



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Immissionsmessprogramm Nordenham 2009

Staubniederschlag und PM<sub>10</sub>-Feinstaub  
sowie Staubinhaltsstoffe

Bericht Nr.: 43-10-BI-012

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



Niedersachsen

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 .....	2
3	Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung .....	2
3.1	Beurteilungsgebiet .....	2
3.2	Emissionsquellen .....	3
3.3	Beurteilungspunkte .....	3
3.4	Messstellenplan .....	4
4	Messplanung .....	5
4.1	Messkomponenten .....	5
4.2	Geräteeinsatz .....	6
4.3	Probenahmezyklen .....	6
5	Messzeitraum .....	6
6	Beurteilungsgrundlagen.....	6
7	Durchführung der Messungen - Analysen .....	8
7.1	Niederschlagsmessungen .....	8
7.2	Blei- und Cadmium-Depositionen .....	8
7.3	Filterprobenahme.....	8
7.4	Gravimetrie .....	9
7.5	Staubinhaltsstoffanalysen.....	9
8	Qualitätssicherung.....	10
9	Ergebnisse.....	10
9.1	Immissionskenngrößen des Staubniederschlags.....	12
9.2	Immissionskenngrößen der Blei-Depositionen.....	12
9.3	Immissionskenngrößen der Cadmium-Depositionen .....	12
9.4	Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung .....	13
9.5	PM <sub>10</sub> -Feinstaub und Staubinhaltsstoffe .....	16
10	Messunsicherheiten .....	17
11	Zusammenfassung.....	18
12	Literatur.....	19

Leerseite



## 1 Einleitung

### 1.1 Allgemeines

Im Umfeld der Hüttenanlagen in Nordenham werden seit 1976 Staubbiederschläge sowie die Blei- und Cadmium-Depositionen gemäß den gesetzlichen Anforderungen und zusätzlich die Zink-Depositionen überwacht. In Abstimmung mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg werden Probenahme und Analytik im Rahmen einer Eigenüberwachung durch den Betreiber der Hüttenanlagen, die Weser-Metall GmbH, durchgeführt.

Seit dem Jahr 2002 werden ergänzend PM<sub>10</sub>-Schwebstaubmessungen mit Hilfe eines Staubsammlers (DIGITEL DHA 80) an einem Beurteilungspunkt zusätzlich durchgeführt. Die beaufschlagten Filter werden nach der gravimetrischen Analyse auf die Staubinhaltsstoffe Blei, Cadmium und Arsen untersucht.

Die Messergebnisse werden an die Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG) im Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim weitergeleitet, wo sie anhand von Vergleichsmessungen überprüft und zu einem Jahresbericht zusammengestellt werden. In diesem Bericht werden die Messwerte aus dem Jahr 2009 dargestellt, mit den Kenngrößen aus den zurückliegenden Jahren verglichen und anhand der Immissions- bzw. Grenzwerte eingeordnet.

### 1.2 Auftraggeber

Die Immissionsmessungen werden in Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg als Genehmigungsbehörde im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz auf der Grundlage des Bundesimmissionsschutzgesetzes [1] und seiner weiterführenden Verordnungen [2,3] durchgeführt.

### 1.3 Anlass und Ziel der Messungen

Da die Untersuchungen im Umfeld der Hüttenanlage in den zurückliegenden Jahren im Nahbereich Überschreitungen der Immissionswerte für Blei- und Cadmium-Depositionen zeigten, wurden die Messungen auch im Jahr 2009 weitergeführt. Anhand von Messwerten aus den Vorjahren wird ersichtlich, dass bis zu einer Entfernung von rund 2 Kilometern um das Betriebsgelände Immissionsbelastungen festgestellt wurden, die über den zulässigen Werten der TA Luft (TAL) [2] lagen.

Ziel der Messungen ist, auf der Basis von Jahresmittelwerten sowohl den Staubbiederschlag als auch die PM<sub>10</sub>-Feinstaubkonzentration und die jeweiligen Staubinhaltsstoffe zu erfassen und zu dokumentieren. Daneben können die Messergebnisse auch Aufschluss über die Auswirkungen technischer und organisatorischer Verbesserungsmaßnahmen bei der Bleierzeugung geben und ihre Nachhaltigkeit aufzeigen.



Obwohl die Ergebnisse der PM<sub>10</sub>-Messungen in den Vorjahren unterhalb des Grenzwertes, die der Staubinhaltsstoffe sogar unterhalb der jeweiligen unteren Beurteilungsschwellen der EU-Richtlinien [4,5] lagen, werden im Rahmen der Anlagenüberwachung die PM<sub>10</sub>-Feinstaubmessungen und die Staubinhaltsstoffanalysen zukünftig weiter geführt.

## **2 Beschreibung der Messaufgabe**

Anhand von Niederschlagsmessungen war die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der Bleihütte zu bewerten. Der Umfang der Überwachungsmessungen wurde durch das Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg festgelegt. Die Immissionsmessungen wurden in enger Absprache mit der ZUS LLG von der Weser-Metall GmbH eigenverantwortlich durchgeführt. An sieben ausgewählten Beurteilungspunkten wurden durch die ZUS LLG parallel Staubbiederschlags-Vergleichsmessungen zur Qualitätssicherung vorgenommen.

Zur Beurteilung des Nahbereichs der Hüttenanlagen, insbesondere im Hinblick auf die angrenzenden städtischen Siedlungen, wurden hier ergänzend kleinräumige Überwachungsmessungen ebenfalls mit Hilfe des so genannten Bergerhoff-Verfahrens auf der Grundlage der TAL durchgeführt.

Die PM<sub>10</sub>-Feinstaubmessungen wurden am sogenannten „Aufpunkt“ gemessen, dem Ort, an dem ausbreitungsbedingt die höchsten Zusatzbelastungen erwartet werden. Dieser befindet sich in der Nähe des Beurteilungspunktes NM4.4 und trägt daher die gleiche Ortsbezeichnung.

## **3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung**

### **3.1 Beurteilungsgebiet**

Das Beurteilungsgebiet umfasst derzeit insgesamt 20 Messstellen (Beurteilungspunkte) zur Bestimmung des Staubbiederschlags (siehe Abbildung 1).

Mit Beginn der Messtätigkeiten im Jahre 1976 wurden zunächst auf einer Fläche von 36 km<sup>2</sup> Niederschlagsuntersuchungen in einem 1 km Raster durchgeführt. Seit Mitte der 1990 Jahre wurde die Beprobung einiger hüttennaher Beurteilungsflächen durch zusätzliche Messstellen, entsprechend einem Raster mit 0,5 km Seitenlänge, ergänzt. Danach erfolgte in Absprache mit dem Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg schrittweise ein Abbau von Messstellen in den Randbereichen des Beurteilungsgebietes, da die Immissionswerte hier sicher und langfristig eingehalten werden konnten. Eine zuletzt im Jahr 2005 durchgeführte Optimierung der Überwachungsaktivitäten wurde aufgrund der verbesserten Immissionssituation im Süden des Stadtgebietes realisiert.



