

## BLENCA2: Human-Biomonitoring auf Blei bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar

### Abschlussbericht

27. Mai 2025

#### Autorinnen und Autoren

Lea John, M.Sc.

Dr. Laura Wengenroth

Dr. Stefan Rakete

Prof. Dr. Dennis Nowak

Prof. Dr. Katja Radon

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

E-Mail: [katja.radon@med.lmu.de](mailto:katja.radon@med.lmu.de)

#### Auftraggeber

Landkreis Goslar

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2. Hintergrund</b>	<b>3</b>
2.1. Gesundheitliche Auswirkungen von Blei auf Kinder	4
2.2. Aufnahmemechanismen und Expositionsquellen von Blei	6
2.3. Prüfwerte für Blei im Boden und Bodenbelastung im Untersuchungsgebiet	8
2.4. Bleibelastung im Blut und Expositionspfade	11
<b>3. Zielsetzung</b>	<b>13</b>
<b>4. Material und Methoden</b>	<b>14</b>
4.1. Studienablauf	14
4.2. Studieninstrumente	16
4.2.1. Schuleingangsuntersuchung	16
4.2.2. Fragebogen	16
4.2.3. Interview	17
4.2.4. Blutuntersuchung auf Blei	19
4.2.4.1. Blutprobenahme aus der Fingerbeere	19
4.2.4.2. Laboranalyse auf Blei	19
4.2.5. GPS-Daten	20
4.3. Variablendefinition	21
4.3.1. Jahreszeit der Blutentnahme	21
4.3.2. Zeitlicher Bezugsrahmen der Variablen	21
4.3.3. Geschlecht	21
4.3.4. Kinder mit I-/HPG-Status	21
4.3.5. Sozioökonomischer Status	22
4.3.6. Body-Mass-Index	22
4.3.7. Passivrauchbelastung	23
4.3.8. Munitionsexposition	23
4.3.9. Hygieneverhalten	23
4.3.10. Ernährungsverhalten	23
4.3.11. Betreuungsorte	24
4.3.12. Aufenthaltsdauer	24
4.3.13. Variablen zur Bodenbelastung	24
4.3.13.1. Bodenbelastungsgebiete	24
4.3.13.2. Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	25

4.3.13.3. Belastung x Zeit: Interaktion von verbrachter Zeit in den Bodenbelastungsgebieten	25
4.3.14. GPS-Daten: Gewichteter Zeitfaktor	27
4.3.15. Gesundheitsparameter	28
4.3.15.1. Fragebogen zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen	28
4.3.15.2. Einstufung des Hörtests	28
4.3.15.3. Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit	28
4.3.16. Vergleich mit den Referenzwerten und der WHO-Empfehlung für Blei	29
<b>4.4. Statistische Analyse</b>	<b>30</b>
4.4.1. Beschreibung der Studienpopulation	30
4.4.2. Blutbleiwerte in Subgruppen (bivariate Analyse)	30
4.4.2.1. Darstellung der bivariaten Ergebnisse als Boxplots	31
4.4.3. Multivariable Analysen zu Einflussfaktoren auf Blutbleiwerte	32
4.4.4. Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen	33
4.4.5. GPS-Daten	34
<b>5. Ergebnisse</b>	<b>35</b>
5.1. Beschreibung der Studienpopulation	35
5.1.1. Übersicht über die Studienpopulation	35
5.1.1.1. Teilnahmebereitschaft	35
5.1.1.2. Teilnahmebereitschaft über den Erhebungszeitraum	35
5.1.1.3. Studienpopulation im Vergleich zur Zielpopulation	36
5.1.2. Beschreibung der Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation	37
5.1.3. Beschreibung der Passivrauchbelastung und Munitionsexposition der Studienpopulation	37
5.1.4. Beschreibung des Hygieneverhaltens der Studienpopulation	38
5.1.5. Beschreibung des Ernährungsverhaltens der Studienpopulation	38
5.1.6. Beschreibung der Wohnorte der Studienpopulation nach Gemeinden und Bodenbelastung	40
5.1.7. Beschreibung der Betreuungsorte der Studienpopulation nach Gemeinden und Bodenbelastung	41
5.1.8. Beschreibung des Freizeitverhaltens der Studienpopulation	43
5.1.8.1. Räumliche Verteilung an Freizeitorten	43
5.1.8.2. Beschreibung der Aufenthaltsorte der Studienpopulation in Teilgebiet 1&2	44
5.1.8.3. Aufenthaltsdauer an Freizeitorten	45
5.2. Ergebnisse der Blutbleiwerte	48
5.3. Blutbleiwerte nach Subgruppen (bivariate Analysen)	50
5.3.1. Blutbleiwerte nach Blutentnahmedatum	50
5.3.2. Blutbleiwerte nach Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation	50
5.3.3. Blutbleiwerte nach Passivrauchbelastung und Munitionsexposition der Studienpopulation	52
5.3.4. Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation	53
5.3.5. Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation	54

5.3.6. Räumliche Verteilung der Blutbleiwerte	55
5.3.6.1. Blutbleiwerte nach aktuellen Wohnorten der Studienpopulation	55
5.3.6.2. Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsorten der Studienpopulation	58
5.3.6.3. Blutbleiwerte nach Freizeitorten der Studienpopulation	61
5.3.6.4. Blutbleiwerte nach Aufenthaltsorten der Studienpopulation	63
5.3.7. Blutbleiwerte nach Aufenthaltsdauer an Freizeitorten	64
<i>5.4. Multivariable Analysen zu möglichen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte</i>	66
5.4.1. Basismodell: demografische und umweltbezogene Einflussfaktoren auf den Blutbleiwert	66
5.4.2. Ortsmodell Wohnorte	67
5.4.3. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten	68
5.4.4. Ortsmodell Aufenthaltsorte	69
5.4.5. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung	70
<i>5.5. Validierung der Ortsangaben mittels GPS-Daten</i>	71
5.5.1. Beschreibung der Studienpopulation der Zusatzuntersuchung mit GPS-Daten	71
5.5.2. Validierung des aktuellen Wohnortes	72
5.5.3. Validierung der Aufenthaltsorte	73
5.5.4. Validierung der zeitlichen Gewichtung	74
<i>5.6. Gesundheitsparameter: Aufmerksamkeitsstörungen, Konzentrationsfähigkeit und Hörvermögen</i>	75
5.6.1. Beschreibung der erfassten Gesundheitsparameter der Studienpopulation	75
5.6.2. Assoziation zwischen Blutbleiwerten und Gesundheitsparametern der Studienpopulation	76
<b>6. Diskussion</b>	<b>77</b>
<i>6.1. Diskussion der Methoden</i>	77
6.1.1. Rekrutierung der Studienpopulation und Teilnahmebereitschaft	77
6.1.2. Studieninstrumente	78
6.1.2.1. Fragebogen und Interview	78
6.1.2.2. Kapillarblutentnahme	79
6.1.3. Statistische Analyse	80
<i>6.2. Diskussion der Ergebnisse</i>	82
6.2.1. Blutbleibefunde der BLENCA2-Studie nach Referenzwertüberschreitung	82
6.2.2. Blutbleibefunde der BLENCA2-Studie im Vergleich zu anderen Studien	82
6.2.3. Räumliche Verteilung der Blutbleiwerte nach Wohnort und Bodenbelastungsgebieten	84
6.2.4. Identifikation von Expositionsquellen und -pfaden	84
6.2.5. Gesundheitliche Auswirkungen der Blutbleibelastung	86
<b>7. Schlussfolgerung</b>	<b>88</b>
<b>8. Danksagung</b>	<b>89</b>

<b>9. Literaturverzeichnis</b>	<b>90</b>
<b>10. Anhang</b>	<b>93</b>
<b>10.1. Studienmaterialien</b>	93
10.1.1. Informationsmaterialien	93
10.1.2. Einladung zur BLENCA2-Untersuchung	96
10.1.3. Erinnerungsschreiben	98
10.1.4. Schuleingangsuntersuchung	99
10.1.5. Einwilligungs- und Datenschutzerklärung	100
10.1.6. Fragebogen	105
10.1.7. Interview	107
10.1.8. GPS-Tagebuch	116
<b>10.2. Erweiterte Beschreibung der Studienpopulation</b>	121
10.2.1. Erweiterte Beschreibung des Ernährungsverhaltens der Studienpopulation	121
10.2.2. Erweiterte Beschreibung der aktuellen Wohnorte der Studienpopulation	122
10.2.3. Erweiterte Beschreibung der Betreuungsorte der Studienpopulation	123
10.2.4. Erweiterte Beschreibung der Freizeitorte der Studienpopulation	124
<b>10.3. Erweiterte Beschreibung der Blutbeiwerte</b>	128
10.3.1. Erweiterte Beschreibung der Blutbeiwerte nach Blutentnahmedatum	128
10.3.2. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Soziodemografie der Studienpopulation	128
10.3.3. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation	129
10.3.4. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation	130
10.3.5. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach den Wohnorten der Studienpopulation	132
10.3.6. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Freizeitort der Studienpopulation	133
10.3.7. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Aufenthaltsdauer der Studienpopulation	134
<b>10.4. Prüfung der Modellvoraussetzungen</b>	136
<b>10.5. Sensitivitätsanalysen der bivariaten Analyse</b>	138
<b>10.6. Sensitivitätsanalysen der multivariablen Analyse</b>	138
10.6.1. Basismodell als logistische Regression	139
10.6.2. Basismodell unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)	139
10.6.3. Basismodell unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)	143
10.6.4. Ortsmodell Wohnorte mit Adjustierungsvariablen	144
10.6.5. Ortsmodell Wohnorte als logistische Regression	144
10.6.6. Ortsmodell Wohnorte unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)	145
10.6.7. Ortsmodell Wohnorte unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)	148
10.6.8. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten mit Adjustierungsvariablen	149
10.6.9. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten als logistische Regression	149

10.6.10. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)	150
10.6.11. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)	153
10.6.12. Ortsmodell Aufenthaltsorte mit Adjustierungsvariable	154
10.6.13. Ortsmodell Aufenthaltsorte mit differenzierter Variable	155
10.6.14. Ortsmodell Aufenthaltsorte als logistische Regression	156
10.6.15. Ortsmodell Aufenthaltsorte unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)	157
10.6.16. Ortsmodell Aufenthaltsorte unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)	160
10.6.17. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung mit Adjustierungsvariablen	161
10.6.18. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung als logistische Regression	161
10.6.19. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)	162
10.6.20. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)	165
<i>10.7. Erweiterte Beschreibung der Validierung der Ortsangaben mittels GPS-Daten</i>	166

## 1. Zusammenfassung

Der Landkreis Goslar ist historisch durch Bergbau geprägt, was zu langfristigen Umweltbelastungen führte – insbesondere durch die Akkumulation von Schwermetallen wie Blei in den Böden. Da bereits geringe Konzentrationen von Blei im Körper bei Kindern die Entwicklung (u.a. Aufmerksamkeit, Verhalten, Hörvermögen) beeinträchtigen können, wurde im Rahmen der BLENCA2-Studie die aktuelle Bleibelastung bei Einschülerinnen und Einschülern im gesamten Landkreis Goslar untersucht. Ziel war es, die Höhe der Bleiexposition bei den Kindern zu ermitteln, die räumliche Verteilung der Bleibelastung in Abhängigkeit von der Bodenbelastung mit Blei zu analysieren und potenzielle Aufnahmeketten sowie -wege zu identifizieren. Darüber hinaus sollten mögliche Zusammenhänge mit Gesundheitsparametern abgeschätzt werden.

Die Datenerhebung erfolgte von September 2023 bis Juni 2024, im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchungen. Von insgesamt rund 1.200 in den Schuleingangsuntersuchungen untersuchten Einschülerinnen und Einschülern konnten die Befunde von 310 an BLENCA2 teilnehmenden Kindern in die Auswertung einbezogen werden. Im Rahmen der BLENCA2-Studie wurden Blutproben aus der Fingerbeere der Kinder gewonnen und auf Blei untersucht. Die Eltern der Kinder beantworteten einen Kurzfragebogen sowie ein Interview zu demografischen Daten, Aufenthalts- und Betreuungsorten, Ess- und Hygienegewohnheiten. Als Gesundheitsparameter wurden die Ergebnisse eines validierten Fragebogens zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen (Strengths and Difficulties Questionnaire) sowie Ergebnisse des Hörtests aus der Schuleingangsuntersuchung verwendet. Die Daten wurden zunächst deskriptiv (univariat) und bivariat analysiert. Anschließend wurden statistische Regressionsmodelle unter Berücksichtigung möglicher Störgrößen entwickelt. Dabei wurden sowohl die kontinuierlichen Blutbleiwerte betrachtet als auch der Anteil der Referenzwertüberschreitungen. Des Weiteren wurde ein Zusammenhang zwischen Blutbleiwerten und Gesundheitsparametern überprüft.

Das geometrische Mittel (GM) der Blutbleiwerte lag bei 22,7 µg/l (Spannweite 4,7 bis 206,6 µg/l), mit höheren Werten für Jungen (GM = 25,9 µg/l) als für Mädchen (GM = 19,2 µg/l). Bei 51% aller Kinder überstieg der Blutbleispiegel die für 2025 festgelegten altersbezogenen Referenzwerte von 19 bzw. 22 µg/l für Mädchen und Jungen (bei 5% erwarteter Referenzwertüberschreitung). Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlene Richtlinie von 50 µg/l, ab der präventive Maßnahmen zur Reduktion der Bleiexposition eingeleitet werden sollten, wurde bei 13% der Kinder überschritten. Die Blutbleiwerte waren bei einer höheren Bleibelastung der Böden am Wohn- bzw. Betreuungsort der Kinder höher. Des Weiteren wiesen im adjustierten Regressionsmodell Kinder, die sich in Gärten, Kindergärten und öffentlichen Arealen innerhalb der am höchsten mit Blei im Boden belasteten Teilgebiete aufhielten 60% (95%-Konfidenzintervall (95%-KI) 30 bis 98%) höhere Blutbleiwerte auf als Kinder, die sich gar nicht in diesen Teilgebieten aufhielten. Kein regelmäßiges Händewaschen erhöhte die Bleibelastung im Blut um 25% (95%-KI 5 bis 59%) und Passivrauchbelastung erhöhte die Bleibelastung im Blut um 22% (95%-KI 3 bis 44%). Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den Blutbleiwerten und den im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung erhobenen Gesundheitsparametern konnte nicht nachgewiesen werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass ein solcher Zusammenhang ausgeschlossen

werden kann. Mögliche Gründe sind eine zu geringe Fallzahl oder die begrenzte Sensitivität der eingesetzten Messinstrumente.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine erhöhte Bleibelastung bei Kindern im Vorschulalter im Landkreis Goslar weiterhin besteht. Gleichzeitig deuten die Befunde darauf hin, dass vor allem präventive Maßnahmen auf struktureller Ebene – wie etwa gezielte Bodensanierungen, optimierte Gestaltung von Spiel- und Aufenthaltsbereichen sowie breit angelegte Aufklärungs- und Hygienekonzepte – ein großes Potenzial besitzen, die Bleibelastung der Kinder im Landkreis Goslar langfristig und nachhaltig zu senken.

## 2. Hintergrund

Eine Bleiexposition kann insbesondere für Kinder ein Gesundheitsrisiko darstellen, da diese mit einer Vielzahl von gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Verbindung gebracht wird. Sie betreffen insbesondere neurotoxische Effekte (Entwicklungsstörungen) bei Kindern sowie kardiovaskuläre Effekte und Nierenschäden bei Erwachsenen. Dabei können Funktionsstörungen bei Nervensystem und Nieren bei chronischer Exposition bereits in geringen Dosen auftreten (1-8).

Im Jahr 2021 wurde auf Grundlage eines Berichts des Niedersächsischen Landesgesundheitsamtes (NLGA) zur Machbarkeit eines umweltmedizinischen Gutachtens über die Auswirkungen der Schwermetallbelastung in Oker/Harlingerode auf die Bevölkerung (9) die BLENCA-Studie (Ethikvotum Medizinische Fakultät der LMU München Nr. 20-0636) durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein Human-Biomonitoring (HBM) bei Grundschulkindern in Oker und Harlingerode (Landkreis Goslar, Niedersachsen, Deutschland) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass fast die Hälfte der teilnehmenden Kinder Bleikonzentrationen im Blut aufwiesen, die oberhalb der geschlechts- und altersspezifischen Referenzwerte des deutschen Umweltbundesamts lagen (10, 11).

Diese Ergebnisse können auf die historische Bergbauaktivität in der Region zurückgeführt werden, die in der Vergangenheit zur Freisetzung und Verbreitung von Schwermetallen in der Umwelt beigetragen hat (12). Bis heute zeigen insbesondere Bodenmessungen im Landkreis Goslar weiterhin erhöhte Schwermetallkonzentrationen, was auf eine anhaltende Umweltbelastung hinweist. Aktuelle Messungen der Immissionen industrieller Betriebe ergaben hingegen nur vereinzelt und lokal begrenzte Erhöhungen (z. B. Oker, Harlingerode, Sudmerberg), auch wenn die gesetzlichen Immisionswerte in den letzten Jahren nicht überschritten wurden (9, 13, 14).

Um effektive Präventionsmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu entwickeln, ist es wichtig, mögliche Aufnahmepfade des Bleis in den Körper der Kinder zu identifizieren. In diesem Zusammenhang wurden bereits im Jahr 2022 ein möglicher Aufnahmepfad untersucht, indem Leitungswasserproben aus den Haushalten von Kindern aus Oker und Harlingerode auf ihre Bleikonzentrationen analysiert wurden. Die Ergebnisse dieser Laboruntersuchungen waren jedoch unauffällig, sodass die Ursache der erhöhten Bleibelastung weiterhin unklar bleibt (10).

## 2.1. Gesundheitliche Auswirkungen von Blei auf Kinder

Blei kann schon bei geringen Konzentrationen im Körper zu gesundheitlichen Effekten führen und sich im Körper anreichern, weshalb generell kein Schwellenwert (d.h. eine Dosis ohne Wirkung) für Effekte von Blei auf den menschlichen und damit auch den kindlichen Körper abgeleitet werden kann. Laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) können bei Blutbleiwerten ab 50 µg/l (Stand: Jahr 2021) bei Kindern auf Gruppenbasis<sup>1</sup> messbare Effekte auf Intelligenz, Verhalten und Aufmerksamkeitsspanne beobachtet werden. Ab einer Überschreitung dieses Wertes empfiehlt die WHO Maßnahmen zur Begrenzung der Bleibelastung einzuleiten. Ab Blutbleiwerten von 450 µg/l wird eine medizinische Therapie empfohlen, insbesondere bei klinischen Symptomen oder bekannter starker Exposition (15). Da Bleiionen in der Lage sind, die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden, stellt das sich entwickelnde Gehirn ein besonders vulnerables Zielorgan der Bleiexposition dar. Insbesondere das zentrale Nervensystem ist durch die toxischen Effekte des Schwermetalls gefährdet, was langfristige neurologische, vorrangig kognitive, Beeinträchtigungen zur Folge haben kann (5). Es wurden statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Blutbleiwerten und dem Intelligenzquotienten festgestellt. Diese Zusammenhänge konnten bereits im Bereich von 100 bis 150 µg/l nachgewiesen werden (7). Neben diesen neurokognitiven Auswirkungen sind auch vasomotorische Dysfunktionen, Beeinträchtigungen der Nierenfunktion sowie eine Erhöhung der Hörschwelle als potenzielle Folgen einer Bleibelastung beschrieben (8). Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung von umweltmedizinisch relevanten Blutbleiwerten, bei denen gesundheitliche Beeinträchtigungen beobachtet wurden (6).

Tabelle 1 Mögliche Wirkungen von Umweltexpositionen gegenüber Blei auf Kinder

Möglicher gesundheitsschädlicher Effekt	Blutbleispiegel mit möglicher Wirkung (µg/l) <sup>1</sup>
Erhöhte Hörschwelle	50–470
Beeinträchtigung vasomotorischer Testleistungen <sup>2</sup>	< 100
Verminderung des Intelligenzquotienten	100–150
Erhöhter Wert für Erythrozyten-Progenitoren (EP) <sup>3</sup>	> 150
Neuropsychologische Veränderungen (persistierende, möglicherweise irreversible Intelligenzdefizite und psychomotorische Defizite)	100–300
Neurotoxische Effekte	< 100
Subtile Nierenfunktionsstörung	100
Anämie (Hämatokrit < 35%)	> 200
Wachstumsstörungen (Störung des Vitamin-D-Stoffwechsels, Beeinträchtigung des Kalzium-Stoffwechsels, Störung des Hypophysen-Schilddrüsen-Systems)	150–250

1) Die angegebenen Blutbleiwerte stellen keine Schwellenkonzentrationen dar. Es sind jeweils die niedrigsten Werte, bei denen die Effekte beobachtet wurden, 2) Beeinträchtigung der Ergebnisse bei bestimmten feinmotorischen und koordinativen Tests, 3) Vorläuferzellen der roten Blutkörperchen (Hinweis auf Störung der Bildung reifer roter Blutkörperchen)

Quelle: Kommission "Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes 1996 (6)

Da für Blei keine sichere Aufnahmemenge festgelegt werden kann, wurden 2009 die sogenannten Human-Biomonitoring-Werte (HBM-Werte), die normalerweise zur gesundheitlichen Bewertung von Schadstoffen im Körper dienen, für Blei ausgesetzt (16). Stattdessen arbeitet man mit Referenzwerten, die beschreiben, welche

<sup>1</sup> "Gruppenbasis" bedeutet, dass die Effekte nicht bei einzelnen Kindern individuell nachweisbar sind, sondern erst in der statistischen Analyse einer größeren Gruppe von Kindern erkennbar werden.

Blutbleikonzentrationen in der Allgemeinbevölkerung typischerweise vorkommen – ohne jedoch Aussagen zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit zu treffen.

Auf Grundlage der aktuellen Umweltstudie GerES V (2014–2017) (3) liegen diese Referenzwerte bei 19 µg/l für Mädchen und 22 µg/l für Jungen (Tabelle 2). Diese Werte wurden 2025 aktualisiert, nicht aufgrund neuer Gesundheitsgefahren, sondern wegen methodischer Weiterentwicklungen in der Statistik. Für die Bewertung der gesundheitlichen Risiken hat sich dadurch inhaltlich nichts geändert (3, 11, 17).

*Tabelle 2 Referenzwerte für Blei im Blut bei Mädchen und Jungen*

Grundlage	Personengruppe (3–11 Jahre)	Referenzwerte (R) <sup>1</sup>	
		2019	2025
Deutsche HBM-Kommission	Mädchen Jungen	15 µg/l 20 µg/l	19 µg/l 22 µg/l

1) Beschreibt den statistischen Wert, unter dem 95% der gemessenen Werte in einer repräsentativen Referenzpopulation liegen (hier: GerES V (3)), µg/l Blei im Vollblut

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat 2010 ebenfalls bestätigt, dass es keine unbedenkliche Aufnahmemenge für gibt (18). Sie stützte sich dabei auf ein statistisches Modell zur Risikoabschätzung und legte sogenannte Benchmark-Dosis-Grenzwerte (Benchmark Dose Lower Confidence Limit, BMDL) fest. Diese geben die Blutbleikonzentration an, bei der bereits gesundheitliche Effekte auftreten können:

- 12 µg/l: Untere Schwelle, ab der bei 1% der Kinder eine Beeinträchtigung der geistigen Entwicklung auftreten kann (BMDL<sub>01</sub>)
- 15 µg/l: Untere Schwelle, ab der bei 10% der Erwachsenen chronische Nierenerkrankungen auftreten können (BMDL<sub>10</sub>)
- 36 µg/l: Untere Schwelle, ab der bei 1% der Erwachsenen ein Anstieg des Blutdrucks zu erwarten ist (BMDL<sub>01</sub>)

Diese Werte stellen keine gesundheitlich unbedenklichen Schwellen dar, sondern helfen lediglich dabei, das Ausmaß des Risikos einzuschätzen. Besonders gefährdet sind Säuglinge, Kleinkinder und Schwangere. Kleinkinder nehmen Blei schneller auf als Erwachsene – unter anderem, weil sie häufiger Dinge in den Mund nehmen und der Körper das Blei etwa dreimal so effizient aufnimmt.

Angesichts dieser Erkenntnisse ist es aus Sicht des vorbeugenden Gesundheitsschutzes dringend geboten, jede zusätzliche Bleibelastung zu vermeiden, insbesondere bei jungen Kindern. Dazu zählt vor allem, Quellen wie belastete Böden oder industrielle Emissionen frühzeitig zu identifizieren und zu reduzieren.

## 2.2. Aufnahmemechanismen und Expositionssquellen von Blei

Die Bioverfügbarkeit von Blei hängt maßgeblich von seiner chemischen Struktur ab, wodurch verschiedene bleihaltige Partikel in unterschiedlichem Maße vom menschlichen Körper absorbiert werden. Aufgrund der derzeit begrenzten Studienlage kann die Absorptionsrate spezifischer Bleiverbindungen jedoch nicht abschließend quantifiziert werden (19).

Die Hauptaufnahmewege für Blei sind die inhalative und die orale Exposition, während die dermale Absorption primär im Zusammenhang mit der Anwendung von unkontrollierten Kosmetika oder bestimmten Medikamenten auftritt. Kinder sind einer erhöhten Belastung ausgesetzt, da sie im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht größere Mengen an Blei aufnehmen. Zudem weisen sie eine signifikant höhere gastrointestinale Absorptionsrate (viermal so hoch) auf als Erwachsene, wodurch das Schwermetall verstärkt in den kindlichen Organismus gelangt (6). Die Effizienz der Bleiaufnahme ist zudem von der Versorgung mit essenziellen Nährstoffen abhängig, so haben Studien eine negative Korrelation zwischen Bleikonzentrationen im Blut und den Spiegeln von Calcium sowie Eisen festgestellt (20).

Nach der Aufnahme wird Blei zunächst an die Membran der Erythrozyten gebunden und über den Blutkreislauf zu verschiedenen Organen, darunter Leber, Nieren und Gehirn, sowie zu weiteren Geweben wie Weichgewebe und Knochen transportiert. In diesen Strukturen lagert sich Blei an und akkumuliert über die Zeit, was langfristige gesundheitliche Risiken mit sich bringen kann. Eine besondere Gefahr stellt die Plazentagängigkeit des Schwermetalls dar: Blei kann während der Schwangerschaft von der Mutter auf den Fötus übergehen und die Entwicklung unreifer neuronaler Strukturen beeinträchtigen (21, 22). Intrauterine Bleiexposition ist insbesondere bei hohen mütterlichen Blutbleikonzentrationen mit einem erhöhten Risiko für Frühgeburten assoziiert (8). Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass bereits niedrige mütterliche Bleibelastungen während der Schwangerschaft das Geburtsgewicht des Kindes negativ beeinflussen können (20, 23, 24).

In der Umwelt existieren zahlreiche potenzielle Bleiquellen, darunter bleihaltige Farben, die unter anderem in Kinderspielzeug vorkommen, sowie bleibelastetes Trinkwasser durch alte Wasserleitungen. Zudem können Lebensmittel eine relevante Expositionssquelle darstellen (8). Pflanzen sind in der Lage, Blei über ihre Wurzeln aus dem Boden aufzunehmen und zu akkumulieren, wodurch Agrarerzeugnisse von kontaminierten Böden eine potenzielle Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen (25). Die Aufnahmemenge variiert dabei je nach Pflanzenart, da diese unterschiedliche Fähigkeiten zur Bleiabsorption besitzen. Neben der systemischen Aufnahme über die Wurzeln können sich Bleipartikel auch auf der Pflanzenoberfläche anreichern. Durch gründliches Waschen von Obst und Gemüse kann die Bleikonzentration reduziert, jedoch nicht vollständig eliminiert werden (26). Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere Kräuter, Weizen sowie Blatt- und Wurzelgemüse stark mit Blei belastet sein können (26, 27). Auch tierische Produkte stellen eine potenzielle Expositionssquelle dar, da Schwermetalle über die Nahrungskette akkumuliert werden und somit in Lebensmitteln wie Eiern, Fleisch und Fisch nachweisbar sind (28).

Auch das individuelle Hygieneverhalten spielt eine Rolle bei der Bleiexposition. Bleihaltiger Staub und kontaminierte Bodenpartikel können über die Hände in den Mund und so in den Stoffwechsel gelangen. Während dieser Übertragungsweg bei Erwachsenen insbesondere beim Verzehr von Nahrungsmitteln mit den Händen

eine Rolle spielt, ist bei Kindern, insbesondere Kleinkindern, eine verstärkte orale Exposition durch häufigen Hand-Mund-Kontakt zu berücksichtigen. Besonders das Lutschen an Fingern sowie das Kauen an Fingernägeln und -haut erhöhen das Risiko einer Bleiaufnahme erheblich (29, 30). Dadurch kann Blei insbesondere bei und nach dem Spielen auf belasteten Böden in den kindlichen Organismus gelangen und langfristige gesundheitliche Folgen nach sich ziehen (8). Darüber hinaus stellt auch Passivrauchen eine relevante Quelle für die Bleiexposition dar. Tabakrauch enthält Spuren von Blei, die sowohl über die Inhalation als auch indirekt über kontaminierten Hausstaub in den Körper gelangen können (31).

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Blutbleiwerte bei Kindern im Sommer höher sein können (32-34). Im Sommer sind Kinder öfter im Freien und somit häufig stärker Umweltexpositionen ausgesetzt, z. B. durch Spielen im Freien, Kontakt mit kontaminiertem Wasser oder durch längere Aufenthalte in Bereichen, in denen bleihaltiger Staub vorhanden sein könnte. Trockener Boden kann bleihaltigen Staub leichter in die Luft abgeben, was die Inhalation oder den Kontakt über die Hände und den Mund wahrscheinlicher macht. Außerdem können höhere Temperaturen zu einer stärkeren Freisetzung von Blei aus alten Farben, Bodenstaub oder industriellen Emissionen führen. Im Winter halten sich Kinder mehr in Innenräumen auf. In Innenräumen können bleihaltige Farben oder Möbel zu einer Bleiexposition führen, besonders bei unzureichender Belüftung. Diese Art der Bleiexposition dürfte in Deutschland kaum noch relevant sein, aufgrund europaweiter Verordnungen, die den Einsatz bleihaltiger Pigmente verbieten (REACH-Verordnung, Verordnung (EG) Nr. 1907/2006). Gleichzeitig nimmt in kälteren Monaten die Aktivität im Freien oft ab und die Staubbelaustung durch trockene Böden ist reduziert. Dies kann zu niedrigeren Expositionswerten führen.

## 2.3. Prüfwerte für Blei im Boden und Bodenbelastung im Untersuchungsgebiet

Die Festlegung von gefahrenbezogenen Prüfwerten für Blei in Böden ist eine zentrale Maßnahme zum Schutz der menschlichen Gesundheit, da Blei über verschiedene Expositionspfade in den menschlichen Organismus gelangen kann. Wie bereits beschrieben, stellt insbesondere die direkte orale Aufnahme von Bodenpartikeln ein Risiko dar, vor allem für Kinder. Durch häufigen Hand-Mund-Kontakt sind sie einem höheren Expositionsrisiko ausgesetzt.

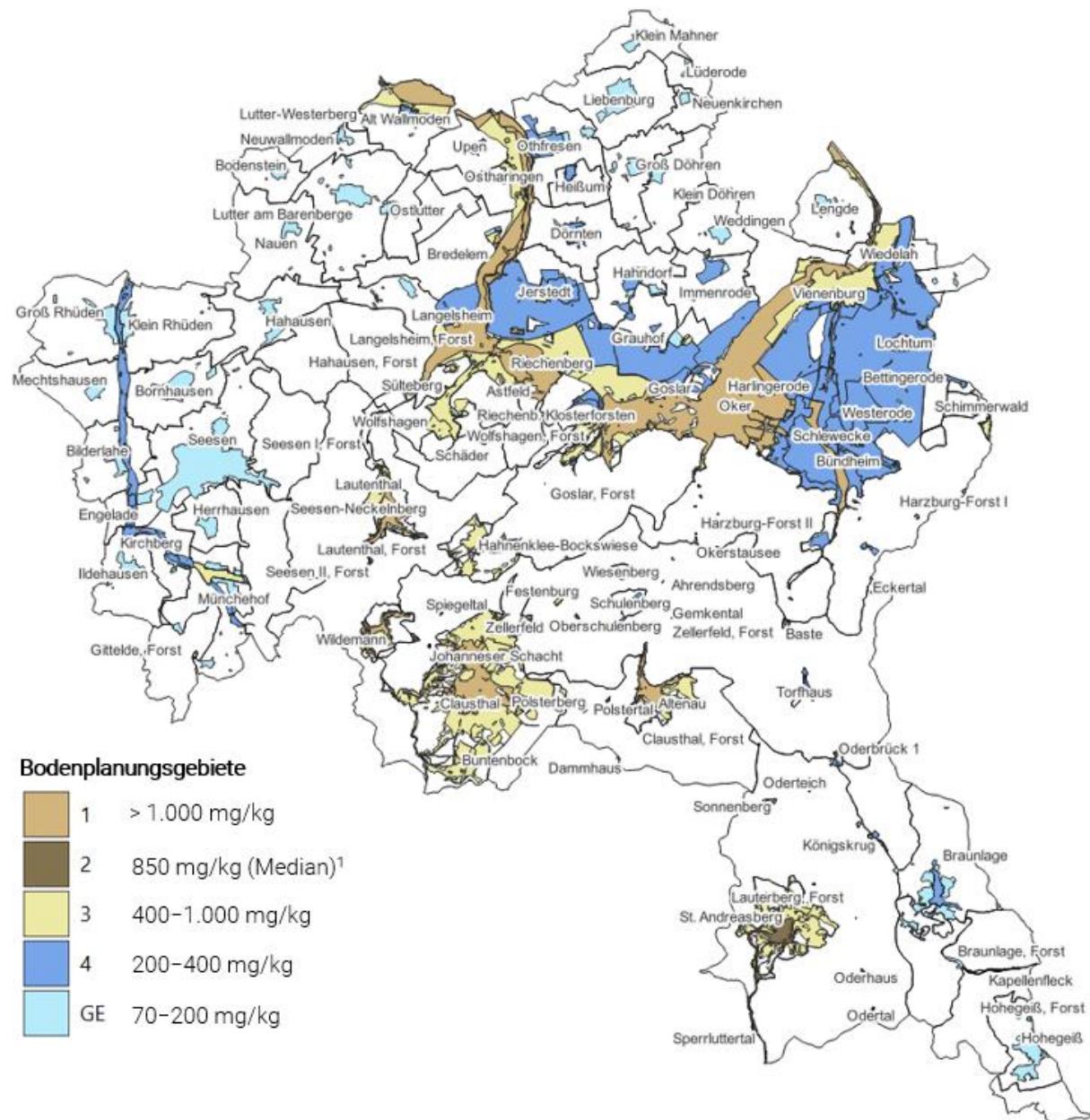
2021 wurden in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (35) die Prüfwerte<sup>2</sup> für Blei in Böden in Abhängigkeit von seiner Nutzung wie folgt definiert:

- Auf **Kinderspielflächen**, auf denen der Kontakt mit Boden besonders bei Kindern intensiv ist, wurde ein Prüfwert von **200 mg/kg Trockenmasse Boden** festgelegt. Dies soll das Risiko einer erhöhten Aufnahme durch oralen Kontakt minimieren.
- In **Wohngebieten** liegt der Prüfwert bei **400 mg/kg Trockenmasse Boden**, da hier eine regelmäßige, aber weniger intensive Exposition erwartet wird, beispielsweise durch Gartenarbeit oder den Aufenthalt im Freien.
- In **Park- und Freizeitanlagen**, wo der direkte Bodenkontakt seltener als auf Spielflächen erfolgt, wurde der Prüfwert auf **1000 mg/kg Trockenmasse Boden** festgelegt.
- Für **Industrie- und Gewerbegebiete** gilt ein Prüfwert von **2000 mg/kg Trockenmasse Boden**.

Während die Böden Niedersachsens durchschnittlich etwa 20-40 mg/kg Blei aufweisen (36), erreichen Teile des Landkreises Goslar einen Median von 1.500 mg/kg. Die am geringsten belasteten Siedlungsgebiete des Landkreises weisen Werte von ca. 70-200 mg/kg auf (36, 37). Bei den Bodenbelastungsgebieten wird zwischen Bodenplanungsgebieten (unterteilt in fünf Teilgebiete, in denen die Bleikonzentrationen über 1.000 mg/kg erreichen können (Abbildung 1, Tabelle 3) und sonstigen Bodenbelastungen (inklusive Waldbodenbelastung, unterteilt in acht Klassen, mit Belastungen von über 5.000 mg/kg (Abbildung 2)) unterschieden. Die Einteilung der Teilgebiete (begrenzt auf Bodenplanungsgebiete) ist in der Verordnung des Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar (BPG-VO) festgeschrieben und wurde auf Grundlage des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG), der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und des Niedersächsischen Bodenschutzgesetztes (NBodSchG) erlassen, um einheitliche Maßnahmen zum Umgang mit den großflächigen Belastungen der Böden festlegen zu können. Die sonstigen Böden wurden als Informations- und Planungsgrundlage durch den Landkreis Goslar auf Grundlage des Bodeninformationssystems erstellt.

---

<sup>2</sup> Eine Überschreitung der in der BBodSchV festgelegten Prüfwerte für Schadstoffe im Boden weist auf einen möglichen Handlungsbedarf hin und erfordert in der Regel eine weitergehende Gefährdungsabschätzung.



1) Keine Angaben zu Spannweite, Details in Tabelle 3, GE = Gebiete mit Schadstoffgehalten in Böden oberhalb der Vorsorgewerte, mg/kg Blei in Trockenmasse im Boden, weiße Flächen nicht Teil der Bodenplanungsgebiete (Belastung dargestellt in Abbildung 2)

Bodenuntersuchungen aus Einzelgutachten, erfasst im Landkreis Umweltinformationssystem LUISE, Stand Juni 2001

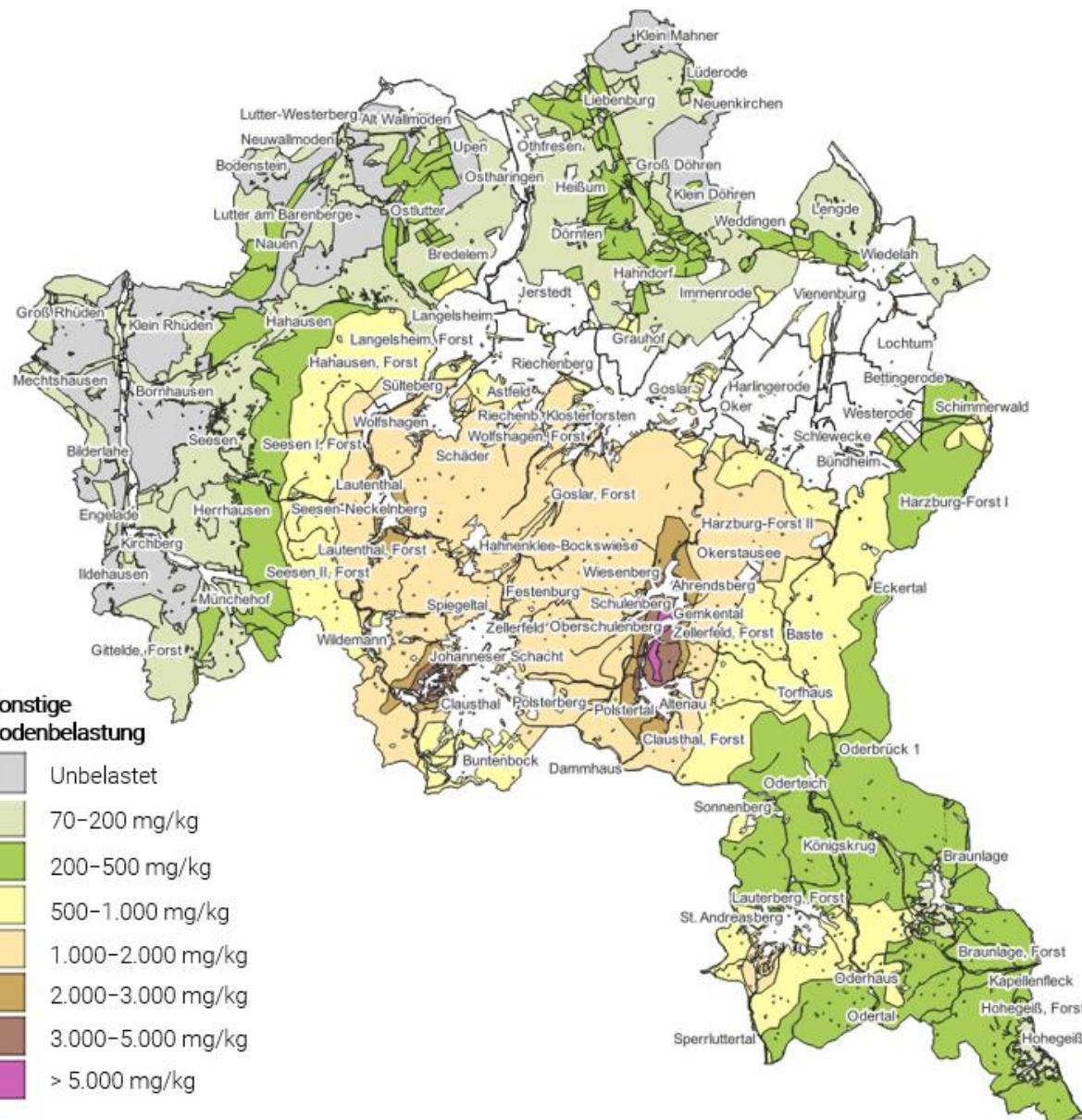
Abbildung 1 Belastung der Bodenplanungsgebiete des Untersuchungsgebiets (37)

Tabelle 3 Ergebnisse von Bodenmessungen des Bodenplanungsgebiets im Untersuchungsgebiet (37)

Bodenplanungsgebiet	N	P10	P50	P90	Max	Min	Einteilung
mg/kg							
Teilgebiet 1	456	412	1.523	6827	30.189	14	> 1.000
Teilgebiet 2	17	639	850	4.120	9.600	216	850
Teilgebiet 3	150	177	406	851	3.274	14	400–1.000
Teilgebiet 4	242	116	249	569	3.752	35	200–400
Gebiete mit Schadstoffgehalten in Böden oberhalb der Vorsorgewerte (GE)	174	52	97	193	4.000	21	70–200

Gesamtgehalte in mg/kg, Teilgebiet = Zone eines Bodenplanungsgebiets mit nach Art und Maß unterschiedlichen schädlichen Bodenveränderungen und unterschiedlichen Bestimmungen, N = Anzahl der Proben, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, Max = Maximalwert, Min = Minimalwert

Bodenuntersuchungen aus Einzelgutachten, erfasst im Landkreis Umweltinformationssystem LUISE, Stand Juni 2001



mg/kg Blei in Trockenmasse im Boden, weiße Flächen Teil der Bodenplanungsgebiete (Belastung dargestellt in Abbildung 1), Landkreis-Boden-Informationssystem, Daten vom Landkreis Goslar zur Verfügung gestellt

Abbildung 2 Bodenbelastungsgebiete sonstiger Böden im Untersuchungsgebiet

## 2.4. Bleibelastung im Blut und Expositionspfade

Aufgrund dieser vergleichsweise hohen Bodenbelastung wurde zunächst eine Studie an Grundschülerinnen und -schülern in den Gemeinden Oker und Harlingerode sowie deren Eltern durchgeführt (BLENCA1) (10). Hierbei zeigte sich insbesondere für die Kinder eine erhöhte Belastung des Bluts mit Blei: So lagen 48% der Blutbleiproben oberhalb der damals gültigen Referenzwerte von 2019 für Deutschland (geometrisches Mittel = 16,9 µg/l, Maximalwert = 65,8 µg/l). Vor diesem Hintergrund wurde die hier dargestellte BLENCA2-Studie angeschlossen. Bei dieser ging es neben der Überprüfung der Blutbleiwerte bei Einschülerinnen und -schülern sowie deren räumlicher Verteilung im Landkreis vor allem auch darum, mögliche Expositionspfade aufzudecken und Hinweise auf potenzielle gesundheitliche Auswirkungen zu erhalten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nach einer akuten bzw. einmaligen Exposition Blei für ca. 28-30 Tage (Blut-Halbwertszeit) im Blut zirkuliert, bevor es größtenteils in andere Gewebe (z. B. Knochen) umgelagert wird. Bei dauerhafter Exposition, wie sie für die Untersuchungsregion zu erwarten ist, kann der Blutwert einen „Dauerzustand“ anzeigen (38). Bei chronischer Exposition bleibt der Blutspiegel erhöht, solange die Exposition besteht. Die Exposition aus der Umwelt kann direkt und indirekt erfolgen (3). Für die untersuchte Fragestellung und die untersuchte Altersgruppe erschienen besonders folgende **direkte Expositionspfade** relevant:

- **Bodenbelastung:** Spielplätze oder Gärten mit bleikontaminiertem Boden stellen ein Risiko dar, besonders bei direktem Hautkontakt oder Aufnahme von Erde (Direktpfad Boden – Mensch). Hierbei ist insbesondere der kindliche Hand-Mund-Kontakt relevant. Die Inhalation von mit Blei belastetem Staub spielt in diesem Zusammenhang ebenfalls eine Rolle und wird vor allem bei extrem trockenen, staubigen Bedingungen oder Bodenbewegungen relevant.
- **Freizeitverhalten:** Besonders bei Kontakt mit belastetem Boden steigt die Gefahr der Bleiaufnahme, insofern ist bei kontaminierten Böden zu erwarten, dass die Bleibelastung mit längerem Aufenthalt im Freien steigt.
- **Lebensmittel:** Der Anbau und Verzehr von Lebensmitteln in belasteten Böden oder eine Kontamination während der Verarbeitung kann – wie oben beschrieben – zur Aufnahme von Blei führen.
- **Naher Wohnort zu Altlasten, Hütten und Bergbauöffnungen:** Kinder, die in der Nähe ehemaliger Industrieanlagen, Deponien oder Bergbaustandorte leben, können einem höheren Expositionsrisiko ausgesetzt sein. Dies kann durch kontaminierte Böden, aufgewirbelten Staub oder belastetes Oberflächenwasser erfolgen, wodurch Schadstoffe in die Umgebung gelangen können.
- **Außenluft:** Emissionen aus Industrieanlagen, dem Boden oder dem Verkehr können zu einer erhöhten Bleikonzentration in der Luft führen.

Als weitere mögliche Expositionsquelle im häuslichen Bereich ist die **Passivrauchbelastung** zu berücksichtigen, denn Zigarettenrauch kann Blei enthalten und zur Innenraumbelastung beitragen.

Emissionen aus **bleihaltigen Rohrleitungen** als potenzielle Quelle für kontaminiertes Trinkwasser konnten bereits in der BLENCA1-Studie in der untersuchten Region ausgeschlossen werden (10). Die Freisetzung von Blei aus

alten Heizsystemen oder offenen Feuerstellen wurde ebenfalls als vernachlässigbar eingestuft. Gleiches gilt für Blei aus Verbraucherprodukten wie Spielzeug, Schmuck oder anderen Gegenständen, die bleihaltige Farben enthalten können. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in Deutschland/Europa strenge gesetzliche Vorgaben zum Schutz vor Bleiexposition bestehen (z. B. europäische Chemikalienverordnung REACH, Verordnung (EG) Nr. 1907/2006).

**Indirekte Einflussgrößen** bestimmen, wie wahrscheinlich oder intensiv Kinder mit den oben genannten Expositionspfaden in Kontakt kommen und müssen deshalb berücksichtigt werden. Diese Faktoren sind für Blei:

- Geschlecht und Lebensalter, da bestimmte Verhaltensmuster das Expositionsrisiko beeinflussen.
- Wohnorte können unterschiedliche Risikoprofile aufweisen.
- Migrationshintergrund und sozioökonomischer Status können Einfluss auf Wohnbedingungen und den Zugang zu bestimmten Konsumgütern haben und somit indirekt die Bleiexposition beeinflussen. Diese möglichen Einflüsse werden jedoch in der Analyse bereits über relevante direkte Faktoren wie Wohnlage hinreichend berücksichtigt. Zusätzlich stellt auch Passivrauchexposition eine eigenständige, sozioökonomisch mitbedingte Quelle für Bleibelastung dar.
- Es war zudem zu erwarten, dass die Exposition im Sommer höher ist als in der kalten Jahreszeit, was vor allem durch ein jahreszeitabhängiges Freizeitverhalten zu erklären ist.

### 3. Zielsetzung

Im Rahmen der BLENCA2-Studie, die allen Schülerinnen und Schülern des Schuljahres 2024/25 im Landkreis Goslar angeboten wurde, sollte die Bleibelastung der Kinder untersucht werden. Anlass der Untersuchung waren die in der BLENCA1-Studie (10) festgestellten erhöhten Blutbleiwerte im Vergleich zur Referenzpopulation (3). Ziel war es, durch eine umfassende Datenerhebung wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zur Belastungssituation, zu Expositionspfaden und potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen zu gewinnen.

Im Fokus der BLENCA2-Studie standen folgende Fragestellungen:

**1. Prävalenz der Referenzwertüberschreitungen:**

Wie hoch ist der Anteil der Kinder im Landkreis Goslar, deren Bleikonzentrationen im Blut über den aktuellen Referenzwerten von 2019 und 2025 liegen?

**2. Räumliche Verteilung:**

Gibt es bestimmte Regionen im Landkreis, in denen die Bleikonzentrationen im Blut der Kinder besonders hoch sind?

Wie gestaltet sich die geografische Verteilung der Belastung?

**3. Identifikation von Expositionsquellen und -pfaden:**

Können spezifische Quellen oder Aufnahmepfade identifiziert werden, die zu erhöhten Bleikonzentrationen im Blut der Kinder beitragen?

**4. Gesundheitliche Auswirkungen:**

Besteht ein Zusammenhang zwischen den Bleikonzentrationen im Blut und gesundheitlichen Faktoren, die in der Schuleingangsuntersuchung erfasst wurden (Aufmerksamkeitsstörungen, Hörvermögen)?

Die hier dargestellten Ergebnisse der BLENCA2-Studie sollen eine wissenschaftliche Grundlage bieten, mit der weitere gesundheitsbezogene Maßnahmen sowie Präventionsstrategien zur Reduktion der Bleiexposition bei Kindern im Landkreis Goslar abgeleitet werden können.

## 4. Material und Methoden

### 4.1. Studienablauf

Die Studie wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Bauen & Umwelt, dem Kinder- und Jugendärztlichen Dienst sowie dem Gesundheitsamt des Landkreises Goslar durchgeführt. Sie erhielt am 20.06.2023 ein positives Votum der Ethikkommission bei der Medizinischen Fakultät der LMU München (Nr. 23-0178). Finanziert wurde die Studie durch den Landkreis Goslar. Die Untersuchungen im Rahmen der Studie wurden im Anschluss an die verpflichtende Schuleingangsuntersuchung angeboten. Alle Kinder, die im September 2024 eingeschult werden sollten, wurden vom Kinder- und Jugendärztlichen Dienst für den Zeitraum von September 2023 bis Juni 2024 zu einer verpflichtenden ärztlichen Untersuchung eingeladen, bei der ihr Entwicklungs- und Gesundheitszustand überprüft wurde.

Mit der Einladung zur verpflichtenden Schuleingangsuntersuchung erhielten die Eltern auch eine Einladung zur freiwilligen Teilnahme an der BLENCA2-Untersuchung (Anhang Abbildung 3). Die Anmeldung hierzu war sowohl im Vorfeld als auch spontan nach der Schuleingangsuntersuchung möglich. Vor dem Termin zur Schuleingangsuntersuchung wurden die Familien nochmals daran erinnert, dass sie die Möglichkeit hätten, an der BLENCA2-Untersuchung teilzunehmen (Anhang Abbildung 4). Ein separates Team führte die BLENCA2-Untersuchung direkt im Anschluss durch. Sie gliederte sich in folgende Schritte:

1. Das Team der Schuleingangsuntersuchung füllte für jedes teilnehmende Kind einen Dokumentationsbogen (Anhang Abbildung 5) für die BLENCA2-Untersuchung aus und händigte diesen an die Erziehungsberechtigten aus. Auf dem Bogen wurden in der Schuleingangsuntersuchung ermittelte Hör- und Konzentrationsvermögen sowie biometrische Daten des Kindes festgehalten. Die Erziehungsberechtigten übergaben dem BLENCA2-Studienteam den Dokumentationsbogen.
2. Die Erziehungsberechtigten lasen die Studieninformation und gaben ihre Einwilligungs- und Datenschutzerklärung (Anhang Abbildung 6) ab. Dies konnte bereits im Vorfeld zu Hause oder vor Ort erfolgen.
3. Die Erziehungsberechtigten füllten einen Kurzfragebogen (Anhang Abbildung 7) im Rahmen der BLENCA2-Untersuchung aus. Dies konnte bereits im Vorfeld zu Hause oder vor Ort erfolgen.
4. Vor Ort wurden durch das Studienteam detailliertere Informationen zu Expositionspfaden per Interview (Anhang Abbildung 8) mit den Erziehungsberechtigten gewonnen.
5. Dem Kind wurden vom Studienteam mehrere Blutstropfen (ca. 250 µl) zur Bleibestimmung aus der Fingerbeere entnommen.
6. Es bestand darüber hinaus die Möglichkeit, an einer einwöchigen Zusatzuntersuchung zum Aufenthaltsort der Kinder mittels eines tragbaren GPS-Geräts teilzunehmen.

Die Blutproben wurden für ca. vier Wochen im Gefrierschrank gelagert und anschließend gesammelt in einer Isolierbox per Express-Versand an das LMU Klinikum in München geschickt. Sobald die Analyse abgeschlossen war und die Ergebnisse dem Studienteam vorlagen, erhielten die Eltern der teilnehmenden Kinder einen Befundbrief. Die Familien konnten eine umweltmedizinische Beratung per Telefon beim Studienarzt in Anspruch

nehmen. Bei Kindern mit einem Blutbleiwert über 50 µg/l nahm der Studienarzt proaktiv telefonisch Kontakt für eine umweltmedizinische Beratung auf.

Für Erziehungsberechtigte, die direkt im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung keine Zeit für die Teilnahme an der BLENCA2-Untersuchung hatten, bestand die Möglichkeit, einen separaten Untersuchungstermin zu vereinbaren.

Die Grundschulen im Landkreis wurden vorab über die Durchführung der Studie informiert und erhielten Informationsmaterialien wie Informationsbroschüren (Anhang Abbildung 1), Informationsvideos (zu finden auf der BLENCA2-Website (39)) und Plakate (Anhang Abbildung 2). Die Schulen wurden zudem gebeten, die Erziehungsberechtigten bereits an den Elternabenden für Einschülerinnen und Einschüler über die Studie zu informieren. Zusätzlich wurden die Kinderärztinnen und Kinderärzte benachrichtigt und mit Informationsmaterialien ausgestattet. Alle relevanten Informationen zur Studie waren auch auf der Studienwebsite (39) in deutscher und englischer Sprache zugänglich. Bei Fragen konnten sich die Erziehungsberechtigten direkt telefonisch oder per E-Mail an das Studienteam wenden.

