



**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim**



Immissionsmessprogramm Oker-Harlingerode 2020

Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffe

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge –
ZUS LLGS**



Niedersachsen

Bericht Nr. 43-21-BI-005

Stand: 02.12.2021

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS
Dezernat 43

Postanschrift:
Goslarsche Straße 3
31134 Hildesheim

Dienstgebäude:
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim





Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Allgemeines	5
1.2	Auftraggeber	5
1.3	Anlass und Ziel der Messungen	5
2	Beschreibung der Messaufgabe.....	5
3	Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung	6
3.1	Beurteilungsgebiet	6
3.2	Beurteilungspunkte	6
3.3	Emissionsquellen.....	6
4	Messplanung	7
4.1	Messkomponenten	7
4.2	Geräteeinsatz	8
4.3	Probenahmezyklen	8
5	Beurteilungsgrundlagen	9
6	Durchführung der Messungen und Analysen	10
6.1	Staubniederschlagsmessungen.....	10
6.2	Staubinhaltsstoffanalyse	10
7	Qualitätssicherung.....	10
7.1	Datenverfügbarkeit	10
7.2	Messunsicherheit.....	10
8	Ergebnisse	11
8.1	Staubniederschlag	13
8.2	Arsen-Deposition	13
8.3	Blei-Deposition.....	13
8.4	Cadmium-Deposition	13
8.5	Nickel-Deposition.....	14
8.6	Thallium-Deposition	14
9	Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung	14
10	Zusammenfassung.....	17
11	Literatur	19



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker-Harlingerode	7
Abbildung 2:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG11	15
Abbildung 3:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG61	15
Abbildung 4:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG11	16
Abbildung 5:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG61	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zur nächstgelegenen Wohnbebauung sowie Angabe zur Gebietseinstufung anhand der derzeitigen Nutzung	8
Tabelle 2:	Immissionswert für Staubniederschlag nach (TA Luft, Nr. 4.3.1, Tabelle 2)	9
Tabelle 3:	Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (TA Luft, Nr. 4.5.1, Tabelle 6)	9
Tabelle 4:	Depositionswerte (TA Luft, Nr. 4.8, Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland)	9
Tabelle 5:	Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2020 in der Wohnbebauung	11
Tabelle 6:	Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2020 außerhalb der Wohnbebauung	12

Anhang

Tabelle A1:	Staubniederschläge 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	20
Tabelle A2:	Arsen-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	21
Tabelle A3:	Blei-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	22
Tabelle A4:	Cadmium-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	23
Tabelle A5:	Nickel-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	24
Tabelle A6:	Thallium-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019	25



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Seit 1977 werden im Umfeld der ehemaligen Bleihüttenanlagen in Oker-Harlingerode die Staubniederschläge sowie die hüttentypischen Blei- und Cadmium-Depositionen überwacht. Ab dem Jahr 2009 sind weitere Elemente, die im Rahmen der routinemäßigen Analysen auffällig geworden waren, mit in die Untersuchungsaufgabe aufgenommen worden. Die labortechnischen Immissionsuntersuchungen werden von der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge (ZUS LLGS) im Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim durchgeführt. Über die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen und der Schadstoffdepositionsanalysen wird jährlich anhand der aktuellen Messdaten berichtet. Daneben werden die Ergebnisse mit den Kenngrößen aus den zurückliegenden Jahren verglichen und anhand der geltenden Immissionswerte bewertet.

Ende Januar 2001 wurden am ehemaligen Hüttenstandort Oker-Harlingerode die letzten Betriebseinheiten der Firma Harz-Metall GmbH zur industriellen Bleierzeugung stillgelegt. Zurzeit wird nur noch die Akkuschrottaufbereitungsanlage (ASA) als einziges Verfahren, in dem bleihaltige Abfallstoffe verarbeitet werden, weiter betrieben. Neben feinkörniger Bleipaste werden auch grobe Pasten (Überkorn) und metallisches Blei (Shreddergut) hergestellt.

1.2 Auftraggeber

Die Immissionsmessungen werden in Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig als Genehmigungs- und Überwachungsbehörde im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz auf der Grundlage des Bundesimmissionsschutzgesetzes [1] und der ersten allgemeinen Verwaltungsvorschrift (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) [2] vom 24. Juli 2002 durchgeführt.

1.3 Anlass und Ziel der Messungen

Da die Immissionsuntersuchungen im Umfeld der ehemaligen Hüttenanlage in den letzten Jahren, insbesondere bei den hüttenspezifischen Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium, noch Überschreitungen der Immissionswerte zeigten, wurden die Messungen auch im Jahr 2020 weitergeführt. Ziel der anlagenbezogenen Immissionsüberwachung ist es, die aktuell vorhandenen Belastungen aufgrund des ehemaligen Hüttenstandortes aufzuzeigen und die langfristige Entwicklung der Immissionssituation zu dokumentieren.

2 Beschreibung der Messaufgabe

Anhand von Staubniederschlagsmessungen soll die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der ehemaligen Bleihütte fortwährend bewertet werden. Neben dem Staubniederschlag werden die Staubinhaltsstoffe Blei und Cadmium sowie weitere Elemente routinemäßig analytisch bestimmt. Zusätzlich zu den hüttenspezifischen Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium sind ab dem Jahr 2009 die Arsen- und Nickel-Depositionen und ab 2011 auch die Thallium-Depositionen im Bericht mit aufgeführt.

Wegen der zum Teil unmittelbar an das Werksgelände angrenzenden Wohnbebauung werden die Messungen überwiegend im Nahbereich rund um das ehemalige Hüttengelände durchgeführt.



3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung

3.1 Beurteilungsgebiet

Das nähere Umfeld um die industriell geprägte ehemalige Hüttenanlage in Oker bildet den Kern des Beurteilungsgebiets, siehe Abbildung 1. Westlich und südlich schließen sich dörfliche bis kleinstädtische Strukturen an das Hüttengelände an.

3.2 Beurteilungspunkte

Die Auswahl der Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nordwestlich gelegene Messstelle OG7) als auch die Belastung des Kerngebietes im näheren Umkreis um das ehemalige Hüttengelände. Mit Hilfe des am weitesten östlich gelegenen Beurteilungspunkts OG9 werden die Immissionen im Lee der ehemaligen Hüttenanlage, in Hinblick auf die Belastung des an das Industriegelände angrenzenden Ortsteils Harlingerode, überwacht. Am Beurteilungspunkt OG5 werden mit zwei separaten Probenahmeeinrichtungen Doppelbestimmungen zur Qualitätssicherung durchgeführt. Dieser Messpunkt, auf einer im Laufe der letzten Jahre mit Birken bewachsenen Freifläche gelegen, wurde im April 2018 um eine Doppelmessstelle erweitert. Der zusätzliche Messpunkt wurde etwas außerhalb des Baumbewuchses aufgestellt und erhielt die Bezeichnung OG5CD. Um auch die Belastung im Ortsteil Göttingerode zu erfassen, wird dort seit Juli 2018 ein weiterer Messpunkt (OGGE) betrieben. Insgesamt befinden sich somit an 14 Standorten 15 Messstellen.