### 3.2 Emissionsquellen

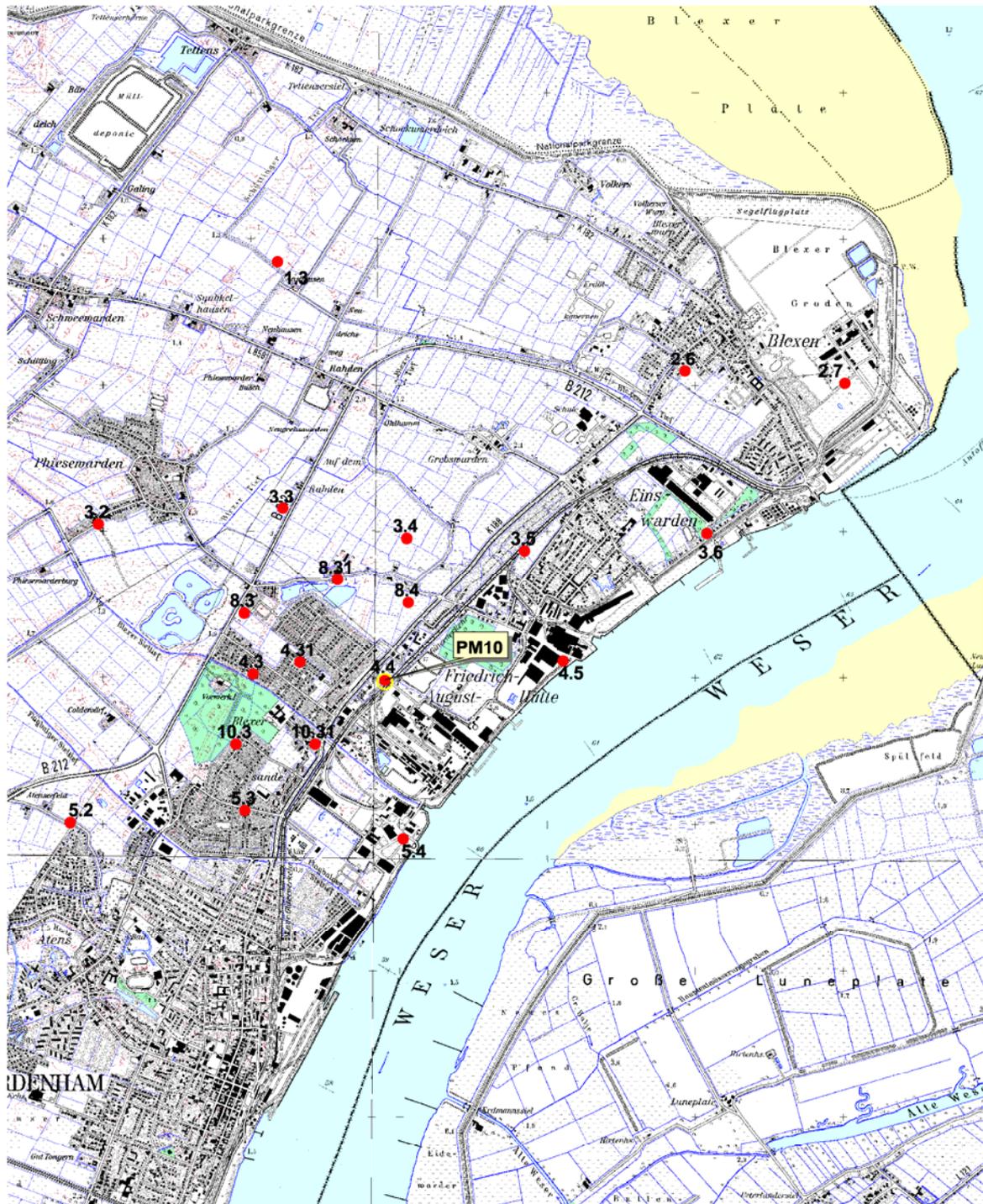
Im Bereich der Wesermündung, um Bremerhaven auf der einen und Nordenham auf der anderen Seite der Weser, sind eine Reihe größerer Industrie- und Hafenbetriebe angesiedelt. Im Hinblick auf die zu überwachende Bleihütte wurde das Beurteilungsgebiet entsprechend dem Einflussbereich, indem die höchsten Immissionen erwartet werden, auf die linke Weserseite beschränkt. Neben den gefassten und diffusen Quellen auf dem Hüttengelände können aber auch Schiffslöschungen sowie Verlade- und Transporttätigkeiten an Land als meist temporäre Quellen nicht ausgeschlossen werden.

### 3.3 Beurteilungspunkte

In der topographischen Karte (Abbildung 1) wird eine Übersicht über die Lage der Beurteilungspunkte gegeben. Dazu wird in Tabelle 1 eine Auflistung der Beurteilungspunkte verbunden mit den Rechts- und Hoch-Werten des Gauß-Krüger Koordinatensystems vorgenommen. Die Auswahl der Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nördlich und westlich gelegene Messstellen), als auch des Kerngebietes im Umkreis um das Hüttengelände.

### 3.4 Messstellenplan

Abbildung 1



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung,

● = Beurteilungspunkte



Tabelle 1

Immissionsmessprogramm Nordenham  
Beurteilungspunkte (Messstellenbezeichnung, Koordinaten)

Messstellen- bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Entfernung zum Betriebsgelände *)
NM1.3	3466164	5933835	3913
NM2.6	3468920	5933085	3225
NM2.7	3470000	5933000	3950
NM3.2	3464953	5932035	2863
NM3.3	3466202	5932145	2138
NM3.4	3467040	5931940	1725
NM3.5	3467836	5931856	1950
NM3.6	3469066	5931971	2488
NM4.3	3466000	5931010	1438
NM4.4	3466890	5930974	750
NM4.5	3468097	5931101	1138
NM5.2	3464765	5930000	2450
NM5.3	3465945	5930080	1300
NM5.4	3467015	5929890	413
NM4.31	3466316	5931092	1140
NM8.3	3465939	5931429	1740
NM8.4	3467051	5931500	1300
NM10.3	3465883	5930531	1390
NM10.31	3466418	5930531	835

\*) Entfernungsangaben in Metern bezogen auf das ehemalige Schachtofengebäude

## 4 Messplanung

### 4.1 Messkomponenten

Neben dem Staubbiederschlag wurden als Staubinhaltsstoffe Blei- und Cadmium bestimmt. Zusätzlich wurde die Zink-Deposition, aufgrund einer früher bestehenden Betriebseinheit von Blei- und Zinkhütte, mit erfasst.