## 4.2. Studieninstrumente

### 4.2.1. Schuleingangsuntersuchung

Ärztinnen und Ärzte des öffentlichen Gesundheitsdienstes des Landkreises Goslar (Fachgruppe Kinder- und Jugendärztlicher Dienst) führten vor der Einschulung eine ärztliche Untersuchung der Kinder durch, um gesundheitliche Beeinträchtigungen zu identifizieren, die die Schulfähigkeit beeinflussen könnten. Wie in anderen Bundesländern ist die Schuleingangsuntersuchung in Niedersachsen verpflichtend.

Für die BLENCA2-Studie wurden, so die Erziehungsberechtigten das wünschten, routinemäßig gewonnene Informationen aus der Schuleingangsuntersuchung zur Verfügung gestellt (Anhang Abbildung 5). Dazu gehörte

- ein Hörtest, bei dem die Hörfähigkeit der Kinder bei 30 und 40 dB bei den Frequenzen 250, 500, 1000, 2000 und 4000 Hz an beiden Ohren geprüft wurde. Das Ergebnis wurde als eine gesundheitliche Zielgröße betrachtet. Ziel der Verwendung der Ergebnisse des Hörtest war die Erfassung einer möglicherweise Blei-assozierten Minderung der Hörschwelle.
- das Gewicht (gemessen ohne Straßenkleidung)
- die Größe
- eine ärztliche Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit des Kindes auf einer 5-Punkte-Likertskala von „sehr gut“ bis „stark eingeschränkt“. Dieser Parameter sollte als eine mögliche gesundheitliche Zielgröße verwendet werden.
- der Besuch eines Inklusionskindergartens oder eines heilpädagogischen Kindergartens. Dies wurde erfasst, da zum einen der Inklusionsbedarf aus einer Bleibelastung resultieren könnte, zum anderen sich das Freizeitverhalten von Kindern mit Inklusionsbedarf von Gleichaltrigen unterscheiden könnte.
- die Ergebnisse des Fragebogens zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen (SDQ Elternfragebogen für 4-17-Jährige (40)). Ziel der Verwendung der Ergebnisse dieses Instruments war die Erfassung einer möglicherweise Blei assoziierten Aufmerksamkeitsstörung im Kindesalter.

Zusätzliche, über die routinemäßigen Untersuchungen hinausgehende Gesundheitsparameter wurden bewusst nicht erhoben, um die zeitliche Belastung der teilnehmenden Kinder und ihrer Erziehungsberechtigten auf ein notwendiges Minimum zu beschränken. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass die Untersuchung mit möglichst geringem Aufwand für die Familien verbunden war und die Teilnahmebereitschaft somit hoch war, ohne die wissenschaftliche Aussagekraft der Studie zu beeinträchtigen.

### 4.2.2. Fragebogen

Der Fragebogen (Anhang Abbildung 7) konnte entweder in Papierform oder online (mithilfe eines QR-Codes) vorab oder vor Ort bei der Untersuchung ausgefüllt werden. Die Online-Version des Fragebogens wurde über die Software LimeSurvey (LimeSurvey GmbH, <https://www.limesurvey.org/de/>) mit Datenspeicherung am Klinikum der Universität München angeboten. Die Fragen stammten – wo immer möglich – aus validierten

Fragebogeninstrumenten. Das Vorgehen wurde im Vorfeld mit dem behördlichen Datenschutzbeauftragten des Klinikums der Universität München, Herrn Gerhard Meyer, abgestimmt. Folgende Parameter wurden erfasst:

- Alter des Kindes
  - aus dem Kinder- und Jugendgesundheitssurvey des Robert Koch-Instituts (KiGGS) Welle 2 (41)
  - Das Alter wurde zur Auswertung der Bleibefunde und zur Beschreibung der Untersuchungspopulation erfasst.
- Geschlecht des Kindes
  - aus der KiGGS Welle 2 (41)
  - Das Geschlecht wurde zur Einordnung der Blutbleibefunde und zur Beschreibung der Studienpopulation verwendet.
- Geburtsdatum des Kindes
  - aus der KiGGS Welle 2 (41)
  - Das Geburtsdatum wurde zur Auswertung der Bleibefunde und zur Beschreibung der Untersuchungspopulation erfasst.
- Bildungsstand der Erziehungsberechtigten
  - aus der KiGGS Welle 2 (41)
  - Der Bildungsstand der Erziehenden wurde zur Beschreibung der Studienpopulation und als mögliche Störgröße (sogenannte „Confounder“) im Zusammenhang zwischen Exposition und gesundheitlichen Zielgrößen erhoben.
- Passivrauchbelastung des Kindes
  - aus der KiGGS Welle 2 (41) und der DEBRA-Studie (42)
  - Die Passivrauchexposition ist mit der Bleikonzentration im Blut sowie möglicherweise mit den zu untersuchenden Gesundheitsparametern assoziiert. Da die Eigenangabe zum Aktivrauchen und zur Passivrauchbelastung sich in der Vergangenheit als valide zeigte, wurde auf die Messung von Cotinin im Harn verzichtet (43, 44).

#### 4.2.3. Interview

Das ausführliche, ca. 15-minütige Interview umfasste 23 Fragen (Anhang Abbildung 8) und wurde von geschultem Interviewpersonal vor Ort durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden in die Software LimeSurvey (LimeSurvey GmbH, <https://www.limesurvey.org/de/>) eingetragen und auf dem Server des Klinikums der Universität München gespeichert. Das Vorgehen wurde im Vorfeld mit dem behördlichen Datenschutzbeauftragten des Klinikums der Universität München, Gerhard Meyer, abgestimmt.

Im Interview wurden das Hygieneverhalten, das Freizeitverhalten und die Ernährungsgewohnheiten des Kindes erfasst, um hieraus mögliche Expositionspfade zu ermitteln. Folgende Daten wurden erhoben:

- Hygieneverhalten des Kindes (45) in den letzten 12 Monaten vor der Untersuchung
  - Kauen an Fingernägeln, Daumenlutschen
  - Händewaschen
- Ernährungsgewohnheiten (45) seit der Geburt des Kindes
  - Anbau von Obst/Gemüse/Salat/Kräutern/Getreide im eigenen Garten durch die Familie (ausschließlich im Hochbeet)
  - Häufigkeit des Konsums von Obst/Gemüse/Salat/Kräutern/Getreide aus eigenem Anbau durch das Kind
  - Wasch- und Schälgewohnheiten in Bezug auf Nahrungsmittel aus dem Garten
  - Häufigkeit des Konsums von Obst/Gemüse/Salat/Kräutern/Getreide aus dem Landkreis Goslar (u.a. Hofladen, Garten der Nachbarn) durch das Kind
  - Häufigkeit des Konsums von Fisch/Innereien/Wild/Speisen aus dem Wald
- Wohnanamnese (46) seit der Geburt des Kindes
  - Die Wohnanamnese (umfasste Wohnadresse und Wohndauer) diente zum einen der Erfassung des Zeitpunktes des Beginns einer möglichen Umweltexposition, zum anderen auch für die Dauer einer solchen sowie zum Aufdecken möglicher Belastungspfade, die mit räumlichen Analysen untersucht werden können.
- Betreuungsanamnese (u.a. Kindergarten, Tagesbetreuung) seit der Geburt des Kindes
  - Die Betreuungsanamnese (umfasste Art der Betreuung, Adresse und Betreuungsdauer) erfasste die Aufenthaltsorte des Kindes außerhalb des Wohnumfelds, um potenzielle Umweltexpositionen zu identifizieren. Sie diente zudem der Bestimmung der Expositionsdauer und der Analyse möglicher Belastungspfade im Zusammenhang mit räumlichen Faktoren.
- Freizeiterhalten des Kindes in den letzten 12 Monaten vor der Untersuchung
  - Aufenthaltsorte (eigener Garten, Garten von Bekannten, Sport- und Spielplätze, Wald und Wiese, Freibäder und Badeseen)
  - Aufenthaltsdauerdauer im Freien

#### **4.2.4. Blutuntersuchung auf Blei**

Zur Bestimmung des Bleigehalts im Blut wurden standardisierte Verfahren angewendet. Die Probenahme und Analyse erfolgten unter strengen Qualitäts- und Hygienestandards.

##### **4.2.4.1. Blutprobenahme aus der Fingerbeere**

Das Studienteam entnahm Kapillarblutproben aus der Fingerbeere der Kinder. Nach der alkoholischen Reinigung des Fingers erfolgte die Blutentnahme mit einer Lanzette (Safety-Lanzette Super 1,5 Klinge, SARSTEDT) und einem Blutröhrchen (BD Microtainer MAP K2EDTA 1.0 mg, BD), wobei mindestens 250 µl Blut an der Fingerbeere entnommen werden sollten. Diese Methode war einer venösen Blutprobenentnahme vorzuziehen, da sie weniger invasiv ist und in der Bevölkerung vermutlich insgesamt mehr Akzeptanz findet. Bei Einhaltung der Hygienemaßnahmen kann durch das gewählte Verfahren das gesundheitliche Risiko für die minderjährigen Teilnehmer und Teilnehmerinnen minimiert werden. Es wurde besonders darauf geachtet, dass ausschließlich Materialien verwendet wurden, die kein Blei enthielten. Die Durchführung erfolgte entsprechend dem Protokoll der University of Tennessee, angepasst an die Studienpopulation (47).

##### **4.2.4.2. Laboranalyse auf Blei**

Folgende Qualitätskriterien wurden in den **Laboranalysen** erfüllt:

- Durchführung in einem zertifizierten Labor (Labor des Instituts und der Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des Klinikums der LMU München unter der Leitung von Dr. Stefan Rakete)
- Erfolgreiche halbjährige Teilnahme des Labors an Ringversuchen für die Bestimmung von Blei im Blut für den umweltmedizinischen Bereich
- Alle Analysen, sofern ausreichend Probenmaterial vorhanden war, wurden als Doppelbestimmungen durchgeführt. Der Mittelwert der beiden Messwerte wurde bestimmt und zur weiteren Analyse herangezogen.
- Die Blutröhrchen wiesen einen zu vernachlässigenden Blindwert von 0,2 µg/l (im Mittel) auf. Dieser Blindwert wurde von den Blutbleiergebnissen abgezogen.
- Die Nachweis- und Bestimmungsgrenze lagen bei 0,1 bzw. 0,3 µg/l.
- Vor jeder Messreihe sowie jede 20 Messungen wurde zertifiziertes Kontrollmaterial für Blei im Blut gemessen.
- Die Proben werden nach Studienende für mindestens 12 Monate nach Studienende fachgerecht gelagert.

Der Bleigehalt im Blut wurde mit einem hochpräzisen Messverfahren ICP-MS/MS (Tandem-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) bestimmt. Dafür wurden die Blutproben zunächst auf einem Rollenmixer langsam aufgetaut und gleichmäßig vermischt. Aus jeder Probe wurde anschließend ein Aliquot von 50 µl entnommen und mit 950 µl einer Verdünnungslösung (je 10 µg/l Rhodium und Terbium in 0,5% Salpetersäure) vermischt und dem ICP-MS/MS zugeführt.

Falls von einer Probe weniger als 50 µl zur Verfügung stand, wurde ein kleines Aliquot (z. B. 25 µl) mit reinem Wasser auf ein finales Volumen von 50 µl verdünnt und entsprechend weiterverarbeitet. Anschließend wurden die verdünnten Proben in das Messgerät gegeben, um den Bleigehalt – mit Berücksichtigung der Verdünnung – genau zu bestimmen.

#### **4.2.5. GPS-Daten**

Im Rahmen einer Zusatzuntersuchung sollten die Aufenthaltsorte der Kinder über sieben Tage hinweg mithilfe von GPS-Daten erfasst werden. Diese Messungen dienten zur Validierung der im Interview angegebenen Aufenthaltsorte. Jedes teilnehmende Kind erhielt hierfür ein GPS-Gerät (PAJ GPS Tracker & Ortungssysteme – EASY Finder 4G), das mit einem Schlüsselanhänger um den Hals getragen werden konnte. Bei der Auswahl der Geräte wurde darauf geachtet, dass die aufgezeichneten Daten in Europa gespeichert werden und nach 12 Monaten wieder gelöscht werden. Während des Untersuchungszeitraums führten die Familien ein Tagebuch (Anhang Abbildung 9), in dem sie das Trageverhalten des Kindes dokumentierten. Nach einer Woche gaben sie das Gerät an das Studienpersonal zurück, das die GPS-Daten auslas, das Gerät reinigte und dessen Funktionstüchtigkeit überprüfte, bevor es an das nächste teilnehmende Kind weitergegeben wurde. Das Vorgehen wurde im Vorfeld mit dem behördlichen Datenschutzbeauftragten des Klinikums der Universität München, Gerhard Meyer, abgestimmt.

## 4.3. Variablendefinition

### 4.3.1. Jahreszeit der Blutentnahme

Der Erhebungszeitraum erstreckte sich von September 2023 bis Juni 2024. Die Blutentnahmen wurden entsprechend den Jahreszeiten zugeordnet.

- Herbst 2023: September 2023, Oktober 2023 und November 2023
- Winter 2023/24: Dezember 2023, Januar 2024 und Februar 2024
- Frühling 2024: März 2024 und April 2024
- Sommer 2024: Mai 2024 und Juni 2024

Die Einteilung erfolgte angelehnt an die meteorologischen Jahreszeiten und wurde auf Basis der Fallzahlen so angepasst, dass eine angemessene Gruppengröße sichergestellt wurde.

### 4.3.2. Zeitlicher Bezugsrahmen der Variablen

Wie oben beschrieben, ist eine akute bzw. einmalige Exposition mit Blei für ca. 28-30 Tage (Blut-Halbwertszeit) im Blut nachweisbar. Bei dauerhafter Exposition, wie sie für die Untersuchungsregion zu erwarten ist, kann der Blutwert einen „Dauerzustand“ anzeigen (38).

Da insbesondere Umweltbelastung, Ernährungsverhalten (z. B. der Konsum von Lebensmitteln aus Eigenanbau oder regionaler Herkunft) sowie die Aufenthaltsorte der Kinder analysiert werden sollten – Aspekte, die sich im Jahresverlauf verändern können –, wurde für diese Variablen ein Zeitraum von zwölf Monaten zugrunde gelegt. Dies ermöglicht eine realistische Einschätzung saisonaler Schwankungen sowie aktueller Belastungsquellen, die im Zusammenhang mit der im Blut messbaren Bleikonzentration stehen. Für die Bewertung der Wohnanamnese sowie der Betreuungssituation wurde hingegen der gesamte Zeitraum seit der Geburt der Kinder berücksichtigt. Da sich mögliche Effekte von früheren Wohnorten oder Betreuungseinrichtungen auch langfristig auf die Bleikonzentration auswirken können, war es sinnvoll, hier einen umfassenderen Betrachtungszeitraum zu wählen.

### 4.3.3. Geschlecht

Die Geschlechtsunterscheidung erfolgte zwischen Mädchen und Jungen, keines der Kinder wurde als „divers“ angegeben.

### 4.3.4. Kinder mit I-/HPG-Status

Kinder mit I-/HPG-Status gehören entweder zu einer Inklusionsgruppe (I) oder zur heilpädagogischen Gruppe (HPG).

- I-Status (Inklusionsstatus): Status von Kindern, die besonderen Förderbedarf haben und in reguläre Gruppen des Kindergartens integriert sind.

- HPG-Status (heilpädagogische Gruppe): Status von Kindern, die in speziellen heilpädagogischen Einrichtungen oder Gruppen betreut werden, da sie besondere Unterstützung in ihrer Entwicklung benötigen.

Die Informationen zum I-/HPG-Status eines Kindes stammten aus der Schuleingangsuntersuchung. Für die bivariaten und multivariaten Analysen wurden – aufgrund geringer Fallzahlen – Kinder mit I-Status und mit HPG-Status zu einer Gruppe (I-/HPG-Status) zusammengefasst.

#### **4.3.5. Sozioökonomischer Status**

In Anlehnung an das Punktesystem der KIGGS Welle 2 (Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland), GerES V (Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit) und der BLENCA1-Studie wurde der sozioökonomische Status der Eltern aus Schul- und Berufsbildung nach der CASMIN-Klassifikation ermittelt (3, 41). Die sich ergebenden 9 Kategorien wurden analog zur KIGGS Welle 2 Studie in drei Kategorien zusammengefasst (1.–4. Kategorie = niedrig, 5.–8. Kategorie = mittel, 9. Kategorie = hoch). Jedem Kind wurde die jeweils höchste Kategorie der Erziehungsberechtigten zugeordnet (41).

- Niedriger sozioökonomischer Status
  - 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: Haupt-/Volksschulabschluss und abgeschlossene Lehre/ Berufsschule
- Mittlerer sozioökonomischer Status
  - 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 abgeschlossene Lehr/Berufsschule
  - 8. Kategorie: Haupt-/Volksschulabschluss/Mittlerer Schulabschluss/Fachabitur/Fachhochschulreife/fachgebundene Hochschulreife/Abitur/allgemeine Hochschulreife und Fachschulabschluss
- Hoher sozioökonomischer Status
  - 9. Kategorie: Haupt-/Volksschulabschluss/Mittlerer Schulabschluss/Fachabitur/Fachhochschulreife/fachgebundene Hochschulreife/Abitur/allgemeine Hochschulreife und Universität-/Hochschulabschluss

#### **4.3.6. Body-Mass-Index**

Der Body-Mass-index (BMI) errechnet sich aus dem Körpergewicht [kg] im Verhältnis zur Körpergröße [ $m^2$ ]. Das Ergebnis wurde mit den altersentsprechenden Grenzwerten der International Obesity Task Force (48) in Unter-, Normal- und Übergewicht eingeteilt (Tabelle 4).

Tabelle 4 Altersspezifische Einteilung des Body-Mass-Index (BMI) nach Unter-, Normal- und Übergewicht

Alter [Jahre]	Geschlecht	Untergewicht	Normalgewicht	Übergewicht
5	Mädchen	< 13,9	13,9–17,3	> 17,3
	Jungen	< 14,2	14,2–17,4	> 17,4
6	Mädchen	< 13,9	13,9–17,3	> 17,3
	Jungen	< 14,1	14,1–17,5	> 17,5
7	Mädchen	< 13,8	13,8–17,7	> 17,7
	Jungen	< 14,0	14,0–17,9	> 17,9

Für die bivariaten Analysen zwischen BMI und Blutbleiwerten wurden Kinder mit Untergewicht und Normalgewicht zu einer Gruppe zusammengefasst und Kindern mit Übergewicht gegenübergestellt, um eine ausreichende Fallzahl für den Vergleich sicherzustellen.

#### 4.3.7. Passivrauchbelastung

Die Passivrauchbelastung wurde für die bivariate Analyse in zwei Gruppen unterteilt. Kinder, die „Seltener als 1x pro Woche“, „1x pro Woche“, „Mehrmals pro Woche“ oder „Täglich“ Passivrauch ausgesetzt waren, wurden der Gruppe „Ja“ zugeordnet. Die Gruppe „Nein“ umfasste Kinder, die „Nie“ Passivrauch ausgesetzt waren.

#### 4.3.8. Munitionsexposition

Die Munitionsexposition wurde für die bivariate Analyse in zwei Gruppen unterteilt. Kinder, die „Selten“, „Manchmal“, „Oft“ oder „Immer“ Munition ausgesetzt waren, wurden der Gruppe „Ja“ zugeordnet. Die Gruppe „Nein“ umfasste Kinder, die „Nie“ Munition ausgesetzt waren.

#### 4.3.9. Hygieneverhalten

Das Verhalten in Bezug auf „Finger im Mund“, „Händewaschen beim Nachhausekommen“ und „Händewaschen vor dem Essen“ wurde für die bivariate Analyse in zwei Gruppen zusammengefasst. Die Gruppe „Ja“ umfasst die Kategorien „Manchmal“, „Oft“ und „Immer“, während die Gruppe „Nein“ die Kategorien „Nie“ und „Selten“ beinhaltet.

„Händewaschen beim Nachhausekommen“ und „Händewaschen vor dem Essen“ wurden in eine Variable zum „allgemeinen Händewaschen“ zusammengefasst. Die Gruppe „Ja“ umfasst Kinder, die sowohl beim Nachhausekommen als auch vor dem Essen „Manchmal“, „Oft“ oder „Immer“ angegeben hatten.

#### 4.3.10. Ernährungsverhalten

Die Antwortkategorien für das Ernährungsverhalten wurden für die bivariate Analyse in zwei Gruppen unterteilt. Die Gruppe „Ja“ umfasst die Kategorien „Seltener als 1x die Woche“, „1x die Woche“, „Mehrmals pro Woche“ oder „Täglich“, während die Gruppe „Nein“ die Kategorien „Nie“ bis „Seltener als 1x die Woche“ umfasste. Für die Variable „Waschen/Schälen der Lebensmittel“ wurde die Einteilung vorgenommen, dass die Gruppe „Ja“ die Kategorien „Manchmal“, „Oft“ und „Immer“ umfasst, während die Gruppe „Nein“ die Kategorien „Nie“ und „Selten“ umfasste.

#### 4.3.11. Betreuungsorte

Für die Variable Betreuungsorte standen folgende Antwortkategorien zur Auswahl:

- „Kinderkrippe, Kindergarten, Kita“ (zusammengefasst unter der Bezeichnung „Kindergarten“)
- „Tagesmutter oder ähnliche Tagesbetreuung“ (zusammengefasst als „Tagesbetreuung“)
- „Verwandte, Freunde, Bekannte etc.“ (zusammengefasst als „Verwandte/Bekannte“)
- sowie „Sonstiges“

#### 4.3.12. Aufenthaltsdauer

Um die Aufenthaltsdauer auch kontinuierlich betrachten zu können, wurden die Antwortkategorien aus dem Interview („Nie“, „< 1 Stunde/Woche“, „1–3 Stunden/Woche“, „3–5 Stunden/Woche“, „5–7 Stunden/Woche“, „> 7 Stunden/Woche“) einer durchschnittlich verbrachten Zeit zugeordnet. Dies ermöglicht eine genauere Analyse der Daten. Die Zuordnung erfolgte wie folgt:

- Nie = 0 Stunden/Woche
- < 1 Stunde/Woche = 1 Stunden/Woche
- 1 bis weniger als Stunden/Woche = 2 Stunden/Woche
- 3 bis weniger als 5 Stunden/Woche = 4 Stunden/Woche
- 5 bis weniger als 7 Stunden/Woche = 6 Stunden/Woche
- > 7 Stunden/Woche = 8 Stunden/Woche

Für die bivariate Analyse wurde die Aufenthaltsdauer in zwei Gruppen unterteilt:

- ≤ 3 Stunden/Woche: Diese Gruppe umfasst die Kategorien „Nie“, „< 1 Stunde/Woche“ und „1–3 Stunden/Woche“.
- > 3 Stunden/Woche: Diese Gruppe umfasst die Kategorien „3–5 Stunden/Woche“, „5–7 Stunden/Woche“ und „> 7 Stunden/Woche“.

#### 4.3.13. Variablen zur Bodenbelastung

##### 4.3.13.1. Bodenbelastungsgebiete

Die Verordnung über das Bodenplanungsgebiet Harz im Landkreis Goslar (BPG-VO) teilt das Gebiet in vier Teilgebiete ein (Tabelle 3 und Abbildung 1) (37).

Da das Untersuchungsgebiet der BLENCA2-Studie auch Gebiete außerhalb des Bodenplanungsgebiets beinhaltet, wurde die vom Landkreis Goslar durchgeführte Erhebung zur Belastung sonstiger Böden (inklusive Waldboden) mit Blei ebenfalls berücksichtigt (Abbildung 2). Für die Analyse wurde die Belastung der sonstigen Böden (Abbildung 2) mit den Teilgebieten des Bodenplanungsgebiets (Abbildung 1) zusammengelegt. Eine

detaillierte Darstellung der Zusammenfassung und Einteilung der Bodenbelastungsgebiete, die in Analyse verwendet wurden, findet sich in Tabelle 5.

*Tabelle 5 Einteilung der Bodenbelastungsgebiete nach Bodenplanungsgebiet und Walbodenbelastung*

Bodenbelastungsgebiet <sup>1</sup>	Bodenplanungsgebiet	Belastung der sonstigen Böden
Teilgebiet 1	> 1.000 mg/kg Blei/Boden	1.000–2.000 mg/kg Blei/Boden, 2.000–3.000 mg/kg Blei/Boden, 3.000–5.000 mg/kg Blei/Boden, > 5.000 mg/kg Blei/Boden
Teilgebiet 2	850 mg/kg Blei/Boden (Median)	-
Teilgebiet 3	400–1.000 mg/kg Blei/Boden	500–1.000 mg/kg Blei/Boden
Teilgebiet 4	200–400 mg/kg Blei/Boden	200–500 mg/kg Blei/Boden
Gebiete mit Schadstoffgehalten in Böden oberhalb der Vorsorgewerte (GE)	70–200 mg/kg Blei/Boden	Unbelastet, 70–200 mg/kg Blei/Boden

1) Grundlage für Analyse in BLENCA2-Studie

Für die weiterführende Analyse wurden Teilgebiet 1 und 2 zusammengefasst aufgrund der geringen Fallzahl in Teilgebiet 2 und der ähnlichen Belastung mit Blei in beiden Teilgebieten (Tabelle 3).

#### 4.3.13.2. Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2

Um den möglichen Einfluss privater und öffentlicher Aufenthaltsorte auf die Bleibelastung im Blut der Kinder abzuschätzen, wurde untersucht, welche Kinder sich regelmäßig in Gebieten mit besonders stark mit Blei belasteten Böden (Teilgebiete 1&2) aufhielten. Dabei erfolgte eine differenzierte Betrachtung nach:

- privaten Aufenthaltsorten (eigene und fremde Gärten),
- Kindergärten als häufigste öffentliche Betreuungseinrichtung sowie
- weiteren öffentlichen Orten wie Spiel- oder Sportplätze, Wälder, Wiesen, Freibäder oder Badeseen.

#### 4.3.13.3. Belastung x Zeit: Interaktion von verbrachter Zeit in den Bodenbelastungsgebieten

Um zu beurteilen, in welchem Maße Kinder Umweltbelastungen während ihrer Freizeit ausgesetzt sind, wurde die kombinierte Bewertungsgröße „Belastung x Zeit“ für diese Analyse entwickelt. Diese Kennzahl berücksichtigt sowohl die Aufenthaltsdauer an einem Ort als auch den Grad der Umweltbelastung an diesem Ort.

##### Erfassung der Aufenthaltsdauer

Die durchschnittliche wöchentliche Aufenthaltszeit an einem Freizeitort wurde in fünf Kategorien erfasst. Jede dieser Zeitkategorien wurde mit einem Faktor gewichtet, der die Intensität des Aufenthalts abbildet – basierend auf dem jeweiligen Mittelwert der Zeitspanne:

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| ▪ Weniger als 1 Stunde/Woche        | → Faktor 0 |
| ▪ 1 bis weniger als 3 Stunden/Woche | → Faktor 2 |
| ▪ 3 bis weniger als 5 Stunden/Woche | → Faktor 4 |
| ▪ 5 bis weniger als 7 Stunden/Woche | → Faktor 6 |
| ▪ Mehr als 7 Stunden/Woche          | → Faktor 8 |

## Bewertung der Umweltbelastung

Jeder Freizeitort wurde entsprechend seiner Lage innerhalb der Bodenbelastungsgebiete (Tabelle 5) klassifiziert. Dabei kamen vier Belastungskategorien mit folgenden Gewichtungsfaktoren zur Anwendung – basierend auf der Schwere der jeweiligen Bodenbelastung:

- Gebiet GE → Faktor 1
- Teilgebiet 4 → Faktor 3
- Teilgebiet 3 → Faktor 6
- Teilgebiet 1&2 → Faktor 15

Diese Gewichtungsfaktoren spiegeln die Schwere der Belastung wider, die in den jeweiligen Gebieten vorliegt, und wurden zur Klassifizierung der Gebiete verwendet (z. B. ist Teilgebiet 1&2 mit über 1000 mg/kg Blei/Boden ca. 15-mal so hoch belastet wie Teilgebiet GE mit einer Belastung ab 70 mg/kg Blei/Boden).

## Berechnung und Einteilung der Belastung x Zeit-Werte (Tabelle 6)

Für jeden Freizeitort wurde der Faktor der Aufenthaltsdauer mit dem Faktor der Umgebungsbelastung multipliziert. Dadurch entstand eine Skala von 0 bis 120.

0: Das Kind verbrachte weniger als 1 Stunde pro Woche in einem beliebigen Teilgebiet an diesem Freizeitort.

120: Das Kind verbrachte mehr als 7 Stunden pro Woche in Teilgebiet 1&2 an diesem Freizeitort.

Die resultierenden Belastung × Zeit-Werte wurden in drei gleich große Gruppen (Tertile) eingeteilt, um die Belastungsniveaus vergleichbar zu machen. Diese Tertile wurden als niedrig, mittel und hoch kategorisiert. Kinder, die angaben, keinen bestimmten Freizeitort aufzusuchen, wurden einer vierten Kategorie („Nicht“) zugeordnet. Die Einteilung erfolgte sowohl für einzelne Freizeitorte als auch für die Gesamtbelastung, die sich aus der Summe der Werte aller Freizeitorte eines Kindes ergab. Für die Gesamtbelastung ergab sich eine Skala von 0 bis 600. Freizeitorte mit sehr geringer Fallzahl („Sonstige“, N = 4) wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Tabelle 6 Einteilung der Belastung x Zeit-Werte

Freizeitort	Niedrig	Mittel	Hoch
Eigener Garten	< 12	12–30	> 30
Garten von Verwandten, Bekannten	< 6	6–12	> 12
Sport-, Spielplatz	< 6	6–24	> 24
Wald, Wiese	< 8	8–12	> 12
Freibad, Badesee	< 24	24–30	> 30
Gesamt	< 34	34–90	> 90

Freizeitort „Sonstige“ mit N = 4 wurde ausgeschlossen

#### 4.3.14. GPS-Daten: Gewichteter Zeitfaktor

Analog zur Variable „Belastung x Zeit“ aus den Interviewdaten wurde zur Beurteilung, in welchem Maße Kinder Umweltbelastungen ausgesetzt sind, eine neue Bewertungsgröße mit dem Namen „Gewichteter Zeitfaktor“ entwickelt. Diese Kennzahl berücksichtigt sowohl die Aufenthaltsdauer an einem Ort als auch den Grad der Bodenbelastung an diesem Ort.

##### Erfassung der Aufenthaltsdauer

Die prozentuale Aufenthaltsdauer in den verschiedenen Bodenbelastungsgebieten innerhalb einer Woche wurde mithilfe der GPS-Daten ermittelt. Diese Information gibt an, wie viel Zeit die Kinder in den jeweiligen Bodenbelastungsgebieten verbrachten und wurde als Grundlage für die Berechnung des gewichteten Zeitfaktors verwendet.

##### Bewertung der Umweltbelastung

Die Bodenbelastungsgebiete (Tabelle 5) wurden anhand ihrer Umweltbelastung in vier Kategorien klassifiziert. Die Kategorisierung basiert auf den gewichteten Faktoren, die wie folgt festgelegt wurden:

- Gebiet GE → Faktor 1
- Teilgebiet 4 → Faktor 3
- Teilgebiet 3 → Faktor 6
- Teilgebiet 1&2 → Faktor 15

Diese Gewichtungsfaktoren wurden analog zur Bewertung der Umweltbelastung der Variable „Belastung x Zeit“ gebildet (Kapitel 4.3.13.3) festgelegt.

##### Berechnung des Gewichteten Zeitfaktors

Analog zur bereits etablierten Variable „Belastung x Zeit“ wurde der gewichtete Zeitfaktor ermittelt, indem die prozentuale Aufenthaltsdauer in jedem Bodenbelastungsgebiet mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor multipliziert wurde. Die gewichteten Werte der verschiedenen Gebiete wurden summiert, um den Gesamtwert des gewichteten Zeitfaktors zu erhalten.

## 4.3.15. Gesundheitsparameter

### 4.3.15.1. Fragebogen zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen

Der Fragebogen zu Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen (Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), Version SDQ-Deu 4-17 (40, 49)) dient der Früherkennung von psychischen Auffälligkeiten oder Entwicklungsstörungen und umfasst 25 Items (50). Diese verteilen sich mit jeweils 5 Items auf verschiedene Aspekte des Verhaltens und der emotionalen Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, darunter:

- Emotionale Probleme (z. B. Ängste, Depressionen),
- Verhaltensprobleme (z. B. Aggression, Regelverstöße),
- Hyperaktivität,
- Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen (z. B. Schwierigkeiten bei sozialen Interaktionen),
- Prosoziales Verhalten (z. B. Hilfsbereitschaft, Empathie).

Der Fragebogen wurde von den Erziehungsberechtigten der teilnehmenden Kinder im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung ausgefüllt. Dem offiziellen Auswertungsschema des SDQ folgend wurden die nachstehenden Skalen und Bewertungsgrenzen verwendet (Tabelle 7).

Tabelle 7 Auswertungsschema des SDQ (Elternfragebogen Version SDQ-Deu 4-17) (49)

Fremdeinschätzung durch Erziehungsberechtigte	Unauffällig	Grenzwertig	Auffällig
Emotionale Probleme	0–3	4	5–10
Verhaltensprobleme	0–2	3	4–10
Hyperaktivität	0–5	6	7–10
Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen	0–2	3	4–10
Prosoziales Verhalten	6–10	5	0–4

Für die bivariate Analyse wurden die Kategorien „Grenzwertig“ und „Unauffällig“ zu einer Gruppe zusammengefasst, um eine ausreichende Fallzahl für den Vergleich sicherzustellen.

### 4.3.15.2. Einstufung des Hörtests

Im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung wurde das Hörvermögen beider Ohren bei Lautstärken von 30 dB und 40 dB auf den Frequenzen 250, 500, 1000, 2000 und 4000 Hz geprüft. Zudem konnte das Team der Schuleingangsuntersuchung angeben, ob eine HNO-Beratung empfohlen wird beispielsweise bei vermutetem verminderter Hörvermögen. Die Ergebnisse wurden in „unauffällig“ und „auffällig“ eingeteilt: „unauffällig“, wenn alle Frequenzen bei den entsprechenden dB-Werten gehört wurden und keine HNO-Beratung empfohlen wurde, und „auffällig“, wenn nicht alle Frequenzen wahrgenommen wurden und/oder eine HNO-Beratung angeraten wurde.

### 4.3.15.3. Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit

In der Schuleingangsuntersuchung beurteilte die Ärztin oder der Arzt die Konzentrationsfähigkeit des Kindes mit „Sehr gut“, „Angemessen“, „Hinreichend“, „Eingeschränkt“ und „Stark eingeschränkt“. Diese Einschätzung erfolgte

auf Grundlage der ärztlichen Wahrnehmung und war nicht standardisiert. In der bivariaten Analyse wurde die Einschätzung in zwei Gruppen unterteilt. Kinder, die die Einschätzung „Sehr gut“ oder „Angemessen“ erhielten wurden der Gruppe „Unauffällig“ zugewiesen. Die Gruppe „Auffällig“ umfasste Kinder der Einschätzung „Hinreichend“ bis „Stark eingeschränkt“.

#### **4.3.16. Vergleich mit den Referenzwerten und der WHO-Empfehlung für Blei**

Das deutsche Umweltbundesamt bezieht sich bei seinen aktuellen Referenzwerten für Blei im Kindesalter auf die Untersuchungen der GerES V-Studie aus den Jahren 2014–2017 (3). Hierbei wurde das 95. Perzentil als Referenzwert herangezogen. Demnach lagen die Referenzwerte für Blei im Vollblut bis 2024 in der hier untersuchten Altersgruppe (5–7 Jahre) für Mädchen bei 15 µg/l und für Jungen bei 20 µg/l (11). Ab 2025 gelten neue Referenzwerte, ebenfalls basierend auf der GerES V-Studie. Durch eine methodische Weiterentwicklung, insbesondere eine aktualisierte Rundungsmethode, wurden die Werte auf 19 µg/l für Mädchen und 22 µg/l für Jungen angehoben. Diese Anpassung erfolgte, um die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und statistischen Verfahren angemessen zu berücksichtigen (17). Da sich die Referenzwerte im Studienzeitraum änderten, werden beide Referenzwerte in der Ergebnisdarstellung aufgeführt. Kinder, deren Bleiwerte genau den Referenzwerten entsprachen, wurden als über dem Referenzwert liegend eingestuft.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert eine Richtlinie von 50 µg/l für Blei im Blut, ab dem präventive Maßnahmen empfohlen werden, da ab diesem Wert gesundheitsschädliche Wirkungen insbesondere bei Kindern auftreten können (15).

Zur Beschreibung der Blutbleiwerte wurden drei Kategorien gebildet:

- Blutbleiwerte unterhalb der ab 2025 geltenden Referenzwerte (19 bzw. 22 µg/l),
- Blutbleiwerte im Bereich zwischen den Referenzwerten von 2025 und der WHO-Empfehlung von 50 µg/l (inklusive der Referenzwerte),
- Blutbleiwerte ab der WHO-Empfehlung von 50 µg/l.

## 4.4. Statistische Analyse

Alle statistischen Analysen wurden mithilfe von R (Version 4.1.1, RStudio 2024.04.2-764) und QGIS (QGIS 3.34.6) durchgeführt.

### 4.4.1. Beschreibung der Studienpopulation

Zunächst wurden alle Angaben aus der Schuleingangsuntersuchung, dem Fragebogen und dem Interview deskriptiv analysiert. Kontinuierliche Variablen wurden hierfür als arithmetisches Mittel (AM), Standardabweichung (SD) und Spanne (Minimum – Maximum) dargestellt, während kategoriale Variablen als absolute Anzahl (N) und relative Häufigkeiten (%) angegeben wurden. Alle Variablen wurden zusätzlich getrennt für Jungen und Mädchen berichtet. Für alle Variablen wurde die Anzahl der fehlenden Werte mit N getrennt für Jungen und Mädchen angegeben. Zur ersten Exploration potenzieller Zusammenhänge zwischen den erhobenen Variablen wurden Kontingenztabellen erstellt. Diese dienten insbesondere dazu, thematisch verwandte und somit stark assoziierte Variablen zu identifizieren und gegebenenfalls zusammenzufassen – zum Beispiel "Händewaschen nach dem Nachhausekommen" und „Händewaschen vor dem Essen“ als Aspekte allgemeiner Hygieneroutinen bezüglich des Händewaschens. Die so gewonnenen thematischen Gruppierungen bildeten die Grundlage für die weiteren Analysen.

Die deskriptive Analyse findet sich in Kapitel 5.1.

### 4.4.2. Blutbleiwerte in Subgruppen (bivariate Analyse)

Die Ergebnisse des Human-Biomonitorings wurden analog zu GerES V und BLENCA1 (3, 10) als 10er Perzentile (P10), Median (P50), 90er Perzentile (P90), 95er Perzentile (P95), 98er Perzentile, Maximalwert (Max), AM, geometrisches Mittel (GM) und der Prozentsatz der Werte oberhalb des Referenzwertes (R) dargestellt. Es wurden die Referenzwerte berücksichtigt, die 2019 ( $R_{19}$ ) festgelegten wurden, sowie die für 2025 ( $R_{25}$ ) angepassten Referenzwerte ((17), Kapitel 4.3.16). Diese Ergebnisse finden sich in Kapitel 5.2.

Die Kennwerte wurden auch für Subgruppen berechnet. Für die Subgruppenanalyse wurden aufgrund teilweise geringer Fallzahlen ( $N < 5$ ) einige der erfassten Variablen zusammengefasst. Unterschiede in der zentralen Tendenz wurden mittels Mann-Whitney-U-Test (Vergleich von zwei Gruppen) bzw. Kruskal-Wallis-Test (Vergleich von mehr als zwei Gruppen) untersucht und teilweise als Boxplots grafisch dargestellt. Gruppen mit  $N < 5$  wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden Variablen mit einer sehr kleinen Fallzahl aus der bivariaten Analyse ausgeschlossen, da für diese keine verlässlichen statistischen Aussagen getroffen werden konnten.

Zur zusätzlichen Analyse der räumlichen Verteilung der Blutbleiwerte wurde Moran's I berechnet, ein statistisches Maß zur Erkennung von räumlicher Autokorrelation. Diese Methode half dabei, potenzielle Muster in der geografischen Verteilung der Bleibelastung zu identifizieren und zu untersuchen.

Die Ergebnisse des Human-Biomonitorings nach Subgruppen finden sich in Kapitel 5.3.

#### 4.4.2.1. Darstellung der bivariaten Ergebnisse als Boxplots

Die Ergebnisse der bivariaten Analyse werden in diesem Bericht grafisch als Boxplots dargestellt. Boxplots sind eine weit verbreitete grafische Methode zur Darstellung von Verteilungen – also wie sich Messwerte (z. B. Blutbleikonzentrationen) in einer Gruppe verteilen. Ein Boxplot zeigt dabei kompakt zentrale Kenngrößen der Daten (Abbildung 3):

- Die Box stellt den Bereich dar, in dem die mittleren 50% der Messwerte liegen. Sie reicht vom 1. Quartil (25%-Grenze) bis zum 3. Quartil (75%-Grenze). Dieser Bereich heißt Interquartilsabstand.
- Der Balken in der Box zeigt den Median, also den mittleren Messwert: 50% der Werte liegen darunter, 50% darüber.
- Die Linien (Whisker) reichen bis zum kleinsten und größten Wert, der noch innerhalb von 1,5-facher Boxbreite liegt (also maximal 1,5-facher Interquartilsabstand über oder unter der Box).
- Messwerte außerhalb der Whisker werden als Punkte (Ausreißer) dargestellt und gelten als besonders niedrige oder hohe Messwerte.

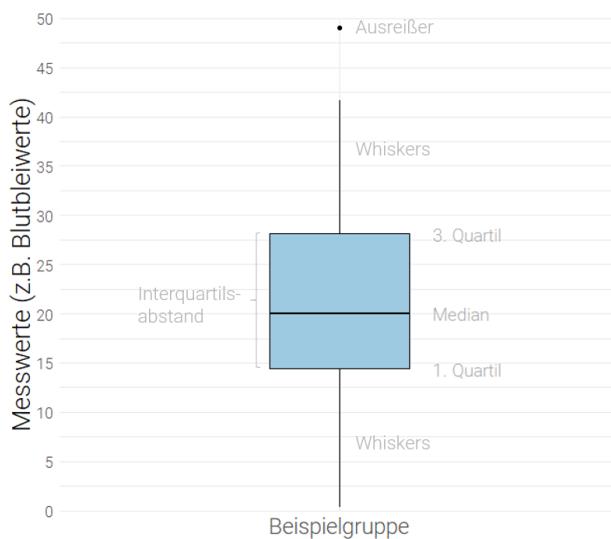


Abbildung 3 Beispiel eines Boxplots

#### 4.4.3. Multivariable Analysen zu Einflussfaktoren auf Blutbleiwerte

Neben den deskriptiven (Kapitel 5.1) und bivariaten Analysen (Kapitel 5.2. und 5.3) wurden multivariable Verfahren angewendet, um den gleichzeitigen Einfluss mehrerer Faktoren auf die Blutbleikonzentration zu untersuchen. Dafür kamen multiple lineare Regressionsmodelle sowie ergänzend logistische Regressionsmodelle zum Einsatz.

Aufgrund der großen Streuung der Blutbleikonzentrationen und der rechtsschiefen Verteilung wurde die logarithmierte (natürlicher Logarithmus) Blutbleikonzentration als abhängige Variable in der linearen Regression verwendet. Auf dieser Basis wurde eine Normalverteilung angenommen, wodurch in diesem Teil der Analyse parametrische Verfahren zur Anwendung kamen. Zur besseren Interpretierbarkeit wurden die Effektschätzer der Regressionsmodelle mit log-transformierter Blutbleikonzentration als abhängiger Variable als Exponentialwerte ( $\text{Exp}(\text{Effekt})$ ) berichtet. Diese geben die multiplikative Veränderung der Blutbleikonzentration auf der Originalskala pro Einheit der unabhängigen Variable an.

Die Auswahl der Prädiktoren erfolgte auf Basis theoretischer Überlegungen (Evidenz aus der Literatur) sowie der bivariaten Analysen. Variablen mit einem  $p$ -Wert  $< 0,10$  wurden in die Modelle aufgenommen, sofern keine Multikollinearität vorlag. Alle Modelle wurden auf den Stichprobenumfang des Basismodells (weiter unten beschrieben) reduziert.  $N = 6$  Beobachtungen wurden ausgeschlossen, da für mindestens eine der in den Modellen enthaltenen Variablen (Geschlecht, Jahreszeit der Blutentnahme, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition, Händewaschverhalten) Werte fehlten.

Zur Analyse der Einflussfaktoren auf die Blutbleikonzentration wurden drei lineare Regressionsmodelle (räumliche Modelle) berechnet, aufbauend auf einem Basismodell:

##### Basismodell

Das Basismodell enthält zentrale demografische Faktoren wie Geschlecht und Alter. Außerdem wurden weitere Faktoren mit eingebzogen, die in den bivariaten Analysen einen  $p$ -Wert  $< 0,10$  aufwiesen: Jahreszeit der Blutentnahme, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition, Händewaschverhalten und Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald.

Das Basismodell diente als Ausgangspunkt für die weiteren Modelle.

##### Räumliche Modelle

Variablen mit räumlichem Bezug, wie die Bodenbelastung am Wohnort, Betreuungsort und Freizeitorten sowie Aufenthaltsdauer wurden in den räumlichen Modellen berücksichtigt.

Die Variable Alter und der Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald wurden hier entfernt, da sie im Basismodell keine signifikante Assoziation zeigten. Aufgrund hoher Korrelationen zwischen einigen Expositionsvariablen wurden diese separat betrachtet bzw. ausgeschlossen („regelmäßige Gartennutzung“ wurde ausgeschlossen), um Multikollinearität zu vermeiden.

Drei spezifische Modelle wurden entwickelt:

1. **Ortsmodell Wohnort:** Bodenbelastung an der aktuellen Wohnadresse
2. **Ortsmodell Kindergarten:** Bodenbelastung am aktuellen Betreuungsort Kindergarten
3. **Ortsmodell Aufenthaltsorte:** Bodenbelastung an verschiedenen Aufenthaltsorten (Garten (eigener/fremder Garten), Kindergarten, öffentlicher Ort (Sport-/Spielplatz, Wald/Wiese, Freibad/Badesee))
4. **Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung:** Belastung gewichtet nach Aufenthaltsdauer in belasteten Bereichen

Für das Ortsmodell Wohnort, Ortsmodell Kindergarten und das Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung wurden zudem Trendtests berechnet, um zu prüfen, ob mit zunehmender Belastung auch eine Zunahme der Blutbleiwerte vorliegt. Hierfür wurden die Belastungsvariablen ordinal entsprechend ihrer Intensität codiert.

Zur Sicherstellung der Modellgüte wurden verschiedene diagnostische Verfahren durchgeführt:

- **Normalverteilung der Residuen:** Überprüfung mittels Q-Q-Plots.
- **Homoskedastizität (Varianzhomogenität):** Überprüfung mittels Scale-Location-Plots.
- **Modellanpassung:** Bewertung anhand der R<sup>2</sup>-Werte bzw. AIC.
- **Multikollinearität:** Geprüft anhand des Variance Inflation Factor (VIF).
- **Identifikation von Ausreißern:** Analyse mittels Cook's Distance.

Für die lineare Regression wurden die geschätzte Effektgröße und das 95%-Konfidenzintervall berichtet.

Zusätzlich wurden das Basismodel und alle drei räumlichen Modelle mithilfe logistischer Regression berechnet, wobei die Überschreitung der Referenzwerte für das Jahr 2025 als dichotome Zielvariable diente. Für die logistische Regression wurden Odds Ratios (OR) und 95%-Konfidenzintervalle berichtet.

Die Ergebnisse der multivariablen Analysen werden in Kapitel 5.4 detailliert dargestellt.

#### 4.4.4. Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen

Ergänzende Sensitivitätsanalysen wurden durchgeführt, um die Robustheit der Ergebnisse zu überprüfen.

In der bivariaten Sensitivitätsanalyse zu den Betreuungsorten wurde die Tagesbetreuung als Betreuungsort ausgeschlossen, da nur für sehr wenige Kinder (N = 7) diese Betreuungsform angegeben wurde (Kapitel 10.5)

Bei der multivariablen Analyse wurden folgende, teilweise aufeinander aufbauende Sensitivitätsanalysen sowohl für die linearen als auch für die logistischen Regressionsmodelle durchgeführt (Anhang Tabelle 20, Kapitel 0):

In der **ersten** Sensitivitätsanalyse wurde bei Geschwisterpaaren zufällig jeweils ein Kind ausgewählt (N = 8 Geschwisterpaare), das in die Analyse aufgenommen wurde. Das jeweils andere Kind wurde ausgeschlossen, um sicherzustellen, dass jede Beobachtung unabhängig war. Darüber hinaus wurden Blutbleianalysen, bei denen die relative Standardabweichung (RSD) bei der Doppelmessung mehr als 20% betrug, ausgeschlossen (N = 5). Diese Analyse wurde ebenfalls ohne Kinder mit einem I-/HPG-Status durchgeführt (Kinder mit I-/HPG-Status

N = 16), da bei diesen Kindern sich von den anderen Kindern unterscheidende Verhaltensweisen vermutet wurden, die den Kontakt gegenüber den Expositionsquellen für Blei beeinflussen könnten.

Auf der ersten Sensitivitätsanalyse aufbauend, wurden in der **zweiten** Sensitivitätsanalyse Kinder ausgeschlossen, bei denen zur Bestimmung des Blutbleiwertes nur eine Einzelmessung statt einer Doppelbestimmung vorlag (N = 13) und somit die Messvalidität zu erhöhen.

In der **dritten** Sensitivitätsanalyse (ebenfalls aufbauend auf den beiden vorherigen Sensitivitätsanalysen) wurden zusätzlich Kinder ausgeschlossen, die weniger als ein Jahr am aktuellen Wohnort wohnten (N = 31). Somit wurde überprüft, inwieweit eine möglicher Weise kurzzeitige Änderung der Exposition die Ergebnisse beeinflusste.

Anschließend wurden Ausreißer aus der Analyse ausgeschlossen. Die Ausreißer wurden anhand der Cook's Distance identifiziert, wobei ein Schwellenwert von  $4/n$  verwendet wurde ( $n$  = Anzahl der Beobachtungen) (51). Datenpunkte mit einer Cook's Distance, die diesen Schwellenwert überschreiten, wurden als Ausreißer betrachtet. Diese Maßnahme diente dazu, den Einfluss von Extremwerten auf die Ergebnisse zu minimieren und sicherzustellen, dass das Modell nicht von einzelnen, einflussreichen Blutbleiwerten verzerrt wurde. Die Ausreißeranalysen der linearen Regressionsmodelle werden in Kapitel 10.6.3, 10.6.7, 10.6.16 und 10.6.20 berichtet.

#### **4.4.5. GPS-Daten**

Zur Untersuchung der Übereinstimmung zwischen den im Interview berichteten Aufenthaltsorten der Kinder und den GPS-Aufzeichnungen wurden je nach Skalenniveau folgende statistische Verfahren angewendet. Kategoriale Variablen wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test analysiert. Für kontinuierliche Variablen wurde die Spearman-Rangkorrelation berechnet – sowohl mit den Originalwerten als auch mit logarithmierten Werten, um verzerrte Verteilungen zu berücksichtigen.

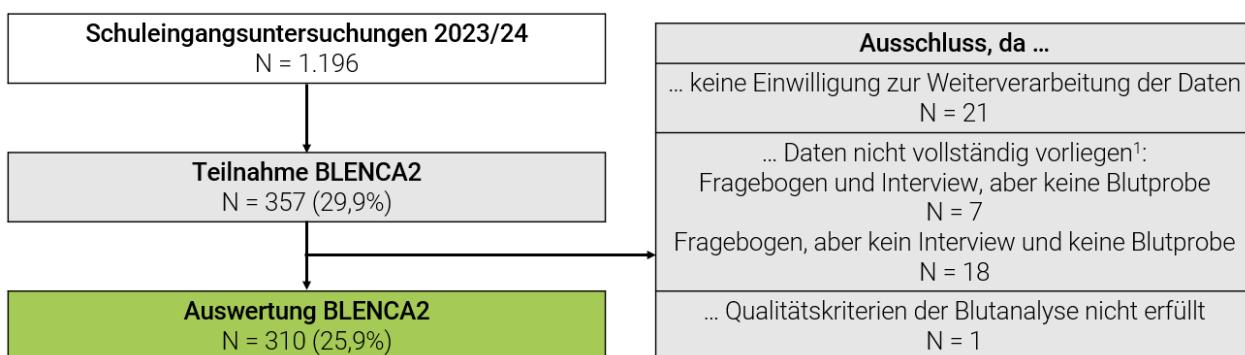
## 5. Ergebnisse

### 5.1. Beschreibung der Studienpopulation

#### 5.1.1. Übersicht über die Studienpopulation

##### 5.1.1.1. Teilnahmebereitschaft

Von 1.196 in der Schuleingangsuntersuchung untersuchten Kindern (Zielpopulation) nahmen 30% auch an der BLENCA2-Studie teil (Abbildung 4). Aufgrund fehlender Einwilligungen, unvollständiger Daten und nicht erfüllter Qualitätskriterien mussten wir 47 Kinder von den Auswertungen ausschließen, sodass die Studienpopulation 310 Kinder (26% der Studienpopulation) umfasste.



1) Für die Auswertung mussten Daten aus Fragebogen, Interview und eine Blutprobe vorliegen

Abbildung 4 Flussdiagramm zur Teilnahme an der BLENCA2-Studie von Teilnehmerinnen und Teilnehmern an den Schuleingangsuntersuchungen im Landkreis Goslar 2023/24

##### 5.1.1.2. Teilnahmebereitschaft über den Erhebszeitraum

Die Kinder konnten zwischen September 2023 bis Juni 2024 an BLENCA2 teilnehmen. Da die Untersuchung von den meisten Eltern im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung wahrgenommen wurde, variierte die Teilnahmehzahl nach Untersuchungsmonat analog zur Teilnahme an der Schuleingangsuntersuchung. In den Schulferien fanden keine Schuleingangsuntersuchungen statt.

Entsprechend nahmen die meisten Kinder im April 2024 (16% der Studienpopulation) und September 2023 (15% der Studienpopulation) an BLENCA2 teil. Die geringste Teilnahmehäufigkeit wurden im Oktober 2023 (3%) und im Juni 2024 (4%) verzeichnet (Abbildung 5).

