

Projekttitel:

**Beurteilungswerte Blei
für gestufte Maßnahmen in Mechernich**

Auftraggeber:

Stadt Mechernich
Bergstraße 1
53894 Mechernich

Bearbeitung:

Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)
Gerald Krüger (Dipl.-Geoökol.)
Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)

Projekt-Nr.:

P 219010

Datum:

Februar 2020

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort / Zusammenfassung	1
1. Anlass/Einleitung	5
2. Charakterisierung des Untersuchungsraumes	7
2.1. Bevölkerungsstruktur	10
2.2. Nutzungsstruktur	11
2.2.1. Flächennutzung	11
2.2.2. Sensible Flächennutzungen	12
2.3. Wetter	13
2.3.1. Wetterbedingungen im Untersuchungsraum	14
2.3.2. Auswertung relevanter Wetterparameter	17
2.3.2.1 Lufttemperatur	17
2.3.2.2 Niederschläge	19
2.3.2.3 Sonnenscheindauer	19
2.3.2.4 Extreme Tage	20
2.4. Gebietstypische Expositionsbedingungen	23
3. Bleibelastung im Untersuchungsraum	25
3.1. Untersuchungen am Boden	25
3.1.1. Resorptionsverfügbarkeit von Blei im Boden	26
3.1.2. Blei in der Feinkornfraktion < 63 µm	27
3.1.3. Pflanzenverfügbarkeit von Blei im Boden	28
3.2. Untersuchungen am Menschen	30
4. Abschätzung der Expositionsbedingungen	33
4.1. Bodenabhängige Expositionsbedingungen	33
4.1.1. Orale Aufnahme - Direktpfad	33
4.1.2. Pflanzenverfügbarkeit - Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze	36
4.2. Nutzungsabhängige Expositionsbedingungen	38
4.2.1. Spielverhalten in Hausgärten im ländlichen Raum	38
4.2.1.1 Spielverhalten in Mechernich	40
4.2.2. Allgemeine Annahmen zur Bodenaufnahme	40
4.2.2.1 Abschätzung der Aufenthaltsdauer in Mechernich	43
4.2.2.2 Abschätzung der Bodenaufnahme in Mechernich	44
4.2.3. Nutzpflanzenverzehr aus Hausgärten im ländlichen Raum	46
4.2.3.1 Anreicherungsverhalten von Nutzpflanzen	47
4.2.3.2 Anbau und Verzehr von Nutzpflanzen	48
5. Ableitung von Beurteilungsmaßstäben für den Untersuchungsraum Mechernich	50
5.1. Wirkungspfad Boden-Mensch	50
5.1.1. Gebietsbezogene Beurteilungswerte für bestehende Wohngebiete	53

Projekt-Nr.: P 219010

5.1.2.	Gebietsbezogene Beurteilungswerte für Planungsverfahren _____	54
5.1.3.	Sonderfälle _____	55
5.1.4.	Gebietsbezogene Beurteilungswerte bei hohen Staubentwicklungen _____	56
5.2.	Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze-Mensch _____	57
5.3.	Integrative Betrachtung der Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze-Mensch _____	59
6.	Anwendung der gebietsbezogenen Beurteilungswerte _____	60
6.1.	Gebietsbezogener Beurteilungswert für die Planung (gBW _P) _____	60
6.2.	Unterer gebietsbezogener Beurteilungswert (gBW _u) _____	61
6.3.	Mittlerer gebietsbezogener Beurteilungswert (gBW _m) _____	61
6.4.	Oberer gebietsbezogener Beurteilungswert (gBW _o) _____	62
7.	Ausblick _____	63

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Ländliche Räume in NRW (Quelle: MKULNV 2014) _____	9
Abbildung 2:	Altersverteilung in Mechernich (Stand: 30.06.2019; Quelle: www.mechernich.de) _____	10
Abbildung 3:	Diagramm zur Verteilung der Flächennutzung in Mechernich _____	12
Abbildung 4:	Messstellen des DWD im Untersuchungsraum Mechernich _____	14
Abbildung 5:	Mittlere Tages-Lufttemperatur (°C in 2 m Höhe) an verschiedenen Messstationen im langjährigen monatlichen Vergleich _____	18
Abbildung 6:	Monatssumme Niederschlagshöhe (mm) an verschiedenen Messstationen im langjährigen monatlichen Vergleich _____	19
Abbildung 7:	Monatssumme Sonnenscheindauer (h) an verschiedenen Messstationen im langjährigen monatlichen Vergleich _____	20
Abbildung 8:	Zusammenhang zwischen Blei-Gesamtgehalten und gemessenen pflanzenverfügbaren Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom pH-Wert (n = 80) _____	29
Abbildung 9:	Mittlere Tages-Lufttemperatur (°C in 2 m Höhe) im Untersuchungszeitraum des Blei-Screenings 2019 im Vergleich _____	31
Abbildung 10:	Zusammenhang zwischen Blei-Gesamtgehalten und resorptionsverfügbaren Gehalten im Boden (n = 39) _____	34
Abbildung 11:	Prognosemodelle für pflanzenverfügbares Blei für unterschiedliche pH-Werte (Regression Baugebiet „Kommern-Süd“) _____	37
Abbildung 12:	Zusammenhang zwischen der Bodenaufnahmerate pro Stunde und dem Tagesmaximum der Lufttemperatur (TXK) _____	42
Abbildung 13:	Zusammenhang zwischen Blei (AN) und der zulässigen Anbaufläche pro Person mit der Regression für das Baugebiet „Kommern Süd“ _____	58
Abbildung 14:	Veranschaulichung der gebietsbezogenen Beurteilungswerte und der Aussagewahrscheinlichkeit _____	60

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht zur Aufteilung der Flächen und Einwohner im Untersuchungsraum Mechernich (Quellen: https://www.mechernich.de , Kartengrundlagen Mechernich) _____	7
------------	---	---

Projekt-Nr.: P 219010

Tabelle 2:	Aggregierte Katasterflächen (gemäß ALKIS) zur Charakterisierung der Nutzungen in Mechernich	11
Tabelle 3:	Langjährige Wetterdaten für Deutschland und ausgewählte Messstationen im Vergleich	17
Tabelle 4:	Übersicht der Tage mit extremer Witterung (2017) an ausgewählten Wetterstationen	22
Tabelle 5:	Zusammenfassende Statistik zur Analytik der Blei-Resorptionsverfügbarkeit auf den Teilflächen T1 - T7 (vgl. IFUA 2019a)	27
Tabelle 6:	Gemessene Blutblei-Konzentrationen in Mechernich - nach Alter (Daten aus Blei-Screening 2019)	31
Tabelle 7:	Modellierte Zusammenhänge für Blei gesamt und resorptionsverfügbares Blei (wahrscheinliche und ungünstige Fälle) - gerundet	36
Tabelle 8:	Aufenthaltshäufigkeit und -dauer von Kindern in Hausgärten, erhoben an einem Vergleichsstandort im ländlichen Raum (Quelle: Feldstudie 2018, Tab. A13)	39
Tabelle 9:	Ermittelte Bodenaufnahmen aus einer Ingestionsstudie (Fraktion <0,5 mm) (Quelle: BOTHE 2004)	41
Tabelle 10:	Modellierte witterungsabhängige Aufenthaltsdauer und Bodenaufnahme im Jahresverlauf für das Jahr 2017 für ausgewählte Messstationen	44
Tabelle 11:	Modellierte witterungsabhängige jährliche Aufenthaltsdauer und Bodenaufnahme für das Jahr 2017 für ausgewählte Messstationen – ohne Ausschlussstage	46
Tabelle 12:	Zuordnung von Gemüsearten zu spezifischen Anreicherungsklassen für den systemischen Pfad für Blei (Quelle: nach LANUV 2014)	48
Tabelle 13:	Matrix zur Ableitung der gebietsbezogenen Beurteilungswerte für Blei in Hausgärten	53
Tabelle 14:	Übersicht der gebietsbezogenen Beurteilungswerte (gBW) für Mechernich für den Wirkungspfad Boden-Mensch	56
Tabelle 15:	Gebietsbezogene Beurteilungswerte für Mechernich und zulässige Anbauflächen zur Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze-Mensch	58
Tabelle 16:	Übersicht zu Gefahrenbeurteilung und Maßnahmenkategorien für Hausgärten im Sinne der Gefahrenabwehr	64

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Lage des Untersuchungsraums Mechernich
Anlage 2:	Darstellung des Bleibelastungsgebietes im Untersuchungsraum
Anlage 3:	Räumliche Darstellung der Nutzungskategorien im Untersuchungsraum Mechernich
Anlage 4:	Modellierung der Aufenthaltsdauer und Bodenaufnahme (wahrscheinliche und ungünstige Fälle) in Abhängigkeit von den Tageslufttemperaturmaxima für das Jahr 2017 für ausgewählte Messstationen
Anlage 5:	Tabellarische Übersicht der Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der gebietsbezogenen Beurteilungswerte

Verzeichnis der Gleichungen

Gleichung 1: Abschätzung Blei RV in Mechernich (wahrscheinlicher Fall: lineare Regression) _____	35
Gleichung 2: Abschätzung Blei RV in Mechernich (ungünstiger Fall: Verteilungsfunktion; 95.-Perzentil) _____	35
Gleichung 3: Berechnung Blei gesamt aus RV in Mechernich (wahrscheinlicher Fall: lineare Regression) _____	35
Gleichung 4: Berechnung Blei gesamt aus RV in Mechernich (ungünstiger Fall: Verteilungsfunktion; 95.-Perzentil) _____	35
Gleichung 5: Abschätzung Blei AN aus Blei gesamt und pH-Wert (Regression; Bebauungsplangebiet Kommern-Süd) _____	37
Gleichung 6: Allgemeine Abschätzung der Bodenaufnahme pro Tag (wenig wahrscheinliche Annahme; nach Bothe 2004) _____	42
Gleichung 7: Abschätzung der Bodenaufnahme in Abhängigkeit von der Lufttemperatur pro Spielstunde (wahrscheinliche Annahme; nach Bothe 2004) _____	42
Gleichung 8: Abschätzung der Aufenthaltsdauer pro Spieltag in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (wahrscheinliche Annahme; lineare Regression; Quelle: Feldstudie 2018) _____	43
Gleichung 9: Abschätzung der Aufenthaltsdauer pro Spieltag in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (wahrscheinliche Annahme; lineare Regression; 95.-Konfidenzschranke; Quelle: Feldstudie 2018) _____	43
Gleichung 10: Abschätzung der Aufenthaltsdauer pro Spieltag in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (wenig wahrscheinliche Annahme; lineare Regression; Quelle: Feldstudie 2018) _____	43
Gleichung 11: Abschätzung der Aufenthaltsdauer pro Spieltag in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (wenig wahrscheinliche Annahme; lineare Regression; 95.-Konfidenzschranke; Quelle: Feldstudie 2018) _____	44
Gleichung 12: Allgemeine Berechnung des Expositionsquotienten EQ _____	51
Gleichung 13: Berechnung des Expositionsquotienten EQ _{Bodenaufnahme} _____	51
Gleichung 14: Berechnung des Beurteilungswertes BW _{RV} für resorptionsverfügbare Bleigehalte _____	52
Gleichung 15: Berechnung des Expositionsquotienten EQ _{AN} _____	57
Gleichung 16: Berechnung zulässiger Anbauflächen für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze _____	57

Vorwort / Zusammenfassung

Für Mechernich wurde vor dem Hintergrund der bergbaulichen Historie im Untersuchungsraum bereits in den 1980-iger Jahren basierend auf Untersuchungen des Geologischen Landesamtes (GLA) das Mechernich-Kaller Bleibelastungsgebiet kartografisch dargestellt und Bereiche unterschiedlich hoher Bleibelastungen differenziert. Die Spanne der Bleigehalte im Boden umfasste Bereiche von < 100 mg/kg bis >10.000 mg/kg.