Bei den PM<sub>10</sub>-Feinstaubuntersuchungen wurden neben der Partikelkonzentration die Elemente Blei, Arsen und Cadmium bestimmt.

#### 4.2 Geräteinsatz

Die Niederschlagsuntersuchungen wurden nach dem Bergerhoff-Verfahren entsprechend der VDI-Richtlinie 2119 Blatt 2 [6] durchgeführt. Es kamen 33 Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen zum Einsatz.

Für die PM<sub>10</sub>-Bestimmungen wurde ein Staubmessgerät des Typs DIGITEL DHA 80 im Feldgehäuse mit fraktionierender Probenahme eingesetzt. Das Gerät, das gemäß der VDI-Richtlinie 2463 Blatt 11 [7] betrieben wurde, besaß einen automatischen Filterwechsler, so dass ein selbständiger Betriebsablauf bis zu 14 Tagen möglich war.

#### 4.3 Probenahmezyklen

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

Der Messzeitraum für die Einzelprobe bei der Bestimmung der PM<sub>10</sub>-Konzentration beträgt 24 Stunden (Tagesmittelwert), jeweils beginnend um 0:00 Uhr. Gemäß der Datenqualitätsziele sollte für die stationäre Probenahme eine Mindestprobenzahl von > 90 % erreicht werden.

### 5 Messzeitraum

Der Messzeitraum zur Bewertung der Niederschlagsimmissionen und der PM<sub>10</sub>-Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffe beträgt ein Kalenderjahr.

### 6 Beurteilungsgrundlagen

Die folgenden Tabellen 2 bis 5 zeigen die Immissionswerte für den Staubniederschlag und die Schadstoffdepositionen der TAL, die zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen bzw. vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt sind, und die Grenz- bzw. Zielwerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit in den nationalen wie auch internationalen Richtlinien festgelegt sind.



Tabelle 2

### Immissionswert für Staubniederschlag

TA Luft Nr.: 4.3.1

Stoffgruppe	Deposition [g/(m <sup>2</sup> d)]	Mittelungszeitraum
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	Jahr

Tabelle 3

### Immissionswerte für Schadstoffdepositionen

TA Luft Nr.: 4.5.1

Stoff/Stoffgruppe	Deposition [µg/(m <sup>2</sup> d)]	Mittelungszeitraum
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei	100	Jahr
Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium	2	Jahr

Tabelle 4

### Grenzwerte für Partikel (PM<sub>10</sub>) und Blei

39. BImSchV und EU-Richtlinie 2008/50/EG – Anhang XI

Stoffgruppe	Grenzwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelungszeitraum
PM <sub>10</sub> (Partikel)	50 dürfen nicht öfter als 35mal im Jahr über- schritten werden.	24 Stunden
PM <sub>10</sub>	40	Kalenderjahr
Blei	0,5	Kalenderjahr



Tabelle 5

### Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM<sub>10</sub>-Feinstaubes

39. BImSchV und 4. TRL - 2004/107/EG – Anhang I

Stoff/Stoffgruppe	Zielwert [ng/m <sup>3</sup> ]	Mittelungszeitraum
Arsen	6	Kalenderjahr
Cadmium	5	Kalenderjahr

(4.Tochtrichtlinie (4.TRL) [5])

## 7 Durchführung der Messungen - Analysen

### 7.1 Niederschlagsmessungen

Die Niederschlagsmessungen wurden nach der VDI-Richtlinie 2119 Blatt 2 [6] und der Standardarbeitsanweisung (SOP) „Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas oder Kunststoff – Bergerhoff-Verfahren“ durchgeführt.

Das in 1,5 l 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/(m<sup>2</sup>d) angegeben wird. Bezugsgrößen sind der wirksame Querschnitt des Auffanggefäßes und die Anzahl der Probenahmetage.

### 7.2 Blei- und Cadmium-Depositionen

Der Trockenrückstand wird in Abdampfschalen einem offenen oxidierenden Säureaufschluss unterzogen. Die Untersuchungen der Staubinhaltsstoffe werden bei der Weser-Metall GmbH entsprechend der VDI-Richtlinie 2267, Blätter 14 (ICP-OES) [8] und 16 (AAS) [9] durchgeführt und ausgewertet.

### 7.3 Filterprobenahme

Die Probenahme zur Bestimmung des PM<sub>10</sub>-Feinstaubes erfolgte mit einem High-Volume-Sampler des Gerätetyps DIGITEL DHA 80 in einem Feldgehäuse wobei Partikel aus der Umgebungsluft auf Cellulose-Nitrat-Filtern (Ø 150 mm) gesammelt wurden.



Mit Hilfe einer Saugturbine wird die Umgebungsluft über einen fraktionierenden Probenahmekopf angesaugt.  $PM_{10}$  sind die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Probenahmehinlass gemäß der Referenzmethode (EN12341) passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10  $\mu m$  eine Abscheideleistung von etwa 50 % aufweist. Der  $PM_{10}$ -Feinstaubanteil, der die Vorabscheidung passieren konnte, wird auf Rundfiltern abgeschieden. Die partikelfreie Luft durchströmt anschließend ein Rotameter wobei der Volumenstrom kontinuierlich mittels einer Lichtschranke geregelt wird. Die Justierung der Lichtschrankengabel erfolgt entsprechend des Kalibrierwertes von ca. 500 l/min bezogen auf den Probenahmehinlass. Berechnet werden die Probenahmehinlassvolumina für jede Filterprobe aus dem Volumenstrom und der Probenahmehinlasszeit. Auf einem Druckerprotokoll werden neben dem Gesamtvolumen auch die mittleren Temperaturen und die mittleren Druckverhältnisse, jeweils im System und in der Außenluft, dokumentiert.

Der Probenahmehinlassstrom (500 l/min) wird im Hinblick auf die angestrebte Abscheidecharakteristik mit Hilfe eines Balgengaszählers etwa jährlich kalibriert. Das bei der Berechnung der Ergebnisse verwendete Probenahmehinlassvolumen bezieht sich auf die während der Probenahme herrschenden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck).