In der folgenden Abbildung 1 wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt. Die nachfolgende Tabelle 1 enthält eine Auflistung der Beurteilungspunkte mit den Breiten- und Längengraden auf der Grundlage des UTM-Koordinatensystems (ETRS89), sowie eine Gebietseinstufung gemäß TA Luft (Nr. 4.5.1, Tabelle 6 und Nr. 4.8, Tabelle 8) unter Berücksichtigung der derzeitigen Nutzung.

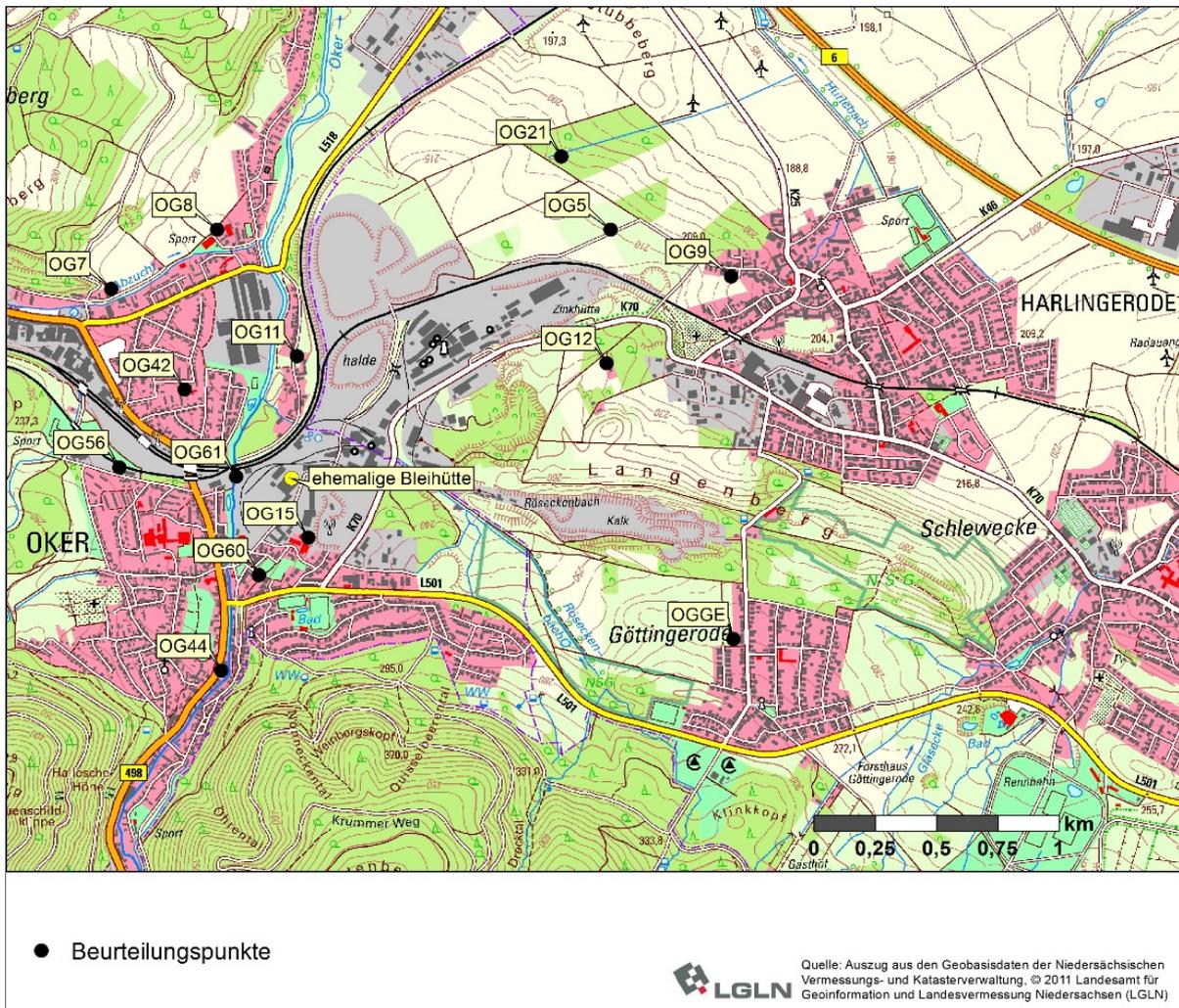
3.3 Emissionsquellen

Im Ortsgebiet von Oker war einst die Bleihütte im Werksverbund mit der Zinkhütte die flächenmäßig größte Industrieansiedlung. Da der Blei produzierende Betrieb eingestellt und dieser Teil des Industriekomplexes stark zurückgebaut wurde, sind die wesentlichen Quellen für die primär zu überwachenden Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium nicht mehr vorhanden. Dennoch bleibt das Hauptaugenmerk auf die Stoffe von hüttentypischen Emissionen gerichtet, da insbesondere die schädlichen Bodenveränderungen und die oberflächennahen Altlasten im Umfeld des einstigen Hüttenbetriebes weiterhin als temporäre Quellen in Betracht kommen. Des Weiteren existiert auf dem ehemaligen Hüttengelände auch ein Recyclingbetrieb für elektrische Haushalts- und Großgeräte.

Weil in den letzten Jahren an einigen Immissionsorten die Immissionswerte nach TA Luft für einzelne Stoffe noch nicht eingehalten wurden, hat das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig im Rahmen des Projektes Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode (PRIBOH) veranlasst, die Immissionsanteile der Unternehmen ermitteln zu lassen (Ausbreitungsrechnung). Ausgegangen wurde dabei von den tatsächlichen Emissionen, die im Rahmen der regelmäßigen Emissionsmessungen durch anerkannte Messstellen ermittelt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Emissionen aus den gefassten Emissionsquellen der betrachteten Unternehmen nur

einen sehr geringen Beitrag zu den Depositionen beitragen, die in den Bergerhoff-Gefäßen gemessen werden. Die Ursache der Depositionen liegt daher entweder in der vorhandenen Belastung der Böden, den Altlasten oder in diffusen Emissionsquellen. Um hierüber weitere Erkenntnisse zu erhalten, wurden im Bereich des „Kalten Feldes“ im Jahr 2021 zusätzliche Bergerhoff-Gefäße aufgestellt. Weitere Informationen können der Internetseite des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Braunschweig entnommen werden: Projekt Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode [3].

Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker-Harlingerode



Karte im Maßstab 1:30.000 – Die Markierung „OG5“ in der Karte umfasst die Standorte OG5 und OG5C/D im Brachland

4 Messplanung

4.1 Messkomponenten

Neben der gravimetrischen Bestimmung des Staubniederschlags werden die Staubinhaltsstoffe in den Niederschlagsproben ermittelt. Der Fokus liegt dabei auf den in der TA Luft genannten Schadstoffdepositionen. Aufgrund der angewendeten Untersuchungsmethode, einer Multielement-Analyse mittels ICP-MS, werden neben den Elementen Arsen, Blei und Cadmium auch Nickel und Thallium routinemäßig mit ausgewertet.



4.2 Geräteinsatz

Die Niederschlagsuntersuchungen werden gemäß der Bergerhoff-Methode entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] durchgeführt. An den insgesamt 15 Messstellen werden identische Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen eingesetzt (Bergerhoff-Geräte), wobei zwei Messstellen für Doppelbestimmungen ausgerüstet sind. Als Sammelgefäße dienen 1,8 Liter Auffanggefäße aus Kunststoff.

