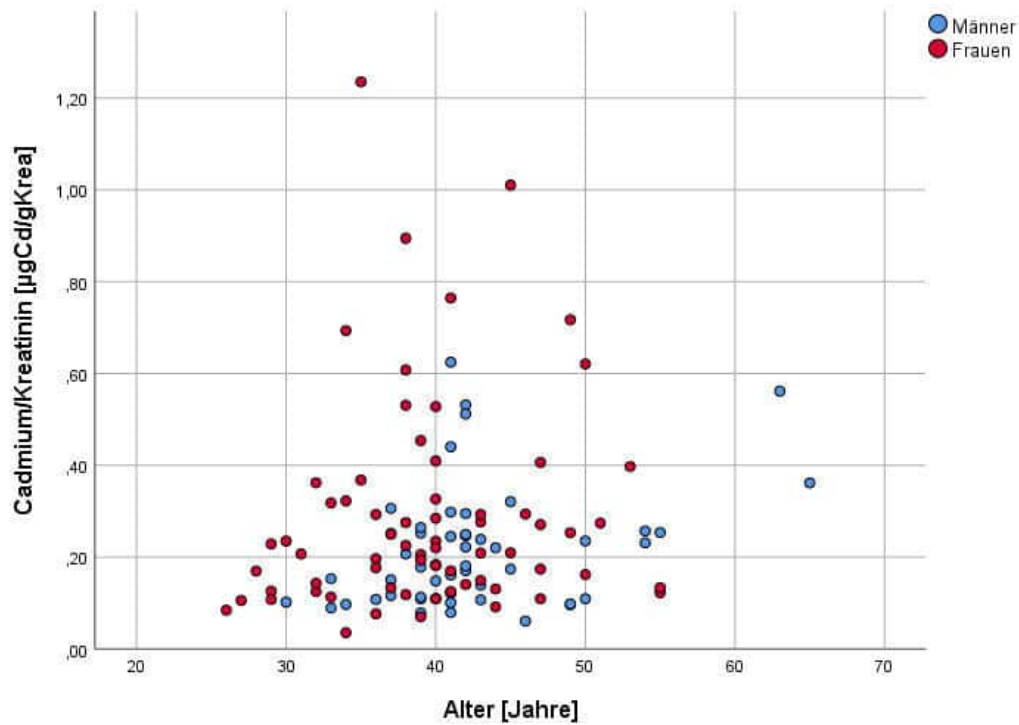


Abbildung 9-39: Scatterplot zwischen Alter der Erwachsenen und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 118; rSpearman = 0,17; pSpearman = 0,07)

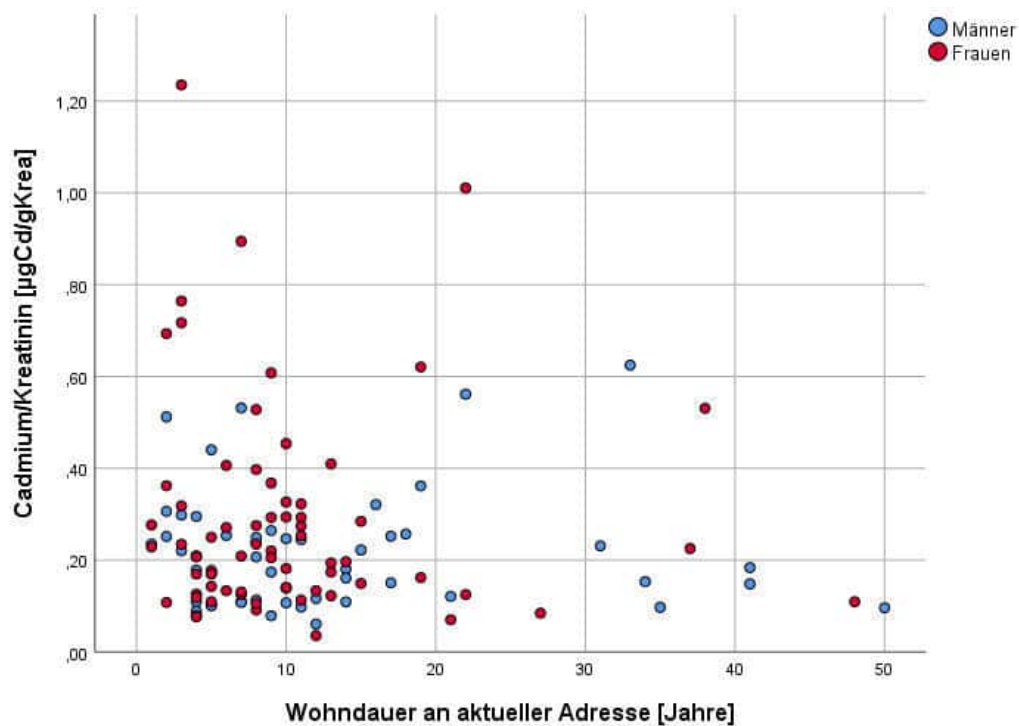


Abbildung 9-40: Scatterplot zwischen Wohndauer der Erwachsenen an der aktuellen Adresse und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerte differenziert nach Geschlecht (N = 118; rSpearman = (-0,12); pSpearman = 0,21)

9.2.2.3 Sensitivitätsanalysen: Einschluss von nur einem Erziehenden pro Haushalt

Tabelle 9-9: Volumenbezogene Cadmiumurinwerte ($\mu\text{g/l}$) der teilnehmenden Erwachsenen unter Einschluss von nur einem zufällig ausgewählten Erziehenden pro Haushalt

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sportschütz*In (p = 0,12)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 60 | 1 | 0,09 | 0,27 | 0,80 | 0,98 | 1,53 | 1,60 | 0,35 | 0,26 |
| Ja | 6 | 0 | 0,11 | 0,42 | . | . | . | 1,07 | 0,53 | 0,43 |
| Schule (p = 0,39)^a | | | | | | | | | | |
| Harlinger-ode | 47 | 1 | 0,09 | 0,23 | 0,76 | 1,04 | . | 1,60 | 0,33 | 0,24 |
| Oker | 28 | 0 | 0,08 | 0,32 | 0,83 | 1,09 | . | 1,30 | 0,39 | 0,28 |
| Altersgruppen (p = 0,64)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 | 25 | 1 | 0,10 | 0,24 | 1,16 | 1,51 | . | 1,60 | 0,42 | 0,29 |
| 39-42 | 25 | 0 | 0,09 | 0,26 | 0,83 | 0,94 | . | 0,99 | 0,34 | 0,26 |
| > 42 | 25 | 0 | 0,07 | 0,27 | 0,64 | 0,81 | . | 0,84 | 0,29 | 0,22 |
| Geschlecht (p = 0,98)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 49 | 1 | 0,08 | 0,24 | 0,84 | 1,18 | . | 1,60 | 0,38 | 0,26 |
| Männlich | 26 | 0 | 0,11 | 0,28 | 0,52 | 0,75 | . | 0,83 | 0,30 | 0,25 |
| SES (p = 0,27)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 39 | 0 | 0,08 | 0,30 | 0,83 | 1,07 | . | 1,60 | 0,39 | 0,28 |
| Hoch | 35 | 1 | 0,09 | 0,21 | 0,62 | 0,77 | . | 0,84 | 0,28 | 0,22 |
| Rauchverhalten (p < 0,001)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 27 | 1 | 0,07 | 0,14 | 0,48 | 0,76 | . | 0,84 | 0,22 | 0,16 |
| Ex-Raucher*In | 23 | 0 | 0,09 | 0,23 | 0,53 | 0,79 | . | 0,82 | 0,27 | 0,22 |
| Aktiv-Raucher*In | 25 | 0 | 0,16 | 0,45 | 1,16 | 1,51 | . | 1,60 | 0,57 | 0,46 |
| Gesundheitszustand (p = 0,79)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 61 | 1 | 0,09 | 0,26 | 0,82 | 1,05 | 1,52 | 1,60 | 0,35 | 0,26 |
| Sehr gut | 14 | 0 | 0,09 | 0,27 | 0,89 | . | . | 0,99 | 0,32 | 0,25 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel;