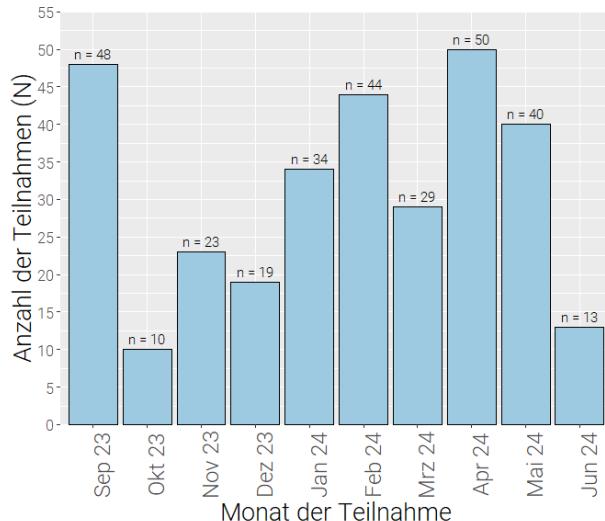


Abbildung 5 Anzahl der Teilnahmen nach Monaten des Erhebungszeitraums

### 5.1.1.3. Studienpopulation im Vergleich zur Zielpopulation

Zum Vergleich der Studienpopulation (Auswertung BLENCA2) mit der Zielpopulation (alle in den Schuleingangsuntersuchung untersuchten Einschülerinnen und Einschüler) standen nur die Wohnorte zur Verfügung (Tabelle 8). Die prozentuale Verteilung der Wohnorte in beiden Gruppen zeigte eine weitgehende Übereinstimmung, wobei Kinder aus Goslar in beiden Gruppen am häufigsten vertreten waren (37 bzw. 41%).

Tabelle 8 Aktueller Wohnort nach Gemeinden der Kinder der Schuleingangsuntersuchung und der Studienpopulation im Vergleich

Variable	Kategorien	Schuleingangs-untersuchung N = 1196		BLENCA2 N = 310	
		N	%	N	%
Aktueller Wohnort nach Gemeinden	Goslar	447	37,4	129	40,7
	Langelsheim	156	13,0	55	17,7
	Seesen	158	13,2	37	11,9
	Bad Harzburg	193	16,1	34	11,0
	Clausthal-Zellerfeld	125	10,5	22	7,1
	Liebenburg	78	6,5	19	6,1
	Braunlage	39	3,3	14	4,5
Gemeindefreies Gebiet Harz		0	0,0	0	0,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100

## 5.1.2. Beschreibung der Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation

Die teilnehmenden Kinder waren zwischen 5 und 7 Jahre alt. Etwa zwei Drittel hatten Normalgewicht. Knapp die Hälfte der Kinder stammte aus Familien mit hohem sozioökonomischem Status (Kategorie 9, 46%). Etwa 5% der Kinder waren als Kinder mit Förderbedarf (Kinder mit I-/HPG-Status) zur Schuleingangsuntersuchung angemeldet worden (Tabelle 9). An der BLENCA2-Studie nahmen insgesamt acht Geschwisterpaare teil.

Tabelle 9 Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Spanne/Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
	N	Spanne	AM	SD	AM	SD	AM	SD
Alter [Jahre]	0	5–7	5,4	0,5	5,4	0,5	5,4	0,5
Größe [cm]	1 (1 M)	90,0–134,5	116,9	5,5	116,0	6,0	117,6	5,0
Gewicht [kg]	1 (1 M)	10,9–38,2	21,4	4,0	21,0	3,8	21,7	4,1
	N	Kategorien	N	%	N	%	N	%
BMI [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] <sup>1</sup>	1 (1 M)	Übergewicht Normalgewicht Untergewicht	41 209 59	13,2 67,4 19,0	21 89 25	15,4 65,4 18,4	20 120 34	11,5 69,0 19,5
Sozio-ökonomischer Status (SES) <sup>2</sup>	9 (4 M, 5 J)	9 (hoher SES) 8 (mittlerer SES) 7 (mittlerer SES) 5–6 (mittlerer SES) 1–4 (niedriger SES)	138 49 27 65 20	45,9 16,3 9,0 21,6 6,6	60 20 13 32 6	45,5 15,2 9,9 24,3 4,6	78 29 14 33 14	46,2 17,2 8,3 19,6 8,3
I-/HPG-Status <sup>3</sup>	0	Nein I-/HPG-Kind	294 16	94,8 5,2	131 5	96,3 3,7	163 11	93,6 6,4

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Grenzwerte für Kinder nach der International Obesity Task Force (48), 2) Sozioökonomischer Status (SES) der Eltern: Höhere Werte des Status bei variierenden SES der Eltern, N < 10 wurden zusammengefasst, 3) Kinder mit I-/HPG-Status waren Teil einer Inklusionsgruppe oder heilpädagogischen Gruppe, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

## 5.1.3. Beschreibung der Passivrauchbelastung und Munitionsexposition der Studienpopulation

Etwa Dreiviertel der Kinder waren laut Elternangaben nie gegenüber Passivrauch exponiert, für 5% der Kinder wurde eine tägliche Passivrauchexposition berichtet. Eine Exposition gegenüber Munitionsrückständen, beispielsweise durch die Begleitung eines Elternteils zum Schießstand, wurde von 7 Kindern (2%) berichtet (Tabelle 10).

Tabelle 10 Umgebungsexposition der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
	N		N	%	N	%	N	%
Passivrauchbelastung	3 (3 J)	Nie	234	76,2	101	75,9	133	76,4
		Seltener als 1x die W.	38	12,4	17	12,8	21	12,1
		1x pro Woche	7	2,3	4	3,0	3	1,7
		Mehrmals pro Woche	12	3,9	5	3,8	7	4,0
		Täglich	16	5,2	9	6,8	7	4,0
Munitionsexposition	2 (1 M, 1 J)	Nie Immer – Seltens	301 7	97,1 2,2	132 3	97,8 2,3	169 4	97,7 2,3

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, N < 10 wurden zusammengefasst, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

### 5.1.4. Beschreibung des Hygieneverhaltens der Studienpopulation

Für weniger als die Hälfte der Kinder (44%) wurde von den Eltern angegeben, dass sie nie die Finger in den Mund steckten. Die Mehrheit der Kinder wusch sich regelmäßig die Hände, sowohl nach dem Nachhausekommen als auch vor dem Essen (Tabelle 11) wobei diese Variablen gut übereinstimmten (Tabelle 12). Ein klarer Zusammenhang zwischen regelmäßigem Händewaschen und dem Finger-in-den-Mund-Stecken ließ sich hingegen nicht erkennen – beide Verhaltensweisen traten unabhängig voneinander auf (Tabelle 13).

Tabelle 11 Hygieneverhaltens der Studienpopulation

	<b>Fehlende Werte</b>	<b>Kategorien</b>	<b>Gesamt N = 310</b>		<b>Mädchen (M) N = 136</b>		<b>Jungen (J) N = 174</b>	
			N	%	N	%	N	%
Finger im Mund	5 (3 M, 2 J)	Nie	132	43,7	59	44,7	73	42,4
		Selten	78	25,8	30	22,7	48	27,9
		Manchmal	58	19,2	24	18,2	34	19,8
		Oft	29	9,3	15	11,4	14	8,1
		Immer	8	2,6	5	3,8	3	1,7
Händewasche beim Nachhausekommen	3 (1 M, 2 J)	Nie	11	3,6	5	3,7	6	3,5
		Selten	26	8,4	15	11,0	11	6,3
		Manchmal	57	18,4	20	14,7	37	21,3
		Oft	82	26,5	37	27,2	45	25,9
		Immer	131	42,4	58	43,3	73	42,9
Händewaschen vor dem Essen	2 (1 M, 1 J)	Nie	14	4,5	5	3,6	9	5,2
		Selten	23	7,4	10	7,3	13	7,4
		Manchmal	69	22,2	30	21,9	39	22,3
		Oft	113	36,4	49	35,8	64	36,6
		Immer	89	28,7	41	29,9	48	27,4

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, Angabe für die letzten 12 Monate; Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

Tabelle 12 Händewaschen beim Nachhausekommen und Händewaschen vor dem Essen im Vergleich

		<b>Händewaschen vor dem Essen</b>	
<b>Händewaschen beim Nachhausekommen</b>		Ja	Nein
Ja	Ja	242 (78,8%)	28 (9,1%)
	Nein	28 (9,1%)	9 (2,9%)

Ja = Manchmal bis Immer, Nein = Nie bis Selten

Tabelle 13 Händewaschen Allgemein und Finger im Mund im Vergleich

		<b>Finger im Mund</b>	
<b>Händewaschen Allgemein<sup>1</sup></b>		Ja	Nein
Ja	Ja	74 (24,3%)	166 (54,6%)
	Nein	21 (6,9%)	43 (14,2%)

Ja = Manchmal bis Immer, Nein = Nie bis Selten, 1) Händewaschen beim Nachhausekommen und vor dem Essen

### 5.1.5. Beschreibung des Ernährungsverhaltens der Studienpopulation

Fast 60% der Studienpopulation baute Obst oder Gemüse im eigenen Garten an, etwa die Hälfte davon im Hochbeet. Hierbei wurde Obst aus dem eigenen Garten am häufigsten konsumiert (50%, Tabelle 14), 14% der Studienpopulation konsumierte zur jeweiligen Saison täglich Obst aus dem eigenen Garten. Gemüse, Kräuter, Salat und Getreide wurden seltener konsumiert (Anhang Tabelle 1). Obst und Gemüse wurde laut Elternangaben von 72% immer gewaschen oder geschält, wobei zu dieser Kategorie auch jene gezählt wurden, die entweder keinen eigenen Garten nutzten (N = 39) oder in diesem keine Nahrungsmittel (N = 89) anbaute.

Unter den potenziell bleihaltigen Lebensmitteln, die neben dem Lebensmittelkonsum aus dem eigenen Garten erfasst wurden, wurde Fisch mit einem wöchentlichen Konsum von 55% der Kinder am häufigsten konsumiert.

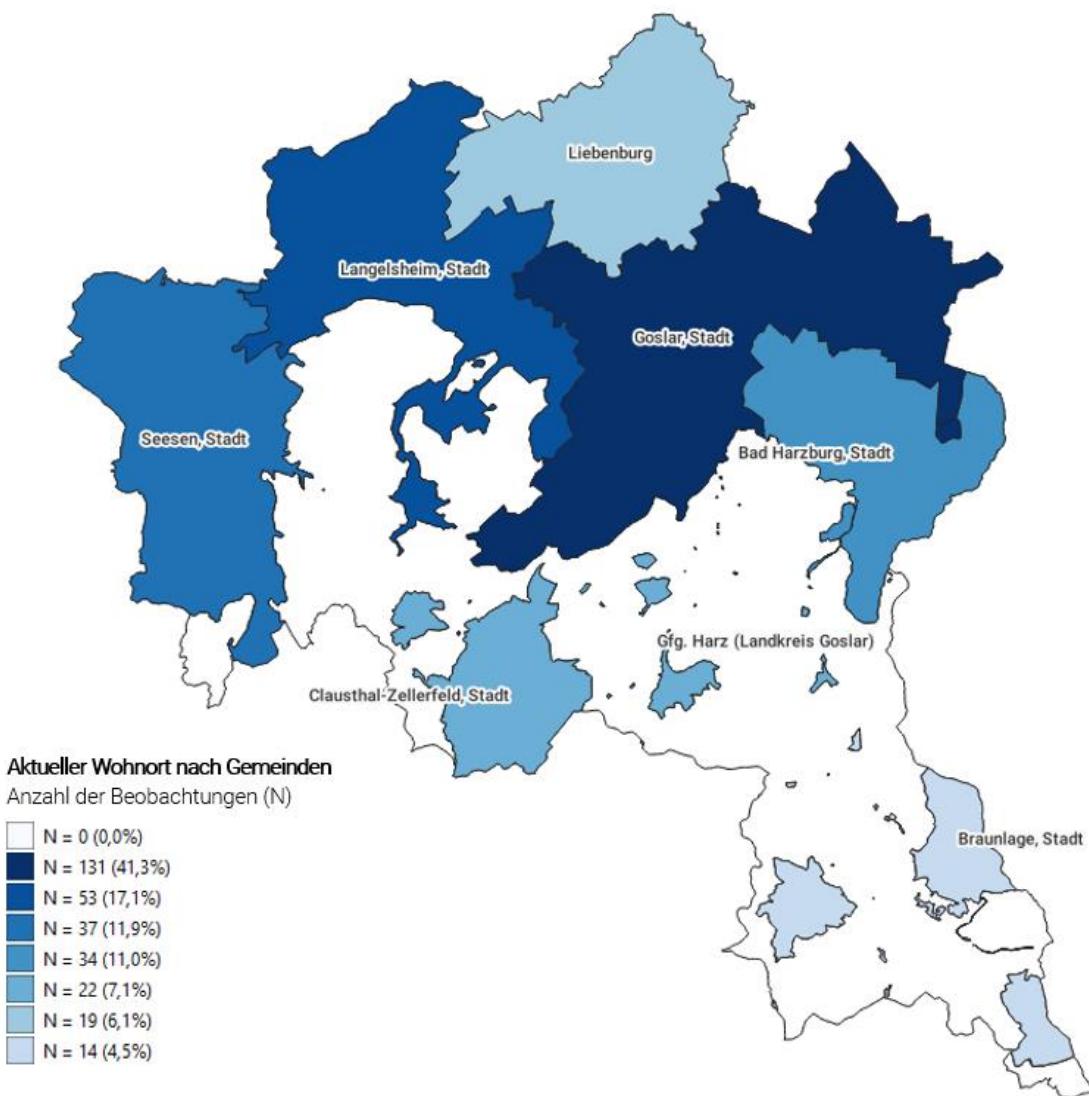
Tabelle 14 Ernährungsverhalten der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Anbau im Garten <sup>1</sup>	2 (1 M, 1 J)	Ja, nur im Hochbeet	87	28,4	34	25,4	53	30,8
		Ja, nicht im Hochbeet	95	31,0	49	36,6	46	26,7
		Nein	126	41,0	52	38,1	74	42,5
Seit wann	10 (5 M, 5 J)	Nie	126	42,0	52	39,7	74	43,8
		Unter 1 Jahr	12	4,0	5	3,8	7	4,1
		Über 1 Jahr	162	54,0	74	56,5	88	52,1
Waschen/Schälen der Lebensmittel aus dem Garten vor Konsum	2 <sup>6</sup> (1 M, 1 J)	Nie	22	7,1	14	10,4	8	4,6
		Selten	16	5,2	7	5,2	9	5,2
		Manchmal	20	6,5	8	5,9	12	6,9
		Oft	29	9,4	15	11,1	14	8,1
		Immer	221	71,8	91	67,4	130	75,1
<b>Lebensmittel aus dem Landkreis Goslar</b>								
Konsum von Lebensmitteln aus dem Landkreis Goslar <sup>2</sup>	2 (1 M, 1 J)	Nie	175	56,8	77	57,0	98	56,6
		Seltener als 1x die W.	68	22,1	28	20,7	40	23,1
		1x pro Woche	31	10,1	20	14,8	11	6,4
		Mehrmals pro Woche	29	9,4	8	5,9	21	12,1
		Täglich	5	1,6	2	1,5	3	1,7
Seit wann	2 (1 M, 1 J)	Nie	175	56,8	77	57,0	98	56,7
		Unter 1 Jahr	6	2,2	0	0,0	6	3,5
		Über 1 Jahr	127	41,2	58	43,0	69	39,9
<b>Allgemeiner Konsum von ... (zur jeweiligen Saison)</b>								
Innereien <sup>3</sup>	2 (1 M, 1 J)	Nie	291	94,4	126	93,3	165	95,4
		Seltener als 1x pro W.	16	5,2	8	5,9	8	4,6
		1x pro Woche	1	0,3	1	0,7	0	0,0
		Mehrmals pro Woche	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Täglich	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Wild	2 (1 M, 1 J)	Nie	211	68,5	83	61,5	128	74,0
		Seltener als 1x pro W.	94	30,5	51	37,8	43	24,9
		1x pro Woche	1	0,3	1	0,7	0	0,0
		Mehrmals pro Woche	2	0,6	0	0,0	2	1,2
		Täglich	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lebensmitteln aus dem Wald <sup>4</sup>	2 (1 M, 1 J)	Nie	211	68,5	93	68,9	118	68,2
		Seltener als 1x pro W.	68	22,1	33	24,4	35	20,2
		1x pro Woche	19	6,2	5	3,7	14	8,1
		Mehrmals pro Woche	9	2,9	4	3,0	5	2,9
		Täglich	1	0,3	0	0,0	1	0,6
Fisch <sup>5</sup>	2 (1 M, 1 J)	Nie	19	6,2	4	3,0	15	8,6
		Seltener als 1x pro W.	102	33,1	38	28,1	64	36,8
		1x pro Woche	168	54,5	81	60,0	87	50,0
		Mehrmals pro Woche	19	6,2	12	8,9	7	4,0
		Täglich	0	0,0	0	0,0	1	0,6

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Anbau von Obst, Gemüse, Salat, Kräutern oder Getreide, Ja, im Hochbeet, wenn ausschließlich im Hochbeet angebaut wurde, 2) aus einem Hofladen, vom Nachbarn, usw., 3) Leber, Niere, Bries, usw. 4) Waldpilze, Beeren, Bärlauch, usw. 5) auch Krusten-, Schalentiere, Meeresprodukte, usw., 6) N = 39 nutzten keinen Garten, N = 89 bauten nicht im Garten an und wurden somit Kategorie „Immer“ zugeordnet, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

### 5.1.6. Beschreibung der Wohnorte der Studienpopulation nach Gemeinden und Bodenbelastung

Die grafische Verteilung der teilnehmenden Kinder über den Landkreis zeigt Abbildung 6. Wie oben bereits beschrieben, wohnte die Mehrheit der Kinder in der Stadt Goslar (41%), gefolgt von Langelsheim (17%) und Seesen (12%). Eine Einteilung der aktuellen Wohnorte nach Ortsteilen ist in Anhang Abbildung 10 und Anhang Tabelle 2 dargestellt.



N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, kein Kind war aktuell wohnhaft im gemeindefreien Gebiet Harz (Gfg. Harz)

Abbildung 6 Aktueller Wohnort nach Gemeinden

Im nächsten Schritt wurden die Wohnorte der Kinder den Bodenbelastungsgebieten für Blei zugeordnet (Tabelle 15). Danach lebten 29% der Kinder in Teilgebiet 1, dem am stärksten von Blei belastetem Gebiet, während 27% in Gebiet GE, dem am geringsten von Blei belastetem Gebiet, ansässig waren. Da nur 6 Kinder in einem Gebiet lebte, dass dem Bodenbelastungsgebiet 2 zugeordnet war und die Bodenbelastung mit Blei in diesem Gebiet ähnlich hoch war wie in Bodenbelastungsgebiet 1 wurden nachfolgend die Bodenbelastungsgebiete 1 und 2 zusammengefasst.

Die Wohndauer an der aktuellen Adresse variierte: knapp Zweidrittel der Kinder (60%) lebte bereits über fünf Jahre an ihrem Wohnort und somit seit ihrer Geburt, während 10% erst weniger als ein Jahr dort wohnten.

Tabelle 15 Aktuelle Wohnorte der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen N = 136		Jungen N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Aktueller Wohnort nach Gemeinden	0	Goslar	131	41,3	57	41,9	74	42,5
		Langelsheim	53	17,1	28	20,6	25	14,4
		Seesen	37	11,9	15	11,0	22	12,6
		Bad Harzburg	34	11,0	16	11,8	18	10,3
		Clausthal-Zellerfeld	22	7,1	9	6,6	13	7,5
		Liebenburg	19	6,1	8	5,9	11	6,4
		Braunlage	14	4,5	3	2,2	11	6,4
		Gemeindefreies Gebiet Harz	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungs- gebieten	0	Teilgebiet 1*	89	28,7	39	28,7	50	28,7
		Teilgebiet 2*	6	1,9	2	1,5	4	2,3
		Teilgebiet 3	39	12,6	19	14,0	20	11,5
		Teilgebiet 4	91	29,4	42	30,9	49	28,2
		GE	85	27,4	34	25,0	51	29,3
Wohndauer an aktueller Wohnadresse	2 (1 M, 1 J)	Unter 1 Jahr	31	10,1	9	6,7	22	12,7
		1–2 Jahre	18	5,8	12	8,9	6	3,5
		2–3 Jahre	16	5,2	8	5,9	8	4,6
		3–4 Jahre	28	9,1	10	7,4	18	10,4
		4–5 Jahre	30	9,7	9	6,7	21	12,1
		Über 5 Jahre	185	60,1	87	64,4	98	56,6
		Spanne [Jahre]	AM	SD	AM	SD	AM	SD
		1–7	4,5	1,9	4,7	1,9	4,4	1,9

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, \*Teilgebiet 1 & 2 wurde in den weiteren Analysen zusammengefasst

### 5.1.7. Beschreibung der Betreuungsorte der Studienpopulation nach Gemeinden und Bodenbelastung

Wie in Tabelle 16 dargestellt, wurden die meisten Kinder jemals in einem Kindergarten betreut (98%), 15% jemals in einer Tagesbetreuung und 31% jemals von Verwandten oder Bekannten. Auch aktuell war der Kindergarten die häufigste Betreuungsform (91%, davon 5% einen Waldkindergarten), wohingegen nur 2% der Kinder aktuell eine Tagesbetreuung besuchte. Der Großteil der Kinder wurde zusätzlich zum Kindergarten oder zur Tagesbetreuung noch von Verwandten/Bekannten betreut (28%). Die Betreuungsorte wurden überwiegend langfristig besucht, so besuchte 83% der Kinder schon länger als ein Jahr die aktuelle Einrichtung (Anhang Tabelle 3).

Räumlich konzentrierten sich, wie auch die Wohngebiete, die Betreuungsorte vor allem auf Einrichtungen in den Gemeinden Goslar, Langelsheim und Seesen. Hinsichtlich der Bodenbelastungsgebiete besuchte der größte Anteil der Kinder einen Kindergarten in Teilgebiet 4 (33%), gefolgt von Teilgebiet 1 (25%).

Tabelle 16 Betreuungsorte der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
	N		N	%	N	%	N	%
Betreuungsorte seit Geburt <sup>1</sup>	1 (1 J)	Kindergarten <sup>2</sup>	301	97,7	132	97,8	169	97,7
		Tagesbetreuung	46	14,9	21	15,4	25	14,5
		Verwandte/Bekannte <sup>3</sup>	97	31,4	42	30,9	55	31,8
		Sonstige	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aktuelle Betreuungsorte	1 (1 J)	Kindergarten <sup>2</sup>	281	90,9	123	90,4	157	90,8
		Tagesbetreuung	7	2,3	2	1,5	5	2,9
		Verwandte/Bekannte <sup>3</sup>	85	27,5	35	25,7	50	28,9
		Sonstige	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>Aktueller Betreuungsort nach Gemeinde im Landkreis Goslar<sup>1</sup></b>								
Kindergarten	0	Goslar Langelsheim Seesen Bad Harzburg Clausthal-Zellerfeld Liebenburg Braunlage	N = 280		N = 123		N = 157	
			112	40,0	49	39,8	63	40,1
			41	14,6	22	17,9	19	12,1
			42	15,0	19	15,4	23	14,7
			37	13,2	18	14,6	19	12,1
			18	6,4	5	4,1	13	8,3
			16	5,7	7	5,7	9	5,7
Tagesbetreuung	0	Goslar Langelsheim Seesen Bad Harzburg Clausthal-Zellerfeld 	N = 7		N = 2		N = 5	
			2	28,6	1	50,0	1	20,0
			0	0,0	0	0,0	0	0,0
			1	14,3	1	50,0	0	0,0
			4	57,1	0	0,0	4	80,0
			0	0,0	0	0,0	0	0,0
			0	0,0	0	0,0	0	0,0
Verwandte/Bekannte <sup>1</sup>	2 (1 M, 1 J)	Goslar Langelsheim Seesen Bad Harzburg Clausthal-Zellerfeld Liebenburg Braunlage	N = 85		N = 35		N = 50	
			27	32,9	10	29,4	17	35,4
			17	20,7	7	20,6	10	20,8
			10	12,2	5	14,7	5	10,4
			11	13,4	5	14,7	6	12,5
			4	4,9	4	11,8	0	0,0
			8	9,8	3	8,8	5	10,4
<b>Aktueller Betreuungsort nach Bodenbelastungsgebieten von bebauten Flächen im Landkreis Goslar<sup>1</sup></b>								
Kindergarten	0	Teilgebiet 1* Teilgebiet 2* Teilgebiet 3 Teilgebiet 4 GE	N = 280		N = 123		N = 157	
			71	25,4	31	25,2	40	25,5
			6	2,1	3	2,4	3	1,9
			42	15,0	19	15,5	23	14,7
			92	32,9	38	30,9	54	34,4
Tagesbetreuung	0	Teilgebiet 1* Teilgebiet 2* Teilgebiet 3 Teilgebiet 4 GE	N = 7		N = 2		N = 5	
			0	0,0	0	0,0	0	0,0
			0	0,0	0	0,0	0	0,0
			1	14,3	0	0,0	1	0,0
			5	71,4	1	50,0	4	80,0
Verwandte/Bekannte <sup>1</sup>	2 (1 M, 1 J)	Teilgebiet 1* Teilgebiet 2* Teilgebiet 3 Teilgebiet 4 GE	N = 85		N = 35		N = 50	
			24	28,9	12	35,3	12	25,0
			1	1,2	0	0,0	1	2,1
			5	6,0	2	5,9	3	6,3
			23	28,9	9	26,5	14	29,2
N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Mehrfachangaben möglich 2) N = 14 Kinder wurden in einem Waldkindergarten betreut, 3) 3 Kinder gaben an außerhalb des Landkreises Goslars von Verwandten/Bekannten betreut zu werden, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, *Teilgebiet 1 & 2 wurde in den weiteren Analysen zusammengefasst								

## 5.1.8. Beschreibung des Freizeitverhaltens der Studienpopulation

### 5.1.8.1. Räumliche Verteilung an Freizeitorten

Ein Großteil der Kinder nutzte regelmäßig einen Garten (87%), sei es der eigene oder der Garten von Freunden, Verwandten oder Bekannten (Tabelle 17). Eine Einteilung der Freizeitorte nach Gemeinden findet sich in Anhang Tabelle 5.

Insgesamt wurden 1030 verschiedene Aufenthaltsorte von den Eltern für ihre Kinder angegeben (Tabelle 17). Hierbei war der **eigene Garten** der häufigste Aufenthaltsort (83% der Kinder), gefolgt von Spiel- und Sportplätzen (79%), Wälder und Wiesen (73%) und weiteren Gärten (50%).

Es wurden insgesamt 160 verschiedene **Sport- und Spielplätze** im Landkreis Goslar angegeben, darunter städtische Spielplätze, Abenteuerspielplätze, Waldspielplätze, Fußball- und Bolzplätze, Reiterhöfe, Tennisplätze und Skateparks. Laut den Elternangaben besuchten 244 Kinder in den letzten zwölf Monaten regelmäßig mindestens einen dieser Orte, 118 Kinder nutzten zwei, 28 Kinder drei und 5 Kinder vier verschiedene Sport- und Spielplätze.

Insgesamt 21 **Freibäder und Badeseen** wurden als Aufenthaltsorte angegeben, darunter Freibäder, Seen, Teiche und Flüsse. Regelmäßig besuchten 149 Kinder mindestens einen dieser Badeorte, 33 Kinder zwei und 2 Kinder drei verschiedene Badeorte.

Auch **Wälder und Wiesen** zählten zu den häufig genutzten Freizeitorten. Insgesamt verbrachten 220 Kinder regelmäßig Zeit in einem Wald- oder Wiesengebiet, 88 Kinder nutzten zwei verschiedene dieser Naturflächen und 17 Kinder hielten sich an drei unterschiedlichen Orten auf.

Darüber hinaus wurden **Gärten von Verwandten oder Bekannten** als beliebte Aufenthaltsorte genannt. Laut den Eltern hielten sich 155 Kinder regelmäßig in einem solchen Garten auf, 43 Kinder nutzten zwei verschiedene Gärten und 10 Kinder besuchten regelmäßig drei unterschiedliche Gärten von Verwandten oder Bekannten.

Tabelle 17 Freizeitverhalten der Studienpopulation: Freizeitorste

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Regelmäßige Gartennutzung	2 (1 M, 1 J)	Ja	269	87,3	119	88,8	148	86,0
		Nein	39	12,7	15	11,2	24	14,0
Freizeitorste <sup>1</sup>	1 (1 J)	Eigener Garten	258	83,2	110	80,9	148	85,0
		Garten von Verwandten, Bekannten	155	50,2	75	55,1	80	46,2
		Sport-, Spielplatz	244	78,6	102	75,0	142	81,5
		Wald, Wiese	218	70,6	91	66,9	129	73,4
		Freibad, Badesee	147	47,6	64	47,1	85	48,0
		Sonstiges	4	1,3	3	2,2	1	0,6

Angaben für die letzten 12 Monate, N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100,  
1) Mehrfachangaben möglich, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

Aufgeteilt nach Bodenbelastungsgebiet hielten sich die Kinder in ihrer Freizeit überwiegend innerhalb eines der Bodenplanungsgebiete auf (Abbildung 1), Sonstige Belastungsgebiete spielten mit 12% der genannten Orte eine hier geringere Rolle (Abbildung 2, Anhang Tabelle 4). Etwa ein Drittel der angegebenen Aufenthaltsorte befand sich im Teilgebiet 1, dem Gebiet mit dem am stärksten durch Blei belasteten Böden. Jeweils etwa ein Viertel der Aufenthaltsorte befanden sich in den Teilgebieten 4 und GE, in denen die Böden entsprechend der Bodenbelastungsgebiete am wenigsten durch Blei belastet sind (Anhang Tabelle 6 und Abbildung 7).

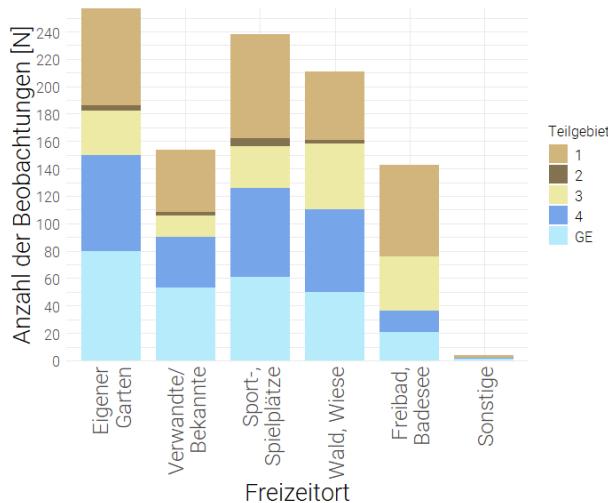


Abbildung 7 Anzahl der Beobachtungen an Freizeitorten nach Bodenbelastungsgebieten

Eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5.

### 5.1.8.2. Beschreibung der Aufenthaltsorte der Studienpopulation in Teilgebiet 1&2

Für nahezu die Hälfte der Kinder (45%) machten die Eltern für keinen der untersuchten Aufenthaltsorte (eigene/fremde Gärten, Kindergarten oder öffentliche Flächen wie Spiel- und Sportplätze, Wald- bzw. Wiesenbereiche sowie Badeorte) Ortsangaben innerhalb von Teilgebiet 1&2 an. Im Gegensatz dazu wurden für 15% der Kinder alle genannten Aufenthaltsorte innerhalb der beiden Belastungsgebiete angegeben. Einen ausschließlichen Aufenthalt an öffentlichen Orten in Teilgebiet 1&2 verzeichneten 16% der Kinder (Tabelle 18).

Tabelle 18 Beschreibung der Aufenthaltsorte der Studienpopulation im Teilgebiet 1&2

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Aufenthaltsort im Teilgebiet 1&2	0	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	45	14,5	18	13,2	27	15,5
		Garten und Kindergarten	5	1,6	2	1,5	3	1,7
		Öffentlicher Ort und Kindergarten	19	6,1	9	6,6	10	5,7
		Öffentlicher Ort und Garten	29	9,4	17	12,5	12	6,9
		Nur Kindergarten	8	2,6	5	3,7	3	1,7
		Nur Garten	16	5,2	7	5,1	9	5,2
		Nur öffentlicher Ort	50	16,1	19	14,0	31	17,8
		Keiner	138	44,5	59	43,4	79	45,4

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, Angabe der letzten 12 Monate, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Aufenthaltsorte = Garten: eigener oder fremder Garten, Öffentlicher Ort: Sport- und Spielplatz, Wald und Wiese und Freibad und Badeseen, weitere Informationen zur Einteilung der Aufenthaltsorte in Kapitel 4.3.13.2

### 5.1.8.3. Aufenthaltsdauer an Freizeitorten

Bezogen auf die Aufenthaltsdauer im Freien verbrachten die Kinder am meisten Zeit im eigenen Garten (Tabelle 19), mehr als ein Viertel der Kinder hielt sich hier mehr als 7 Stunden pro Woche dort auf. Weiterhin wurden Wälder und Wiesen von 4% der Kinder mehr als 7 Stunden pro Woche besucht. In allen anderen erfragten Aufenthaltsorten im Freien war die wöchentliche Aufenthaltsdauer für die meisten Kinder deutlich kürzer. In fremden Gärten und in Freibädern und Badeseen hielten sich die Hälften der Kinder nie regelmäßig auf.

Tabelle 19 Freizeitverhalten der Studienpopulation: Aufenthaltsdauer an Freizeitorten

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Eigener Garten	2 (2 J)	Nie	52	16,9	26	19,1	26	15,1
		<1 Std./Woche	1	0,3	1	0,7	0	0,0
		1-3 Std./Woche	32	10,4	14	10,3	18	10,5
		3-5 Std./Woche	78	25,3	28	20,6	50	29,1
		5-7 Std./Woche	60	19,5	28	20,6	32	18,6
		>7 Std./Woche	85	27,6	39	28,7	46	26,7
Garten von Verwandten, Bekannten	1 (1 J)	Nie	154	49,8	61	44,9	93	53,7
		<1 Std./Woche	22	7,1	9	6,6	13	7,5
		1-3 Std./Woche	84	27,2	42	30,9	42	24,3
		3-5 Std./Woche	29	9,4	12	8,8	17	9,8
		5-7 Std./Woche	14	4,5	9	6,6	5	2,9
		>7 Std./Woche	6	1,9	3	2,2	3	1,7
Sport-, Spielplatz	2 (2 J)	Nie	66	21,4	34	25,0	32	18,6
		<1 Std./Woche	41	13,3	17	12,5	24	14,0
		1-3 Std./Woche	133	43,2	55	40,4	78	45,3
		3-5 Std./Woche	57	18,5	27	19,9	30	17,4
		5-7 Std./Woche	9	2,9	3	2,2	6	3,5
		>7 Std./Woche	2	0,6	0	0,0	2	1,2
Wald, Wiese	3 (1 M, 2 J)	Nie	91	29,7	45	33,3	46	26,7
		<1 Std./Woche	26	8,5	10	7,4	16	9,3
		1-3 Std./Woche	106	34,5	39	28,9	67	38,9
		3-5 Std./Woche	52	16,9	28	20,7	24	13,9
		5-7 Std./Woche	20	6,5	10	7,4	10	5,8
		>7 Std./Woche	12	3,9	3	2,2	9	5,2
Freibad, Badesee	3 (3 J)	Nie	162	52,8	72	52,9	90	52,6
		<1 Std./Woche	16	5,2	6	4,4	10	5,8
		1-3 Std./Woche	58	18,9	26	19,1	32	18,7
		3-5 Std./Woche	59	19,2	24	17,6	35	20,5
		5-7 Std./Woche	9	2,9	6	4,4	3	1,8
		>7 Std./Woche	3	1,0	2	1,5	1	0,6
Sonstiges	1 (1 J)	Nie	305	98,7	133	97,8	172	99,4
		<1 Std./Woche	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		1-3 Std./Woche	3	1,0	3	2,2	0	0,0
		3-5 Std./Woche	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		5-7 Std./Woche	1	0,3	0	0,0	1	0,6
		>7 Std./Woche	0	0,0	0	0,0	0	0,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, Angabe der letzten 12 Monate, Mehrfachangaben möglich, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

Um zu prüfen, ob die Jahreszeit, in der die Eltern interviewt werden, ihre Angaben beeinflusste, wurde die angegebene Aufenthaltsdauer getrennt nach Jahreszeiten betrachtet, wobei sich keine statistisch signifikanten Unterschiede ergaben ( $p = 0,10$ , Tabelle 20).

Tabelle 20 Aufenthaltsdauer an Freizeitorten nach Jahreszeit des Interviews

	Gesamt N = 310		Herbst 23 N = 81		Winter 23/24 N = 97		Frühling 24 N = 79		Sommer 24 N = 53	
	AM	SD	AM	SD	AM	SD	AM	SD	AM	SD
Durchschnittlich verbrachte Zeit [Stunden/Woche] an Freizeitorten	11,2	5,7	10,0	4,4	11,2	6,3	11,8	5,4	12,3	6,5

AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, Unterschied zwischen den Gruppen nicht statistisch signifikant (Kruskal-Wallis-Test p = 0,10)

Tabelle 21 zeigt die wöchentliche Aufenthaltsdauer der Kinder an Freizeitorten in Bodenbelastungsgebieten aufgeteilt nach privaten und öffentlichen Freizeitorten. Die Verteilung wird zudem in Anhang Abbildung 11 bis Anhang Abbildung 15 als „Heatmap“ grafisch dargestellt. Es wird eine große Varianz der Aufenthaltsdauer nach Aufenthaltsort deutlich. So wurden zum Beispiel N = 23 Gärten mit einer Aufenthaltsdauer von mehr als 7 Stunden pro Woche in einem (privaten) Garten in Teilgebiet 1&2 angegeben. Kürzere Aufenthaltsdauern wurden in fremden Gärten angegeben (z. B. 23% im Teilgebiet 1&2, unter 1 Stunde/Woche). An privaten Freizeitorten war die angegebene Aufenthaltsdauer grundsätzlich länger als an öffentlichen Freizeitorten (N = 91 vs. N = 17 über 7 Stunden/Woche). Dennoch wurden auch Nutzungsdauern über mehrere Stunden pro Wochen in öffentlichen Bereichen z. B. in Teilgebiet 1&2 berichtet.

Tabelle 21 Freizeitverhalten der Studienpopulation: Aufenthaltsdauer an Freizeitorte nach Belastungsgebieten

Freizeitort	Bodenbelastungs-gebiet	Aufenthaltsdauer [Stunden/Woche]									
		< 1		1 - < 3		3 - < 5		5 - < 7		> 7	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Private Freizeitorte		N = 22		N = 116		N = 107		N = 74		N = 91	
Eigener Garten	Teilgebiet 1&2	0	0,0	10	8,6	21	19,6	21	28,4	22	24,2
	Teilgebiet 3	1	4,5	6	5,2	9	8,4	3	4,1	13	14,3
	Teilgebiet 4	0	0,0	8	6,9	27	25,2	11	14,9	24	26,4
	GE	0	0,0	8	6,9	21	19,6	25	33,8	26	28,6
Garten von Verwandten/ Bekannten	Teilgebiet 1&2	5	22,7	29	25,0	9	8,4	4	5,4	1	1,1
	Teilgebiet 3	3	13,6	8	6,9	2	1,9	1	1,4	2	2,2
	Teilgebiet 4	7	31,8	20	17,2	6	5,6	3	4,1	1	1,1
	GE	6	27,3	27	23,3	12	11,2	6	8,1	2	2,2
Öffentliche Freizeitorte		N = 81		N = 292		N = 166		N = 38		N = 17	
Sport-, Spielplätze	Teilgebiet 1&2	9	11,1	47	16,1	22	13,3	4	2,9	0	0,0
	Teilgebiet 3	7	8,6	12	4,1	11	6,6	0	0,0	0	0,0
	Teilgebiet 4	11	13,6	35	12,0	12	7,2	5	3,6	2	11,8
	GE	14	17,3	36	12,3	11	6,6	0	0,0	0	0,0
Wald, Wiese	Teilgebiet 1&2	6	7,4	23	7,9	12	7,2	8	5,8	3	17,6
	Teilgebiet 3	7	8,6	25	8,6	12	7,2	1	0,7	2	11,8
	Teilgebiet 4	7	8,6	31	10,6	13	7,8	5	3,6	4	23,5
	GE	6	7,4	24	8,6	14	8,4	5	3,6	3	17,6
Freibad, Badesee	Teilgebiet 1&2	6	7,4	21	6,8	31	18,7	7	5,1	2	11,8
	Teilgebiet 3	6	7,4	20	2,4	11	6,6	1	2,9	1	5,9
	Teilgebiet 4	1	1,2	7	2,7	6	6,6	0	0,0	0	0,0
	GE	1	1,2	8	16,1	11	13,3	1	2,9	0	0,0
Sonstige	Teilgebiet 1&2	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	2,9	0	0,0
	Teilgebiet 3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Teilgebiet 4	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	GE	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Angaben für die letzten 12 Monate, Mehrfachangaben möglich

Durch die Einteilung der gewichteten Aufenthaltsdauer in belasteten Gebieten in Tertile (Details zur Einteilung in Kapitel 4.3.13.3) ergab sich eine annähernd gleichmäßige Verteilung der betroffenen Kinder auf die Kategorien „hoch“, „mittel“ und „niedrig“. Die übrigen Kinder gaben in der jeweiligen Kategorie keinen Aufenthalt an und wurden somit als nicht belastet eingestuft. Lediglich für zwei Kinder wurde von den Eltern über gar keinen Aufenthalt in einem der Belastungsgebiet angegeben (Tabelle 22).

Tabelle 22 Belastung x Zeit an Freizeitorten

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Eigener Garten	2 (2 J)	Hoch	80	26,0	36	26,5	44	25,6
		Mittel	87	28,2	37	27,2	50	29,1
		Niedrig	89	28,9	37	27,2	52	30,2
		Nicht	52	16,9	26	19,1	26	15,1
Garten von Verwandten, Bekannten	1 (1 J)	Hoch	52	16,8	32	23,5	20	11,5
		Mittel	42	13,6	22	16,2	20	11,5
		Niedrig	61	19,7	21	15,4	40	23,0
		Nicht	154	49,8	61	44,9	93	53,7
Sport-, Spielplatz	6 (1M, 5 J)	Hoch	73	22,1	33	24,3	40	18,3
		Mittel	77	23,0	32	23,5	45	20,6
		Niedrig	88	26,2	36	25,5	52	23,8
		Nicht	66	18,7	34	24,7	32	14,9
Wald, Wiese	8 (4 M, 4 J)	Hoch	70	23,2	31	23,5	39	22,9
		Mittel	41	13,6	15	11,4	26	15,3
		Niedrig	100	33,1	41	31,1	59	34,7
		Nicht	91	30,1	45	34,1	46	27,1
Freibad, Badesee	5 (1 M, 4 J)	Hoch	42	13,8	18	13,3	24	14,1
		Mittel	32	10,5	19	14,1	13	7,6
		Niedrig	69	22,6	26	19,3	43	25,3
		Nicht	162	53,4	72	53,3	90	52,9
Sonstiges	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	1 (1 J)	Hoch	94	30,4	44	32,4	50	28,9
		Mittel	91	29,5	37	27,2	54	31,2
		Niedrig	122	39,4	53	39,0	69	39,9
		Nicht	2	0,6	2	1,5	0	0,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, Angabe der letzten 12 Monate, Mehrfachangaben möglich, Einteilung nach Tertilen (hoch, mittel, niedrig) der Verteilung, nähere Informationen zur Einteilung in Tabelle 6

## 5.2. Ergebnisse der Blutbleiwerte

Bei allen teilnehmenden Kindern waren die Blutbleiwerte höher als die Bestimmungsgrenze ( $1 \mu\text{g/l}$ ).

Das geometrische Mittel (GM) der Blutbleikonzentration der Studienpopulation lag bei  $22,7 \mu\text{g/l}$  mit einer Spannweite von  $4,7$  bis  $206,6 \mu\text{g/l}$  (Tabelle 23). Die Befunde der Jungen (GM =  $25,9 \mu\text{g/l}$ ) waren hierbei statistisch signifikant höher als die der Mädchen (GM =  $19,2 \mu\text{g/l}$ ). Zum Vergleich sind neben den Ergebnissen der BLENCA2-Studie auch die Befunde der BLENCA1-Studie (10) und GerES V-Studie (3) in der Tabelle 23 dargestellt.

Tabelle 23 Blutbleiwerte im Vergleich zu anderen Studien (3, 10)

Studie	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>
$\mu\text{g/l}$												
BLENCA2	Gesamt	310	10,2	20,4	55,5	79,5	130,5	206,6	29,7	22,7	64,5	50,6
	Mädchen	136	9,3	17,7	41,3	57,5	68,5	206,6	23,5	19,2	67,6	42,6
	Jungen	174	10,7	24,1	62,7	93,6	143,4	183,0	34,5	25,9	62,1	56,9
BLENCA1	Gesamt	75	8,9	16,9	31,9	37,0	53,3	65,8	18,8	16,9	48,0	-
GerES V	Gesamt	720	5,3	9,4	16,8	19,9	24,0	129,0	10,6	9,5	-	-

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025

Legt man die ab 2025 geltenden Referenzwerte zu Grunde, überschritten 51% der Kinder den Referenzwert (Abbildung 9). Unter Berücksichtigung des seit 2019 gültigen Referenzwertes überschritten 65% der Blutbleiwerte der untersuchten Kinder im Landkreis Goslar den Referenzwert (Abbildung 8 und Anhang Tabelle 7).

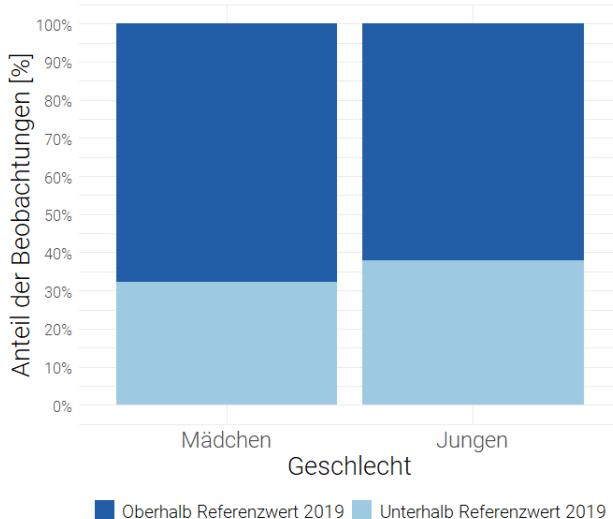


Abbildung 8 Blutbeiwerte nach Geschlechtern anhand der Referenzwerte von 2019

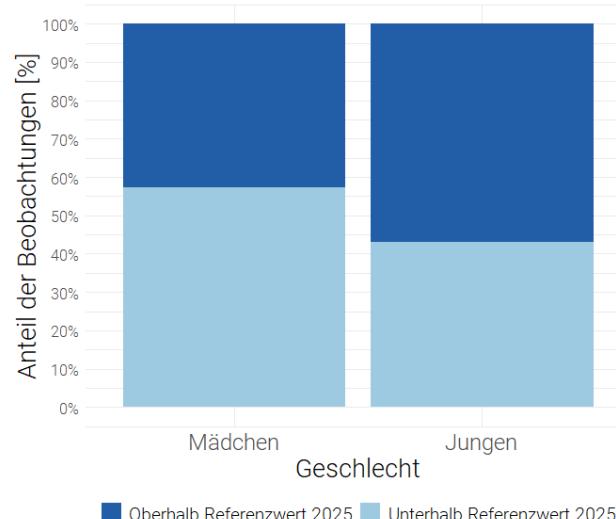


Abbildung 9 Blutbeiwerte nach Geschlechtern anhand der Referenzwerte von 2025

Somit zeigte sich bezogen auf Fragestellung 1 (Kapitel 3), dass 51% der teilnehmenden Einschülerinnen und Einschüler Blutbleiwerte oberhalb des Referenzwertes von 2025 aufwiesen; für den Referenzwert von 2019 lag dieser Anteil bei 65%. Erwartet war eine Referenzwertüberschreitung von 5%.

Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlene Richtlinie von 50 µg/l, ab der präventive Maßnahmen zur Reduktion der Bleiexposition eingeleitet werden sollten, wurde bei 13% (N = 40) der Kinder überschritten. Eine Übersicht aller Blutbleiwerte mit Referenzwertüberschreitung und Überschreitung der WHO-Empfehlung ist in Abbildung 10 abgebildet.

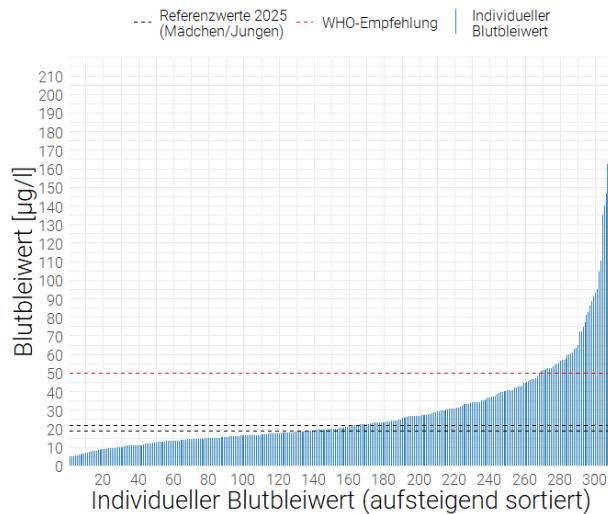


Abbildung 10 Blutbleiwerte der untersuchten Kinder, dargestellt als individuelle Blutbleiwerte (blaue Striche, ablesbar an der y-Achse). Die schwarzen Linien markieren die Referenzwerte für 2025 (19 µg/l für Mädchen, 22 µg/l für Jungen), die rote Linie zeigt die WHO-Empfehlung für präventive Maßnahmen (50 µg/l) (15, 17)

### 5.3. Blutbleiwerte nach Subgruppen (bivariate Analysen)

Nachfolgend werden die Blutbleiwerte der Studienpopulation in verschiedenen Subgruppen dargestellt. Dabei wurde untersucht, inwieweit saisonale Schwankungen, soziodemografische Merkmale, Umwelt- und Ernährungsfaktoren sowie Verhaltensweisen der Kinder mit den gemessenen Blutbleikonzentrationen in Zusammenhang stehen könnten. Neben der metrischen Darstellung wird auch die relative und absolute Häufigkeit der Referenzwertüberschreitungen nach Subgruppen dargestellt.

#### 5.3.1. Blutbleiwerte nach Blutentnahmedatum

Die Blutbleibefunde zeigten eine jahreszeitliche statistisch signifikante Schwankung in Abhängigkeit vom Datum der Blutentnahme. Die GM waren im Winter mit 17,2 µg/l am niedrigsten, im Sommer mit 31,1 µg/l am höchsten (Abbildung 11 und Anhang Tabelle 8). Die dieser jahreszeitlichen Zusammenfassung zugrunde liegende Verteilung nach Monaten zeigt Abbildung 12.

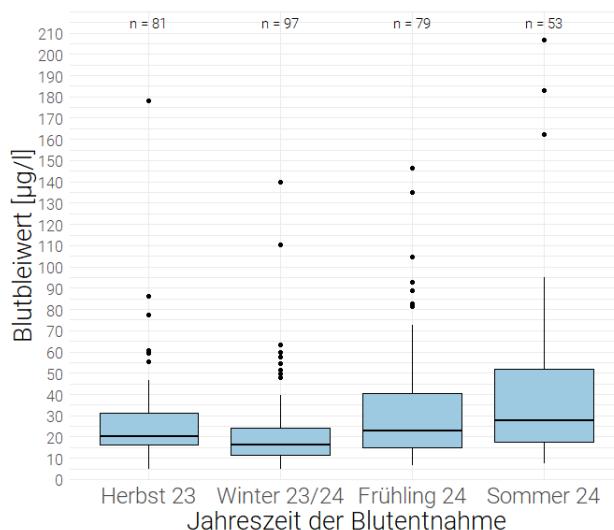


Abbildung 11 Blutbeiwerte nach Jahreszeit der Blutentnahme

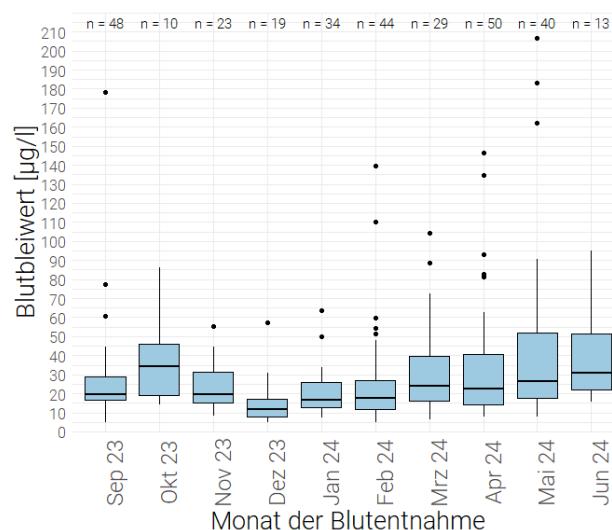


Abbildung 12 Blutbeiwerte nach Monat der Blutentnahme

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ), n = Anzahl der Beobachtungen.

#### 5.3.2. Blutbleiwerte nach Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation

Neben den oben bereits dargestellten Unterschieden in den Blutbleiwerten zwischen Jungen und Mädchen (Kapitel 5.2 und Abbildung 13) zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den erfassten soziodemografischen Parametern und den Blutbleibefunden (Tabelle 24). Jüngere Kinder wiesen tendenziell niedrigere Blutbleiwerte auf ( $p = 0,08$ , graphisch dargestellt im Anhang Abbildung 16). Statistisch signifikant niedrigere Blutbleiwerte wurden bei Kindern gefunden, die einen I-/HPG-Hintergrund aufwiesen (GM = 14,1 µg/l) im Vergleich zu Kindern ohne besonderen Förderbedarf (GM = 23,3 µg/l, Anhang Abbildung 17).