4.3 Probenahmezyklen

Der Probenahmezeitraum bei der Einzelmessung zur Bestimmung des Staubniederschlags beträgt ca. einen Monat (30 +/- 2 Tage). Die etwa im Monatsrhythmus erzeugten Einzelprobenergebnisse werden zur Bewertung der Staubniederschlagsimmissionen zu einem Jahresmittelwert für das jeweilige Kalenderjahr zusammengefasst [2].

Tabelle 1: UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zur nächstgelegenen Wohnbebauung sowie Angabe zur Gebietseinstufung anhand der derzeitigen Nutzung

Messstellenbezeichnung	X-Wert (m)* Rechtswert	Y-Wert (m)* Hochwert	Abstand zur Wohnbebauung**	Gebietseinstufung
OG5	32603586	5752374	420 m	Grünland/Brachland
OG5CD	32603590	5752371	430 m	Grünland/Brachland
OG7	32601585	5752142	-	Wohngebiet
OG8	32601994	5752379	-	Wohngebiet
OG9	32604142	5752178	-	Wohngebiet
OG11	32602320	5751851	-	Wohngebiet
OG12	32603577	5751821	440 m	Grünland/Brachland
OG15	32602366	5751092	80 m	Gewerbegebiet
OG21	32603419	5752704	560 m	Grünland/Brachland
OG42	32601860	5751712	-	Wohngebiet
OG44	32602011	5750541	-	Wohngebiet
OG56	32601579	5751392	60 m	Gewerbegebiet
OG60	32602165	5750936	-	Wohngebiet
OG61	32602073	5751355	80 m	Grünland
OGGE	32604102	5750671	-	Wohngebiet

*) alle Koordinaten liegen in der Zone 32-Nord

**) Entfernungsangaben der Beurteilungspunkte zu den nächst gelegenen Wohnsiedlungen



5 Beurteilungsgrundlagen

Die nachfolgenden Tabellen 2 bis 4 zeigen die Immissionswerte, die zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen bzw. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen in der TA Luft [2] festgelegt sind. Die Depositionswerte der Tabelle 3 stellen im Regelfall den Schutz von Kinderspielflächen und Wohngebieten sicher. Für die Beurteilung anderer Flächen sind die in Tabelle 4 angegebenen höheren Depositionswerte maßgeblich.

Tabelle 2: Immissionswert für Staubbiederschlag nach (TA Luft, Nr. 4.3.1, Tabelle 2)

Stoffgruppe	Immissionswert	Mittelungszeitraum	Bezugszeitraum
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr

Tabelle 3: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (TA Luft, Nr. 4.5.1, Tabelle 6)
(Kinderspielflächen und Wohngebiete)

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert	Mittelungszeitraum	Bezugszeitraum
Arsen und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Arsen	4 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei	100 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr
Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium	2 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr
Nickel und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Nickel	15 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr
Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Thallium	2 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr

Tabelle 4: Depositionswerte (TA Luft, Nr. 4.8, Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland)

Stoff/Stoffgruppe	Ackerböden	Grünland
Arsen	1 170 µg/(m ² d)	60 µg/(m ² d)
Blei	185 µg/(m ² d)	1 900 µg/(m ² d)
Cadmium	2,5 µg/(m ² d)	32 µg/(m ² d)
Thallium	7 µg/(m ² d)	25 µg/(m ² d)



6 Durchführung der Messungen und Analysen

6.1 Staubbiederschlagsmessungen

Die Messungen werden entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] durchgeführt. Zur Probenahme werden die Auffanggefäße in speziellen Halterungen (Bergerhoff-Geräte) für etwa einen Monat im freien Gelände exponiert und beim Transport von und zur Messstelle jeweils mit Deckeln dicht verschlossen. Im Labor werden die Massen der getrockneten Rückstände in Gramm (g) der Proben ausgewogen und in Bezug auf die Expositionsdauer in Tagen (d) und der Öffnungsfläche des Sammelgefäßes in Quadratmeter (m^2) als Staubbiederschlag in $g/(m^2d)$ angegeben.

6.2 Staubinhaltsstoffanalyse

Der Trockenrückstand wird im Labor einem oxidierenden Mikrowellenaufschluss mittels Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unterzogen. Die anschließende Bestimmung der Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium wird, ebenso wie der zuvor beschriebene Aufschluss, entsprechend der Norm DIN EN ISO 15841 [5] (ICP-MS) bzw. VDI 2267 Blatt 2 [6] und den dazugehörigen Standardarbeitsanweisungen durchgeführt. Die Ergebnisangabe der Schadstoffdeposition erfolgt ebenfalls in Bezug auf die Expositionsdauer und der Öffnungsfläche des Sammelgefäßes in $\mu g/(m^2d)$.

7 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung der Staubbiederschlagsuntersuchungen wurde im Hinblick auf die Datenqualitätsziele „Datenverfügbarkeit und Messunsicherheit“ vorgenommen.

7.1 Datenverfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit bei den Staubbiederschlagsuntersuchungen lag im Jahr 2020 über alle Beurteilungspunkte insgesamt bei 99 %. Bei den Doppelbestimmungen am Beurteilungspunkt OG5 konnten aktuell alle zwölf Monatsproben zum Vergleich der Analytik und für die Berechnung der Messunsicherheit herangezogen werden.

7.2 Messunsicherheit

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei den Niederschlagsproben werden die Ergebnisse der Doppelbestimmungen vom Beurteilungspunkt OG5 für die Endfassung des Berichtes aktuell ermittelt. Die erweiterte Messunsicherheit wird für alle Komponenten aus den jeweiligen parallelen Datenreihen entsprechend des Anhangs B der DIN EN ISO 20988 – Berechnungsmethode A 6 – [7] berechnet

Beim Staubbiederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit für den einzelnen Monatswert ca. 34,1 % bei $0,07 g/(m^2d)$, bezogen auf einen Mehrjahresmittelwert von 2016 bis 2020.

Für die Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium und Nickel ergaben sich erweiterte Messunsicherheiten zwischen 19 % und 26 %, jeweils in Bezug auf die ermittelten Mehrjahresmittelwerte von 2016 bis 2020. (Arsen 24 % bei $1,3 \mu g/(m^2d)$; Blei 25 % bei $327 \mu g/(m^2d)$; Cadmium 26 % bei $8,3 \mu g/m^2d$; Nickel 19 % bei $40 \mu g/(m^2d)$).



8 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 5 werden die Messergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten innerhalb der angrenzenden Wohngebiete für das Berichtsjahr 2020 dargestellt. Die Jahresmittelwerte sind nach Anwendung der Rundungsregel (TA Luft, Nr. 2.9) anhand der Immissionswerte gemäß TA Luft zu bewerten, siehe Kapitel 5. Für eine bessere Differenzierung sind die Jahresmittelwerte der Arsen-, Cadmium- und Nickel-Depositionen mit einer Dezimalstelle sowie die Thallium-Depositionen mit zwei Dezimalstellen mehr als der Immissionswert aufgeführt. Immissionswerte, die eingehalten oder unterschritten wurden, sind grün gekennzeichnet.

Von allen Messpunkten, die in Wohngebieten liegen, wurde 2020 nur am Messpunkt OG7 der Immissionswert der TA Luft für die Arsen-Deposition überschritten, siehe Kapitel 8.2.