Bei Prüfwertüberschreitungen im Boden schreibt das Bodenschutzrecht im Regelfall für die jeweils betroffene Fläche im Rahmen der Detailuntersuchung weitere Sachverhaltsermittlungen inkl. einer Expositionsabschätzung vor. Für Gebiete mit großflächigen Belastungen, wie in Mechernich, ist jedoch solch ein einzelndfallbezogenes Vorgehen nicht praktikabel. Vielmehr können gebietsbezogene Expositionsabschätzungen durchgeführt werden, mit dem Ziel zu prüfen, inwieweit gebietsbezogene typische Bodeneigenschaften die Mobilität und Verfügbarkeit des Bleis beeinflussen und inwieweit Siedlungsstrukturen die Prägung des Gebietes bestimmen oder Witterungseinflüsse eine gebietstypische Nutzung in Mechernich erwarten lassen, die von den Standardannahmen insbesondere für das Spielverhalten von Kindern abweichen.

Die gebietstypische Verfügbarkeit von Blei in Mechernich wurde aus Untersuchungen für die Bebauungsplangebiete „Kommern-Süd“ und „Donnermaar“ abgeleitet. Damit konnte ein praktikables Modell zur Abschätzung der Resorptionsverfügbarkeit für den Wirkungspfad Boden-Mensch entwickelt werden, das eine Unterschätzung der Verfügbarkeit vermeidet. Die gebietstypische Pflanzenverfügbarkeit, die stark vom pH-Wert abhängt, wurde mithilfe von Daten aus dem Bebauungsplangebiet „Kommern-Süd“ abgeschätzt.

Aufgrund der Siedlungsstrukturen ist Mechernich dem ländlichen Raum zuzuordnen. Die topografische Lage ließ erwarten, dass sowohl Siedlungs- wie auch Witterungsbedingungen - ähnlich wie an einem bergbaulich geprägten, ländlichen Vergleichsstandort – Abweichungen von den Standardannahmen zum Spielverhalten von Kindern begründen lassen.

Zur Abschätzung der Bodenaufnahme wird standardgemäß angenommen, dass (Klein-)Kinder an 240 Tagen im Jahr 2 Stunden pro Tag mit Bodenkontakt spielen und dabei 0,5 g Boden pro Tag aufnehmen (d.h. 120 g Boden pro Jahr).

Aus einer Feldstudie zum Spielverhalten, die an dem Vergleichsstandort durchgeführt wurde, geht hervor, dass Kinder im ländlichen Raum ein vom Standard abweichendes Spielverhalten zeigen, das jahreszeitliche Unterschiede aufweist. Wie die Daten aus Wochenprotokollen zeigen, werden Aufenthaltszeiten im Hausgarten durch Witterungseinflüsse, insbesondere die Lufttemperatur, beeinflusst.

Da Mechernich ähnliche Siedlungsmerkmale aufweist wie der Vergleichsstandort, wurden die dort erkannten Zusammenhänge zwischen der Lufttemperatur und der Aufenthaltsdauer der Kinder (bis 6 Jahre) im Hausgarten (statistisch betrachtete wahrscheinliche Aufenthaltsdauer) herangezogen und auf die Witterungsverhältnisse in Mechernich für das Vergleichsjahr der Studie 2017 übertragen. Hierzu wurden die Lufttemperaturdaten der Wetterstationen Nideggen, Kall-Sistig und Weilerswist des Deutschen Wetterdienstes zunächst vergleichend herangezogen.

Nach Ausschluss von Tagen, an denen aufgrund der Witterungsbedingungen (Bodenfrost, Schneebedeckung, Frosttage) in Mechernich nicht von nennenswerten Bodenaufnahmen auszugehen ist, konnten im Ergebnis auf Grundlage der Wetterdaten der Wetterstation Nideggen Annahmen für ungünstige (im Folgenden zum besseren Verständnis synonym wie „wenig wahrscheinliche“ bezeichnet und verwendet) und wahrscheinliche Aufenthaltszeiten ermittelt und mit wenig wahrscheinlichen oder wahrscheinlichen Annahmen für Bodenaufnahmeraten pro Spielstunde kombiniert, so dass in der Kombination verschieden wahrscheinliche Fälle für die Abschätzung der Bodenaufnahme von (Klein-) Kindern beim Spielen im Hausgarten modelliert werden konnten. Zur Ableitung von gebietsbezogenen Beurteilungswerten wurden schließlich Bodenaufnahmemengen von 50,5 g pro Jahr (sehr wenig wahrscheinliche Annahme), 38 – 27,7 g pro Jahr (wenig wahrscheinliche Annahme) und 17,7 g pro Jahr (wahrscheinliche Annahme) zugrunde gelegt.

Im Sonderfall sind im Raum Mechernich optimalere Witterungsbedingungen für Kinderspiel anzunehmen, wie beispielsweise in tieferen Höhenlagen bzw. Richtung Rheinebene (Messstation Weilerswist), so dass dort im wenig wahrscheinlichen Fall mit Bodenaufnahmemengen von 56 g pro Jahr gerechnet werden muss.

Basierend auf diesen gebietsbezogenen Annahmen zum Kinderspiel wurden schließlich für den Wirkungspfad Boden-Mensch gebietsbezogene Beurteilungswerte für Hausgärten abgeleitet. Durch Berücksichtigung der gebietstypischen Blei-Verfügbarkeit (31%; 95.-Perzentil) können die Beurteilungswerte sowohl für die jeweiligen resorptionsverfügbaren Bleigehalte als auch für die Bleigesamtgehalte abgeleitet werden.

Die den gebietsbezogenen Beurteilungswerten zugrunde liegenden Aussagewahrscheinlichkeiten lassen deren Anwendungsmöglichkeiten sowie die Entwicklung gestufter Maßnahmen begründen.

Im Rahmen von Planungsvorhaben ist grundsätzlich das bauplanerische Vorsorgeprinzip zur Wahrung gesunder Wohnverhältnisse zu berücksichtigen. Laut Altlastenerlass NRW vom 14.03.2005 ist im Sinne umfassender, vorsorgender Gestaltungsaufgaben in Planungsverfahren zwar anzustreben, die Prüfwerte der BBodSchV so weit wie möglich zu unterschreiten. Die Anwendung von Methoden der weiteren Sachverhaltsermittlung wird jedoch ausdrücklich eingeräumt.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden im hiermit vorgelegten Konzept durch eine Verknüpfung aller (sehr) wenig wahrscheinlichen Annahmen zum Kinderspiel in Hausgärten vorsorgeorientierte gebietsbezogene Beurteilungswerte für Bauplanungsgebiete (gBW_P) definiert und abgeleitet (gBW_{P-gesamt}: 550 mg/kg Blei; gBW_{P-RV}: 170 mg/kg Blei resorptionsverfügbar), die unterhalb der gebietsbezogenen Beurteilungswerte zur Gefahrenbeurteilung (gBW) für bestehende Wohnbebauung liegen.

Zur Gefahrenabwehr in bestehenden Wohngebieten werden untere, mittlere und obere Beurteilungswerte unterschieden, die ebenfalls durch Aussagewahrscheinlichkeiten für Expositionsannahmen definiert werden.

Der untere gebietsbezogene Beurteilungswert (gBW_u) basiert auf Kombination der Annahme einer sehr wenig wahrscheinlichen Aufenthaltsdauer mit einer wahrscheinlichen Bodenaufnahmerate (Blei: $gBW_{u\text{-gesamt}}$: 750 mg/kg; $gBW_{u\text{-RV}}$: 230 mg/kg). Wird der gBW_u unterschritten, gilt der Gefahrenverdacht für eine Nutzung durch Hausgärten als ausgeräumt. Bei Überschreitung steigt langsam der Gefahrenverdacht, so dass Empfehlungen zur Reduktion der Bleizufuhr notwendig werden.

Der mittlere gebietsbezogene Beurteilungswert (gBW_m) basiert auf Kombination der Annahme einer wenig wahrscheinlichen Aufenthaltsdauer mit einer wahrscheinlichen Bodenaufnahmerate (Blei: $gBW_{m\text{-gesamt}}$: 1.000 mg/kg; $gBW_{m\text{-RV}}$: 310 mg/kg). Wird der gBW_m erreicht oder überschritten, gilt der Gefahrenverdacht als erhöht und es wird entweder eine Prüfung der aktuellen Nutzung oder die Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Bleizufuhr erforderlich.

Der obere gebietsbezogene Beurteilungswert (gBW_o) basiert auf Kombination der Annahme einer wahrscheinlichen Aufenthaltsdauer mit einer wahrscheinlichen Bodenaufnahmerate (Blei: $gBW_{o\text{-gesamt}}$: 1.500 mg/kg; $gBW_{o\text{-RV}}$: 490 mg/kg). Bei Überschreiten des (gBW_o) gilt die Gefahr als festgestellt, und es sind Sicherungs- oder Sanierungsmaßnahmen zu prüfen.

Für reine Nutzgärten (ohne Kinderspiel) können in Abhängigkeit der Bleigehalte im Boden sowie des pH-Wertes zulässige Anbauflächen modelliert werden. In Hausgärten mit Kinderspiel dominiert jedoch der Wirkungspfad Boden-Mensch die orale Bleiaufnahme, die insbesondere auch aus Nutzbeeten mit offen zugänglichem Boden resultieren kann, so dass aus diesem Grund ab Bleigehalten von 750 mg/kg der Anbau in Hochbeeten angezeigt ist.

Eine Plausibilitätsprüfung der abgeleiteten Beurteilungswerte für Boden mithilfe von Blutbleigehalten von Kindern im Untersuchungsgebiet ist aufgrund der Datenlage nicht möglich. Vor dem Hintergrund, dass für Blei keine Wirkschwelle bekannt ist, sind jedoch grundsätzlich Maßnahmen zur Reduzierung einer möglichen Bleiaufnahme aus dem Boden anzustreben.

1. Anlass/Einleitung

Im Raum Mechernich liegen flächig Bodenbelastungen durch Blei vor, die die Prüfwerte nach BBodSchV zum Teil um ein Vielfaches überschreiten. Ursächlich hierfür sind die Bleierzlagerstätte Mechernich sowie die im Zuge des Erzabbaus entstandenen Halden.

Zur Beurteilung von Schadstoffen im Boden beschreibt die BBodSchV den Wirkungspfad Boden-Mensch mit den verschiedenen Nutzungsszenarien und Aufnahmepfaden, über die der Mensch Schadstoffe aus dem Boden aufnehmen kann. Bei siedlungstypischen Nutzungen von Böden gelten in der Regel Kinder, die durch Spielaktivitäten mit Boden in Kontakt kommen und dabei Boden aufnehmen, als die sensibelste Bevölkerungsgruppe. Je nach Wirkungsweise des im Boden enthaltenen Schadstoffes ist entweder das Verschlucken von Bodenpartikeln oder die inhalative Aufnahme von bodenbürtigem Staub beurteilungsrelevant. Speziell für Blei wurden darüber hinaus die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch mittels epidemiologischer Daten zu Konzentrationen von Blei im Blut im Rahmen der Plausibilitätsprüfungen angepasst.

In Hausgärten kann aufgrund von Nutzpflanzenanbau auch dem Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze-Mensch Bedeutung zukommen, sodass die orale Aufnahme von Blei durch den Verzehr von angebautem Gemüse ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Da es sich im Raum Mechernich um großflächige Bleibelastungen im Boden mit Prüfwertüberschreitungen handelt, ist ein i.d.R. übliches, einzelfallbezogenes Vorgehen nicht praktikabel. Vielmehr ist ein gebietsbezogenes Beurteilungskonzept der Schadstoffbelastungen im Boden erforderlich, das insbesondere auf die räumliche Auswertung fokussiert und Besonderheiten hinsichtlich typischer Nutzungsstrukturen und Expositionsbedingungen berücksichtigt.

Die IFUA-Projekt-GmbH wurde daher von der Stadt Mechernich mit Schreiben vom 11.07.2019 mit der Ableitung von Beurteilungswerten für Blei im Boden zur Entwicklung gestufter Maßnahmen in Mechernich beauftragt.