SES = sozioökonomischer Status; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test; ^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA

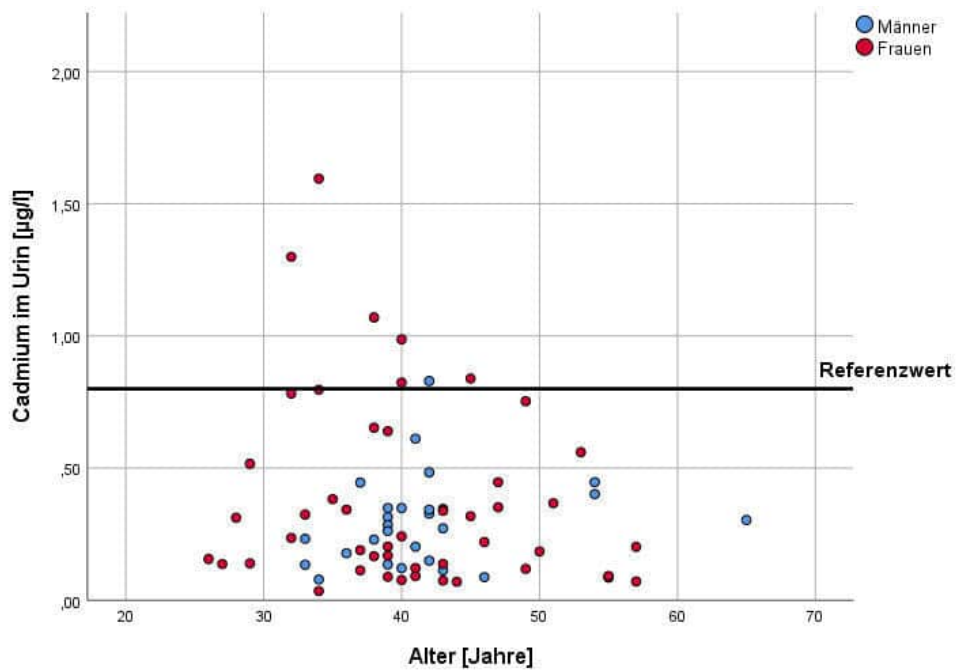


Abbildung 9-41: Scatterplot zwischen Alter und volumenbezogenen Cadmiumurinwerten von einem Erwachsenen pro Familie (N = 74; $r_{\text{Spearman}} = (-0,07)$; $p_{\text{Spearman}} = 0,54$)

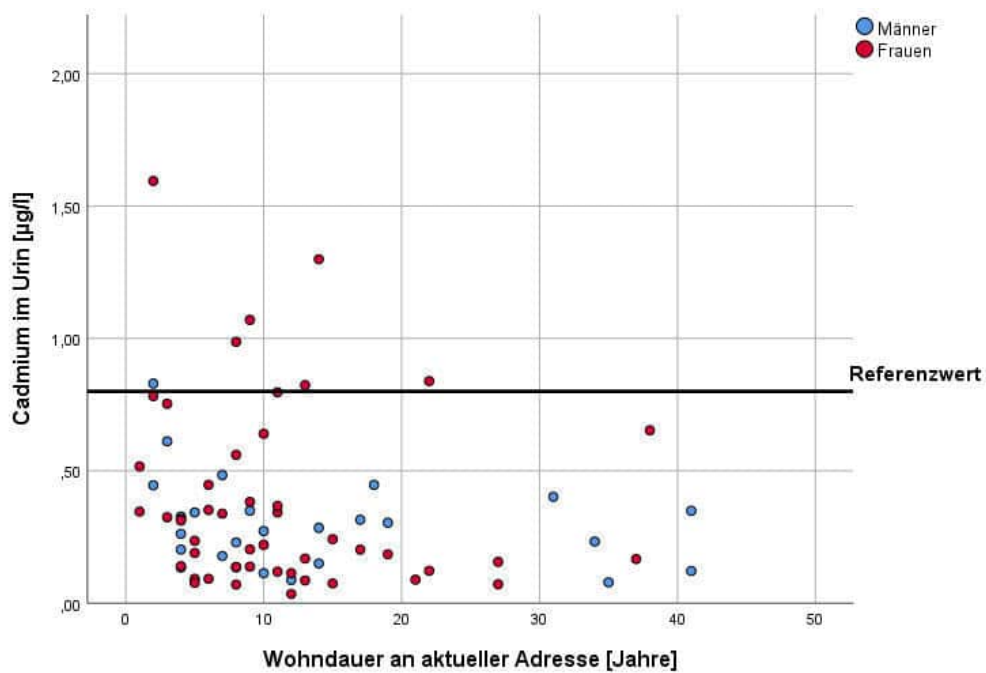


Abbildung 9-42: Scatterplot zwischen Wohndauer an der aktuellen Adresse und volumenbezogenen Cadmiumurinwerten von einem Erwachsenen pro Familie (N = 75; $r_{\text{Spearman}} = (-0,25)$; $p_{\text{Spearman}} = 0,03$)

Tabelle 9-10: Kreatininbezogene Cadmiumurinwerte ($\mu\text{g/g}$) der teilnehmenden Erwachsenen unter Einschluss von nur einem zufällig ausgewählten Erziehenden pro Haushalt

| | N | N < LOQ | P10 | P50 | P90 | P95 | P98 | MAX | AM | GM |
|--|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sportschütz*In (p = 0,44)^a | | | | | | | | | | |
| Nein | 56 | 1 | 0,09 | 0,21 | 0,53 | 0,70 | 0,97 | 1,01 | 0,26 | 0,21 |
| Ja | 6 | 0 | 0,11 | 0,24 | . | . | . | 0,61 | 0,32 | 0,27 |
| Schule (p = 0,07)^a | | | | | | | | | | |
| Harlingerode | 46 | 1 | 0,09 | 0,20 | 0,53 | 0,66 | . | 0,72 | 0,23 | 0,19 |
| Oker | 25 | 0 | 0,10 | 0,29 | 0,52 | 0,87 | . | 1,01 | 0,30 | 0,25 |
| Altersgruppen (p = 0,72)^b | | | | | | | | | | |
| < 39 Jahre | 24 | 1 | 0,09 | 0,22 | 0,57 | 0,67 | . | 0,69 | 0,25 | 0,20 |
| 39-42 Jahre | 24 | 0 | 0,09 | 0,19 | 0,52 | 0,53 | . | 0,53 | 0,24 | 0,21 |
| > 42 Jahre | 23 | 0 | 0,10 | 0,25 | 0,59 | 0,95 | . | 1,01 | 0,28 | 0,23 |
| Geschlecht (p = 0,08)^a | | | | | | | | | | |
| Weiblich | 45 | 1 | 0,10 | 0,25 | 0,56 | 0,71 | . | 1,01 | 0,28 | 0,23 |
| Männlich | 26 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,41 | 0,52 | . | 0,53 | 0,21 | 0,18 |
| SES (p = 0,19)^a | | | | | | | | | | |
| Tief | 38 | 0 | 0,10 | 0,24 | 0,53 | 0,61 | . | 0,69 | 0,27 | 0,23 |
| Hoch | 33 | 1 | 0,09 | 0,18 | 0,43 | 0,81 | . | 1,01 | 0,24 | 0,19 |
| Rauchverhalten (p = 0,006)^b | | | | | | | | | | |
| Nie-Raucher*In | 25 | 1 | 0,07 | 0,15 | 0,36 | 0,84 | . | 1,01 | 0,21 | 0,16 |
| Ex-Raucher*In | 22 | 0 | 0,12 | 0,21 | 0,40 | 0,51 | . | 0,53 | 0,23 | 0,21 |
| Aktiv-Raucher*In | 24 | 0 | 0,12 | 0,31 | 0,65 | 0,71 | . | 0,72 | 0,33 | 0,29 |
| Gesundheitszustand (p = 0,45)^a | | | | | | | | | | |
| Gut oder Mittelmäßig | 57 | 1 | 0,09 | 0,21 | 0,53 | 0,70 | 0,96 | 1,01 | 0,26 | 0,21 |
| Sehr gut | 14 | 0 | 0,12 | 0,25 | 0,43 | . | . | 0,53 | 0,25 | 0,23 |