#### 7.4 Gravimetrie

Im Abstand von zwei Wochen wurden die belegten Probenfilter aus den Geräten entnommen und ins Labor transportiert. Nachdem die Filterproben gesichtet und wie schon bei der Einwage über mindestens 48 Stunden im Wägelabor konditioniert wurden, erfolgte die Rückwage auf einer Halbmikrowaage (Auflösung 10  $\mu g$ ). Die Staubmasse wird durch Differenzwägung der Filter vor und nach der Probenahme entsprechend der EN 12341 [11] bestimmt. Aus der Differenz von unbestaubter und bestaubter Filterprobe ergibt sich die absolute Staubmasse, die durch Division mit dem angesaugten Luftvolumen die  $PM_{10}$ -Feinstaubkonzentration in  $\mu g/m^3$  ergibt.

#### 7.5 Staubinhaltsstoffanalysen der Filterproben

Für weitergehende Untersuchungen auf Staubinhaltsstoffe wurden die bestaubten Filterproben einem offenen oxidierenden Aufschluss unterzogen. Dazu wurden die Filter komplett in ein Aufschlussgefäß mit Rückflussskühler gegeben und mit einem Gemisch aus Salzsäure (7,5 ml), Salpetersäure (2,5 ml) und Weinsäure (3 ml) versetzt. Die Aufschlusszeit betrug zwei Stunden, wobei die Temperatur bei konstant 125 °C gehalten wurde. Die anschließende Analyse der Aufschlusslösungen erfolgte mit Hilfe der Optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES) entsprechend der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 14 [8].

Die Kalibrierung erfolgte vor jeder Messreihe mit entsprechenden Standards. Daneben wurden weitere Standardlösungen zur Kontrolle in den Messreihen mit gemessen.



## 8 Qualitätssicherung

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Qualitätssicherung beschrieben, die im Hinblick auf die Anforderungen an die Datenqualitätsziele routinemäßig durchgeführt werden.

Zur Qualitätssicherung der Niederschlags-Probenahme wurden an sieben Beurteilungspunkten Doppelbestimmungen durchgeführt. Je eine Probe dieser Vergleichsmessungen wurde in den beteiligten Laboren (WMG, ZUS LLG) unabhängig voneinander analysiert. Im Unterschied zu den Untersuchungsmethoden der WMG wurden die Staubinhaltsstoffanalysen von der ZUS LLG mit Hilfe der ICP-MS (VDI-Richtlinie 2267 Blatt 15 [10]), entsprechend der Standardarbeitsanweisung „Bestimmung von partikelgebundenem Blei, Cadmium, Arsen und Nickel mit Hilfe der ICP-MS“, bestimmt.

Daneben werden zur Bewertung der Schwermetallanalysen zusätzlich Matrixlösungen mit bekannten Inhaltsstoffen jährlich von der ZUS LLG bereitgestellt und von beiden Institutionen parallel analysiert. Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen dienen als Qualitätssicherung für die Staubinhaltsstoffanalytik.

Die Kalibrierung des Probenvolumenstroms bei den PM<sub>10</sub>-Feinstaubmessungen erfolgt durch die ZUS-LLG mit einem Balgengaszähler, welcher regelmäßig einer DKD-Kalibrierung unterzogen wird (0,3 % erweiterte Messunsicherheit bezogen auf den Volumenstrom von 500 l/min am Probeneinlass).

Bei der gravimetrischen Auswertung der Probenfilter werden zur Kompensation möglicher Feuchtigkeits- und Alterungseinflüsse auf die Filtermasse sogenannte Feldblindwertfilter berücksichtigt. Für jede Probenahmeserie (ca. 14 Filter) wird ein Feldblindwertfilter ausgewertet.

Zur arbeitstäglichen Kontrolle wird bei den Staubinhaltsstoffanalysen eine Matrixlösung mit bekannten Elementgehalten bei jeder Probenserie mitgemessen. Zur Bestimmung der Wiederfindungsrate wird zertifiziertes Referenzmaterial (NIST SRM 1648) eingesetzt. Außerdem werden regelmäßig Blindwertproben zur Überwachung der Nachweisgrenzen analysiert und zeitnah ausgewertet.

## 9 Ergebnisse

Da die Beurteilung der Luftqualität für die hier betrachteten Komponenten auf der Basis von Jahresmittelwerten erfolgt, werden in der folgenden Tabelle 6 die Ergebnisse für das Kalenderjahr 2009 betrachtet. Vorrangig werden die Schwermetalldepositionen Blei und Cadmium hinsichtlich der in der TA Luft beschriebenen Schutzziele bewertet. Dabei sind besonders die Ergebnisse der kleinräumig erzeugten Messdaten im Nahbereich der Hütte von Bedeutung. Diese Ergebnisse wurden zur räumlichen Beschreibung der



Immissionen, insbesondere im Bereich der an die Hütte angrenzenden Wohnsiedlungen und zur Berechnung der entfernungsabhängigen Belastung herangezogen.

Tabelle 6

## Staubniederschlag und Schwermetalldepositionen

Jahresmittelwerte an den Beurteilungspunkten

lfd. Nr.	Beurteilungspunkt	Staub g/(m <sup>2</sup> d)	Blei -----	Zink µg/(m <sup>2</sup> d)	Cadmium -----	Probenzahl/Jahr
1	1.3	0,04	52	137	0,8	12
2	2.6	0,15	71	248	1,2	11
3	2.7	0,14	56	153	1,0	12
4	3.2	0,11	57	163	0,7	12
5	3.3	0,05	58	153	0,8	11
6	3.4	0,10	124	376	2,0	11
7	3.5	0,05	149	451	2,2	12
8	3.6	0,09	107	408	2,5	12
9	4.3	0,05	118	369	1,5	12
10	4.4	0,07	541	2269	9,2	12
11	4.5	0,07	315	763	3,5	12
12	5.2	0,11	46	234	0,7	12
13	5.3	0,07	139	292	2,0	12
14	5.4	0,06	189	613	2,3	12
hüttannah, kleinräumige Beurteilung						
15	4.31	0,05	138	347	1,7	10
16	8.3	0,06	95	208	1,2	10
17	8.31	0,10	119	342	1,9	10
18	8.4	0,13	120	450	2,3	10
19	10.3	0,06	122	343	2,2	10
20	10.31	0,11	348	624	3,9	11
Immissionswerte *		0,35	100	---	2	---

\* Immissionswerte gem. TA Luft - Punkte 4.3.1 und 4.5.1



## 9.1 Immissionskenngrößen des Staubniederschlags

Im Jahr 2009 ist die über alle Beurteilungspunkte gemittelte Staubniederschlagsbelastung gegenüber dem Vorjahr unverändert. Die durchschnittliche Staubniederschlagsbelastung im Beurteilungsgebiet lag mit  $0,08 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$  bei 24 % des Immissionswertes der TA Luft.