Hierzu ist, im Sinne des Bodenschutzrechtes die Prägung des Untersuchungsraumes zu charakterisieren, um die weitere Vorgehensweise zu vereinheitlichen und zu vereinfachen. Im Hinblick auf planerische Aktivitäten sind dabei vorsorgende Aspekte im Sinne des Bauplanungsrechts zu beachten.

Dazu sollten vorhandene Daten und Informationen ausgewertet und zusammengeführt werden, um zunächst den Untersuchungsraum hinsichtlich der Bevölkerungs- und Nutzungsstruktur zu charakterisieren. Zur Abschätzung gebietstypischer Expositionsbedingungen waren Witterungseinflüsse zu berücksichtigen, genauso wie das gebietstypische Verhalten von Blei im Boden. Ebenso waren auftragsgemäß die Ergebnisse des vom Kreis Euskirchen durchgeführten Blutblei-Screenings in Mechernich zu würdigen.

Im hiermit vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsschwerpunkte beschrieben und erörtert, wobei hier insbesondere auf die wesentlichen Ergebnisse eingegangen wird, die die Grundlage für die Ableitung gebietsbezogener Beurteilungswerte für den Untersuchungsraum bilden.

Hierbei werden insbesondere Erkenntnisse aus der Beurteilung großflächiger Bleibelastungen aus einer vergleichbar bergbaugeprägten Region mit berücksichtigt (im Folgenden als Vergleichsstandort benannt). Hier handelt es sich um einen Standort im ländlich geprägten Raum mit besonderen Witterungsbedingungen und Nutzungsstrukturen, für den vertiefende Feldstudien¹ zum Spielverhalten von Kindern durchgeführt wurden.

¹ Diese Feldstudie ist noch nicht veröffentlicht. Die Ergebnisse dürfen jedoch in Absprache mit dem Auftraggeber anonymisiert im vorliegenden Bericht verwendet werden.

2. Charakterisierung des Untersuchungsraumes

Mechernich befindet sich im Süden von Nordrhein-Westfalen im Naturpark Nord-eifel und ist eine kreisangehörige Stadt im Kreis Euskirchen. Der Untersuchungsraum beschränkt sich auf das Stadtgebiet von Mechernich, das aus 44 Orten besteht, die wiederum insgesamt 21 Grundbuchbezirken zugeordnet sind. Eine Übersicht zur räumlichen Lage des Untersuchungsraums findet sich in Anlage 1.

Mechernich liegt ca. 290 m über NHN, die Lage der einzelnen Orte verteilt sich auf 202 m ü. NHN (Obergartzem) bis 525 m ü. NHN (Weyer). Insgesamt umfasst die Gesamtgröße des Stadtgebietes rund 136,4 km². Am 30.06.2019 betrug die Einwohnerzahl 28.059, davon 14.098 weiblich und 13.961 männlich (Quelle: <https://www.mechernich.de>). Die durchschnittliche Einwohnerdichte liegt bei 178 Einwohnern pro km². Für die einzelnen Grundbuchbezirke und Orte sind folgende Daten dokumentiert:

Tabelle 1: Übersicht zur Aufteilung der Flächen und Einwohner im Untersuchungsraum Mechernich (Quellen: <https://www.mechernich.de>, Kartengrundlagen Mechernich)

Ort	Einwohner (2019)	Höhe m ü. NHN	Grundbuchbezirk	Fläche [km ²]	Einwohner	Einwohner je km ²
Antweiler	770	239	Antweiler	4,92	770	157
Berg	243	264	Berg	6,01	243	40
Bergbuir	294	323	Bleibuir	14,17	1605	113
Bescheid	17	370				
Bleibuir	336	318				
Lückerath	312	317				
Schützendorf	246	298				
Voißel	213	420				
Wielspütz	44	360				
Denrath	143	310				
Breitenbenden	632	277	Breitenbenden	2,06	632	307
Eicks	518	239	Eicks	5,37	518	96
Floisdorf	323	246	Floisdorf	4,88	323	66
Glehn	434	288	Glehn	5,88	434	74
Harzheim	368	374	Harzheim	5,34	368	69
Holzheim	361	363	Holzheim	4,45	361	81
Hostel	251	317	Hostel	2,78	323	116
Kallmuth	358	388	Kallmuth	4,90	358	73

Projekt-Nr.: P 219010

Fortsetzung Tabelle 1: Übersicht zur Aufteilung der Flächen und Einwohner im Untersuchungsraum Mechernich (Quellen: <https://www.mechernich.de>, Kartengrundlagen Mechernich)

Ort	Einwohner (30.06.2019)	Höhe m ü. NHN	Grundbuchbe- zirk	Fläche [km²]	Einwohner	Einwohner je km²
Gehn	168	240	Kommern	18,81	5773	307
Katzvey	290	250				
Kommern	4468	250				
Kommern-Süd	568	301				
Schaven	279	235				
Lessenich	395	253	Lessenich- Rißdorf	6,81	510	75
Rißdorf	115	290				
Lorbach	305	444	Lorbach	3,16	305	96
Heufahrtshütte	20	310	Mechernich	14,54	8867	610
Kalenberg	365	353				
Mechernich	6778	290				
Roggendorf	773	300				
Strempt	931	306				
Weißbrunnen	72	300				
Obergartzem	1192	202				
Firmenich	821	215	Satzvey-Firmen- ich	7,27	1925	265
Satzvey	1104	219				
Bergheim	384	402	Vussem- Bergheim	3,43	1207	352
Vussem	823	304				
Wachendorf	592	266	Wachendorf	4,28	592	138
Weiler am Berge	371	371	Weiler a.Berge	2,95	371	126
Dreimühlen	58	390	Weyer	11,85	1364	115
Eiserfey	406	334				
Urfey	32	365				
Vollem	112	330				
Weyer	756	525				
Summe / MW		- / 313				
Minimum		202	2,06	243	40	
Maximum		525	18,8	8.867	610	

Die Orte Bergheim, Bleibuir, Breitenbenden, Denrath, Eicks, Glehn, Heufahrtshütte, Hostel, Kalenberg, Kallmuth, Katzvey, Kommern, Kommern-Süd, Lückerkath, Lorbach, Mechernich, Roggendorf, Schaven, Schützendorf, Strempt und Weißbrunnen liegen ganz oder zum Teil in dem bislang ausgewiesenen Blei-

Projekt-Nr.: P 219010

belastungsgebiet (vgl. Hinweise zur gesundheitlichen Vorsorge in der Mechernicher Bleibelastungszone; Kreis Euskirchen²). Eine räumliche Übersicht gibt Anlage 2 (siehe auch Kapitel 3.1).

Der Flächenanteil für die Flächen mit Bleigehalten >100 mg/kg wurde nach der GLA Bleibelastungskarte durch das Katasteramt mit 37,05 m² ermittelt.

Die zentral liegenden Ortschaften Kommern, Obergartzem, Satzvey-Firmenich, Mechernich, Breidenbenden und Vussem-Bergheim sind mit über 200 Einwohnern pro km² dichter besiedelt als die umliegenden Ortschaften (vgl. Anlage 2).

Vom MKULNV (2014)³ wurde Mechernich der Gebietskulisse „ländlicher Raum“ zugeordnet.

Abbildung 1: Ländliche Räume in NRW (Quelle: MKULNV 2014)



² Online: https://www.kreis-euskirchen.de/service/downloads/gesundheits/Endfassung_Fortschreibung_Merkblatt_Bleibelastungsgebiet_Stand23102019.pdf

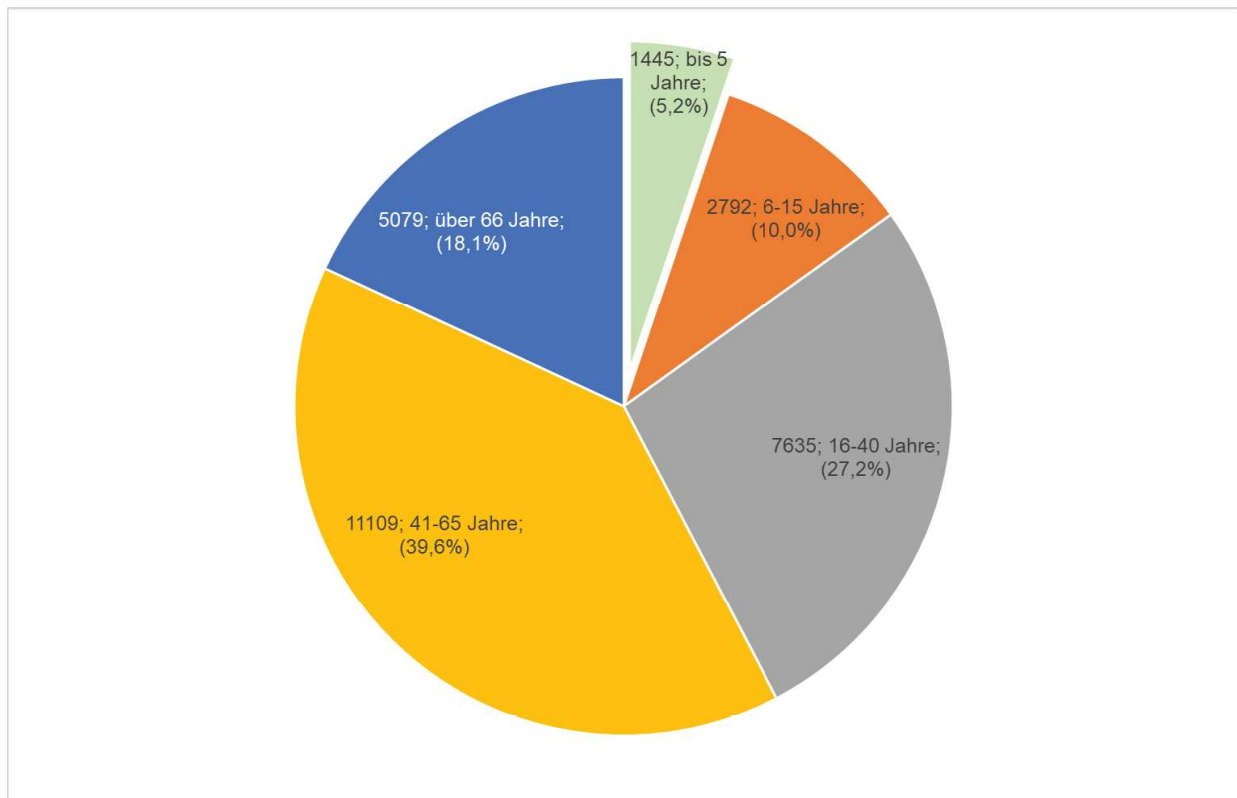
³ Online: https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/laendlicher_raum_nrw_programm_broschuere.pdf

Eine im Vergleich zu städtischen Ballungszentren niedrige Bevölkerungsdichte gilt als typisches Merkmal ländlicher Räume und gibt einen Hinweis auf eine eher lockere, offene Bebauung mit hohem Freiflächenanteil.

2.1. Bevölkerungsstruktur

Laut dokumentierter Altersgliederung für die Bevölkerung in Mechernich (Stand: 30.06.2019; Quelle: www.mechernich.de) macht die Gruppe der 41 bis 65 Jährigen mit 39,6% den größten Anteil aus, Kinder im Alter bis 5 Jahre haben mit 5,2% den geringsten Anteil an der Gesamtbevölkerung.

Abbildung 2: Altersverteilung in Mechernich (Stand: 30.06.2019; Quelle: www.mechernich.de)



Diese Angaben decken sich mit den Prognosen für die Jahrgangsstärken an den vier Mechernicher Grundschulen, aus denen hervorgeht, dass im Jahr 2017 insgesamt 1.436 Kinder im Alter von 0 bis 6 Jahren gemeldet waren⁴.

⁴ Online: https://www.mechernich.de/fileadmin/images/content/Leben_in_Mechernich/Schulen/vorauss._Jahrgangsstärke_GS_2017.pdf

2.2. Nutzungsstruktur

Nachfolgend werden die zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten zur Flächennutzung im Untersuchungsraum ausgewertet und im Hinblick auf die hier relevante Fragestellung erörtert.