N = absolute Anzahl; N < LOQ = absolute Anzahl an Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,07 $\mu\text{g/l}$); P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentilen; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; SES = sozioökonomischer Status; . = keine Berechnung bei zu geringer Fallzahl; ^a Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Mann-Whitney-U-Test; ^b Test auf Unterschied in zentralen Tendenzen: Kruskal-Wallis-ANOVA

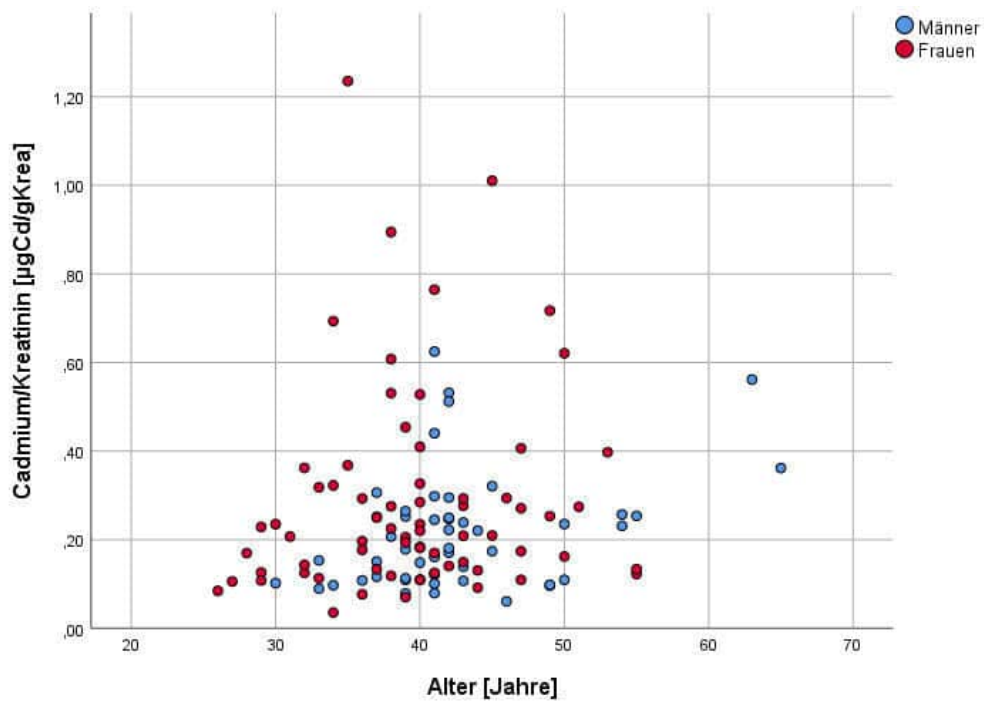


Abbildung 9-43: Scatterplot zwischen Alter und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerten von einem Erwachsenen pro Familie (N = 71; $r_{\text{Spearman}} = 0,17$; $p_{\text{Spearman}} = 0,15$)

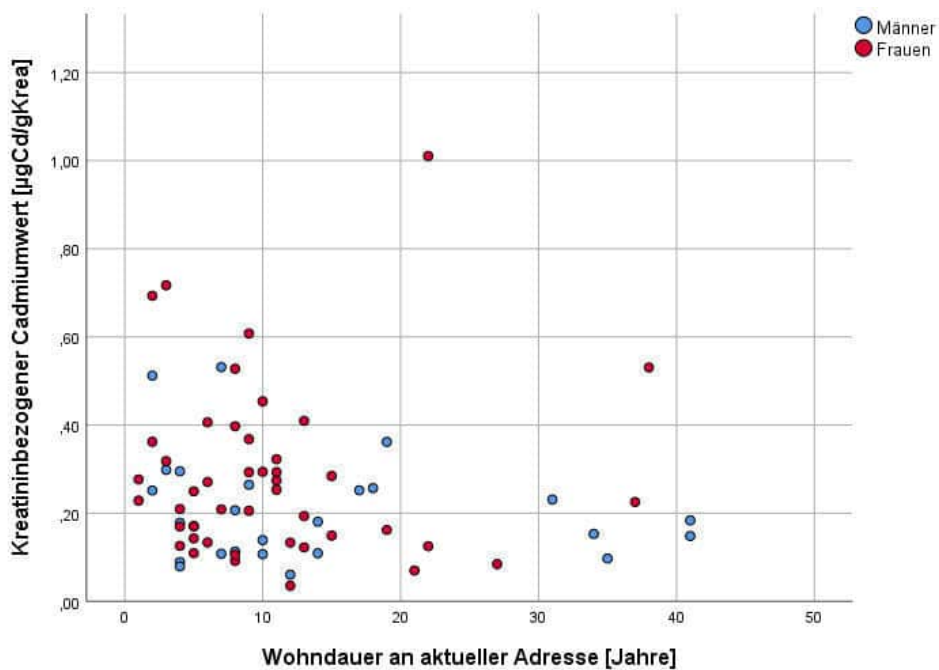


Abbildung 9-44: Scatterplot zwischen Wohndauer in der aktuellen Wohnung und kreatininbezogenen Cadmiumurinwerten von einem Erwachsenen pro Familie (N = 71; $r_{\text{Spearman}} = (-0,18)$; $p_{\text{Spearman}} = 0,14$)

9.3 Familiäre Zusammenhänge

Für die nachfolgenden Rangkorrelationen zwischen Kindern und Erwachsenen aus demselben Haushalt wurde jeweils ein Kind und ein Erwachsener aus jedem Haushalt zufällig ausgewählt.

9.3.1 Familiäre Assoziationen für die Bleikonzentration im Blut

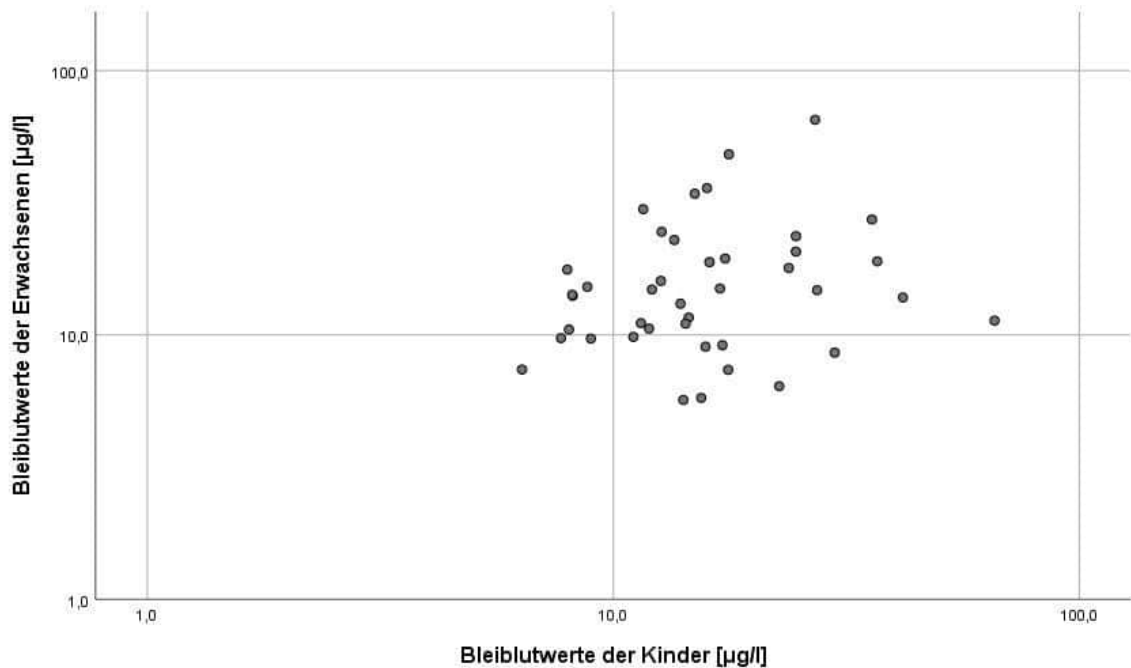


Abbildung 9-45: Scatterplot zwischen logarithmierten Bleiblutwerten der Kinder und einem Erziehenden (N = 41; $r_{\text{Spearman}} = 0,23$; $p_{\text{Spearman}} = 0,16$). Hierfür wurde aus jeder Familie zufällig ein Kind und ein*e Erwachsene*r ausgewählt.