Tabelle 5: Jahresmittelwerte des Staubbiederschlags und der Depositionen 2020 in der Wohnbebauung

Beurteilungspunkt	Staub	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Thallium	Proben/Jahr
	g/(m ² d)	µg/(m ² d)					Anzahl
OG7	0,05	4,6	29	0,5	4,4	0,05	12
OG8	0,08	2,2	25	0,4	3,2	0,05	12
OG9	0,04	0,5	59	1,3	6,2	0,02	12
OG11	0,06	0,7	72	1,1	3,9	0,06	12
OG42	0,05	0,4	26	0,4	2,0	0,02	12
OG44	0,06	0,5	27	0,3	2,0	0,02	12
OG60	0,05	1,2	87	0,9	2,1	0,05	12
OGGE	0,08	0,3	11	0,4	1,1	0,02	12
Immissionswerte ¹⁾	0,35	4	100	2	15	2	-

1) Immissionswerte gem. TA Luft, Nr. 4.3.1 und 4.5.1; Beurteilungspunkte in der Wohnbebauung

In der folgenden Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten außerhalb der Wohngebiete für das Berichtsjahr 2020 dargestellt. Die Jahresmittelwerte sind anhand der Immissionswerte gemäß TA Luft zu bewerten, siehe Kapitel 5. Überschreitungen der Immissionswerte der TA Luft sind mit Fußnoten gekennzeichnet. Im Rahmen der Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 der TA Luft können sich dabei andere Einstu-



fungen ergeben. So liegen z.B. die Beurteilungspunkte OG5 und OG5CD außerhalb der Wohnbebauung auf einer Grünfläche in einer Art Brachland. Daher sind die an diesen Punkten gemessenen Belastungswerte eher für einen Vergleich mit den Immissionswerten für Grünland geeignet. Die Anwendung der Tabelle 4 dieses Berichtes (Tabelle 8 der TA Luft) ergibt, dass bei Blei mit $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Falle von Grünland der Depositionswert für die Beurteilung einer schädlichen Umwelteinwirkung mit $420 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Falle von OG5CD nur zu ca. 22 % ausgeschöpft wird.

Tabelle 6: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2020 außerhalb der Wohnbebauung

Beurteilungspunkt	Staub	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Thallium	Proben/Jahr
	$\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$					Anzahl
OG5	0,08	1,8	333 ¹⁾	8,3 ²⁾	47,5 ³⁾	0,06	12
OG5CD	0,07	2,0	420 ¹⁾	11,3 ²⁾	62,6 ³⁾	0,04	11
OG12	0,05	0,8	129 ¹⁾	2,0	8,0	0,04	11
OG15	0,04	0,8	83	1,1	2,3	0,10	12
OG21	0,05	0,8	126 ¹⁾	1,4	3,6	0,03	12
OG56	0,06	0,5	40	0,5	1,9	0,02	12
OG61	0,06	0,5	136 ¹⁾	1,9	2,4	0,03	12
Immissionswerte ⁴⁾ (Grünland)	-	60	1900	32	-	25	-

1) Keine Überschreitung der Immissionswerte gem. TA Luft, da für Blei und Grünland ein Depositionswert von $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ anzuwenden ist

2) Keine Überschreitung der Immissionswerte gem. TA Luft, da für Cadmium und Grünland ein Depositionswert von $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ anzuwenden ist

3) In der Tabelle 8 der TA Luft mit Immissionswerten für verschiedene Schadstoffdepositionen für Grünland und für Ackerflächen ist kein Beurteilungswert für Nickel genannt. Keine Anwendung des Immissionswertes gem. TA Luft Nr. 4.5.1, da der Schutz von Kinderspielplätzen und Wohnbebauung an den Punkten außerhalb von Wohngebieten nicht im Vordergrund steht.

4) Immissionswerte gem. TA Luft, Nr. 4.8, Tabelle 8

Die Anwendung der Tabelle 4 dieses Berichtes (Tabelle 8 der TA Luft) ergibt, dass bei Cadmium mit $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Falle von OG5CD und Grünland der Depositionswert für die Beurteilung einer schädlichen Umwelteinwirkung mit $11,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ zu ca. 35 % ausgeschöpft wird.

Für Nickel findet für die außerhalb der Wohnbebauung liegenden Beurteilungspunkte keine Anwendung der Immissionswerte gem. TA Luft statt, da hier aufgrund der Lage und der Nutzung der Schutz von Kinderspielplätzen und Wohnbebauung nicht im Vordergrund steht (vgl. Tabelle 1). Ein Depositionswert für Nickel ist in der Tabelle 8 der TA Luft nicht vorgesehen.



Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Immissionswerte, die zum Vergleich herangezogen werden, zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, unter Annahme einer tolerierbaren Anreicherung über einen langen Zeitraum von 200 Jahren und unter Berücksichtigung verschiedener Bodennutzungen (z. B. Böden in Siedlungsgebieten (Kinderspielflächen), Acker, Grünland) und Wirkungspfade (Boden-Mensch, Boden-Pflanze, Boden-Grundwasser) aufgestellt wurden.

Für eine Diskussion der Emissionsquellen vgl. auch Abschnitt 3.3.

8.1 Staubbiederschlag

Im Jahr 2020 blieb die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im Beurteilungsgebiet mit $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ auf dem Niveau des Vorjahres. Da die mittlere Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet nur bei 17 % des Immissionswertes der TA Luft lag, wurde der Immissionswert für den Staubbiederschlag ($0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$) auch an allen Beurteilungspunkten sicher unterschritten (siehe Tabellen 5 bis 6 und Anhang, Tabelle A1).

8.2 Arsen-Deposition

Die Arsen-Depositionen sind im Mittel über das gesamte Beurteilungsgebiet gegenüber dem Vorjahr angestiegen. An 6 Beurteilungspunkten hat die Arsenbelastung leicht, am Messpunkt OG7 sogar deutlich zugenommen. Dort wurde im Jahr 2020 mit $4,6 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ der Immissionswert von $4 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Wohngebiet überschritten (Anhang, Tabelle A2). Der Beurteilungspunkt OG7 liegt im „Bodenplanungsgebiet Harz im Landkreis Goslar“ im Teilgebiet 1, einem Bereich mit besonderer Bodenbelastung [8]. Insofern kann die durch hohe Einträge im Juni hervorgerufene Überschreitung des Immissionswertes für Arsen möglicherweise auf in diesem Monat aufgetretene Bodenverwehungen infolge von Witterungsereignissen oder Bautätigkeiten zurückgeführt werden. Der Immissionswert für Arsen-Depositionen wird ansonsten seit dem Jahr 2013 an allen weiteren Beurteilungspunkten sicher eingehalten.

8.3 Blei-Deposition

Die durchschnittliche Blei-Deposition des gesamten Beurteilungsgebietes befindet sich auf dem Niveau des Vorjahres. Die Einzelbetrachtung der Messpunkte innerhalb der Wohnbebauung oder auf Grün- und Brachlandflächen zeigt keine Überschreitung der jeweils geltenden Immissionswerte (Anhang, Tabelle A3). An 8 Messpunkten ist im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Zunahme zu verzeichnen, ohne dass sich dabei das Belastungsniveau deutlich von den Vorjahren abhebt. Für den Gebietsmittelwert 2020 ergibt sich eine geringfügige Abnahme, bezogen auf den Mittelwert des fünfjährigen Vergleichszeitraums.