2.2.1. Flächennutzung

Der Untersuchungsraum erstreckt sich auf einer Fläche von 136,4 km². Die Auswertung der ALKIS-Daten zur Flächennutzung des Untersuchungsraumes Mechernich zeigt, dass Wald und landwirtschaftlich genutzte Flächen mit knapp 110 km² den weitaus größten Flächenanteil einnehmen (80,3%). Wohnbaulich genutzte Flächen überdecken mit 7,8 km² nur rund 5% der Fläche. Gartenland (Kleingärten, Streuobstwiesen, etc.) spielt mit 0,7 km² im Vergleich nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Flächen und Flächenanteile der verschiedenen Nutzungskategorien im Untersuchungsraum Mechernich.

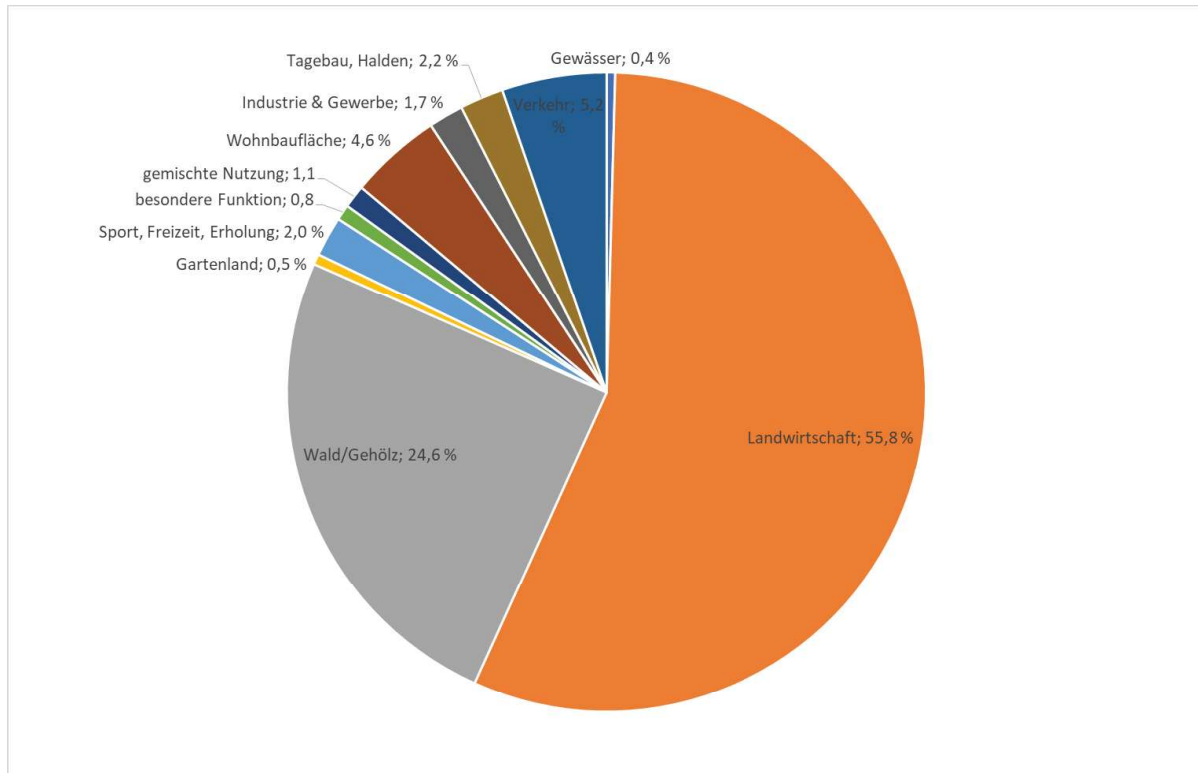
Tabelle 2: Aggregierte Katasterflächen (gemäß ALKIS) zur Charakterisierung der Nutzungen in Mechernich

Aggregierte Katasterflächen	Mechernich	
	In ha	In %
Gewässer	58	0,4
Landwirtschaft	7.610	55,8
Wald/Gehölz	3.351	24,6
Gartenland	71	0,5
Sport, Freizeit, Erholung	273	2,0
besondere Funktion	107	0,8
gemischte Nutzung	156	1,1
Wohnbaufläche	628	4,6
Industrie & Gewerbe	238	1,7
Tagebau, Halden	299	2,2
Verkehr	715	5,2
Summe	13.504	100

Die Anteile der verschiedenen Flächennutzungen sind denen des Vergleichsstandortes, an dem die Feldstudie zum Spielverhalten durchgeführt wurde, ähnlich.

Abbildung 3 gibt eine Übersicht über verschiedene, aggregierte Flächennutzungen im Untersuchungsraum Mechernich.

Abbildung 3: Diagramm zur Verteilung der Flächennutzung in Mechernich



In beiden Untersuchungsräumen dominieren Wald und Landwirtschaft mit über 80%. Im Vergleich überwiegen in Mechernich allerdings die landwirtschaftlich genutzten Flächen mit 55,8%, während am Vergleichsstandort die Waldflächen mit 48% den größten Flächenanteil einnehmen.

Die Anteile der Gewerbeflächen, Tagebauflächen und Halden sowie Verkehrsflächen liegen für beide Untersuchungsräume in vergleichbarer Höhe. Wohnbaulich genutzte Flächen sowie die Gartenbauflächen zusammen nehmen in Mechernich einen etwas höheren Anteil (um ca. 2,5 %) ein.

2.2.2. Sensible Flächennutzungen

Wohnbauflächen erstrecken sich im Untersuchungsraum Mechernich laut der ausgewerteten ALKIS-Daten auf 6,28 km². Daten zur Gebäude- und Wohnungszählung oder Grundstücksgrößen liegen nicht vor. Wie aus den Luftbildern hervorgeht, überwiegt eine Einfamilienhaus- bzw. Reihenhausbauung, Mehrfamilienhäuser sind vermutlich auf einzelne Bereiche im Stadtgebiet beschränkt.

Aus den Befragungen der 503 Einwohner*innen, die sich im Juni/Juli 2019 für das Blei-Screening gemeldet haben (vgl. Kapitel 3), geht laut Auskunft von Herrn Prof.

Kraus vom 11.09.2019 hervor, dass 88,1% der Befragten angaben, dass sich ein Garten (ohne nähere Differenzierung der konkreten Nutzung) an ihrem Wohnhaus befindet.

Am Vergleichsstandort machten im Jahr 2015 Ein- oder Zweifamilienhäuser 88,4% der verzeichneten Wohngebäude aus.

Im Untersuchungsgebiet sind insgesamt vier Grundschulen verzeichnet und neben der Gesamtschule verfügt Mechernich darüber hinaus auch über ein Gymnasium am Turmhof im Schulzentrum Mechernich. Insgesamt 22 Kindergärten und Kindertagesstätten betreuen die Kleinkinder bis 6 Jahre im gesamten Stadtgebiet⁵.

2.3. Wetter

Witterungsbedingungen können die Nutzung eines Untersuchungsraumes prägen. Beispielsweise milde Temperaturen erhöhen die Wahrscheinlichkeit für einen Aufenthalt im Freien und damit verbunden einem möglichen Bodenkontakt mit Bodenaufnahme. Eine geschlossene Schneedecke oder Bodenfrost verringern hingegen die Möglichkeit eines Bodenkontaktes deutlich. Da zu unterstellen ist, dass die Einhaltung der Prüfwerte für die BBodSchV bundesweit alle Witterungsbedingungen abdeckt, kann es daher sinnvoll sein zu prüfen, inwieweit im Untersuchungsgebiet besondere Witterungsbedingungen vorherrschen, die Einfluss auf die Expositionsbedingungen nehmen können.

Unter Wetter wird im Allgemeinen die Beschreibung des physikalischen Zustands der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem bestimmten Gebiet zu einem bestimmten Zeitpunkt verstanden (UBA 2013, DWD Wetterlexikon). Grundlage der Beschreibung sind meteorologische Größen wie z.B. Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Drucktendenz, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Bewölkung (Wolken) und Niederschlag, die an meteorologischen Beobachtungsstationen regelmäßig gemessen werden.

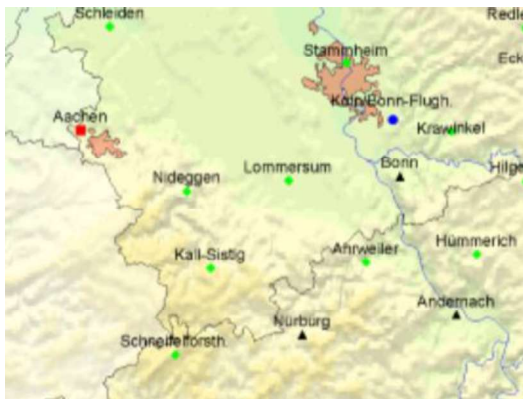
⁵ Online: https://www.mechernich.de/fileadmin/images/content/Leben_in_Mechernich/Kindergärten/Adressliste_der_Kindergärten.pdf

Wetterdaten für Deutschland werden an 2.325 Messstationen (je nach Parameterumfang) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erfasst.

2.3.1. Wetterbedingungen im Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum Mechernich, der auf einer Höhe von 202 bis 525 m ü. NHN liegt, befindet sich im Bereich von drei Messstellen des DWD, für die Langzeitmessungen vorliegen und abrufbar sind⁶.

Abbildung 4: Messstellen des DWD im Untersuchungsraum Mechernich



Die zum Untersuchungsraum nächstgelegenen aktiven Wetterstationen des DWD sind die Stationen:

- Nideggen-Schmidt (Station 3591):
Die Station liegt im Ortsteil Schmidt der Stadt Nideggen im Gebiet der Rureifel, am nördlichen Ortsteilrand in 370 m ü. NHN
- Weilerswist-Lommersum (Station 1327):
Die Station liegt am westlichen Rand des Ortsteils Lommersum in 147 m ü. NHN
- Kall-Sistig (Station 2497):
Die Station liegt in der Rureifel im Gebiet der Hollerather Hochfläche in 505 m ü. NHN

⁶ Für weitere, im Untersuchungsraum liegende Messstationen Mechernich Glehn (Station 14168) und Mechernich Harzheim (Station 14167) waren keine Daten für Langzeitmessungen zu recherchieren. Für die Messstation Mechernich-Strempt, Deponie (371 m ü. NHN) wurden uns für das Vergleichsjahr 2017 nachträglich noch ergänzende Daten zur Verfügung gestellt, die soweit möglich gewürdigt werden.

Die Lage der Messstationen im Untersuchungsraum findet sich in Anlage 1.

Während die drei Messstationen alle gleichermaßen nah im Umfeld von Mechernich liegen, erscheint die Messstation Nideggen-Schmidt aufgrund der Höhenlage die Verhältnisse im zentralen Untersuchungsraum am besten abbilden zu können. Allerdings wurden an der Messstation nicht alle Parameter gemessen, so dass nachfolgend alle drei Messstationen vergleichend ausgewertet werden. Gleichzeitig kann mit der Auswahl aller drei Messstationen das Spektrum der verschiedenen Höhenlagen im gesamten Untersuchungsraum von Mechernich abgebildet werden.

Parameter wie die Temperatur werden in der Regel als statistische Kennwerte (Mittelwerte, Minimum, Maximum) von Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahresgängen bis hin zu mehrjährigen Mitteln, die eine Periode über 30 Jahre abdecken, angegeben. Niederschlagsmengen werden hingegen häufig als Tages-, Monats- oder auch Jahressummen der Niederschlagshöhe (Wassersäule in mm) beziffert.

Die Sonnenscheindauer, die nicht an allen Stationen erfasst wurde, wird in Relation zu einem bestimmten Zeitraum in der Regel als Summe der Sonnenstunden/-minuten pro Stunde, Tag, Monat oder Jahr angegeben. Im mehrjährigen Mittel werden Summenwerte in der Regel als Mittelwert der Jahressummen beziffert.