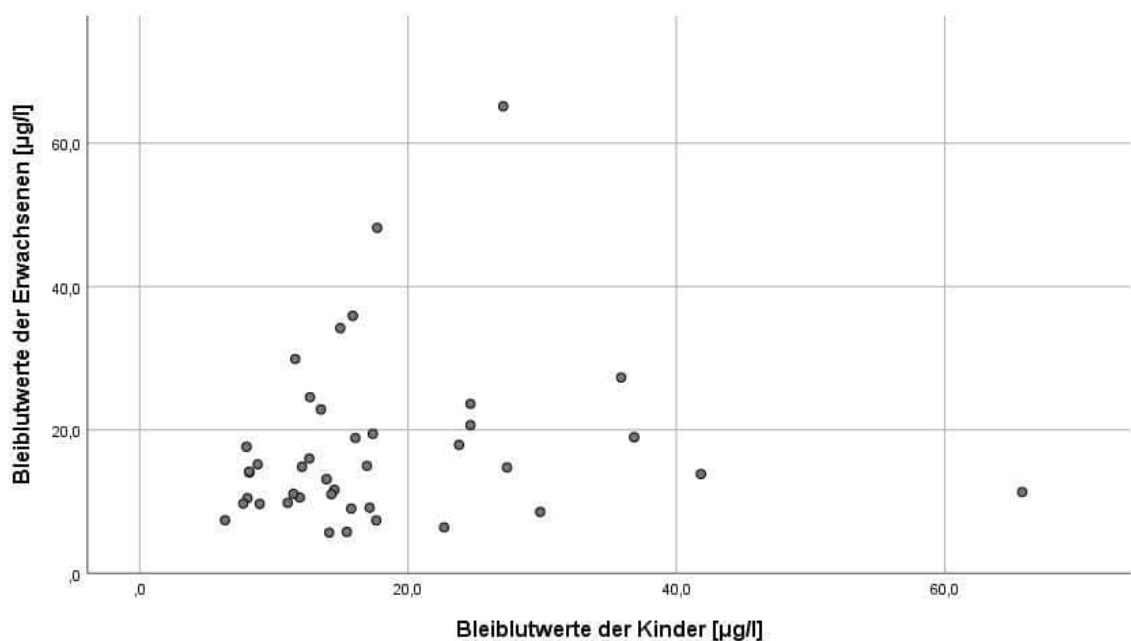


Abbildung 9-46:: Scatterplot zwischen Bleiblutwerten der Kinder und einem Erziehenden (N = 41; $r_{\text{Spearman}} = 0,23$; $p_{\text{Spearman}} = 0,16$). Hierfür wurde aus jeder Familie zufällig ein Kind und ein*e Erwachsene*r ausgewählt.

9.3.2 Familiäre Assoziationen für die volumenbezogene Cadmiumkonzentration im Urin

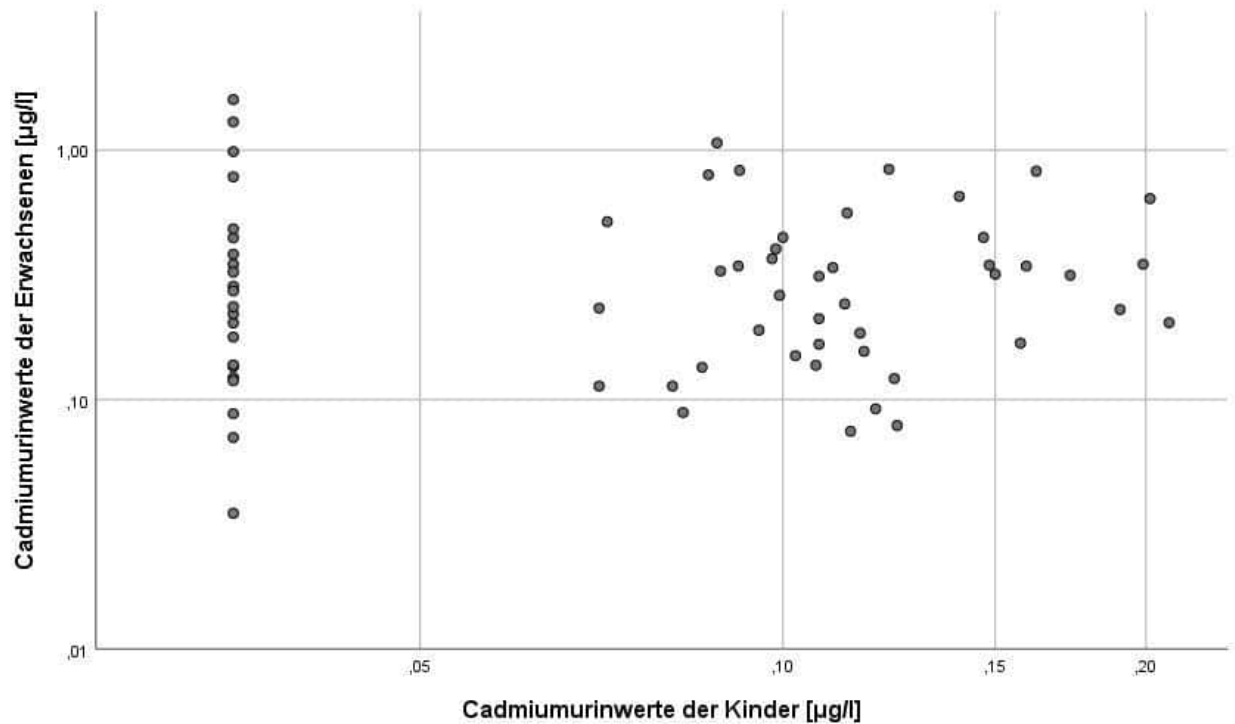


Abbildung 9-47: Scatterplot zwischen logarithmierten volumenbezogenen Cadmiumurinwerten der Kinder und jeweils einem Erziehenden (N = 0,59; rSpearman = 0,07; pSpearman = 0,59). Hierfür wurde aus jeder Familie zufällig ein Kind und ein*e Erwachsene*r ausgewählt.

