



**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim**



Immissionsmessprogramm Oker - Harlingerode 2012

**Staubniederschlag
sowie Staubinhaltsstoffe**

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG**



Niedersachsen

Bericht Nr. 43-13-BI-011

Stand: 18.12.2013

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG
Dezernat 43

Postanschrift:	Dienstgebäude:
Goslarsche Straße 3	An der Scharlake 39
31134 Hildesheim	31135 Hildesheim





Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Auftraggeber	1
1.3	Anlass und Ziel der Messungen	1
2	Beschreibung der Messaufgabe	1
3	Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung	2
3.1	Messgebiet	2
3.2	Beurteilungsgebiet	2
3.3	Beurteilungspunkte	2
3.4	Emissionsquellen	4
4	Messplanung	5
4.1	Messkomponenten	5
4.2	Geräteeinsatz	5
4.3	Probenahmezyklen	5
4.4	Messzeitraum	5
5	Beurteilungsgrundlagen	5
6	Durchführung der Messungen - Analysen	6
6.1	Staubniederschlagsmessungen	6
6.2	Staubinhaltsstoffanalyse	6
7	Qualitätssicherung	7
7.1	Datenverfügbarkeit	7
7.2	Messunsicherheit	7
8	Ergebnisse	7
8.1	Staubniederschlag	8
8.2	Arsen-Deposition	9
8.3	Blei-Deposition	9
8.4	Cadmium-Deposition	9
8.5	Nickel-Deposition	10
8.6	Thallium-Deposition	10
9	Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung	10
10	Zusammenfassung	12
11	Literatur	14



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker – Harlingerode	3
Abbildung 2:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition.....	11
Abbildung 3:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition...	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geografische Koordinaten (WGS 84) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zum Zentrum des Bleihüttengeländes bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung	4
Tabelle 2:	Immissionswert für Staubniederschlag gemäß TA Luft Nr. 4.3.1	5
Tabelle 3:	Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß TA Luft Nr. 4.5.1	6
Tabelle 4:	Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2012.....	8

Anhang

Tabelle A1:	Staubniederschläge 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011.....	15
Tabelle A2:	Arsen-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2009 - 2011	16
Tabelle A3:	Blei-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011	17
Tabelle A4:	Cadmium-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011	18
Tabelle A5:	Nickel-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2010 - 2011	19
Tabelle A6:	Thallium-Depositionen 2012 im Vergleich mit dem Jahr 2011.....	20



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Seit 1977 werden im Umfeld der Hüttenanlagen in Oker-Harlingerode die Staubbiederschläge sowie die Blei- und Cadmium-Depositionen überwacht. Die dazu notwendigen Immissionsuntersuchungen werden von der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG) im Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim durchgeführt. Über die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen 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 Hüttenstandort Oker-Harlingerode die letzten Betriebseinheiten der Firma Harz-Metall GmbH zur industriellen Bleierzeugung stillgelegt. Zurzeit wird nur noch die Akkuschromtaufbereitungsanlage (ASA) als einziges Verfahren, in dem bleihaltige Abfallstoffe verarbeitet werden, weiter betrieben. Neben feinkörniger Bleipaste werden auch grobe Pasten (Überkorn) und metallisches Blei (Schreddergut) hergestellt.

1.2 Auftraggeber

Die Immissionsmessungen werden in Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig als Genehmigungsbehörde im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie 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 Hüttenanlage in den letzten Jahren, insbesondere bei den hüttenpezifischen Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium, noch Überschreitungen der Immissionswerte zeigten, wurden die Messungen auch im Jahr 2012 weitergeführt. Ziel der anlagenbezogenen Immissionsüberwachung ist es, die noch vorhandenen Belastungen aufgrund des Hüttenstandortes aufzuzeigen und die diesbezügliche Entwicklung der Immissionssituation zu dokumentieren.

Nachdem in den Jahren zuvor an mehreren Beurteilungspunkten, zum Teil nur temporäre, Überschreitungen der Immissionswerte für Arsen und Nickel gemessen worden waren, wurden im Berichtsjahr an einem Beurteilungspunkt auffällige Thallium-Depositionen ermittelt. Erstmals werden daher in diesem Bericht ergänzend die Thallium-Depositionen beschrieben.

2 Beschreibung der Messaufgabe

Anhand von Staubbiederschlagsmessungen sollte die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der ehemaligen Bleihütte bewertet werden. Neben dem Staubbiederschlag werden die Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium und Nickel sowie weitere Elemente routinemäßig analytisch bestimmt. Zusätzlich zu den hüttenpezifischen Schad-



stoffdepositionen Blei und Cadmium werden seit dem Berichtsjahr 2009 die Arsen-, ab dem Berichtsjahr 2010 die Nickel-, und aktuell auch die Thallium-Depositionen mit aufgeführt.

Zur Beurteilung der Immissionen im Nahbereich um das Hüttengelände und vor allem wegen der zum Teil unmittelbar an das Werk angrenzenden Wohnbebauung, wurden ausschließlich in diesem Bereich Messungen durchgeführt. Für die Überwachungsaufgabe wurden zum Sammeln des Staubniederschlags oben offene Auffanggefäße entsprechend der so genannten Bergerhoff-Methode verwendet. Der Probenahmezeitraum und die Bewertung der Messergebnisse wurden auf der Grundlage der TA Luft durchgeführt. An einem ausgewählten Beurteilungspunkt wurden Doppelbestimmungen (OG5, OG5A) zur Qualitätssicherung der Probenahme vorgenommen.

3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung

3.1 Messgebiet

Das Messgebiet liegt am Nordrand des Harzes und umfasst den Goslarer Ortsteil Oker sowie den Bad Harzburger Ortsteil Harlingerode. In der leicht hügeligen Landschaft mit Höhenlagen zwischen 200 bis 300 m ü. NN überwiegen neben eher ländlich bis kleinstädtischen Siedlungen Grünland und Mischwälder zur wirtschaftlichen Nutzung.

3.2 Beurteilungsgebiet

Das nähere Umfeld um die industriell geprägte Hüttenanlage in Oker bildet den Kern des Beurteilungsgebietes mit insgesamt 13 Messstellen (Beurteilungspunkte siehe Abbildung 1). Westlich und südlich schließen sich dörfliche bis kleinstädtische Strukturen an das Hüttengelände an. In Harlingerode befindet sich der am weitesten in östlicher Richtung gelegene Beurteilungspunkt zur Bewertung der Ausbreitung der Immissionen aus der Hauptwindrichtung.

3.3 Beurteilungspunkte

An den ausgewählten Standorten im Beurteilungsgebiet wurde für die Staubniederschlagsmessungen (Beurteilungspunkte) langfristig festgehalten. Soweit Bewuchs oder Bebauung die freie Anströmbarkeit jedoch beeinträchtigen, können die Probenahmeeinrichtungen in dem Rahmen umgesetzt werden, dass die Kontinuität der Überwachungsaufgabe an dem Beurteilungspunkt weitestgehend erhalten bleibt.

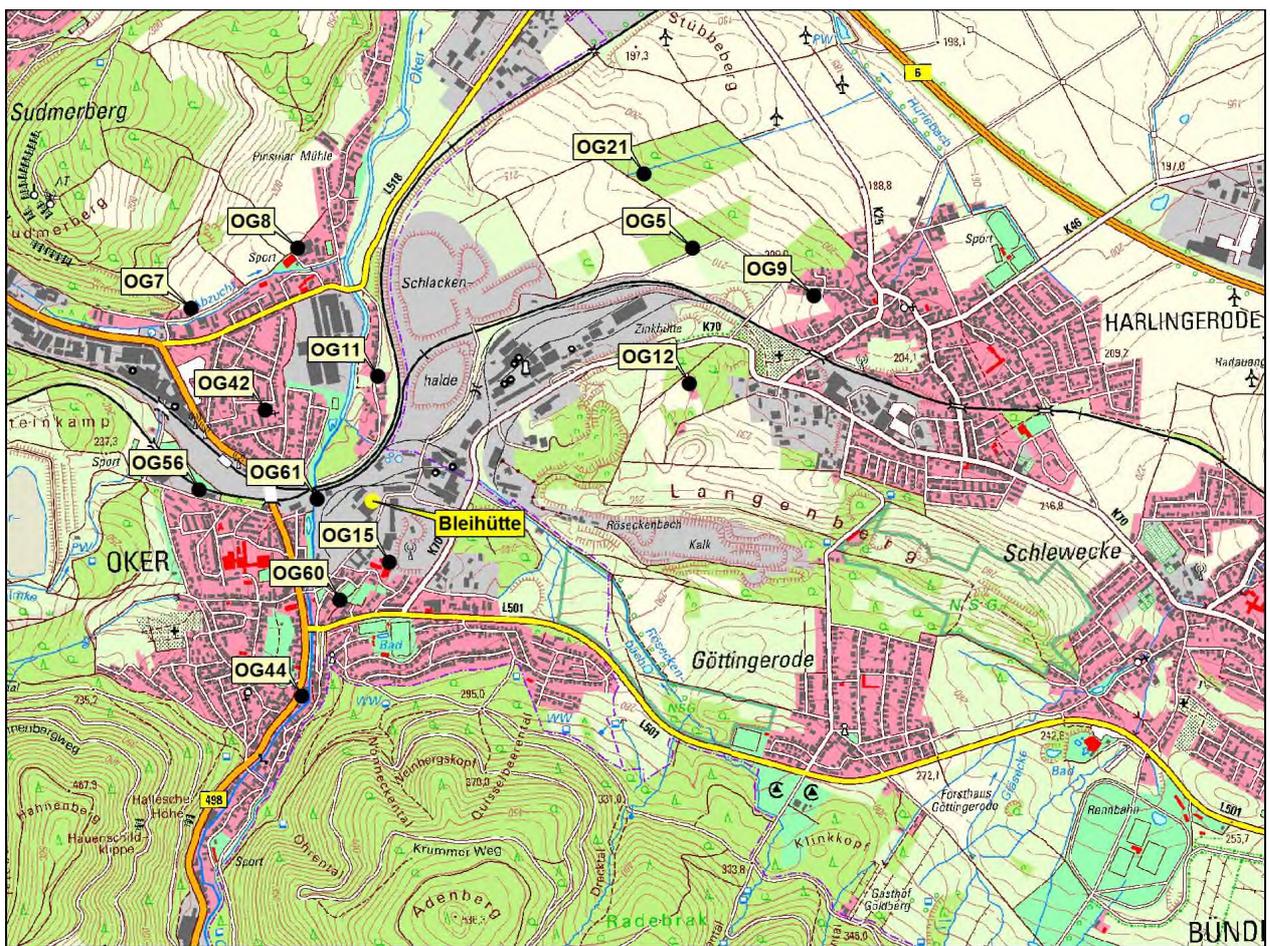
Am Beurteilungspunkt OG5 werden mit zwei separaten Probenahmeeinrichtungen Doppelbestimmungen zur Qualitätssicherung des Messverfahrens im Nahbereich des Hüttengeländes durchgeführt.

Der entgegen der Hauptwindrichtung in nordwestlicher Richtung gelegene Beurteilungspunkt OG7 ist zur Abschätzung der Hintergrundbelastung des Staubniederschlags und der Schadstoffdepositionen bestimmt.

Mit Hilfe des am weitesten östlich gelegenen Beurteilungspunkts OG9 werden die Immissionen im Lee der Hüttenanlage in Hinblick auf die Belastung des angrenzenden Ortsteils Harlingerode überwacht.

In der folgenden Messstellenübersicht (Abbildung 1) wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt. Tabelle 1 enthält eine Auflistung der Beurteilungspunkte mit den Breiten- und Längengraden auf der Grundlage des geografischen Koordinatensystems (WGS 84). Die Auswahl der Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nördlich und westlich gelegene Messstellen) als auch die Belastung des Kerngebietes im Umkreis um das Hüttengelände.

Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker – Harlingerode



● Beurteilungspunkte

(Kartengrundlage DTK25)



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)



Tabelle 1: Geografische Koordinaten (WGS 84) der Beurteilungspunkte und Entfernungangaben zum Zentrum des Bleihüttengeländes bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung

Messstellenbezeichnung	Breitengrad Nord	Längengrad Ost	Entfernung zum Betriebsgelände*	Abstand zur Wohnbebauung**
OG5	51°54'45,0"	10°30'22,3"	1773 m	440 m
OG7	51°54'38,4"	10°28'35,4"	1115 m	Wohngebiet
OG8	51°54'46,1"	10°28'58,3"	1013 m	Wohngebiet
OG9	51°54'38,4"	10°30'47,9"	2232 m	Wohngebiet
OG11	51°54'28,8"	10°29'14,8"	627 m	Wohngebiet
OG12	51°54'27,0"	10°30'20,9"	1452 m	440 m
OG15	51°54'04,2"	10°29'16,4"	252 m	Wohngebiet
OG21	51°54'55,0"	10°30'12,2"	1908 m	560 m
OG42	51°54'24,6"	10°28'50,6"	603 m	Wohngebiet
OG44	51°53'46,6"	10°28'57,2"	606 m	Wohngebiet
OG56	51°54'14,3"	10°28'36,3"	685 m	60 m
OG60	51°53'59,3"	10°29'05,7"	310 m	Wohngebiet
OG61	51°54'12,7"	10°29'01,3"	214 m	80 m

* Entfernungangaben bezogen auf das ehemalige Kurtztrommelofengebäude der Bleihütte (siehe Abbildung 1)

** Entfernungangaben der Beurteilungspunkte zu den nächstgelegenen Wohnsiedlungen

3.4 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 der Industriekomplex zurückgebaut wurde, sind die wesentlichen Quellen für die primär zu überwachenden Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium nicht mehr vorhanden.

Im Hinblick auf die Belastungsentwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen sind die verbliebene Akkuschrötaufbereitung, die regelkonform betrieben wird [3] und oberflächennahe Altlasten im Bereich des einstigen Hüttenbetriebes, letztere insbesondere im Zusammenhang meteorologischer Einwirkungen, als relevante Quellen zu sehen.

Aufgrund der Lage des Beurteilungsgebietes in einer industriell geprägten Umgebung, können neben der bisher im Fokus stehenden ehemaligen Blei- und Zinkhütte auch weitere Emissionsquellen, wie beispielsweise bei der Herstellung von seltenen Metallen (Übergangsmetalle), beim Recycling von Elektro- bzw. Elektronikschrott und eventuell Deponiebetrieb, auch wenn diese regelkonform betrieben werden, nicht ausgeschlossen werden.



4 Messplanung

4.1 Messkomponenten

Neben der gravimetrischen Bestimmung des Staubniederschlags wurden die Staubinhaltsstoffe in den Niederschlagsproben ermittelt. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf den, in der TA Luft genannten, Schadstoffdepositionen. Aufgrund der angewendeten Untersuchungsmethode, einer Multielement-Analyse mittels ICP-MS, werden außer den Elementen Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium routinemäßig Analysendaten für weitere Metalle/Halbmehalle mit erfasst, die im Rahmen der jährlichen Berichterstattung nur auf Plausibilität geprüft, aber in den Berichten nicht dargestellt werden.

4.2 Geräteinsatz

Die Niederschlagsuntersuchungen wurden nach der Bergerhoff-Methode entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] durchgeführt. Als Sammelgefäße dienten 1,8 Liter Auffanggefäße aus Kunststoff.

4.3 Probenahmezyklen

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

4.4 Messzeitraum

Der Messzeitraum zur Bewertung der Niederschlagsimmissionen sowie der Staubinhaltsstoffe beträgt ein Jahr [2].

5 Beurteilungsgrundlagen

Die nachfolgenden Tabellen 2 und 3 zeigen die Immissionswerte, die zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen bzw. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen in der TA Luft festgelegt sind.

Tabelle 2: Immissionswert für Staubniederschlag gemäß TA Luft Nr. 4.3.1 [2]

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



Tabelle 3: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß TA Luft Nr. 4.5.1 [2]

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

6 Durchführung der Messungen - Analysen

6.1 Staubniederschlagsmessungen

Die Staubniederschlagsmessungen wurden entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] und der Standardarbeitsanweisung (SOP) „Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas oder Kunststoff – Bergerhoff-Verfahren“ durchgeführt.

Das in 1,8 Liter Auffanggefäßen gesammelte Probengut, die gesamte trockene und feuchte Phase, wird quantitativ in Abdampfschalen überführt und bis zur Trockne eingedampft. Die Abdampfschalen werden jeweils leer und mit dem trockenen Probenrückstand gewogen. Die Differenz aus beiden Wägungen ergibt die Staubniederschlagsmasse, die bezogen auf die Fläche eines Quadratmeters und auf die Zeiteinheit eines Tages in g/(m²d) angegeben wird. Bezugsgrößen sind der wirksame Querschnitt des Auffanggefäßes und die Anzahl der Probenahmetage.

6.2 Staubinhaltsstoffanalyse

Der Trockenrückstand wurde im Labor einem oxidierenden Mikrowellenaufschluss mittels Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unterzogen. Die anschließende Bestimmung der Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei Cadmium, Nickel und Thallium wurde, ebenso wie der zuvor beschriebene Aufschluss, entsprechend der Europäischen Norm DIN EN ISO 15841 [5] (ICP-MS) und den dazugehörigen Standardarbeitsanweisungen durchgeführt.



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 2012 bei insgesamt 97 %. Bei den Doppelbestimmungen OG5 und OG5A konnten aktuell jeweils zwölf Monatsproben zur vergleichenden Analytik und für die Berechnung der Messunsicherheit herangezogen werden.

7.2 Messunsicherheit

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei Niederschlagsproben wurden Doppelbestimmungen vom hüttennahen Beurteilungspunkt OG5 aus den Jahren 2007 – 2012 ausgewertet. Die erweiterte Messunsicherheit wurde für alle Komponenten aus den jeweiligen parallelen Datenreihen entsprechend des Anhangs B der DIN EN ISO 20988 - Berechnungsmethode A 6 - [6] berechnet.

Beim Staubbiederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit für den einzelnen Monatswert ca. 27 %, bezogen auf einen Mehrjahresmittelwert (2007 – 2012 (54 mg/(m²d)) am Beurteilungspunkt OG5.

Für die Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium und Nickel ergaben sich erweiterte Messunsicherheiten zwischen 18 % und 22 %, jeweils in Bezug auf die dazugehörigen Mehrjahresmittelwerte. Da das Element Thallium erst seit Beginn einer neuen Analysenmethode routinemäßig ab 2012 mitbestimmt wird, liegen noch nicht genügend Messwerte zur Berechnung einer erweiterten Messunsicherheit vor.

Im Rahmen der Schwermetallanalysen wurde bei den monatlichen Messreihen zusätzlich eine Matrixlösung (Sammelprobe aus Aufschlusslösungen) mit analysiert. Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen dienen der analytischen Qualitätssicherung in Bezug auf die Reproduzierbarkeit der Elementkonzentrationen.

8 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 4 werden die Messergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten für das Berichtsjahr 2012 dargestellt. Alle Jahresmittelwerte, insbesondere die der Staubinhaltsstoffuntersuchungen, die eine Überschreitung des jeweiligen Immissionswertes der TA Luft anzeigen, bzw. nominell oberhalb des Immissionswertes liegen (siehe Immissionswert für Staubbiederschlag gemäß TA Luft Nr. 4.3.1 [2], Tabelle 2 und 3), wurden rot markiert. Werte unterhalb der Immissionswerte sind dagegen grün gekennzeichnet.

Neben dem Vergleich mit den Immissionswerten der TA Luft, wurden die Ergebnisse der langjährig untersuchten Blei- und Cadmium-Depositionen für die räumliche Beschreibung der Immissionen, insbesondere im Hinblick auf die Belastungssituation im Bereich der an das Hütten- gelände angrenzenden Wohnsiedlungen, herangezogen. Im Anhang werden zudem in den Tabellen A1, A3 und A4 die Messergebnisse der Vorjahre 2007 bis 2011 zum Vergleich in Bezug



auf einen „Fünfjahresmittelwert“ aufgeführt. In den Tabellen A2, A5 und A6 werden die Depositionen für Arsen ab 2009, für Nickel ab 2010 und für Thallium ab 2011 jeweils jahresweise ohne einen zusätzlichen Mittelungszeitraum dargestellt.

8.1 Staubbiederschlag

Im Jahr 2012 ist die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im Beurteilungsgebiet erstmals seit 2008 wieder zurückgegangen. Die mittlere Staubbiederschlagsbelastung lag im gesamten Beurteilungsgebiet mit $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ bei etwa 18 % des Immissionswertes der TA Luft.

Sowohl gegenüber dem Vorjahr, als auch im Vergleich zum Mittelwert der fünf vorhergehenden Jahre, werden niedrigere Staubbiederschläge in Bezug auf den durchschnittlichen Jahresmittelwert festgestellt (siehe Anhang Tabelle A1). Allerdings wurde am Beurteilungspunkt OG21, gegenüber dem allgemein abnehmenden Trend, eine Verdoppelung der Staubbiederschlagsbelastung gemessen.

Der Immissionswert für den Staubbiederschlag ($0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$) wird dennoch an allen Beurteilungspunkten sicher unterschritten (siehe grün markierte Ergebnisse in Tabelle 4).

Tabelle 4: Jahresmittelwerte des Staubbiederschlags und der Depositionen 2012

Beurteilungs- punkt	Staub	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel	Thallium	Proben/Jahr
	mg/(m ² d)	µg/(m ² d)					Anzahl
OG5	0,07	1,0	428	7,5	43,2	0,09	12
OG7	0,05	1,4	22	0,4	8,5	0,04	11
OG8	0,09	1,2	34	0,4	3,9	0,07	12
OG9	0,06	0,6	116	2,2	9,0	0,06	12
OG11	0,06	0,8	103	1,8	6,3	0,08	12
OG12	0,04	0,6	127	2,3	6,9	0,06	11
OG15	0,05	7,3	182	17,3	3,2	3,67	12
OG21	0,17	2,1	123	3,1	5,6	0,11	11
OG42	0,05	0,5	36	0,5	3,6	0,03	12
OG44	0,06	0,5	28	0,4	2,2	0,03	12
OG56	0,04	0,8	53	0,8	2,6	0,03	11
OG60	0,05	0,8	62	1,1	2,1	0,07	12
OG61	0,03	0,6	125	2,2	3,4	0,04	12
Immissions- werte *	0,35	4	100	2	15	2	- - -

* Immissionswerte gem. TA Luft - Punkte 4.3.1 und 4.5.1



8.2 Arsen-Deposition

Die Arsen-Depositionen sind in Bezug auf das gesamte Beurteilungsgebiet gegenüber dem Vorjahr in etwa gleichgeblieben. Nachdem in den Jahren 2009 und 2010 Überschreitungen des Arsen-Immissionswertes am Beurteilungspunkt OG7 festgestellt worden waren, welche danach nicht wieder auftraten, wurde im Berichtsjahr 2012 am Beurteilungspunkt OG15 mit $7,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ eine starke Zunahme der Belastung und eine deutliche Überschreitung des Immissionswertes der TA Luft gemessen. Die sprunghaft erhöhte Arsen-Deposition wird, wie im Folgenden bei den Cadmium- und Thallium-Depositionen beschrieben (siehe Kapitel 8.6) auf Aktivitäten im näheren Umfeld des Messpunktes zurückgeführt. Im Zeitraum der letzten fünf Jahre ist durch temporäre Belastungsschwerpunkte im Beurteilungsgebiet eine leichte Zunahme bei den Arsen-Depositionen zu beobachten.

Bis auf den Beurteilungspunkt OG15 wird der Immissionswert für Arsen an allen anderen Messpunkten sicher eingehalten (siehe Tabelle 4 sowie im Anhang Tabelle A2).

8.3 Blei-Deposition

Gegenüber dem Vorjahr ist die durchschnittliche Belastung der Blei-Depositionen im Beurteilungsgebiet um ca. 23 % zurückgegangen (2012: $111 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$; 2011: $145 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$), nachdem im Kalenderjahr 2011 eine deutliche Zunahme im Vergleich zu den Ergebnissen von 2007 bis 2010 gemessen worden war (Anhang, Tabelle A3). Dennoch wurde am Beurteilungspunkt im Ortsteil Harlingerode (OG9), der am weitesten im Lee des Betriebsgeländes gelegenen Messstelle, im aktuellen Berichtsjahr wieder eine Immissionswertüberschreitung festgestellt. Seit der Stilllegung der letzten Betriebseinheiten zur Bleigewinnung im Jahre 2001, waren an diesem Beurteilungspunkt bis zum Jahr 2010 bei den Blei-Depositionen keine Überschreitungen des Immissionswertes mehr beobachtet worden.

Sowohl an den am höchsten belasteten Beurteilungspunkten als auch an allen anderen, wurde im Vergleich zum Vorjahr eine Abnahme bei den Blei-Depositionen festgestellt. Unterschreitungen des Immissionswertes der TA Luft wurden in den letzten Jahren, mit Ausnahme von OG60, wiederholt an den Beurteilungspunkten OG7, OG8, OG42, OG44 und OG56 in den westlichen bzw. südwestlichen Stadtteilen Okers beobachtet.

8.4 Cadmium-Deposition

Bei den Cadmium-Depositionen wurde, im Mittel über alle Messpunkte im Beurteilungsgebiet, gegenüber dem Vorjahr eine deutliche Zunahme der Belastung festgestellt. Ausschlaggebend dafür war der außergewöhnlich starke Zuwachs am Beurteilungspunkt OG15, wo mehr als das Achtfache des Immissionswertes der TA Luft gemessen wurde. Die besonders in der zweiten Jahreshälfte auffälligen Cadmium-Depositionen werden auf Aktivitäten im Umfeld dieser Messstelle zurückgeführt (siehe auch Kapitel 8.6). Nach 2011 wurden auch im aktuellen Berichtsjahr wieder Überschreitungen des Immissionswertes für die Cadmium-Deposition im Lee des Hütengeländes am Beurteilungspunkt OG9 festgestellt. Hier waren, wie bei den Blei-Depositionen gleichermaßen, schon etwa ein Jahrzehnt lang keine Überschreitungen der Immissionswerte mehr registriert worden.

Auch im Vergleich mit einem „Fünfjahresmittelwert“ (siehe Anhang Tabelle A4) ergibt sich, in Bezug auf die mittlere Cadmium-Deposition im Beurteilungsgebiet, eine deutliche Zunahme bei



der Immissionsbelastung. Allerdings beruht der Anstieg des Gebietsmittelwertes im Wesentlichen auf stark erhöhten Cadmium-Depositionen an nur zwei Beurteilungspunkten, OG5 und OG15. Während an den benachbarten Beurteilungspunkten (OG9, OG12, OG21, OG60, OG61), der zuvor genannten Messstellen, die Belastungen gegenüber dem Mittelwert der letzten fünf Jahre auch leicht ansteigen, werden an den übrigen Belastungspunkten überwiegend abnehmende Cadmium-Depositionen ermittelt.

8.5 Nickel-Deposition

Trotz eines insgesamt leichten Rückgangs der durchschnittlichen Nickel-Depositionen zum Vorjahr, wurde am Beurteilungspunkt OG5 eine weitere deutliche Zunahme der Belastung festgestellt. Während am Beurteilungspunkt OG5 die Nickel-Deposition mit $43,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ bei mehr als dem Zweieinhalbfachen des Immissionswertes lag, wurden an den Beurteilungspunkten OG7 und OG9 die nächst höheren Nickel-Depositionen mit rund $9 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ deutlich unterhalb des Immissionswertes gemessen. Die Quelle für Nickel-Immissionen am Beurteilungspunkt OG7 wird mutmaßlich auf die Belastung des Bodens mit diesen Elementen zurückgeführt (siehe Erläuterungen im Bericht 2011). Am Beurteilungspunkt OG9 könnte der Anstieg dagegen auch im Zusammenhang mit der auffälligen Immissionssituation an der räumlich benachbarten Messstelle OG5 stehen.

Vergleicht man die an Messpunkt OG 5 gemessenen Nickel-Depositionen mit der nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [7], Anhang 2, Nr. 5 über alle Wirkungspfade zulässigen Fracht von $100 \text{ g}/(\text{ha a})$, dies entspricht umgerechnet $27 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, so liegt die ermittelte Nickel-Deposition mit $43,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ deutlich darüber.

8.6 Thallium-Deposition

Erstmals wurde im Jahr 2012, im Rahmen der Überwachungsmessungen, eine Überschreitung des Immissionswertes der TA Luft bei den Thallium-Depositionen am Beurteilungspunkt OG15 festgestellt. Die hohe Thallium-Belastung, mit einem Jahresmittelwert von $3,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ steht, wie auch die deutlich erhöhten Arsen- und Cadmium-Depositionen an diesem Beurteilungspunkt, offenbar im Zusammenhang mit dem Abriss der Hütten-Laugerei ab etwa Mitte des vergangenen Jahres. In der örtlichen Presse ist mehrfach über die Abrissarbeiten auf dem Hütten-gelände berichtet worden. Unter anderem ist dabei auf die ehemalige Produktion großer Mengen an Thalliumsulfat hingewiesen worden [8]. In den Monaten Juli und August 2012 wurden für Arsen-, Cadmium-, und Thallium-Depositionen sehr hohe, und bis auf Cadmium sogar die höchsten Einzelwerte ermittelt.

An allen anderen Beurteilungspunkten wurden deutlich niedrigere, zum Teil um zwei Größenordnungen geringere Belastungen an Thallium-Depositionen gemessen.

9 Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung

Vergleiche der Arsen-, Blei-, Cadmium-, und Nickel-Depositionen untereinander zeigen kein einheitliches Bild zum Vorjahr, hinsichtlich der Entwicklung der Mittelwerte in Bezug auf das gesamten Beurteilungsgebietes. Während die Blei-Depositionen rückläufig sind, die Arsen- und Nickel-Depositionen auf einem nahezu gleichen Niveau verbleiben, steigen die Cadmium-

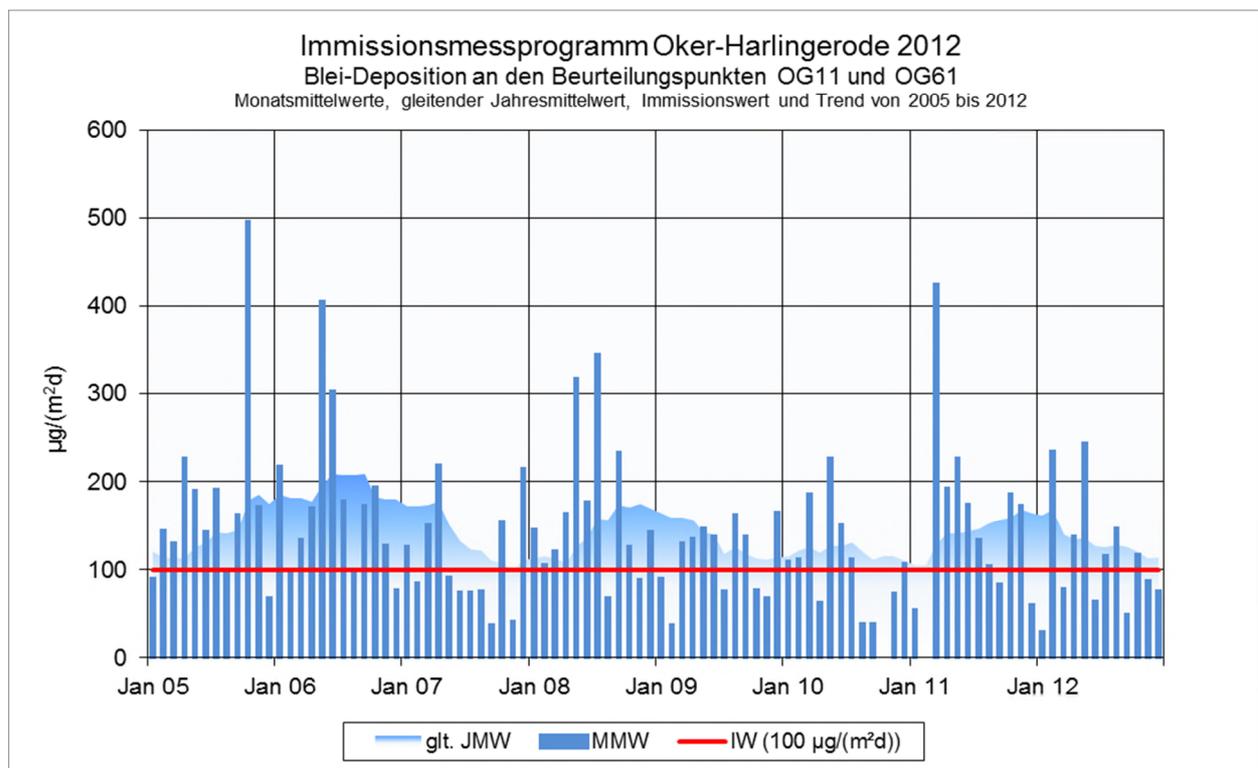


Depositionen deutlich an. Die erstmals aufgenommenen Thallium-Depositionen steigen im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls deutlich an.

Bei den Arsen-, Cadmium-, Nickel- und Thallium-Depositionen sind es die deutlichen Veränderungen an nur zwei Beurteilungspunkten (OG5, OG15), welche einer tendenziellen Abnahme der allgemeinen Belastung, ähnlich der Blei-Depositionen, entgegenwirken. Die Arsen-, Cadmium- und Thallium-Depositionen bilden einen Schwerpunkt bei der Zunahme der Depositionsbelastung im Nahbereich der ehemaligen Bleihütte am Beurteilungspunkt OG15. Blei-, und Nickel-Depositionen weisen dagegen am Beurteilungspunkt OG5 die höchsten Zunahmen bei den Staubinhaltsstoffen in den letzten beiden Jahren auf.

In den folgenden Abbildungen 2 und 3 wird anhand der gleitenden Jahresmittelwerte (glt. JMW) die Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen in der Kielschen Straße, einem Wohnbereich unmittelbar am Hüttengelände, über einen Zeitraum von 8 Jahren dargestellt. Die Immissionen in diesem Bereich lassen sich mit dem Mittelwert der etwa gleich belasteten Beurteilungspunkte OG11 und OG61 gut beschreiben. Daneben sind die Messwerte der einzelnen Monate (MMW) als Balken sowie der Immissionswert der TA Luft (IW) als rote Linie abgebildet.

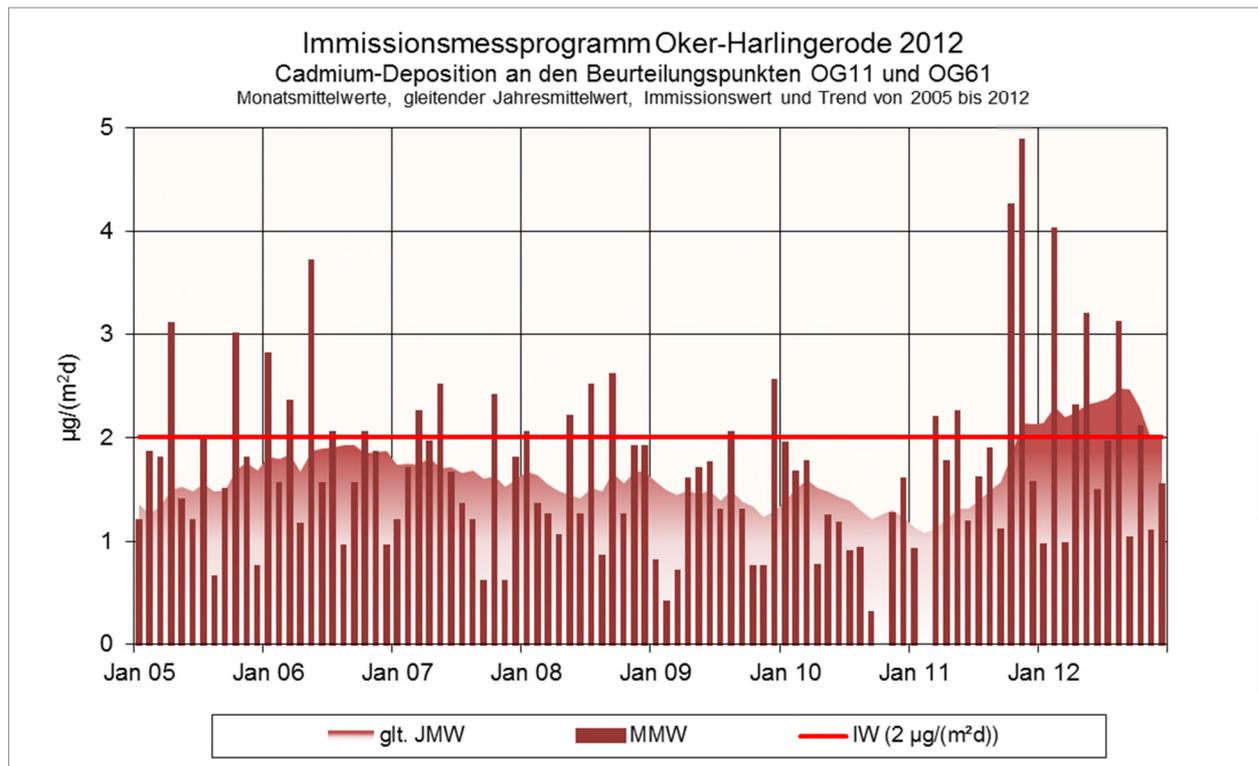
Abbildung 2: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition



Anhand des gleitenden Jahresmittelwert, dem fortgeschriebenen Mittelwert der Beurteilungspunkte OG11 und OG61, lässt sich für den Nahbereich des Hüttengeländes, entsprechend dem allgemeinen Trend im gesamten Beurteilungsgebiet, eine Abnahme bei den Blei-Depositionen im Berichtsjahr 2012 aufzeigen. Zum Jahresende 2012 ergibt sich ein Belastungsniveau etwa in Höhe des Immissionswertes der TA Luft. Aufgrund des Verlaufes der dargestellten Jahre, ins-

besondere durch zeitweise hohe Belastungen hinsichtlich einzelner Monatsmittelwerte, wird mittelfristig noch keine nachhaltige Unterschreitung des Immissionswertes im Nahbereich des Hüttengeländes erwartet.

Abbildung 3: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition



Im Berichtsjahr 2012 überschreitet der gleitende Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition mit ansteigender Tendenz den Immissionswert der TA Luft, siehe Abbildung 3. Vereinzelt hohe Monatsmittelwerte ab dem letzten Quartal 2011 sind für die Belastungszunahme bis weit in die zweite Jahreshälfte 2012 verantwortlich. Gegen Ende des Berichtsjahres wird wieder eine Unterschreitung des Immissionswertes beobachtet.

Trotz der lokal starken Zunahmen (OG5, OG15), im Übrigen aber tendenziell vor allem im LUV der Anlage abnehmender Cadmium-Depositionen, kann im Bereich der Kielschen Straße (OG11, OG61) mittelfristig wieder eine Unterschreitung des Immissionswertes erwartet werden.

10 Zusammenfassung

Die Staubbiederschlagsuntersuchungen rund um das Hüttengelände in Oker wurden, aufgrund von Überschreitungen der hüttentypischen Depositionen an Blei und Cadmium in der Vergangenheit, auch im Jahr 2012 fortgeführt. Bei den Staubinhaltsstoffen sind, nach der Dokumentation von sporadisch auftretenden Überschreitungen der Immissionswerte für Arsen und Nickel an unterschiedlichen Beurteilungspunkten, erstmals auch die Thallium-Depositionen im Bericht



aufgeführt. Die mögliche Freisetzung von Thallium-Verbindungen war im Zuge der Abrissarbeiten der Hütten-Laugerei mehrfach Thema in der lokalen Presse [8].

Die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiets lag im Berichtsjahr 2012 mit $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ bei 18 % des Immissionswertes. Im Vergleich mit dem Jahresmittelwert 2011 und dem durchschnittlichen Messergebnis der fünf vorhergehenden Jahre (siehe Anhang Tabelle A1), ergibt sich jeweils ein leichter Rückgang der Staubbiederschlagsbelastung. Überschreitungen des Immissionswertes der TA Luft wurden an keinem Beurteilungspunkt festgestellt.

Die Blei-Depositionen gingen ebenfalls zurück und zwar an allen Beurteilungspunkten. Überschreitungen des Immissionswertes wurden an insgesamt sieben Beurteilungspunkten festgestellt. Hierzu gehören die hüttennahen Messpunkte (OG5, OG11, OG12, OG15, OG21, OG61) und wiederholt seit dem Vorjahr der am weitesten im Lee des Betriebsgeländes gelegenen Beurteilungspunkt OG9 (Harlingerode).

Während an den meisten Beurteilungspunkten, entsprechend den Blei-Depositionen, ein leichter Rückgang der Cadmium-Depositionen ermittelt wurde, steigen die Belastung diesbezüglich am Beurteilungspunkt OG15 gegenüber dem Vorjahreswert um mehr als das Fünffache an. Die mittlere Cadmium-Deposition im gesamten Beurteilungsgebiet nimmt dadurch deutlich zu. Rein zahlenmäßig liegen im Jahr 2012 an sechs Beurteilungspunkten die Cadmium-Depositionen oberhalb des Immissionswertes, wobei an drei Beurteilungspunkten (OG5, OG15, OG21) tatsächliche Überschreitungen des Immissionswertes, entsprechend den Beurteilungskriterien der TA Luft (Punkt 2.9), gemessen wurden.

Bei den Arsen- und Nickel-Depositionen wurden, auf das gesamte Beurteilungsgebiet bezogen, gegenüber dem Vorjahr kaum Veränderungen beobachtet. Dennoch wurden für diese Elemente, wie auch beim Blei und Cadmium, an den fast allen Beurteilungspunkten tendenziell niedrigere Belastungen gegenüber dem Vorjahr gemessen. Aufgrund der überproportionalen Zunahme der Belastung an zwei Beurteilungspunkten (OG5, bzw. OG15), wodurch hier deutliche Überschreitungen des Immissionswertes festgestellt wurden, lässt sich ein allgemeiner Rückgang der Belastung im Beurteilungsgebiet nicht unmittelbar erkennen.

Erstmals wurde im Jahr 2012 mit $3,67 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ eine Überschreitung des Immissionswertes für die Thallium-Deposition am Beurteilungspunkt OG15 gemessen, die im Zusammenhang mit den zuvor erwähnten Abrissarbeiten auf dem Hüttengelände und den nur vorübergehend auftretenden Staubbiederschlagsbelastungen stehen. An allen anderen Beurteilungspunkten wurden, wie auch im Vorjahr, einschließlich des Beurteilungspunktes OG15, sehr niedrige Thallium-Depositionen beobachtet.

Bei der langfristigen Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen, insbesondere im Siedlungsbereich in Hüttennähe, muss mittelfristig weiterhin mit Überschreitungen des Immissionswertes für Blei gerechnet werden. Der Immissionswert für Cadmium dagegen wird hier mittelfristig wahrscheinlich wieder knapp eingehalten werden können. Abgesehen von schwerpunktmäßigen Zunahmen, an den Beurteilungspunkten OG5 und OG15 in den letzten beiden Jahren, sind die Cadmium-Depositionen an den Beurteilungspunkten 2012 vielfach rückläufig.



11 Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz, BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.5.2013, BGBl I S. 1274 (Nr. 25), zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 2.7.2013, BGBl I, S. 1943 (Nr. 34)
- [2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [3] Mitteilung des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Braunschweig, E-Mail vom 12.04.2013
- [4] VDI-Richtlinie 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 (Deutsche Fassung EN 15841:2009)
- [6] DIN EN ISO 20988 (2007-09) Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- [7] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl.I S. 1554) zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl.I Nr. 10, S. 212) in Kraft getreten am 01.06.2012
- [8] 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



Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011

Beurteilungs- punkt	Staubniederschlag in g/(m ² d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
OG5	0,066	0,066	0,052	0,045	0,058	0,042	0,053
OG7	0,046	0,073	0,070	0,085	0,050	0,056	0,067
OG8	0,094	0,075	0,138	0,114	0,097	0,061	0,097
OG9	0,060	0,102	0,092	0,084	0,097	0,065	0,088
OG11	0,059	0,063	0,076	0,091	0,082	0,058	0,072
OG12	0,043	0,055	0,041	0,055	0,039	0,046	0,047
OG15	0,046	0,074	0,086	0,083	0,091	0,054	0,078
OG21	0,170	0,085	0,054	0,072	0,056	0,048	0,063
OG42	0,049	0,095	0,056	0,052	0,083	0,058	0,069
OG44	0,059	0,098	0,111	0,095	0,058	0,061	0,085
OG56	0,036	0,068	0,034	0,034	0,030	0,036	0,040
OG60	0,051	0,085	0,066	0,051	0,052	0,058	0,062
OG61	0,034	0,034	0,055	0,035	0,034	0,039	0,039
Gebiets- mittelwert	0,062	0,075	0,071	0,069	0,064	0,052	0,066
Abweichung	-5,6 % ²⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011



Tabelle A2: Arsen-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2009 - 2011

Beurteilungspunkt	Arsen-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$			
	Jahr			
	2012	2011	2010	2009
OG5	1,04	1,36	1,27	1,04
OG7	1,44	3,50	4,30	4,98
OG8	1,24	2,67	1,33	0,99
OG9	0,60	0,77	0,84	0,77
OG11	0,81	1,35	0,89	1,06
OG12	0,57	0,83	0,86	0,94
OG15	7,34	1,73	0,75	0,64
OG21	2,06	1,95	1,13	0,67
OG42	0,54	0,87	0,57	0,50
OG44	0,46	0,65	0,67	0,76
OG56	0,75	0,62	0,49	0,37
OG60	0,81	0,75	0,74	0,54
OG61	0,60	0,59	1,67	1,30
Gebietsmittelwert	1,40	1,36	1,19	1,12
Abweichung	2,9 % ¹⁾			

¹⁾ Abweichung bezogen auf das Vorjahr (2011)



Tabelle A3: Blei-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011

Beurteilungspunkt	Blei-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
OG5	428	448	204	159	228	171	242
OG7	22	36	38	35	29	29	34
OG8	34	71	31	27	48	27	41
OG9	116	136	62	57	89	83	85
OG11	103	160	81	116	136	106	120
OG12	127	190	129	102	122	117	132
OG15	182	189	72	48	67	60	87
OG21	123	184	120	101	144	129	136
OG42	36	56	35	25	57	42	43
OG44	28	46	44	35	39	30	39
OG56	53	90	49	32	52	36	52
OG60	62	103	87	66	80	116	90
OG61	125	171	174	117	185	117	153
Gebietsmittelwert	111	145	87	71	98	82	96
Abweichung	14,8 % ²⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011



Tabelle A4: Cadmium-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011

Beurteilungspunkt	Cadmium-Deposition in µg/(m²d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
OG5	7,49	7,93	4,19	3,05	3,87	3,59	4,53
OG7	0,37	0,68	0,54	0,50	0,40	0,69	0,56
OG8	0,41	0,53	0,59	0,47	0,40	0,55	0,51
OG9	2,17	2,14	1,02	0,90	1,41	1,54	1,40
OG11	1,79	2,62	1,08	1,67	1,60	1,56	1,70
OG12	2,26	2,50	1,69	1,06	1,30	1,88	1,69
OG15	17,31	2,98	1,24	0,62	0,57	0,97	1,28
OG21	3,07	2,31	1,38	0,96	1,30	1,80	1,55
OG42	0,53	0,75	0,41	0,37	0,89	1,17	0,72
OG44	0,41	0,56	0,64	0,54	0,49	0,49	0,55
OG56	0,77	0,86	0,57	0,38	0,52	0,62	0,59
OG60	1,05	1,05	1,00	0,62	0,64	1,38	0,94
OG61	2,17	1,61	1,64	1,11	1,68	1,64	1,54
Gebietsmittelwert	3,06	2,04	1,23	0,94	1,16	1,38	1,35
Abweichung	126,8 % ²⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011



Tabelle A5: Nickel-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2010 - 2011

Beurteilungspunkt	Nickel-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$		
	Jahr		
	2012	2011	2010
OG5	43,20	34,01	11,97
OG7	8,47	13,16	17,08
OG8	3,90	5,26	5,32
OG9	8,97	8,85	4,23
OG11	6,30	8,05	3,82
OG12	6,89	6,04	4,31
OG15	3,20	4,34	2,93
OG21	5,56	5,49	4,42
OG42	3,64	4,85	2,87
OG44	2,23	3,35	3,22
OG56	2,61	3,37	2,26
OG60	2,13	3,10	2,80
OG61	3,39	4,47	4,42
Gebietsmittelwert	7,73	8,03	5,36
Abweichung	-3,7 % ¹⁾		

¹⁾ Abweichung bezogen auf das Vorjahr (2011)



Tabelle A6: Thallium-Depositionen 2012 im Vergleich mit dem Jahr 2011

Beurteilungspunkt	Thallium-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$	
	Jahr	
	2012	2011
OG5	0,09	0,08
OG7	0,04	0,05
OG8	0,07	0,18
OG9	0,06	0,05
OG11	0,08	0,08
OG12	0,07	0,05
OG15	3,67	0,46
OG21	0,12	0,08
OG42	0,03	0,04
OG44	0,03	0,04
OG56	0,04	0,04
OG60	0,07	0,06
OG61	0,04	0,04
Gebietsmittelwert	0,34	0,10
Abweichung	240 % ¹⁾	

¹⁾ Abweichung bezogen auf das Vorjahr (2011)