Eine Auswertung der Daten zur Tages-Lufttemperatur, Niederschlagshöhe und Sonnenscheindauer für die Normalperiode (1991-2010) für Deutschland (Rasterdaten sowie Statistik der Messstationen) sowie für die Messstationen im Untersuchungsraum Mechernich findet sich in Tabelle 3.

Ergänzend wurden auch Jahresmittelwerte für die Zeitperiode 2005-2015 ermittelt und dargestellt, um die real gemessenen Daten an den Messstationen für diesen Zeitraum integrieren und einordnen zu können.

Da umfangreiche Feldstudien zum Spielverhalten von Kindern in Hausgärten im jahreszeitlichen Verlauf durchgeführt wurden und Zusammenhänge mit den dort spezifisch anzutreffenden Wetterbedingungen hergestellt werden konnten, werden nachfolgend auch die in der Feldstudie ausgewerteten Wetterdaten der Messstation des DWD am Vergleichsstandort mit aufgeführt.

Um darüber hinaus einen Vergleich der Wetterdaten mit einem Standort zu ermöglichen, der "gute Wetterbedingungen" in dem Sinne abbildet, dass Freizeitaktivitäten im Freien für Kinder gut möglich und wahrscheinlich sind, wurden die Daten der Messstation 5906 des DWD in Mannheim ausgewählt. An dieser Messstation lagen für die untersuchten Zeitperioden die Jahresmittelwerte für die Sonnenscheindauer und die Tages-Lufttemperatur im Bereich des 95.-Perzentils der Daten für Deutschland, während die Niederschlagshöhe im Bereich des 5.-Perzentils einzuordnen ist.

Die nachfolgende Übersicht in Tabelle 3 macht deutlich, dass die langjährigen mittleren Tagestemperaturen an der Messstation Nideggen im Bundesdurchschnitt liegen, während im Vergleich dazu an der Messstation Weilerswist etwas höhere Temperaturen gemessen wurden, in Kall-Sistig etwas niedrigere.

In Nideggen liegen die langjährigen Lufttemperaturen im Mittel um 1°C höher als am Vergleichsstandort und um 1,7-1,9°C niedriger als in Mannheim.

Die langjährigen jährlichen Niederschlagsmengen übersteigen sowohl an der Messstation Nideggen und Kall-Sistig wie auch am Vergleichsstandort den Bundesdurchschnitt. An den Messstationen Weilerswist wie auch in Mannheim wurden unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen verzeichnet.

Überdurchschnittlich viele Sonnenstunden gibt es in Mannheim und Weilerswist. An den Messstationen Nideggen, Kall-Sistig und am Vergleichsstandort wurden 45 bis 136 Stunden Sonne im Jahr weniger gemessen. Nachfolgend werden die einzelnen Parameter weiter erläutert und vertieft.

Tabelle 3: Langjährige Wetterdaten für Deutschland und ausgewählte Messstationen im Vergleich

	Zeitraum	Niederschlag (mm/a)	Sonnenstunden (h/a)	Tagestemperatur (TMK) (°C)
Rasterdaten Deutschland (Langjährige Mittelwerte)				
Mittelwert	1981-2010	819	1601	8,9
	2005-2015	788	1678	9,3
Minimum	1981-2010	608	1371	7,2
	2005-2015	701	1508	7,8
Maximum	1981-2010	1018	2014	9,9
	2005-2015	970	1847	10,3
Messstationen Deutschland (Langjährige Mittelwerte)				
<i>n</i>	1981-2010	2325	260	264
Mittelwert	1981-2010	831	1606	8,8
Minimum	1981-2010	473	1220	-4,3
Maximum	1981-2010	2464	1878	11,5
95- Perzentil	1981-2010	1343	1736	10,6
5.-Perzentil	1981-2010	546	1445	6,6
Messstation 3591 – Nideggen-Schmidt (Langjährige Mittelwerte) – 370 m ü.NHN				
Mittelwert	1981-2010	910	1556	9,0
Mittelwert	2005-2015	817	n.b.	9,6
Messstation 2497 –Kall-Sistig (Langjährige Mittelwerte) – 505 m ü. NHN				
Mittelwert	1981-2010	817	n.b.	7,95
Mittelwert	2005-2015	722	1591	8,3
Messstation 1327 –Weilerswist-Lommersum (Langjährige Mittelwerte) – 107 m ü.NHN				
Mittelwert	1981-2010	620	n.b.	10,3
Mittelwert	2005-2015	567	1727	10,6
Messstation 5906 - Mannheim (Langjährige Mittelwerte) – 96 m ü.NHN				
Mittelwert	1981-2010	675	1715	10,9
Mittelwert	2005-2015	635	1738	11,3
Messstation Vergleichsstandort (Langjährige Mittelwerte) – 457 m ü.NHN				
Mittelwert	1981-2010	1034	1453	7,9
Mittelwert	2005-2015	871	1542	8,5

2.3.2. Auswertung relevanter Wetterparameter

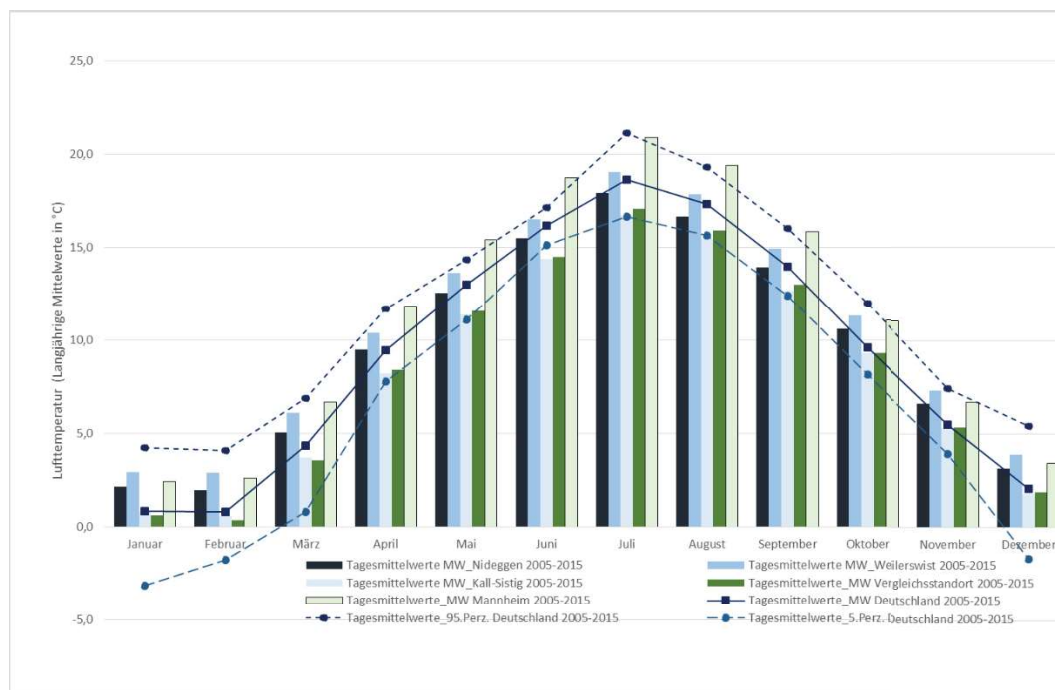
2.3.2.1 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur an den Messstationen des DWD werden üblicherweise in 2 m Höhe ermittelt und beispielsweise als Tages-Mitteltemperatur in °C (TMK) doku-

Projekt-Nr.: P 219010

mentiert. Darüber hinaus werden auch die Tages-Maximumtemperatur (TXK) sowie Tages-Minimumtemperatur (TNK) ausgewiesen. Die nachfolgende Abbildung zeigt Tagesmittelwerte für Deutschland sowie die Messstationen in Mechernich sowie am Vergleichsstandort und in Mannheim im Vergleichszeitraum 2005-2015 für die einzelnen Kalendermonate auf.

Abbildung 5: Mittlere Tages-Lufttemperatur (°C in 2 m Höhe) an verschiedenen Messstationen im lang-jährigen monatlichen Vergleich

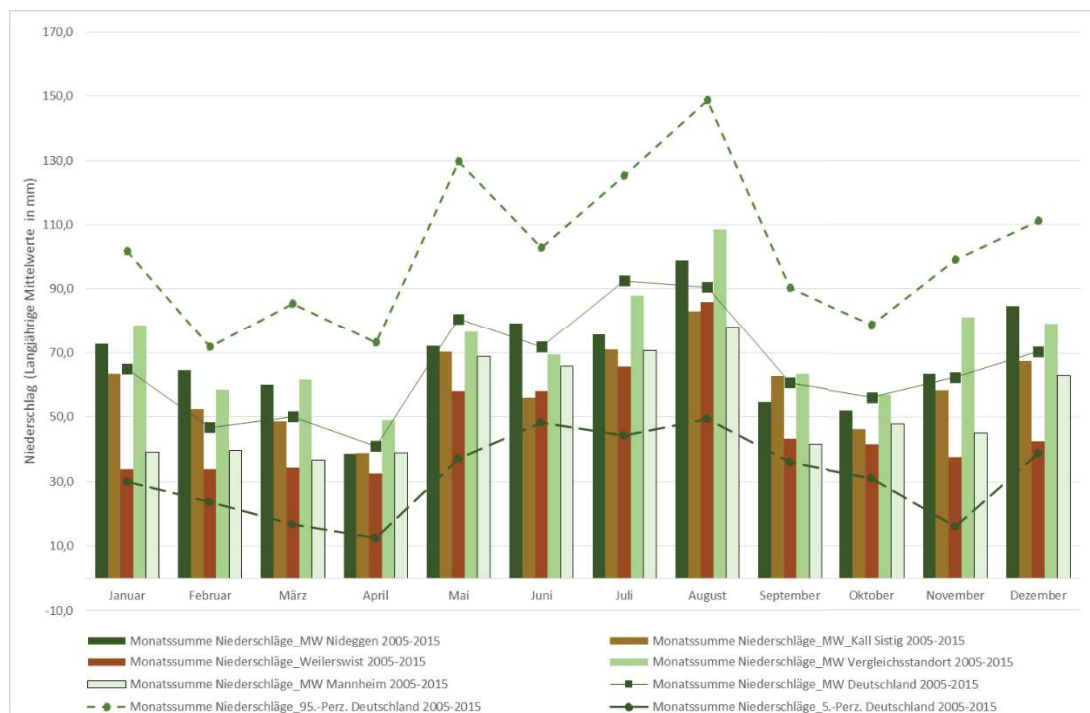


An allen Messstationen werden die typischen Temperaturverläufe im Jahresverlauf deutlich, wobei die Wintermonate (Januar Februar) an den Messstationen Nideggen und Weilerswist sowie in Mannheim vergleichsweise mild ausfallen, während in den höheren Lagen (Messstation Kall-Sistig sowie am Vergleichsstandort (457 m ü.NHN)) eher unterdurchschnittliche Tagestemperaturen gemessen wurden. Die niedriger gelegene und ggf. durch die Rheinebene klimatisch beeinflusste Messstelle Weilerswist zeigt im gesamten Jahresverlauf überdurchschnittlich warme Tagestemperaturen, erreicht jedoch nicht die Werte von Mannheim. Die Tagestemperaturen an den Messstellen Nideggen liegen im Verlauf zwischen 0,7 bis 1,6 °C höher als an der Messstation am Vergleichsstandort.

2.3.2.2 Niederschläge

Die langjährigen Niederschlagsmengen unterscheiden sich für die Messstationen Nideggen und am Vergleichsstandort nur geringfügig (ca. 60 mm im Jahr). Die Niederschlagsmengen an der Messstation Nideggen liegen im Zeitraum 2005-2015 im Jahresmittel mit 809 mm um ca. 174 mm höher als an der Messstation Mannheim (635 mm), aber ungefähr im Bereich des langjährigen Jahresmittels für Deutschland (788 mm). An den Messstationen Weilerswist, aber auch in Kall-Sistig fiel mit 567 bzw. 712 mm pro Jahr tendenziell weniger Niederschlag als im Bundesdurchschnitt. Eine Übersicht der langjährigen Monatssummen der Niederschlagshöhen an den Messstationen in Deutschland sowie in Mechernich, am Vergleichsstandort und Mannheim gibt Abbildung 6.