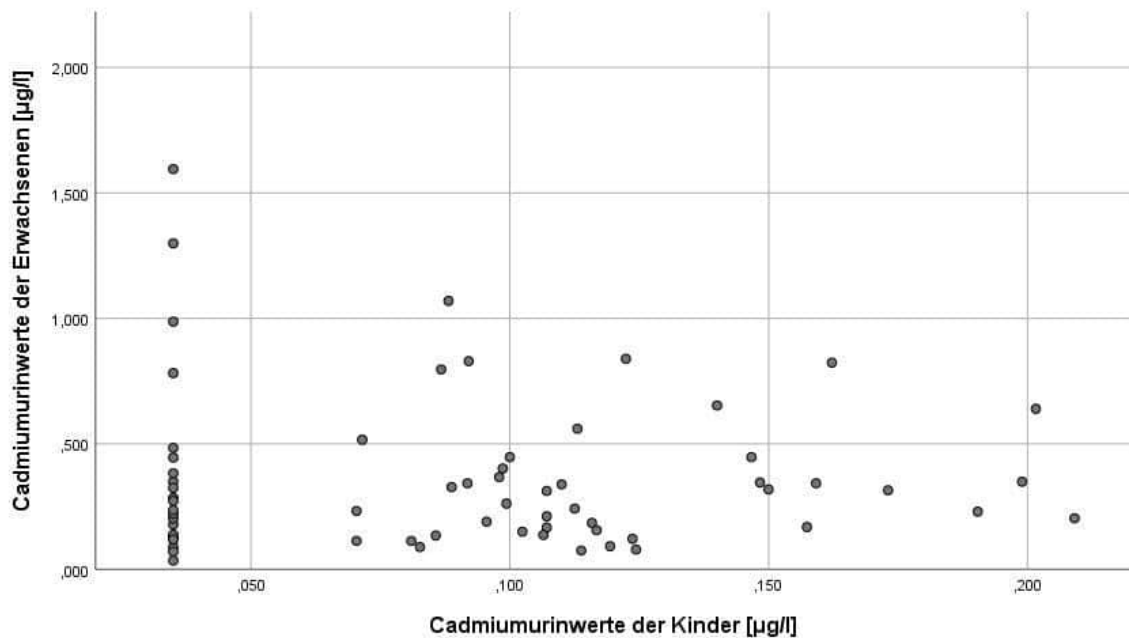


Abbildung 9-48: Scatterplot zwischen volumenbezogenen Cadmiumurinwerten der Kinder und jeweils einem Erziehenden (N = 0,59; rSpearman = 0,07; pSpearman = 0,59). Hierfür wurde aus jeder Familie zufällig ein Kind und ein*e Erwachsene*r ausgewählt.

9.4 Räumliche Analysen

Bei den Verteilungen der Entfernungen zwischen den Wohnorten der Kinder zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen Kindern mit Bleiwerten in der gleichen Kategorie (die Bleiblutkonzentrationen liegen für beide Kinder oberhalb oder für beide unterhalb des Referenzwertes erhöht) und Kindern mit abweichenden Bleiwerten (bei einem Kind ist der Wert oberhalb des Referenzwertes und beim anderen nicht; Abbildung 9-49). Dies deutet darauf hin, dass kein geographisches Muster bei der Verteilung erhöhter Bleiwerte vorhanden ist, weil man ansonsten eine Verschiebung der gelben Kurve im Vergleich zur blauen Kurve in Richtung 0 erwarten würde.

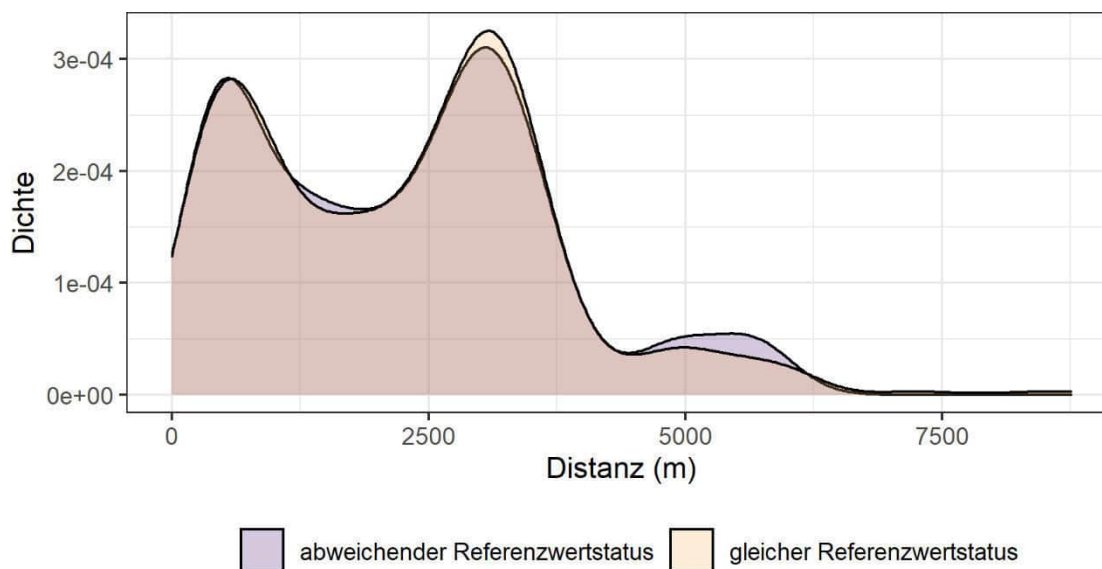


Abbildung 9-49: Dichteverteilungen der Distanzen zwischen den Wohnorten zweier Kinder unterteilt nach abweichendem Referenzwertstatus (ein Kind hat Bleiwerte oberhalb des Referenzwertes und das andere nicht) und gleichem Referenzwertstatus (beide Kinder haben Bleiblutbefunde oberhalb oder beide Kinder haben Bleiblutbefunde unterhalb des Referenzwertes)

Um diese Interpretation abzusichern, wurde der Unterschied zwischen den beiden Kurven aus Abbildung 9-49 mit simulierten Daten verglichen. Die Simulation soll zeigen, wie die Unterschiede zwischen den Verteilungen aussehen würden, wenn es tatsächlich kein geographisches Muster gäbe. In Abbildung 9-50 sind diese simulierten Daten als graue Linien dargestellt, während die tatsächlichen Werte aus Abbildung 9-49 als schwarze Linie dargestellt sind. Da die tatsächlichen Unterschiede in dem Bereich der simulierten Werte liegen, also dem Erwartungswert entsprechen, wenn kein geographisches Muster vorliegt, kann davon ausgegangen werden, dass erhöhte Bleiblutbefunde für die teilnehmenden Kinder der BLENCA Studie keinem geographischen Muster folgen.

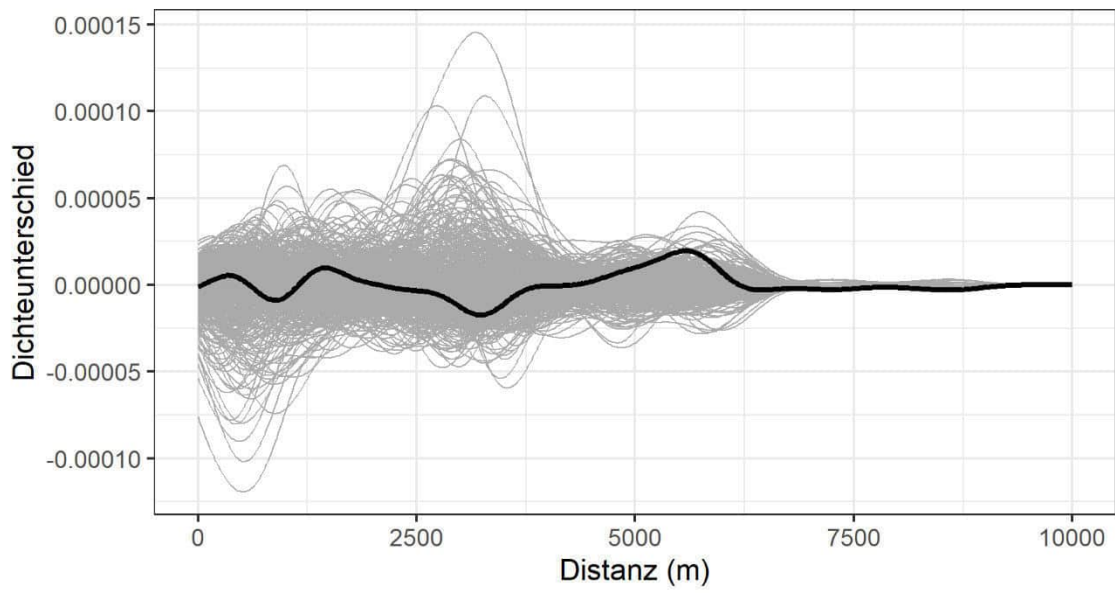


Abbildung 9-50: Vergleich des Dichteunterschiedes der Verteilungen aus Abbildung 9-49 (blaue Kurve minus gelbe Kurve), also der tatsächlichen Daten (schwarze Linie), mit 500 simulierten Dichteunterschieden bei komplett zufälliger geographischer Verteilung (graue Linien)

9.5 Studienmaterialien für Proband*Innen

9.5.1 *Anleitung für Urinprobenentnahme*



ACHTUNG! Anleitungsvideo beachten!