8.4 Cadmium-Deposition

Für die Cadmium-Deposition ergibt sich an den einzelnen Messpunkten, gegenüber dem Vorjahr eine überwiegend abnehmende Tendenz. Auch der Gebietsmittelwert 2020 fällt niedriger aus, als der im Vorjahr oder der des Vergleichszeitraums (Anhang, Tabelle A4). Sowohl für die Messpunkte innerhalb der Wohnbebauung als auch für die auf Grün- und Brachlandflächen werden die Immissionswerte der TA Luft eingehalten.



8.5 Nickel-Deposition

Mit Ausnahme von Messpunkt OG5/OG5CD werden an allen übrigen Beurteilungspunkten der Immissionswert (nach TA Luft, Nr. 4.5.1) für die Nickel-Deposition sicher unterschritten. Messpunkt OG5/OG5CD liegt auf einer Brachfläche. In der Tabelle 8 der TA Luft mit Immissionswerten für verschiedene Schadstoffdepositionen für Grünland und für Ackerflächen ist kein Beurteilungswert für Nickel genannt.

Am Messpunkt OG5 treten seit dem Jahr 2011 deutlich erhöhte Nickel-Depositionen auf. Verglichen mit dem Immissionswert der TA Luft für Wohngebiete ($15 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$), der hier nicht zur Anwendung kommt, wäre dieser mehrfach um das Doppelte überschritten (Anhang, Tabelle A5). Auch der Wert für die zulässige Fracht über alle Wirkungspfade (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [9], Anhang 2, Nr. 5) von $100 \text{ g}/(\text{ha}\cdot\text{a})$, entsprechend $27 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, wird überschritten. In den letzten sechs Jahren liegen die an diesem Punkt gemessenen Jahresmittelwerte oberhalb dieser Richtgröße. Im aktuellen Berichtsjahr wurde mit $47,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ eine in den letzten Jahren zunehmende Nickel-Deposition gemessen. Am Parallelmesspunkt OG5CD lag die Nickel-Deposition mit $62,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ noch darüber.

8.6 Thallium-Deposition

Die Thallium-Depositionen haben in Bezug auf den Immissionswert bereits seit dem Jahr 2014 keine Relevanz mehr. Die mittlere Belastung im Beurteilungsgebiet liegt bei 2 % des Immissionswertes der TA Luft. Am Beurteilungspunkt OG15, an dem im Jahr 2012 vorübergehend Thallium-Depositionen oberhalb des Immissionswertes gemessen wurden, werden im Berichtsjahr nur noch $0,10 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ entsprechend 5 % des Immissionswertes festgestellt. Seit dem Abriss der Hütten-Laugerei scheint keine nennenswerte Thalliumquelle mehr vorhanden zu sein [10].

9 Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung

Die folgenden Abbildungen (2 und 4 für OG11, 3 und 5 für OG61) zeigen anhand der gleitenden Jahresmittelwerte (gl. JMW) die Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen in der Kielschen Straße (OG11), einem Wohnbereich an einer angrenzenden Halde, und an Messpunkt OG61, der am Flusslauf der Oker unmittelbar am ehemaligen Hüttengelände angrenzt, dargestellt über einen Zeitraum von 8 Jahren. Neben den gleitenden Jahresmittelwerten enthalten die Abbildungen die Monatswerte der Depositionen (MMW) als Balken. Die y-Achse der Grafiken ist an die Höhe des jeweiligen Immissionswertes angepasst.

Seit Mitte 2016 liegt der gleitende Jahresmittelwert für die Blei-Deposition an OG11 unterhalb des Immissionswertes der TA Luft. Im aktuellen Berichtsjahr wurde für die Blei-Deposition im März das Maximum der Monatswerte dieses Jahres gemessen. Diese Belastungsspitze findet sich ebenfalls in den Messwerten am Punkt OG61. Eine Überschreitung der Immissionswerte (bzgl. Wohngebiet bzw. Grünland) resultiert daraus weder an OG11 (Wohngebiet) noch an OG61 („Grünland“).

Die Langzeitentwicklung der Cadmium-Deposition an den beiden Messpunkten ist vergleichbar zum Verlauf der Blei-Belastung. Gegenüber dem Vorjahr ist die mittlere Cadmium-Belastung am Messpunkt OG61 weiter rückläufig. Der Trend am Messpunkt OG11 verläuft bis zur Jahresmitte



ähnlich, um dann zum Jahresende wieder anzusteigen und leicht über dem Januariveau zu enden. An beiden Messpunkten, deutlicher für OG61, liegt die mittlere Belastung für Cadmium aber immer noch unter dem jeweils zulässigen Immissionswert.