Die Staubniederschlagsbelastung erreicht auf das gesamte Beurteilungsgebiet bezogen im Jahr 2009 ein vergleichbares Niveau mit der Immissionssituation der Jahre 2006 bzw. 2008. Im Jahr 2007 haben möglicherweise überdurchschnittliche Regenniederschlagsmengen zur Erhöhung der Staubniederschlagsbelastung beigetragen.

## 9.2 Immissionskenngrößen der Blei-Depositionen

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition ( $100 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ) wurde im Berichtsjahr 2009 an dreizehn von zwanzig Beurteilungspunkten überschritten. Es handelt sich im Wesentlichen um die hüttennahen Beurteilungspunkte und bis auf eine Ausnahme (NM8.3) um alle Beurteilungspunkte der kleinräumigen Überwachung. In den nördlichen und westlichen Randbereich des Beurteilungsgebietes (NM1.3, NM2.6, NM2.7, NM3.2, NM3.3, NM5.2, NM8.3) lagen die Belastungen unterhalb des Immissionswertes. An drei Beurteilungspunkten in der unmittelbaren Nachbarschaft zur Hütte (NM4.4, NM4.5, NM10.31) wurden deutliche Überschreitungen des Immissionswertes gemessen.

Wie bereits beim Staubniederschlag festgestellt, wird auch bei der durchschnittlichen Blei-Deposition im Vergleich zum Vorjahr eine unveränderte Belastungssituation ermittelt. Anhand der gut übereinstimmenden Jahresmittelwerte (2008:  $213 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ; 2009:  $194 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ) der durch Immissionswertüberschreitungen betroffenen Beurteilungspunkte lassen sich keine wesentlichen Unterschiede bei der Blei-Depositionsbelastung im Jahr 2009 ablesen. Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Blei-Belastungen im Beurteilungsgebiet ist zudem kein eindeutiger jahreszeitlicher Gang bei den Blei-Depositionen erkennbar, abgesehen davon, dass die höchsten Einzelbelastungen meist an den Beurteilungspunkten in Hüttennähe und in den Monaten zum Jahresbeginn registriert werden. Gegenüber dem Vorjahr, indem im Februar die höchste Einzelbelastung mit  $863 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  am Beurteilungspunkt NM4.5 in Hüttennähe gemessen wurde, lag im Jahr 2009 die höchste Einzelbelastung am Beurteilungspunkt 4.4 im Januar bei  $1135 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ .

## 9.3 Immissionskenngrößen der Cadmium-Depositionen

Der Immissionswert der TA Luft für die Cadmium-Deposition ( $2 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ) wurde im Berichtsjahr 2009 an den Beurteilungspunkten NM3.5, NM3.6, NM4.4, NM4.5, NM5.4, NM8.4, NM10.3, NM10.31 zum Teil deutlich überschritten. Auf das gesamte Beurteilungsgebiet bezogen, gab es zum Vorjahr keine signifikanten Unterschiede in der



durchschnittlichen Belastungshöhe. An den Beurteilungspunkten mit Immissionswertüberschreitungen (s.o.) wurde dagegen ein Rückgang der Belastung gegenüber dem Vorjahr um etwa 25 % (2008: 4,8 µg/(m<sup>2</sup>d); 2009: 3,5 µg/(m<sup>2</sup>d)) registriert. Im Januar wurde der höchste monatliche Einzelwert der Cadmium-Belastung mit 21 µg/(m<sup>2</sup>d) am Beurteilungspunkt NM4.4 in Hüttennähe gemessen.

#### 9.4 Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung

Die Belastungen durch Schadstoff-Depositionen nehmen allgemein aufgrund der Partikelgröße und der damit verbundenen Sinkgeschwindigkeit mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle sehr schnell ab. Das Ausbreitungsverhalten der Depositionen lässt sich daher mit Hilfe einer Potenzfunktion modellhaft beschreiben.

Da die folgenden Ausführungen zu den entfernungsabhängigen Depositionsbelastungen weder die Windrichtungshäufigkeit noch die Windgeschwindigkeit im Beurteilungszeitraum berücksichtigen, sind Entfernungsangaben nur im Hinblick auf die mittleren meteorologischen Gegebenheiten der Region gültig. Aus diesem Grund sind die folgenden Entfernungsangaben (Abbildungen 2 und 3) auch in Bezug auf Überschreitungsgrenzen von Immissionswerten nicht als absolut zu verstehen, sondern lediglich orientierend und im Vergleich mit den Vorjahreswerten zu betrachten.