Sehen Sie sich vor der Urinprobenentnahme dringend das Anleitungsvideo auf unserer Website an (www.blenca.de)! Dieses enthält sehr wichtige Informationen.

Die schriftliche Anleitung dient nur als Hilfestellung und ersetzt nicht das Anleitungsvideo!

WICHTIG!

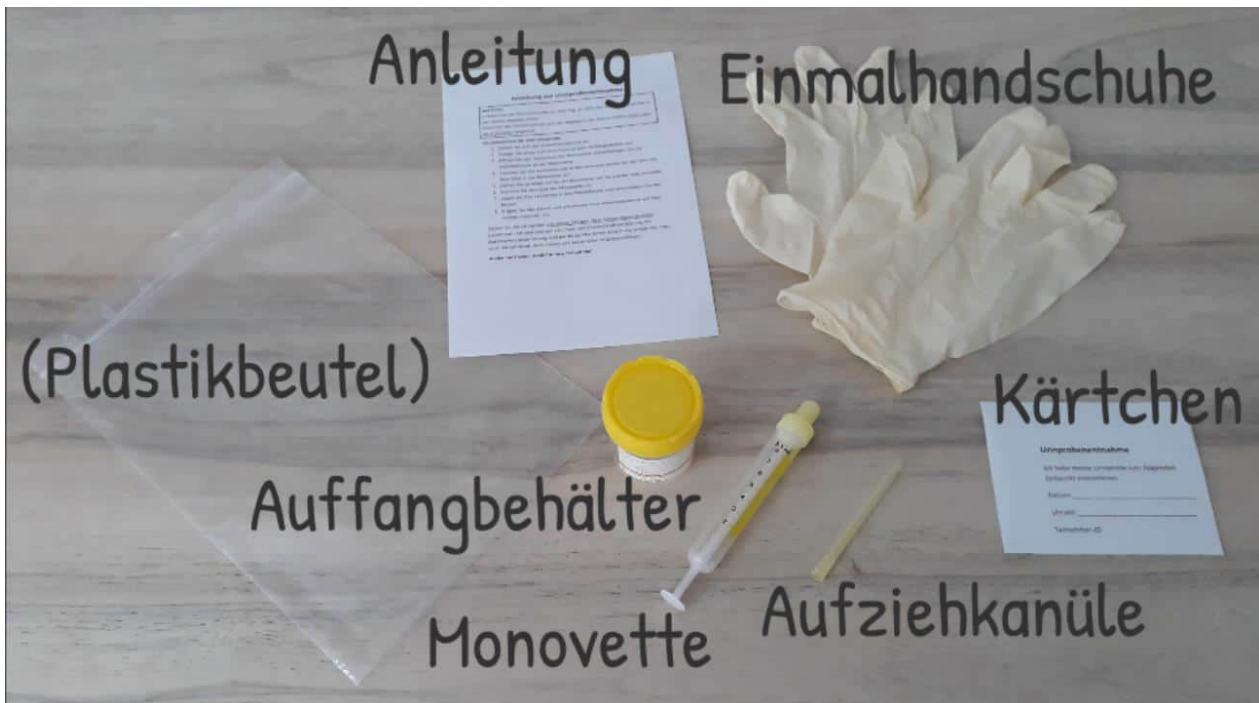
Entnehmen Sie Ihre Urinprobe bitte an dem Tag, an dem das Kind die Urinprobe in der Schule abgeben kann. Bewahren Sie die Urinprobe bis zur Abgabe in der Schule im Kühlschrank auf. Zwischen der Urinentnahme und der Abgabe in der Schule sollten nicht mehr als 4 Stunden vergehen



Geben Sie die Urinprobe am selben Morgen Ihrer Urinprobenentnahme zusammen mit dem kleinen Kärtchen, der Einverständniserklärung mit Datenschutzbestimmung und der Blutprobe Ihrem Kind in die Schule mit. Dort wird die Lehrkraft Ihres Kindes alle Materialien entgegennehmen.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Inhalt des Urinprobensets:

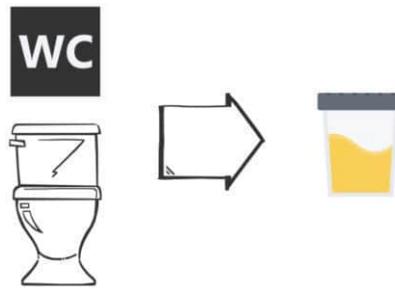


⇒ Anleitung auf Rückseite!

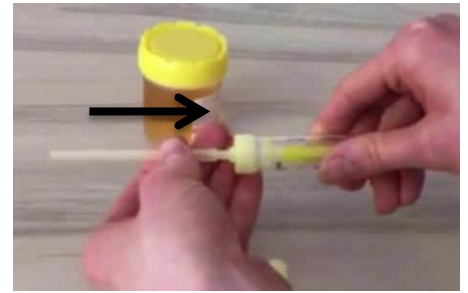
So entnehmen Sie eine Urinprobe:



1. Ziehen Sie sich die Einmalhandschuhe an.



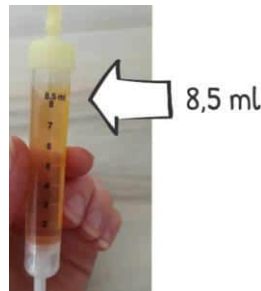
2. Fangen Sie einen Teil Ihres Urins in dem Auffangbehälter auf.



3. Entfernen Sie den Verschluss der Monovette und befestigen Sie die Aufziehkanüle an der Monovette.



4. Tauchen Sie die Aufziehkanüle in den Urin und füllen Sie die Monovette vollständig mit Urin, indem sie den Stab langsam herausziehen.



5. Die Monovette sollte vollgefüllt sein.



6. Brechen Sie den Stab der Monovette ab.



7. Entfernen Sie die Aufziehkanüle von der Monovette.



8. Verschließen Sie die Monovette mit dem Deckel.



9. Legen Sie Ihre Urinprobe in den Plastikbeutel und verschließen Sie den Beutel.

Urinprobenentnahme

Ich habe meine Urinprobe zum folgenden Zeitpunkt entnommen:

Datum: 15.09.2021

Uhrzeit: 07:20 U

Teilnehmer-ID: G105R

10. Tragen Sie das Datum und die Uhrzeit Ihrer Urinprobenahme auf dem kleinen Kärtchen ein.

9.5.2 Anleitung für Blutprobenentnahme



ACHTUNG! Anleitungsvideo beachten!



Sehen Sie sich vor der Blutprobenentnahme dringend das Anleitungsvideo auf unserer Website an (www.blenca.de)!
Dieses enthält sehr wichtige Informationen.
Die schriftliche Anleitung dient nur als Hilfestellung und ersetzt nicht das Anleitungsvideo!

WICHTIG!

Entnehmen Sie Ihre Blutprobe bitte an dem Tag, an dem das Kind die Blutprobe in der Schule abgeben kann. Bewahren Sie die Blutprobe bis zur Abgabe in der Schule im Kühlschrank auf. Zwischen der Blutentnahme und der Abgabe in der Schule sollten nicht mehr als 4 Stunden vergehen.