Tabelle 24 Blutbleiwerte nach Soziodemografie und Biometrie der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l										%
Gesamt		310	10,2	20,4	55,5	79,5	130,5	206,6	29,7	22,7	64,5	50,6	-
Geschlecht	Mädchen	136	9,3	17,7	41,3	57,5	68,5	206,6	23,5	19,2	67,6	42,6	0,0001
	Jungen	174	10,7	24,1	62,7	93,6	143,4	183,0	34,5	25,9	62,1	56,9	
Alter	5 Jahre	201	10,7	19,6	52,4	77,3	104,5	178,2	27,6	21,6	62,2	46,8	0,08
	6–7 Jahre	109	9,8	23,2	57,9	84,4	153,9	206,6	33,4	24,9	68,8	57,8	
BMI	Übergew	41	8,8	18,1	56,2	72,2	101,9	146,5	27,0	20,3	61,0	39,0	0,22
	Untergew/ Normalgew	268	10,7	21,3	54,7	79,9	126,5	206,6	30,2	23,2	65,3	52,6	
Sozioökono- mischer Status <sup>1</sup>	Hoch	139	9,8	20,4	56,9	83,8	137,7	183,0	29,9	22,4	64,0	49,6	0,46
	Mittel	141	10,2	20,6	51,9	63,5	91,6	206,6	29,1	23,0	66,0	52,5	
	Niedrig	20	10,5	15,8	57,1	72,2	72,3	72,4	25,8	19,9	50,0	35,0	
I-/HPG- Status	Ja	16	6,1	13,2	36,0	52,5	54,2	55,4	17,8	14,1	37,5	18,8	0,004
	Nein	294	10,7	21,3	56,6	81,8	135,6	206,6	30,3	23,3	66,0	52,4	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), gew.= gewichtet, 1) Einteilung dargestellt in Kapitel 4.3.5

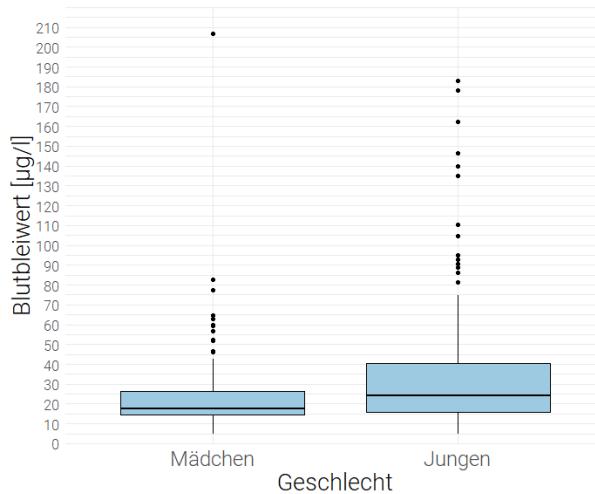


Abbildung 13 Boxplot: Blutbeiwerte nach Geschlechtern

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant (p < 0,05).

### 5.3.3. Blutbleiwerte nach Passivrauchbelastung und Munitionsexposition der Studienpopulation

Kinder mit Passivrauchbelastung wiesen keine statistisch signifikant höheren Blutbleikonzentrationen auf als Kinder ohne diese Exposition (Tabelle 25 und Abbildung 14). Es zeigte sich jedoch eine Tendenz zu niedrigeren Blutbleiwerten bei Kindern ohne Passivrauchexposition. Ebenfalls ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Blutbleiwerten für Kinder, die ihre Eltern beim Schießen mit bleihaltiger Munition begleiteten im Vergleich zu den übrigen Kindern.

Tabelle 25 Blutbleiwerte nach Umgebungsexposition der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R19	R25	p	
			µg/l											
Passiv- rauch- belastung <sup>1</sup>	Ja	73	10,9	24,7	62,1	91,6	126,8	178,2	34,2	25,6	71,2	56,2	0,09	
	Nein	234	9,9	19,8	53,9	73,2	114,8	206,6	28,2	21,8	62,0	48,7		
Munitions- exposition <sup>2</sup>	Ja	7	14,6	24,7	41,6	43,1	44,1	44,7	26,0	23,7	71,4	57,1	0,79	
	Nein	301	10,0	20,4	56,2	81,3	134,9	206,6	29,8	22,7	64,5	50,8		

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), 1) Ja = Seltener als 1x pro Woche bis täglich, Nein = Nie, 2) Ja = Seltener bis oft oder immer, Nein = Nie

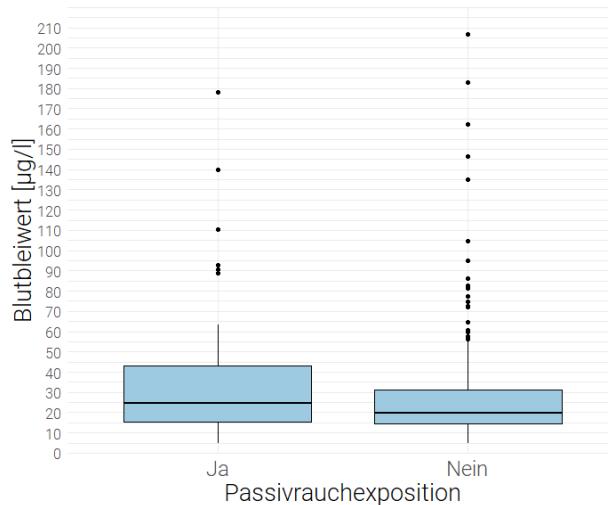


Abbildung 14 Boxplot: Blutbleiwerte nach Passivrauchexposition

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch nicht signifikant (p = 0,09).

### 5.3.4. Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation

Kinder, die sich nach Elternangaben beim Nachhausekommen regelmäßig die Hände wuschen, hatten statistisch signifikant niedrigere Blutbleiwerte als Kinder die dies nicht regelmäßig taten ( $GM = 21,9 \mu\text{g/l}$  vs.  $29,3 \mu\text{g/l}$ ,  $p = 0,01$ , Tabelle 26 und Abbildung 15). Auch die zusammengefügte Variable aus Händewaschen beim Nachhausekommen und Händewaschen vor dem Essen („Händewaschen allgemein“, Tabelle 12) erreichte statistische Signifikanz (Abbildung 16). Bei der geschlechtsspezifischen Betrachtung zeigte sich dieser Effekt insbesondere bei den Jungen: Sie wiesen bei regelmäßigem Händewaschen signifikant niedrigere Werte auf ( $p = 0,03$ ). Bei den Mädchen war zwar tendenziell ebenfalls ein Unterschied erkennbar, dieser war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,30$ , Anhang Tabelle 9)

Tabelle 26 Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
Finger im Mund	Ja <sup>2</sup>	95	12,2	22,2	45,9	54,7	74,6	146,5	27,2	22,8	70,5	53,7	
	Nein <sup>3</sup>	210	9,7	19,5	59,9	87,5	138,9	206,6	30,9	22,7	61,9	49,5	0,61
<b>Händewaschen ...</b>													
Beim Nachhause kommen	Ja <sup>2</sup>	270	9,8	19,7	54,5	78,3	108	183,0	28,4	21,9	61,9	48,5	0,01
	Nein <sup>3</sup>	37	15,2	26,7	60,3	97,5	186,2	206,6	39,0	29,3	83,8	64,9	
Vor dem Essen	Ja <sup>2</sup>	271	10,7	19,8	52,6	73,4	125,0	206,6	28,8	22,3	63,8	48,7	0,16
	Nein <sup>3</sup>	37	9,2	28,1	74,4	87,8	118,2	178,2	36,7	26,6	70,3	64,9	
Allgemein <sup>1</sup>	Ja	242	10,2	19,6	52,6	74,6	114,6	183,0	28,0	21,8	61,6	47,5	0,04
	Nein	65	10,1	26,7	63,1	84,3	154,8	206,6	35,7	26,5	75,4	61,5	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei  $p < 0,05$ , Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Angaben der letzten 12 Monate, 1) Händewaschen beim Nachhausekommen und vor dem Essen 2) Ja = Manchmal bis Immer, 3) Nein = Nie bis Selten

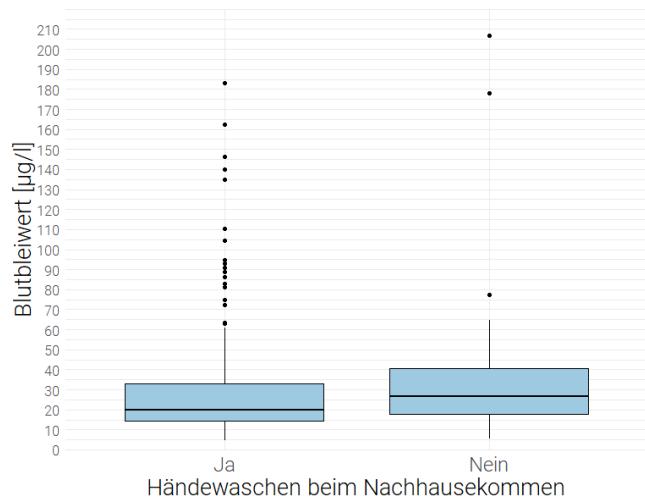


Abbildung 15 Boxplot: Blutbeiwerte nach Hygieneverhalten (Händewaschen beim Nachhausekommen)

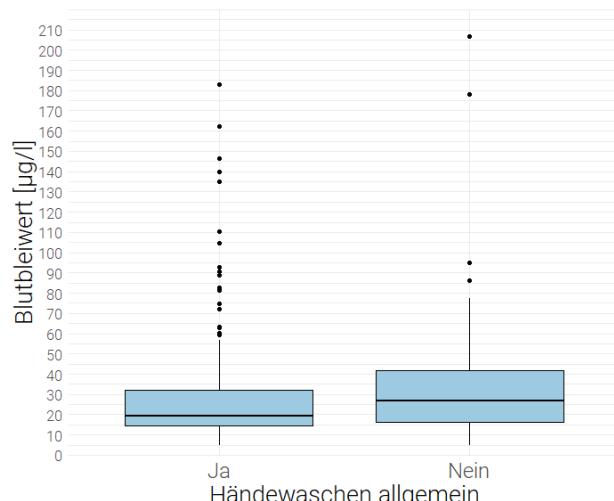


Abbildung 16 Boxplot: Blutbeiwerte nach Hygieneverhalten (Händewaschen allgemein)

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

### 5.3.5. Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation

Bezogen auf den Anbau von Lebensmitteln im eigenen Garten ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Blutbleiwerten (Anhang Tabelle 10). Auch die Betrachtung der einzelnen aus dem Garten verzehrten Lebensmittel ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Blutbleiwerten der Kinder (Anhang Tabelle 11). Zusätzlich wurde der Konsum der verschiedenen Lebensmittel danach analysiert, ob sie im Hochbeet oder an anderer Stelle im Garten angebaut wurden (Anhang Tabelle 12). Auch hier ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der Anbauart und den Blutbleiwerten der Kinder.

Der regelmäßige Konsum von möglicherweise bleihaltigen Lebensmitteln wie Fisch oder Lebensmitteln aus dem Wald ergab ebenfalls keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich der Blutbleibefunde (Tabelle 27). Der regelmäßige Konsum (mind. 1x pro Woche) von Innereien wurde nur von einem Kind angegeben, ebenso war der Verzehr von Wildfleisch mit nur drei Kindern in der Stichprobe zu selten, um aussagekräftige Vergleiche zu ermöglichen.

Tabelle 27 Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation: Allgemeiner Konsum von Lebensmitteln

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
µg/l													
Innereien	Ja <sup>1</sup>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nein <sup>2</sup>	307	10,1	20,4	55,7	80,1	131,9	206,6	29,8	22,8	64,8	50,8	-
Wild	Ja <sup>1</sup>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nein <sup>2</sup>	305	10,1	20,4	55,9	80,5	132,9	206,6	29,7	22,7	64,3	50,5	-
Lebens- mitteln aus dem Wald	Ja <sup>1</sup>	29	14,2	23,2	57,8	95,8	139,0	183,0	36,6	28,3	72,4	58,6	0,10
	Nein <sup>2</sup>	279	9,8	20,0	55,6	75,0	121,1	206,6	29,0	22,2	63,8	49,8	
Fisch	Ja <sup>1</sup>	187	10,0	19,5	57,2	82,3	150,9	206,6	30,1	22,4	63,6	47,6	0,25
	Nein <sup>2</sup>	121	10,7	22,2	53,6	72,4	103,3	139,8	29,1	23,3	66,1	55,4	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Keine näheren Angaben bei N < 5, Angaben zu den letzten 12 Monaten, 1) Ja = 1x die Woche bis Täglich, 2) Nein = Nie bis Seltener als 1x pro Woche

## 5.3.6. Räumliche Verteilung der Blutbleiwerte

### 5.3.6.1. Blutbleiwerte nach aktuellen Wohnorten der Studienpopulation

Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Gemeinde des aktuellen Wohnortes und den Blutbleiwerten der Kinder (Abbildung 17, Abbildung 18, Anhang Tabelle 13). Dies wurde durch die statistische Analyse der räumlichen Verteilung der Blutbleiwerte der Kinder bestätigt (Abbildung 19). Zur Untersuchung der räumlichen Muster der Blutbleiwerte wurde Moran's I berechnet, ein statistisches Maß zur Erkennung von räumlicher Autokorrelation. Das Ergebnis zeigte keinen signifikanten Zusammenhang ( $p = 0,50$ ), was darauf hinweist, dass die Werte zufällig verteilt sind und keine ausgeprägten Clusterungen bestehen. Die Wohndauer am aktuellen Wohnort war ebenfalls nicht mit den Blutbleiwerten assoziiert (Anhang Tabelle 13).

Hingegen ergab die Betrachtung der Bodenbelastungsgebiete, in denen die Kinder aktuell wohnen, statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Blutbleiwerten und dem Belastungsgebiet des Wohnortes mit den höchsten Blutbleiwerten bei Kindern, die in Teilgebieten 1&2 wohnten im Vergleich zu Kindern, die in Teilgebiet GE lebten ( $GM = 26,9 \mu\text{g/l}$  vs.  $21,0 \mu\text{g/l}$ ,  $p = 0,04$ , Abbildung 20). Dieser Effekt zeigt sich insbesondere bei den Jungen (Anhang Tabelle 13).

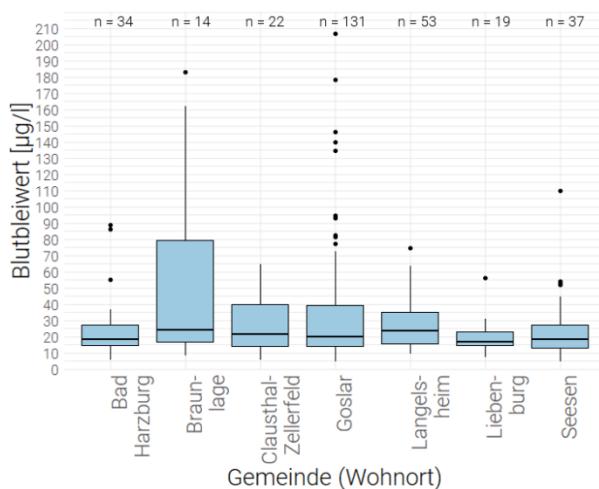
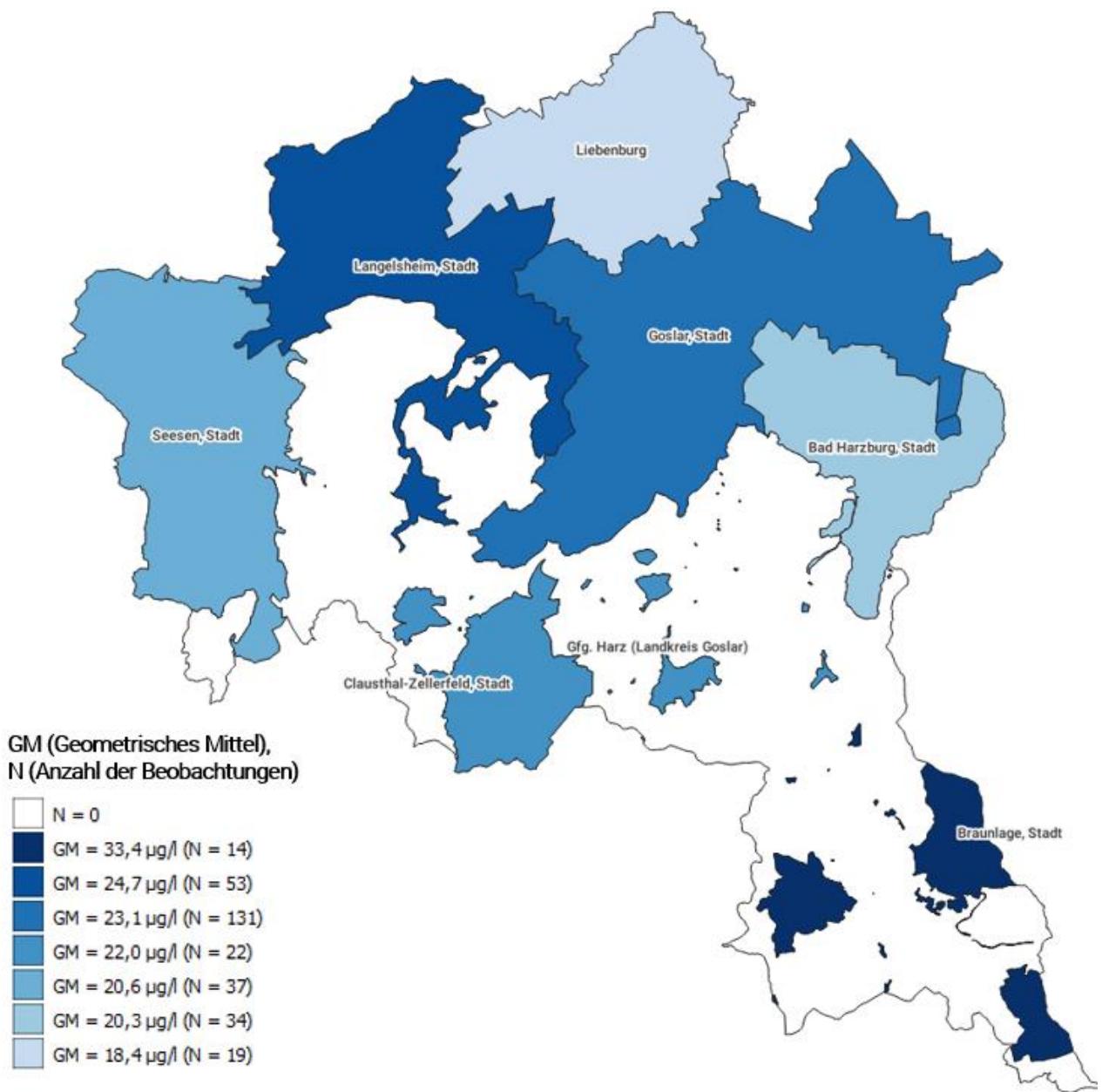


Abbildung 17 Boxplot: Blutbeiwerte nach Gemeinden des aktuellen Wohnortes

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist nicht statistisch signifikant ( $p = 0,39$ ),  
 $n$  = Anzahl der Beobachtungen



GM = Geometrisches Mittel, N = Anzahl der Beobachtungen

Abbildung 18 Geometrisches Mittel der Blutbleiwerte und Anzahl der Beobachtungen nach Gemeinden

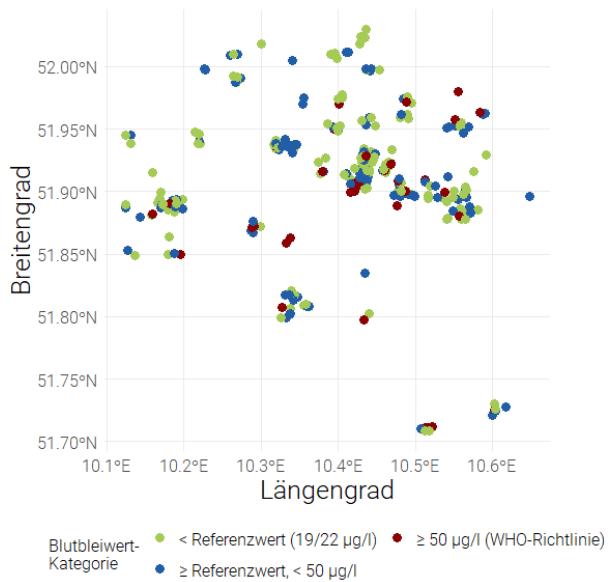


Abbildung 19 Blutbeiwert-Kategorien in Abhängigkeit des aktuellen Wohnortes (nach Breiten- und Längengrad)

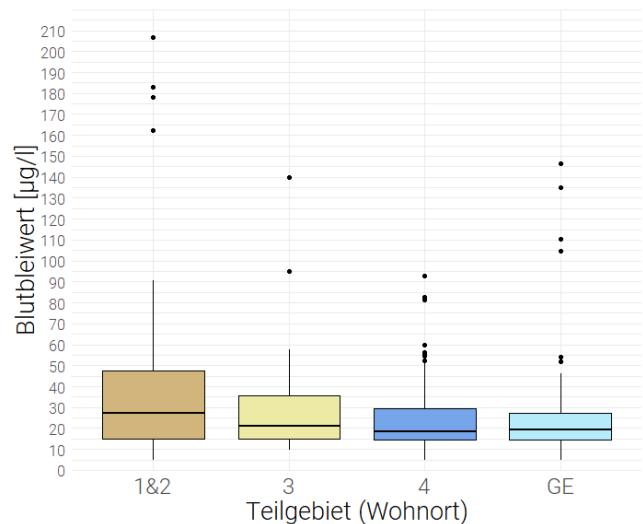


Abbildung 20 Boxplot: Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des aktuellen Wohnortes

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ )

Entsprechend kann Fragestellung 2 (Kapitel 3) wie folgt beantwortet werden:

Die Bleikonzentrationen im Blut waren für Kinder, deren Wohnort im Teilgebiet 1&2 lag, am höchsten und für Kinder, deren Wohnort im Teilgebiet GE lag, am niedrigsten.

### 5.3.6.2. Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsorten der Studienpopulation

Die Blutbleiwerte der Kinder unterschieden sich nicht in Abhängigkeit von der aktuellen Betreuungsart (Tabelle 28). Auch in der Sensitivitätsanalyse, bei der Kinder in der Tagesbetreuung aufgrund der geringen Fallzahl ( $N = 7$ ) nicht mitberücksichtigt wurden, zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied (Anhang Tabelle 18). Kinder, die in einem Waldkindergarten betreut wurden ( $N = 14$ ), unterschieden sich, verglichen mit Kindern, die in sonstigen Kindergärten betreut wurden, nicht statistisch signifikant bezüglich ihrer Blutbleiwerte (Anhang Tabelle 19).

Unterschiede zeigten sich hingegen hinsichtlich der Gemeinden, in denen die Kinder einen Kindergarten besuchten (Abbildung 21). Die höchsten Werte wurden bei Kindern gemessen, die einen Kindergarten in Clausthal-Zellerfeld ( $GM = 30,3 \mu\text{g/l}$ ) oder Langelsheim ( $GM = 27,3 \mu\text{g/l}$ ) besuchten, während die niedrigsten mittleren Werte in Bad Harzburg ( $GM = 17,1 \mu\text{g/l}$ ) und Liebenburg ( $GM = 18,5 \mu\text{g/l}$ ) auftraten ( $p = 0,005$ ). Es liegt nahe, dass diese Unterschiede eher auf die unterschiedliche Bodenbelastung zurückzuführen sind – und nicht auf gemeindespezifische Faktoren. Diese Annahme stützt sich unter anderem darauf, dass ein vergleichbarer Effekt bei der Analyse der Wohnorte (Kapitel 5.3.6.1) nicht beobachtet wurde. Bei der Betreuung durch Verwandte oder Bekannte gab es keine gemeindespezifischen Unterschiede (Tabelle 28).

Tabelle 28 Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsorten der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$									%	
Aktuelle Betreuungs- sorte	Kinder- garten	281	10,0	20,3	56,2	82,8	136,9	206,6	29,9	22,7	65,1	50,2	0,11
	Tages- betreuung	7	18,0	34,3	78,9	80,1	80,8	81,3	44,6	38,0	85,7	71,4	
	Verwandte/ Bekannte	85	10,9	21,3	47,5	81,8	123,0	206,6	29,4	22,5	60,0	51,8	
Aktueller Betreuungsort nach Gemeinden im Landkreis Goslar <sup>1</sup>													
Kinder- garten	Goslar	112	9,5	20,8	71,3	93,8	145,0	206,6	34,1	24,2	65,2	52,7	0,005
	Langels- heim	41	15,1	26,7	56,8	60,2	65,7	74,7	30,8	27,3	82,9	68,3	
	Seesen	42	10,9	17,0	44,2	52,4	64,4	110,2	24,0	19,8	54,8	42,9	
	Bad Harzburg	37	8,4	17,1	30,9	34,7	51,3	88,7	20,0	17,1	54,1	32,4	
	Clausthal- Zellerfeld	18	14,9	25,0	63,3	101,5	137,9	162,2	39,3	30,3	83,3	66,7	
	Liebenburg	16	12,1	18,4	27,5	37,2	48,6	56,2	20,6	18,5	62,5	37,5	
	Braunlage	14	9,0	18,0	87,0	132,0	162,6	183,0	38,0	23,9	57,1	42,9	
Verwandte/ Bekannte	Goslar	27	10,6	20,3	66,0	90,9	147,5	206,6	34,9	24,3	55,6	48,1	0,54
	Langels- heim	17	15,1	23,7	37,7	46,1	56,6	63,5	26,9	24,6	76,5	64,7	
	Seesen	10	12,9	15,4	24,1	27,5	29,5	30,8	18,1	17,2	40,0	30,0	
	Bad Harzburg	11	13,9	21,9	34,3	35,5	36,3	36,8	24,8	23,3	72,7	63,6	
	Clausthal- Zellerfeld	4	10,9	22,3	52,3	58,5	62,2	64,7	28,9	21,3	75,0	75,0	
	Liebenburg	8	12,9	15,8	32,5	34,4	35,5	36,3	20,3	18,8	50,0	37,5	
	Braunlage	5	9,3	16,3	120,2	151,6	170,4	183,0	48,9	23,3	40,0	40,0	
	Über 1 Jahr	82	10,9	21,1	50,0	85,0	128,3	206,6	29,5	22,4	58,5	51,2	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei  $p < 0,05$ , Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Tagesbetreuung nicht nach Gemeinden dargestellt, da N = 7, 1) Mehrfachangaben möglich

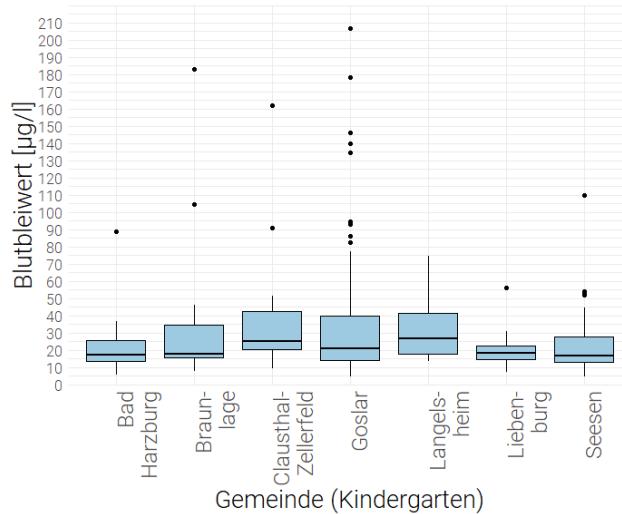


Abbildung 21 Boxplot: Blutbeiwerte nach Gemeinden des aktuellen Betreuungsortes Kindergarten

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

Sowohl bei der Betreuung im Kindergarten als auch bei der Betreuung durch Verwandte oder Bekannte zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied der Blutbleiwerte in Abhängigkeit vom Bodenbelastungsgebiet der Betreuungsorte. Die Tagesbetreuung konnte aufgrund der geringen Fallzahl erneut nicht separat betrachtet werden. Analog zu den aktuellen Wohnorten (Kapitel 5.3.6.1) wurden die höchsten Werte in den Teilgebieten 1&2 erhoben, den Gebieten mit den am stärksten durch Blei belasteten Böden ( $GM = 29,9 \mu\text{g/l}$  bei der Betreuung in Kindergärten und  $28,2 \mu\text{g/l}$  bei der Betreuung durch Verwandte oder Bekannte). Die Blutbleiwerte nahmen mit abnehmender Bodenbelastung ab (Abbildung 22 und Abbildung 23). Die Besuchsdauer der aktuellen Betreuung war nicht mit der Höhe der Bleibelastung im Blut der Kinder assoziiert (Tabelle 29).

Tabelle 29 Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsorten der Studienpopulation nach Bodenbelastungsgebiet und Betreuungsdauer

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l									%	
<b>Aktueller Betreuungsort nach Bodenbelastungsgebieten im Landkreis Goslar<sup>1</sup></b>													
Kinder- garten	TG 1 und 2	77	11,8	29,3	75,7	91,2	172,2	206,6	40,5	29,9	75,3	66,2	0,0009
	Teilgebiet 3	42	9,9	19,5	49,5	62,9	102,9	139,8	27,9	21,7	69,0	47,6	
	Teilgebiet 4	92	9,5	18,9	52,1	70,2	137,0	178,2	28,1	21,2	63,0	44,6	
	GE	69	10,9	17,8	35,2	44,8	53,6	110,2	22,1	19,2	55,1	42,0	
Tages- betreuung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verwandte/ Bekannte <sup>1</sup>	TG 1 und 2	25	9,5	23,6	77,5	163,6	195,3	206,6	42,8	28,2	76,0	68,0	0,05
	Teilgebiet 3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Teilgebiet 4	24	13,0	20,4	41,4	50,0	74,4	92,9	26,6	22,8	60,9	47,8	
	GE	29	10,9	16,4	29,1	30,9	35,7	41,8	19,0	17,6	41,4	34,5	
<b>Betreuungsdauer am aktuellen Betreuungsort</b>													
Kinder- garten	Unter 1 Jahr	24	13,6	20,0	60,2	88,5	139,0	178,2	35,3	25,9	62,5	50,0	0,44
	Über 1 Jahr	256	9,9	20,4	55,3	78,7	132,4	206,6	29,5	22,5	65,6	50,4	
Tages- betreuung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verwandte/ Bekannte <sup>1</sup>	Unter 1 Jahr	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Über 1 Jahr	82	10,9	21,1	50,0	85,0	128,3	206,6	29,5	22,4	58,5	51,2	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, 1) Mehrfachangaben möglich

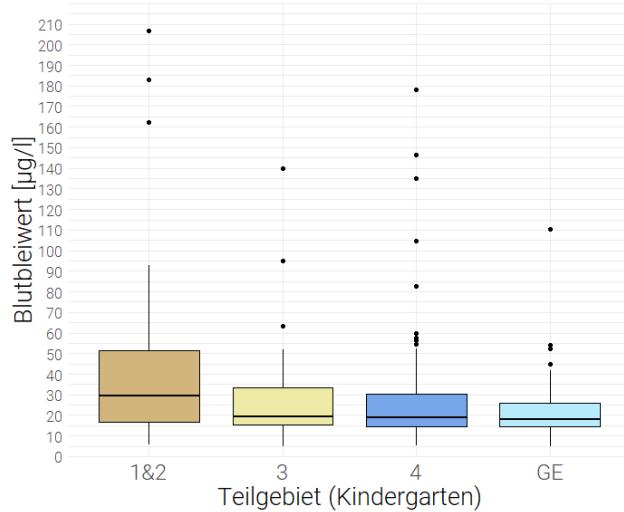


Abbildung 22 Boxplot: Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des aktuellen Betreuungsortes Kindergarten

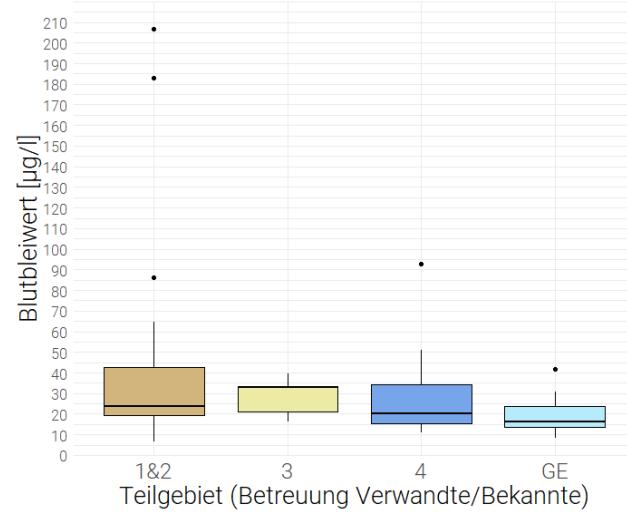


Abbildung 23 Boxplot: Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des aktuellen Betreuungsortes Verwandte/Bekannte

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant (p < 0,05).

### 5.3.6.3. Blutbleiwerte nach Freizeitorten der Studienpopulation

Die regelmäßige Nutzung eines Gartens – sei es der eigene oder der von Verwandten, Bekannten oder Freunden – war mit der Höhe der Blutbleiwerte der Kinder assoziiert (Abbildung 24). Kinder, die regelmäßig einen Garten nutzten, wiesen einen GM von 23,6 µg/l für Blei auf, während der GM bei Kindern ohne regelmäßige Gartennutzung bei 17,4 µg/l lag ( $p = 0,01$ , Tabelle 30). An den Freizeitorten zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gemeinden des Landkreises (Anhang Tabelle 14).

Tabelle 30 Blutbleiwerte nach Freizeitorten der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l									%	
Regelmäßige Gartennutzung	Ja	269	10,9	21,3	57,2	82,2	138,0	206,6	30,9	23,6	66,5	52,8	0,01 -1
	Nein	39	8,5	17,1	45,2	51,2	62,0	86,1	21,8	17,4	51,3	35,9	
Freizeitorte	Eigener Garten	258	10,8	22,2	58,4	86,6	139,2	206,6	31,6	24,0	67,7	54,1	
	Garten von Verwandten, Bekannten	155	10,7	19,5	52,5	76,7	109,7	206,6	28,5	22,0	63,2	47,7	
	Sport-, Spielplatz	244	10,3	20,4	56,7	82,6	114,9	206,6	29,9	22,7	64,6	50,6	
	Wald, Wiese	218	11,0	21,1	54,9	81,5	129,7	183,0	29,8	23,1	65,6	51,4	
	Freibad, Badesee	147	10,7	22,9	57,2	75,8	95,6	146,5	29,7	23,5	66,7	55,1	
	Sonstiges	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei  $p < 0,05$ , Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), 1) Mehrfachangaben möglich und somit keine Unabhängigkeit der Beobachtungen, Berechnung von Kruskal-Wallis-Test nicht möglich

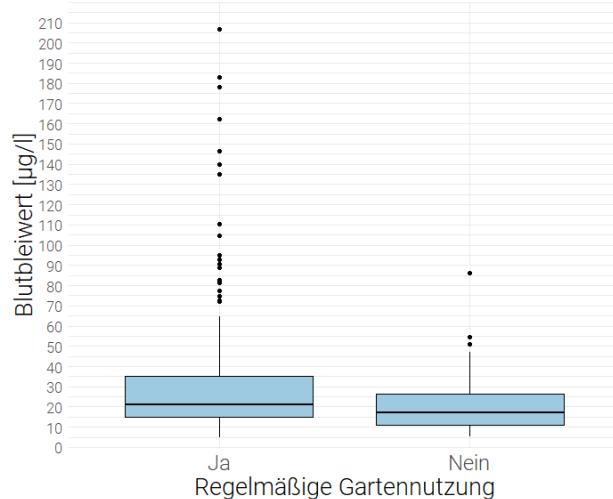


Abbildung 24 Boxplot: Blutbleiwerte nach regelmäßiger Gartennutzung

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

Für Kinder, deren eigener Garten in Teilgebiet 1&2 lag, waren die Blutbleibefunde statistisch signifikant höher ( $GM = 30,3 \mu\text{g/l}$ ) als für Kinder, deren Gärten in Teilgebieten mit niedrigen belasteten Böden lagen ( $GM = 21,6 \mu\text{g/l}$ , Anhang Tabelle 15 und Abbildung 25). Ein ähnliches Muster zeigte sich für die Lage von Sport- und Spielplätzen ( $GM = 26,3 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 26) sowie für die Lage von Wald- und Wiesenbereichen ( $GM = 27,9 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 27), allerdings erreichten diese Unterschiede keine statistische Signifikanz.

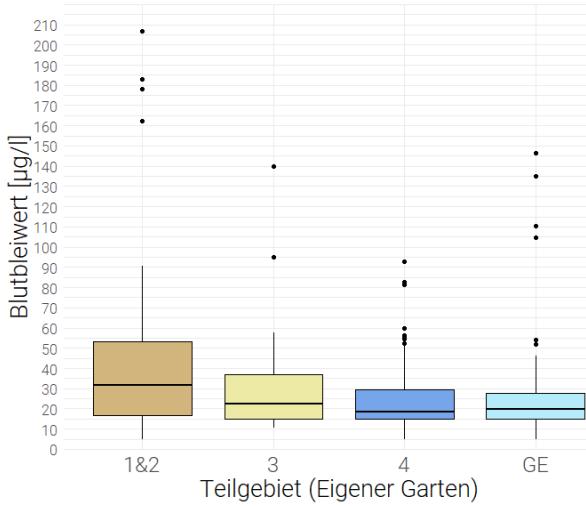


Abbildung 25 Boxplot: Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des Freizeitortes eigener Garten

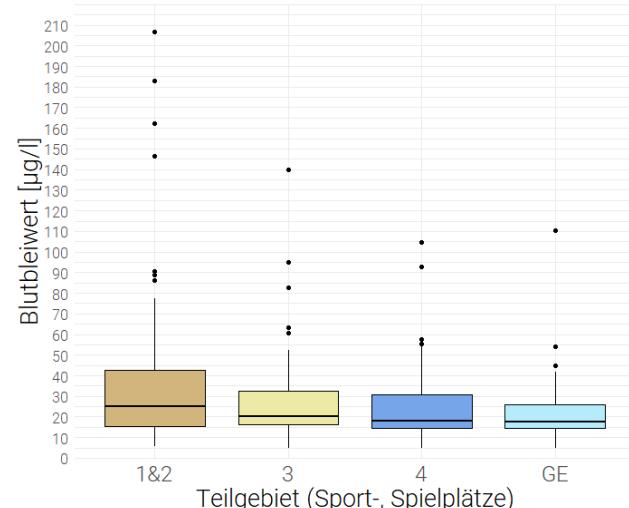


Abbildung 26 Boxplot: Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des Freizeitortes Sport-, und Spielplatz

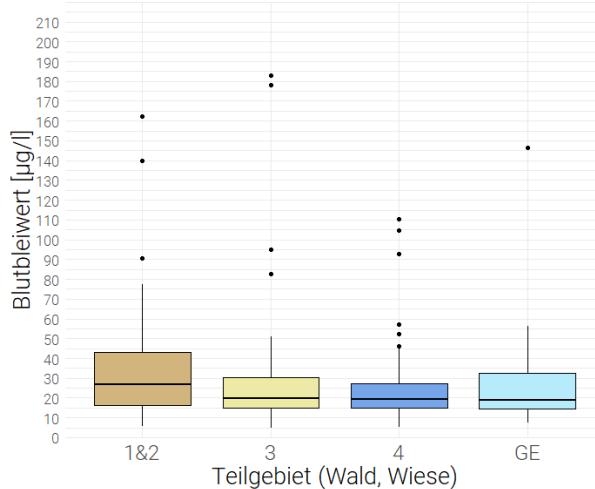


Abbildung 27 Blutbeiwerte nach Bodenbelastungsgebieten des Freizeitortes Wald und Wiese

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

### 5.3.6.4. Blutbleiwerte nach Aufenthaltsorten der Studienpopulation

Für Kinder, deren Aufenthaltsorte (eigener/fremder Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort) alle in Teilgebiet 1&2 lagen, waren die Blutbleibefunde statistisch signifikant höher (GM = 34,1 µg/l) als für Kinder, für die kein Aufenthaltsort im Teilgebiet 1&2 lag (GM = 19,7 µg/l, Tabelle 31 und Abbildung 28).

Tabelle 31 Blutbleiwerte nach Aufenthaltsorten im Teilgebiet 1&2 der Studienpopulation

Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
		µg/l								%		
Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	45	11,7	38,9	87,7	147,9	185,8	206,6	48,2	34,1	77,8	66,7	
Mindestens ein Aufenthaltsort	77	9,6	22,4	50,5	62,9	78,2	178,2	28,7	23,0	68,8	57,1	0,0004
Nur öffentlicher Ort	50	9,6	25,0	54,7	72,5	139,9	146,5	30,4	22,8	66,0	58,0	
Keiner	138	10,8	17,8	42,7	54,5	97,3	134,9	23,9	19,7	57,2	39,1	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Aufenthaltsorte = Garten: eigener oder fremder Garten, Öffentlicher Ort: Sport- und Spielplatz, Wald und Wiese und Freibad und Badesee, weitere Informationen zur Einteilung der Aufenthaltsorte in Kapitel 4.3.13.2, Variable Grundlage für multivariable Analyse

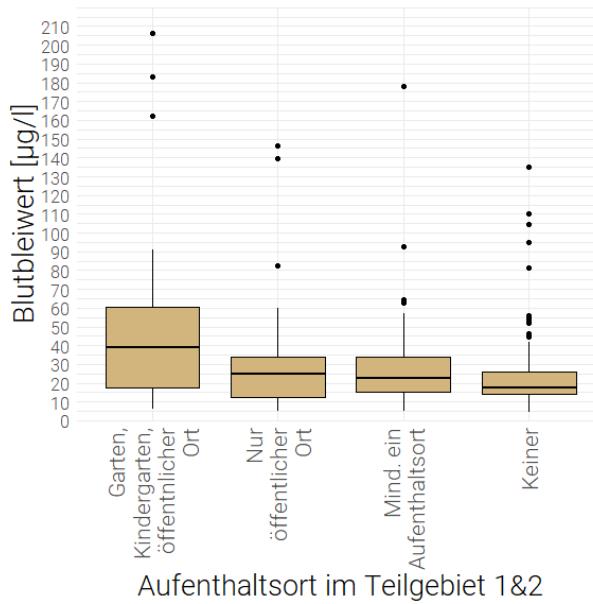


Abbildung 28 Boxplot: Blutbleiwerte nach Aufenthaltsort im Teilgebiet 1&2

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

### 5.3.7. Blutbleiwerte nach Aufenthaltsdauer an Freizeitorten

Kinder, die drei oder mehr Stunden pro Woche in ihrem eigenen Garten verbrachten, wiesen statistisch signifikant höhere Blutbleiwerte auf ( $GM = 24,3 \mu\text{g/l}$ ) als Kinder, die dort weniger Zeit verbrachten ( $GM = 18,9 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 29). Eine ähnliche Tendenz zeigte sich auch für die anderen Freizeitgebiete, jedoch waren die Unterschiede dort nicht statistisch signifikant. Betrachtet man die gesamte Zeit, die Kinder im Freien verbrachten, fand sich ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied: Kinder, die sich insgesamt 15 oder mehr Stunden pro Woche im Freien aufhielten, hatten einen  $GM$  von  $24,3 \mu\text{g/l}$ , verglichen mit einem  $GM$  von  $22,3 \mu\text{g/l}$  für Kinder, die weniger Zeit im Freien verbrachten (Abbildung 30). Eine detaillierte Darstellung der Aufenthaltsdauern an Freizeitorten findet sich in Anhang Tabelle 16.

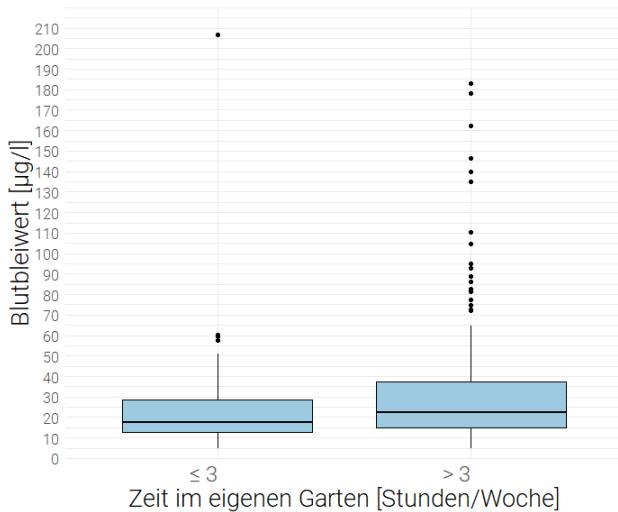


Abbildung 29 Boxplot: Blutbeiwerte nach verbrachter Zeit des Freizeitortes eigener Garten

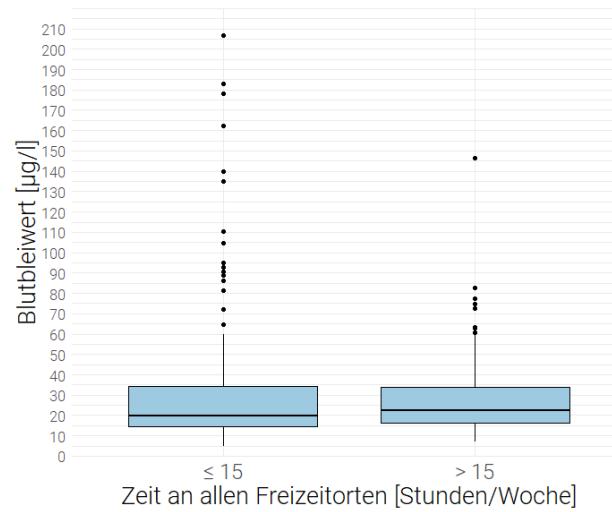


Abbildung 30 Boxplot: Blutbeiwerte nach verbrachter Zeit an allen Freizeitorten

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ) für Abbildung 29 und nicht statistisch signifikant ( $p = 0,26$ ) für Abbildung 30

Die Kombination der Aufenthaltsdauer mit dem Bodenbelastungsgebiet zeigte statistisch signifikante Unterschiede: Ein längerer Aufenthalt in stärker belasteten Gebieten war mit höheren Blutbleiwerten assoziiert (Anhang Tabelle 17), dieser Zusammenhang war statistisch signifikant für den eigenen Garten (hoch  $GM = 28,6 \mu\text{g/l}$ , niedrig  $GM = 21,8 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 31), Wald und Wiese (hoch  $GM = 35,5 \mu\text{g/l}$ , niedrig  $GM = 26,3 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 32), sowie bei der Betrachtung aller Freizeitorte zusammen (hoch  $GM = 27,5 \mu\text{g/l}$ , niedrig  $= 19,8 \mu\text{g/l}$ , Abbildung 33).

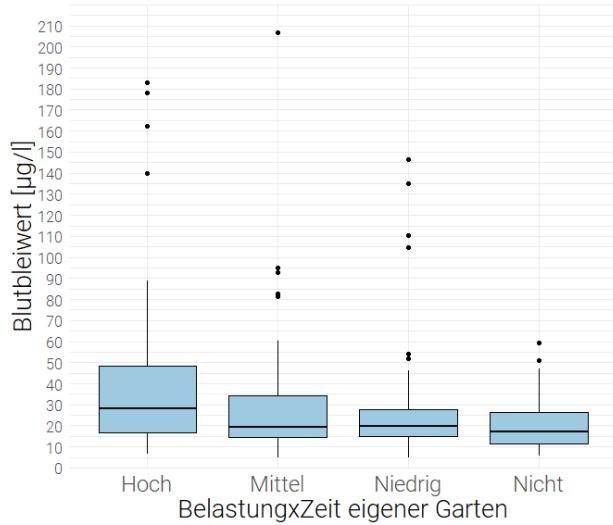


Abbildung 31 Boxplot: Blutbeiwerte nach Belastung x Zeit im eigenen Garten

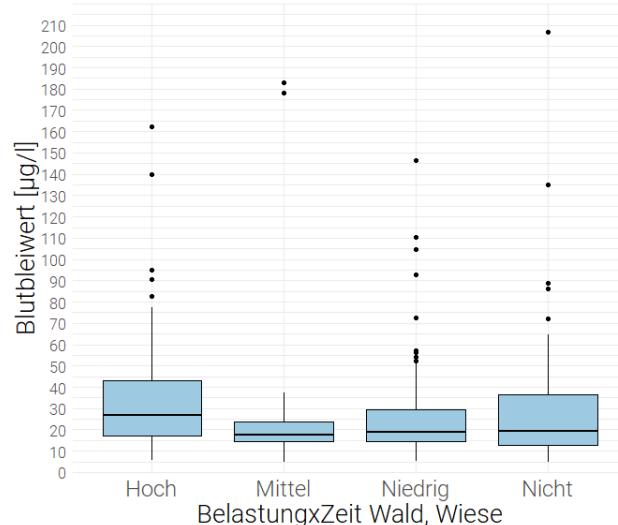


Abbildung 32 Boxplot: Blutbeiwerte nach Belastung x Zeit in Wald und Wiese

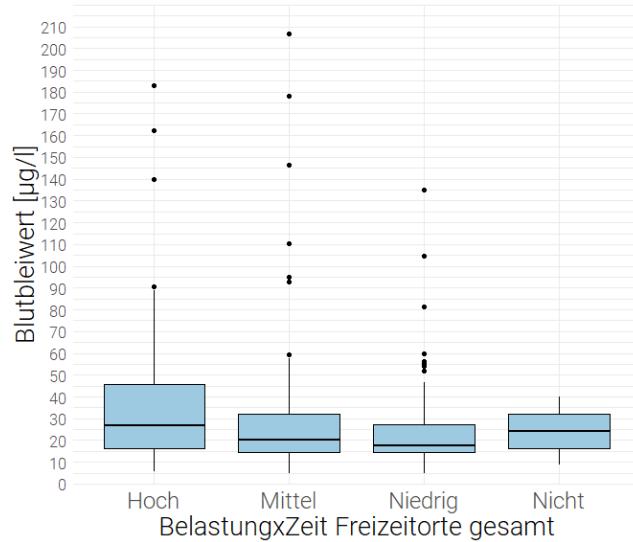


Abbildung 33 Boxplot: Blutbeiwerte nach Belastung x Zeit an allen Freizeitorten

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

## 5.4. Multivariable Analysen zu möglichen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte

Im Folgenden werden die Hauptmodelle der BLENCA2-Studie anhand linearer Regressionsanalysen dargestellt. Die logistischen Regressionsmodelle sowie die Sensitivitätsanalysen sind im Anhang zu finden (Kapitel 10.6).

### 5.4.1. Basismodell: demografische und umweltbezogene Einflussfaktoren auf den Blutbleiwert

Das sogenannte Basismodell beinhaltet die demografischen Aspekte sowie Verhaltensfaktoren. Darüber hinaus wurde die Jahreszeit der Blutabnahme berücksichtigt, da diese sich relevant auf die Ergebnisse der Bleiwerte im Blut auswirkt. Durch diese Adjustierung können die Unterschiede bereinigt um die Effekte der Jahreszeit betrachtet werden.

Insgesamt bestätigten sich die Ergebnisse der bivariaten Analysen (Kapitel 5.3) auch im multivariablen Modell nach Adjustierung für potenzielle Störfaktoren. So lag das geschätzte GM der Blutbleiwerte auch unter Berücksichtigung der anderen Variablen bei Jungen im Vergleich zu den Mädchen um 39% (95%-Konfidenzintervall (95%-KI) 21 bis 60%) höher. Kinder, die gegenüber Passivrauch exponiert waren, wiesen ein um 22% (95%-KI 3 bis 44%) höheres GM auf, fehlendes Händewasche ging mit 25% (95%-KI 5 bis 49%) höheren Blutbleibefunden einher. Kinder mit I-/HPG-Status hatten hingegen eine geringere Blutbleikonzentration (43%), wobei die geringe Fallzahl ( $N = 16$ ) zu berücksichtigen ist. Kein statistisch signifikanter Zusammenhang ergab sich im adjustierten Modell für das Alter der Kinder ( $p = 0,05$ ) und den Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald (Tabelle 32).

Tabelle 32 Ergebnisse des Basismodells (lineare Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ )

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme <sup>1</sup>	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,41	1,15	1,73
	Frühling 24	1,56	1,27	1,91
	Sommer 24	1,70	1,36	2,12
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,39	1,21	1,60
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	1,20	0,99	1,44
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,57	0,41	0,80
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,22	1,03	1,44
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,25	1,05	1,49
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,20	0,95	1,53

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,22$  (adjustiertes  $R^2 = 0,19$ ), 1)  $p < 0,001$  für den gesamten Faktor „Jahreszeit der Blutentnahme“

Die logistische Regression des Basismodells führte zu ähnlichen Ergebnissen wie die lineare Regression (Anhang Tabelle 21). Zudem bestätigten die Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen, die Ergebnisse sowohl der linearen als auch der logistischen Regression (Anhang Tabelle 22 bis Anhang Tabelle 28).

## 5.4.2. Ortsmodell Wohnorte

Auch in diesem Modell, bei dem die Lage der aktuellen Wohnorte nach Bodenbelastungsgebieten für die statistisch signifikanten Variablen im Basismodell adjustiert wurden, bestätigten sich die Ergebnisse der bivariaten Analysen. Mit zunehmender Bodenbelastung im Wohngebiet stieg die Bleibelastung im Blut der Kinder an und erreichte für die am höchsten mit Blei belasteten Teilgebiete 1&2 statistische Signifikanz. Kinder in diesem Teilgebiet wiesen um 32% (95%-KI 10 bis 60%) höhere Blutbleiwerte auf als Kinder im am niedrigsten belasteten Gebiet GE (Tabelle 33).

Tabelle 33 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte (N = 304)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,02	0,85	1,23
	Teilgebiet 3	1,24	0,97	1,58
	Teilgebiet 1&2	1,32	1,10	1,60

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind für Jahreszeit der Blutentnahme, Geschlecht, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition und Händewaschen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: R<sup>2</sup> = 0,24 (adjustiertes R<sup>2</sup> = 0,21), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Trendtest p < 0,001

Die einbezogenen Adjustierungsvariablen sind in Anhang Tabelle 29 dargestellt. Das logistische Regressionsmodell bestätigte die Befunde (Anhang Tabelle 30), ebenso wie die Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen (Anhang Tabelle 31 bis Anhang Tabelle 37).

Somit bestätigen die für weitere Prädiktoren und möglichen Störgrößen adjustierten Modelle den Zusammenhang zwischen Wohnen in einem Bodenbelastungsgebiet und Blutbleiwerten der Kinder (Fragestellung 2, Kapitel 3).

Der Effekt ist für die Bodenbelastungsgebiete mit der höchsten Bodenbelastung mit Blei (Teilgebiet 1&2) größer als die Verhaltensfaktoren bezüglich regelmäßigem Händewaschen oder Passivrauchexposition (Fragestellung 3, Kapitel 3).

### 5.4.3. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten

Auch in diesem Modell, in dem die Lage der aktuellen Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebieten für die statistisch signifikanten Variablen im Basismodell adjustiert wurde, bestätigen sich die Ergebnisse der bivariaten Analysen. Es zeigte sich – analog zum Ortsmodell Wohnorte (Kapitel 5.4.2), dass mit zunehmender Bodenbelastung im Kindergarten die Bleibelastung im Blut der Kinder anstieg. Kinder im Teilgebiet 1&2 wiesen um 45% (95%-KI 18 bis 79%) höhere Blutbleiwerte auf als Kinder im am niedrigsten belasteten Gebiet GE.

Tabelle 34 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte (N = 274)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,12	0,91	1,37
	Teilgebiet 3	1,20	0,94	1,54
	Teilgebiet 1&2	1,45	1,18	1,79

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind für Jahreszeit der Blutentnahme, Geschlecht, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition und Händewaschen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: R<sup>2</sup> = 0,24 (adjustiertes R<sup>2</sup> = 0,21), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Trendtest p < 0,001

Die einbezogenen Adjustierungsvariablen sind in Anhang Tabelle 38 dargestellt. Das logistische Regressionsmodell bestätigte die Befunde (Anhang Tabelle 39), ebenso wie die Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen (Anhang Tabelle 40 bis Anhang Tabelle 46).