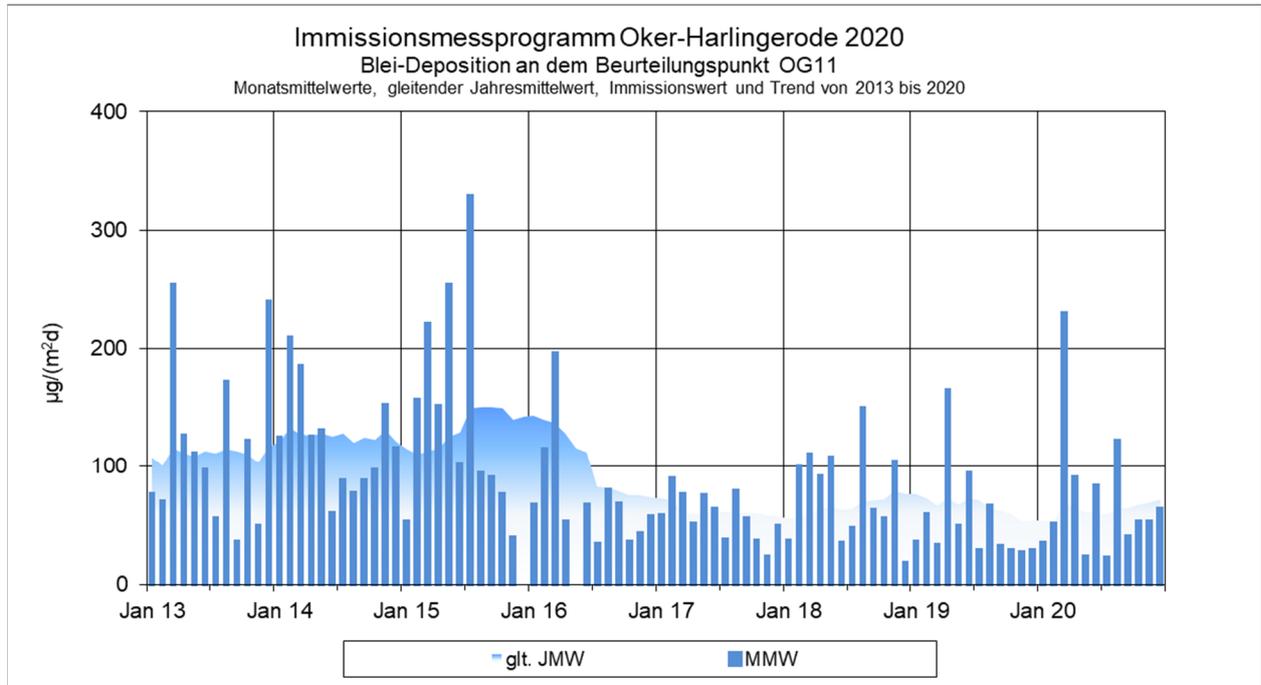


Abbildung 2: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG11

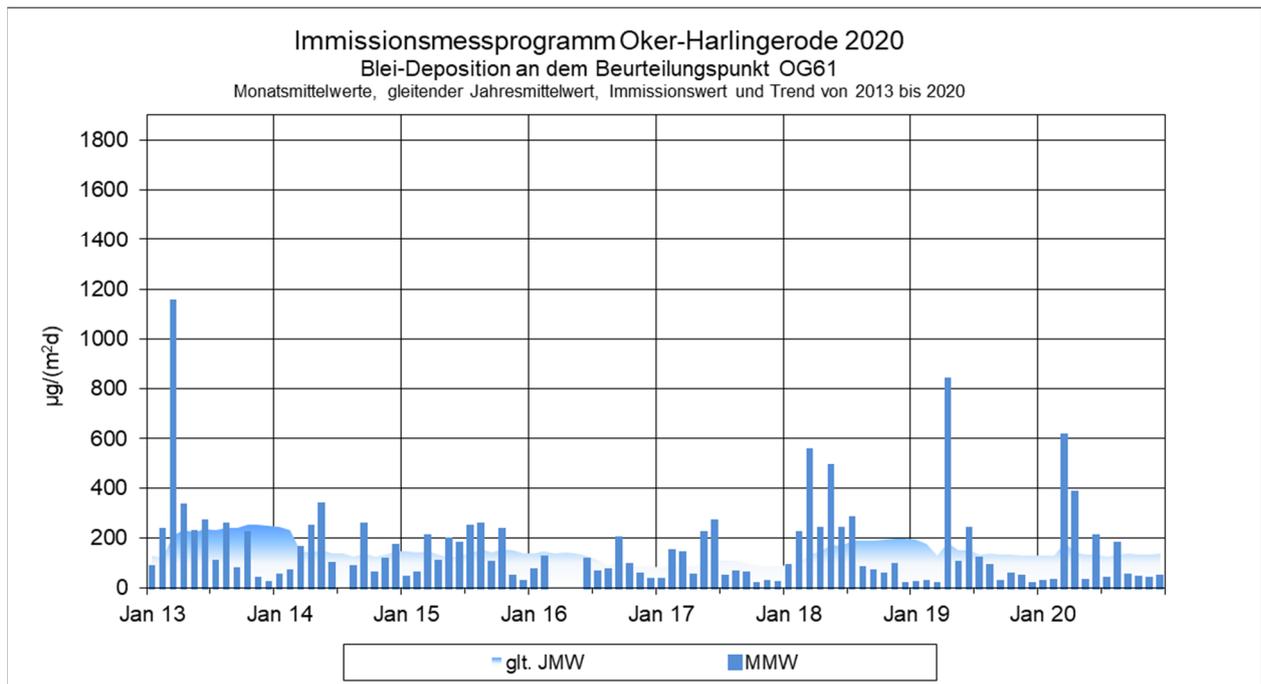


Abbildung 3: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG61

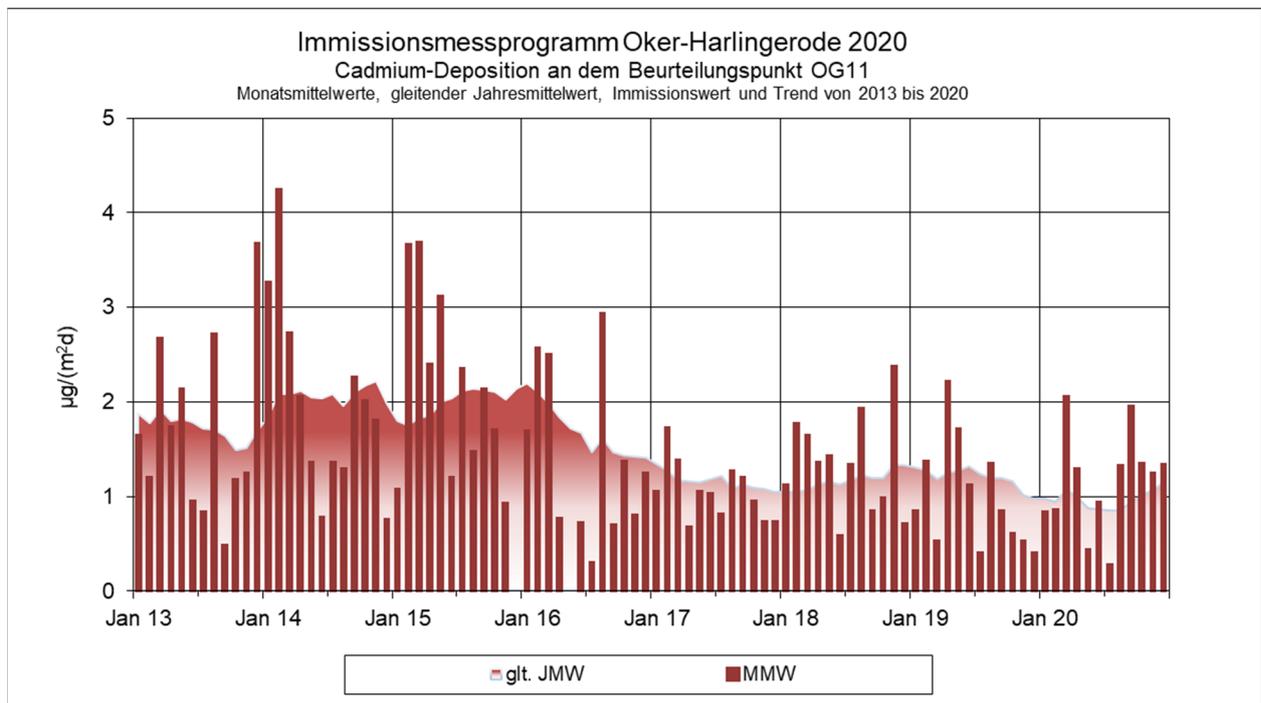


Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG11

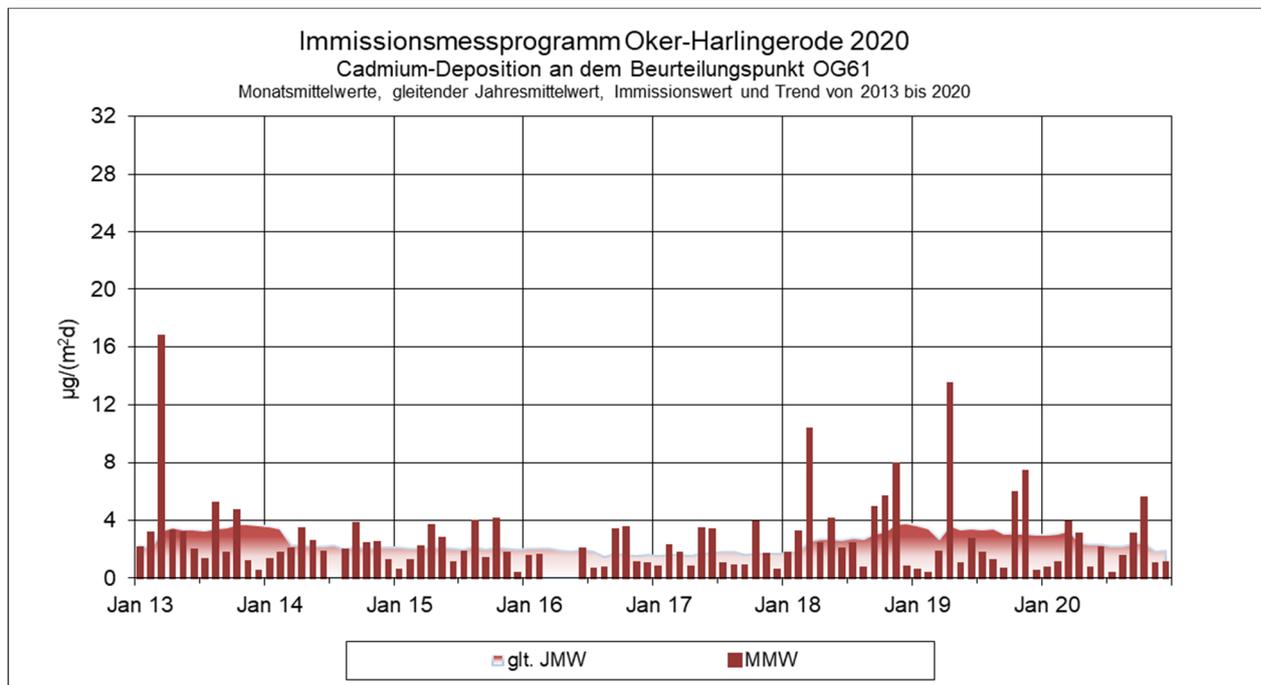


Abbildung 5: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG61



10 Zusammenfassung

Die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet lag im Berichtsjahr 2020 mit $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$, wie im Vorjahr bei 17 % des Immissionswertes (siehe 8.1 sowie im Anhang Tabelle A1). Der Immissionswert für den Staubbiederschlag ($350 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{d})$) wurde an allen Beurteilungspunkten sicher unterschritten.

Der Immissionswert für Arsen, der seit dem Jahr 2013 an allen Beurteilungspunkten eingehalten worden ist, wurde im Jahr 2020 an einem Punkt (OG7) erstmals seit 2010 wieder, wenn auch nur geringfügig, überschritten (siehe 8.2 sowie im Anhang Tabelle A1).

Bei den Thallium-Depositionen wird der Immissionswert der TA Luft nach wie vor an allen Beurteilungspunkten seit dem Jahr 2014 sicher eingehalten (siehe 8.6 sowie im Anhang Tabelle A6).

Bei den Blei-Depositionen wurden, entsprechend der Zuordnung der Messpunkte zu den verschiedenen Gebietseinstufungen, keine Überschreitungen der Immissionswerte festgestellt. Die durchschnittliche Blei-Deposition des gesamten Beurteilungsgebietes bleibt mit $90 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ gegenüber dem Vorjahr mit $88 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ auf einem vergleichbaren Niveau der letzten 5 Jahre (siehe 8.3 und Anhang Tabelle A3).

Der Gebietsmittelwert von $1,55 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ für die Cadmium-Deposition im Berichtsjahr 2020 ist gegenüber dem Vorjahr mit $1,82 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ weiter gesunken und liegt unter dem Mittelwert über die letzten 5 Jahre. Der Immissionswert wurde an keinem Messpunkt überschritten.

Mit Ausnahme des Beurteilungspunktes OG5, an dem seit 2011 anhaltende erhöhte Nickel-Depositionen festgestellt werden, wird an den übrigen Beurteilungspunkten der Immissionswert beständig unterschritten (siehe 8.5 und Anhang Tabelle A5). Der Gebietsmittelwert der Nickel-Deposition ist mit $6,86 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ gegenüber dem Vorjahr ($7,41 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) wieder rückläufig, liegt aber noch oberhalb des Gebietsmittelwerts für die letzten 5 Jahre.

Die Gebietsmittelwerte für alle berichteten Komponenten, außer für Arsen und Blei, liegen unterhalb der Vorjahreswerte.

Auch im Jahr 2020 traten vor allem in der wärmeren Jahreszeit von April bis August wieder heiße und trockene Monate auf [11], sodass trockenes, aufgewirbeltes Bodenmaterial leicht verweht werden konnte.

Inwieweit anlagenbezogene Emissionsquellen der ansässigen Unternehmen hier einen relevanten Beitrag zur Immissionsbelastung liefern, wurde im Rahmen des Projektes PRIBOH näher untersucht (siehe Abschnitt 3.3).