Geben Sie die Blutprobe am selben Morgen Ihrer Blutprobenentnahme zusammen mit dem kleinen Kärtchen, der Einverständniserklärung mit Datenschutzbestimmung und der Urinprobe Ihrem Kind in die Schule mit. Dort wird die Lehrkraft Ihres Kindes alle Materialien entgegennehmen.










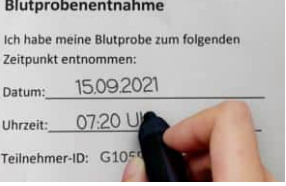
Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Inhalt des Blutprobensets:



⇒ Anleitung auf Rückseite!

So entnehmen Sie eine Blutprobe:

| | | | | |
|--|---|--|---|---|
|  <p>1. Suchen Sie einen Behälter, um das Blutprobenröhrchen aufrecht zu positionieren.</p> |  <p>2. Waschen Sie Ihre Hände gründlich mit Seife und sehr warmen Wasser (ca. 1 Min.), um den Blutfluss zu steigern!</p> |  <p>3. Trocknen Sie Ihre Hände mit den Papiertüchern.</p> |  <p>4. Entfernen Sie den Deckel des Röhrchens und stellen Sie es in den Behälter.</p> |  <p>5. Wischen Sie mit einem Alkoholtupfer über die geplante Einstichstelle an Ihrem Finger.</p> |
|  <p>6. Entfernen Sie den Deckel der Lanzette in einer drehenden Bewegung.</p> |  <p>7. Halten Sie die Lanzettenspitze an die geplante Einstichstelle und drücken Sie auf den Auslöseknopf der Lanzette.</p> |  <p>8. Wischen Sie den ersten Blutstropfen mit einer Kompress ab.</p> |  <p>9. Streichen Sie über den „gestochenen“ Finger in Richtung der Einstichstelle, um den Blutfluss zu fördern => Fangen Sie jeden Blutstropfen sofort mit dem Blutprobenröhrchen auf.</p> | |
|  <p>10. Füllen Sie das Röhrchen mind. bis zur 1. Linie => arbeiten Sie zügig, damit das Blut nicht gerinnt!</p> |  <p>11. Verschließen Sie das Blutprobenröhrchen mit dem Deckel.</p> |  <p>12. Drehen Sie das Blutprobenröhrchen 10-mal kopfüber.</p> |  <p>13. Versorgen Sie die Einstichstelle mit einem Pflaster.</p> |  <p>14. Legen Sie das Röhrchen in den Plastikbeutel und verschließen Sie diesen.</p> |
|  <p>15. Tragen Sie Datum und Uhrzeit Ihrer Blutprobenentnahme in das Kärtchen ein.</p> | <p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Planen Sie für die Blutentnahme bitte ausreichend Zeit ein (ca. 15 – 20 Min). ⇒ Die Einmallanzette kann nur ein einziges Mal ausgelöst werden, danach ist sie nicht mehr verwendbar! ⇒ Sollte der Blutfluss abnehmen, so wischen Sie mit einer sauberen Kompress über die Einstichstelle. ⇒ Sollte nicht genug Blut kommen, so wiederholen Sie die Blutprobenentnahme an einem Ihrer anderen Finger. | | | |

9.5.3 Probandeninformation

Teilnehmer-IDs: _____

Probandeninformation

BLENCA-Studie – Studie Human-Biomonitoring in Oker/Harlingerode

Liebe Kinder, liebe Erziehende,

im Landkreis Goslar fand im Gebiet Oker/Harlingerode viele Jahre lang Buntmetallbergbau und die Gewinnung von Metallen statt. Dadurch verteilten sich Schwermetalle (z. B. Blei und Cadmium) in der Umwelt. Im Auftrag des Landkreis Goslar untersuchen wir deshalb, die Belastung der Anwohner mit Blei und Cadmium. Zudem untersuchen wir mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit. Sie und Ihr Kind wurden hierfür ausgewählt.

Hiermit laden wir Sie und Ihr Kind herzlich dazu ein, an unserer Studie teilzunehmen.

Von allen Teilnehmer*Innen benötigen wir einige **Tropfen Blut aus dem Finger** und eine **Urinprobe**. Außerdem bitten wir Sie, zwei Fragebögen online auszufüllen: einen zu Ihrem Kind und einen zu Ihnen selbst.

Im Päckchen finden Sie drei Umschläge mit Einwilligungserklärungen und Probenahmesets:

- Der Umschlag **ohne farbigen Punkt** ist für Ihr **Kind** bestimmt.
- Die beiden Umschläge **mit farbigen Punkten** sind für je ein **erwachsenes** (erziehendes) **Familienmitglied** bestimmt.

Weitere Informationen finden Sie in den beiliegenden Unterlagen sowie auf www.blenca.de.

Falls Sie noch Fragen haben, können Sie uns sehr gerne kontaktieren!

Sie erreichen uns unter:

Tel.: +49 (0)89 4400-57610 (Deutsch/Englisch)

+49 (0)89 4400-52794 (Türkisch/Englisch)

E-Mail: arb.blenca@med.uni-muenchen.de (Deutsch/Englisch/Türkisch)

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Katja Radon
Studienleiterin

Informationen zum Forschungsprojekt

Ziel des Vorhabens „Human-Biomonitoring auf Blei und Cadmium in Oker/Harlingerode“ (BLENCA-Studie) ist die Erfassung der grundsätzlichen inneren Körperlast gegenüber Blei und Cadmium bei Anwohnern belasteter Gebiete im Landkreis Goslar sowie die Frage nach dem gesundheitlichen Wohlbefinden der Bevölkerung.

Hierzu wird eine epidemiologische Querschnittsstudie an allen Grundschülerinnen und Grundschulern der Schulen in Oker und Harlingerode sowie deren Erziehenden durchgeführt. Neben Fragebögen zum allgemeinen Gesundheitszustand, Geburtsgewicht (nur Kinder), Aufmerksamkeit (nur Kinder) und möglichen Belastungspfaden sowie möglichen Störgrößen wird ein Human-Biomonitoring (HBM) auf Blei (Kapillarblut) und Cadmium (Spontanurin) durchgeführt. Die HBM-Ergebnisse werden beschreibend mit Referenzwerten verglichen. Mögliche Zusammenhänge zwischen den HBM-Ergebnissen und Aufmerksamkeitsbefunden, Geburtsgewicht sowie der allgemeinen Gesundheit werden analysiert.

Darüber hinaus werden möglicher Weise besonders belastete Gruppen unter den Anwohnern sowie denkbare Belastungspfade identifiziert. Hierdurch werden fundierte Aussagen zur Frage der tatsächlichen Belastung der Bevölkerung geschaffen, zum anderen können hierdurch möglicher Weise besonders belastete Gebiete identifiziert werden und entsprechende Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung abgeleitet werden.

Informationen zur Teilnahme

Sollten Sie sich für eine Studienteilnahme entscheiden, füllen Sie bitte die Einverständniserklärung für jedes teilnehmende Familienmitglied aus und unterschreiben die Datenschutzbestimmungen.

Füllen Sie bitte den Kinder-Fragebogen für Ihr Kind aus. Jeder teilnehmende Erwachsene füllt zudem bitte den Erwachsenen-Fragebogen für sich selbst aus. Links zu beiden online Fragebögen finden Sie auf unserer Website (www.blenca.de). Alternativ können Sie über die QR-Codes zu den online Fragebögen gelangen.