Abbildung 6: Monatssumme Niederschlagshöhe (mm) an verschiedenen Messstationen im langjährigen monatlichen Vergleich



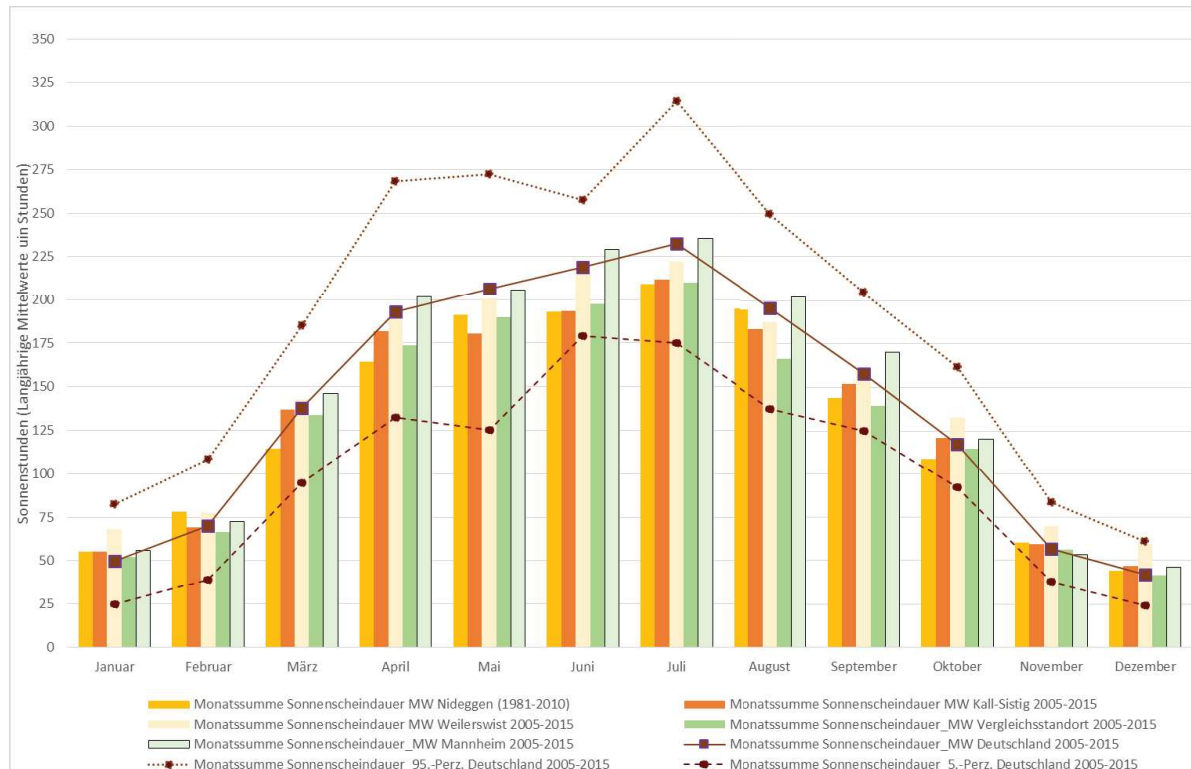
2.3.2.3 Sonnenscheindauer

Im Durchschnitt scheint in Deutschland über das Jahr (Normalperiode 1981-2010) an etwa 1.600 h die Sonne (vgl. auch Tabelle 3). Im deutschen Mittel verteilen sich die Sonnenstunden über das Jahr vermehrt auf die Monate Mai bis August mit jeweils über 200 h und einem Maximum von 221,5 h im Juli, während in den Monaten November bis Februar jeweils deutlich unter 100 h mit einem Minimum von 39,8 h im Dezember verzeichnet werden.

Projekt-Nr.: P 219010

Eine Übersicht der langjährigen Monatssummen der Sonnenstunden an den Messstationen in Deutschland sowie in Mechernich, am Vergleichsstandort und Mannheim gibt Abbildung 7.

Abbildung 7: Monatssumme Sonnenscheindauer (h) an verschiedenen Messstationen im langjährigen monatlichen Vergleich



Bezogen auf die Summen der Sonnenstunden (2005-2015) sind an den für Mechernich herangezogenen Messstationen von April bis November unterdurchschnittlich viele Sonnenstunden aufgezeichnet worden, in den Monaten Dezember bis März erreichen bzw. übersteigen die Jahreswerte den Bundesdurchschnitt.

Insgesamt wurden im Zeitraum 2005-2015 an der Messstation Kall-Sistig ca. 147 Sonnenstunden pro Jahr weniger gemessen als an der Messstation in Mannheim (vgl. Tabelle 3). An den Messstationen in Mannheim und Weilerswist war die Sonnenscheindauer etwa gleich.

2.3.2.4 Extreme Tage

Zur Beschreibung des Wetters werden basierend auf den gemessenen Daten zu Temperatur, Niederschlag und Sonnenstunden weitere Kenngrößen genutzt, die

Standorte oder jahreszeitliche Verläufe vertieft betrachten und charakterisieren lassen. Insbesondere bei der Beschreibung von längeren Zeiträumen (Monate, Jahre) sind beispielsweise deskriptive Größen wie Eis- und Sommertage üblich, bei denen bezogen auf den entsprechenden Zeitraum die Anzahl der Tage angegeben wird, an denen ein statistischer Kennwert für die Temperatur unter- oder überschritten wird. Folgende Parameter (definiert nach den Vorgaben des DWD) werden im Folgenden für weitere Auswertungen herangezogen:

Eistag:	Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes ($<0^{\circ}\text{C}$) liegt, d.h. es herrscht durchgehend Frost.
Frosttag:	Tag, an dem das Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (0°C) liegt (ohne Beachtung des Lufttemperatur-Maximums).
Bodenfrost:	Tage, an denen das Temperaturminimum, gemessen in 5 cm Höhe $<0^{\circ}\text{C}$ beträgt.
Schneetag:	Tag, an dem die Schneehöhe >0 mm ist.
Sommertag:	Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 25^{\circ}\text{C}$ beträgt.
Heißer Tag:	Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$ beträgt. Ein Heißer Tag wurde früher auch als Tropentag bezeichnet.

Die Anzahl der Eistage ist somit eine Untermenge der Anzahl der Frosttage und beschreibt sehr gut die Härte eines Winters. Die Menge der Sommertage enthält die Untermenge der Heißen Tage und ergänzt die Aussagen zur Güte eines Sommers, welcher primär anhand der Anzahl der Heißen Tage ermittelt wird. Schneetage kennzeichnen die Tage, an denen Schnee den Boden bedeckt.

Eine Übersicht der Tage mit extremer Witterung an den Messstationen in Mechernich für den Zeitraum 2017, in dem die Feldstudie durchgeführt wurde, sowie die Daten am Vergleichsstandort und Mannheim gibt Tabelle 4⁷.

⁷ An der Messstation Mechernich-Stempt, Deponie wurden im Jahr 2017 6 Eistage, 51 Frosttage, 67 Tage mit Bodenfrost, 39 Sommertage und 10 heiße Tage verzeichnet, die Schneetage wurden nicht dokumentiert. Damit würden sich 67 Ausschlussstage (37 Tage weniger als angenommen) ergeben. Die mittlere

Tabelle 4: Übersicht der Tage mit extremer Witterung (2017) an ausgewählten Wetterstationen

	Nideggen	Kall-Sistig	Weilerswist	Vergleichs-standort	Mannheim
Eistage*	8	14	5	20	7
Frosttage*	55	76	44	78	66
Bodenfrost*	103	110	96	116	106
Schneetage*	25	28	9	50	5
Sommertage	26	19	47	15	70
Heiße Tage	6	2	13	2	21
Ausschluss-tage**	104	114	96	126	107
* Tage, die als Ausschluss-tage definiert wurden					
** Tage, für die <u>mindestens</u> eines der Ausschlusskriterien zutrifft					

Sommertage mit Höchsttemperaturen über 25°C, bei denen vermehrt Aktivitäten im Freien zu erwarten sind, kommen in Mechernich (Nideggen und Kall-Sistig) mit 19 bis 26 Tagen pro Jahr verglichen mit Mannheim (ca. 70 d/a) eher selten vor. In Weilerswist dagegen wurden im Jahr 2017 47 Sommertage gemessen.

Ein direkter Einfluss auf den Kontakt zum Boden kann durch Bodenfrost bzw. Schneebedeckung angenommen werden. Es ist davon auszugehen, dass eine Bodenaufnahme bei vollständig mit Schnee bedecktem, bzw. durch Frost verfestigten Boden deutlich eingeschränkt ist. Tage mit Bodenfrost sind an allen Messstellen annähernd gleich.

Zum Vergleichsstandort zeigt sich an den Messstationen in Mechernich für die Schneebedeckung im Jahr 2017 ein deutlicher Unterschied in deren Häufigkeit. Über das Jahr war der Boden am Vergleichsstandort im Mittel etwa 50 Tage mit Schnee bedeckt. Zudem gab es 20 Eistage, bei denen die maximale Tagestemperatur nicht über den Gefrierpunkt steigt. In Mechernich wurden 8-14 Eistage

Tagestemperatur betrug 10,4 °C und lag damit um 0,3 °C höher als an der Messstation Nideggen. Die gemessenen Tagesmaxima an der Messstation Mechernich-Stempt, Deponie lagen für das Jahr 2017 im Vergleich zu denen an der Messstation Nideggen im Mittel um 0,9°C höher. Tendenziell würde sich aus diesen Wetterdaten eine leichte Verschärfung der Beurteilungswerte berechnen. Inwieweit die höheren Lufttemperaturen plausibel und die erhobenen Daten und Messmethoden (z.B. Standortwahl, etc.) im langjährigen Mittel mit denen des DWD direkt vergleichbar sind, konnte jedoch nicht geprüft werden.

und nur halb so viele Schneetage (25-28 Tage) dokumentiert. In Mannheim wurden im Jahr 2017 im Vergleich 7 Eistage und nur 5 Tage mit Schneedecke verzeichnet.

Im Rahmen der Feldstudie wurden Ausschlusstage definiert (vgl. Tabelle 4, mit * gekennzeichnet), an denen Kinder mit geringer Wahrscheinlichkeit im Freien spielen bzw. aufgrund der Gegebenheiten (gefrorener Boden, Schneebedeckung) vermutlich keine nennenswerten Mengen an Boden aufnehmen.

Für Mechernich ergäben sich an der Messstation Nideggen 104 Tage, an denen entweder Schnee liegt und ein Bodenkontakt kaum gegeben ist, oder die aufgrund der niedrigen Lufttemperaturen als Frosttage oder Eistage einzustufen sind. Am Vergleichsstandort wurden 126 Ausschlusstage ermittelt.

2.4. Gebietstypische Expositionsbedingungen

Mechernich liegt mit seinen Ortsteilen in Höhenlagen zwischen 202 und 525 m über NHN. Die sensibelste Bevölkerungsgruppe, kleine Kinder bis 5 Jahre, haben einen Anteil an der Bevölkerung von 5,2%. Aufgrund der Siedlungs- und Nutzungsstrukturen wird Mechernich dem ländlichen Raum in NRW zugeordnet.

Die Witterungsbedingungen in Mechernich unterscheiden sich an den ausgewählten Messstationen Nideggen und Kall-Sistig nicht wesentlich von denen des Bundesdurchschnitts. Allerdings zeigten sich im Vergleich zu Standorten mit optimalen Witterungsbedingungen für Kinderspiel im Freien deutlich niedrigere Tageslufttemperaturen, höhere Niederschlagsmengen und weniger Sonnenstunden, so dass eine Berücksichtigung der gebietstypischen Witterungsverhältnisse im Hinblick auf die Abschätzung gebietstypischer Expositionsbedingungen (vgl. Kapitel 4.2) zielführend erscheint.

Zur Abbildung der Witterungsverhältnisse in Mechernich werden im Weiteren die Daten der Wetterstation Nideggen herangezogen, da diese im Vergleich zu den Daten der Wetterstation Kall-Sistig die günstigeren Witterungsbedingungen zum Spielen im Freien abbilden.

An der Messstation Weilerswist wurden dagegen Witterungsbedingungen erhoben, die davon abweichen und zum Teil über dem Bundesdurchschnitt liegen.

Sind Bleibelastungen in räumlicher Nähe zu dieser Messstation zu betrachten, ist dies entsprechend zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 5.1).

Da die Siedlungs- und Nutzungsstrukturen in Mechernich denen des ländlich- und bergbaugeprägten Vergleichsstandortes ähnlich sind, wird eine Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse aus der Feldstudie zum Spielverhalten von Kindern im ländlichen Raum für zulässig angesehen (vgl. Kapitel 4.2.1).

3. Bleibelastung im Untersuchungsraum

Die Bleibelastungen im Raum Mechernich gehen auf den Bleibergbau zurück, dessen Ursprung bereits seit dem Mittelalter bzw. noch früher belegt ist. Im Laufe der Jahrhunderte wurde im Raum Mechernich intensiver Bergbau betrieben, der zu erheblichen Massenverlagerungen geführt hat. So wurden Einrichtungen der Erzaufbereitung (Staub emittierende Brecheranlagen) gebaut, Halden aus Bergematerial und Schlacken geschüttet und abgetragen sowie Flotationsbecken aus deflationsgefährdetem Feinmaterial errichtet. 1957 wurde das letzte Bergwerk stillgelegt.

3.1. Untersuchungen am Boden

Untersuchungen des Bodens zur Bleibelastung in Mechernich wurden bereits 1986 vom Geologischen Landesamt NRW durchgeführt. Im Ergebnis wurde das Mechernich-Kaller Bleibelastungsgebiet kartografisch dargestellt und Bereiche unterschiedlich hoher Bleibelastungen differenziert, die südlich über die Stadtgrenzen von Mechernich hinausgehen. Die Spanne der Bleigehalte im Boden umfasste Bereiche von < 100 mg/kg bis >10.000 mg/kg (vgl. Anlage 2).

Inwieweit die bisherigen Kenntnisse zur Bleibelastungszone aus heutiger, methodischer Sicht (Netzplanung, Probennahme, Analysemethoden, etc.) belastbar sind, bleibt noch zu klären. Hierzu sind weitere Prüfschritte, beispielsweise im Rahmen einer Bodenbelastungskarte (BBK) notwendig.

Aktuell wurden in Bebauungsplangebieten Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel, die Bleibelastungen zu konkretisieren sowie die Verfügbarkeit des Bleis im Untersuchungsraum im Hinblick auf die Betrachtung der Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze-Mensch zu überprüfen.

Im Ergebnis wurden 21 Flächen im Bebauungsplangebiet „Auf der Donnermaar“ (T1 und T2) und 20 Flächen im Bebauungsplangebiet „Kommern Süd“ (T6 und T7) in den Tiefen 0-35 cm sowie 35-60 cm beprobt und untersucht (vgl. (IFUA 2019a). Die Lage der Flächen T1 bis T7 ist Anlage 2 zu entnehmen.

Die Bleigehalte schwankten zwischen 15 und 4.340 mg/kg, im Mittel lagen die Bleigehalte bei 522 mg/kg, das 50.-Perzentil bei 293 mg/kg. Details dazu finden

Projekt-Nr.: P 219010

sich in IFUA 2019a. Insgesamt unterscheiden sich die beiden Bebauungsplangebiete hinsichtlich der Höhe der festgestellten Bleigehalte. Während im Bebauungsplangebiet „Auf der Donnermaar“ 50% der gemessenen Bleigehalte im Oberboden unterhalb von 871 mg/kg liegen, wurden im Bebauungsplangebiet „Kommern Süd“ in 50% der Oberbodenproben Bleigehalte von unter 247 mg/kg gemessen.

Des Weiteren wurden im Bebauungsplangebiet „Auf der Wäsche“ insgesamt 15 Parzellen, jeweils in den Tiefen 0-35 cm und 35-60 cm beprobt und untersucht. Die Lage der Fläche W ist Anlage 2 zu entnehmen. Details dazu finden sich in IFUA 2019b.

3.1.1. Resorptionsverfügbarkeit von Blei im Boden

Für die Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Mensch wird angenommen, dass (Klein-)Kinder beim Spielen im Freien kleinere Mengen Boden verschlucken. Enthält der Boden Schadstoffe, wie z.B. Blei, ist dieses am Bodenpartikel mehr oder weniger fest gebunden und wird nach dem Verschlucken durch Verdauungsprozesse im Magen Darm-Trakt (pH-Wert, Enzyme) aus dem Boden herausgelöst, um dann in den Organismus aufgenommen werden zu können. Diese sogenannte Verfügbarkeit von Stoffen wie Blei kann von Boden zu Boden unterschiedlich sein.

Als Standard zur Prüfwertableitung wurde von einer 100%-igen Resorptionsverfügbarkeit ausgegangen. In Realität ist dies jedoch in der Regel eine deutliche Überschätzung. Im Rahmen der Prüfwertableitung für Blei wurde beispielsweise basierend auf Erkenntnissen aus epidemiologischen Studien aus Duisburg eine Anpassung der Prüfwerte für Gesamtgehalte gegenüber des theoretisch abgeleiteten Wertes (der für resorptionsverfügbares Blei gilt) vorgenommen.

Mit Hilfe des Laborverfahrens DIN 19738:2017-06 kann dieser bodenabhängige Prozess der Resorptionsverfügbarkeit im Einzelfall simuliert und quantifiziert werden.

Im Zuge der Bebauungsplangebietsuntersuchungen wurde in 40 Proben der Untersuchungsflächen T1 bis T7 stichprobenhaft deren Resorptionsverfügbarkeit

untersucht und ausgewertet (vgl. IFUA 2019a). Nachdem eine Fläche als Ausreißer identifiziert werden konnte, können folgende statistischen Kenngrößen benannt werden (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Zusammenfassende Statistik zur Analytik der Blei-Resorptionsverfügbarkeit auf den Teilflächen T1 - T7 (vgl. IFUA 2019a)

	Blei, gesamt	Blei, resorptionsverfügbar	Blei, resorptionsverfügbar	Abweichung Doppelbestimmung Pb-Ges	Abweichung Doppelbestimmung Pb-RV	Wiederfindung
	in mg/kg		in %			
Gültige Fälle	39	39	39	39	39	39
Mittelwert	588	142	24	4,6%	4,9%	97
Median	405	106	23	4,2%	3,6%	95
Standardabweichung	428	119	4,5	3,2%	4,7%	8
Minimum	199	39	13	0,0%	0,2%	80
Maximum	1.835	624	35	13,8%	27,3%	117
5.-Perzentil	206	47	17	1,0%	0,8%	85
95.-Perzentil	1.322	327	31	12,8%	11,7%	114

Die nachgewiesenen resorptionsverfügbaren Bleigehalte der gültigen Fälle (n=39) liegen zwischen 39 und 624 mg/kg, im Mittel wurden 142 mg/kg nachgewiesen, der Median liegt bei 106 mg/kg. Der resorptionsverfügbare Anteil für Blei, bezogen auf den Mittelwert der Doppelbestimmung der Gesamtgehalte, reicht von 13 % bis 35 % und liegt im Mittel bei 24 %, das 95.-Perzentil beträgt 31 %.

Da sich die resorptionsverfügbaren Anteile zwischen den Proben der beiden Bebauungsplangebiete nicht signifikant unterscheiden, wurden Zusammenhangsanalysen an dem gesamten gültigen Datenpool, (n=39) durchgeführt. Insgesamt wurden dafür verschiedene Modelle angewandt (vgl. Kapitel 4.1.1).

3.1.2. Blei in der Feinkornfraktion < 63 µm

Die inhalative Aufnahme von bodenbürtigem Blei steht nur dann im Vordergrund zur Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Mensch, wenn entsprechend hohe Mengen Staub aufgewirbelt werden, die bei Aktivitäten mit hoher Atemrate eingeatmet werden können, wie beispielsweise im Szenario „Bolz- und Sportplätze“ für die Gruppe der Jugendlichen unterstellt wird. In diesem Szenario (vgl. DELSCHEN et al. 2006) wird eine Staubkonzentration von 10 mg/m³ angenommen.

Als relevante lungengängige Fraktion werden Partikel mit einem Durchmesser von < 10 µm angesehen. Diese Fraktion lässt sich allerdings labortechnisch nicht

ohne weiteres untersuchen, so dass hilfswise die kleinste siebbare Fraktion < 63 µm als gängiges Verfahren Eingang in die Einzelfallprüfung gefunden hat⁸.

Mit diesem Verfahren kann überprüft werden, inwieweit eine Anreicherung von Blei in der Feinkornfraktion < 63 µm des Bodens im Untersuchungsraum vorliegt. Grundannahme für die Prüfwertableitung ist ein Anreicherungsfaktor von 5 für anorganische Schadstoffe in der Feinkornfraktion < 63 µm.

Vor diesem Hintergrund wurden für einen Teil der Proben (n = 7) aus dem Bebauungsplangebiet „Auf der Wäsche“ Untersuchungen in der Feinkornfraktion < 63 µm durchgeführt. Die ermittelten Anreicherungsfaktoren liegen zwischen 0,15 (Min) und 1,25 (Max), das 50.-Perzentil bei 1,03. Eine nennenswerte Anreicherung in der Feinkornfraktion < 63 µm konnte somit auf Basis der vorhandenen Datengrundlage nicht festgestellt werden.

3.1.3. Pflanzenverfügbarkeit von Blei im Boden

Zur Abschätzung, wieviel Blei über die systemische Aufnahme aus dem Boden in Nutzpflanzen gelangt, ist die Pflanzenverfügbarkeit von Blei im Boden entscheidend. Diese ist im Einzelfall abhängig von verschiedenen bodenbedingten Einflussfaktoren, wie insbesondere dem pH-Wert.

Als labortechnisches Verfahren zur Bestimmung der Pflanzenverfügbarkeit hat sich die Extraktion mittels Ammoniumnitratlösung bewährt, das in der DIN 19730 beschrieben und als Extraktionsverfahren zur Überprüfung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze im Hinblick auf die Pflanzenqualität in Anhang 1 der BBodSchV für Blei und Cadmium vorgegeben ist.