#### 5.4.4. Ortsmodell Aufenthaltsorte

Als Nächstes wurde betrachtet, ob sich die Kinder in ihrer Freizeit bzw. in der Betreuungseinrichtung in Teilgebiet 1&2 (mit der höchsten Bleibelastung im Boden) aufhielten (Tabelle 35). Der Wohnort konnte dabei nicht in das Modell aufgenommen werden, da die eigenen Gärten für fast alle Kinder mit der Lage des Wohnortes übereinstimmten (hohe Kolinearität). Hierbei ergab sich, dass jede Form des Aufenthalts in den belasteten Gebieten 1&2 mit einer erhöhten Belastung auch im Blut der Kinder einherging. Diese war mit 60% (95%-KI 30 bis 98%) höheren Blutbleiwerten am höchsten für die Gruppe der Kinder, deren Kindergarten, Garten und mindestens ein weiterer Freizeitort im Bodenbelastungsgebiet 1&2 lag im Vergleich zu der Gruppe der Kinder, für die kein Aufenthaltsort in diesen Bereichen lag.

Tabelle 35 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ )

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,21	0,99	1,48
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,23	1,03	1,47
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,60	1,30	1,98

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind für Jahreszeit der Blutentnahme, Geschlecht, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition und Händewaschen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,26$  (adjustiertes  $R^2 = 0,23$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Variablendefinition in Kapitel 4.3.13.2,  $p < 0,001$  für den gesamten Faktor

Die einbezogenen Adjustierungsvariablen sind in Anhang Tabelle 47 dargestellt. Die Befunde stimmten mit dem logistischen Regressionsmodell und den Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen überein (Anhang Tabelle 48 bis Anhang Tabelle 57). Die Betrachtung aller Aufenthaltsorte getrennt zeigte ähnliche Ergebnisse, ist aber aufgrund geringer Fallzahlen weniger belastbar (Kapitel 10.6.13).

In Bezug auf Fragestellung 2 (Kapitel 3) zeigt sich, dass die Anzahl der kindlichen Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2 mit einer höheren Blutbleibelastung einhergehen.

Bezogen auf Fragestellung 3 (Kapitel 3) gibt es Hinweise darauf, dass insbesondere der Aufenthalt im Freien relevant für die Bleiexposition ist.

### 5.4.5. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung

Auch bei Betrachtung der Aufenthaltsdauer gewichtet nach Bodenbelastungsgebieten zeigte sich eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Kinder in der höchsten Belastungskategorie zeigten um 42% (95%-KI 20 bis 69%) höhere Blutbleiwerte als Kinder in der niedrigen Belastungskategorie (Tabelle 36).

Tabelle 36 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 302$ )

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,18	1,00	1,40
	Hoch	1,42	1,20	1,69

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind für Jahreszeit der Blutentnahme, Geschlecht, I-/HPG-Status, Passivrauchexposition und Händewaschen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,24$  (adjustiertes  $R^2 = 0,21$ ), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Kinder, in der Kategorie „Nicht“ ( $N = 2$ ) ausgeschlossen, Trendtest  $p < 0,001$

Die einbezogenen Adjustierungsvariablen sind in Anhang Tabelle 58 dargestellt. Die Befunde erwiesen sich im logistischen Regressionsmodell und den Sensitivitäts- und Ausreißeranalysen als robust (Anhang Tabelle 59 bis Anhang Tabelle 66).

Für Fragestellung 3 (Kapitel 3) zeigt sich somit, dass eine höhere zeitliche und räumliche Belastung mit höheren Blutbleiwerten bei den teilnehmenden Kindern einherging.

## 5.5. Validierung der Ortsangaben mittels GPS-Daten

Die Aufenthaltsorte aller Kinder wurden anhand der Elterninterviews erfasst. Um zu überprüfen, inwieweit diese Angaben die tatsächlichen Aufenthaltsorte widerspiegeln, wurden von 33 Kindern über einen Zeitraum von sieben Tagen GPS-Daten erhoben. Im folgenden Kapitel wird die Übereinstimmung zwischen den interviewbasierten Ortsangaben und den erfassten GPS-Daten analysiert.

### 5.5.1. Beschreibung der Studienpopulation der Zusatzuntersuchung mit GPS-Daten

33 Kinder (11%) nahmen an der Zusatzuntersuchung der BLENCA2-Studie teil und trugen für sieben Tage ein GPS-Gerät mit sich, welches ihre Aufenthaltsorte aufzeichnete (Abbildung 34).

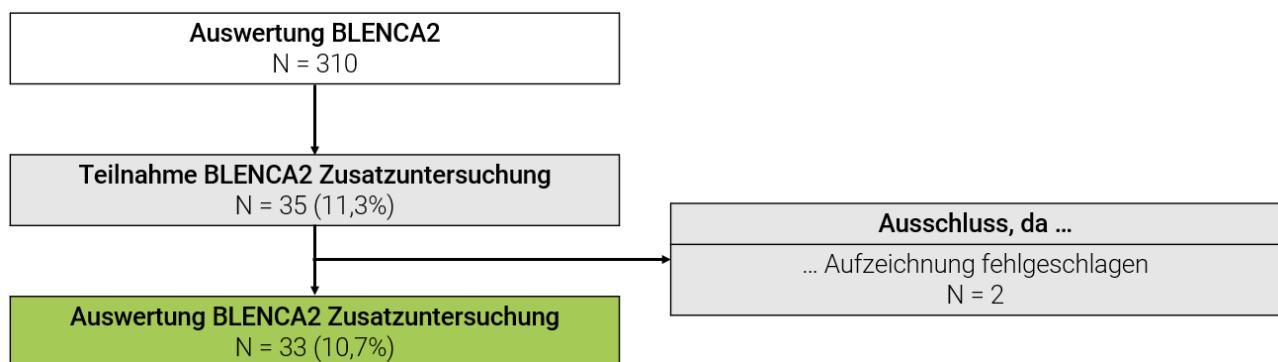


Abbildung 34 Flussdiagramm zur Teilnahme an der BLENCA2-Zusatzuntersuchung von Teilnehmerinnen und Teilnehmern an BLENCA2-Studie

Die Kinder, die an der Zusatzuntersuchung teilnahmen, unterschieden sich bezüglich Soziodemografie und umweltbezogenen Faktoren nicht statistisch signifikant von den Kindern, die nicht teilnahmen (alle  $p > 0,05$ , Anhang Tabelle 67).

## 5.5.2. Validierung des aktuellen Wohnortes

Es zeigte sich, dass die Lage des Wohnortes in einem Bodenbelastungsgebiet stark mit der nach Bodenbelastung gewichteten Zeit übereinstimmt (Abbildung 35). So wiesen Kinder, die in den Teilgebieten 1&2 wohnten, auch einen höheren gewichteten Zeitfaktor gemäß den GPS-Daten auf. Diese Übereinstimmung war statistisch signifikant ( $p < 0,001$ , Anhang Tabelle 68).

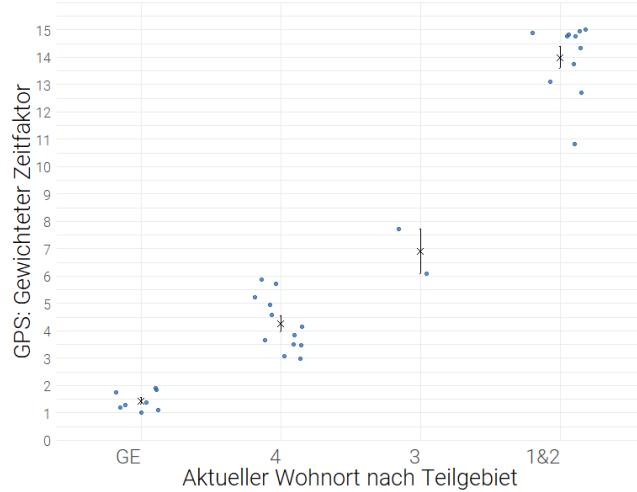


Abbildung 35 Aktueller Wohnort nach Teilgebiet (aus dem Interview) und gewichteter Zeitfaktor (von den GPS-Daten) im Vergleich mit arithmetischen Mittelwerten und Standardabweichungen (schwarz)

Eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Gewichteter Zeitfaktor = Aufenthaltsdauer in den Bodenbelastungsgebieten in % \* Gewichtungsfaktor des Bodenbelastungsgebiets

### 5.5.3. Validierung der Aufenthaltsorte

Die Ergebnisse in Abbildung 36 zeigen, dass Kinder, die sich laut Interviewangaben an allen Aufenthaltsorten im Teilgebiet 1&2 aufhielten, auch den höchsten mittleren gewichteten Zeitfaktor in den GPS-Daten aufwiesen. Im Gegensatz dazu hatten Kinder, die in keinem dieser Gebiete Aufenthaltsorte angegeben hatten, auch den im Mittel niedrigsten gewichteten Zeitfaktor. Die Analyse ergab eine starke Übereinstimmung zwischen den Interviewdaten und den GPS-Daten hinsichtlich der Aufenthaltsorte der Kinder und der Bodenbelastung ( $p < 0,001$ , Anhang Tabelle 69).

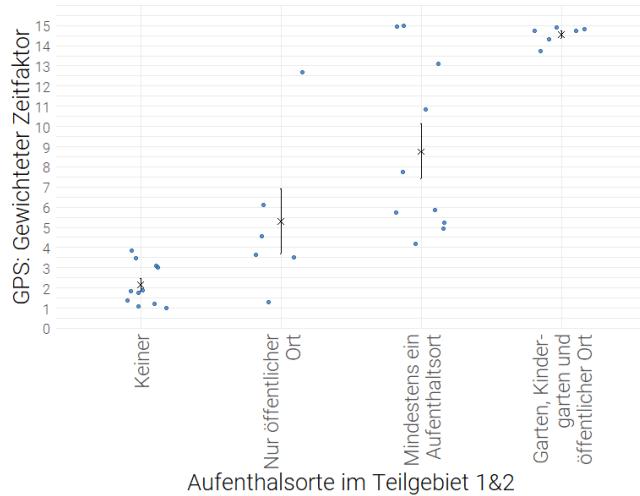


Abbildung 36 Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2 (aus dem Interview) und gewichteter Zeitfaktor (von den GPS-Daten) im Vergleich mit arithmetischen Mittelwerten und Standardabweichungen (schwarz)

Eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5,  
Gewichteter Zeitfaktor = Aufenthaltsdauer in den Bodenbelastungsgebieten in % \* Gewichtungsfaktor des  
Bodenbelastungsgebiets

#### 5.5.4. Validierung der zeitlichen Gewichtung

Die Spearman-Korrelation zwischen dem gewichteten Zeitfaktor aus den GPS-Daten und Belastung x Zeit aus dem Interview zeigte ebenfalls eine hohe Übereinstimmung ( $r = 0,78$ ,  $p < 0,001$ , Abbildung 37 und Abbildung 38).

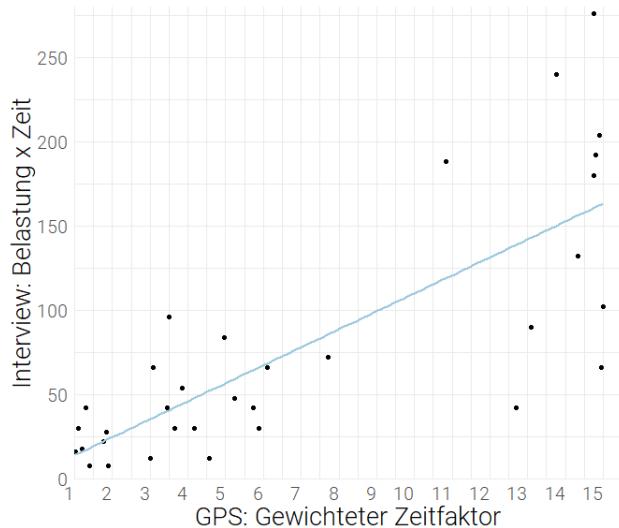


Abbildung 37 Scatterplot: Belastung x Zeit (aus dem Interview) im Vergleich zu gewichtetem Zeitfaktor (von den GPS-Daten) mit Trendlinie (blau)

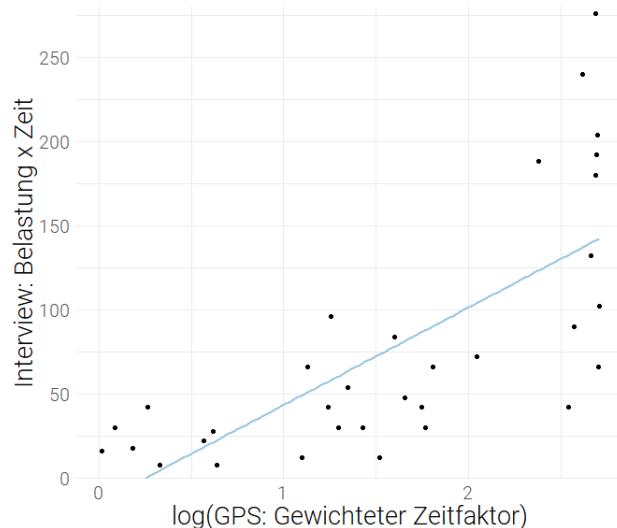


Abbildung 38 Scatterplot mit logarithmierter x-Achse: Belastung x Zeit (aus dem Interview) im Vergleich zu gewichtetem Zeitfaktor (von den GPS-Daten) mit Trendlinie (blau),  $\log$  = natürlicher Logarithmus mit Basis e

Somit lässt sich davon ausgehen, dass die im Elterninterview erhobenen Angaben zu den Aufenthaltsorten aussagekräftig sind.

## 5.6. Gesundheitsparameter: Aufmerksamkeitsstörungen, Konzentrationsfähigkeit und Hörvermögen

### 5.6.1. Beschreibung der erfassten Gesundheitsparameter der Studienpopulation

Tabelle 37 zeigt die Ergebnisse der im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung erfassten Gesundheitsparameter. Im Bereich der Aufmerksamkeitsstörungen ergaben sich für die meisten Kinder unauffällige Ergebnisse, mit einer Häufigkeit von 75 bis 94%. Besonders viele der Kinder hatten nach Elternangaben ein unauffälliges prosoziales Verhalten (94%), während für ein Viertel der Kinder von den Eltern über Verhaltensprobleme berichtet wurde (75% mit unauffälligem Ergebnis). Gleichzeitig stuften die untersuchenden Ärztinnen und Ärzte 16% der Kinder als in ihrer Konzentrationsfähigkeit auffällig ein. Nur 6% der Kinder waren im Hörtest auffällig.

Tabelle 37 Gesundheitsparameter der Studienpopulation

	<b>Fehlende Werte</b>	<b>Kategorien</b>	<b>Gesamt N = 310</b>		<b>Mädchen (M) N = 136</b>		<b>Jungen (J) N = 174</b>	
			N	%	N	%	N	%
<b>Fragenbogen zu Stärken und Schwächen</b>								
Emotionale Probleme	8 (3 M, 5 J)	Auffällig Grenzwertig Unauffällig	16 13 273	5,3 4,3 90,4	10 5 118	7,5 3,8 88,7	6 8 155	3,6 4,7 91,7
Verhaltensprobleme	8 (3 M, 5 J)	Auffällig Grenzwertig Unauffällig	28 47 227	9,3 15,6 75,2	10 20 103	7,5 15,0 77,4	18 27 124	10,7 16,0 73,4
Hyperaktivität	8 (3 M, 5 J)	Auffällig Grenzwertig Unauffällig	21 14 267	7,0 4,6 88,4	9 3 121	6,8 2,3 91,0	12 11 146	7,1 6,5 86,4
Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen	8 (3 M, 5 J)	Auffällig Grenzwertig Unauffällig	22 23 257	7,3 7,6 85,1	6 10 117	4,5 7,5 88,0	16 13 140	9,5 7,7 82,8
Prosoziales Verhalten	8 (3 M, 5 J)	Auffällig Grenzwertig Unauffällig	7 11 284	2,3 3,6 94,0	1 3 129	0,8 2,3 97,0	6 8 155	3,6 4,7 91,7
<b>Hörvermögen</b>								
Hörvermögen	13 <sup>1</sup> (3 M, 10 J)	Auffällig Unauffällig	17 280	5,7 94,3	10 123	7,5 92,5	7 157	4,3 95,7
<b>Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit durch untersuchende/n Ärztin/Arzt</b>								
Konzentrationsfähigkeit	12 (5 M, 7 J)	Sehr gut Angemessen Hinreichend Eingeschränkt Stark eingeschränkt	159 92 21 18 8	53,4 30,9 7,1 6,0 2,7	81 36 9 2 3	61,8 27,5 6,9 1,5 2,3	78 56 12 16 5	46,7 33,5 7,2 9,6 3,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, Informationen zur Einteilung in Tabelle 7, 1) 6 haben verweigert mitzumachen, 1 gehörlos, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

## 5.6.2. Assoziation zwischen Blutbleiwerten und Gesundheitsparametern der Studienpopulation

Die Ergebnisse des Fragebogens zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen, die Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit und das Ergebnis des Hörttest ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Blutbleiwerte (Tabelle 38).

Tabelle 38 Blutbleiwerte nach Gesundheitsparametern der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$									%	
<b>Fragenbogen zu Stärken und Schwächen</b>													
Emotionale Probleme	Auffällig	16	7,8	15,9	138,9	188,9	199,5	206,6	47,1	23,9	56,2	43,8	0,59
	Unauffällig <sup>1</sup>	286	10,7	20,5	53,1	72,2	106,2	178,2	28,7	22,6	65,7	51,4	
Verhaltensprobleme	Auffällig	28	7,9	25,4	58,4	76,0	86,5	90,8	31,6	24,0	71,4	57,1	0,51
	Unauffällig <sup>1</sup>	274	10,7	20,1	53,3	78,7	137,5	206,6	29,4	22,6	64,6	50,4	
Hyperaktivität	Auffällig	21	11,1	18,3	63,5	90,8	160,3	206,6	35,6	23,4	61,9	38,1	0,93
	Unauffällig <sup>1</sup>	281	10,2	21,0	54,3	77,3	120,1	183,0	29,2	22,7	65,5	52,0	
Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen	Auffällig	22	8,1	18,2	51,0	55,2	60,1	63,5	24,6	19,6	45,5	40,9	0,39
	Unauffällig <sup>1</sup>	280	10,7	21,1	54,6	83,0	137,0	206,6	30,0	23,0	66,8	51,8	
Prosoziales Verhalten	Auffällig	7	7,4	15,4	48,7	65,7	76,0	82,8	23,5	16,0	28,6	28,6	0,12
	Unauffällig <sup>1</sup>	295	10,7	20,6	54,4	78,5	135,5	206,6	29,8	22,9	66,1	51,5	
<b>Hörvermögen</b>													
Hörvermögen	Auffällig	17	13,2	16,3	42,3	73,5	139,2	183,0	30,1	21,0	58,8	41,2	0,62
	Unauffällig	280	10,7	21,3	56,8	81,4	120,6	206,6	30,2	23,4	66,8	52,9	
<b>Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit durch untersuchende/n Ärztin/Arzt</b>													
Konzentrationsfähigkeit	Auffällig	47	8,5	20,4	77,8	93,6	165,8	206,6	34,7	22,7	51,1	46,8	0,33
	Unauffällig <sup>2</sup>	251	10,7	20,3	54,4	73,6	110,2	183,0	28,9	22,8	66,9	51,4	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei  $p < 0,05$ , Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für  $> 2$  Ausprägungen), Informationen zur Einteilung in Tabelle 7, 1) Unauffällig = Grenzwertig und unauffällig, 2) Unauffällig = Hinreichend bis stark eingeschränkt

Bezüglich Fragestellung 4 (Kapitel 3) ergaben sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den Blutbleiwerten und der im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung erhobenen Aufmerksamkeit, der Konzentration und des Hörvermögens der teilnehmenden Kinder. Dies bedeutet jedoch nicht, dass ein solcher Zusammenhang ausgeschlossen werden kann, aufgrund methodischer Einschränkungen und der Fallzahl.

## 6. Diskussion

Die BLENCA2-Studie wurde im Zeitraum von September 2023 bis Juni 2024 parallel zu den Schuleingangsuntersuchungen im Landkreis Goslar durchgeführt. Von insgesamt rund 1.200 untersuchten Einschülerinnen und Einschülern konnten die Befunde von 310 an BLENCA2 teilnehmenden Kindern in die Auswertung einbezogen werden. Das geometrische Mittel der Blutbleiwerte lag bei 22,7 µg/l (Spannweite 4,6 bis 206,6 µg/l). Bei 51% der teilnehmenden Kinder wurden Blutbleiwerte gemessen, die über den altersbezogenen Referenzwerten aus dem Jahr 2025 lagen – eine deutliche Abweichung von den erwarteten 5%, die sich aus der Herleitung dieser Referenzwerte ergeben. Die Bleiwerte im Blut korrelierten mit der geografischen Lage im Sinne der Bodenbelastungsgebiete für Blei der Wohn- und Betreuungsorte sowie mit den (privaten sowie öffentlichen) Aufenthaltsorten in der Freizeit. Regelmäßiges Händewaschen erwies sich als schützender Faktor im Sinne einer individuellen Prävention. Ein Zusammenhang zwischen den Blutbleiwerten und den im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung erhobenen Gesundheitsparametern konnte nicht festgestellt werden. Insgesamt belegt die BLENCA2-Studie eine weiterhin erhöhte Bleibelastung bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar und verweist zugleich auf ein relevantes Präventionspotenzial – insbesondere im Bereich der Verhältnisprävention.

### 6.1. Diskussion der Methoden

#### 6.1.1. Rekrutierung der Studienpopulation und Teilnahmebereitschaft

Die Teilnahme an der Studie wurde allen Einschülerinnen und Einschülern des Schuljahres 24/25 im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung 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 übersetzt und zur Verfügung gestellt. Zudem war es jederzeit möglich, das Studienteam telefonisch oder per E-Mail zu erreichen, um Fragen zur Studie zu klären.

Durch dieses Vorgehen wurde eine um sieben Prozentpunkte höhere Antwortquote erreicht als bei der vorangegangenen BLENCA1-Studie (10) (30 vs. 23%). Eine Hürde stellte jedoch die Vorgabe der Ethikkommission dar: Beide Elternteile mussten die Datenschutz- und Einwilligungserklärung unterschreiben. Ein Teil der Eltern brachte die Unterlagen jedoch nicht von beiden unterschrieben mit oder erschien nur mit einem Elternteil zur Untersuchung. Trotz intensiver Nachfassmaßnahmen reichten nur etwas mehr als die Hälfte dieser Eltern ( $N = 24$  von 45 Eltern) im Nachgang die fehlende Unterschrift des zweiten Elternteils nach. Dadurch mussten  $N = 21$  Kinder aus der Auswertung ausgeschlossen werden.

Die Rekrutierung direkt im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung, welche in allen Bundesländern Deutschlands in unterschiedlicher Ausgestaltung verpflichtend ist, ermöglichte eine relativ einfache Erreichbarkeit der Studienpopulation und eine höhere Teilnahmebereitschaft im Vergleich zur Stichprobenziehung z. B. über Einwohnermeldeämter (52), und eine Vereinfachung der Logistik der Durchführung des Interviews und der Kapillarblutprobenentnahme. Auf der anderen Seite konnten hierdurch nur Kinder im Einschulalter rekrutiert werden. Entsprechend sind die Ergebnisse nur für die genannten Altersgruppen

aussagekräftig. Gleichzeitig erscheint diese Altersgruppe aber auch besonders geeignet, da die Kinder sich in diesem Alter in der Regel viel im Freien aufhalten, Hand-Mund-Kontakt häufig ist, gleichzeitig die Exposition schon über einen längeren Zeitraum (bis zu 6 Jahren) stattgefunden hat.

Wie in vielen Untersuchungen ergeben sich in unserer Studie Hinweise für ein Selektionsbias<sup>3</sup>. Die Teilnahmebereitschaft von Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status war gering. Dies entspricht Beobachtungen aus anderen Untersuchungen (53). Es ist nicht auszuschließen, dass besonders gesundheitsbewusste Eltern mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an der Studie teilnahmen (54).

## 6.1.2. Studieninstrumente

### 6.1.2.1. Fragebogen und Interview

Der mit dem Einladungsschreiben versandte Vorab-Fragebogen wurde sehr kurz gehalten und bei der Auswahl der Fragen wurde auf eine leicht verständliche Formulierung geachtet. Gleichzeitig wurde berücksichtigt, dass möglichst validierte Fragen aus anderen Studien eingesetzt wurden. Der Fragebogen wurde als Papierversion und online angeboten. Fast alle Eltern bevorzugten die Papierversion (98%). Der Fragebogen wurde – vermutlich auch dank seiner Kürze – von 97% der teilnehmenden Eltern vollständig ausgefüllt.

Das am Untersuchungstag durchgeführte persönliche Interview war umfangreicher als der Vorab-Fragebogen, und wurde von geschultem Studienpersonal durchgeführt. Dabei wurde auf eine klare Struktur und verständliche Formulierung der Fragen geachtet. Auch hier wurde, wo immer möglich, auf bereits vorhandene, validierte Fragen zurückgegriffen. Das Studienteam konnte auf Verständnisfragen der Eltern direkt eingehen. Um die Vergleichbarkeit der Interviews sicherzustellen, wurde hierfür ein Leitfaden entwickelt. Zur Überwindung von Sprachbarrieren konnten bei Bedarf Dolmetscherinnen oder Dolmetscher des Landkreises Goslar hinzugezogen werden, was allerdings nicht in Anspruch genommen wurde.

Eine Limitation der Studie ergibt sich aus der Art der Erhebung der Aufenthaltszeiten: Diese wurden nicht einzelnen, konkreten Orten zugeordnet, sondern zusammengefasst unter übergeordneten Kategorien wie „Gärten von Verwandten“, „Sport- und Spielplätze“, „Wälder und Wiesen“, „Freibäder und Badeseen“ oder „sonstige Aufenthaltsorte“. Damit konnten potenziell unterschiedliche Belastungen einzelner Orte innerhalb einer Kategorie nicht differenziert erfasst werden. Diese Zusammenfassung schränkt die Genauigkeit der Expositionalbewertung ein, da nicht zwischen stärker und weniger belasteten Aufenthaltsorten innerhalb derselben Kategorie unterschieden werden konnte.

Diese Vorgehensweise wurde bewusst gewählt, um das Interview nicht unnötig zu verlängern und die Belastung für die teilnehmenden Familien gering zu halten. Zudem wäre es für viele Eltern wahrscheinlich schwierig gewesen, exakte Aufenthaltszeiten für einzelne Orte retrospektiv zuverlässig anzugeben.

Auch wenn die Angaben zu den Aufenthaltsdauern somit mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sein dürften, zeigen sich gute Übereinstimmungen zwischen den im Interview angegebenen Aufenthaltsorten und den durch

---

<sup>3</sup> Ein Selektionsbias liegt vor, wenn die Zusammensetzung der Stichprobe (hier: N = 310 Kinder) systematisch von der Zielpopulation (hier: N = 1196 Kinder) abweicht z. B. bezüglich des sozioökonomischen Status.

GPS-Daten erfassten Bewegungsmustern. Zudem konnten jahreszeitliche Verzerrungen in den Interviewantworten ausgeschlossen werden.

Innerhalb jeder Oberkategorie konnten mehrere Aufenthaltsorte benannt werden (z. B. zwei verschiedene Spielplätze). Aufgrund der Überlegung, dass die Eltern den Ort, an dem die Kinder sich zumeist aufhielten, vermutlich als Erstes benennen würden, wurde jeweils der zuerst genannte Ort innerhalb einer Kategorie in der Auswertung verwendet. In vielen Fällen gaben Eltern ohnehin nur einen Aufenthaltsort pro Kategorie an, was die Zuordnung erleichterte: bei 66% der Fälle für Gärten von Verwandten, 41% bei Sport- und Spielplätzen, 77% bei Freibädern und Badeseen sowie 52% bei Wald- und Wiesenaufenthalten. Die Auswertung der GPS-Daten zeigte eine hohe Übereinstimmung mit den im Interview genannten Aufenthaltsorten, was die zugrunde liegende Annahme zur Relevanz der Erstnennung stützt.

Trotz der sorgfältigen Gestaltung der Studieninstrumente besteht die Möglichkeit eines Informationsbias<sup>4</sup>, insbesondere in Form eines Erinnerungsbias, eines sozial erwünschten Antwortverhaltens oder eines Interviewer-Effekts. Ein Erinnerungsbias könnte dadurch entstanden sein, dass sich einige Fragen auf vergangene Expositionen oder Verhaltensweisen bezogen, an die sich die Eltern möglicherweise nicht mehr detailliert erinnern konnten. Dies könnte zu Verzerrungen in den Ergebnissen geführt haben. Ein weiteres Risiko stellt das sozial erwünschte Antwortverhalten dar. Besonders bei Fragen zu Hygienepraktiken wie Händewaschen oder Schälen von Obst oder Gemüse könnten Eltern dazu tendiert haben, Antworten zu geben, die gesellschaftlich als „richtig“ oder „wünschenswert“ angesehen werden, anstatt ihre tatsächlichen Verhaltensweisen vollständig offenzulegen. Dies könnte zu einer systematischen Unterschätzung präventiver Maßnahmen geführt haben.

#### **6.1.2.2. Kapillarblutentnahme**

Die Kapillarblutentnahme erfolgte direkt im Anschluss an das Interview durch geschultes Studienpersonal gemäß Protokoll. Das medizinisch ausgebildete Studienpersonal hatte den Ablauf vor Studienbeginn etabliert. Bei der standardisierten Kapillarblutentnahme wurde besonders auf die Einhaltung der Hygienemaßnahmen geachtet. Dazu gehörte das Händewaschen vor der Entnahme, die gründliche Reinigung der Einstichstelle sowie das Abwischen des ersten Blutstropfens. Nur drei Kinder verweigerten die Kapillarblutentnahme. In den meisten Fällen konnte eine ausreichende Blutmenge gewonnen werden: Lediglich 13 Proben erreichten nicht das erforderliche Mindestvolumen für eine Einzelbestimmung und 12 Proben nicht für eine Doppelbestimmung. Nur eine Probe musste aufgrund fehlender Übereinstimmung in der Doppelbestimmung ausgeschlossen werden, da die relative Standardabweichung (RSD) über 50% lag und somit die festgelegten Qualitätskriterien nicht erfüllt und aufgrund des geringen Blutvolumens keine weitere Bestimmung durchgeführt werden konnte. Die Proben wurden direkt vor Ort eingefroren und per medizinischem Expressversand in Isolierboxen nach München

---

<sup>4</sup> Ein Informationsbias liegt vor, wenn die erhobenen Daten systematisch von der tatsächlichen Situation abweichen z. B. durch fehlerhafte Erinnerung (Erinnerungsbias), bewusst oder unbewusst verzerrte Angaben (z. B. sozial erwünschtes Antwortverhalten) oder durch Einfluss des Interviewers auf die Antworten (Interviewer-Effekt).

transportiert. Dieser Versand stellte sicher, dass die Blutproben während des gesamten Transports durchgehend gekühlt waren.

Zur Analyse von Blei im Blut wurde mit der ICP-MS/MS ein besonders genaues und empfindliches Analyseverfahren gewählt. Dadurch konnte der Bleigehalt in allen Proben zuverlässig quantifiziert werden. Zur Qualitätssicherung wurden neben der erfolgreichen Teilnahme an Ringversuchen und der Verwendung von zertifiziertem Referenzmaterial bei jeder Messung Blindproben (Proben ohne Blut) analysiert, um auszuschließen, dass die Blutröhrchen mit Blei vorbelastet waren. Zusätzlich wurde jede Probe in einer Doppelbestimmung gemessen, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Hierbei zeigte sich bei fünf Proben eine RSD von über 20%, was auf eine höhere Messunsicherheit hindeutet. Der Ausschluss dieser Proben aus der Analyse hatte jedoch keinen Einfluss auf die Gesamtaussagen der Studie.

Wie auch in der BLENCA2-Studie findet die Kapillarblutentnahme zunehmend Anwendung in epidemiologischen Untersuchungen, da sie in der Regel eine höhere Akzeptanz als die venöse Blutentnahme aufweist (55). Die Methode wurde bereits in der BLENCA1-Studie validiert und im Feld erprobt (56).

### **6.1.3. Statistische Analyse**

Die multivariablen Analysen wurden primär mittels linearer Regression mit logarithmierten Blutbleiwerten durchgeführt. Die Modellanpassung zeigte insgesamt gute Ergebnisse. Aufgrund des ausreichenden Stichprobenumfangs kann zudem von einer belastbaren Modellierung ausgegangen werden (51). Während auch komplexere Verfahren möglich gewesen wären, bietet die log-lineare Regression einen guten Kompromiss zwischen Modellgüte und Verständlichkeit. Die gewählte Methode erlaubt eine präzise Analyse, ohne die Nachvollziehbarkeit der Befunde unnötig zu erschweren. Die Logarithmierung der Blutbleiwerte hilft außerdem dabei, extreme Einzelwerte (Ausreißer) in ihrer Wirkung auf die Modelle abzumildern.

Ergänzend wurden logistische Regressionsmodelle berechnet, die weitgehend vergleichbare Resultate lieferten. Dies weist auf eine gute Stabilität der Befunde hin. Angesichts der Prävalenz von 51% für die Referenzwertüberschreitung ist bei der Interpretation der Odds Ratios, die als Zielgröße in den logistischen Regressionsmodellen berechnet werden, Zurückhaltung geboten, da diese bei häufigen Ereignissen das tatsächliche Risiko überschätzen können. Die Ergebnisse der logistischen Modelle stellen dennoch eine sinnvolle Ergänzung zur linearen Regression dar und tragen zur Validierung der Analyseergebnisse bei (51).

Bei der Analyse wurde auf Multikollinearität geachtet, um Verzerrungen in den Ergebnissen zu vermeiden und die Aussagekraft der Modelle zu erhalten. Multikollinearität liegt vor, wenn unabhängige Variablen stark miteinander zusammenhängen, sodass ihre einzelnen Einflüsse auf die abhängige Variable nicht mehr klar voneinander zu trennen sind. Ein typisches Beispiel in diesem Zusammenhang ist die enge Verbindung zwischen der Angabe einer regelmäßigen Gartennutzung und der gemessenen Aufenthaltsdauer im eigenen oder in fremden Gärten. Um Überschneidungen und Doppelzählungen zu vermeiden, wurde die Variable „regelmäßige Gartennutzung“ aus der Analyse ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden drei separate Ortsmodelle berechnet, um die Auswirkungen verschiedener Aufenthaltsorte differenziert zu betrachten. So konnte gezielter untersucht werden, wie einzelne Aufenthaltsumgebungen zur Gesamtexposition beitragen.

Trotz der umfassenden Modellierung kann nicht ausgeschlossen werden, dass relevante Störfaktoren (sogenannte Confounder) entweder nicht erfasst oder nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Sollten solche unbeachteten Einflussgrößen sowohl mit den Einflussfaktoren als auch den Blutbleiwerten in Zusammenhang stehen, könnten sie die Ergebnisse verzerrn und die Interpretation der Zusammenhänge erschweren. Mögliche nicht berücksichtigte Confounder, die in der Literatur (3) genannt werden, sind beispielsweise das Heizen mit Öl, Kohle, Pellets oder anderem Holz.

Zugleich lässt sich auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht eindeutig bestimmen, auf welchem Weg das Blei hauptsächlich in den Blutkreislauf der Kinder gelangt ist – ob durch direkten Kontakt mit belasteten Böden (z. B. über Hand-Mund-Kontakt), durch die Inhalation bleihaltiger Stäube aus der Luft oder durch eine Kombination beider Expositionspfade.

## 6.2. Diskussion der Ergebnisse

### 6.2.1. Blutbleibefunde der BLENCA2-Studie nach Referenzwertüberschreitung

In BLENCA2 waren die Überschreitungen der Referenzwerte für Blei im Blut auffallend häufig. In der Studie lagen bei 51% der untersuchten Kinder die Blutbleikonzentrationen über dem Referenzwert von 2025. Bezogen auf die bis 2019 gültigen Referenzwerte überschritten sogar 65% der Kinder diese Schwellenwerte. Zum Vergleich: Bundesweit wird in dieser Altersgruppe ein Anteil von lediglich 5% erwartet (3). 13% der Kinder hatten Werte oberhalb der WHO-Empfehlung (50 µg/l), ab deren Überschreitung präventive Maßnahmen zur Begrenzung der Bleibelastung empfohlen werden. Keines der Kinder erreichte einen Blutbleiwert, bei dem individuelle medizinische Therapien eingeleitet werden sollten. Diese Ergebnisse verdeutlichen die weiterhin bestehende Relevanz der Bleibelastung in der untersuchten Region.

### 6.2.2. Blutbleibefunde der BLENCA2-Studie im Vergleich zu anderen Studien

In den 1980er Jahren wurden in Oker, einem Ortsteil des Landkreises Goslar, bei Kindern im Alter von 1 bis 13 Jahren Blutbleikonzentrationen mit einem Median von 150 µg/l (GM nicht berichtet, aber annähernd vergleichbar) gemessen. Insbesondere jüngere Kinder im Alter von 1 bis 6 Jahren wiesen höhere Werte auf als ältere Kinder zwischen 6 und 13 Jahren (57). Zum Vergleich: In einer Untersuchung aus der ehemaligen DDR im von Goslar nur ca. 100 km entfernten Hettstedt wurden 1992/93 bei Kindern im Alter von 5 bis 14 Jahren wesentlich niedrigere Werte festgestellt. Das GM lag bei 38,0 µg/l, während die 5- bis 7-Jährigen, die der gleichen Altersgruppe wie in BLENCA2 entsprachen, Blutbleiwerte von GM 42,0 µg/l aufwiesen (33). Diese in Hettstedt ca. 10 Jahre später gemessenen Blutbleikonzentrationen waren somit deutlich niedriger als die in Oker.

Infolge der Erkenntnis, dass die Bleibelastung im Landkreis Goslar sehr hoch ist, wurden ab den 1990ern in der Region verschiedene Maßnahmen zur Reduktion der Bleiexposition ergriffen, um belastete Böden zu dekontaminieren. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass bleihaltige Bodenpartikel im Laufe der Zeit – etwa durch Erosion, Bautätigkeit oder landwirtschaftliche Nutzung – wieder an die Oberfläche gelangt sind. Weiterhin fanden gezielte Aufklärungskampagnen über die gesundheitlichen Risiken von Blei statt (58, 59). Zudem wurde der Bergbau im Landkreis Goslar 1988 eingestellt. Darüber hinaus trugen bundesweite Verbote, wie das Verbot von Blei in Benzin, zu einem generellen Rückgang der Blutbleikonzentrationen in Deutschland bei (60).

Trotz dieser langjährigen Bemühungen zeigt die aktuelle BLENCA2-Studie, dass die Blutbleikonzentrationen bei Kindern in der Region weiterhin über den Werten aus aktuellen Vergleichsstudien liegen. So wurde in der BLENCA2-Studie ein GM von 22,7 µg/l ermittelt, was deutlich höher ist als in bundesweiten Untersuchungen. Die GerES V-Studie aus den Jahren 2014–2017 (3), die Kinder in ganz Deutschland einschloss, ermittelte GM-Werte von 10,4 µg/l bei 3- bis 5-Jährigen und 10,6 µg/l bei 6- bis 10-Jährigen. Auch die frühere BLENCA1-Studie von 2021 (10) wies niedrigere GM-Werte auf, mit 18,5 µg/l bei 6- bis 8-Jährigen und 18,1 µg/l bei 8- bis 10-Jährigen. Eine weitere Untersuchung aus dem Jahr 2021 in Euskirchen (32), einer anderen ehemaligen Bergbauregion in Deutschland, ergab Blutblei-Medianwerte (annährend vergleichbar mit GM) von 10,2 µg/l bei 3- bis 17-Jährigen,

wobei die Werte in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen mit 11,0 bis 13,1 µg/l etwas höher lagen, aber immer noch deutlich unterhalb der Befunde aus BLENCA2.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der BLENCA2-Studie insgesamt höhere Blutbleikonzentrationen im Vergleich zu anderen Studien in Deutschland zeigen (Tabelle 39).

Tabelle 39 Blutbleibefunde verschiedener Studien nach Alter der Kinder

Studie	Jahr	Alter der Kinder	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub> <sup>1</sup>
µg/l												
BLENCA2	2024	5–7 Jahre	310	10,2	20,4	55,5	79,5	130,5	206,6	29,7	22,7	64,5
BLENCA1 (10)	2021	6–10 Jahre	75	8,9	16,9	31,9	37,0	53,3	65,8	18,8	16,9	48,0
		6–8 Jahre	38	8,9	17,5	35,3	43,0	-	65,8	20,7	18,5	-
		9–10 Jahre	37	8,0	15,9	27,7	36,1	-	41,8	19,8	18,1	-
Eus- kirchen <sup>2</sup> (32)	2021	3–17 Jahre Mechernich	182	-	10,2	-	28,5	-	44,0	12,1	-	17,6
		3–10 Jahre (M)	28	-	11,0	-	31,3	-	37,4	13,1	-	28,6
		3–10 Jahre (J)	38	-	12,6	-	29,9	-	37,6	13,6	-	15,8
		Kall	11	-	12,1	-	-	-	35,0	13,0	-	9,1
		3–10 Jahre (M)	12	-	13,1	-	-	-	44,0	16,2	-	16,7
GerES V (3)	2014 –17	3–17 Jahre	720	5,3	9,4	16,8	19,9	24,0	129,0	10,6	9,5	-
		3–5 Jahre	138	6,3	9,6	19,4	23,1	31,4	32,1	11,5	10,4	-
		6–10 Jahre	231	6,2	10,8	17,5	20,3	29,8	48,4	11,7	10,6	-
Oker (57)	1980	1–13 Jahre	71	150	228	349	-	-	490	-	-	-
		1–6 Jahre	23	161	245	418	-	-	490	-	-	-
		7–13 Jahre	48	140	221	342	-	-	422	-	-	-
Hettstedt (33)	1992/ 3	5–14 Jahre	527	-	38,0	-	39,5	-	239,0	-	38,0	-
		5–7 Jahre	181	-	-	-	-	-	-	-	42,0	-
		8–10 Jahre	175	-	-	-	-	-	-	-	37,8	-
		11–14 Jahre	171	-	-	-	-	-	-	-	34,3	-

Jahr = Jahr der Feldarbeit, N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Prozent über Referenzwert 2025 nicht vorhanden für Studien vor Veröffentlichung 2025, 2) Erhebungen in den Orten Mechernich und Kall (Landkreis Euskirchen)

Im Hinblick auf geschlechtsspezifische Unterschiede zeigen sich konsistente Tendenzen mit bisherigen Studien: Jungen wiesen in der BLENCA2-Studie höhere Blutbleiwerte auf als Mädchen. Während in der GerES V-Studie (3) GM von 9,8 µg/l bei Jungen und 9,1 µg/l bei Mädchen berichtet wurden, lagen die Werte in der BLENCA2-Studie für beide Geschlechter mehr als doppelt so hoch (GM = 25,9 µg/l bei Jungen und 19,2 µg/l bei Mädchen). Jungen zeigen tendenziell ein aktiveres Spielverhalten als Mädchen, insbesondere im Freien (61). Diese Verhaltensweisen könnten mit einer erhöhten Exposition gegenüber bleihaltigem Staub oder kontaminiertem Boden verbunden sein. Diese Annahmen stützen sich auf allgemeine Erkenntnisse über kindliches Spielverhalten und Expositionsrisken, die in verschiedenen Studien thematisiert wurden (32, 33, 61). Auffällig ist zudem, dass nach den Referenzwerten von 2025 Mädchen tendenziell häufiger die Referenzwerte überschritten als Jungen, während es bei den Referenzwerten von 2019 umgekehrt war. Dies erklärt sich dadurch, dass auch die deutschen Referenzwerte geschlechtsspezifisch festgelegt sind: Während die Differenz zwischen Jungen und Mädchen im Jahr 2019 noch 5 µg/l betrug, beträgt sie nun nur noch 3 µg/l. Diese Anpassung führt zu einem Wechsel in der geschlechtsspezifischen Verteilung der Überschreitungen in der BLENCA2-Studie.

Bezüglich des sozioökonomischen Status konnten in der BLENCA2-Studie keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Blutbleiwerten festgestellt werden. Ein ähnliches Ergebnis wurde auch in der GerES V-Studie (3) berichtet. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass in der BLENCA2-Studie Kinder aus Haushalten mit hohem sozioökonomischem Status überrepräsentiert waren, was die Aussagekraft der Analysen hinsichtlich sozioökonomischer Unterschiede einschränkt. Studien belegen, dass Kinder aus Familien mit höherem sozioökonomischem Status häufiger an Freizeitaktivitäten im Freien teilnehmen – etwa in Gärten, Parks oder auf Spielplätzen (61). Dadurch könnten sie vermehrt mit bleihaltigem Staub oder kontaminiertem Boden in Kontakt kommen.

Zudem ist bekannt, dass die Blutbleikonzentrationen saisonalen Schwankungen unterliegen, mit tendenziell niedrigeren Werten in den Wintermonaten, in denen sich Kinder weniger häufig im Freien aufhalten (32-34). Die saisonalen Schwankungen unterstützen die Vermutung, dass die Exposition gegenüber Blei vor allem im Freien im direkten Kontakt zu den Böden stattfindet. Dennoch lagen die gemessenen Werte mit einem GM von 17,2 µg/l sowie einer Referenzwertüberschreitung gemäß den ab 2025 geltenden Werten von 35% weiterhin auf einem deutlich erhöhten Niveau gegenüber Kindern außerhalb des Landkreis Goslar.

### **6.2.3. Räumliche Verteilung der Blutbleiwerte nach Wohnort und Bodenbelastungsgebieten**

In einer früheren Studie im Landkreis Goslar konnte gezeigt werden, dass der Wohnort einen Einfluss auf die Höhe der Blutbleiwerte bei Kindern haben kann. Dabei wurde im Jahr 1980 in Oker (57) festgestellt, dass Kinder, die in unmittelbarer Nähe aktiver Hüttenanlagen lebten, deutlich höhere Blutbleikonzentrationen aufwiesen als Kinder mit Wohnsitz in größerer Entfernung (Median = 290 µg/l vs. 179 µg/l). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ergab die Analyse der räumlichen Verteilung der Blutbleiwerte im Landkreis Goslar keine Hinweise auf geografisch klar abgrenzbare Cluster. Das bedeutet, dass die Bleibelastung im Blut der untersuchten Vorschulkinder in keiner einzelnen Gemeinde statistisch signifikant höher war als in anderen. Stattdessen zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Bleikonzentration im Boden und den Blutbleiwerten der Kinder: Je stärker die Bodenkontamination, desto höher fielen die Blutbleiwerte aus. Diese Ergebnisse legen nahe, dass kontaminierte Böden die zentrale Expositionsquelle für Blei im Untersuchungsgebiet darstellen.

### **6.2.4. Identifikation von Expositionsquellen und -pfaden**

In BLENCA2 wurde durch den Einschluss des gesamten Landkreises Goslar eine größere Expositionsvarianz geschaffen, die es ermöglichte, potenzielle Belastungspfade zu identifizieren. Dies war in BLENCA1 (10) aufgrund der begrenzten geografischen Abdeckung (ausschließlich Oker und Harlingerode im Teilgebiet 1) sowie der stark verkürzten Fragebogenerhebung und der geringeren Anzahl untersuchter Kinder nur eingeschränkt möglich.

Hauptbelastungspfad für den Blutbleigehalt der Vorschulkinder war nach den Befunden von BLENCA2 der Aufenthalt im Freien in Gebieten mit höherer Bodenbleibelastung. Dies betraf verschiedene Kontexte wie Kindergärten – unter der Annahme, dass im Kindergartenalltag viel draußen gespielt wird –, private Gärten, Spiel- und Sportplätze sowie Wiesen und Wälder. Darüber hinaus ging die Dauer des Aufenthalts mit der Expositionshöhe einher. Diese Befunde stehen im Einklang mit den Ergebnissen aus Euskirchen, wo die

allgemeine Zeit im Freien und insbesondere die im Garten verbrachte Zeit als relevante Expositionspfade identifiziert wurden (32).

Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass diese Ergebnisse nicht zu der Schlussfolgerung führen sollen, dass Kinder weniger Zeit im Freien verbringen sollten. Vielmehr ist regelmäßige Bewegung und Aufenthalt im Freien aus entwicklungspsychologischer und gesundheitlicher Sicht essenziell (62). Das Ziel muss vielmehr sein, eine Umgebung zu schaffen, die einen Aufenthalt im Freien ohne potenziell schädliche Umweltbelastungen ermöglicht.

Neben diesem Hauptbelastungspfad, der mit Maßnahmen der Verhältnisprävention<sup>5</sup> begegnet werden kann, fanden sich auch Hinweise auf Verhaltensweisen, die mit einer höheren Bleibelastung im Blut assoziiert waren. Nichtdestotrotz, hat Verhältnisprävention den Vorteil, dass sie die Lebensumstände direkt verändert und damit gesundheitsförderliche Rahmenbedingungen für alle schafft – unabhängig von individuellen Verhaltensweisen. Maßnahmen der Verhältnisprävention, wie beispielsweise die Sanierung kontaminierten Boden, sind daher häufig effektiver und breiter anwendbar, da sie nicht auf die Kooperation der Bevölkerung angewiesen sind und alle, unabhängig von ihrem Gesundheitsverhalten, erreichen können (63).

So war regelmäßiges Händewaschen mit niedrigeren Blutbleikonzentrationen assoziiert. Ein häufiger Hand-Mund-Kontakt zeigte hingegen keinen statistisch signifikanten Zusammenhang. Dies steht im Einklang mit der Studie in Hettstedt (33), die einen Zusammenhang zwischen am Untersuchungstag verschmutzten Händen und erhöhten Bleiwerten beschrieben. Eine mögliche Erklärung ist, dass das regelmäßige Händewaschen den größten Einfluss darauf hat, wie viel belasteter Staub oder Bodenpartikel an den Händen verbleibt. Somit reduziert gutes Händewaschen die Belastung insgesamt deutlich, unabhängig davon, wie oft die Hände tatsächlich in den Mund genommen werden. In der Studie in Euskirchen (32) war hingegen ein Zusammenhang zwischen Hand-Mund-Kontakt und erhöhten Blutbleiwerten festgestellt worden. Dies zeigt die mögliche Unschärfe von Eigenangaben zum Hygieneverhalten („sozial erwünschtes Antwortverhalten“ erklärt in Kapitel 6.1.2.1). Ebenfalls statistisch signifikant war der Zusammenhang zwischen der Passivrauchbelastung der Kinder und erhöhten Blutbleiwerten. Dieser Zusammenhang wurde auch in anderen Studien bestätigt (3, 33). Die Ergebnisse der GerES V-Studie (3) zeigten beispielsweise, dass mit der Anzahl rauchender Haushaltsteilnehmer auch die Bleibelastung der Kinder anstieg (1 Raucher/in: GM = 9,1 µg/l; mehr als 1 Raucher/in: GM = 11,1 µg/l). Passivrauchen könnte dabei weniger eine direkte Quelle der Bleiexposition darstellen, sondern vielmehr als Marker für weitere belastende Umwelt- oder Lebensbedingungen fungieren, wie beispielsweise ein insgesamt geringeres Gesundheitsbewusstsein. Bezüglich des Lebensmittelkonsums konnte in dieser Studie kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Bleibelastung und dem Verzehr bestimmter Nahrungsmittel, wie z.B. aus Eigenanbau, festgestellt werden. Auch das Schälen oder Waschen von Lebensmitteln hatte keinen messbaren Einfluss auf die Blutbleiwerte. Diese Erkenntnisse stimmen mit den Ergebnissen der oben bereits beschriebenen Hettstedter Studie überein (33). Im Gegensatz dazu zeigte die Studie aus Euskirchen (32), dass

---

<sup>5</sup> Verhältnisprävention zielt auf die Veränderung von Umweltbedingungen ab, um gesundheitliche Risiken zu minimieren. Im Gegensatz zur Verhaltensprävention, die das individuelle Verhalten adressiert, umfasst die Verhältnisprävention strukturelle oder räumliche Maßnahmen.

Kinder, die häufiger Obst und Gemüse aus eigenem Anbau konsumierten, erhöhte Blutbleiwerte aufwiesen. Dies könnte auf unterschiedliche regionale Belastungsfaktoren hinweisen. Kinder mit I-/HPG-Status wiesen geringere Blutbleiwerte auf als Kinder ohne diesen Status. Möglicherweise spiegelt sich darin ein unterschiedliches Freizeitverhalten wider – etwa eine zurückhaltendere Spielweise im Freien oder ein seltenerer Kontakt mit belastetem Boden –, wodurch die Exposition gegenüber Blei reduziert sein könnte.

### **6.2.5. Gesundheitliche Auswirkungen der Blutbleibelastung**

In der Analyse der Gesundheitsparameter, die im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung erfasst wurden, konnte kein signifikanter Zusammenhang mit den Blutbleiwerten festgestellt werden. Dies betraf sowohl die Ergebnisse des Fragebogens zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen als auch den Hörtest und die ärztliche Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit der Kinder. Auf weiterführende gesundheitsbezogene Untersuchungen wurde verzichtet, da diese mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden gewesen wären, der möglicherweise zu einer verringerten Teilnahmebereitschaft geführt hätte.

Die Ergebnisse der Hörtests im Rahmen der Schuleingangsuntersuchungen im Landkreis Goslar zeigten bei etwa 6% der in der BLENCA2-Studie untersuchten Kinder Auffälligkeiten. Dieser Anteil ist vergleichbar mit Ergebnissen aus anderen niedersächsischen Kommunen – beispielsweise wurden im Einschulungsjahr 2022/23 in Niedersachsen bei rund 5% der Kinder Auffälligkeiten beim Hörtest festgestellt (64). Beim Fragebogen zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen wird ein Erwartungswert von 20% auffälliger Ergebnisse angenommen. In den untersuchten Bereichen – emotionale Probleme, Hyperaktivität, Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen und prosoziales Verhalten – lag der Anteil der Kinder bei der BLENCA2-Studie mit auffälligen Ergebnissen jeweils unter diesem Erwartungswert. Lediglich im Bereich der Verhaltensprobleme wurde mit 25% ein leicht erhöhter Wert beobachtet.

Es ist möglich, dass die erfassten Gesundheitsparameter nicht empfindlich genug waren, um kleine, durch Blei verursachte Veränderungen zu erkennen. Der Fragebogen zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen erfasst vor allem Verhaltensauffälligkeiten wie Hyperaktivität oder emotionale Schwierigkeiten (50), jedoch nicht spezifische neurokognitive Einschränkungen, die mit einer Bleiexposition in Verbindung gebracht werden. Diese Defizite betreffen oft die feinmotorische Kontrolle, die kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit und das Arbeitsgedächtnis (6) – Aspekte, die mit diesem Instrument nicht differenziert erfasst werden. Darüber hinaus könnte die Fallzahl insbesondere in der Gruppe mit auffälligen Gesundheitsparametern zu gering gewesen sein, um vorhandene Zusammenhänge statistisch abzusichern. Kleine bis mittlere Effekte lassen sich bei stark ungleichen Gruppengrößen – wie im vorliegenden Fall – nur mit sehr großen Stichproben nachweisen (65). Zudem basiert die ärztliche Beurteilung der Konzentrationsfähigkeit nicht auf einem validierten Messinstrument, sondern stellt eher eine Momentaufnahme dar. Diese kann durch Faktoren wie Tagesform, Schüchternheit oder Ablenkbarkeit des Kindes beeinflusst worden sein.