Abbildung 2

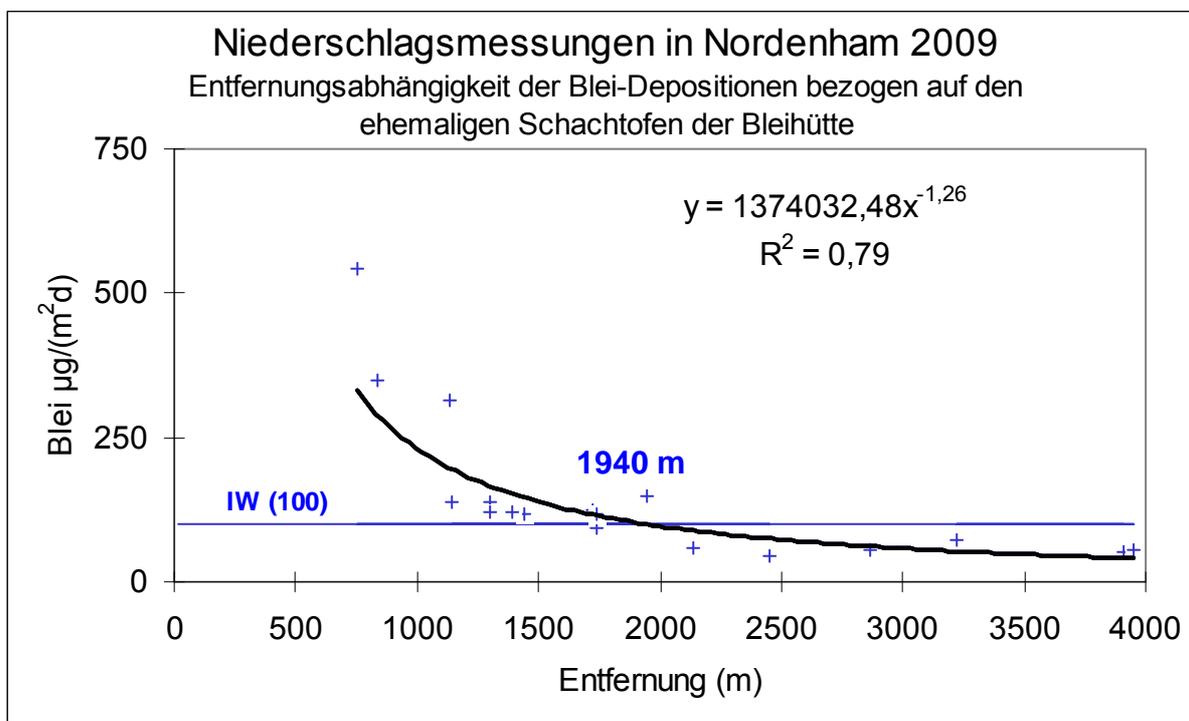
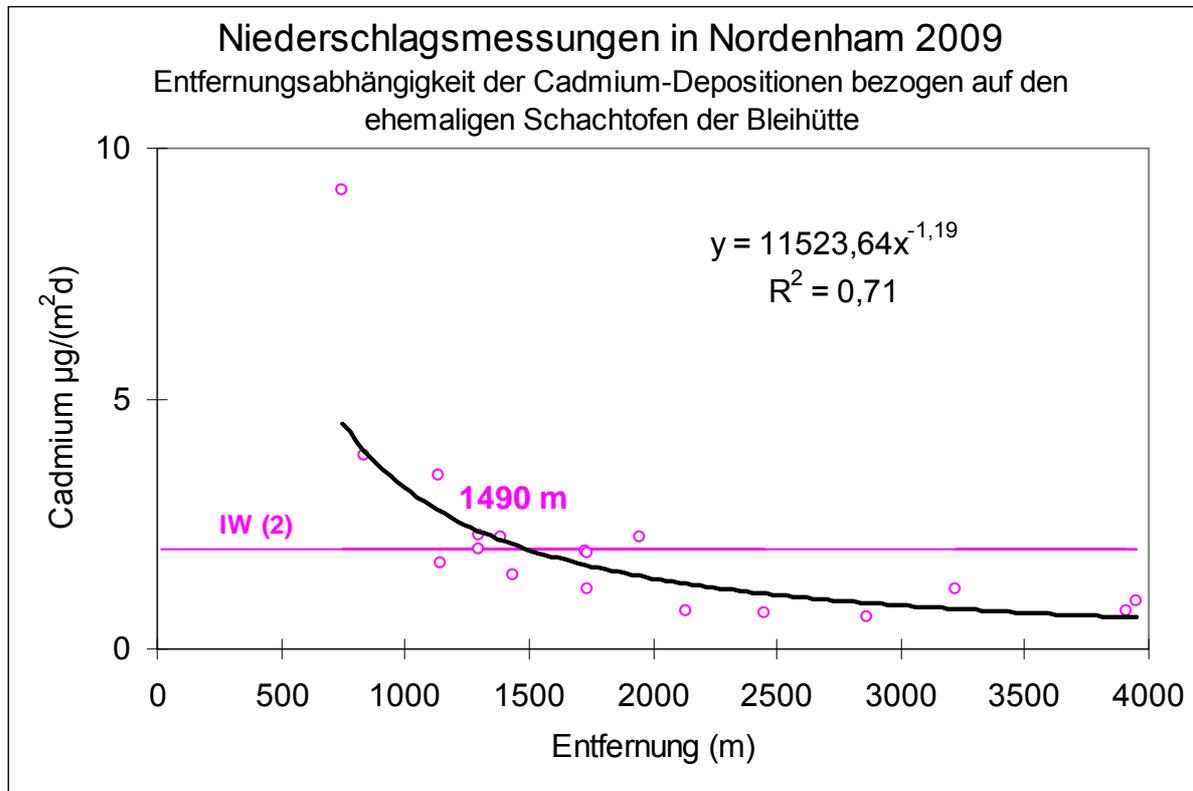


Abbildung 3



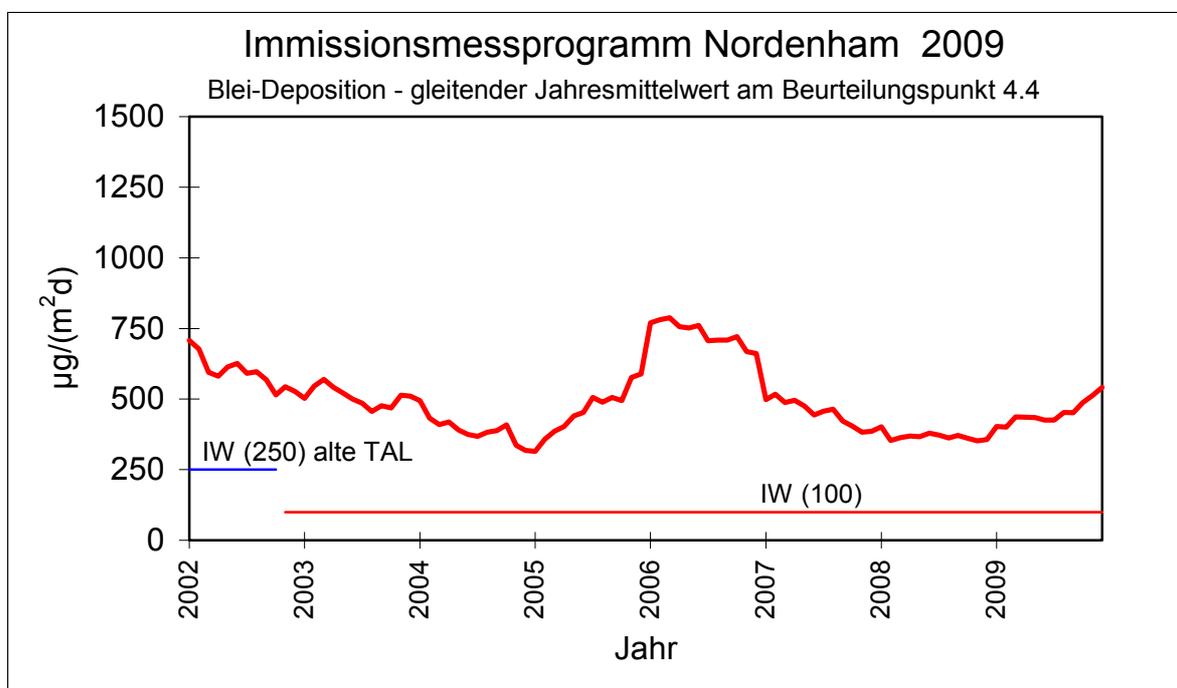
Aus den berechneten Potenzfunktionen lässt sich abschätzen, dass im Durchschnitt die Blei-Depositionen bis zu einer Entfernung von ca. 2,0 km zur Hütte (bezogen auf das ehemalige Schachtofengebäude) und die Cadmium-Depositionen bis zu einer Entfernung von ca. 1,5 km größer bzw. gleich der jeweiligen Immissionswerte der TA Luft sind.