Im Zuge der Untersuchungen der Bebauungsplangebiete „Auf der Donnermaar“ und „Kommern Süd“ wurden in 82 Proben die pflanzenverfügbaren Bleigehalte im Ammoniumnitratextrakt (AN) bestimmt. Die Werte schwankten zwischen 0,013

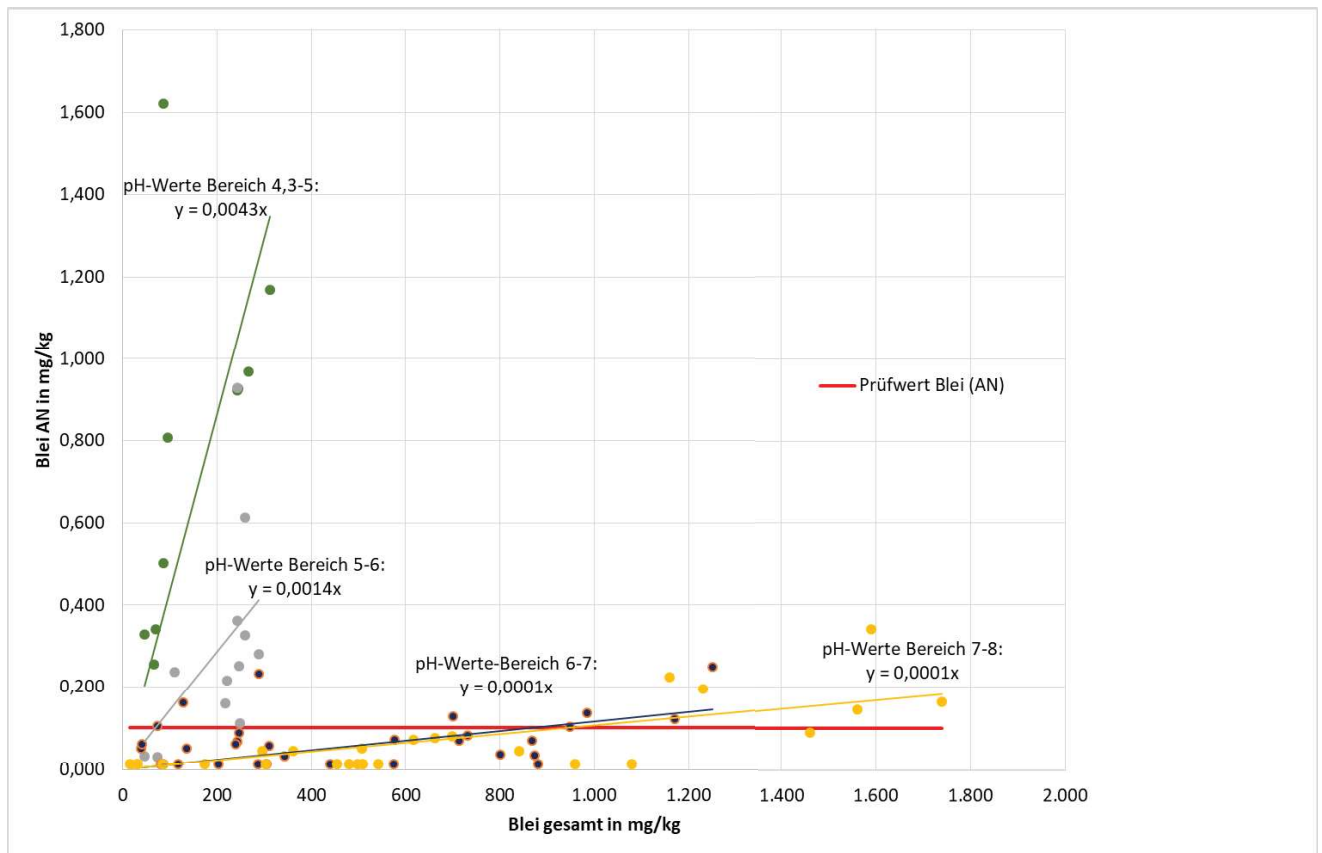
⁸ vgl. auch §22 der MantelVO/BBodSchV, in der das Verfahren explizit benannt wird. Seit längerem ist die Novellierung der BBodSchV von 1999 im Rahmen einer Mantelverordnung (Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung - Artikel 2: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vorgesehen (vgl. Drucksache 18/12213 vom 03.05.2017).

Projekt-Nr.: P 219010

mg/kg und 1,74 mg/kg, im Mittel lagen die Bleigehalte im AN bei 0,215 mg/kg, das 50.-Perzentil bei 0,071 mg/kg. (vgl. (IFUA 2019a).

Zwei Proben wurden als Ausreißer eliminiert⁹. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die pH-Wert-abhängigen Zusammenhänge.

Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Blei-Gesamtgehalten und gemessenen pflanzenverfügbaren Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom pH-Wert (n = 80)



⁹ T1-01-1; wegen ungewöhnlich hohem Bleigehalt;
T2-10-1; wegen Maximum für Blei im AN trotz hohem pH-Wert

3.2. Untersuchungen am Menschen

Zur Beurteilung von Schadstoffen im Boden im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit werden insbesondere bei großflächigen Bodenbelastungen häufig auch Untersuchungen direkt am Schutzgut, d.h. am Menschen gemacht. Wohlwissend, dass hierbei einerseits diverse Einflüsse, die zur Belastung eines Menschen durch einen ubiquitär vorkommenden Schadstoff beitragen, nur schwer differenziert werden können. Andererseits können mit solchen Messungen Modellabschätzungen hinsichtlich ihrer Plausibilität überprüft und abgesichert werden (vgl. LANUV 2014).

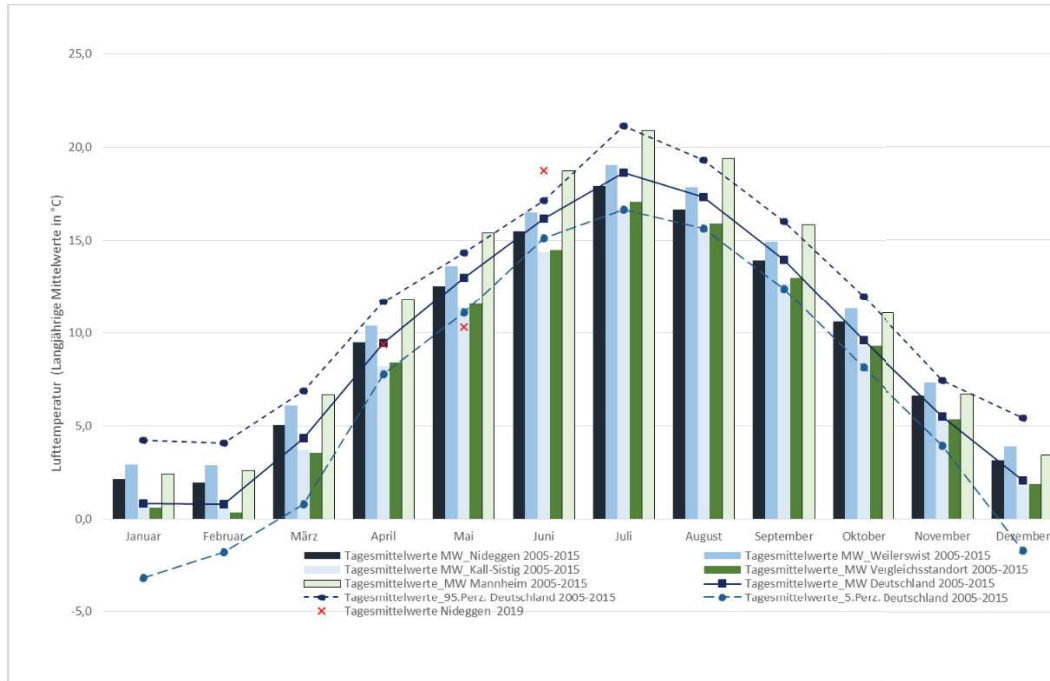
Für die Untersuchung von Blei geeignet ist die Bestimmung des Blutbleigehaltes. Ist Blei in den menschlichen Organismus gelangt, beträgt die Halbwertszeit zwischen 35 Tagen (Blut), und 5 bis 30 Jahren (in Knochen). Nach dem Verschlucken nehmen Kinder Blei fünfmal besser auf als Erwachsene.

Zur Bestimmung der aktuellen Blutblei-Gehalte in der Bevölkerung von Mechernich wurde vom Kreis Euskirchen ein Blei-Screening an freiwilligen Probanden geplant. Ziel der Untersuchung war die Abschätzung einer eventuell zusätzlichen Bleibelastung durch kontaminierte Böden sowie ggf. die Ableitung von Maßnahmen zum Gesundheitsschutz. Die nachfolgenden Ergebnisse wurden den Vortragsunterlagen von Herrn Prof. Dr. Kraus¹⁰ entnommen.

Die Untersuchungen wurden am 25.06. und 04.07.2019 vom Kreis Euskirchen (Blutabnahme) sowie der Uniklinik der RWTH Aachen (Laboranalysen) durchgeführt. Damit wurde die Untersuchung in einer Jahreszeit durchgeführt, in der milde Lufttemperaturen vorherrschen und ein Aufenthalt von Kindern im Freien mit möglichem Bodenkontakt wahrscheinlich ist. Aufgrund der Halbwertszeiten von Blei im Blut interessieren insbesondere die zurückliegenden 1-3 Monate. Wie die Auswertungen der Lufttemperatur-Daten zeigen (vgl. Abbildung 9, rote Kreuze), fiel der Juni 2019 überdurchschnittlich warm aus, während der Mai vergleichsweise kühl ausfiel. Damit lässt sich der Untersuchungszeitraum gut in die Auswertungen bzgl. der witterungsbedingten Expositions-betrachtungen einreihen.

¹⁰ unter: https://www.kreis-euskirchen.de/service/downloads/gesundheit/Ergebnisse_des_Blut-Blei-Screenings_Mechernich.pdf, sowie persönlichen Mitteilungen vom 11.09.2019

Abbildung 9: Mittlere Tages-Lufttemperatur (°C in 2 m Höhe) im Untersuchungszeitraum des Blei-Screenings 2019 im Vergleich



Insgesamt wurden 506 Personen untersucht, davon 15 Kinder im Alter bis 8 Jahre. Die Alterszusammensetzung des Untersuchungskollektivs ist zugunsten der 18-69 Jährigen verschoben, der Anteil der Kinder (bis 8 Jahre) fällt mit 2,9 % gering aus. Eine Übersicht der vorliegenden Blutblei-Konzentrationen gibt Tabelle 6.

Tabelle 6: Gemessene Blutblei-Konzentrationen in Mechernich - nach Alter (Daten aus Blei-Screening 2019)

Blutblei	0-8 Jahre	3-14 Jahre	18-69 Jährige Männer	18-69 Jährige Frauen	>69 Jährige Männer	>69 Jährige Frauen
Anzahl	15	32	148	216	49	49
Minimum	9,4	5**	6,5**	5**	5**	5**
Maximum	25,4	27**	70**	57**	60**	55**
Mittelwert	13,4*	13,1	17,8	15,4	24,4	22,2
95.-Perzentil	n.b.	25,8	42,6	33,4	52,25	50,0
Referenzwerte UBA 2018¹¹	-	35	40	30	-	-
*): Median **): Werte liegen nicht vor, aus den Abbildungen des Vortrages entnommen						

Angaben in µg/L

¹¹ Abgerufen unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/tabelle-referenzwerte_-_metalle_mai_2018_aktualisiert.pdf

Kinder gelten im Rahmen von bodenschutzrechtlichen Betrachtungen i.d.R. als die sensibelste Bevölkerungsgruppe gegenüber Bleiexpositionen für den Wirkungspfad Boden-Mensch. Die Grundlage der Beurteilung von Blei im Boden und damit der Prüfwertableitung beruht nach wie vor auf der Annahme, dass durch Bodenbelastungen im Sinne der Gefahrenabwehr in Wohngebieten eine zusätzliche Blutbleierhöhung von 20 µg/L als Obergrenze akzeptiert wird, verbunden mit Bleigehalten im Boden von 400 mg/kg (UBA 1999ff) .

Im Kinder-Umwelt-Survey (2003-2006) wurden Blutbleikonzentrationen von Kindern in Deutschland gemessen (n=1.560). 95% der untersuchten Kinder (3-14 Jahre) wiesen einen Blutbleiwert <35 µg/L auf, so dass daraus der Referenzwert abgeleitet wurde (UBA 2009a). In Mechernich haben alle untersuchten Kinder im Alter von 3 bis 14 Jahren (n=32) einen Blutbleiwert <35 µg/L.

Aus den Auswertungen von Herrn Prof. Kraus geht hervor, dass die Wohndauer in den untersuchten Regionen und die Verweildauer im Garten mit intensivem Bodenkontakt signifikanten Einfluss auf die Blutbleikonzentration (innerhalb des Referenzbereichs) haben (Kraus 2019, Folie 23).

Konkrete Zusammenhangsanalysen waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Daher können im Sinne einer Überprüfung der Zusammenhänge zwischen den Bleigehalten im Boden sowie den Blutbleigehalten bei Kindern, die als sensibelste Nutzergruppe betrachtet werden, keine Aussagen getroffen werden. Vor dem Hintergrund, dass für Blei generell keine Wirkschwelle zu benennen ist, sollte eine zusätzliche Aufnahme von Blei jedoch grundsätzlich vermieden und Aufnahmemengen so weit wie möglich reduziert werden.