Die vom Landkreis Goslar beauftragte Durchführung eines umweltmedizinischen Gutachtens, um beurteilen zu können, ob eine Gesundheitsgefährdung infolge der Depositionsbelastungen bestehen könnte, wurde pandemiebedingt verschoben, konnte jedoch im Herbst 2021 begonnen werden [12]. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang, dass bisher an allen Messpunkten innerhalb der Wohnbebauung keine Überschreitungen der anzuwendenden Immissionswerte auftraten, mit Ausnahme der geringfügigen Überschreitung bei der Arsen-Deposition an einem Messpunkt im Jahr 2020. Die Messpunkte, an denen höhere Schwermetalldepositionen festgestellt wurden, befinden sich abseits der Wohnbebauung auf Grün- bzw. Brachflächen. Die dort



gemessenen Depositionen liegen unterhalb der für das Grünland in der TA Luft festgelegten höheren Werte.

Zur Minderung der Schwermetalldepositionen im näheren Hüttenumfeld auf dem Betriebsgelände und um den Bereich der Räumaschelhalden und den Deponien sollten vorrangig Maßnahmen durchgeführt werden, bei denen die Verminderung von Bodenverwehungen im Vordergrund stehen sollten. Hier sollten insbesondere bei Baumaßnahmen entsprechende Minderungsmaßnahmen, insbesondere durch Befeuchtung des bewegten Erdreiches, ergriffen werden.



11 Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I Nr. 69, S. 4458) in Kraft getreten am 1. Oktober 2021
- [2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [3] „Projekt Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode“, siehe https://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de/startseite/wir_uber_uns_aktuelles_lokal/gewerbeaufsichtsamter/gaa_braunschweig/termine_aktuelles/projekt-immissionsbeschwerden-okker-harlingerode-160261.html
- [4] VDI 4320 Blatt 2 (2012-01), Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
- [5] DIN EN 15841 (2010-04), Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition
- [6] VDI 2267 Blatt 2 (2019-02), Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V und Zn als Bestandteil der atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern mittels GF-AAS, ICP-OES und ICP-MS
- [7] DIN EN ISO 20988 (2007-09), Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- [8] Bodenplanungsgebiet Harz im Landkreis Goslar:
<https://www.landkreis-goslar.de/index.phtml?sNavID=1749.280>
- [9] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328) in Kraft getreten am 27. Juni 2020
- [10] Auszüge aus der „Goslarsche Zeitung“ (www.goslarsche.de) zum Thema Abriss der Hütten-Laugerei: Artikel vom 16.08.12, 21.08.12, 22.08.12, 24.08.12, 28.10.12, 06.11.12 und 23.11.12
- [11] Jahresbericht 2020, Kapitel 3, Lufthygienische Überwachung Niedersachsen (LÜN), https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitaet/lufthygienische_uberwachung_niedersachsen/berichte/jahresberichte/bewertung-der-luftqualitaet-2018-9127.html
- [12] Landkreis Goslar, Umwelt und Gesundheit im Gebiet Oker / Harlingerode
<https://www.landkreis-goslar.de/index.phtml?object=tx,1749.10.1&ModID=7&FID=94.14865.1&sNavID=94.34&mNavID=94.34&La=1>



Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungs- punkt	Staubniederschlag in g/(m ² d)						
	Jahr(e)						2015–2019 ¹⁾
2020	2019	2018	2017	2016	2015		
OG5	0,078	0,087	0,075	0,073	0,062	0,072	0,074
OG7	0,053	0,064	0,046	0,040	0,028	0,032	0,042
OG8	0,078	0,080	0,066	0,069	0,062	0,080	0,071
OG9	0,038	0,041	0,045	0,054	0,040	0,058	0,048
OG11	0,056	0,059	0,074	0,059	0,044	0,070	0,061
OG12	0,047	0,048	0,050	0,050	0,038	0,038	0,045
OG15	0,041	0,040	0,062	0,043	0,036	0,038	0,044
OG21	0,050	0,052	0,052	0,055	0,045	0,057	0,052
OG42	0,054	0,046	0,058	0,063	0,041	0,048	0,051
OG44	0,057	0,077	0,071	0,063	0,062	0,072	0,069
OG56	0,056	0,051	0,058	0,049	0,047	0,051	0,051
OG60	0,053	0,063	0,065	0,053	0,039	0,053	0,055
OG61	0,056	0,061	0,089	0,068	0,030	0,044	0,058
Gebietsmittel- wert	0,055	0,059	0,062	0,057	0,044	0,055	0,055
Abweichung	0,0 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)



Tabelle A2: Arsen-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungspunkt	Arsen-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$						
	Jahr(e)						
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2015–2019 ¹⁾
OG5	1,81	1,54	1,31	1,14	1,16	1,55	1,34
OG7	4,64	1,67	1,27	0,45	0,62	0,61	0,92
OG8	2,19	1,17	1,37	1,12	1,53	1,46	1,33
OG9	0,51	0,67	0,72	0,55	0,54	0,95	0,69
OG11	0,66	0,49	0,75	0,50	0,51	1,75	0,80
OG12	0,75	0,81	0,73	0,56	0,49	0,53	0,62
OG15	0,76	0,97	1,39	0,60	0,63	0,90	0,90
OG21	0,77	1,00	0,70	0,54	0,65	1,00	0,78
OG42	0,43	0,45	0,61	0,44	0,35	0,41	0,45
OG44	0,51	0,43	0,52	0,41	0,56	0,46	0,48
OG56	0,51	0,42	0,64	0,43	0,51	0,40	0,48
OG60	1,20	0,70	0,67	0,44	0,52	0,47	0,56
OG61	0,55	0,67	0,93	0,60	0,44	1,21	0,77
Gebietsmittelwert	1,18	0,85	0,89	0,60	0,65	0,90	0,78
Abweichung	+51 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)



Tabelle A3: Blei-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungspunkt	Blei-Deposition in µg/(m ² d)						
	Jahr(e)						
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2015–2019 ¹⁾
OG5	333	380	280	296	345	496	359
OG7	29	24	21	16	17	16	19
OG8	25	21	30	24	33	35	29
OG9	59	77	57	74	73	113	79
OG11	72	54	76	58	74	142	81
OG12	129	108	110	169	120	170	135
OG15	83	84	121	82	99	118	101
OG21	126	131	90	113	119	188	128
OG42	26	27	35	25	31	35	31
OG44	27	19	27	21	33	29	26
OG56	40	33	53	30	52	39	41
OG60	87	57	78	49	75	59	64
OG61	136	130	198	88	88	138	128
Gebietsmittelwert	90	88	90	80	89	121	94
Abweichung	-4,2 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)



Tabelle A4: Cadmium-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungs- punkt	Cadmium-Deposition in µg/(m²d)						
	Jahr(e)						2015–2019 ¹⁾
2020	2019	2018	2017	2016	2015		
OG5	8,34	9,64	7,92	8,5	6,7	8,97	8,35
OG7	0,46	0,30	0,38	0,23	0,3	0,23	0,29
OG8	0,43	0,41	0,37	0,29	0,37	0,42	0,37
OG9	1,33	2,34	1,89	1,79	1,41	1,97	1,88
OG11	1,15	0,98	1,33	1,04	1,41	2,15	1,38
OG12	2,00	1,99	2,35	2,39	2,04	2,43	2,24
OG15	1,14	1,27	2,2	1,5	1,63	1,93	1,71
OG21	1,39	1,82	1,53	1,71	1,82	2,57	1,89
OG42	0,40	0,52	0,54	0,4	0,47	0,61	0,51
OG44	0,33	0,33	0,43	0,33	0,68	0,57	0,47
OG56	0,48	0,44	0,66	0,47	0,66	0,59	0,56
OG60	0,85	0,61	0,99	0,94	1,26	1,12	0,98
OG61	1,91	3,00	3,75	1,66	1,61	1,97	2,40
Gebietsmittel- wert	1,55	1,82	1,87	1,63	1,57	1,96	1,77
Abweichung	-12,4 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)



Tabelle A5: Nickel-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungspunkt	Nickel-Deposition in µg/(m ² d)						
	Jahr(e)						
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2015–2019 ¹⁾
OG5	47,48	52,14	38,05	33,83	29,03	39,26	38,46
OG7	4,37	3,50	3,66	4,23	4,46	5,34	4,24
OG8	3,16	3,09	2,93	2,95	4,07	3,25	3,26
OG9	6,19	9,83	5,78	5,73	4,73	5,9	6,39
OG11	3,85	3,71	4,82	3,17	3,24	3,97	3,78
OG12	7,99	6,45	7,44	5,14	4,76	4,35	5,63
OG15	2,26	2,47	3,73	2,37	2,5	2,26	2,67
OG21	3,59	4,00	4,89	3,37	3,31	3,95	3,90
OG42	2,05	2,55	2,9	2,54	2,92	2,1	2,60
OG44	1,97	1,85	1,94	1,78	2,14	2,05	1,95
OG56	1,91	1,76	2,73	1,85	2,27	1,44	2,01
OG60	2,08	2,05	2,78	1,7	2,21	1,71	2,09
OG61	2,36	2,91	4,78	2,41	2,51	2,13	2,95
Gebietsmittelwert	6,86	7,41	6,65	5,47	5,24	5,98	6,15
Abweichung	+11,5 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)



Tabelle A6: Thallium-Depositionen 2020 im Vergleich mit den Jahren 2015 – 2019

Beurteilungs- punkt	Thallium-Deposition in µg/(m ² d)						
	Jahr(e)						
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2015–2019 ¹⁾
OG5	0,06	0,04	0,06	0,04	0,05	0,07	0,05
OG7	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
OG8	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05
OG9	0,02	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04
OG11	0,06	0,06	0,08	0,12	0,05	0,17	0,10
OG12	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
OG15	0,10	0,09	0,18	0,08	0,08	0,13	0,11
OG21	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04
OG42	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03
OG44	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03
OG56	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03
OG60	0,05	0,03	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04
OG61	0,03	0,04	0,06	0,07	0,04	0,06	0,05
Gebietsmittel- wert	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,05
Abweichung	-20,0 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2015 – 2019

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2015 – 2019)