Insgesamt konnten in der BLENCA2-Studie keine eindeutigen gesundheitlichen Auffälligkeiten festgestellt werden, die direkt mit der Bleiexposition zusammenhingen – ein kausaler Zusammenhang kann jedoch aufgrund methodischer Einschränkungen und begrenzter Fallzahl nicht ausgeschlossen werden. Nichtdestotrotz lagen

13% der Blutbleiwerte der Kinder über 50 µg/l, ab der laut Weltgesundheitsorganisation präventive Maßnahmen zur Senkung des Blutbleiwertes empfohlen werden, da gesundheitliche Auswirkungen auftreten können (15).

## 7. Schlussfolgerung

Im Vergleich zu einer Studie in Oker aus den 1980er Jahren zeigte die BLENCA2-Studie deutlich niedrigere Blutbleiwerte. Dies legt nahe, dass die getroffenen Maßnahmen, wie beispielsweise das bundesweite Verbot von Blei in Benzin, erfolgreich waren. Gleichzeitig ist die Belastung mit Blei der Vorschulkinder im Landkreis immer noch deutlich oberhalb derer, die anhand der für Deutschland geltenden Referenzwerte zu erwarten wäre. Aufgrund der fehlenden Wirkschwelle für Blei scheinen Maßnahmen der Verhältnisprävention insbesondere in den Teilgebieten 1&2 mit der höchsten Belastung der Böden mit Blei angezeigt. Hierzu können z. B. Maßnahmen zur Gestaltung, Nutzung und Sanierung öffentlicher Flächen wie Spiel- und Sportplätze aber auch Außenflächen von Kindergärten gehören. Zudem scheint es nach unseren Befunden angebracht, regelmäßige Bleimeßungen in den Böden von öffentlichen Bereichen durchzuführen, um den Erfolg der Maßnahmen zu überprüfen. Gleichzeitig könnten private Träger einbezogen werden, um durch gemeinsames Handeln den größtmöglichen Effekt zum Schutz der Bevölkerung zu fördern. Als ergänzende Maßnahme könnte die Bevölkerung durch gezielte Aufklärungskampagnen über Expositionssquellen und Maßnahmen der Individualprävention sensibilisiert werden.

## 8. Danksagung

Ein großes Dankeschön geht an das Studienteam, bestehend aus Frau Schöne, Frau Lang und Frau Hesse, die maßgeblich bei der Erhebung der Studiendaten beteiligt waren. Außerdem bedanken wir uns bei den Familien, die durch ihre Teilnahme diese Studie überhaupt erst ermöglichten. Vor allem die Kinder möchten wir hier erwähnen, welche trotz ihres jungen Alters die Blutentnahme tapfer meisterten. Wir bedanken uns sehr herzlich bei dem Team des Kinder- und Jugendärztlichen Diensts vom Landkreis Goslar, insbesondere bei Frau Dr. Romanski-Ortlepp und Frau Siemt für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Organisation und Durchführung der BLENCA2-Studie. Ohne die gute Kooperation mit dem Kinder- und Jugendärztlichen Dienst wäre die Studie in dieser Form nicht umsetzbar gewesen.

Des Weiteren danken wir dem Projektbeirat für seine konstruktive Kritik zur Umsetzung der Studie. Für den interdisziplinären Austausch und die gute Kooperation möchten wir uns vor allem bei Herrn Dr. Hepp, Herrn Hoopmann, Frau Costa Pinheiro und Frau Dr. Haas bedanken. 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 BLENCA2.

Wir danken allen Kolleginnen und Kollegen für ihre Mitarbeit beim Packen der vielen Studienunterlagen und weiteren Aufgaben. Danke an Frau Perdomo Marquez für ihre großartige Unterstützung bei allen organisatorischen Angelegenheiten. Außerdem danken wir Frau Fischer und Herrn Gröbmair für die Analyse der Blutproben. Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Forster (LMU Klinikum), Herrn Dr. Böse-O'Reilly (LMU Klinikum), Herrn Dr. Kogevinas (IS Global Barcelona) und Frau Valentín (IS Global Barcelona) für ihre fachliche Expertise sowie ihre wertvolle Beratung und Unterstützung beim Datenmanagement und den statistischen Auswertungen.

## 9. Literaturverzeichnis

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead Atlanta, GA (2020). <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf> [26.02.2025].
2. Tong S, Schirnding Y, Prapamontol T. Environmental lead exposure: A public health problem of global dimensions. Bulletin of the World Health Organization (2000) 78(9):1068–77
3. Umweltbundesamt. Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen 2014–2017 (GerES V). (2023)
4. Rudnai P. Scoping document (2nd round of prioritization): Prioritized substance group: Lead. (2019)
5. Santa Maria M, Hill B, Kline J. Lead (Pb) neurotoxicology and cognition. Appl Neuropsychol Child (2019) 8(3):272–93
6. Bundesgesundheitsblatt. Stoffmonographie Blei Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz (1996) 39(6):236-41
7. Bundesgesundheitsblatt. Addendum zur „Stoffmonographie Blei - Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte“ der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz (2002) 45:752-3
8. World Health Organization. Lead poisoning and health (2019). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> [26.02.2025].
9. Hoopmann M, Costa Pinheiro N, Suchenwirth R. Umweltmedizinisches Gutachten „Oker / Harlingerode“ – Machbarkeitsstudie (2019). [https://www.landkreis-goslar.de/index.php?object=tx\\_3601.5.1&ModID=255&FID=3601.20991.1](https://www.landkreis-goslar.de/index.php?object=tx_3601.5.1&ModID=255&FID=3601.20991.1)
10. Stricker S, Köseoglu Örnek Ö, Radon K, Rakete S, Nowak D. Human-Biomonitoring auf Blei und Cadmium in Oker/Harlingerode im Landkreis Goslar. (2022)
11. Umweltbundesamt. Referenzwerte (RV95) für Antimon, Arsen und Metalle (Pb, Cd, Ni, Hg, Pt, Ti, U) im Urin oder im Blut. (2019)
12. Landkreis Goslar Fachbereich Bauen und Umwelt. Bergbaugeschichte: Auswirkungen auf Böden und Umwelt (2018). [https://www.landkreis-goslar.de/PDF/Bergbaugeschichte\\_Auswirkungen\\_auf\\_B%C3%B6den\\_und\\_Umwelt.PDF?ObjSvrlD=3601&ObjID=784&ObjLa=1&Ext=PDF&WTR=1&ts=1738749766](https://www.landkreis-goslar.de/PDF/Bergbaugeschichte_Auswirkungen_auf_B%C3%B6den_und_Umwelt.PDF?ObjSvrlD=3601&ObjID=784&ObjLa=1&Ext=PDF&WTR=1&ts=1738749766) [26.02.2025].
13. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. Immissionsmessprogramm Oker-Harlingerode 2022: Staubniederschlag und Staubinhaltstoffe (2024)
14. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen Jahresbericht 2023. (2024)
15. Geneva: World Health Organization. WHO guideline for clinical management of exposure to lead. (2021)
16. Bundesgesundheitsblatt. 2. Addendum zur „Stoffmonographie Blei – Referenz- und „Human-Biomonitoring“-Werte der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz (2009)
17. Aktualisiertes Konzept der Referenzwertableitung in der Umweltmedizin. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz (2025) 68:346-8
18. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal (2010) 8(4):1570
19. Kumar A, Cabral-Pinto MMS, Chaturvedi A, Shabnam A, Subrahmanyam G, Mondal Rea. Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. International journal of environmental research and public health (2020) 17(7)
20. Wang H, Shi H, Chang L, Zhang X, Li J, Yang Y. Association of blood lead with calcium, iron, zinc and hemoglobin in children aged 0-7 years: a large population-based study. Biological trace element research (2012) 149(2):143–7
21. Busse F, Fiedler G, Leichtle A, Hentschel H, Stumvoll M. Bleiintoxikationen durch gestrecktes Marihuana in Leipzig. Dtsch Arztebl (2008) 105(44):757–62
22. Caito S, Aschner M. Developmental Neurotoxicity of Lead. Advances in neurobiology (2017) 18:3–12
23. Nishioka E, Yokoyama K, Matsukawa T, Vigeh M, Hirayama S, Ueno T. Evidence that birth weight is decreased by maternal lead levels below 5 µg/dl in male newborns. Reproductive toxicology (2014) 47:21–6
24. Zhu M, Fitzgerald E, Gelberg K, Lin S, Druschel C. Maternal low-level lead exposure and fetal growth. Environmental Health Perspectives 2010 118(10):1471–5
25. Ćwieląg-Drabek M, Piekut A, Gut K, Grabowski M. Risk of cadmium, lead and zinc exposure from consumption of vegetables produced in areas with mining and smelting past. Sci Rep (2020) 10(1):3363
26. McBride M, Shayler H, Spliethoff H, Mitchell R, Marquez-Bravo L, Ferenz G. Concentrations of lead, cadmium and barium in urban garden-grown vegetables: the impact of soil variables. Environ Pollut (2014) 194:254–61
27. de Vries W, Römkens P, Schütze G. Critical soil concentrations of cadmium, lead, and mercury in view of health effects on humans and animals. Rev Environ Contam Toxicol (2007) 191:91–130
28. Korish M, Attia Y. Evaluation of Heavy Metal Content in Feed, Litter, Meat, Meat Products, Liver, and Table Eggs of Chickens. Animals (Basel) (2020) 10(4)

29. Shahraki N, Yassaei S, Goldani Moghadam M. Abnormal oral habits: A review. (2012)
30. Kamal F, Bernard R. Influence of nail biting and finger sucking habits on the oral carriage of Enterobacteriaceae. *Contemp Clin Dent* (2015) 6(2):211–4
31. Obeng A, Roh T, Aggarwal A, Uyasmasi K, Carrillo G. The contribution of secondhand tobacco smoke to blood lead levels in US children and adolescents: a cross-sectional analysis of NHANES 2015-2018. *BMC Public Health* (2023) 23(1):1129
32. Bertram J, Ramolla, C., Esser, A. et al. Blood lead monitoring in a former mining area in Euskirchen, Germany: results of a representative random sample in 3-to 17-year-old children and minors. *Environ Sci Pollut Res* (2023) 30:20995–1009
33. Trepka MJ, Heinrich J, Krause C, Schulz C, Lippold U, Meyer E, et al. The internal burden of lead among children in a smelter town-a small area analysis. *Environ Res* (1997) 72(2):118-30
34. Günther P, Krüger G, Barkowski D. Detailuntersuchung im Mechernich-Kaller Bleibelastungsgebiet - Bebauungsplangebiet "Auf der Wäsche". Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH (2020)
35. Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) – Anlage 2. Einzelnorm [Internet].
36. Stadt Salzgitter. Verordnung des „Bodenplanungsgebietes Innersteaue in der Stadt Salzgitter“ (BPG-VO). Anhang 5 Hinweise und Empfehlungen zum Verhalten in Nutzgärten sowie zur Bearbeitung und Nutzung schwermetallhaltiger Gartenböden.
37. Landkreis Goslar. Verordnung des „Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar“ (BPG-VO). (2023)
38. Ausschuss für Gefahrstoffe. Blei und anorganische Bleiverbindungen. (2017)
39. Institut und Poliklinik für Arbeits- Sozial- und Umweltmedizin. BLENCA2. <https://www.lmu-klinikum.de/arb/forschung/blanca2/55d5b4994cf30674> [27.02.2025].
40. Goodmann R. Fragebogen zu Stärken und Schwächen (SDQ-Deu). (2005)
41. Lampert T, Hoebel J, Kuntz B, Müters S, Kroll LE. Messung des sozioökonomischen Status und des subjektiven sozialen Status in KiGGS Welle 2. *Journal of Health Monitoring* (2018) 3(1)
42. Kotz D, Böckmann M, Kastaun S. The Use of Tobacco, E-Cigarettes, and Methods to Quit Smoking in Germany. *Deutsches Ärzteblatt international* (2018) 115(14):235–42
43. Göen T, Zethner K, Zethner K. Human-Biomonitoring (HBM) in der Allgemeinbevölkerung in der Nachbarschaft von Anlagen der Kohlenwasserstoff-Förderung in Niedersachsen: Abschlussbericht 2019. (2019)
44. Wilkinson J, Arheart K, Lee D. Accuracy of parental reporting of secondhand smoke exposure: The National Health and Nutrition Examination Survey III. *Nicotine Tob Res* (2006) 8(4):591–7
45. Stevenson R, Case T, Hodgson D, Porzig-Drummond, R, Barouei J, et al. A scale for measuring hygiene behavior: development, reliability and validity. *Am J Infect Control* (2009) 37(7):557–64
46. Weinmann T, Gerlich J, Heinrich S, Nowak D, Gerdes J, Schlichtiger J. Establishing a birth cohort to investigate the course and aetiology of asthma and allergies across three generations - rationale, design, and methods of the ACROSSOLAR study. *BMC Public Health* (2015)
47. Agricultural Extension Service. Finger Stick Method for Blood Lead Screening: Tennessee Department of Health. (2020)
48. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* (2012) 7(4):284-94
49. Woerner W, Becker, A., Friedrich, C., Klasen, H., Goodman, R. & Rothenberger, A. Normierung und Evaluation der deutschen Elternversion des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ): Ergebnisse einer repräsentativen Felderhebung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* (2002) 30:105-12
50. Goodman R. The Strengths and Difficulties Questionnaire: A Research Note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* (1997) 38:581-6
51. Weiß C. Basiswissen Medizinische Statistik: Springer Berlin, Heidelberg; 2019.
52. Wahl S, Kreffter K, Fröhlich S. Die Schuleingangsuntersuchung als Türöffner für die gesundheitswissenschaftliche Forschung? *Bundesgesundheitsbl* (2018)
53. Demarest S, Van der Heyden J, Charafeddine R, Tafforeau J, Van Oyen H, Van Hal G. Socio-economic differences in participation of households in a Belgian national health survey. *Eur J Public Health* (2013) 6:981-5
54. Dreier M, Kramer S, Stark K. Epidemiologische Methoden zur Gewinnung verlässlicher Daten. *Public Health* (2012):409–49
55. Centers for Disease Control and Prevention. Steps for collecting fingerstick blood samples in micro-vials for lead testing. (2021)
56. Stricker S, Radon K, Forster F, Ornek OK, Wengenroth L, Schmotz W, et al. Biomonitoring of lead in blood of children living in a former mining area in Lower Saxony, Germany. *Environ Sci Pollut Res Int* (2024) 31(20):29971-8. doi: 10.1007/s11356-024-32719-x
57. Aurand K, Hoffmeister H. Ad hoc-Felduntersuchungen über die Schwermetallbelastung der Bevölkerung im Raum Oker im März 1980. (1980)

58. Schmotz W, Faeseler P, Riesen M, Henze I. Die Verordnung des Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar. Bodenschutz (2002) 1:24–30
59. Daunert K, Riesen M, Schmotz W. (Fast) ein Jahrzehnt Bodenplanungsgebiet Harz im Landkreis Goslar eine Zwischenbilanz. Bodenschutz (2010) 2:42–7
60. Dorner S, Schröter-Kermani C, Lermen D, Bartel-Steinbach M, Kolossa-Gehring M, Göen T. Zeitliche Entwicklung und aktueller Stand der Bleibelastung junger Erwachsener in Deutschland. (2015)
61. Zong B, Li L, Cui Y, Shi W. Effects of outdoor activity time, screen time, and family socioeconomic status on physical health of preschool children. Front Public Health (2024) 12
62. Hanssen-Doose A, Albrecht C, Oriwol D. Die Bedeutung von motorischer Leistungsfähigkeit für den allgemeinen Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen – Motorik-Modul-Studie im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey KiGGS. Sportunterricht. (2016) 65(8):245-51
63. Vorrang für Verhältnisprävention: Handreichung für alle mit Prävention in Praxis und Politik befassten Akteure. Gesundheitswesen (2018) 80(11):931-2
64. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt. Ergebnisse der Schuleingangsuntersuchung Vergleich von Daten ausgewählter Kommunen vor und während der Corona-Pandemie. (2023)
65. Lakens D. Sample Size Justification. Collabra: Psychology (2022) 8(1). doi: 10.1525/collabra.33267

## 10. Anhang

### 10.1. Studienmaterialien

#### 10.1.1. Informationsmaterialien

The image shows a double-sided informational brochure for the BLENCA2 study. The left side features a background photograph of a forest. The right side contains text and logos.

**Haben Sie Interesse teilzunehmen?**

**Wer?**  
Alle Kinder, die an der Schuleingangsuntersuchung 2023/24 im Landkreis Goslar teilnehmen, können auch an der BLENCA2-Studie teilnehmen.

**Wie?**  
Sie müssen sich nicht für die Studie anmelden. Die **Studienunterlagen** erhalten Sie postalisch gemeinsam mit der Einladung zur Schuleingangsuntersuchung.

**Was?**  
Füllen Sie die **Einwilligungs-, Datenschutzerklärung** und das **Kontaktformular** zur Studie aus.  
1 Füllen Sie den **Fragebogen** aus.  
2 Senden Sie alles im beigefügten Rückumschlag zurück.

**Wann?**  
Im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung werden Sie abgeholt. In einem benachbarten Gebäudeabschnitt stellen wir Ihnen noch ein paar weitere Fragen und bitten Ihr Kind um wenige Tropfen Blut aus dem Finger.

**Auswirkungen auf die Gesundheit meines Kindes?**

**BLENCA2**  
Bleibbelastung bei Vorschulkindern

Logo: LANDKREIS GOSLAR www.landkreis-goslar.de

Logo: LANDESVERBAND DER PÄDAGOGISCHEN ERWERBSBEREICHEN GOSLAR

Contact information:  
Phone: +49 (0) 89 4400 57610  
Email: arb.blenca@med.lmu.de



## Liebe Kinder, liebe Eltern,

### Was haben Sie davon?

Um zuverlässige Daten zu erhalten, ist die Teilnahme **jeder Familie sehr wichtig!** Dies ist unabhängig vom Gesundheitszustand oder dem Wohnort des Kindes.

Mithilfe der Teilnahme Ihres Kindes können wir herausfinden, welche Maßnahmen zum **Schutz der Kinder** sinnvoll sind. Selbstverständlich informieren wir Sie über die Blutbleiwerte Ihres Kindes und bieten bei Bedarf eine kostenlose **umweltmedizinische Beratung** an.

### Hintergrund

Viele Jahre lang wurden im Landkreis Goslar Bergbau und Metallhütten betrieben. Dabei gelangte unter anderem das Metall Blei in die Umwelt. In einer Vorstudie in zwei Gemeinden des Landkreises zeigten sich erhöhte Bleiwerte im Blut von Grundschulkindern.

### Blei und Gesundheit

Blei kann zum Beispiel über die Nahrung aus der Umwelt in den Körper gelangen. Sind erhöhte Mengen von Blei im Körper, kann dies gesundheitliche Folgen vor allem bei Kindern haben.

### Ziel der Studie

Mit der BLENCA2-Studie untersuchen wir, wie hoch der Bleigehalt im Blut von Vorschulkindern ist und wie dieser über den Landkreis Goslar verteilt ist. Zudem interessiert uns der Zusammenhang zwischen dem Bleigehalt und der Gesundheit der Kinder.

### Wer ist an der Studie beteiligt?

Prof. Dr. Katja Radon, Dr. Laura Wengenroth, Lea John und weitere Kolleginnen und Kollegen des **LMU Klinikums München** wurden vom **Landkreis Goslar** als unabhängige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beauftragt, die BLENCA2-Studie gemeinsam mit Ihnen durchzuführen.



Anhang Abbildung 1 Informationsbroschüre zur BLENCA2-Studie



## BLENCA2

Hat Goslars Bergbaugeschichte  
Auswirkungen auf die  
Gesundheit meines Kindes?  
Nimm Teil an der  
**BLENCA2**-Studie!

Чи впливає гірничодобувна  
історія Гослара на здоров'я моєї  
дитини?  
Візьміть участь у дослідженні  
**BLENCA2**!

هل لتاريخ التعدين في جوسلار آثار  
على صحة طفلي؟ شارك في دراسة  
**BLENCA2**!



Does Goslar's mining history  
have an impact on my  
child's health?  
Take part in the **BLENCA2** study!

Goslar'ın madencilik geçmişinin  
çocuğumun sağlığı üzerinde bir  
etkisi var mı?  
**BLENCA2** çalışmasına katılın!

Влияет ли история  
горнодобывающей  
промышленности Гослара на  
здоровье моего ребенка?  
Примите участие в исследовании  
**BLENCA2**!



[www.blenca.de](http://www.blenca.de)



+49 (0) 89 4400 57610



[arb.blenca@med.lmu.de](mailto:arb.blenca@med.lmu.de)

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.



### 10.1.2. Einladung zur BLENCA2-Untersuchung



### **Einladung zur Teilnahme an der freiwilligen Gesundheitsstudie BLENCA2 im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung**

Sehr geehrte Eltern,  
sehr geehrte Personensorgeberechtigte,

meine Kreisverwaltung führt zusammen mit dem Klinikum der Universität München in der Zeit von September 2023 bis Juni 2024 eine Studie zum Gesundheitszustand der Kinder im Landkreis Goslar durch. Bei dieser sogenannten BLENCA2-Studie werden der Gesundheitszustand und die Blut-Blei-Gehalte der Vorschulkinder im Landkreis Goslar untersucht.

Diese Untersuchung wird im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchungen angeboten. Die Teilnahme ist freiwillig. Die erhobenen Daten werden streng vertraulich erfasst und behandelt. Die Teilnahme erfordert etwa 20 Minuten zusätzliche Zeit von Ihnen und Ihrem Kind. In dieser Zeit werden Ihnen einige Fragen zu Ihrem Kind gestellt werden. Ihr Kind bekommt einen kleinen „Piekser“ in die Fingerkuppe. Aus dem daraus gewonnenen Bluttropfen wird der Bleigehalt bestimmt.

**Ich möchte Sie und Ihr Kind hiermit herzlich einladen und motivieren an der Studie teilzunehmen.** Damit erhalten Sie zusätzliche Informationen über die Gesundheit Ihres Kindes. Zum anderen helfen Sie meiner Verwaltung und mir, den Schutz von Umwelt und Gesundheit weiter zu optimieren.

Im Umschlag finden Sie die Studienunterlagen mit weitergehenden Informationen zu der Studie und den Ansprechpartnerinnen des Klinikums der Universität München.

Mit freundlichem Gruß

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alexander Saipa".

Ihr Landrat Dr. Alexander Saipa



## Einladung zur Gesundheitsstudie BLENCA2

### Human-Biomonitoring auf Blei bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar

Liebe Kinder, liebe Eltern, liebe Personensorgeberechtigte,

im Landkreis Goslar fand viele Jahre lang Buntmetallbergbau statt, wodurch sich Metalle wie Cadmium und Blei in der Umwelt verteilt. In einer Vorstudie ([www.oker-harlingerode.blenca.de](http://www.oker-harlingerode.blenca.de)) waren die Cadmiumwerte der Kinder zweier Gemeinden des Landkreises Goslar unauffällig. Allerdings hat sich gezeigt, dass die **Bleiwerte im Blut bei knapp der Hälfte der Kinder erhöht waren**. Da Blei die Gesundheit beeinträchtigen kann, sind **Schutzmaßnahmen** wichtig. Um diese abzuleiten, müssen wir verstehen, auf welchem Weg das Blei in den Körper der Kinder gelangen kann.

Hierzu führen wir die **BLENCA2-Studie** durch. Diese findet im Anschluss an die **Schuleingangsuntersuchung** in einem benachbarten Gebäudeabschnitt statt. Alle Kinder, die an der Schuleingangsuntersuchung 2023/24 teilnehmen, sind herzlich eingeladen, an der BLENCA2-Studie teilzunehmen!

Die Teilnahme an dieser Studie ist **freiwillig**.

Weitere Informationen finden Sie in den beiliegenden Unterlagen sowie auf unserer Internetseite [www.blenca.de](http://www.blenca.de)

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

Sie erreichen uns, Dr. Laura Wengenroth und Lea John, unter:

Tel.: +49 (0) 89 4400 57610

E-Mail: arb.blenca@med.lmu.de

**Seien Sie Teil der Studie und helfen Sie mit, die Gesundheit unserer Kinder zu schützen!**

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Laura Wengenroth

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

**BLENCA2**  
Bleibelastung bei Vorschulkindern

LANDKREIS  
**GOSLAR**

### 10.1.3. Erinnerungsschreiben



**LMU KLINIKUM**

**LANDKREIS GOSLAR**

**Liebe Kinder, liebe Eltern,**

wir möchten Sie an die Teilnahme an der **BLENCA2-Gesundheitsstudie** zur Bleibelastung bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar erinnern!

Mit der Einladung zur Schuleingangsuntersuchung haben Sie die **Studienunterlagen** erhalten.

Bei Interesse:

- Senden Sie uns die Studienunterlagen vor Ihrem Termin der Schuleingangsuntersuchung **zurück**.
- Sie können sich sonst auch **spontan nach der Schuleingangsuntersuchung** zur Teilnahme entscheiden.

Sie werden von unserem Studienteam nach der Schuleingangsuntersuchung abgeholt. Bitte planen Sie für die Teilnahme etwas Zeit ein.

**Wir freuen uns über Ihre Teilnahme!**

**LMU KLINIKUM**

**LANDKREIS GOSLAR**

**Liebe Kinder, liebe Eltern,**

vielen Dank, dass Sie an der **BLENCA2-Gesundheitsstudie** zur Bleibelastung bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar teilnehmen!

Am Tag der Schuleingangsuntersuchung am \_\_\_\_\_ werden Sie und Ihr Kind von unserem Studienteam **direkt im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung** abgeholt. Bitte planen Sie für die Teilnahme etwas Zeit ein.

**Wir danken Ihnen für Ihre Unterstützung durch Ihre Teilnahme!**

### 10.1.4. Schuleingangsuntersuchung



Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin  
AG Arbeits- und Unweltepidemiologie & NetTeaching



Bleibbelastung bei Vorschulkindern

#### Untersuchungsdaten der Schuleingangsuntersuchung für die BLENCA2-Studie

Platzhalter Aufkleber

#### HÖRVERMÖGEN DES KINDES

##### Rechtes Ohr

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz
30 dB						
40 dB						

##### Linkes Ohr

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz
30 dB						
40 dB						

- Hörgeräteträger/in     Test verweigert/  
nicht durchführbar     Kopie des HNO-  
Befundes  
beiliegend     HNO-Beratung  
angeraten

#### BIOMETRISCHE DATEN DES KINDES

Größe (in cm)

Gewicht (in kg)

#### EINSCHÄTZUNG ZUR KONZENTRATIONSFÄHIGKEIT DES KINDES

Wie schätzen Sie die Konzentrationsfähigkeit des untersuchten Kindes bei der  
Schuleingangsuntersuchung ein?

- Sehr gut     Angemessen     Hinreichend     Eingeschränkt     Stark  
eingeschränkt

Anmerkung des Kinder- und Jugendärztlichen Dienstes: \_\_\_\_\_

Bitte nehmen Sie diesen Zettel, zusammen mit dem „Strengths and Difficulties“-Fragebogen  
(SDQ-Deu Eltern 4-17) von der Schuleingangsuntersuchung, zu der Untersuchung im Rahmen  
der BLENCA2-Studie mit.

Stand: 01/24

## 10.1.5. Einwilligungs- und Datenschutzerklärung



### Studieninformationsblatt

#### Informationen zur BLENCA2-Studie

Ziel des „Human-Biomonitoring auf Blei bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar“ (BLENCA2) ist es, zu verstehen, wie das Blei in das Blut der Kinder im Landkreis Goslar gelangen kann. Außerdem wollen wir herausfinden, wie sich das Blei auf die Kindergesundheit auswirken kann.

Zu dieser Studie sind alle Kinder aus dem Landkreis Goslar eingeladen, die im Schuljahr 2024/25 eingeschult werden. Neben einem Fragebogen und einem kurzen Interview wird ein sogenanntes „Human-Biomonitoring (HBM)“ auf Blei durchgeführt. Hierfür wird eine kleine Blutmenge an der Fingerkuppe (Fingerbeere) der Kinder entnommen. Aus dem hieraus gewonnenen Blutstropfen wird der Bleigehalt bestimmt. Die Blutproben werden 12 Monate nach dem Entnahmedatum vernichtet.

Der Fragebogen beinhaltet Fragen zu Aufenthaltsorten und Ernährung der Kinder, um herauszufinden, wo oder wie das Blei möglicherweise aufgenommen wird. Des Weiteren wollen wir herausfinden, ob die Bleibelastung gesundheitliche Auswirkungen auf die Kinder hat. Damit diese Daten nur einmal erhoben werden müssen, bitten wir Sie um Ihre Einwilligung, die Daten aus der **Schuleingangsuntersuchung** für diese Auswertungen verwenden zu dürfen.

#### Nutzen und Risiken der Studienteilnahme

Bei der Teilnahme an der Studie gibt es **kaum Risiken**. Die gesundheitlichen Risiken einer Blutentnahme aus der Fingerkuppe (Fingerbeere) sind sehr gering. Neben einem kurzen Schmerz beim Einstich der Lanzetten-Spitze kann es zu einer geringen Einblutung mit nachfolgendem Bluterguss („blauer Fleck“) kommen. Dieser verschwindet innerhalb weniger Tage. Da kaum Risiken bestehen, ist der Abschluss einer Teilnahme-Versicherung nicht notwendig.

Ein **potentieller Nutzen** der Studienteilnahme ist die Information über die individuellen Bleiwerte im Blut Ihres Kindes. Die Eltern/Personensorgeberechtigten jedes teilnehmenden Kindes mit erhöhten Blutbleiwerten haben Anspruch auf eine kostenfreie umweltmedizinische Beratung durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LMU Klinikums München.

#### Informationen zur Teilnahme

Die Teilnahme an dieser Studie ist **freiwillig**.

Sollten Sie sich für eine Studienteilnahme entscheiden:

1. Unterschreiben Sie bitte die **Datenschutzbestimmung, Einwilligungserklärung** (Unterschrift aller Elternteile/Personensorgeberechtigten) und füllen Sie bitte das **Kontaktformular** aus.
2. Füllen Sie bitte den beiliegenden **Fragebogen** in Papierform oder online für Ihr Kind aus.
3. Senden Sie die Dokumente bitte **vor Ihrem Termin zur Schuleingangsuntersuchung zurück**, damit wir Ihre Teilnahme im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung einplanen können. Ein adressierter Rücksendeumschlag liegt bei, das **Porto übernehmen wir**.
4. Die Entnahme einiger Tropfen Blut aus der Fingerkuppe (Fingerbeere) bei Ihrem Kind und ein kurzes Interview (ca. 20 Minuten) erfolgen **direkt im Anschluss an die Schuleingangsuntersuchung** in einem benachbarten Gebäudeabschnitt durch geschultes Studienpersonal.

Sollten Sie den Fragebogen online ausfüllen, schicken Sie uns bitte zusätzlich die Einwilligungs- und Datenschutzerklärung sowie Kontaktdata postalisch im beiliegenden vorfrankierten Rückumschlag zu!

Bitte wenden!

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

### Optionale Zusatzuntersuchung: Aufenthaltsorte durch GPS-Daten erfassen

Zusätzlich haben Sie die Möglichkeit einen GPS-Tracker für Ihr Kind auszuleihen. Diesen erhalten Sie nach der Hauptuntersuchung (Interview und Blutentnahme) der BLENCA2-Studie. Über sieben Tage werden mittels GPS die ungefähren Aufenthaltsorte Ihres Kindes aufgezeichnet. Dies ermöglicht es uns, noch besser zu verstehen, an welchen Orten im Landkreis sich die Kinder gerne aufhalten. Zudem erhalten wir Informationen über die Dauer des Aufenthalts. Hieraus lassen sich Rückschlüsse ziehen, ob bestimmte Aufenthaltsorte zu einer erhöhten Bleibelastung führen. Dies ist nützlich, um zukünftig solche Belastungen, zum Beispiel durch Austausch des Bodens, zu minimieren.

Die gesammelten GPS-Daten werden für ein Jahr auf einem Server in Deutschland, Gunzenhausen gemäß der Datenschutz-Grundverordnung, gespeichert. Über die Daten können keinerlei weitere Rückschlüsse auf die Person erfolgen.

Die Teilnahme an dieser optionalen Zusatzuntersuchung ist **freiwillig**. Die Teilnahme an der Hauptuntersuchung verpflichtet Sie nicht zur Teilnahme an der Zusatzuntersuchung.

### Kontaktdaten des Studienteams

Falls Sie noch Fragen oder Anmerkungen haben, können Sie unsere Internetseite besuchen ([www.blenca.de](http://www.blenca.de)) und uns sehr gerne kontaktieren!

Sie erreichen unsere Mitarbeiterinnen Dr. Laura Wengenroth und Lea John unter:

Tel.: +49 (0) 89 4400 57610

E-Mail: arb.blenca@med.lmu.de

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.



Dieses Blatt bitte unterschrieben zurücksenden!

## Datenschutzbestimmung

Alle Angaben zu Ihnen und Ihrem Kind werden absolut **vertraulich** behandelt und nur ohne Personenbezug (**pseudonymisiert**) für wissenschaftliche Auswertungen verwendet. Sie können jederzeit Auskunft über die gespeicherten Daten erhalten oder die Löschung dieser anordnen bzw. Ihre Einwilligung in die Datenspeicherung, Datenverarbeitung und/oder Datenweitergabe ganz oder teilweise **widerrufen**. In diesem Fall wird eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter des Studienteams mit Ihnen persönlich Kontakt aufnehmen und besprechen, welche Daten (Adressdaten, Fragebogendaten, Interviewdaten, Blutbleiwerte, ausgewählte Daten der Schuleingangsuntersuchung, ggf. GPS-Daten) gelöscht werden sollen.

Die Daten aus dem Fragebogen und dem Interview werden solange gespeichert, wie es zum Erreichen des Studienziels notwendig ist. Die wissenschaftliche Leitung der Studie wird 10 Jahre nach Studienbeginn (und danach alle 3 Jahre) prüfen, ob der Forschungszweck der Studie erreicht ist, und wenn ja, die Löschung aller personenbezogenen Daten anordnen. Die maximale Aufbewahrungsdauer beträgt 30 Jahre. Blutproben werden für 12 Monate gelagert. Anschließend werden die Daten gelöscht.

Um die erhobenen Daten vor unberechtigten Zugriffen zu schützen, hat das Studienzentrum umfassende **Schutzmechanismen** eingerichtet, die sowohl die Datenspeicherung als auch den Datentransfer betreffen. So haben wir zum Beispiel eine Teilnahme-ID erstellt, die keinen Rückschluss auf die Person zulässt.

Die Angaben aus dem Fragebogen und Interview sowie die Ergebnisse der Blutprobe werden in einem **separaten Datensatz** gespeichert. Dieser Datensatz ist ohne Personenbezug und nur mit der oben beschriebenen Teilnahme-ID versehen (**pseudonymisiert**). Der Datensatz wird passwortgeschützt auf einem Server der LMU München gespeichert.

Zugang zu den Daten von Ihnen und Ihrem Kind haben ausschließlich die Leitung der Studie sowie ihre Stellvertreterinnen und Stellvertreter. Alle Unterlagen und Daten werden am LMU Klinikum in München aufbewahrt. Die erhobenen Daten werden ausschließlich pseudonymisiert (mit Teilnahme-ID) mit dem Landratsamt Goslar zur Verarbeitung der Studienergebnisse ausgetauscht.

Die Teilnahme-ID wird mit der Blutprobe Ihres Kindes ausschließlich kombiniert, um Ihnen die **persönlichen Studienergebnisse** Ihres Kindes zuschicken zu können. Eine Entschlüsselung erfolgt außerdem in Fällen, in denen es die Sicherheit Ihres Kindes erfordert („medizinische Gründe“) oder falls es zu Änderungen in der wissenschaftlichen Fragestellung kommt („wissenschaftliche Gründe“). Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten gewährleistet.

Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Ihre **freiwillige Einwilligung** (Art. 6 Abs. 1 Buchst. a, Art. 9 Abs. 2 Buchst. a) DSGVO). Die Daten werden also nur dann erhoben, gespeichert, ausgewertet und weitergegeben, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Auch wenn Sie Ihre Einwilligung zunächst erteilen, können Sie sie ohne Angabe von Gründen jederzeit widerrufen.

Bitte wenden!

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Dieses Blatt bitte unterschrieben zurücksenden!

Teilnahme-ID:

**Verantwortlich für die Datenverarbeitung:**

Dr. Laura Wengenroth, MSc  
LMU Klinikum München  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin  
Ziemssenstr. 5, 80336 München  
Tel.: +49 (0) 89 4400 52483  
E-Mail: arb.blanca@med.lmu.de

**Behördlicher Datenschutzbeauftragter:**

Behördlicher Datenschutzbeauftragter des  
Klinikums der Universität München  
Pettenkoferstr. 8, 80336 München  
E-Mail: datenschutz@med.uni-muenchen.de

**Es besteht ein Beschwerderecht bei der Datenschutz-Aufsichtsbehörde:**

Bayerischer Landesbeauftragter für den Datenschutz (BayLfD)  
Postanschrift: Postfach 22 12 19, 80502 München  
Hausanschrift: Wagmüllerstr. 18, 80538 München  
Tel.: +49 (0) 89 2126720  
Fax: +49 (0) 89 21267250  
E-Mail: poststelle@datenschutz-bayern.de

Ich/Wir habe/n die Datenschutzbestimmung gelesen und erkläre/n mich/uns damit einverstanden.

Datum  Unterschrift des Elternteils/Personensorgeberechtigten \*

Datum  Unterschrift des Elternteils/Personensorgeberechtigten \*

\* zur Teilnahme des Kindes benötigen wir die **Unterschrift aller Elternteile/Personensorgeberechtigten**.  
Sollten Sie alleine unterschriftenberechtigt sein, reicht eine Unterschrift aus.

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.



Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Dieses Blatt bitte unterschrieben zurücksenden!

Teilnahme-ID:

## Einwilligungserklärung

Ich habe/Wir haben das Studieninformationsblatt zur Studie „Human-Biomonitoring auf Blei bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar“ gelesen. Die Daten werden nur ohne Personenbezug (pseudonymisiert) und nur für wissenschaftliche Zwecke ausgewertet. Ich bin/Wir sind mit der Speicherung und Verarbeitung der Daten (Adressdaten, Fragebogendaten, Interviewdaten, Blutbleiwerte, ausgewählte Daten der Schuleingangsuntersuchung, ggf. GPS-Daten) einverstanden. Ich wurde/Wir wurden darauf hingewiesen, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist. Eine Einwilligung zur Studienteilnahme verpflichtet mich/uns und mein/unser Kind nicht zur Teilnahme an zukünftigen Befragungen oder Studien. Die Einwilligung zur Studienteilnahme von mir/uns und die meines/unseres Kindes kann ich/können wir jederzeit und ohne Angabe von Gründen sowie ohne persönliche Nachteile unter der im Informationssschreiben angegebenen Adresse widerrufen.

Ich/wir bin/sind mit der Teilnahme meines/unseres Kindes an der Hauptuntersuchung der BLENCA2-Studie einverstanden.

Ich/wir bin/sind mit der Teilnahme meines/unseres Kindes  
an der optionalen Zusatzuntersuchung des Aufenthaltsortes durch GPS-Daten der BLENCA2-Studie einverstanden.

Ich/wir habe/n die Einwilligungserklärung gelesen und erkläre/n mich/ uns damit einverstanden.

Datum Unterschrift des Elternteils/Personensorgeberechtigten \*

Datum Unterschrift des Elternteils/Personensorgeberechtigten \*

\* zur Teilnahme des Kindes benötigen wir die Unterschrift aller Elternteile/Personensorgeberechtigten. Sollten Sie alleine unterschriftenberechtigt sein, reicht eine Unterschrift aus.

Ich/wir bin/sind mit der Teilnahme meines/unseres Kindes an der BLENCA2-Studie nicht einverstanden.

*Bitte wenden!*

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.



Anhang Abbildung 6 Einwilligungs- und Datenschutzerklärung der BLENCA2-Studie

## 10.1.6. Fragebogen



Dieses Blatt bitte ausgefüllt zurücksenden!

Teilnahme-ID:

### Fragebogen der Studie „Human-Biomonitoring auf Blei bei Vorschulkindern im Landkreis Goslar“ (BLENCA2)

#### INFORMATIONEN ZUM KURZFRAEBOGEN

Liebe Kinder, liebe Eltern, liebe Personensorgeberechtigte,

wir freuen uns sehr, dass Sie an unserer Studie teilnehmen. In diesem Fragebogen möchten wir Ihnen einige Fragen zu Ihnen und Ihrem Kind stellen.

Bitte beantworten Sie die Fragen so genau und vollständig wie möglich durch Ankreuzen der Antwortkästchen **X** oder Ausfüllen der Boxen (für Zahlen) **1 6** und Linien (für Text) **Text**.

Korrigieren Sie bitte falsch markierte Kästchen durch komplettes Ausfüllen.

fälschlicherweise angekreuzte Antwort

korrekte Antwort

Gehen Sie bitte der Reihe nach vor, Frage für Frage.

Alternativ können Sie den Fragebogen auch **online** ausfüllen. Sie finden den Fragebogen über den QR-Code oder über diesen Link:

[www.umfragen-am-klinikum.de/blenca2](http://www.umfragen-am-klinikum.de/blenca2)



Es wurde eine anonyme Umfrage konfiguriert. Tragen Sie bitte keine persönlichen Daten (zum Beispiel: vollständiger Name) in die Freitextfelder des Fragebogens ein. Falls Sie personenbezogene Daten freiwillig eintragen, werden Ihre Daten unverzüglich nach Kenntnisnahme gelöscht.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

#### ALLGEMEINES ZU IHREM KIND

1 Wann wurde Ihr Kind geboren?

Tag	Monat	2	0	Jahr
-----	-------	---	---	------

2 Welches Geschlecht hat Ihr Kind?

Männlich     Weiblich     Divers

#### UMGEBUNG IHRES KINDES

3 Wie häufig wird in der Gegenwart Ihres Kindes zum Beispiel zu Hause, im Auto, bei Freunden/Verwandten geraucht (Zigaretten, Zigarren, E-Zigaretten)?

Täglich     Mehrmals pro Woche     1x pro Woche     Seltener als 1x pro Woche     Nie

4 Hält sich Ihr Kind in Räumen auf, in denen bleihaltige Munition verwendet wird (zum Beispiel am Schießstand des Schützenvereins)?

Immer     Oft     Manchmal     Selten     Nie

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

**BLENCA2**  
Bleibelastung bei Vorschulkindern

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

**ANGABEN ZUR BILDUNG DER ELTERN**

Teilnahme-ID:

- 5 Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie? (Bitte für alle Elternteile / Personensorgeberechtigten angeben!)

Mutter    Vater    Andere

- |                          |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Abitur / allgemeine Hochschulreife   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fachabitur / Fachhochschulreife / fachgebundene Hochschulreife                                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mittlerer Schulabschluss (Sekundarabschluss I, „Realschulabschluss“ oder vergleichbarer Abschluss) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Hauptschulabschluss / Volksschulabschluss (Mittelschule)   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Schule beendet ohne Abschluss  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Noch keinen Schulabschluss   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Anderer Schulabschluss   |

- 6 Welche Berufsausbildung haben Sie? (Bitte für alle Elternteile / Personensorgeberechtigten angeben!)

Kreuzen Sie bitte alle zutreffenden Antworten an!

Mutter    Vater    Andere

- |                          |                          |                          |   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Universität / Hochschule  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fachhochschule / Ingenieurschule  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fachschule (z. B. Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lehre / Berufsschule  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Keinen beruflichen Abschluss (auch nicht in Ausbildung)                 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Noch in beruflicher Ausbildung  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Anderer Ausbildungsabschluss  |

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dem Fragebogen!

Mit Ihrer Hilfe sind wir dem Ziel unserer Studie einen großen Schritt nähergekommen.

Falls Sie noch Fragen haben, zögern Sie bitte nicht, uns per Telefon (+49 (0) 89 4400 57610) oder E-Mail (arb.blenca@med.lmu.de) zu kontaktieren.

Hier haben Sie noch die Möglichkeit für Anmerkungen zu unserem Fragebogen oder der BLENCA2-Studie im Allgemeinen:

---

---

---

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

**BLENCA2**  
Bleibbelastung bei Vorschulkindern

### 10.1.7. Interview

<b>LMU KLINIKUM</b>		<b>BLENCA2</b> Biebelastung bei Vorschulkindern																																			
<b>Interviewbogen BLENCA2</b>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #6aa84f; color: white;">Intro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 10%;">Name der Interviewerin</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datum des Interviews (Tag, Monat, Jahr)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">           Wie ist das Kind zur Teilnahme an BLENCA2 gekommen?  <input type="checkbox"/> Voranmeldung  <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - OHNE mitgebrachten Studienunterlagen  <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - MIT mitgebrachten Studienunterlagen         </td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="2">Wie lautet der <b>Nachname</b> Ihres Kindes?</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="2">Wie lautet der <b>Vorname</b> Ihres Kindes?</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Soziodemographische Angaben zum Kind</b></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td colspan="2">Wann wurde [Name des Kindes] geboren? (Tag, Monat, Jahr)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="2">Welches Geschlecht hat [Name des Kindes]?  <input type="checkbox"/> Männlich      <input type="checkbox"/> Divers  <input type="checkbox"/> Weiblich         </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Hygieneverhalten des Kindes</b></td> </tr> <tr> <td><b>Intro</b></td> <td colspan="2">Kinder nehmen ihre Finger o. ä. in den Mund. Wie ist das bei [Name des Kindes]?</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td colspan="2">           In den <b>letzten zwölf Monaten</b>: An einem typischen Tag, hat [Name des Kindes] die <b>Finger im Mund</b>? (Fingermägelkauen, Daumenlutschen etc.)?  <input type="checkbox"/> Immer  <input type="checkbox"/> Oft  <input type="checkbox"/> Manchmal  <input type="checkbox"/> Selten  <input type="checkbox"/> Nie         </td> </tr> <tr> <td>6</td> <td colspan="2">           In den <b>letzten zwölf Monaten</b>: An einem typischen Tag, wäscht sich [Name des Kindes] beim <b>nach Hause</b> kommen die Hände mit Wasser und Seife?  <input type="checkbox"/> Immer  <input type="checkbox"/> Oft  <input type="checkbox"/> Manchmal  <input type="checkbox"/> Selten  <input type="checkbox"/> Nie         </td> </tr> </tbody> </table>			Intro		Name der Interviewerin		Datum des Interviews (Tag, Monat, Jahr)		Wie ist das Kind zur Teilnahme an BLENCA2 gekommen? <input type="checkbox"/> Voranmeldung <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - OHNE mitgebrachten Studienunterlagen <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - MIT mitgebrachten Studienunterlagen		1	Wie lautet der <b>Nachname</b> Ihres Kindes?		2	Wie lautet der <b>Vorname</b> Ihres Kindes?		<b>Soziodemographische Angaben zum Kind</b>			3	Wann wurde [Name des Kindes] geboren? (Tag, Monat, Jahr)		4	Welches Geschlecht hat [Name des Kindes]? <input type="checkbox"/> Männlich <input type="checkbox"/> Divers <input type="checkbox"/> Weiblich		<b>Hygieneverhalten des Kindes</b>			<b>Intro</b>	Kinder nehmen ihre Finger o. ä. in den Mund. Wie ist das bei [Name des Kindes]?		5	In den <b>letzten zwölf Monaten</b> : An einem typischen Tag, hat [Name des Kindes] die <b>Finger im Mund</b> ? (Fingermägelkauen, Daumenlutschen etc.)? <input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie		6	In den <b>letzten zwölf Monaten</b> : An einem typischen Tag, wäscht sich [Name des Kindes] beim <b>nach Hause</b> kommen die Hände mit Wasser und Seife? <input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie	
Intro																																					
Name der Interviewerin																																					
Datum des Interviews (Tag, Monat, Jahr)																																					
Wie ist das Kind zur Teilnahme an BLENCA2 gekommen? <input type="checkbox"/> Voranmeldung <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - OHNE mitgebrachten Studienunterlagen <input type="checkbox"/> Spontane Rekrutierung - MIT mitgebrachten Studienunterlagen																																					
1	Wie lautet der <b>Nachname</b> Ihres Kindes?																																				
2	Wie lautet der <b>Vorname</b> Ihres Kindes?																																				
<b>Soziodemographische Angaben zum Kind</b>																																					
3	Wann wurde [Name des Kindes] geboren? (Tag, Monat, Jahr)																																				
4	Welches Geschlecht hat [Name des Kindes]? <input type="checkbox"/> Männlich <input type="checkbox"/> Divers <input type="checkbox"/> Weiblich																																				
<b>Hygieneverhalten des Kindes</b>																																					
<b>Intro</b>	Kinder nehmen ihre Finger o. ä. in den Mund. Wie ist das bei [Name des Kindes]?																																				
5	In den <b>letzten zwölf Monaten</b> : An einem typischen Tag, hat [Name des Kindes] die <b>Finger im Mund</b> ? (Fingermägelkauen, Daumenlutschen etc.)? <input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie																																				
6	In den <b>letzten zwölf Monaten</b> : An einem typischen Tag, wäscht sich [Name des Kindes] beim <b>nach Hause</b> kommen die Hände mit Wasser und Seife? <input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie																																				

7	In den <b>letzten zwölf Monaten</b> : An einem typischen Tag, wäscht sich [Name des Kindes] vor dem <b>Essen</b> die Hände mit Wasser und Seife? <input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie
	<b>Ernährungsverhalten des Kindes</b>
<b>Intro</b>	Gerne möchten wir Sie bezüglich der Ernährung von [Name des Kindes] befragen.
8	Nutzen Sie regelmäßig <u>einen</u> Garten (auch Vorgarten, Schrebergarten, begrünter Hof, Garten von Freunden/Verwandten/Bekannten o.ä.)? <small>Ca. 1 x in der Woche</small> <input type="checkbox"/> Ja → weiter mit Frage 7 <input type="checkbox"/> Nein → weiter mit Frage 12
9	Bauen Sie in <u>diesem Garten</u> Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide an? <input type="checkbox"/> Ja → weiter mit Frage 8 <input type="checkbox"/> Nein → weiter mit Frage 12
10	Bauen Sie in diesem Garten Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide ausschließlich in einem <b>Hochbeet</b> an? <input type="checkbox"/> Ja → weiter mit Frage 9 <input type="checkbox"/> Nein → weiter mit Frage 9

<b>11</b>	Wie oft isst [Name des Kindes] die folgenden in <u>diesem Garten</u> angebauten Lebensmittel (zur jeweiligen Saison)?					
		Täglich	Mehrmals pro Woche	1x pro Woche	Seltener als 1x pro Woche	Nie
Obst (Erdbeeren, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wurzelgemüse (Möhre, Porree, Rettich, Radieschen, Rote Beete, Zwiebel, Kohlrabi, Schwarzwurzel, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Anderes Gemüse (Blumenkohl, Broccoli, verschiedene Kohlsorten, Spinat, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salat (Kopfsalat, Feldsalat, Endivie, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kräuter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Getreide (Gerste, Roggen, Hafer, Weizen, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>12</b>	Seit wann isst [Name des Kindes] Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide aus <u>diesem Garten</u> ? (Monat, Jahr)					
<b>13</b>	Waschen bzw. schälen Sie Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide aus <u>diesem Garten gründlich</u> , bevor [Name des Kindes] dieses isst?					
	<input type="checkbox"/> Immer <input type="checkbox"/> Oft <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Selten <input type="checkbox"/> Nie					

<b>14</b>	Wie oft isst [Name des Kindes] Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide <u>aus dem Landkreis Goslar</u> (z. B. aus einem Hofladen, vom Nachbarn usw.)?					
	<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Woche <input type="checkbox"/> 1x pro Woche <input type="checkbox"/> Seltener als 1x pro Woche <input type="checkbox"/> Nie → weiter mit Frage 14					
<b>15</b>	Seit wann isst [Name des Kindes] Obst, Gemüse, Salat, Kräuter oder Getreide <u>aus dem Landkreis Goslar</u> (z. B. aus einem Hofladen, vom Nachbarn usw.)? (Monat, Jahr)					
<b>16</b>	Wie oft isst [Name des Kindes] die folgenden Speisen (zur jeweiligen Saison)?					
	Täglich	Mehrmals pro Woche	1x pro Woche	Seltener als 1x pro Woche	Nie	
Innereien (Leber, Niere, Bries, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wild	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Speisen aus dem Wald (Wildpilze, Beeren, Bärlauch, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fisch, Krusten, Schalentiere, andere Meeresprodukte usw.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Wohnorte</b>						
<b>Intro</b>	Gerne möchten wir Sie nun bezüglich der Wohnorte von [Name des Kindes] befragen.					
<b>17</b>	Wo wohnt [Name des Kindes] aktuell hauptsächlich? (Straßenname, Hausnummer, PLZ, Ort)					
<b>18</b>	Wann ist [Name des Kindes] dort eingezogen? (Monat, Jahr)					

<b>19</b>	Wo hat [Name des Kindes] davor hauptsächlich gewohnt? (Straßenname, Hausnummer, PLZ, Ort)	<input type="checkbox"/> Keine Angabe  
<b>20</b>	Wann ist [Name des Kindes] dort eingezogen? (Monat, Jahr)	<input type="checkbox"/> Keine Angabe  
<b>Betreuungsorte</b>		
<b>Intro</b>	Wir möchten nun herausfinden, wo [Name des Kindes] seit der Geburt betreut wurde.	
<b>21</b>	Wo im Landkreis Goslar wurde [Name des Kindes] hauptsächlich betreut?	
	<input type="checkbox"/> Kinderkrippe, Kindergarten, Kita	Name  Seit wann  Weitere (seit wann?)
	<input type="checkbox"/> Tagesmutter oder ähnliche Tagesbetreuung	Name  Seit wann  Weitere (seit wann?)
	<input type="checkbox"/> Verwandte, Freunde, Bekannte etc.	Straßenname, Hausnummer, PLZ, Ort  Seit wann  Weitere (seit wann?)
	<input type="checkbox"/> Zuhause	
	<input type="checkbox"/> Sonstige	Name  Seit wann  Weitere (seit wann?)