Erwachsenen-Fragebogen



Kinder-Fragebogen

Sollte es Ihnen nicht möglich sein, die Fragebögen online auszufüllen, können Sie dieselben Fragen in dem beiliegenden Fragebogen schriftlichen beantworten oder alternativ in einem persönlichen Telefoninterview. Rufen Sie uns für das Telefoninterview unter folgender Nummer an: +49 (0)89 4400-57610 (Deutsch/Englisch) oder +49 (0)89 4400-52794 (Türkisch/Englisch)

Ihre Urinprobenentnahme und die Ihres Kindes wird von Ihnen selbst Zuhause durchgeführt. Auch die Blutprobe der Erwachsenen wird von Ihnen selbstständig Zuhause entnommen. Zusammen mit den Probesets haben Sie ausführliche Anleitungen zu den Probenahmen erhalten. Anleitungsvideos finden Sie auf unserer Website (www.blenca.de). Entnehmen Sie die Proben wie angewiesen und geben Sie diese Proben zusammen mit den Einverständniserklärungen und Datenschutzbestimmungen Ihrem Kind in die Schule mit. Die Lehrkraft wird die Proben und Dokumente entgegen nehmen. Die Abnahme der Blutprobe Ihres Kindes sowie die Bestimmung von Körpergröße und -gewicht erfolgt während den Unterrichtszeiten in der Schule durch eine geschulte Mitarbeiterin unserer Einrichtung.

9.5.4 Fragebogen für Kinder

9.5.5 Fragebogen für Erwachsene

6 Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- Sehr gut ⁰
- Gut ¹
- Mittelmäßig ²
- Schlecht ³
- Sehr schlecht ⁴

7 Rauchen Sie zurzeit?

- Ja, täglich ⁰
- Ja, gelegentlich ¹
- Nein ²

8 Haben Sie schon einmal ein Jahr lang geraucht?

„Ja“ bedeutet mindestens 20 Päckchen Zigaretten oder 360 g Tabak in Ihrem Leben, oder ein Jahr lang mindestens eine Zigarette pro Tag, oder eine Zigarre pro Woche.

- Ja ⁰
- Nein ¹

9 Bitte tragen Sie Ihre aktuelle Hauptwohnadresse ein.

Straße _____ Hausnummer |__|__|__|
Postleitzahl |__|__|__|__|__| Ort _____

10 Seit wann wohnen Sie an dieser Adresse?

Geben Sie bitte das Jahr an (z. B.: 2018).

|__|__|__|__|

Hier haben Sie noch die Möglichkeit für Anmerkungen zu unserer Befragung oder der Studie im Allgemeinen:

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an unserer Studie!

9.5.6 Anleitung zur Trinkwasserprobenentnahme



Anleitung zur Wasserprobenentnahme

! Bitte lesen Sie die gesamte Anleitung durch bevor Sie die Wasserprobenentnahme beginnen !

Welchen Wasserhahn soll ich verwenden?

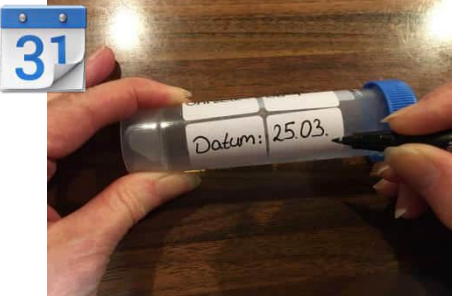
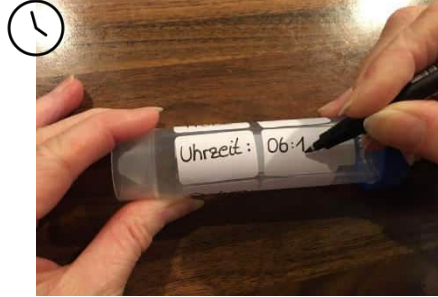
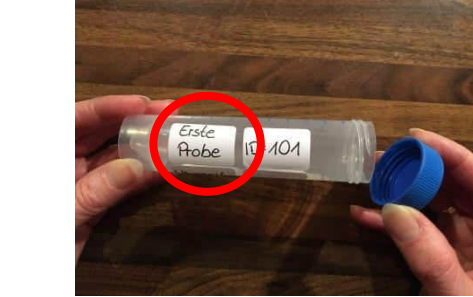





⇒ Bitte führen Sie die Wasserprobe an Ihrem Wasserhahn in der Küche durch.



1. Wasserprobe = „Erstes Wasser des Tages“:

Vor dieser ersten Probe am Morgen darf noch kein Wasser durch die Leitungen geflossen sein (auch nicht Toilette, Dusche, Wasch-/Spülmaschine)!




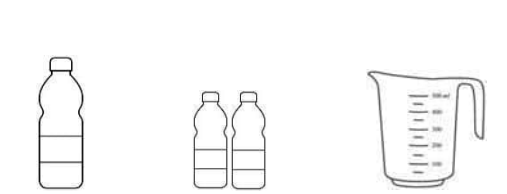



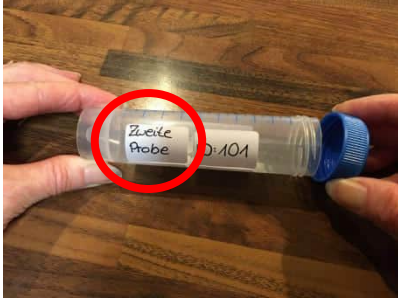

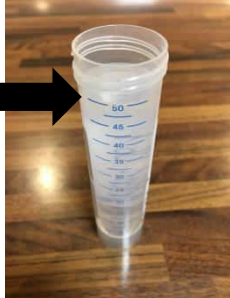






| | | | |
|---|---|---|--|
|  <p>1. Tragen Sie das Datum Ihrer Probenentnahme auf dem Röhrchen mit der Aufschrift „Erste Probe“ ein.</p> |  <p>2. Tragen Sie die Uhrzeit Ihrer Probenentnahme auf diesem Röhrchen ein.</p> |  <p>3. Entfernen Sie den Deckel des Probengefäßes mit der Aufschrift „Erste Probe“.</p> |  <p>4. Halten Sie das Probengefäß direkt unter den Wasserhahn und stellen Sie den Hahn auf kalt, ohne Wasser fließen zu lassen.</p> |
|  <p>5. Öffnen Sie den Hahn und befüllen Sie das gesamte Röhrchen vorsichtig, ohne Wasser zu verschütten.</p> |  <p>6. Ist das Gefäß gefüllt, schließen Sie den Hahn bitte wieder.</p> |  <p>7. Verschließen Sie das Probengefäß sorgfältig mit dem Deckel.</p> |  <p>8. Führen Sie direkt im Anschluss die zweite Wasserprobe durch => Die Anleitung dazu finden Sie auf der Rückseite!</p> |

Bitte wenden!

2. Wasserprobe:

Führen Sie die zweite Wasserprobe **direkt** nach der ersten Wasserprobe durch, ohne dazwischen noch einmal Wasser fließen zu lassen.

| | | | |
|---|---|---|--|
|  <p>1. Tragen Sie das Datum Ihrer Probenentnahme auf dem Röhrchen mit der Aufschrift „Zweite Probe“ ein.</p> |  <p>2. Tragen Sie die Uhrzeit Ihrer Probenentnahme auf diesem Röhrchen ein.</p> |  <p>3. Der Wasserhahn sollte weiterhin auf kalt gestellt sein.</p> |  <p>1 l Flasche 2x 0,5 l Flaschen ein Messbecher</p> <p>4. Vor der zweiten Probe muss 1 Liter Wasser entnommen werden.</p> |
|   <p>5. Halten Sie dazu ein leeres Gefäß unter den Hahn und messen Sie 1 Liter Wasser ab.</p> |  <p>6. Dieses Wasser dürfen Sie wegschütten</p> |  <p>7. Entfernen Sie den Deckel des Probengefäßes mit der Aufschrift „Zweite Probe“.</p> |  <p>8. Halten Sie das Probengefäß unter den Hahn und befüllen Sie das Gefäß, ohne Wasser zu verschütten.</p> |
|   <p>9. Ist das Gefäß gefüllt, schließen Sie den Hahn bitte wieder.</p> |  <p>10. Verschließen Sie das Probengefäß sorgfältig mit dem Deckel.</p> |  <p>11. Legen Sie beide vollgefüllten und verschlossenen Probengefäße in die mitgelieferte Versandtasche.</p> |  <p>12. Verschließen Sie die Versandtasche und senden Sie diese zu uns. Das Porto übernehmen wir!</p> |