Die am höchsten belasteten Beurteilungspunkte (NM4.4, NM4.5, NM10.31) sind, wie in der Vergangenheit auch, in unmittelbarer Hüttennähe zu finden.

Mit Ausnahme des Beurteilungspunktes NM3.6, welcher sich in der Nähe des Seehafenumschlagsplatzes in Blexen befindet, werden am nördlich und westlich gelegenen Rand des Beurteilungsgebietes (NM1.3, NM2.6, NM2.7, NM3.2, NM3.3, NM5.2, NM8.3) die Immissionswerte sicher unterschritten. Der Beurteilungspunkt NM3.6 wird unterschiedlich stark durch sein näheres Umfeld (Hafenumschlag) geprägt, so dass die Kenngrößen für Blei und Cadmium hier stark schwanken können. Trotz der relativ großen Entfernungen zum Hüttengelände (2488 m) traten hier in der Vergangenheit wiederholt Belastungssituationen auf, die mit der Höhe der Immissionen in Bezug auf das Hüttengelände nicht in Einklang gebracht werden konnten. Der Beurteilungspunkt NM3.6 wurde daher bei den entfernungsabhängigen Berechnungen nicht berücksichtigt.

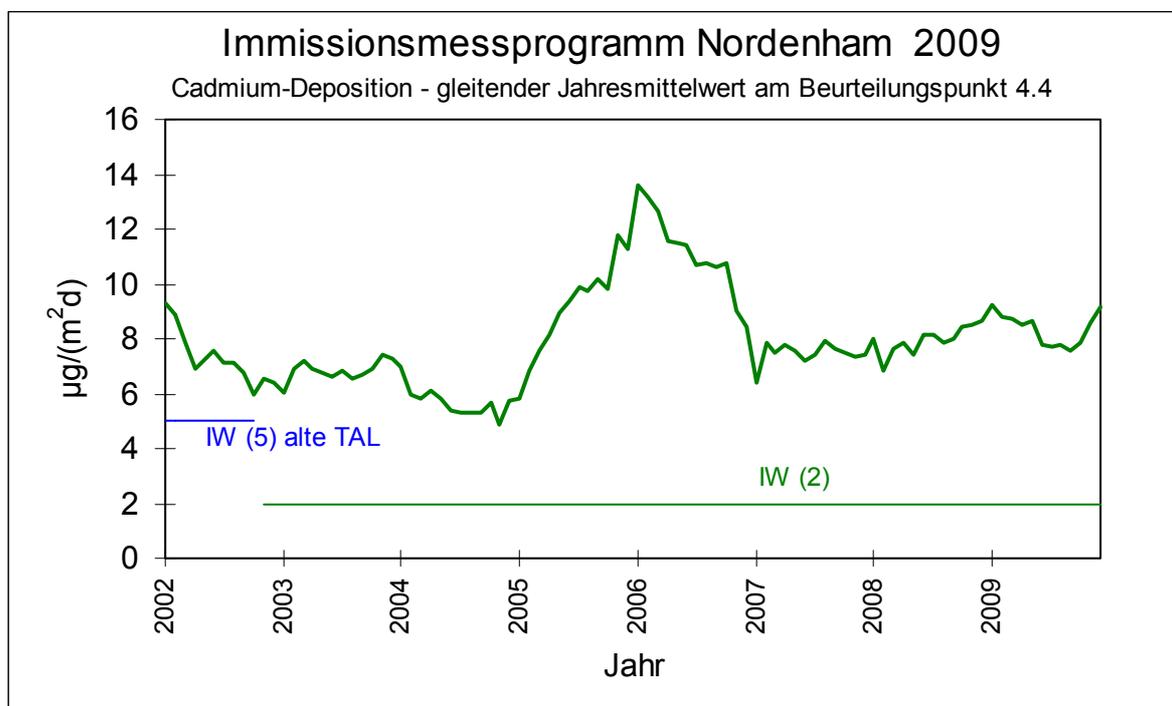
In den folgenden Abbildungen 4 und 5 wird anhand der gleitenden Jahresmittelwerte die Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen über einen Zeitraum von 8 Jahren veranschaulicht. Am Verlauf der gleitenden Jahresmittelwerte des hüttenähesten Beurteilungspunktes NM4.4 ließen sich in der Vergangenheit die Auswirkungen auf die Immissionssituation durch Maßnahmen im Rahmen technischer Verbesserungen und zur Immissionsminderung eindrucksvoll ablesen. Seit der Inbetriebnahme des Bad-schmelzofens (1996) wurden dagegen nur noch geringe Veränderungen in Richtung einer weiteren Belastungsabnahme festgestellt.

Abbildung 4



Der gleitende Jahresmittelwert der Bleibelastung am Beurteilungspunkt NM4.4 steigt über das Jahr 2009 stetig an und liegt im Mittel etwa 50 % oberhalb der durchschnittlichen Belastung des Vorjahres (2008: 356 µg/(m<sup>2</sup>d); 2009: 541 µg/(m<sup>2</sup>d)). Nach einer deutlich höheren Belastung in den Jahren 2005 und 2006, waren in den Jahren 2007 und 2008 abnehmende Blei-Depositionen in Hüttennähe erkennbar geworden.

Abbildung 5



Bei der Cadmiumbelastung in Hüttennähe zeigt der gleitende Jahresmittelwert am Anfang des Jahres 2009 eine leicht fallende Tendenz, steigt ab Oktober aber wieder an. Tendenziell ist seit dem Jahr 2007 ein leichter Anstieg der Cadmiumbelastung am Beurteilungspunkt NM4.4 festzustellen.

### 9.5 PM<sub>10</sub>-Feinstaub und Staubinhaltsstoffe

Die Ergebnisse der PM<sub>10</sub>-Messungen wiesen im Jahr 2009 insgesamt geringe Konzentrationen auf. Der Jahresmittelwert der PM<sub>10</sub>-Konzentration lag mit 18 µg/m<sup>3</sup> bei 45 % des Immissionsgrenzwertes.

Die Überschreitungshäufigkeit des 24-Stunden-Mittelwertes der PM<sub>10</sub>-Konzentration von 50 µg/m<sup>3</sup>, bezogen auf ein Jahr, konnte anhand der Datenmenge direkt ermittelt werden. Das Datenqualitätsziel von mindestens 90 % Datenverfügbarkeit wurde mit 352 PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten, entsprechend 96 %, erreicht. Im Kalenderjahr 2009 wurden 5 von 35 zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelwertes festgestellt.