Freizeitverhalten des Kindes		
<b>Intro</b>	<p>Nun wollen wir herausfinden, wo sich [Name des Kindes] in den letzten zwölf Monaten in seiner Freizeit (draußen!) hauptsächlich aufgehalten hat.</p> <p>Hauptsächlich: mind. 1 x in der Woche</p>	
<b>22</b>	<p>In den letzten zwölf Monaten: Wo hat sich [Name des Kindes] im <u>Landkreis Goslar</u> hauptsächlich in der Freizeit draußen aufgehalten?</p>	
	<input type="checkbox"/> eigener Garten, Vorgarten, begrünter Hof, Schrebergarten o. ä.	<p>In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul>
	<input type="checkbox"/> Garten, Vorgarten, begrünter Hof, Schrebergarten von Freunden, Verwandten, Bekannten o. ä.	<p>Straßename, Hausnummer, PLZ, Ort</p> <p>In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul>



	<input type="checkbox"/> Sport- und/oder Spielplatz  <input type="checkbox"/> Wald und/oder Wiese	Name  Weitere?  In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf? <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul> Ort (GPS-Daten?)  Weitere?  In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf? <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul>
--	---	--



	<input type="checkbox"/> Freibad und/oder Badesee	Name  Weitere?  In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf? <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul>
	<input type="checkbox"/> Sonstiges	Name  Weitere?  In den letzten zwölf Monaten: In einer typischen Woche (in allen Jahreszeiten), wie viele Stunden in der Woche hielt sich [Name des Kindes] in Summe dort auf? <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Weniger als 1 Stunde in der Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 1 Stunde die Woche, aber weniger als 3 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 3 Stunden die Woche, aber weniger als 5 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Über 5 Stunden die Woche, aber weniger als 7 Stunden die Woche</li> <li><input type="checkbox"/> Mehr als 7 Stunden die Woche</li> </ul>
	<input type="checkbox"/> [Name des Kindes] hat sich nicht draußen aufgehalten	



**BLENCA2**  
Bleibbelastung bei Vorschulkindern

Zusatzuntersuchung	
<b>23</b>	Besteht Interesse an der Zusatzuntersuchung? <input type="checkbox"/> Ja → GPS-Gerät und Tagebuch aushändigen <input type="checkbox"/> Nein

### 10.1.8. GPS-Tagebuch



Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin  
AG Arbeits- und Unweltepidemiologie & NetTeaching



Teilnahme-ID:

#### INFORMATIONEN ZUM GPS-TAGEBUCH

Liebe Kinder, liebe Eltern, liebe Personensorgeberechtigte,

wir freuen uns sehr, dass Sie an der Zusatzuntersuchung der BLENCA2-Studie teilnehmen. In diesem GPS-Tracker-Tagebuch möchten wir Sie um die Dokumentation der Aufenthaltsorte Ihres Kindes und dem Tragen des GPS-Trackers bitten.

Füllen Sie das Tagebuch so genau und vollständig wie möglich durch Ankreuzen der Antwortkästchen  und Ausfüllen der Boxen und Linien **Text**.

**Korrigieren** Sie bitte falsch markierte Kästchen durch komplettes Ausfüllen.

- fälschlicherweise angekreuzte Antwort
- korrekte Antwort

Gehen Sie bitte der Reihe nach vor, Tag für Tag.

Es werden von Ihnen keine personenbezogenen Daten, wie Name oder Geburtsdatum, abgefragt, bitte geben Sie auch keine personenbeziehbaren Daten an. Es wurde eine anonyme Umfrage konfiguriert. Sollten Sie trotzdem personenbeziehbare Daten angeben, dann werden diese von uns vertraulich behandelt. Eine Weitergabe oder Übermittlung an Dritte erfolgt nicht. Ihre Daten werden unverzüglich nach Kenntnisnahme gelöscht.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

**GPS-TRACKER-TAGEBUCH**

Tag	Wochen- tag, Datum	Aufenthaltsorte während dem Tag	Hat Ihr Kind GPS-Gerät an den verschiedenen Aufenthaltsorten getragen?				Teilname-ID:	Grund für das Nicht-Tragen
			von 8:00	Uhr bis 13:15	Uhr 13:15	Schule		
Beispiel Montag, 31.08.23	von 13:15	Uhr bis 13:45	Uhr 13:45	Nachhauseweg	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von 13:45	Uhr bis 15:45	Uhr 15:45	Zu Hause	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von 15:45	Uhr bis 17:30	Uhr 17:30	Sportplatz	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	An Freunde verliehen
	von 17:30	Uhr bis 19:00	Uhr 19:00	Zu Hause	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	/
1	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	
	von /	Uhr bis /	Uhr /	/	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	

**GPS-TRACKER-TAGEBUCH**

Tag	Wochen- tag, Datum	Aufenthaltsorte während dem Tag	Hat Ihr Kind das GPS-Gerät an den verschiedenen Aufenthaltsorten getragen?			Grund für das Nicht- Tragen
2	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Teilweise
3	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
	von	Uhr bis Uhr	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein

3

**GPS-TRACKER-TAGEBUCH**

Tag	Wochen- tag, Datum	Aufenthaltsorte während dem Tag	Hat Ihr Kind GPS-Gerät an den verschiedenen Aufenthaltsorten getragen?				Teilname-ID: Grund für das Nicht-Tragen
			<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise		
<b>4</b>	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>5</b>	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**GPS-TRACKER-TAGEBUCH**

Tag	Wochen- tag, Datum	Aufenthaltsorte während dem Tag	Hat Ihr Kind GPS-Gerät an den verschiedenen Aufenthaltsorten getragen?				Grund für das Nicht-Tragen
			von	Uhr bis	Uhr	Ja	
<b>6</b>	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>7</b>	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	von	Uhr bis	Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 10.2. Erweiterte Beschreibung der Studienpopulation

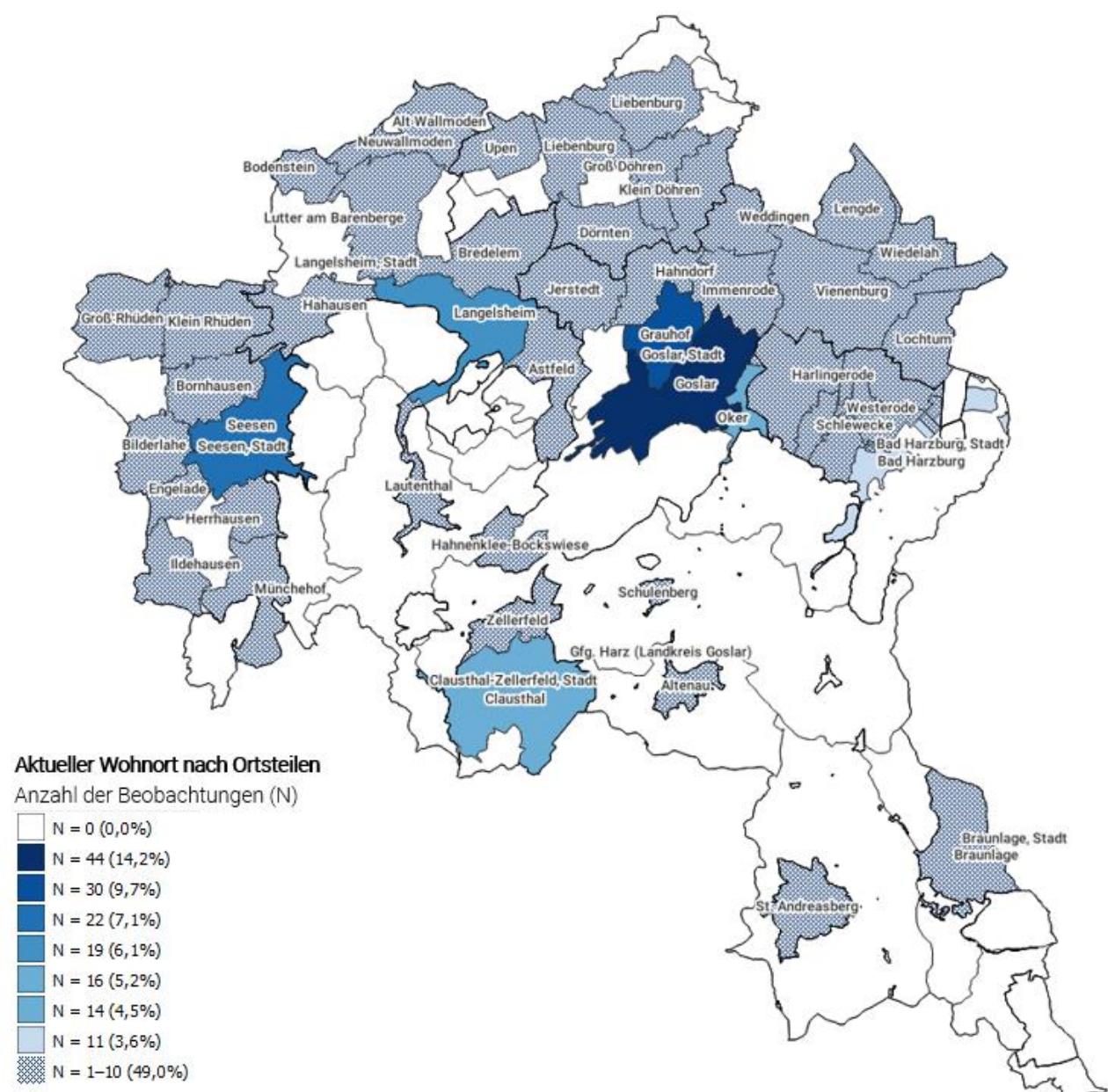
### 10.2.1. Erweiterte Beschreibung des Ernährungsverhaltens der Studienpopulation

Anhang Tabelle 1 Ernährungsverhalten der Studienpopulation: Konsum von Lebensmitteln aus dem Garten

	<b>Fehlende Werte</b>	<b>Kategorien</b>	<b>Gesamt N = 310</b>		<b>Mädchen (M) N = 136</b>		<b>Jungen (J) N = 174</b>	
			<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Obst <sup>1</sup>	2 <sup>6</sup> (1 M, 1 J)	Nie	154	49,7	61	44,9	93	53,8
		Seltener als 1x pro W.	32	10,3	11	8,1	21	12,1
		1x pro Woche	21	6,8	10	7,4	11	6,4
		Mehrmals pro Woche	58	18,7	28	20,6	30	17,4
		Täglich	43	13,9	25	18,4	18	10,4
Wurzelgemüse <sup>2</sup>	4 <sup>6</sup> (1 M, 3 J)	Nie	220	72,0	94	69,6	126	73,7
		Seltener als 1x pro W.	29	9,5	11	8,1	18	10,5
		1x pro Woche	11	3,6	5	3,7	6	3,5
		Mehrmals pro Woche	32	10,5	17	12,6	15	8,8
		Täglich	14	4,6	8	5,9	6	3,5
Anderem Gemüse <sup>3</sup>	3 <sup>6</sup> (2 M, 1 J)	Nie	260	84,7	108	80,6	152	87,9
		Seltener als 1x pro W.	12	3,9	7	5,2	5	2,9
		1x pro Woche	10	3,3	5	3,7	5	2,9
		Mehrmals pro Woche	19	6,2	11	8,2	8	4,6
		Täglich	6	2,0	3	2,2	3	1,7
Salat <sup>4</sup>	2 <sup>6</sup> (1 M, 1 J)	Nie	240	77,9	105	77,8	135	78,0
		Seltener als 1x pro W.	14	4,5	7	5,2	7	4,0
		1x pro Woche	28	9,1	10	7,4	18	10,4
		Mehrmals pro Woche	22	7,1	11	8,1	11	6,4
		Täglich	4	1,3	2	1,5	2	1,2
Kräutern	3 <sup>6</sup> (1 M, 2 J)	Nie	207	67,4	85	63,0	122	70,9
		Seltener als 1x pro W.	37	12,1	15	11,1	22	12,8
		1x pro Woche	27	8,8	16	11,9	11	6,4
		Mehrmals pro Woche	28	9,1	16	11,9	12	7,0
		Täglich	8	2,6	3	2,2	5	2,9
Getreide <sup>5</sup>	4 <sup>6</sup> (1 M, 3 J)	Nie	302	98,7	133	97,0	169	90,8
		Seltener als 1x pro W.	2	0,7	1	0,8	1	0,6
		1x pro Woche	1	0,3	0	0,0	1	0,6
		Mehrmals pro Woche	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Täglich	1	0,3	1	0,8	0	0,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Erdbeeren, usw., 2) Möhre, Porree, Rettich, Radieschen, Rote Beete, Zwiebel, Kohlrabi, Schwarzwurzel, usw., 3) Blumenkohl, Broccoli, verschiedene Kohlarten, Spinat, usw., 4) Kopfsalat, Feldsalat, Endivie, usw., 5) Gerste, Roggen, Hafer, Weizen, usw., 6) N = 39 nutzten keinen Garten, N = 89 bauten nicht im Garten an und wurden somit Kategorie „Nie“ zugeordnet, Vergleichsgruppe in den weiteren Analysen

## 10.2.2. Erweiterte Beschreibung der aktuellen Wohnorte der Studienpopulation



Kein Kind war aktuell wohnhaft in: Ahrendsberg, Baste, Buntenbock, Dammhaus, Eckertal, Festenburg, Gemkental, Haarwald, Haarwald, Hohegeiß, Johanneser Kurhaus, Johanneser Schacht, Kapellenfleck, Kirchberg, Kirchberg, Klein Mahner, Klein Mahner, Königskrug, Lauterberg, Lutter-Westerberg, Lüderode, Lüderoder, Mechtshausen, Nauen, Oberschulenberg, Oderbrück, Oderhaus, Oderteich, Odertal, Okerstausee, Ostharingen, Ostlutter, Ostlutter, Polsterberg, Polstertal, Riechenberg, Riechenberg, Schäder, Schäder, Schimmerwald, Schimmerwald, Seeseb-Neckelnberg, Sülteberg, Sülteberg, Sperrluttertal, Spiegelthal, Sonnenberg, Torfhaus, Wiesenberg, Wildemann, Wolfshagen, Wolfshagen-Mispliet, Aus Datenschutzgründen werden Ortsteile mit einer Anzahl von 1 bis 10 wohnhaften Kindern zusammengefasst dargestellt.

Anhang Abbildung 10 Aktueller Wohnort der Studienpopulation nach Ortsteilen

Anhang Tabelle 2 Aktuelle Wohnorte der Studienpopulation nach Ortsteilen

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Aktueller Wohnort nach Ortsteilen N ≥ 10	0	Goslar	44	14,2	23	16,9	21	12,1
		Grauhof	30	9,7	12	8,8	18	10,3
		Seesen	22	7,1	7	5,1	15	8,6
		Langelsheim	19	6,1	10	7,4	9	5,2
		Oker	16	5,2	5	3,7	11	6,3
		Clausthal	14	4,5	8	5,9	6	3,4
		Bad Harzburg	11	3,6	4	2,9	7	4,0
Aktueller Wohnort nach Ortsteilen N = 1–10 <sup>1</sup>	0	Altenau, Astfeld, Alt Wallmoden, Bettingerode, Bilderlahe, Bodenstein, Braunlage, Bredelem, Bornhausen, Bündheim, Dörnten, Engelade, Groß Döhren, Groß Rhüden, Hahnenklee-Bockswiese, Hahausen, Hahndorf, Harlingerode, Herrhausen, Ildehausen, Immenrode, Jerstedt, Klein Döhren, Klein Rhüden, Lautenthal, Lengde, Liebenburg, Lochtum, Lutter am Barenberge, Münchehof, Neuwallmoden, Othfresen, Schlewecke, Schulenberg, St. Andreasberg, Vienenburg, Weddingen, Westerode, Wiedelah, Zellerfeld	152	49,0	67	49,3	85	48,9

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Aus Datenschutzgründen werden die Ortsteile mit 1 bis 10 wohnhaften Kindern gemeinsam dargestellt, kein Kind war aktuell wohnhaft in: Ahrendsberg, Baste, Buntenbock, Dammhaus, Eckertal, Festenburg, Gemkental, Haarwald, Haarwald, Hohegeiß, Johanneser Kurhaus, Johanneser Schacht, Kapellenfleck, Kirchberg, Kirchberg, Klein Mahner, Klein Mahner, Königskrug, Lauterberg, Lutter-Westerberg, Lüderode, Lüderoder, Mechtshausen, Nauen, Oberschulenberg, Oderbrück, Oderhaus, Oderteich, Odertal, Okerstausee, Ostharingen, Ostlutter, Ostlutter, Polsterberg, Polstertal, Riechenberg, Riechenberg, Schäder, Schäder, Schimmerwald, Schimmerwald, Seeseb-Neckelnberg, Sülteberg, Sülteberg, Sperrluttetal, Spiegelatal, Sonnenberg, Torfhaus, Wiesenber, Wildemann, Wolfshagen, Wolfshagen-Mispriet

### 10.2.3. Erweiterte Beschreibung der Betreuungsorte der Studienpopulation

Anhang Tabelle 3 Betreuungsdauer am aktuellen Betreuungsort der Studienpopulation

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt		Mädchen (M)		Jungen (J)	
			N	%	N	%	N	%
Kindergarten	0	Unter 1 Jahr	24	7,7	10	7,4	14	8,1
		Über 1 Jahr	256	82,6	113	83,1	143	82,2
		Wechsel	N = 78		N = 37		N = 41	
		Vor unter 1 Jahr	17	21,8	8	21,6	9	22,0
		Vor über 1 Jahr	61	78,2	29	78,4	32	78,1
Tagesbetreuung <sup>1</sup>	0	Unter 1 Jahr	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Über 1 Jahr	7	100,0	2	100,0	5	100,0
Verwandte/Bekannte <sup>2</sup>	0	Unter 1 Jahr	3	3,5	1	2,9	2	4,0
		Über 1 Jahr	82	96,5	34	97,1	48	96,0

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, M = Mädchen, J = Jungen, 1) Fallzahl vom Wechsel klein, daher nicht dargestellt (Datenschutz), 2) Mehrfachangaben möglich, kein Wechsel

#### 10.2.4. Erweiterte Beschreibung der Freizeitorte der Studienpopulation

Anhang Tabelle 4 Freizeitorte außerhalb des Bodenplanungsgebiets

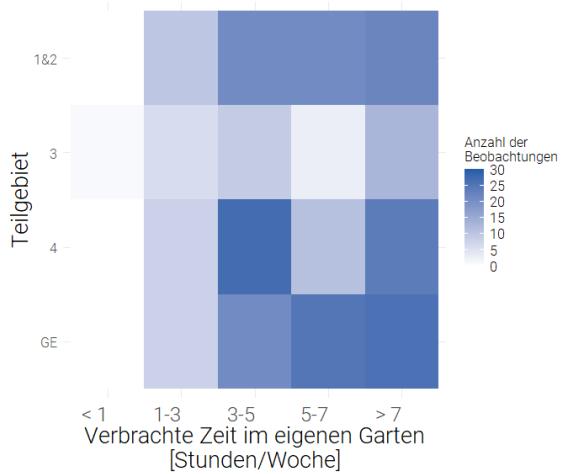
Aufenthaltsort	Nennungen außerhalb des Bodenplanungsgebiets (N)	
	Gesamt N	N nach Sonstiger Bodenbelastung
Eigener Garten	0	0
Garten von Verwandten/Bekannten	1	1x unbelasteter Boden
Sport-, Spielplätze	7	1x unbelasteter Boden 1x Boden 1.000–2.000 mg/kg 5x Boden 2.000–3.000 mg/kg
Wald, Wiese	112	10x unbelasteter Boden 3x Boden 70–200 mg/kg 36x Boden 200–500 mg/kg 33x Boden 500–1.000 mg/kg 26x Boden 1.000–2.000 mg/kg 3x Boden 2.000–3.000 mg/kg 1x Boden 3.000–5.000 mg/kg
Freibad, Badesee	1	1x Boden 1.000–2.000 mg/kg
Sonstige	0	0

N = Anzahl der Beobachtungen, Informationen zum Bodenplanungsgebiet in Abbildung 1 und sonstigen Bodenbelastungsgebiet in Abbildung 2

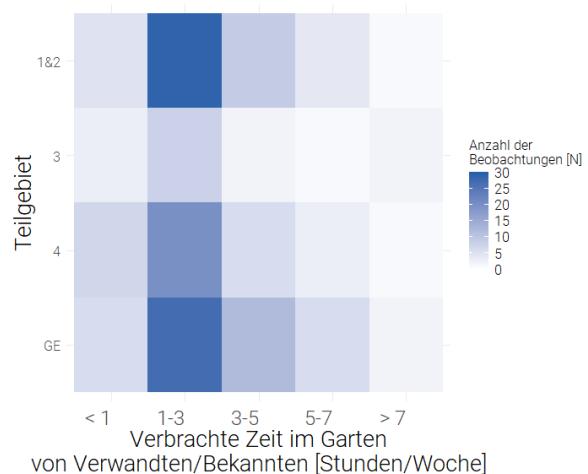
Anhang Tabelle 5 Freizeitverhalten der Studienpopulation: Freizeitorte nach Gemeinden

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174		
			N	%	N	%	N	%	
Eigener Garten	1 (1 J)			N = 258		N = 110		N = 148	
		Goslar	101	39,1	41	37,3	60	40,5	
		Langelsheim	48	18,6	27	24,5	21	14,2	
		Seesen	32	12,4	11	10,0	21	14,2	
		Bad Harzburg	28	10,8	14	12,7	14	9,5	
		Clausthal-Zellerfeld	17	6,6	7	6,4	10	6,8	
		Liebenburg	19	7,4	8	7,3	11	7,4	
		Braunlage	12	4,7	2	1,8	10	6,8	
Garten von Verwandten, Bekannten	1 (1 J)			N = 155		N = 75		N = 80	
		Goslar	56	36,1	24	32,0	32	40,0	
		Langelsheim	29	18,7	18	24,0	11	13,8	
		Seesen	24	15,5	10	13,3	14	17,5	
		Bad Harzburg	15	9,7	9	12,0	6	7,5	
		Clausthal-Zellerfeld	9	5,8	6	8,0	3	3,8	
		Liebenburg	13	8,4	7	9,3	6	7,5	
		Braunlage	8	5,2	1	1,3	7	8,8	
Sport-, Spielplatz	6 (1 M, 5 J)			N = 244		N = 102		N = 142	
		Goslar	102	41,8	41	40,2	61	43,0	
		Langelsheim	33	13,5	16	15,7	17	12,0	
		Seesen	35	14,3	15	14,7	20	14,1	
		Bad Harzburg	26	10,7	13	12,7	13	9,2	
		Clausthal-Zellerfeld	16	6,6	7	6,9	9	6,3	
		Liebenburg	14	5,7	7	6,9	7	4,9	
		Braunlage	12	4,9	2	2,0	10	7,0	
Wald, Wiese	9 (4 M, 5 J)			N = 220		N = 91		N = 129	
		Goslar	82	37,3	31	34,1	51	39,5	
		Langelsheim	25	11,4	12	13,2	13	10,1	
		Seesen	25	11,4	12	13,2	13	10,1	
		Bad Harzburg	20	9,1	10	11,0	10	7,8	
		Clausthal-Zellerfeld	12	5,5	3	3,3	9	7,0	
		Liebenburg	16	7,3	7	7,7	9	7,0	
		Braunlage	14	6,4	3	3,3	11	8,5	
		Gemeindefreies Gebiet Harz	17	7,7	9	9,9	8	6,2	
				N = 149		N = 64		N = 85	
Freibad, Badesee	6 (1 M, 5 J)	Goslar	77	51,7	34	53,1	43	50,6	
		Langelsheim	19	12,8	10	15,6	9	10,6	
		Seesen	7	4,7	5	7,8	2	2,4	
		Bad Harzburg	13	8,7	4	6,3	9	10,6	
		Clausthal-Zellerfeld	11	7,4	6	9,4	5	5,9	
		Liebenburg	13	8,7	4	6,3	9	10,6	
		Braunlage	2	1,3	0	0,0	2	2,4	
		Gemeindefreies Gebiet Harz	1	0,7	0	0,0	1	1,2	
Sonstiges	0		-	-	-	-	-	-	

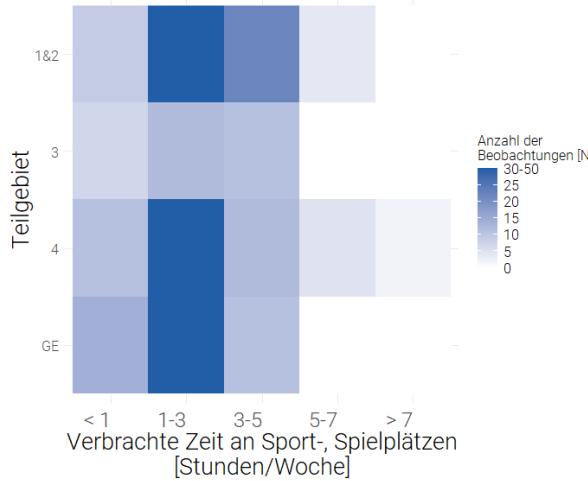
Angaben für die letzten 12 Monate, Mehrfachangaben möglich, N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100



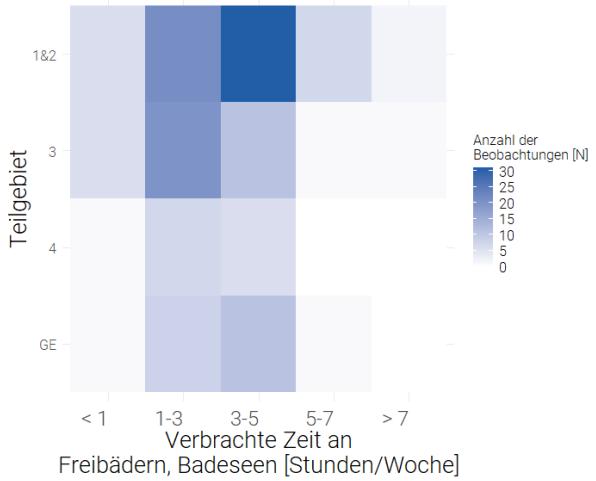
Anhang Abbildung 11 Heatmap: Verbrachte Zeit im eigenen Garten nach Belastungsgebieten



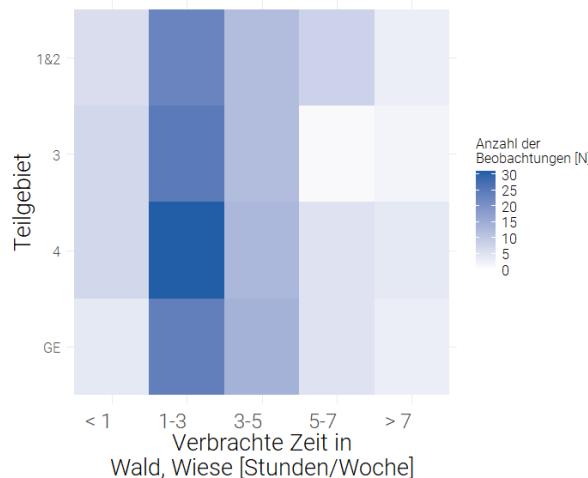
Anhang Abbildung 12 Heatmap: Verbrachte Zeit im Garten von Verwandten/Bekannten nach Belastungsgebieten



Anhang Abbildung 13 Heatmap: Verbrachte Zeit an Sport-, und Spielplätzen nach Belastungsgebieten



Anhang Abbildung 14 Heatmap: Verbrachte Zeit an Freibädern und Badeseen nach Belastungsgebieten



Anhang Abbildung 15 Heatmap: Verbrachte Zeit in Wald und Wiese nach Belastungsgebieten

Die Heatmap zeigt die Häufigkeit der Werte in den verschiedenen Kategorien. Die Farbskala verdeutlicht die Häufigkeit, wobei intensivere Farben höhere Häufigkeiten darstellen.

Anhang Tabelle 6 Freizeitverhalten der Studienpopulation: Freizeitorte nach Bodenbelastungsgebieten

	Fehlende Werte	Kategorien	Gesamt N = 310		Mädchen (M) N = 136		Jungen (J) N = 174	
			N	%	N	%	N	%
Eigener Garten	1 (1 J)	N = 258		N = 110		N = 148		
		Teilgebiet 1*	71	27,6	31	28,2	40	27,2
		Teilgebiet 2*	4	1,6	1	0,9	3	2,0
		Teilgebiet 3	32	12,5	14	12,7	18	12,2
		Teilgebiet 4	70	27,2	33	30,0	37	25,2
		GE	80	31,1	31	28,2	49	33,3
Garten von Verwandten, Bekannten	1 (1 J)	N = 155		N = 75		N = 80		
		Teilgebiet 1*	46	29,9	27	36,0	19	24,1
		Teilgebiet 2*	2	1,3	1	1,3	1	1,3
		Teilgebiet 3	16	10,4	9	12,0	7	8,9
		Teilgebiet 4	37	24,0	18	24,0	19	24,1
		GE	53	34,4	20	26,7	33	41,8
Sport-, Spielplatz	6 (1 M, 5 J)	N = 244		N = 102		N = 142		
		Teilgebiet 1*	76	31,9	35	34,7	41	29,9
		Teilgebiet 2*	6	2,5	2	2,0	4	2,9
		Teilgebiet 3	30	12,6	14	13,9	16	11,7
		Teilgebiet 4	65	27,3	26	25,7	39	28,5
		GE	61	25,6	24	23,8	37	27,0
Wald, Wiese	9 (4 M, 5 J)	N = 220		N = 91		N = 129		
		Teilgebiet 1*	50	23,7	19	21,8	31	24,0
		Teilgebiet 2*	3	1,4	1	1,1	2	1,6
		Teilgebiet 3	48	22,7	25	28,7	23	17,8
		Teilgebiet 4	60	28,4	18	20,7	42	32,6
		GE	50	23,7	24	27,6	26	20,2
Freibad, Badesee	6 (1 M, 5 J)	N = 149		N = 64		N = 85		
		Teilgebiet 1*	67	46,9	32	50,8	35	43,8
		Teilgebiet 2*	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Teilgebiet 3	40	28,0	18	28,6	22	27,5
		Teilgebiet 4	15	10,5	4	6,3	11	13,8
		GE	21	14,7	9	14,3	12	15,0
Sonstiges	0	N = 4		N = 3		N = 1		
		Teilgebiet 1*	2	50,0	1	50,0	1	50,0
		Teilgebiet 2*	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Teilgebiet 3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
		Teilgebiet 4	1	25,0	1	100,0	0	0,0
		GE	1	25,0	1	100,0	0	0,0
Alle Freizeitorte	23 (6 M, 17 J)	N = 1030		N = 445		N = 585		
		Teilgebiet 1*	312	31,0	145	33,0	167	29,4
		Teilgebiet 2*	15	1,5	5	1,1	10	1,8
		Teilgebiet 3	166	16,5	80	18,2	86	15,1
		Teilgebiet 4	248	24,6	100	22,8	148	26,1
		GE	266	26,4	109	24,8	157	27,6

Angaben für die letzten 12 Monate, Mehrfachangaben möglich, N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5.

\*Teilgebiet 1 & 2 wurde in den weiteren Analysen zusammengefasst

## 10.3. Erweiterte Beschreibung der Blutbeiwerte

Anhang Tabelle 7 Referenzwertüberschreitung der Blutbleiwerte bezogen auf die Referenzwerte für Blei von 2019 und 2025

	Gesamt N = 310		Mädchen N = 136		Jungen N = 174		p
	N	%	N	%	N	%	
<b>Referenzwerte nach deutscher HBM-Kommission 2019<sup>1</sup></b>							
Unterhalb des Referenzwertes	110	35,7	44	32,4	66	37,9	
Oberhalb des Referenzwertes	200	64,5	92	67,7	108	62,1	0,37
<b>Referenzwerte nach deutscher HBM-Kommission 2025<sup>2</sup></b>							
Unterhalb des Referenzwertes	153	48,3	78	57,4	75	43,1	
Oberhalb des Referenzwertes	157	50,7	58	42,7	99	56,9	0,02

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Chi-Quadrat-Test, 1) Referenzwert für Mädchen 15 µg/l, für Jungen 20 µg/l, 2) Referenzwert für Mädchen 19 µg/l, für Jungen 22 µg/l

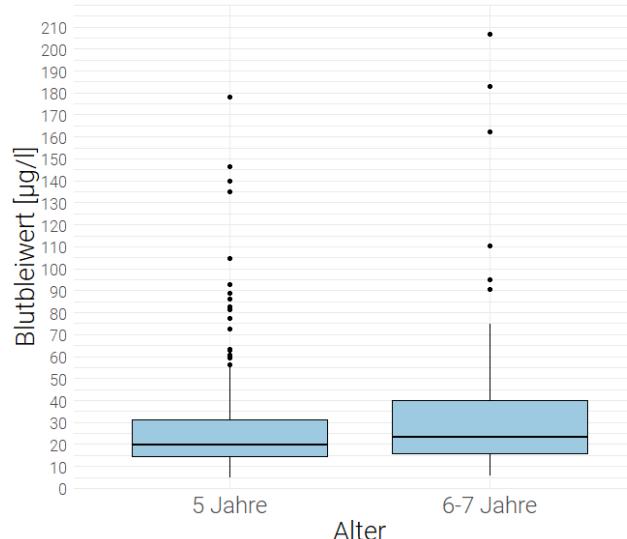
### 10.3.1. Erweiterte Beschreibung der Blutbeiwerte nach Blutentnahmedatum

Anhang Tabelle 8 Blutbeiwerte nach Jahreszeit der Blutentnahme

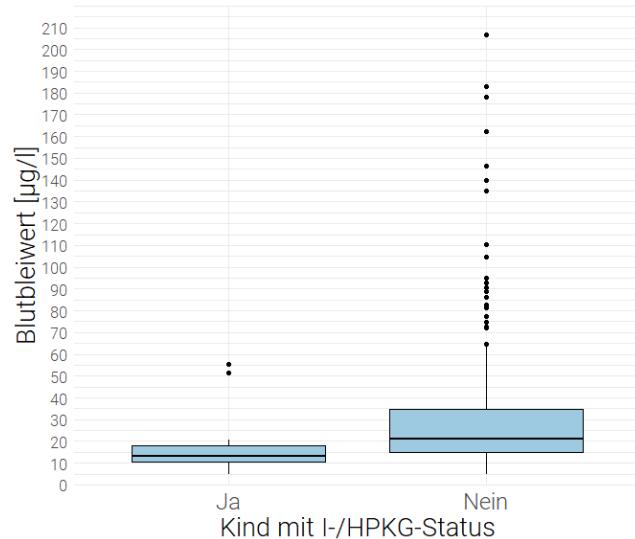
	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R19	R25	p
µg/l													
Blut-entnahmedatum	Herbst	81	11,1	20,4	44,8	59,5	80,8	178,2	27,5	22,8	67,9	56,8	
	Winter	97	7,6	16,2	39,0	55,0	67,2	139,8	22,0	17,2	49,5	35,1	
	Frühling	79	12,2	22,9	64,7	89,1	117,9	146,5	32,9	25,6	69,6	55,7	< 0,001
	Sommer	53	15,6	27,5	74,2	121,8	182,2	206,6	42,2	31,3	79,2	62,3	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen)

### 10.3.2. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Soziodemografie der Studienpopulation



Anhang Abbildung 16 Boxplot: Blutbeiwerte nach Alter



Anhang Abbildung 17 Boxplot: Blutbeiwerte nach I-/HPKG-Status

Die Box zeigt den Interquartilsabstand (P25–P75), der Median (P50) ist als Linie markiert. Punkte außerhalb der Box werden als Ausreißer definiert.

### 10.3.3. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation

Anhang Tabelle 9 Blutbleiwerte nach Hygieneverhalten der Studienpopulation aufgeteilt nach Geschlecht

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
$\mu\text{g/l}$													%
<b>Händewaschen Allgemein<sup>1</sup></b>													
Mädchen	Ja	103	9,3	17,5	39,4	46,4	59,9	82,8	21,4	18,3	66,0	40,8	0,30
	Nein	32	11,0	18,2	52,4	70,4	126,4	206,6	30,1	22,1	71,9	46,9	
Jungen	Ja	139	10,7	22,8	60,9	94,1	141,4	183,0	33,0	24,7	58,3	52,5	0,03
	Nein	33	10,6	33,3	70,1	89,6	124,8	178,2	41,2	31,5	78,8	75,8	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Angaben der letzten 12 Monate, 1) Händewaschen beim Nachhausekommen und vor dem Essen

### 10.3.4. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation

Anhang Tabelle 10 Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation: Anbauart von Obst und Gemüse im Garten für Kinder, deren Familie einen eigenen Garten besaßen

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
Anbau im Garten	Ja	182	12,6	22,0	55,2	82,5	142,3	183,0	30,7	23,9	68,7	54,9	0,80
Anbau im Garten	Nein	87	9,6	19,7	60,4	78,6	93,4	206,6	31,2	23,1	62,1	48,3	
Anbau im Hochbeet	Ja	87	12,5	22,4	56,9	99,6	150,9	183,0	32,3	24,5	69,0	56,3	0,73
Anbau im Hochbeet	Nein	95	13,0	20,4	52,3	78,9	108,1	178,2	29,2	23,4	68,4	53,7	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90.

Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen)

Anhang Tabelle 11 Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation: Konsum von Lebensmitteln aus einem Garten

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
<b>Konsum von Lebensmitteln aus einem Garten (zur jeweiligen Saison)</b>													
Obst	Ja <sup>1</sup>	122	13,2	21,0	51,3	82,5	137,7	183,0	30,2	23,7	68,0	52,5	0,41
Obst	Nein <sup>2</sup>	186	9,3	20,1	57,0	74,1	99,4	206,6	29,4	22,1	62,4	49,5	
Wurzel-gemüse	Ja <sup>1</sup>	57	14,1	19,8	53,5	84,0	129,4	162,2	31,0	24,6	68,4	52,6	0,48
Wurzel-gemüse	Nein <sup>2</sup>	249	9,6	20,4	56,3	75,3	111,4	206,6	29,5	22,4	63,9	50,2	
Anderes Gemüse	Ja <sup>1</sup>	35	13,7	19,8	47,4	77,0	143,6	162,2	30,8	23,7	71,4	48,6	0,79
Anderes Gemüse	Nein <sup>2</sup>	272	9,8	20,4	56,7	79,1	107,8	206,6	29,6	22,6	63,6	50,7	
Salat	Ja <sup>1</sup>	54	13,9	22,7	43,8	51,7	129,9	162,2	28,8	23,8	68,5	55,6	0,58
Salat	Nein <sup>2</sup>	254	9,6	19,9	57,3	81,8	109,9	206,6	29,9	22,5	63,8	49,6	
Kräuter	Ja <sup>1</sup>	63	13,1	17,7	45,3	52,1	100,7	134,9	26,4	21,7	65,1	47,6	0,39
Kräuter	Nein <sup>2</sup>	244	9,6	21,1	57,3	80,7	140,7	206,6	30,6	23,0	64,3	51,2	
Getreide	Ja <sup>1</sup>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Getreide	Nein <sup>2</sup>	304	10,3	20,4	56,0	80,7	133,4	206,6	29,8	22,8	64,5	50,7	
Seit wann	Nie	126	8,9	18,4	55,3	72,4	91,8	206,6	28,3	21,2	58,7	44,4	
Seit wann	Unter 1 Jahr	12	12,9	20,9	26,4	37,9	46,3	51,9	21,9	19,8	75,0	50,0	0,27
Seit wann	Über 1 Jahr	162	13,0	22,0	57,1	88,4	145,0	183,0	31,5	24,3	68,5	54,9	
Waschen/Schälen	Ja <sup>3</sup>	270	10,2	19,7	55,5	78,3	125,5	206,6	29,3	22,4	62,6	48,5	0,18
Waschen/Schälen	Nein <sup>4</sup>	38	11,0	24,8	54,5	81,4	113,7	139,8	32,4	25,5	78,9	65,8	
<b>Lebensmittel aus dem Landkreis Goslar</b>													
Konsum	Ja <sup>1</sup>	65	11,3	22,2	55,2	71,8	154,3	183,0	31,1	23,4	67,7	52,3	0,67
Konsum	Nein <sup>2</sup>	243	9,8	20,0	55,2	80,9	114,2	206,6	29,3	22,6	63,8	50,2	
Seit wann	Nie	175	9,6	20,4	56,1	78,4	122,1	206,6	30,0	22,6	62,7	50,3	
Seit wann	Unter 1 Jahr	6	12,6	22,9	73,5	82,1	87,3	90,8	36,3	26,7	50,0	50,0	0,89
Seit wann	Über 1 Jahr	127	10,9	20,3	52,8	71,7	118,6	183,0	28,9	22,7	67,7	51,2	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90.

Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Keine näheren Angaben bei N < 5, 1) Ja = 1x die Woche bis täglich, 2) Nein = Nie bis seltener als 1x pro Woche, 3) Ja = Manchmal bis immer, 4) Nein = Nie bis selten

Anhang Tabelle 12 Blutbleiwerte nach Ernährungsverhalten der Studienpopulation: Konsum von Lebensmitteln aus einem Garten mit Anbau im Hochbeet

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R19	R25	p
			µg/l								%		
<b>Konsum von Lebensmitteln aus dem Garten (zur jeweiligen Saison)</b>													
Obst	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	51	13,1	22,2	51,5	99,7	162,2	183,0	32,7	24,7	66,7	54,9	0,67
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	71	13,3	19,8	48,1	80,0	98,2	134,9	28,3	23,0	69,0	50,7	
	Nein <sup>2</sup>	186	9,3	20,1	57,0	74,1	99,4	206,6	29,4	22,1	62,4	49,5	
Wurzel-gemüse	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	20	14,7	22,0	53,8	79,1	129,0	162,2	33,3	25,5	65,0	55,0	0,76
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	37	14,1	19,8	53,5	84,0	101,6	134,9	29,8	24,0	70,3	51,4	
	Nein <sup>2</sup>	249	9,6	20,4	56,3	75,3	111,4	206,6	29,5	22,4	63,9	50,2	
Anderes Gemüse	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	9	17,2	34,1	74,0	118,1	144,6	162,2	46,4	35,8	88,9	77,8	0,10
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	26	12,0	18,0	36,9	49,0	93,6	134,9	25,5	20,6	65,4	38,5	
	Nein <sup>2</sup>	272	9,8	20,4	56,7	79,1	107,8	206,6	29,6	22,6	63,6	50,7	
Salat	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	22	14,0	22,7	45,1	51,2	115,7	162,2	31,7	25,5	68,2	54,5	0,73
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	32	13,8	22,8	36,6	48,1	83,6	134,9	26,9	22,6	68,8	56,2	
	Nein <sup>2</sup>	254	9,6	19,9	57,3	81,8	109,9	206,6	29,9	22,5	63,8	49,6	
Kräuter	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	25	13,1	17,0	37,1	43,9	48,6	51,5	22,5	20,3	60,0	44,0	0,61
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	38	13,1	19,4	47,9	91,1	112,4	134,9	28,9	22,6	68,4	50,0	
	Nein <sup>2</sup>	244	9,6	21,1	57,3	80,7	140,7	206,6	30,6	23,0	64,3	51,2	
Getreide	Ja, nur im Hochbeet <sup>1</sup>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ja, nicht im Hochbeet <sup>1</sup>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nein <sup>2</sup>	304	10,3	20,4	56,0	80,7	133,4	206,6	29,8	22,8	64,5	50,7	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Keine näheren Angaben bei N < 5, 1) Ja = 1x die Woche bis täglich, 2) Nein = Nie bis seltener als 1x pro Woche

### 10.3.5. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach den Wohnorten der Studienpopulation

Anhang Tabelle 13 Blutbleiwerte nach aktuellen Wohnorten der Studienpopulation

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l									%	
Aktueller Wohnort nach Gemeinden	Goslar	131	9,2	20,0	60,8	87,8	142,5	206,6	32,1	23,1	61,8	51,1	
	Langelsheim	53	14,1	23,6	49,1	59,8	63,4	74,7	28,3	24,7	71,7	60,4	
	Seesen	37	11,6	18,6	47,6	52,8	70,0	110,2	24,9	20,6	62,2	45,9	
	Bad Harzburg	34	9,4	18,4	36,0	66,1	87,0	88,7	24,8	20,3	64,7	41,2	0,39
	Clausthal-Zellerfeld	22	9,8	21,8	47,6	51,3	59,2	64,7	26,4	22,0	68,2	54,5	
	Liebenburg	19	12,7	16,7	25,5	33,4	47,1	56,2	20,2	18,4	57,9	36,8	
	Braunlage	14	12,2	24,2	144,9	169,5	177,6	183,0	54,3	33,4	71,4	57,1	
Aktueller Wohnort nach Teilgebieten	Gesamt												
	TG 1 und 2	95	9,1	27,2	72,3	89,3	178,8	206,6	38,0	26,9	68,4	60,0	
	TG 3	39	10,9	21,3	47,6	61,1	105,6	139,8	29,3	23,7	69,2	56,4	0,04
	TG 4	91	9,5	18,3	50,8	55,8	81,6	92,9	24,3	20,2	63,7	42,9	
	GE	85	10,9	19,5	43,5	53,8	118,1	146,5	26,3	21,0	58,8	45,9	
	Mädchen												
	TG 1 und 2	41	8,9	17,3	59,5	64,7	103,2	206,6	29,2	20,7	63,4	48,8	
	TG 3	19	13,7	19,7	41,7	47,0	50,2	52,4	24,5	21,8	78,9	57,9	0,59
	TG 4	42	9,7	17,7	32,2	42,2	64,0	82,8	20,9	18,2	71,4	33,3	
	GE	34	11,6	17,4	30,0	30,8	38,0	51,9	19,3	17,5	61,8	38,2	
Wohndauer an aktueller Wohnadresse	Jungen												
	TG 1 und 2	54	10,1	36,5	82,7	115,8	177,2	183,0	44,7	32,7	72,2	68,5	
	TG 3	20	10,7	25,8	61,1	97,1	122,7	139,8	33,9	25,6	60,0	55,0	0,03
	TG 4	49	9,9	22,2	52,6	55,9	81,8	92,9	27,1	22,0	57,1	51,0	
	GE	51	10,9	22,0	46,3	107,3	134,9	146,5	31,0	23,8	56,9	51,0	
Unter 1 Jahr	Unter 1 Jahr	31	13,4	22,4	72,4	88,4	137,1	206,6	36,1	26,9	71,0	54,8	
	Über 1 Jahr	277	9,8	20,0	54,3	75,2	122,1	183,0	29,0	22,3	63,9	50,2	0,23

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), TG = Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Variable „Aktueller Wohnort nach Teilgebieten“ Grundlage für multivariable Analyse

### 10.3.6. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Freizeitort der Studienpopulation

Anhang Tabelle 14 Blutbleiwerte nach Freizeitverhalten der Studienpopulation nach Gemeinden

	Kategorien	N <sup>1</sup>	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l								%		
Eigener Garten	Goslar	101	9,5	21,2	72,4	94,8	146,5	206,6	35,3	24,7	64,4	53,5	
	Langelsheim	48	14,4	23,3	47,2	59,0	64,2	74,7	28,2	24,8	72,9	60,4	
	Seesen	32	11,0	22,5	51,2	53,3	75,5	110,2	26,5	21,6	62,5	53,1	
	Bad Harzburg	28	13,4	21,1	42,4	75,4	87,3	88,7	27,4	23,0	75,0	50,0	0,41
	Clausthal-Zellerfeld	17	12,2	22,2	49,5	54,1	60,5	64,7	28,5	24,3	76,5	58,8	
	Liebenburg	19	12,7	16,7	25,5	33,4	47,1	56,2	20,2	18,4	57,9	36,8	
	Braunlage	12	11,3	31,6	156,4	171,6	178,4	183,0	60,6	37,5	75,0	66,7	
Garten von Verwandten, Bekannten	Goslar	56	11,1	19,6	54,9	85,8	130,9	206,6	31,0	22,9	62,5	48,2	
	Langelsheim	29	14,7	23,6	57,3	61,9	68,4	74,7	30,2	26,2	75,9	55,2	
	Seesen	24	11,5	22,0	40,5	50,8	83,4	110,2	25,2	20,6	62,5	50,0	
	Bad Harzburg	15	10,2	18,5	31,4	35,0	36,1	36,8	19,8	18,1	53,3	40,0	0,40
	Clausthal-Zellerfeld	9	6,4	16,2	45,3	55,0	60,8	64,7	23,0	17,4	55,6	44,4	
	Liebenburg	13	11,5	16,7	24,2	26,9	29,3	30,9	18,3	17,2	61,5	38,5	
	Braunlage	8	10,0	17,6	128,0	155,5	172,0	183,0	48,0	26,2	50,0	37,5	
Sport-, Spielplatz	Goslar	102	9,6	20,7	60,5	85,9	138,9	206,6	31,4	23,0	63,7	52,9	
	Langelsheim	33	14,4	26,1	55,4	61,5	67,5	74,7	30,5	26,6	72,7	57,6	
	Seesen	35	10,8	17,5	40,4	53,0	72,2	110,2	23,3	19,2	57,1	40,0	
	Bad Harzburg	26	8,4	18,5	35,5	50,8	72,0	88,7	23,4	19,2	61,5	42,3	0,09
	Clausthal-Zellerfeld	16	8,7	20,9	45,7	52,2	59,7	64,7	25,6	20,8	68,8	50,0	
	Liebenburg	14	11,6	16,2	24,0	26,4	29,1	30,9	17,8	16,8	50,0	35,7	
	Braunlage	12	11,2	31,6	156,4	171,6	178,4	183,0	59,9	36,3	75,0	58,3	
Wald, Wiese	Goslar	82	10,7	22,1	60,8	92,9	142,5	178,2	31,9	23,7	65,4	55,6	
	Langelsheim	25	14,4	27,0	54,0	59,5	67,7	74,7	29,8	26,2	68,0	60,0	
	Seesen	25	13,6	21,8	49,0	52,3	53,4	54,3	24,9	22,1	72,0	48,0	
	Bad Harzburg	20	8,7	18,4	26,9	27,5	30,7	32,9	18,7	17,1	55,0	35,0	0,25
	Clausthal-Zellerfeld	12	12,0	21,3	42,9	46,9	49,7	51,5	26,0	22,6	75,0	50,0	
	Liebenburg	16	12,1	16,2	27,5	37,2	48,6	56,2	20,0	17,9	50,0	37,5	
	Braunlage	14	12,2	24,2	144,9	169,5	177,6	183,0	54,3	33,4	71,4	57,1	
	Gfg. Harz	17	11,5	19,6	50,3	68,0	93,3	110,2	28,5	22,1	64,7	41,2	
Freibad, Badesee	Goslar	77	10,4	23,4	64,3	89,3	113,2	146,5	32,4	24,6	65,4	57,7	
	Langelsheim	19	15,8	33,4	51,8	59,6	59,9	60,2	34,1	31,3	89,5	78,9	
	Seesen	7	11,7	15,5	25,0	26,3	27,0	27,5	17,4	16,5	57,1	28,6	
	Bad Harzburg	13	6,7	16,3	51,2	56,2	56,9	57,4	22,8	17,7	53,8	38,5	0,06
	Clausthal-Zellerfeld	11	12,0	21,3	26,7	33,6	37,7	40,5	20,1	18,6	72,7	36,4	
	Liebenburg	13	13,3	20,0	30,2	41,0	50,1	56,2	22,4	20,4	53,8	46,2	
	Braunlage	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gfg. Harz	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Gfg. = gemeindefreies Gebiet, 1) nur Kinder aufgeführt, die angaben, sich an dem jeweiligen Freizeitort aufzuhalten

Anhang Tabelle 15 Blutbleiwerte nach Freizeitverhalten der Studienpopulation nach Bodenbelastungsgebieten

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
Eigener Garten	TG 1 und 2	75	10,0	31,7	76,3	112,2	180,7	206,6	42,3	30,3	74,7	65,3	0,01
	Teilgebiet 3	32	12,5	22,3	51,8	74,2	111,9	139,8	31,2	25,1	68,8	59,4	
	Teilgebiet 4	70	9,9	18,6	52,4	58,2	82,2	92,9	25,6	20,9	68,6	45,7	
	GE	80	10,9	19,8	44,7	56,8	120,6	146,5	27,0	21,6	60,0	48,8	
Garten von Verwandten, Bekannten	TG 1 und 2	48	11,1	21,5	63,9	73,9	184,4	206,6	34,8	24,7	70,8	54,2	0,48
	Teilgebiet 3	16	12,7	20,3	76,0	98,6	105,6	110,2	33,9	25,5	62,5	56,2	
	Teilgebiet 4	37	11,0	18,3	35,2	42,6	53,9	82,8	22,8	19,9	59,5	43,2	
	GE	53	10,7	18,7	36,1	47,6	102,4	134,9	24,3	19,9	58,5	41,5	
Sport-, Spielplatz	TG 1 und 2	82	9,5	25,2	74,5	90,7	170,1	206,6	37,3	26,3	70,7	58,5	0,06
	Teilgebiet 3	30	13,0	20,4	65,4	89,4	113,7	139,8	32,0	24,1	73,3	56,7	
	Teilgebiet 4	65	8,3	18,2	51,1	55,2	83,0	104,5	25,4	20,3	58,5	43,1	
	GE	61	10,8	17,7	33,9	44,7	52,4	110,2	22,1	19,2	55,7	41,0	
Wald, Wiese	TG 1 und 2	53	12,3	26,9	70,1	82,7	137,8	162,2	36,2	27,9	73,6	62,3	0,07
	Teilgebiet 3	48	11,8	19,6	43,6	90,6	178,5	183,0	30,3	21,8	66,7	50,0	
	Teilgebiet 4	60	11,9	19,5	44,9	58,9	102,4	110,2	25,8	21,2	61,7	45,0	
	GE	50	10,9	19,0	50,1	53,4	58,0	146,5	26,3	21,6	60,0	46,0	
Freibad, Badesee	TG 1 und 2	67	10,7	26,8	59,7	68,9	81,0	92,9	31,2	25,4	73,1	65,7	0,27
	Teilgebiet 3	40	12,0	21,3	60,3	96,8	137,5	146,5	31,8	24,2	67,5	50,0	
	Teilgebiet 4	15	7,6	17,6	48,1	56,0	56,8	57,4	23,4	18,6	53,3	40,0	
	GE	21	13,2	18,6	37,3	56,2	85,2	104,5	25,3	20,9	57,1	42,9	
Sonstiges	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5

### 10.3.7. Erweiterte Beschreibung der Blutbleiwerte nach Aufenthaltsdauer der Studienpopulation

Anhang Tabelle 16 Blutbleiwerte nach verbrachter Zeit an Freizeitorten

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
	[Stunden/Woche]		$\mu\text{g/l}$								%		
Eigener Garten	$\leq 3$	85	9,3	17,7	40,3	50,0	59,7	206,6	23,6	18,9	54,1	38,8	0,003
	> 3	223	10,9	22,4	59,3	85,8	137,6	183,0	31,8	24,3	68,6	55,2	
Garten von Verwandten, Bekannten	$\leq 3$	49	10,4	17,7	51,4	68,8	83,9	110,2	25,5	20,5	63,3	44,9	0,23
	> 3	260	10,2	20,8	56,3	81,5	138,9	206,6	30,5	23,2	65,0	51,9	
Sport-, Spielplatz	$\leq 3$	240	10,0	20,0	53,7	73,0	136,0	206,6	29,6	22,7	64,6	50,4	0,83
	> 3	68	10,7	20,7	67,0	79,9	85,0	162,2	30,3	23,1	64,7	51,5	
Wald, Wiese	$\leq 3$	223	9,8	19,8	54,2	72,4	107,7	206,6	28,6	22,0	62,8	50,2	0,26
	> 3	84	11,5	21,6	60,6	89,6	142,1	162,2	32,7	24,8	69,0	52,4	
Freibad, Badesee	$\leq 3$	236	9,6	19,6	53,0	82,5	136,4	206,6	29,3	22,1	63,1	48,3	0,11
	> 3	71	10,9	23,9	56,2	66,6	80,6	146,5	30,6	24,9	70,4	59,2	
Sonstiges	$\leq 3$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	> 3	308	10,1	20,4	55,6	79,9	131,4	206,6	29,7	22,7	64,6	50,6	
Gesamt	$\leq 15$	236	9,8	19,7	54,3	86,7	136,4	206,6	29,7	22,3	62,3	49,6	0,26
	> 15	73	13,5	22,2	60,7	73,3	80,4	146,5	29,9	24,3	72,6	54,8	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen),  $\leq 3$  Stunden/Woche = Nie bis 3 Stunden/Woche, > 3 Stunden/Woche = 3 bis über 7 Stunden/Woche

Anhang Tabelle 17 Blutbleiwerte nach Belastung x Zeit an Freizeitorten

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			µg/l								%		
Eigener Garten	Hoch	80	11,9	28,2	72,6	91,3	168,9	183,0	39,5	29,5	76,2	66,2	0,003
	Mittel	87	9,8	19,5	55,7	75,0	93,4	206,6	28,9	21,9	65,5	48,3	
	Niedrig	89	11,9	19,7	42,4	53,3	116,1	146,5	26,6	21,6	61,8	48,3	
	Nicht	52	8,8	17,1	38,0	45,7	50,7	59,5	20,3	17,3	50,0	34,6	
Garten von Ver- wandten, Bekannten	Hoch	52	10,2	20,5	64,6	90,7	181,5	206,6	34,5	24,0	71,2	50,0	0,67
	Mittel	42	12,1	18,5	42,6	52,4	61,7	82,8	24,8	21,2	57,1	47,6	
	Niedrig	61	10,9	19,5	40,5	81,3	102,6	134,9	26,1	21,1	60,7	45,9	
	Nicht	154	9,7	22,1	56,0	80,4	137,0	178,2	30,9	23,5	66,2	53,9	
Sport-, Spielplatz	Hoch	73	9,5	26,7	74,2	89,5	173,8	206,6	37,3	26,4	71,2	60,3	0,14
	Mittel	77	10,4	18,7	52,3	58,1	72,8	104,5	25,6	20,9	61,0	45,5	
	Niedrig	88	10,7	18,6	41,0	79,4	117,9	146,5	26,4	20,7	60,2	44,3	
	Nicht	66	10,8	20,0	51,7	58,9	112,4	178,2	29,1	23,0	65,2	51,5	
Wald, Wiese	Hoch	70	13,8	26,9	62,2	87,2	122,7	162,2	35,5	27,9	80,0	64,3	0,009
	Mittel	41	12,4	17,5	34,0	37,3	179,2	183,0	27,0	19,5	56,1	36,6	
	Niedrig	100	10,9	19,0	50,1	57,9	104,6	146,5	26,3	21,2	58,0	47,0	
	Nicht	91	9,1	19,5	55,4	68,4	97,9	206,6	29,5	21,9	62,6	49,5	
Freibad, Badesee	Hoch	42	10,7	27,0	60,1	71,8	78,3	82,8	32,2	26,1	71,4	64,3	0,23
	Mittel	32	12,1	22,8	46,9	69,2	113,3	146,5	30,8	24,3	75,0	62,5	
	Niedrig	69	10,6	20,0	55,6	58,9	98,8	134,9	26,8	21,4	60,9	46,4	
	Nicht	162	9,8	19,0	52,4	81,0	157,3	206,6	29,8	22,1	63,0	46,9	
Sonstiges	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	Hoch	94	10,8	27,0	72,3	87,0	142,9	183,0	36,8	28,0	77,7	64,9	0,0008
	Mittel	91	10,7	20,4	54,4	93,8	152,8	206,6	30,7	22,5	62,6	49,5	
	Niedrig	122	10,1	17,8	42,5	54,2	72,3	134,9	23,6	19,7	56,6	41,0	
	Nicht	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R19 = Prozent über Referenzwert 2019, R25 = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Variable „Gesamt“ Grundlage für multivariable Analyse

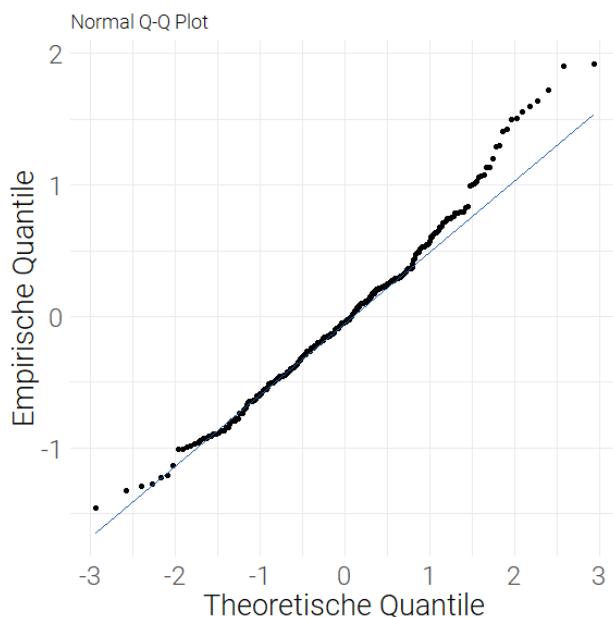
## 10.4. Prüfung der Modellvoraussetzungen

Für die Modelle der linearen Regression wurden die Blutbleiwerte logarithmiert, da Blutbleiwerte häufig rechtsschief<sup>6</sup> verteilt sind. Diese Transformation trägt dazu bei, die Modellvoraussetzungen besser zu erfüllen.

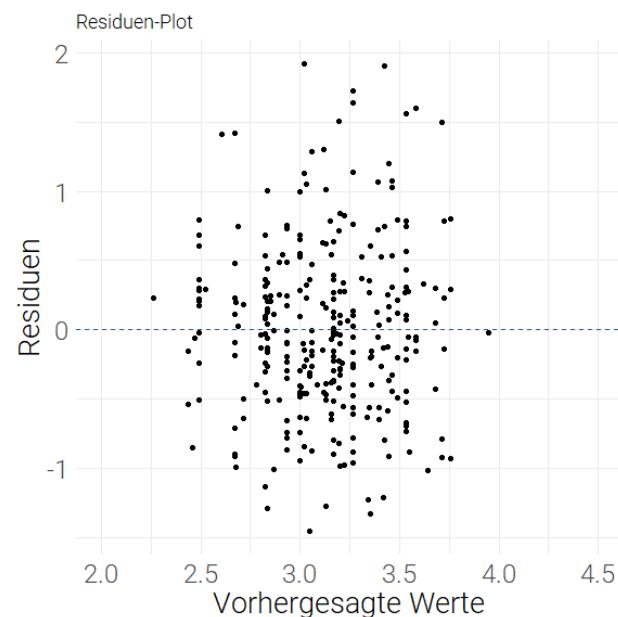
Die Modellvoraussetzungen aller Modelle wurden überprüft und als weitgehend erfüllt befunden. Beispielhaft ist nachfolgend die Prüfung der Modellvoraussetzungen des Basismodells (Kapitel 5.4.1) im Detail dargestellt.

- Normalverteilung der Residuen: Der Normal-Q-Q-Plot (Anhang Abbildung 18) zeigt, dass die Residuen größtenteils entlang der Diagonalen liegen, was auf eine annähernd normale Verteilung hindeutet.
- Homoskedastizität: Der Residuen-Plot (Anhang Abbildung 19) zeigt keine systematischen Muster, was für eine angemessene Modellanpassung spricht. Der Scale-Location-Plot (Anhang Abbildung 20) weist zwar einen leichten Anstieg der Trendlinie auf, jedoch bleibt die Streuung insgesamt relativ konstant, sodass keine gravierende Verletzung dieser Annahme vorliegt.
- Einflussreiche Beobachtungen: Der Cook's-Distance-Plot (Anhang Abbildung 21) zeigt einige Datenpunkte mit einem erhöhten Einfluss auf die Regressionsmodelle. Eine ergänzende Ausreißeranalyse, bei der diese Beobachtungen ausgeschlossen wurden, führte jedoch zu vergleichbaren Ergebnissen. Dies spricht für die Robustheit der Modelle und zeigt, dass die Hauptergebnisse nicht durch einzelne einflussreiche Datenpunkte verzerrt wurden (Anhang Abbildung 27).

Aufgrund des großen Stichprobenumfangs ( $N = 304$ ) ist zudem davon auszugehen, dass das Modell robust gegenüber kleineren Abweichungen von den theoretischen Annahmen ist (51). Der Dichte-Plot (Anhang Abbildung 22) bestätigt ebenfalls, dass die Modellannahmen gut zu den tatsächlichen Daten passen.

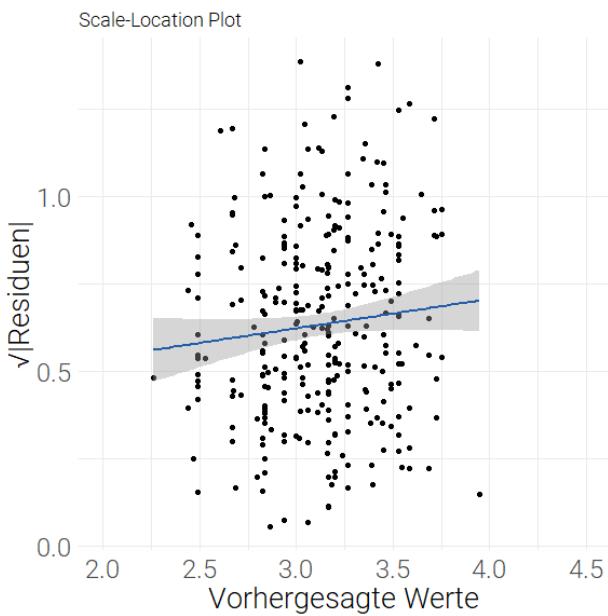


Anhang Abbildung 18 Basismodell: Normal-Q-Q-Plot

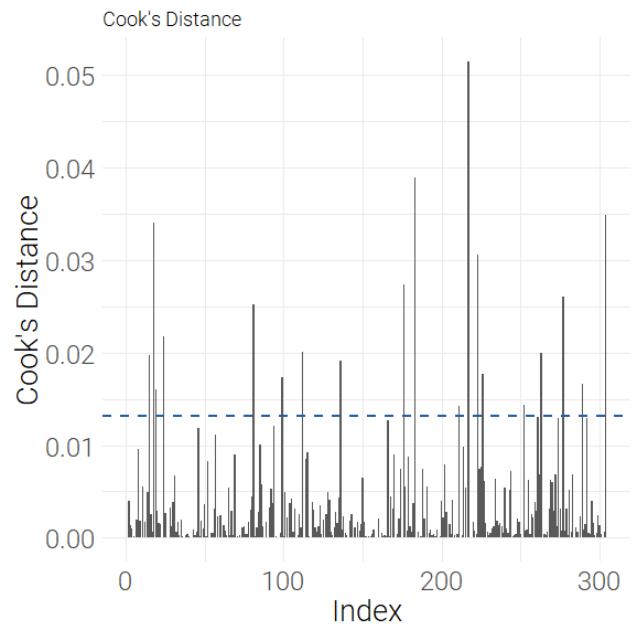


Anhang Abbildung 19 Basismodell: Residual-Plot

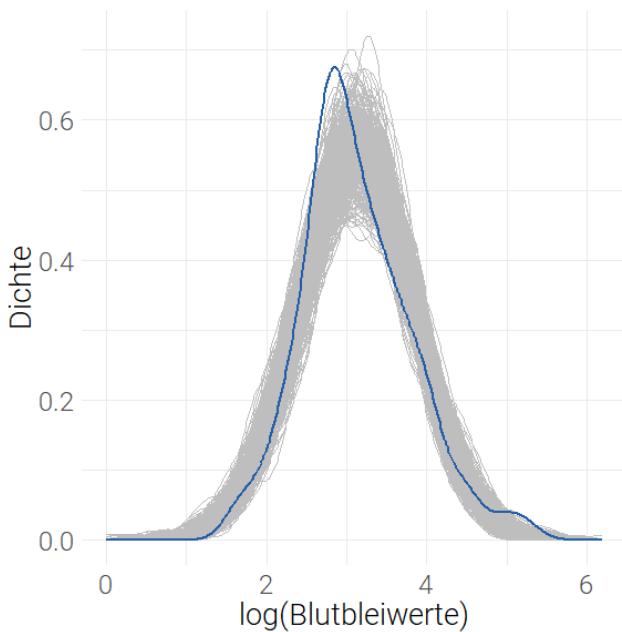
<sup>6</sup> Eine rechtsschiefe Verteilung liegt vor, wenn der Großteil der Werte einer Variablen (hier: Blutbleiwerte) im unteren Bereich liegt und einige wenige hohe Werte die Verteilung nach rechts „ziehen“.



Anhang Abbildung 20 Basismodell: Scale-Location-Plot



Anhang Abbildung 21 Basismodell: Cook Distance Plot



Anhang Abbildung 22 Dichte-Plot: Tatsächliche Verteilung von  $\log(\text{Blutbleiwerte})$  (blaue Linie) im Vergleich zu simulierter Verteilung auf Grundlage des Modells (graue Linien),  
 $\log = \text{naturlicher Logarithmus mit Basis } e$

## 10.5. Sensitivitätsanalysen der bivariate Analyse

Anhang Tabelle 18 Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsorten der Studienpopulation unter Ausschluss der Tagesbetreuung

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
Aktuelle Betreuungs orte	Kinder-garten	281	10,0	20,3	56,2	82,8	136,9	206,6	29,9	22,7	65,1	50,2	0,11
	Verwandte/ Bekannte1	85	10,9	21,3	47,5	81,8	123,0	206,6	29,4	22,5	60,0	51,8	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen), 1) Mehrfachangaben möglich

Anhang Tabelle 19 Blutbleiwerte nach aktuellen Betreuungsort Kindergarten der Studienpopulation aufgeteilt nach Waldkindergarten und sonstigen Kindergarten

	Kategorien	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	p
			$\mu\text{g/l}$								%		
Aktueller Betreuungs ort Kinder-garten	Waldkinder -garten	267	10,1	20,4	56,9	85,1	138,2	206,6	30,5	23,0	64,8	50,6	0,23
	Sonstiger Kinder-garten	14	10,2	18,4	25,9	29,5	32,3	34,2	18,9	17,7	71,4	42,9	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025, p = p-Wert, signifikant bei p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test (für 2 Ausprägungen) oder Kruskal-Wallis-Test (für > 2 Ausprägungen)

## 10.6. Sensitivitätsanalysen der multivariablen Analyse

Anhang Tabelle 20 Stratifizierte Betrachtung der Blutbleiwerte nach in den Sensitivitätsanalysen ausgeschlossenen Subgruppen

	N	P10	P50	P90	P95	P98	Max	AM	GM	R <sub>19</sub>	R <sub>25</sub>	
		$\mu\text{g/l}$								%		
Gesamt	310	10,2	20,4	55,5	79,5	130,5	206,6	29,7	22,7	64,5	50,6	
Erste Sensitivitätsanalyse												
Ohne Kinder mit I- /HPG-Status, ohne Geschwisterpaare, RSD < 20 <sup>1</sup>	281	10,7	21,3	56,2	81,3	136,9	206,6	30,4	23,4	65,8	52,3	
Zweite Sensitivitätsanalyse												
Ohne Kinder mit I- /HPG-Status, ohne Geschwisterpaare, RSD < 20 <sup>1</sup> und ohne Einfach-bestimmungen	268	10,6	20,4	53,8	73,8	126,5	206,6	29,5	22,8	64,9	50,7	
Dritte Sensitivitätsanalyse												
Ohne Kinder mit I- /HPG-Status, ohne Geschwisterpaare, RSD < 20 <sup>1</sup> und ohne Einfach-bestimmungen, Gleicher Wohnort > 1 Jahr	242	10,0	20,4	53,5	71,8	114,6	183,0	29,1	22,6	64,5	50,8	

N = Anzahl der Beobachtungen, P10 = 10. Perzentil, P50 = Median, P90 = 90. Perzentil, P95 = 95. Perzentil, P98 = 98. Perzentil, Max = Maximalwert, AM = Arithmetisches Mittel, GM = Geometrisches Mittel, R<sub>19</sub> = Prozent über Referenzwert 2019, R<sub>25</sub> = Prozent über Referenzwert 2025, 1) Relative Standardabweichung unter 20%

### 10.6.1. Basismodell als logistische Regression

Anhang Tabelle 21 Ergebnisse des Basismodells (logistische Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ )

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,96	1,91	8,49
	Frühling 24	3,56	1,74	7,54
	Sommer 24	2,35	1,10	5,13
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,14	1,31	3,54
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	2,72	1,41	5,43
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,16	0,03	0,56
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,52	0,85	2,74
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,95	1,07	3,63
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,24	0,55	2,89

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 397,83

### 10.6.2. Basismodell unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)

Anhang Tabelle 22 Ergebnisse des Basismodells (lineare Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 276$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,31	1,05	1,63
	Frühling 24	1,51	1,22	1,87
	Sommer 24	1,61	1,27	2,03
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,20	1,63
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	1,19	0,98	1,45
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,28	1,07	1,53
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,26	1,05	1,52
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,17	0,92	1,50

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,19$  (adjustiertes  $R^2 = 0,17$ ), Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 23 Ergebnisse des Basismodells (logistische Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 276$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,14	1,61	6,90
	Frühling 24	3,34	1,61	7,19
	Sommer 24	1,97	0,89	4,41
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,10	1,26	3,52
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	2,71	1,37	5,53
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,59	0,87	2,96
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	2,00	1,06	3,87
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,12	0,49	2,61

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 368,17, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 24 Ergebnisse des Basismodells (lineare Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 263$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,33	1,07	1,66
	Frühling 24	1,40	1,13	1,73
	Sommer 24	1,59	1,27	2,01
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,20	1,63
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	1,21	1,00	1,47
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,31	1,10	1,57
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,25	1,03	1,51
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,12	0,86	1,44

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,19$  (adjustiertes  $R^2 = 0,17$ ), Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 25 Ergebnisse des Basismodells (logistische Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 263$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD)  $> 20\%$  und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,40	1,58	7,57
	Frühling 24	2,84	1,35	6,18
	Sommer 24	2,00	0,90	4,50
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,06	1,23	3,51
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	2,76	1,40	5,65
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,57	0,85	2,94
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	2,00	1,06	3,87
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,88	0,37	2,13

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert  $< 0,05$ , Erklärungsgüte des Modells: AIC = 352,90, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD  $> 20\%$  ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 26 Ergebnisse des Basismodells (lineare Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 237$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD)  $> 20\%$ , Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,31	1,04	1,65
	Frühling 24	1,40	1,11	1,75
	Sommer 24	1,58	1,23	2,05
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,42	1,21	1,66
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	1,22	0,99	1,51
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,29	1,07	1,56
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,19	0,97	1,45
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,17	0,89	1,53

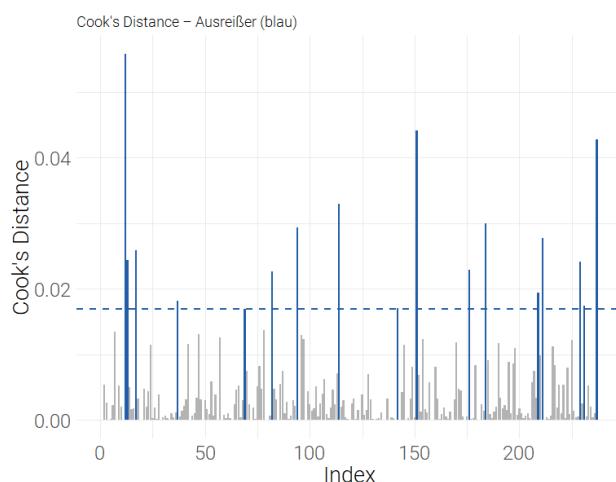
Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert  $< 0,05$ , Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,18$  (adjustiertes  $R^2 = 0,16$ ), Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD  $> 20\%$  ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

Anhang Tabelle 27 Ergebnisse des Basismodells (logistische Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 237$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD)  $> 20\%$ , Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,20	1,45	7,33
	Frühling 24	2,57	1,18	5,76
	Sommer 24	2,42	1,01	5,94
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,11	1,22	3,67
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	2,67	1,29	5,67
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,41	0,75	2,68
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,59	0,81	3,19
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,92	0,37	2,32

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert  $< 0,05$ , Erklärungsgüte des Modells: AIC = 321,69, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD  $> 20\%$  ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

### 10.6.3. Basismodell unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)



Anhang Abbildung 23 Basismodell: Cook Distance Plot mit potenziellen Ausreißern (blau)

Anhang Tabelle 28 Ergebnisse des Basismodells (lineare Regression) zur Untersuchung der demografischen und umweltbezogenen Einflussfaktoren auf die Blutbleiwerte ( $N = 287$ ) unter Ausschluss potenzieller Ausreißer

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,42	1,16	1,75
	Frühling 24	1,56	1,27	1,92
	Sommer 24	1,71	1,36	2,16
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,20	1,62
Alter	5 Jahre (Vergleichskategorie)	1		
	6–7 Jahre	1,19	0,98	1,44
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,57	0,41	0,79
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,24	1,05	1,47
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,25	1,05	1,49
Konsum von Lebensmitteln aus dem Wald	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,12	0,88	1,44

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,22$  (adjustiertes  $R^2 = 0,19$ ), Ausschluss von potenziellen Ausreißern ( $N = 17$ ) dargestellt in Anhang Abbildung 23

#### 10.6.4. Ortsmodell Wohnorte mit Adjustierungsvariablen

Anhang Tabelle 29 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ ) mit Adjustierungsvariablen

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,38	1,14	1,67
	Frühling 24	1,53	1,26	1,85
	Sommer 24	1,85	1,50	2,29
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,23	1,62
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,57	0,41	0,79
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,20	1,02	1,42
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,21	1,01	1,43
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet <sup>1</sup>	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,02	0,85	1,23
	Teilgebiet 3	1,24	0,97	1,58
	Teilgebiet 1&2	1,32	1,10	1,60

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,24$  (adjustiertes  $R^2 = 0,21$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, 1) Trendtest  $p < 0,001$

#### 10.6.5. Ortsmodell Wohnorte als logistische Regression

Anhang Tabelle 30 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ )

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,92	1,50	5,79
	Frühling 24	2,69	1,40	5,28
	Sommer 24	3,55	1,70	7,64
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,20	1,35	3,64
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,19	0,04	0,67
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,46	0,82	2,65
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,85	1,00	3,46
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,02	0,54	1,96
	Teilgebiet 3	2,14	0,94	4,97
	Teilgebiet 1&2	2,04	1,06	3,99

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 401,32, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5

## 10.6.6. Ortsmodell Wohnorte unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)

Anhang Tabelle 31 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 275$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,27	1,03	1,55
	Frühling 24	1,48	1,21	1,80
	Sommer 24	1,74	1,39	2,17
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,21	1,64
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,26	1,05	1,50
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,21	1,01	1,46
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,02	0,83	1,24
	Teilgebiet 3	1,22	0,95	1,56
	Teilgebiet 1&2	1,32	1,08	1,61

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,21$  (adjustiertes  $R^2 = 0,18$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 32 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 275$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,27	1,14	4,60
	Frühling 24	2,54	1,30	5,06
	Sommer 24	3,00	1,37	6,56
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,15	1,29	3,61
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,53	0,83	2,84
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,89	1,00	3,68
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,05	0,54	2,05
	Teilgebiet 3	2,10	0,83	4,92
	Teilgebiet 1&2	2,10	1,06	4,22

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 371,31, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 33 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 262$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,28	1,04	1,57
	Frühling 24	1,36	1,12	1,66
	Sommer 24	1,75	1,40	2,18
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,39	1,20	1,62
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,28	1,07	1,53
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,21	1,00	1,46
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,01	0,82	1,24
	Teilgebiet 3	1,25	0,98	1,60
	Teilgebiet 1&2	1,33	1,10	1,63

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,22$  (adjustiertes  $R^2 = 0,19$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 34 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 262$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,40	1,18	4,95
	Frühling 24	2,18	1,09	4,42
	Sommer 24	3,11	1,44	6,93
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,07	1,23	3,53
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,47	0,79	2,77
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,83	0,95	3,61
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	0,95	0,47	1,92
	Teilgebiet 3	2,20	0,95	5,21
	Teilgebiet 1&2	2,13	1,06	4,32

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 354,84, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 35 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 236$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,26	1,01	1,56
	Frühling 24	1,36	1,10	1,68
	Sommer 24	1,74	1,37	2,23
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,42	1,21	1,67
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,24	1,03	1,50
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,14	0,93	1,40
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	0,99	0,80	1,22
	Teilgebiet 3	1,29	0,99	1,79
	Teilgebiet 1&2	1,29	1,04	1,60

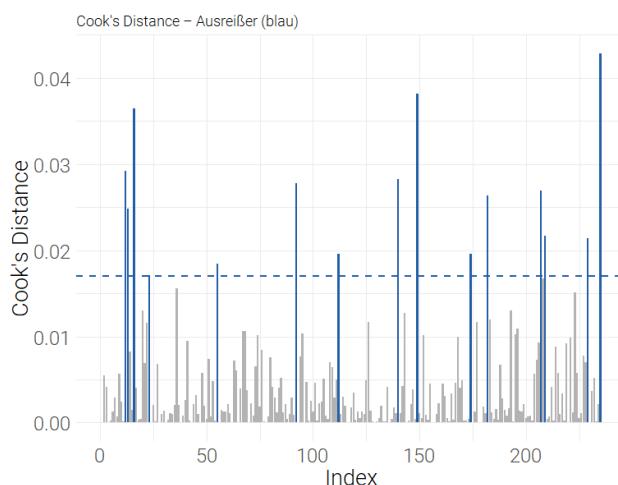
Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,20$  (adjustiertes  $R^2 = 0,17$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

Anhang Tabelle 36 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 236$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,25	1,08	4,78
	Frühling 24	2,02	0,98	4,22
	Sommer 24	3,81	1,62	9,38
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,06	1,20	3,61
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,21	0,63	2,33
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,47	0,74	2,98
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	0,80	0,39	1,65
	Teilgebiet 3	2,25	0,92	5,70
	Teilgebiet 1&2	2,07	1,00	4,38

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 321,34, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

### 10.6.7. Ortsmodell Wohnorte unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)



Anhang Abbildung 24. Ortsmodell Wohnorte: Cook Distance Plot mit potenziellen Ausreißern (blau)

Anhang Tabelle 37 Ergebnisse des Ortsmodells Wohnorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Wohnorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 289$ ) unter Ausschluss potenzieller Ausreißer

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,38	1,13	1,68
	Frühling 24	1,53	1,25	1,86
	Sommer 24	1,85	1,49	2,29
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,22	1,63
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,54	0,37	0,78
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,24	1,04	1,47
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,02	1,46
Aktueller Wohnort nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,03	0,85	1,26
	Teilgebiet 3	1,25	0,97	1,61
	Teilgebiet 1&2	1,36	1,12	1,65

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,20$  (adjustiertes  $R^2 = 0,18$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von potenziellen Ausreißern ( $N = 15$ ) dargestellt in Anhang Abbildung 24

## 10.6.8. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten mit Adjustierungsvariablen

Anhang Tabelle 38 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 274$ ) mit Adjustierungsvariablen

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,31	1,07	1,60
	Frühling 24	1,37	1,13	1,67
	Sommer 24	1,69	1,35	2,11
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,39	1,20	1,61
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,51	0,35	0,73
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,25	1,04	1,49
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,24	1,04	1,49
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet <sup>1</sup>	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,12	0,91	1,37
	Teilgebiet 3	1,20	0,94	1,54
	Teilgebiet 1&2	1,45	1,18	1,79

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,24$  (adjustiertes  $R^2 = 0,21$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, 1) Trendtest  $p < 0,001$

## 10.6.9. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten als logistische Regression

Anhang Tabelle 39 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (logistische Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 274$ )

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,14	1,06	3,94
	Frühling 24	1,98	1,01	3,94
	Sommer 24	2,30	1,07	5,03
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,24	1,34	3,81
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,13	0,02	0,54
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,61	0,86	3,05
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	2,00	1,06	3,85
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,14	0,57	2,29
	Teilgebiet 3	1,46	0,63	3,40
	Teilgebiet 1&2	2,44	1,18	5,13

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 364,35, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5

## 10.6.10. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)

Anhang Tabelle 40 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 250$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,24	0,99	1,54
	Frühling 24	1,35	1,10	1,66
	Sommer 24	1,60	1,26	2,03
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,42	1,21	1,67
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,30	1,07	1,58
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,25	1,03	1,51
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,15	0,92	1,43
	Teilgebiet 3	1,24	0,95	1,62
	Teilgebiet 1&2	1,43	1,14	1,79

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,21$  (adjustiertes  $R^2 = 0,18$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 41 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (logistische Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 250$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,71	0,83	3,59
	Frühling 24	1,94	0,97	3,91
	Sommer 24	1,90	0,86	4,27
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,27	1,33	3,93
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,65	0,87	3,22
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	2,02	1,05	4,01
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,17	0,57	2,42
	Teilgebiet 3	1,33	0,56	3,22
	Teilgebiet 1&2	2,32	1,09	5,03

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 338,94, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 42 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 238$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD)  $> 20\%$  und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,25	1,00	1,56
	Frühling 24	1,26	1,02	1,55
	Sommer 24	1,60	1,26	2,03
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,42	1,21	1,67
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,32	1,09	1,60
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,24	1,02	1,52
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,12	0,90	1,40
	Teilgebiet 3	1,26	0,96	1,64
	Teilgebiet 1&2	1,43	1,14	1,80

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert  $< 0,05$ , Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,20$  (adjustiertes  $R^2 = 0,17$ ), Teilgebiet 1&2 mit  $> 1000 \text{ mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet}$ , eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD  $> 20\%$  ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 43 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (logistische Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 238$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD)  $> 20\%$  und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,84	0,88	3,93
	Frühling 24	1,68	0,83	3,44
	Sommer 24	1,97	0,89	4,44
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,29	1,33	4,00
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,61	0,83	3,14
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	2,01	1,02	4,02
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,07	0,51	2,25
	Teilgebiet 3	1,37	0,56	3,33
	Teilgebiet 1&2	2,19	1,02	4,80

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert  $< 0,05$ , Erklärungsgüte des Modells: AIC = 326,04, Teilgebiet 1&2 mit  $> 1000 \text{ mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet}$ , eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD  $> 20\%$  ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 44 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 214$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,24	0,98	1,56
	Frühling 24	1,25	1,00	1,56
	Sommer 24	1,60	1,23	2,08
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,45	1,22	1,72
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,29	1,05	1,58
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,18	0,95	1,45
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,10	0,88	1,39
	Teilgebiet 3	1,31	0,99	1,74
	Teilgebiet 1&2	1,36	1,06	1,73

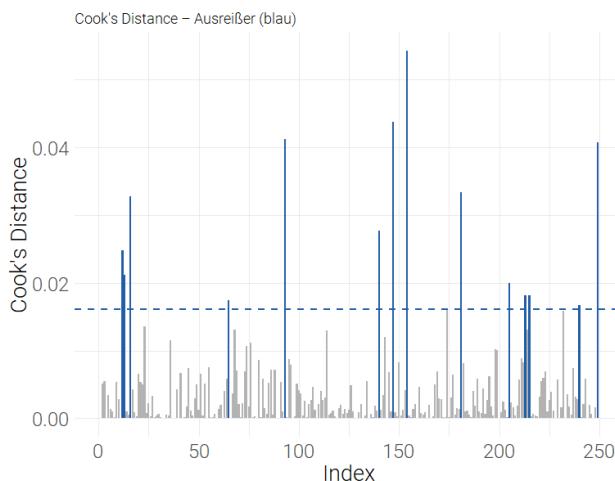
Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,19$  (adjustiertes  $R^2 = 0,16$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

Anhang Tabelle 45 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (logistische Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 214$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,89	0,87	4,15
	Frühling 24	1,53	0,73	3,24
	Sommer 24	2,43	1,01	6,01
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,25	1,27	4,03
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,35	0,69	2,68
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,69	0,84	3,45
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	0,98	0,46	2,10
	Teilgebiet 3	1,68	0,67	4,30
	Teilgebiet 1&2	1,95	0,87	4,46

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 296,99, Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

### 10.6.11. Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)



Anhang Abbildung 25 Ortsmodell Betreuungsort Kindergarten: Cook Distance Plot mit potenziellen Ausreißern (blau)

Anhang Tabelle 46 Ergebnisse des Ortsmodells Betreuungsort Kindergarten (lineare Regression) zur Untersuchung des Betreuungsorts Kindergarten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 261$ ) unter Ausschluss potenzieller Ausreißer

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,32	1,06	1,63
	Frühling 24	1,38	1,12	1,69
	Sommer 24	1,70	1,35	2,13
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,21	1,65
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,50	0,34	0,73
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,23	1,02	1,48
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,24	1,03	1,50
Aktueller Betreuungsort Kindergarten nach Bodenbelastungsgebiet	GE (Vergleichskategorie)	1		
	Teilgebiet 4	1,14	0,93	1,41
	Teilgebiet 3	1,18	0,91	1,53
	Teilgebiet 1&2	1,45	1,16	1,79

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,24$  (adjustiertes  $R^2 = 0,21$ ), Teilgebiet 1&2 mit > 1000 mg/kg Blei im Boden am stärksten belastetes Teilgebiet, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Ausschluss von potenziellen Ausreißern ( $N = 14$ ) dargestellt in Anhang Abbildung 25

## 10.6.12. Ortsmodell Aufenthaltsorte mit Adjustierungsvariable

Anhang Tabelle 47 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ ) mit Adjustierungsvariablen

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,35	1,12	1,63
	Frühling 24	1,49	1,23	1,79
	Sommer 24	1,79	1,45	2,22
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,22	1,61
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,58	0,42	0,80
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,21	1,03	1,43
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,20	1,01	1,42
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2 <sup>1</sup>	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,21	0,99	1,48
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,23	1,03	1,47
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,60	1,30	1,98

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,26$  (adjustiertes  $R^2 = 0,23$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badesseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Variablendefinition in Kapitel 4.3.13.2, 1)  $p < 0,001$  für den gesamten Faktor

### 10.6.13. Ortsmodell Aufenthaltsorte mit differenzierter Variable

Anhang Tabelle 48 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ ) mit differenzierterer Variable

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,34	1,11	1,62
	Frühling 24	1,48	1,23	1,79
	Sommer 24	1,79	1,45	2,23
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,22	1,62
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,58	0,42	0,81
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,21	1,03	1,43
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,20	1,01	1,43
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,21	0,99	1,48
	Nur Garten	1,17	0,84	1,62
	Nur Kindergarten	1,41	0,88	2,25
	Öffentlicher Ort und Garten	1,28	0,99	1,65
	Öffentlicher Ort und Kindergarten	1,14	0,84	1,54
	Garten und Kindergarten	1,26	0,72	2,20
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,60	1,30	1,98

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,26$  (adjustiertes  $R^2 = 0,22$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2

Anhang Tabelle 49 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ ) mit differenzierterer Variable

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,05	1,55	6,18
	Frühling 24	2,66	1,36	5,30
	Sommer 24	3,87	1,78	8,69
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,32	1,40	3,90
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,22	0,05	0,80
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,56	0,86	2,86
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,85	0,99	3,52
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	2,73	1,33	5,79
	Nur Garten	1,58	0,46	5,16
	Nur Kindergarten	8,01	1,57	61,41
	Öffentlicher Ort und Garten	2,98	1,23	7,54
	Öffentlicher Ort und Kindergarten	2,36	0,81	7,10
	Garten und Kindergarten	3,63	0,45	76,14
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	2,79	1,30	6,19

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 398,33, Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2

#### 10.6.14. Ortsmodell Aufenthaltsorte als logistische Regression

Anhang Tabelle 50 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 304$ )

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,17	1,61	6,40
	Frühling 24	2,73	1,41	5,40
	Sommer 24	3,98	1,85	8,84
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,26	1,37	3,77
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,21	0,04	0,72
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,53	0,85	2,80
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,80	0,97	3,39
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	2,76	1,34	5,83
	Mindestens ein Aufenthaltsort	2,77	1,47	5,30
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	2,80	1,31	6,23

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 393,18, Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2

## 10.6.15. Ortsmodell Aufenthaltsorte unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)

Anhang Tabelle 51 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 275$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,24	1,02	1,52
	Frühling 24	1,45	1,19	1,76
	Sommer 24	1,71	1,37	2,14
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,21	1,63
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,25	1,05	1,49
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,02	1,47
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,23	1,00	1,52
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,25	1,04	1,51
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,57	1,25	1,98

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,23$  (adjustiertes  $R^2 = 0,20$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 52 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 275$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,44	1,21	5,03
	Frühling 24	2,61	1,33	5,23
	Sommer 24	3,39	1,54	7,72
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,21	1,32	3,77
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,58	0,85	2,97
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,92	1,00	3,75
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	2,94	1,40	6,33
	Mindestens ein Aufenthaltsort	2,85	1,50	5,56
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	2,70	1,21	6,31

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 362,91, Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 53 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 262$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,25	1,02	1,53
	Frühling 24	1,32	1,08	1,61
	Sommer 24	1,71	1,37	2,13
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,20	1,62
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,28	1,07	1,53
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,01	1,47
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,16	0,93	1,44
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,28	1,06	1,55
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,57	1,24	1,98

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,23$  (adjustiertes  $R^2 = 0,20$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 54 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 262$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,64	1,29	5,56
	Frühling 24	2,17	1,08	4,43
	Sommer 24	3,49	1,58	7,99
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,20	1,29	3,79
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,51	0,81	2,87
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,81	0,93	3,58
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	2,73	1,27	6,04
	Mindestens ein Aufenthaltsort	3,14	1,62	6,22
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	2,67	1,17	6,30

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 347,84, Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 55 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 236$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,24	1,00	1,53
	Frühling 24	1,31	1,06	1,62
	Sommer 24	1,73	1,35	2,21
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,44	1,22	1,69
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,26	1,05	1,52
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,16	0,95	1,42
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,19	0,94	1,50
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,30	1,06	1,59
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,44	1,12	1,85

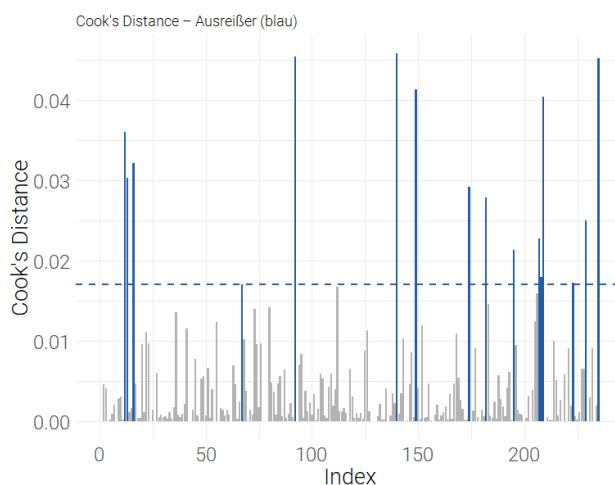
Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,21$  (adjustiertes  $R^2 = 0,18$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

Anhang Tabelle 56 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (logistische Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 236$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,60	1,23	5,64
	Frühling 24	1,97	0,95	4,16
	Sommer 24	4,46	1,85	11,26
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,31	1,32	4,12
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,32	0,69	2,55
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,45	0,72	2,97
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	2,70	1,19	6,32
	Mindestens ein Aufenthaltsort	3,65	1,80	7,64
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	2,26	0,94	5,62

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 315,12, Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

### 10.6.16. Ortsmodell Aufenthaltsorte unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)



Anhang Abbildung 26 Ortsmodell Aufenthaltsorte: Cook Distance  
Plot mit potenziellen Ausreißern (blau)

Anhang Tabelle 57 Ergebnisse des Ortsmodells Aufenthaltsorte (lineare Regression) zur Untersuchung der Aufenthaltsorte als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 288$ ) unter Ausschluss potenzieller Ausreißer

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,34	1,10	1,64
	Frühling 24	1,48	1,22	1,80
	Sommer 24	1,80	1,45	2,24
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,22	1,62
I/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,56	0,39	0,80
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,25	1,05	1,47
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,02	1,45
Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2	Keiner (Vergleichskategorie)	1		
	Nur öffentlicher Ort	1,20	0,97	1,48
	Mindestens ein Aufenthaltsort	1,27	1,05	1,52
	Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	1,61	1,30	1,99

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,23$  (adjustiertes  $R^2 = 0,21$ ), Aufenthaltsorte = Garten: Aufenthalt im eigenen oder in fremden Gärten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Kindergarten: Aufenthalt in einem Kindergarten innerhalb der Teilgebiete 1&2, Öffentlicher Ort: Aufenthalt auf Spiel- und Sportplätzen, in Wäldern und auf Wiesen oder in Freibädern und Badeseen innerhalb der Teilgebiete 1&2, Ausschluss von potenziellen Ausreißern ( $N = 16$ ) dargestellt in Anhang Abbildung 26

## 10.6.17. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung mit Adjustierungsvariablen

Anhang Tabelle 58 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerthe (N = 302) mit Adjustierungsvariablen

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,41	1,17	1,70
	Frühling 24	1,50	1,25	1,81
	Sommer 24	1,87	1,52	2,30
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,41	1,23	1,63
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,61	0,44	0,85
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,19	1,01	1,40
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,20	1,01	1,42
Belastung x Zeit <sup>1</sup>	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,18	1,00	1,40
	Hoch	1,42	1,20	1,69

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: R<sup>2</sup> = 0,24 (adjustiertes R<sup>2</sup> = 0,21), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Kinder, in der Kategorie „Nicht“ (N = 2) ausgeschlossen, 1) Trendtest p < 0,001

## 10.6.18. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung als logistische Regression

Anhang Tabelle 59 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (logistische Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerthe (N = 302)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	3,22	1,65	6,45
	Frühling 24	2,61	1,35	5,13
	Sommer 24	3,69	1,74	8,05
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,26	1,38	3,76
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,22	0,05	0,79
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,44	0,80	2,62
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,77	0,96	3,32
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,59	0,88	2,93
	Hoch	3,06	1,67	5,75

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 391,18, Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6

## 10.6.19. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung unter Ausschluss spezifischer Gruppen (Sensitivitätsanalyse)

Anhang Tabelle 60 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 273$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1,00		
	Herbst 23	1,29	1,06	1,58
	Frühling 24	1,46	1,20	1,77
	Sommer 24	1,77	1,42	2,21
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1,00		
	Jungen	1,42	1,22	1,64
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,24	1,04	1,48
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,02	1,47
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,19	1,00	1,43
	Hoch	1,38	1,15	1,65

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,21$  (adjustiertes  $R^2 = 0,19$ ), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 61 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (logistische Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 273$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern und Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% (erste Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,48	1,24	5,05
	Frühling 24	2,47	1,26	4,93
	Sommer 24	3,14	1,44	7,06
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,19	1,32	3,69
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,48	0,80	2,78
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,87	0,99	3,62
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,63	0,88	3,03
	Hoch	2,91	1,54	5,59

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 366,52, Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ) und Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ )

Anhang Tabelle 62 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 261$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,31	1,07	1,61
	Frühling 24	1,34	1,10	1,64
	Sommer 24	1,77	1,42	2,21
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,40	1,20	1,62
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,28	1,07	1,53
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,22	1,01	1,47
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,21	1,00	1,45
	Hoch	1,36	1,13	1,63

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,21$  (adjustiertes  $R^2 = 0,19$ ), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 63 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (logistische Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 261$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20% und Blutproben ohne Doppelbestimmung (zweite Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,65	1,31	5,48
	Frühling 24	2,10	1,05	4,28
	Sommer 24	3,22	1,48	7,26
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,13	1,26	3,64
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,44	0,77	2,73
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,81	0,94	3,53
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,60	0,85	3,05
	Hoch	2,90	1,52	5,62

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 348,00, Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ )

Anhang Tabelle 64 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 235$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,29	1,05	1,60
	Frühling 24	1,33	1,08	1,65
	Sommer 24	1,75	1,37	2,23
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,43	1,22	1,68
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,27	1,05	1,53
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,17	0,96	1,43
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,20	0,99	1,46
	Hoch	1,32	1,09	1,61

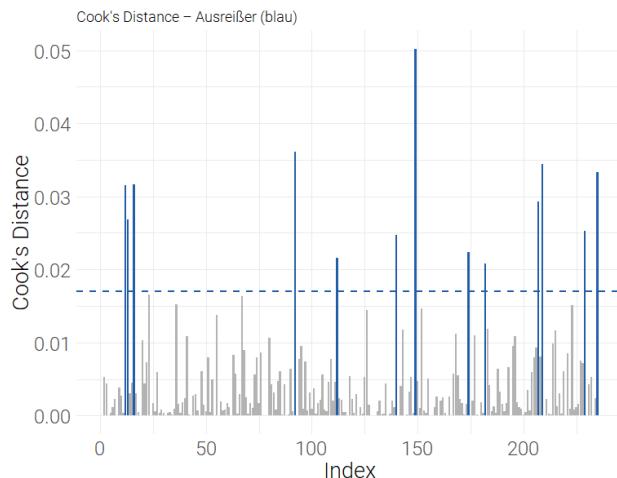
Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,20$  (adjustiertes  $R^2 = 0,17$ ), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

Anhang Tabelle 65 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (logistische Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 235$ ) unter Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status, Geschwisterkindern, Blutproben mit relativer Standardabweichung (RSD) > 20%, Blutproben ohne Doppelbestimmung und Wohndauer unter 1 Jahr (dritte Sensitivitätsanalyse)

Variable	Kategorie	OR	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	2,53	1,22	5,35
	Frühling 24	1,87	0,91	3,89
	Sommer 24	3,77	1,61	9,28
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	2,15	1,24	3,76
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,33	0,70	2,55
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,57	0,80	3,14
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,78	0,92	3,51
	Hoch	2,52	1,29	5,03

OR = Odds Ratio, Alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells: AIC = 325,77, Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von Kindern mit I-/HPG-Status ( $N = 16$ ), jeweils ein Geschwisterkind pro Paar ( $N = 8$ ), Blutproben mit einem RSD > 20% ( $N = 5$ ), Blutproben ohne Doppelbestimmung ( $N = 13$ ), Wohndauer unter 1 Jahr ( $N = 31$ )

## 10.6.20. Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung unter Ausschluss potenzieller Ausreißer (Ausreißeranalyse)



Anhang Abbildung 27 Ortsmodell mit zeitlicher Gewichtung: Cook Distance Plot mit potenziellen Ausreißern (blau)

Anhang Tabelle 66 Ergebnisse des Ortsmodells mit zeitlicher Gewichtung (lineare Regression) zur Untersuchung der verbrachten Zeit in Belastungsgebieten als Einflussfaktor auf die Blutbleiwerte ( $N = 289$ ) unter Ausschluss potenzieller Ausreißer

Variable	Kategorie	Exp(Effekt)	95%-Konfidenzintervall*	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Jahreszeit der Blutentnahme	Winter 23/24 (Vergleichskategorie)	1		
	Herbst 23	1,38	1,13	1,67
	Frühling 24	1,46	1,21	1,77
	Sommer 24	1,83	1,49	2,27
Geschlecht	Mädchen (Vergleichskategorie)	1		
	Jungen	1,42	1,23	1,64
I-/HPG-Status	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	0,58	0,41	0,82
Passivrauchexposition	Nein (Vergleichskategorie)	1		
	Ja	1,20	1,02	1,42
Händewaschen	Ja (Vergleichskategorie)	1		
	Nein	1,25	1,05	1,49
Belastung x Zeit	Niedrig (Vergleichskategorie)	1		
	Mittel	1,20	1,01	1,43
	Hoch	1,40	1,18	1,66

Die Effektschätzer wurden als Exp(Effekt) angegeben, um die Ergebnisse auf der Originalskala interpretierbar zu machen, sie entsprechen der relativen Veränderung der Blutbleikonzentration pro Einheit der Prädiktoren, alle Effektschätzer sind jeweils für die anderen in der Tabelle aufgeführten Variablen adjustiert, \*Wenn die 95%-Konfidenzintervalle die 1 nicht einschließen, ist der Unterschied statistisch signifikant, sprich, der p-Wert < 0,05, Erklärungsgüte des Modells:  $R^2 = 0,24$  (adjustiertes  $R^2 = 0,22$ ), Belastung x Zeit = Einteilung nach Tertilen der Verteilung, nähere Informationen in Tabelle 6, Ausschluss von potenziellen Ausreißern ( $N = 13$ ) dargestellt in Anhang Abbildung 27

## 10.7. Erweiterte Beschreibung der Validierung der Ortsangaben mittels GPS-Daten

Anhang Tabelle 67 Studienpopulation ohne Zusatzuntersuchung und Studienpopulation mit Zusatzuntersuchung im Vergleich

	Kategorien	Fehlende Werte	BLENCA2 ohne Zusatzuntersuchung N = 277			Fehlende Werte	BLENCA2 Zusatzuntersuchung N = 33		
		N	N	%		N	N	%	
Geschlecht	Mädchen Jungen	0	124 153	44,7 55,2		0	12 21	36,4 63,6	
Alter	5 Jahre 6–7 Jahre	0	179 98	64,6 35,4		0	22 11	66,7 33,3	
Sozioöko-nomischer Status <sup>1</sup>	Hoch Mittel Niedrig	10	120 127 20	44,9 47,6 7,5		0	19 14 0	57,6 42,2 0,0	
I-/HPG-Status <sup>2</sup>	Nein Ja	0	263 14	95,0 5,1		0	31 2	94,0 6,0	
Passivrauchbelastung <sup>3</sup>	Ja Nein	1	211 65	76,5 23,5		2	23 8	74,2 25,8	
Hände-waschen <sup>4</sup>	Ja Nein	3	217 57	79,2 20,8		0	25 8	75,8 24,2	
Regelmäßige Gartennutzung	Ja Nein	2	239 36	86,9 13,1		0	30 3	90,9 9,1	
Aktueller Wohnort nach Gemeinden	Goslar Langelsheim Seesen Bad Harzburg Clausthal-Zellerfeld Liebenburg Braunlage	0	115 52 34 29 20 16 11	41,5 18,8 12,3 10,5 7,2 5,8 4,0		0	16 1 3 5 2 3 3	57,8 3,0 9,1 15,2 6,1 9,1 9,1	
Aktueller Wohnort nach Teilgebieten	TG 1 und 2 Teilgebiet 3 Teilgebiet 4 GE	0	84 36 80 77	30,3 13,0 28,9 27,8		0	11 2 12 8	33,3 6,1 36,4 24,2	
Aktueller Betreuungsort <sup>5</sup>	Kinder-garten Tages-betreuung Verwandte/ Bekannte	1	251 5 84	90,9 1,8 30,4		0	30 2 1	90,9 6,1 3,0	
Freizeitorte <sup>5</sup>	Eigener Garten Garten von Verwandten, Bekannten Sport-, Spielplatz Wald, Wiese Freibad, Badesee Sonstiges	1	228 139 219 190 125 4	73,8 45,0 70,9 61,5 40,5 1,3		0	29 16 24 28 22 0	87,9 48,5 72,7 84,9 66,7 0,0	
Aufenthalts-orte <sup>5</sup>	Garten, Kindergarte, öffentl. Ort Nur öffentl. Ort Mind. ein Aufenthalts- ort Keiner	0	39 44 67 127	14,1 15,9 24,2 45,9		0	6 6 10 11	18,2 18,2 30,3 33,3	

	<b>Kategorien</b>	<b>Fehlende Werte</b>	<b>BLENCA2 ohne Zusatzuntersuchung N = 277</b>			<b>Fehlende Werte</b>	<b>BLENCA2 Zusatzuntersuchung N = 33</b>		
			<b>N</b>	<b>N</b>	<b>%</b>		<b>N</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Belastung x Zeit	Hoch	1	85	30,8		0	9	27,3	
	Mittel		79	28,6			12	36,4	
	Niedrig		110	39,9			12	36,4	
	Nicht		2	0,7			0	0,0	
		<b>P50</b>	<b>GM</b>	<b>Max</b>		<b>P50</b>	<b>GM</b>	<b>Max</b>	
Blutbleiwert [ $\mu\text{g/l}$ ]		20,3	22,7	206,6		23,4	23,7	104,5	

N = Anzahl der Beobachtungen, % rundungsbedingt ggf. nicht exakt 100, P50 = Median, GM = geometrisches Mittel Max = maximum 1) Einteilung dargestellt in Kapitel 4.3.5, 2) Kinder mit I-/HPG-Status waren Teil einer Inklusionsgruppe oder heilpädagogischen Gruppe, 3) Ja = Seltener als 1x pro Woche bis täglich, Nein = Nie, 4) Händewaschen beim Nachhausekommen und vor dem Essen, 5) Mehrfachangaben möglich  
Die Gruppen unterscheiden sich nicht statistisch signifikant (alle  $p > 0,05$ ).

Anhang Tabelle 68 Aktueller Wohnort nach Teilgebiet (aus dem Interview) und gewichteter Zeitfaktor (von den GPS-Daten) im Vergleich

<b>Aktueller Wohnort nach Teilgebiet</b>	<b>GPS: Gewichteter Zeitfaktor</b>		
	<b>N</b>	<b>AM</b>	<b>SD</b>
Teilgebiet GE	8	1,4	0,4
Teilgebiet 4	12	4,3	1,0
Teilgebiet 3	2	6,9	1,2
Teilgebiet 1&2	11	14,0	1,3

N = Anzahl der Beobachtungen, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Gewichteter Zeitfaktor = Aufenthaltsdauer in den Bodenbelastungsgebieten in % \* Gewichtungsfaktor des Bodenbelastungsgebiets

Anhang Tabelle 69 Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&2 (aus dem Interview) und gewichteter Zeitfaktor (von den GPS-Daten) im Vergleich

<b>Aufenthaltsorte im Teilgebiet 1&amp;2</b>	<b>GPS: Gewichteter Zeitfaktor</b>		
	<b>N</b>	<b>AM</b>	<b>SD</b>
Keiner	11	2,2	1,0
Nur öffentlicher Ort	6	5,3	3,9
Mindestens ein Aufenthaltsort	10	8,8	4,3
Garten, Kindergarten und öffentlicher Ort	6	14,5	0,4

N = Anzahl der Beobachtungen, AM = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung, eine detaillierte Darstellung der Einteilung der Bodenbelastungsgebiete findet sich in Tabelle 5, Gewichteter Zeitfaktor = Aufenthaltsdauer in den Bodenbelastungsgebieten in % \* Gewichtungsfaktor des Bodenbelastungsgebiets