Die Immissionskonzentration von Blei als Staubinhaltsstoff lag bei etwa 10 % des Immissionswertes der TA Luft (0,5 µg/m<sup>3</sup>) und auch die für Cadmium und Arsen geltenden Zielwerte (5 bzw. 6 ng/m<sup>3</sup>) wurden deutlich unterschritten (Tabelle 7).



Tabelle 7  
Jahresmittelwerte 2009  
PM<sub>10</sub>- und Staubinhaltsstoff-Konzentrationen

PM <sub>10</sub>	18	µg/m <sup>3</sup>
Blei	0,05	µg/m <sup>3</sup>
Cadmium	1,3	ng/m <sup>3</sup>
Arsen	1,3	ng/m <sup>3</sup>

Die Grenzwerte [4] für die PM<sub>10</sub>-Feinstaubkonzentration und für den Staubinhaltsstoff Blei werden sicher eingehalten.

## 10 Messunsicherheiten

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei Niederschlagsproben wurden Doppelbestimmungen am hüttennahen Beurteilungspunkt NM4.4 aus den Jahren 2007 – 2009 ausgewertet. Die erweiterte Messunsicherheit wurde für alle Komponenten aus den jeweiligen Parallel-Datenreihen entsprechend des Anhangs B der DIN EN ISO 20988 [12] berechnet und bewertet.

Beim Staubniederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit ca. 33 %, bezogen auf den Dreijahresmittelwert (2007 – 2009) am Beurteilungspunkt NM4.4. Bei den Schadstoffdepositionen beläuft sich im vergleichbaren Betrachtungszeitraum die erweiterte Messunsicherheit auf durchschnittlich 35 %.

Eigene Untersuchungen der ZUS LLG ergaben für die PM<sub>10</sub>-Bestimmung mit dem High Volumen Sampler DIGITEL DHA 80 eine erweiterte Messunsicherheit von ca. 7 %.

Die erweiterte Messunsicherheit zur Bewertung der Staubinhaltsstoffe wurde aus den Daten der Wiederfindungsraten und den Ergebnissen der Doppelbestimmungen im Rahmen des PM<sub>10</sub>-Äquivalenztests berechnet. Die Messunsicherheit der Doppelbestimmungen aus dem Äquivalenztest wurde auf die jeweiligen Grenz- bzw. Zielwerte bezogen. Für die Staubinhaltsstoffe muss, unabhängig von den Elementen, bis zu 30 % erweiterte Messunsicherheit berücksichtigt werden.

Der von der Weser-Metall GmbH in gleicher Weise verwendete Staubsammler vom Typ DIGITEL DHA 80 kann in Verbindung mit der gravimetrischen Filterauswertung als Referenzmessverfahren (im Sinne der unmittelbaren Rückführung auf ein Massenormal)



betrachtet werden. In einem Ringversuch der Bundesländer im Jahre 2003 wurde die Vergleichbarkeit der Sammler sowohl untereinander, als auch die Gleichwertigkeit zum Referenzmessverfahren bestätigt.

Aufgrund der gleichen Messmethode und den Informationen aus dem o.g. Ringversuch kann davon ausgegangen werden, dass die von der Weser-Metall GmbH durchgeführten PM<sub>10</sub>-Messungen eine erweiterte Messunsicherheit in vergleichbarer Größenordnung erreichen.

## 11 Zusammenfassung

Im Umfeld der Bleihütte in Nordenham wurden im Jahr 2009 die Niederschlagsuntersuchungen sowie die PM<sub>10</sub>-Feinstaubmessungen fortgeführt.

Die durchschnittliche Staubbelastung im Beurteilungsgebiet lag im Berichtsjahr 2009 mit 0,08 g/(m<sup>2</sup>d) bei 24 % des Immissionswertes. Überschreitungen wurden an keinem Beurteilungspunkt festgestellt.

Die Blei-Depositionen lagen im gesamten Beurteilungsgebiet im Mittel nur knapp unterhalb der Ergebnisse des Vorjahres. Überschreitungen des Immissionswertes werden an allen hüttennahen Beurteilungspunkten, wie schon im Jahr zuvor, gemessen. Der höchste monatliche Einzelwert (1135 µg/(m<sup>2</sup>d)) wurde im Januar am Beurteilungspunkt NM4.4 registriert.

Bei den Cadmium-Depositionen wurden Überschreitungen des Immissionswertes an den hüttennahen Beurteilungspunkten beobachtet. An diesen Messstellen wird gegenüber dem Jahr 2008 eine um etwa 25 % niedrigere Belastung gemessen. Die durchschnittliche Cadmiumbelastung des gesamten Beurteilungsgebiets unterscheidet sich dagegen nicht von der des Vorjahres. Der höchste Einzelwert mit 21 µg/(m<sup>2</sup>d) wurde im Januar am Beurteilungspunkt NM4.4 gemessen.

Bei den entfernungsabhängigen Depositionsbelastungen gibt es sowohl beim Blei, als beim Cadmium keine Unterschiede zum Vorjahr. Die maximale Ausdehnung bis zu der die Immissionswerte überschritten werden beläuft sich vom Betriebsgelände ausgehend auf ca. 2000 m.

Die mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration lag im Berichtsjahr 2009 mit 18 µg/m<sup>3</sup> leicht unter dem Vorjahreswert. An 5 Tagen, von 35 zulässigen Überschreitungstagen des 24-Stunden-Mittelwertes, wurden im Jahr 2009 PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von mehr als 50 µg/m<sup>3</sup> gemessen.

Bei den Inhaltsstoffen des Feinstaubes (PM<sub>10</sub>) Blei, Cadmium und Arsen wurde für alle Elemente die Unterschreitung der Grenz- bzw. Zielwerte entsprechend der Richtlinien [4,5] festgestellt.



## 12 Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz, BImSchG, 1974) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002, zuletzt geändert am 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163)
- [2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. Teil I Nr. 40, S. 1065)
- [4] EU-Richtlinie 2008/50/EG des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [5] EU-Richtlinie 2004/107/EG des Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. Tochterrichtlinie)
- [6] VDI-Richtlinie 2119 Blatt 2 - Messung partikelförmiger Niederschläge – Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff
- [7] VDI-Richtlinie 2463 Blatt 11 – Messen von Partikeln – Messen der Massenkonzentration – Filterverfahren – Filterwechsler DIGITEL DHA 80
- [8] VDI-Richtlinie 2267 Blatt 14 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES)
- [9] VDI-Richtlinie 2267 Blatt 16 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)
- [10] VDI-Richtlinie 2267 Blatt 15 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS)



- [11] EN 12341 (1999-3) Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub (Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode)
- [12] DIN EN ISO 20988 (2007-9) Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit