



# Biomonitoring Lech-Stahlwerke 2007 – 2008

Abschlussbericht





# **Biomonitoring Lech-Stahlwerke 2007 - 2008**

**Abschlussbericht**

## Impressum

Biomonitoring Lech-Stahlwerke 2007 - 2008  
Abschlussbericht 07. Juli 2009

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71-0  
Fax: (08 21) 90 71-55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Projekt:

Biomonitoring von Schadstoffwirkungen an einem bayerischen Stahlwerk  
Laufzeit: Mai 2007 - Dezember 2008

### Projekttitel:

Biomonitoring Lech-Stahlwerke 2007 - 2008

### Projektbetreuung:

LfU, Referate 16, 21

### Projektbeteiligte:

LfU, Referate 72, 74, 76

### Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 16., Dr. Ludwig Peichl; Referat 21, Gerald Ebertsch

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt

### Stand:

Juli 2009

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich..

# Zusammenfassung

Reichern sich im Umfeld eines Stahlwerkes über den Luftpfad Schwermetalle und organische Stoffe in Pflanzen an?

Das LfU führte in den Jahren 2007 und 2008 in der Umgebung eines bayerischen Stahlwerkes ein Monitoring von Schadstoffanreicherungen (Biomonitoring) über standardisierte Gras- und Grünkohlkulturen durch. Ergänzt wurde das Biomonitoring durch die Messung des Staubniederschlages und die Deposition von Metallen. Das Monitoring sollte Informationen über die Anreicherung von Metallen und organischen Stoffen in Pflanzen sowie über die Belastung mit Staubniederschlag liefern. Für das Monitoring wurden insgesamt 9 Messpunkte in der Umgebung des Stahlwerkes eingerichtet. Auswahlkriterien waren Kenntnisse über die Lage der maximalen Immissionen, die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und die unmittelbare Betroffenheit der Bevölkerung.

## Ergebnisse Biomonitoring

Schadstoffanreicherungen in den ausgesetzten Bioindikatoren wurden mit Orientierungswerten, die aus den Messwerten der bayerischen immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen abgeleitet werden, verglichen. Vor allem im werksnahen Norden wurden im Vergleich deutlich höhere Werte (Messstandort 5) bei Schwermetallen festgestellt. Diese Stoffe wurden offensichtlich mit Grobstaub im Nahbereich eingetragen. Eher an Feinstaub gebundene oder gasförmig emittierte Stoffe wie Quecksilber und Dioxine/Furane lagen in Einzelfällen 2007 an den weiter entfernten östlich gelegenen Messpunkten über den Vergleichswerten, aber im Bereich der Futtermittelgrenzwerte. Vorsorglich untersuchte Futtermittelproben (Mais, Wiesenaufwuchs) lagen immer weit unter den Grenzwerten der Futtermittelverordnung. Da die Chromgehalte der Bioindikatoren auch im weiteren Umfeld über den bekannten Referenzwerten lagen, wurde zusammen mit dem Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit abgeschätzt, ob durch den Verzehr von Garten-Anbauprodukten aus den umliegenden Siedlungsgebiete Gesundheitsrisiken bestehen. Die Berechnungen ergaben keine Anhaltspunkte für eine Gesundheitsgefährdung.

## Ergebnisse der Staub-Niederschlagsmessungen

Die höchsten Staub-Depositionsmesswerte fanden sich erwartungsgemäß an zwei werksnahen Messpunkten im Norden des Stahlwerks. Nach dem Einbau einer zusätzlichen Filteranlage zur Entstaubung der Stahlwerkshalle im November 2007 reduzierte sich die Belastung deutlich.

Der Immissionswert der TA Luft für Staubbiederschlag wurde so an allen Messpunkten eingehalten.

Insgesamt waren die Messwerte an den werksnahen Messpunkten von den Staubemissionen des Stahlwerks geprägt. Sie lagen im Messzeitraum deutlich über den lufthygienischen Messwerten Bayerns. An den anderen Messpunkten bewegten sich die Messwerte im Rahmen der lufthygienischen Messwerte Bayerns.

#### Ergebnisse der Metall – Depositionsmessungen

An den werksnahen nördlichen Messpunkten waren die Messergebnisse deutlich von den Emissionen des Stahlwerks geprägt. Die Messwerte lagen besonders bei den stahlwerkstypischen Metallen wie z.B. Chrom, Eisen, Mangan, Molybdän, Nickel, Vanadium und Zink im Vergleich weit über den Messwerten aus der lufthygienischen Überwachung Bayerns. Durch den Einbau der neuen Filteranlage reduzierten sich die Metall-Depositionen deutlich. Die Immissionswerte der TA Luft für Schadstoffdepositionen (Arsen, Blei, Cadmium, Nickel) wurden an allen Messpunkten eingehalten. Dagegen wurden an einem werksnahen nördlichen Messpunkt die nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) zulässigen Frachten für die Stoffe Chrom und Zink auch noch nach dem Einbau des neuen Filters überschritten. Aus Sicht des Bodenschutzes ist trotz der deutlichen Überschreitung der zulässigen Frachten an Chrom und Zink jedoch nicht zu besorgen, dass die Vorsorgewerte für Böden der BBodSchV überschritten werden. Die Depositionsmessungen werden dennoch bis auf Weiteres fortgesetzt. Für das Jahr 2009 zeigen erste Ergebnisse der Depositionsmessungen nunmehr unkritische Chrom- und Zinkbelastungen im Zeitraum Januar bis Juni.

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1        | Zielsetzung des Vorhabens .....   | 7  |
| 2        | Methoden .....  | 7  |
| 2.1      | Standardisierte Graskultur .....  | 7  |
| 2.2      | Standardisierte Grünkohlkultur.....   | 9  |
| 2.3      | Messungen des Staubniederschlags (Deposition).....                          | 9  |
| 3        | Messpunkte.....   | 10 |
| 4        | Bewertungsgrundlagen .....  | 29 |
| 4.1      | Biomonitoring .....   | 29 |
| 4.2      | Messungen des Staubniederschlags .....                                      | 30 |
| 5        | Ergebnisse und Interpretation.....  | 31 |
| 5.1      | Biomonitoring und Futtermittelbeprobung.....                                | 32 |
| 5.1.1    | Polychlorierte Dibenz-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F als WHO-TEQ)..... | 32 |
| 5.1.2    | Polychlorierte Biphenyle – PCB .....  | 38 |
| 5.1.3    | Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe – PAK .....                    | 43 |
| 5.1.4    | Metalle .....   | 45 |
| 5.1.4.1  | Aluminium.....  | 45 |
| 5.1.4.2  | Arsen .....   | 46 |
| 5.1.4.3  | Barium .....  | 47 |
| 5.1.4.4  | Cadmium .....   | 48 |
| 5.1.4.5  | Cobalt .....  | 49 |
| 5.1.4.6  | Chrom.....  | 50 |
| 5.1.4.7  | Kupfer .....  | 52 |
| 5.1.4.8  | Eisen.....  | 53 |
| 5.1.4.9  | Quecksilber.....  | 54 |
| 5.1.4.10 | Mangan.....   | 55 |
| 5.1.4.11 | Molybdän .....  | 56 |
| 5.1.4.12 | Nickel.....   | 57 |
| 5.1.4.13 | Antimon .....   | 58 |
| 5.1.4.14 | Vanadium .....  | 59 |
| 5.1.4.15 | Zink.....   | 60 |
| 5.1.5.   | Zusammenfassung Biomonitoring.....  | 61 |
| 5.2      | Ergebnisse der Messungen des Staubniederschlags.....                        | 64 |
| 5.2.1    | Staubniederschlag.....  | 65 |
| 5.2.2    | Metalle im Staubniederschlag .....  | 67 |
| 5.2.2.1  | Aluminium.....  | 67 |
| 5.2.2.2  | Arsen .....   | 68 |
| 5.2.2.3  | Barium .....  | 70 |
| 5.2.2.4  | Blei.....   | 71 |
| 5.2.2.5  | Cadmium .....   | 73 |
| 5.2.2.6  | Cobalt .....  | 75 |
| 5.2.2.7  | Chrom.....  | 76 |
| 5.2.2.8  | Kupfer .....  | 78 |
| 5.2.2.9  | Eisen.....  | 80 |
| 5.2.2.10 | Mangan.....   | 81 |
| 5.2.2.11 | Molybdän .....  | 83 |
| 5.2.2.12 | Nickel.....   | 84 |
| 5.2.2.13 | Antimon .....   | 86 |
| 5.2.2.14 | Vanadium .....  | 87 |
| 5.2.2.15 | Zink.....   | 89 |
| 5.2.3    | Zusammenfassung Staubniederschlag .....                                     | 91 |



# 1 Zielsetzung des Vorhabens

Am 21. Mai 2007 begann das Bayerische Landesamt für Umwelt auf eigene Veranlassung in der Umgebung der Lech-Stahlwerke (LSW) bei Meitingen mit einem Monitoring von Schadstoffanreicherungen in pflanzlichen Bioindikatoren (Akkumulation) und Schadstoffeinträgen (Deposition). Das Monitoring sollte Informationen über die Anreicherung von Metallen und organischen Stoffen in Pflanzen sowie über die Belastung mit Staubbiederschlag im Umfeld eines Stahlwerkes liefern.

Für das Monitoring wurden 8 Standorte ausgewählt, die ca. 250 m bis 1,5 km vom Zentrum der Stahlwerksanlage (geschätzter Mittelpunkt der Werkshalle) entfernt sind. Auswahlkriterien für diese Messpunkte waren Kenntnisse über die Lage der maximalen Immissionen aus Ausbreitungsrechnungen, Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und unmittelbare Betroffenheit der Bevölkerung in der Stahlwerksumgebung. Ein weiterer Messpunkt wurde in ca. 4 km Entfernung südwestlich als Referenz eingerichtet, um den gebietstypischen Stoffeintrag der intensiv landwirtschaftlich genutzten Umgebung (z.B. durch Bodenstaubverwehungen) zu ermitteln. Die Lage der Messpunkte erfüllt die Kriterien der Richtlinie VDI 3957, Blatt 10, „Emitentenbezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren“.

An einigen Messstellen wurde im Jahr 2007 vom TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Auftrag der Lech-Stahlwerke GmbH in Abstimmung mit der Regierung von Oberbayern und dem Landesamt für Umwelt landwirtschaftlich genutzter Aufwuchs nach Futtermittel-Probenahme- und Analyse-Verordnung (FuttMProbV) beprobt und auf Stoffe untersucht, deren Untersuchungsergebnisse beim Biomonitoring Anlass zur Vermutung gaben, dass Futtermittelgrenzwerte überschritten sein könnten. Darüber hinaus wurden vom Landesamt für Umwelt Wiesenaufwuchs- und Bodenproben auf eigene Veranlassung hin untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in Kap. 5 mit aufgeführt und erläutert.

## 2 Methoden

### 2.1 Standardisierte Graskultur

Die Anzucht und Exposition der standardisierten Graskultur, *Lolium multiflorum* ssp. *lema* (Welches Weidelgras), erfolgte nach Richtlinie VDI 3957, Blatt 2, Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisierten Graskultur.

Die Schadstoffe gelangen über den Luftpfad auf die Blätter der Graskulturen, der Weg über die Wurzeln wird durch Verwendung von Einheitserde mit bekannten Inhaltsstoffen weitestgehend ausgeschlossen. Beim Durchstreichen der Luft wirkt das Gras wie eine Bürste, an dessen großer Oberfläche Staub und Schadstoffe anhaften und teilweise auch aufgenommen werden. Dabei werden auch feinste Schwebstaubpartikel und gasförmige Schadstoffkomponenten erfasst, die in Sammelbechern (s. Bergerhoff-Verfahren) nicht oder unvollständig sedimentieren. Grobe Staubpartikel und daran anhaftende Schadstoffe werden durch Niederschläge während der Expositionszeit leichter wieder abgewaschen, diese Staubanteile sind in Sammelbechern quantitativ besser nachweisbar.

Die Exposition der Graskulturen erfolgte 2007 und 2008 in jeweils fünf 28tägigen Expositionsperioden vom 21.05.2007 bis 05.10.2007 bzw. vom 16.05.2008 bis 02.10.2008, Topfoberkante 1,5 m über dem Boden. Am Ende der jeweiligen Expositionsperiode (= Serie) wird der Zuwachs geerntet und ein Topf mit neuem, zurück geschnittenem Gras aufgestellt. Für die Schwermetallspurenanalytik werden die ungewaschenen Pflanzenproben bei 30 ° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und fein zermahlen. Anschließend erfolgt ein Mikrowellendruckaufschluss mit einem oxidierend wirkenden Säuregemisch; die Elementgehalte werden massenspektrometrisch bestimmt. Für die Bestimmung der organischen Stoffe werden die Pflanzenproben mit flüssigem Stickstoff übergossen und mit einem Porzellanmörser fein zerkleinert. Anschließend erfolgt eine Gefriertrocknung bis zur Gewichtskonstanz (Lufttrocknung für die PAK-Analytik). Das Pflanzenmaterial wird mit Toluol extrahiert (Cyclohexan bei den Proben von 2007 für die PAK-Bestimmung) und die Extrakte nach geeigneter Reinigung mit Gaschromatografie-Massenspektrometrie (GC-MS) untersucht. Die ermittelten Stoffgehalte sind auf die Trockensubstanz (0 % Restfeuchte) bezogen.

Standardisierte Graskulturen bieten die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die Belastung der natürlichen Vegetation und von Futter- und Nahrungspflanzen zu ziehen.

Für die vorliegende Studie wurden die Grasproben auf ihre Gehalte an Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Quecksilber (Hg), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Antimon (Sb), Vanadium (V) und Zink (Zn) vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, untersucht. Außerdem wurden die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nach US-EPA, an polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und -furanen (PCDD/F, angegeben als WHO-TEQ mit den Faktoren von 1997) und an polychlorierten Biphenylen (PCB) nach DIN EN 12766 (Summe der 6 Indikator PCB mal 5) und als WHO-TEQ (dioxinähnliche PCB = dl-PCB) ermittelt.

## **2.2 Standardisierte Grünkohlkultur**

Die Anzucht und Exposition der standardisierten Grünkohlkultur, Sorte „Hammer/Grüsa“, erfolgte nach Richtlinie VDI 3957, Blatt 3, Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl.

Die Schadstoffe gelangen über den Luftpfad auf die Blätter des Grünkohls. An dessen stark gekräuselter Oberfläche bleiben Staub und Schadstoffe anhaften und werden teilweise auch aufgenommen.

Die Exposition der Grünkohlkulturen (3 Pflanzen pro Standort) erfolgte 2007 und 2008 in jeweils einer ca. 8wöchigen Expositionsperiode von 05.10.2007 bis 29.11.2007 bzw. 02.10.2008 bis 26.11.2008, Topfoberkante 1,2 m über dem Boden. Am Ende der Expositionsperiode (= Serie) werden 8 Blätter pro Pflanze geerntet. Die Mittelrippen der Blätter werden mit einem Keramikmesser entfernt. Die weitere Aufarbeitung für die Analyse der organisch-chemischen Schadstoffe erfolgte wie bei der standardisierten Graskultur (vgl. Kap. 2.1). Die Grünkohlproben wurden vom Labor des LfU ebenfalls auf ihren Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nach US-EPA, an polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und -furanen (PCDD/F, angegeben als WHO-TEQ) und an polychlorierten Biphenylen (Summe der 6 Indikator PCB mal 5 nach DIN EN 12766 und die dl-PCB als WHO-TEQ) untersucht. Die ermittelten Stoffgehalte sind auf die Trockensubstanz (0 % Restfeuchte) bezogen.

## **2.3 Messungen des Staubniederschlags (Deposition)**

Das Sammeln des Staubniederschlags erfolgte nach der Richtlinie VDI 2119, Blatt 2, Messung partikelförmiger Niederschläge, Bestimmung des Staubniederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff. Neben der Bestimmung der Staubmenge wurden die Schwermetall- und Elementgehalte des Staubniederschlags bestimmt. Der Fokus lag im Bereich relevanter Spurenmetalle und typischer Stahlwerksstäube (z.B. Eisen, Chrom, Molybdän, Vanadium, Zink). Dazu wurde der Inhalt der Auffanggefäße auf die Elemente Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Blei (Pb), Antimon (Sb), Vanadium (V) und Zink (Zn) untersucht. Die Exposition der Becher erfolgte überwiegend in ca. 4-wöchigen Serien, über den Jahreswechsel hinweg aus organisatorischen Gründen in jeweils ca. 8-wöchigen Serien. Die Analytik erfolgte im Labor des LfU.

### 3 Messpunkte



Karte 1: Lage der 9 Messpunkte

Karte 1 zeigt die Lage der 9 Messpunkte und deren Kurzbezeichnungen, wie sie in der Ergebnisdarstellung verwendet werden. Bei der Auswahl der Standorte wurden die überwiegend vorherrschenden Windrichtungen aus Süden/Südwesten/Westen berücksichtigt.

Die Standorte im Einzelnen:

### Messpunkt 1 „Zollsiedlung“

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Höhe ü NN                     | 438 m     |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4414480   |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5375137   |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530      |
| Gemeinde                      | Biberbach |
| Errichtung                    | Mai 2007  |

#### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt am östlichen Ortsrand von Zollsiedlung, einem Ortsteil von Biberbach an einem Feldweg, den ein schmaler Bach begleitet. Der Standort befindet sich ca. 1100m LL südwestlich der Lechstahlwerke und ca. 200m LL westlich der 2006 fertig gestellten vierspurig ausgebauten B2, die hinter einer Lärmschutzwand verläuft. Die umgebende Bewirtschaftung ist 2007 Ackernutzung (Getreide, Mais) im Süden und Grünland im Norden. Grundeigner ist die Gemeinde Biberbach.

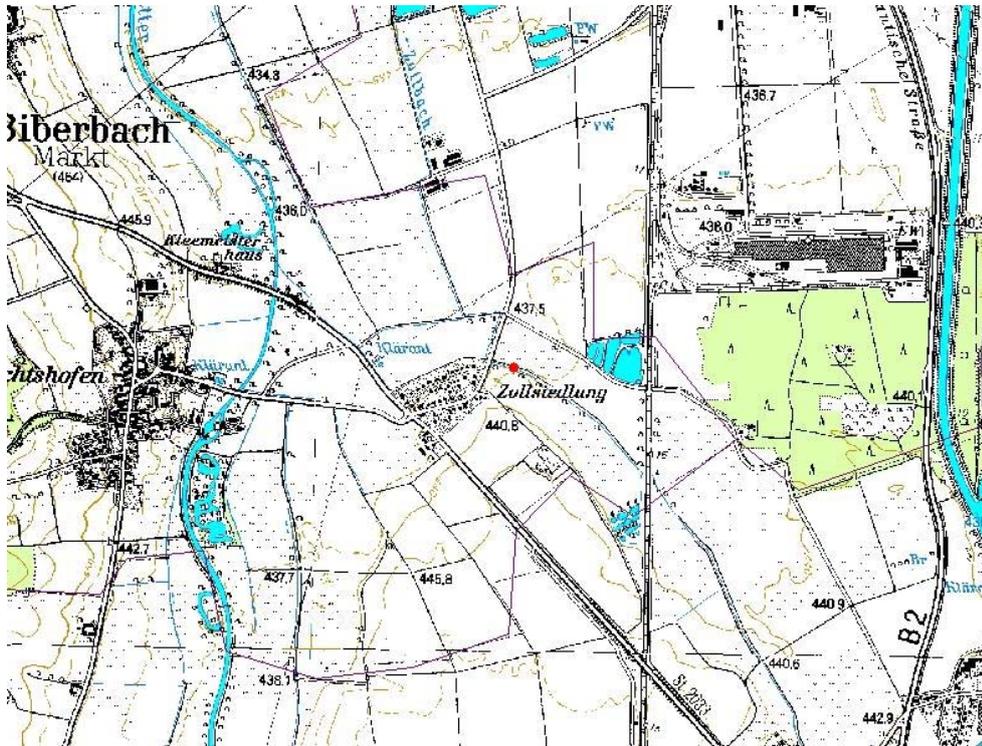
Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 2 „Lechkanal Nord“

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| Höhe ü NN                     | 438m                     |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4416268                  |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5376101                  |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530                     |
| Gemeinde                      | Meitingen / Hebertshofen |
| Errichtung                    | Mai 2007                 |

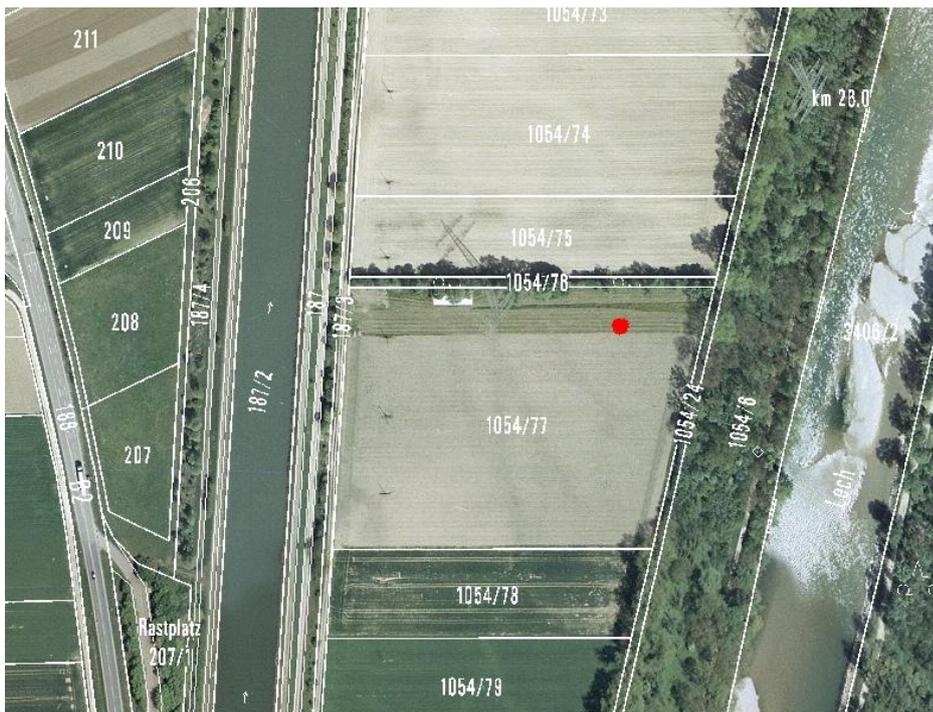
### Standortbeschreibung:

Der Standort befindet sich auf einem intensiv ackermäßig genutzten Areal zwischen Lechkanal und Lech südöstlich von Hebertshofen. Die Entfernung zu den südwestlich gelegenen Lechstahlwerken beträgt LL ca. 800m. Die an den Messpunkt direkt angrenzende Nutzung war 2007 Mais im Süden und Grünland nach Norden. Grundeigner privat.

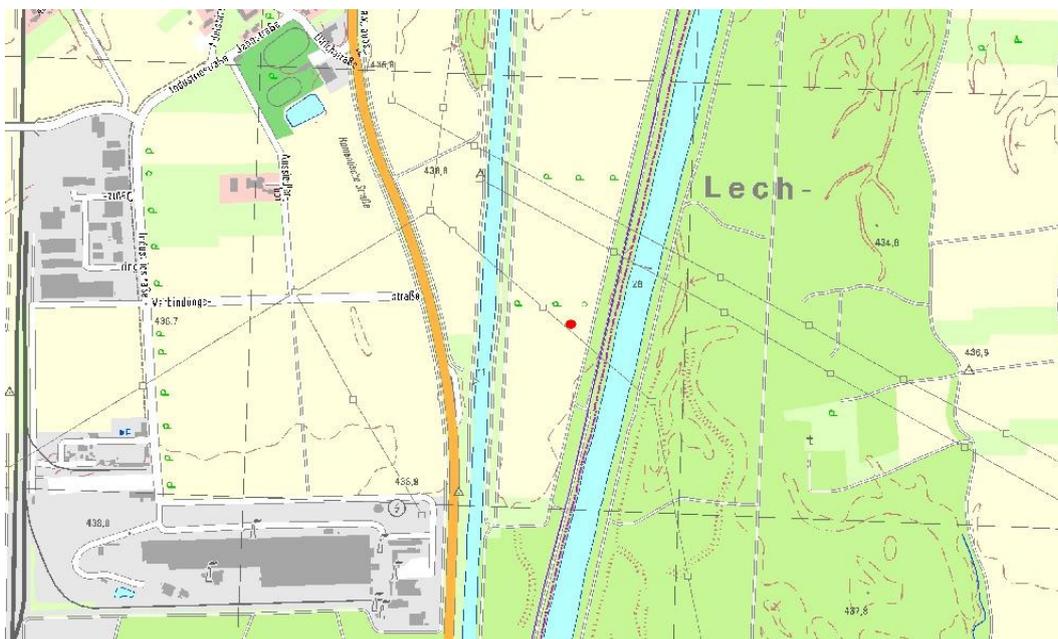
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



### Messpunkt 3 „Herbertshofen“

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| Höhe ü NN                     | 436 m                   |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4415488                 |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5376748                 |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530                    |
| Gemeinde                      | Meitingen/Herbertshofen |
| Errichtung                    | Mai 2007                |

#### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt am südlichen Ortsrand von Herbertshofen, einem Ortsteil von Meitingen, auf einer einen Bauernhof umgebenden Grünfläche, die als Mähwiese (mit Gülleausbringung) genutzt wird. Im Süden begleitet eine Strauchpflanzung die Gemeindestraße. Der Standort befindet sich ca. 1250m LL nördlich der Lechstahlwerke.  
Grundeigner privat.

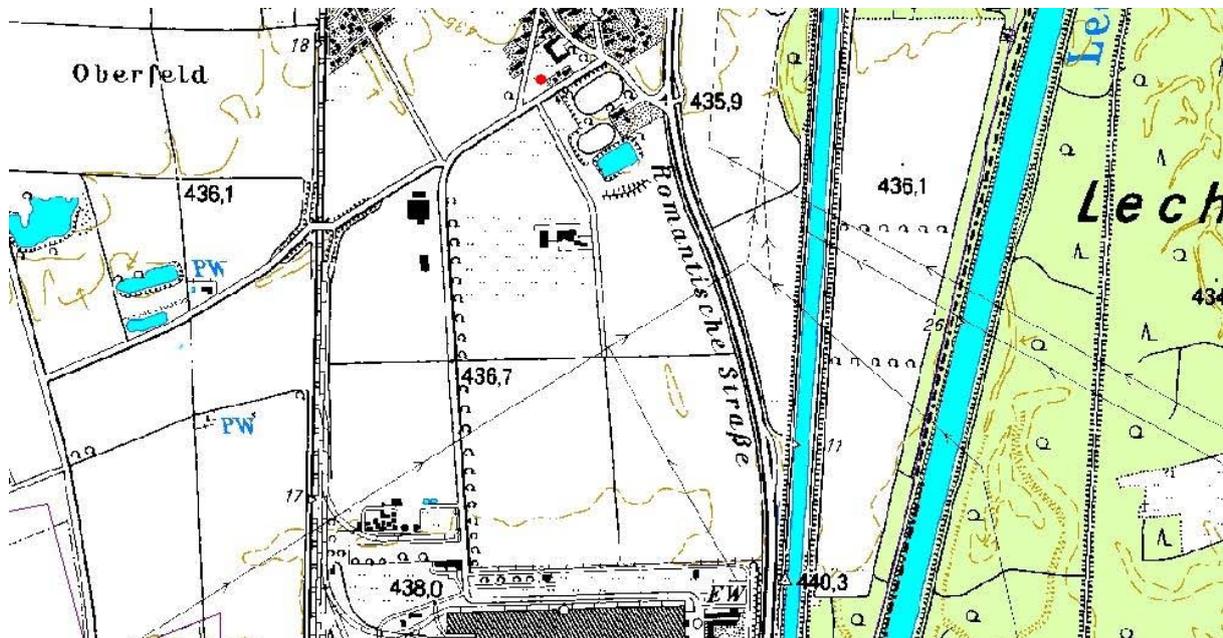
#### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



#### Messpunkt 4 „Lechkanal Süd“

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Höhe ü NN                     | 440 m            |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4416204          |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5374388          |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530             |
| Gemeinde                      | Langweid am Lech |
| Errichtung                    | Mai 2007         |

#### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt nordöstlich von Langweid am Lech, ca. 100m nördlich der gemeindlichen Kläranlage direkt an einem, den Lechkanal begleitenden Weg.

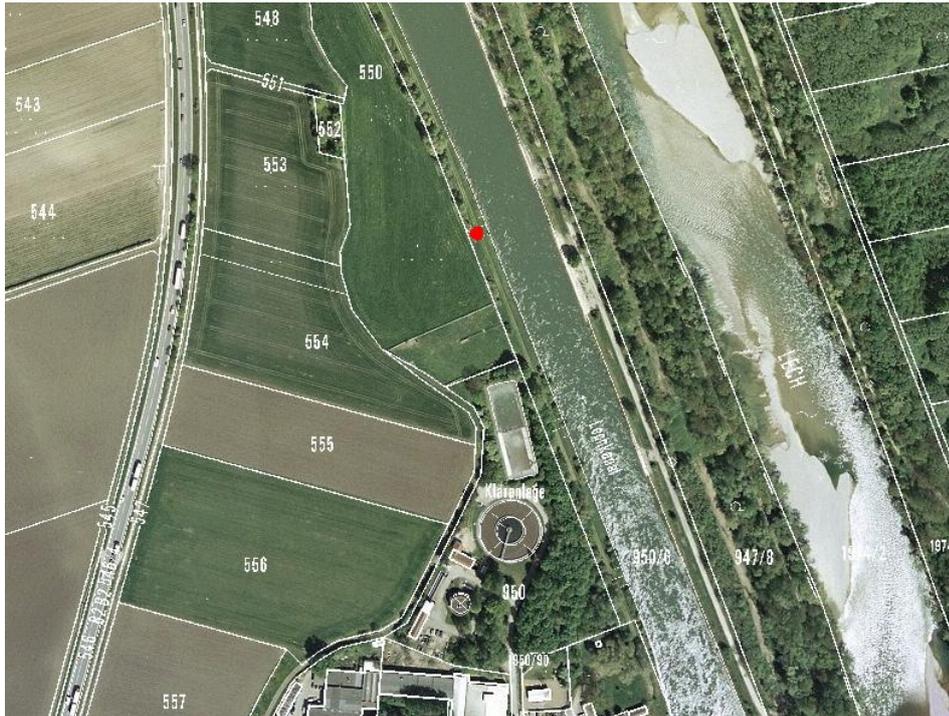
Der Standort befindet sich ca. 1300m LL südöstlich der Lechstahlwerke. Die umgebende Nutzung 2007 war Mais und eine Pferdekoppel im Westen.

Grundeigner Lechwerke.

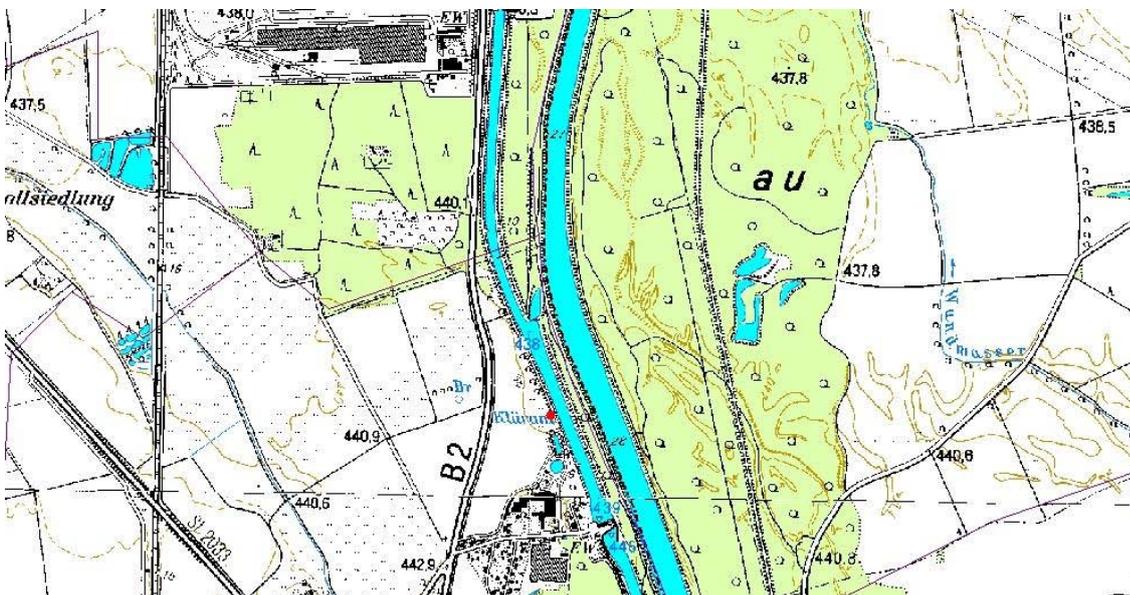
#### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 5 „LSW-Nord 1“

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Höhe ü NN                     | 435 m     |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4415685   |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5375758   |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530      |
| Gemeinde                      | Meitingen |
| Errichtung                    | Mai 2007  |

### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt ca. 1100m südlich von Herbertshofen ca. 200 m nördlich der Außenbegrenzung der Lechstahlwerke. Die umgebende Nutzung war 2007 intensive Ackernutzung (Getreide, Kartoffel, Mais).  
Grundeigner privat.

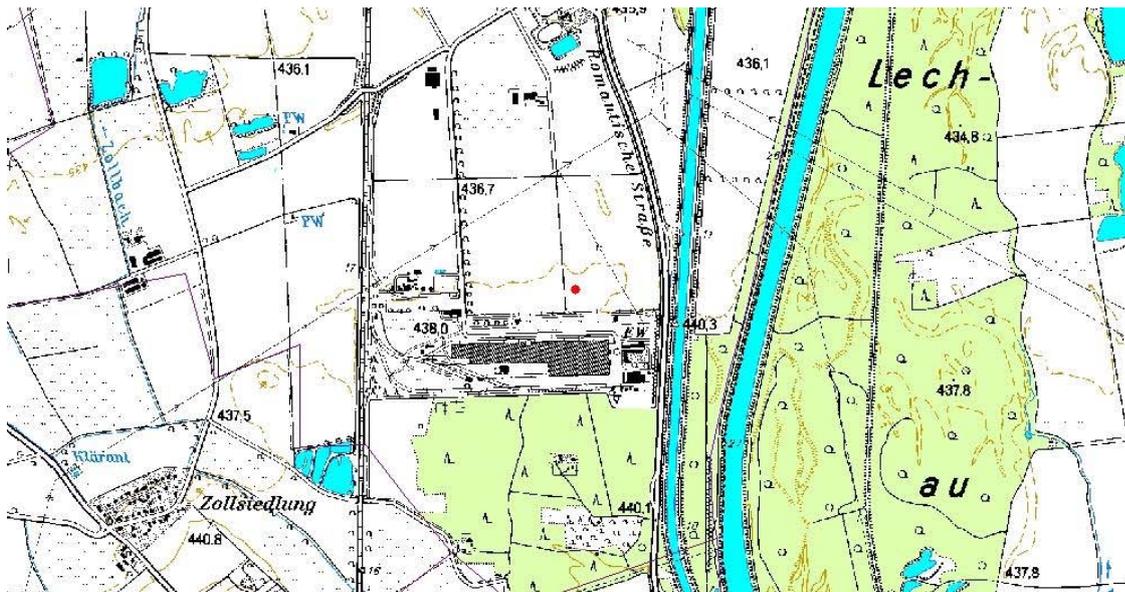
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 6 „NSG“

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| Höhe ü NN                     | 436 m    |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4417004  |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5375767  |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530     |
| Gemeinde                      | Aindling |
| Errichtung                    | Mai 2007 |

### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt auf einer extensiv bewirtschafteten Grünlandfläche in einer Lichtung des Lechawaldes östlich des Lechs ca. 600m LL westlich der Lechauseen. Die Lechstahlwerke befinden sich auf der westlichen Seite des Lechs LL ca. 1100m entfernt.

Die Nutzung war 2007 extensive Grünlandnutzung und Mais im Osten.

Grundeigner privat – verpachtet an Landschaftspflegeverband Aichach-Friedberg.

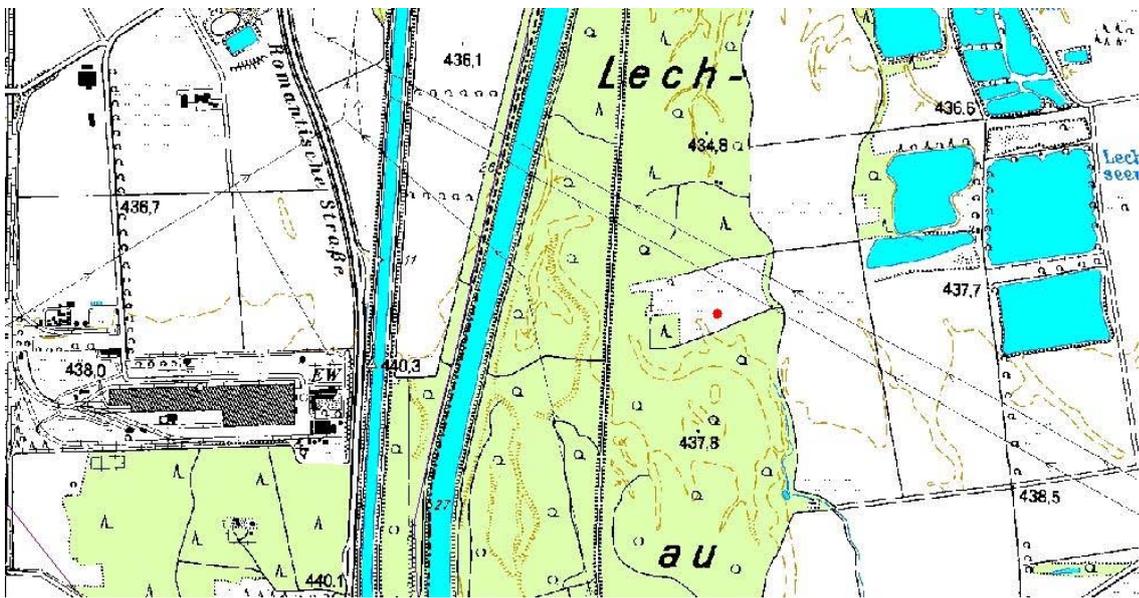
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 7 „Weiher“

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Höhe ü NN                     | 438 m     |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4414830   |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5375252   |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530      |
| Gemeinde                      | Meitingen |
| Errichtung                    | Mai 2007  |

### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt an der Nordseite von 4 Fischweihern etwa auf Höhe Zollsiedlung. Er ist ca. 200m LL östlich der 2006 fertig gestellten vierspurig ausgebauten B2, die hinter einer Lärmschutzwand verläuft. Das Schlackenlager der Lechstahlwerke befindet sich 300m östlich des Messpunktes. In einer Entfernung von ca. 200m verläuft die stark befahrene Bahnstrecke Augsburg – Donauwörth. Die Nutzung war 2007 Grünland im Norden, im Süden ist ein Fischweiher.

Grundeigner privat.

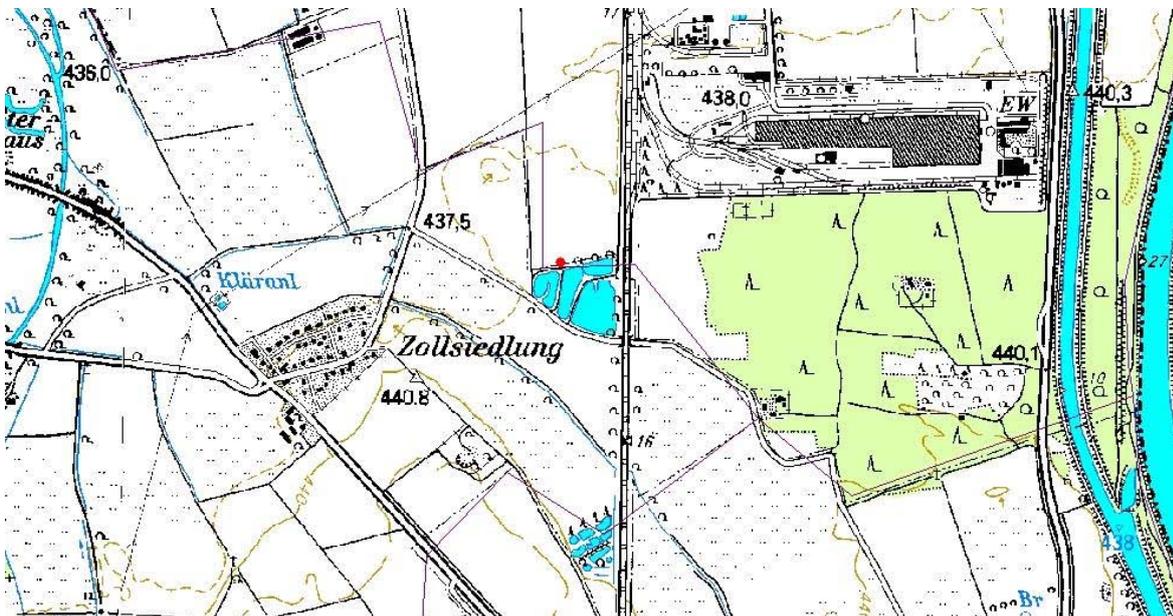
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 8 „Referenz“

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Höhe ü NN                     | 455 m            |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4419059          |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5371584          |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530             |
| Gemeinde                      | Langweid am Lech |
| Errichtungsjahr               | Mai 2007         |

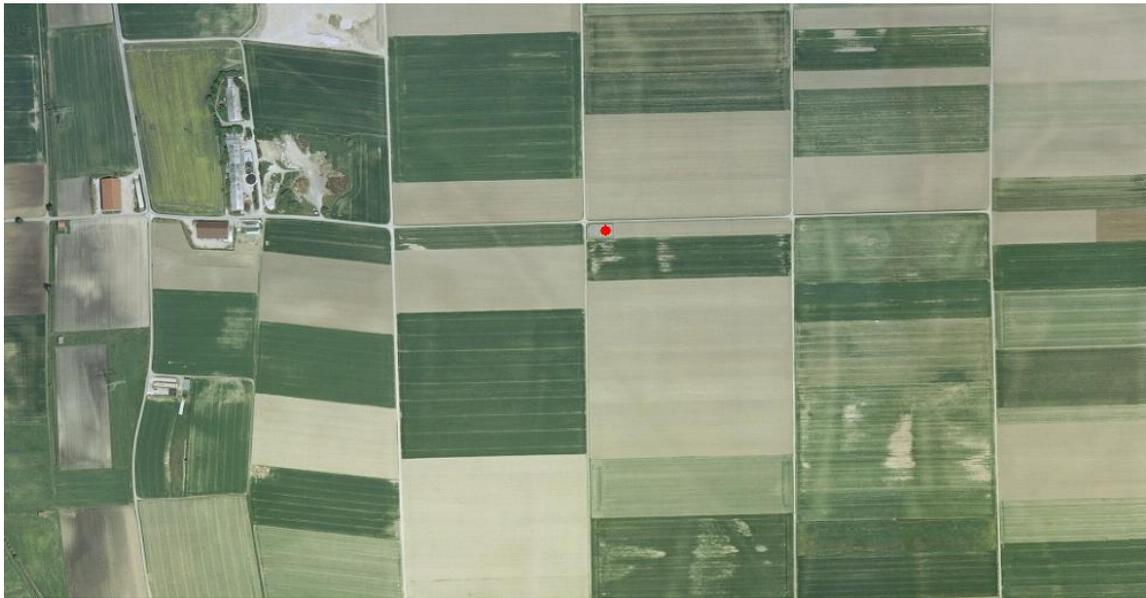
### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt befindet sich ca. 1500m LL südöstlich von Achsheim inmitten intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen auf einem Areal, auf dem die Bayern-Gas eine Verdichterstation betreiben. Der Bereich ist mit einem ca. 2m hohen Zaun eingefriedet und mit gewaschenem rel. groben Kies überdeckt. Die Entfernung zu den im Nordwesten liegenden Lechstahlwerken beträgt LL ca. 4300m. Der Abstand zum Zaun nach Westen und Süden beträgt jeweils ca. 10m. Grundeigner Fa. Bayern-Gas.

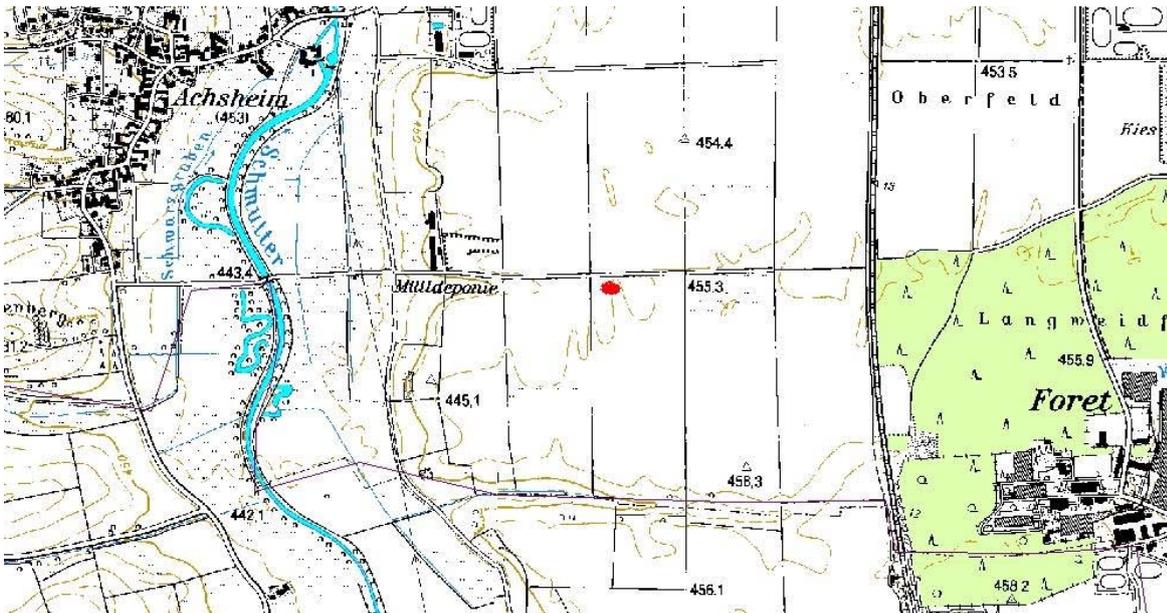
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## Messpunkt 9 „LSW-Nord 2“

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Höhe ü NN                     | 435 m     |
| Gauß-Krüger Rechtswert        | 4415423   |
| Gauß-Krüger Hochwert          | 5376071   |
| Topographische Karte 1:50.000 | 7530      |
| Gemeinde                      | Meitingen |
| Errichtungsjahr               | Mai 2007  |

### Standortbeschreibung:

Der Messpunkt liegt ca. 900m südlich von Herbertshofen ca. 450m nördlich der Lechstahlwerke. Die vom Lastverkehr stark befahrene Zufahrtsstraße zu den Lechstahlwerken verläuft ca. 100m westlich und ist von einem lückigen Strauchsaum begleitet. Die umgebende Nutzung war 2007 Ackernutzung (Mais) im Norden und Grünland im Süden. Grundeigner privat.

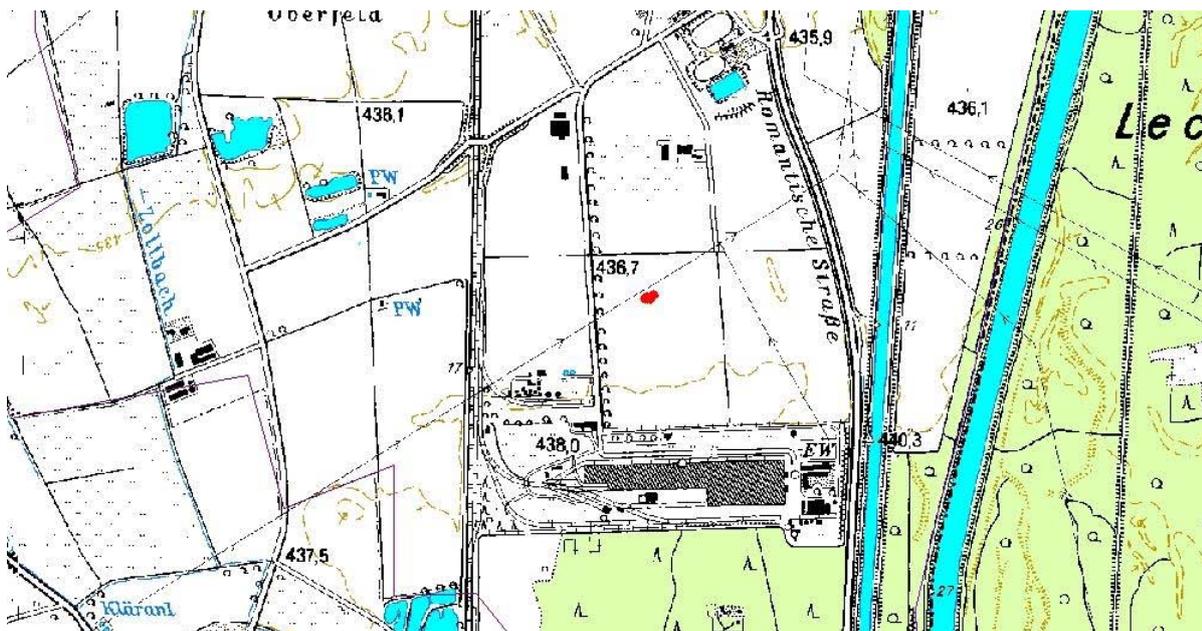
### Foto:



Luftbildausschnitt:



Ausschnitt topographische Karte:



## 4 Bewertungsgrundlagen

### 4.1 Biomonitoring

Um Messwerte einzelner Expositionsserien bewerten zu können, stellt das LfU seit 2008 Orientierungswerte für die maximale Hintergrundbelastung (OmH) des ländlichen und städtischen Bereichs zur Verfügung, die aus mehrjährigen Ergebnissen der 6 ländlichen immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen Bayerns berechnet sind. Für Metalle werden die Hintergrundwerte aus drei, für organische Schadstoffe aus vier aufeinander folgenden Jahren in die OmH-Berechnung einbezogen. Der OmH wird statistisch mit der Boxplot-Methode festgelegt, indem der 1,5-fache Interquartilsabstand zum 75. Perzentil der Messwerte addiert wird. Einzelwerte unterhalb des OmH werden als normal hinsichtlich der ländlichen bayerischen Hintergrundbelastung betrachtet. Überschreitet ein einzelnes Analyseergebnis eines Elements den OmH um weniger als 30 %, so wird dies auf Grund der stoff- und konzentrationsbedingt unterschiedlichen Schwankungsbreiten von Einzelanalysen als unwesentlich betrachtet. Überschreiten mehrere Werte eines Elements den OmH oder werden Einzelüberschreitungen um mehr als 30 % der OmH gefunden, ist deren Ursache und Wirkungsrelevanz abzuklären. PCDD/F und PAK weisen landesweit charakteristische Jahrestrends auf, denn die Gehalte von PCDD/F und PAK in den exponierten Graskulturen nehmen wegen zunehmender allgemeiner Heizaktivität und damit verbundener Emissionen in den kälteren Expositionsmonaten zu. Deshalb werden OmH jeweils für die Zeiträume Mitte Mai bis Mitte August (3 aufeinander folgende Graskulturexpositionen), Mitte August bis Mitte September (1 Graskulturexposition), Mitte September bis Mitte Oktober (1 Graskulturexposition) und Mitte Oktober bis Anfang Dezember (1 Grünkohlexposition) zur Verfügung gestellt.

Die in diesem Bericht beschriebenen OmH der Metalle sind berechnet aus den Einzelmesswerten der Jahre 2006, 2007 und 2008. Die OmH für PCDD/F (WHO-TEQ), für die Indikator-PCB und für die EPA-PAK basieren auf den Daten der Jahre 2002–2005.

| <b>Orientierungswerte für die maximalen Hintergrundgehalte (OmH) von Schwermetallen in der standardisierten Graskultur in ländlicher Umgebung 2006 – 2008 [mg/kg TS]</b> |      |    |       |      |      |     |     |       |    |      |     |      |      |      |    |
|--|------|----|-------|------|------|-----|-----|-------|----|------|-----|------|------|------|----|
| Al   | As   | Ba | Cd    | Co   | Cr   | Cu  | Fe  | Hg    | Mn | Mo   | Ni  | Pb   | Sb   | V    | Zn |
| 47   | 0,28 | 12 | 0,074 | 0,94 | ---* | 9,2 | 108 | 0,013 | 51 | 1,28 | 9,8 | --** | ---* | 0,13 | 49 |

\*) keine OmH-Berechnung möglich, da Hintergrundwerte überwiegend kleiner Bestimmungsgrenze

\*\*\*) keine OmH-Berechnung wegen Probenkontaminationen

| <b>Orientierungswerte für die maximalen Hintergrundgehalte (OmH) von Organika in Bioindikatoren in ländlicher Umgebung 2002 – 2005</b> |                           |                        |                        |          |
|--|---------------------------|------------------------|------------------------|----------|
|  | Graskultur<br>1.-3. Serie | Graskultur<br>4. Serie | Graskultur<br>5. Serie | Grünkohl |
| PCDD/F WHO-TEQ [ng/kg TS]  | 0,23                      | 0,37                   | 1,2                    | 0,93     |
| EPA-PAK [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS]  | 58                        | 65                     | 267                    | 257      |
| 6 Indikator-PCB x 5 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS]  | 32                        | 21                     | 21                     | 27       |

Außerdem werden die Ergebnisse der Graskulturen den Futtermittelgrenzwerten der einschlägigen EU-Richtlinien und der Futtermittelverordnung (Fassung vom 24. Mai 2007), soweit vorhanden und praxisrelevant, gegenübergestellt und zur Interpretation der Ergebnisse (Kap. 4) auch die Sonderbeprobungen von Futtermitteln 2007 mit herangezogen.

## 4.2 Messungen des Staubniederschlags

Zur Bewertung der Messergebnisse werden die Immissionswerte für Staubniederschlag (Nr. 4.3.1) und die Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (Nr. 4.5.1) der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) herangezogen.

| <b>Stoff/Stoffgruppe</b>                             | <b>Einheit</b>                             | <b>Deposition</b> | <b>Mittelungszeitraum</b> |
|--|--|-------------------|---------------------------|
| Staubniederschlag<br>(nicht gefährdender Staub)      | $\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$    | 0,35              | Jahr                      |
| Arsen und seine anorganischen Verbindungen, als As   | $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ | 4                 | Jahr                      |
| Blei und seine anorganischen Verbindungen, als Pb    | $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ | 100               | Jahr                      |
| Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, als Cd | $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ | 2                 | Jahr                      |
| Nickel und seine anorganischen Verbindungen, als Ni  | $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ | 15                | Jahr                      |

Soweit keine Immissionswerte der TA Luft vorliegen, werden hilfsweise die im Anhang 2, Ziffer 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) genannten, zulässigen jährlichen Frachten über alle Wirkungspfade herangezogen. In der BBodSchV sind zulässige Frachten über alle Wirkungspfade für die Stoffe Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink genannt. Für andere Stoffe sind keine Immissions- oder Beurteilungswerte festgelegt.

| Element | Fracht<br>g/(ha x a) | Fracht<br>umgerechnet<br>in µg/(m²xd) | Mittelungszeitraum |
|---------|----------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Blei    | 400                  | 110                                   | Jahr               |
| Cadmium | 6                    | 1,6                                   | Jahr               |
| Chrom   | 300                  | 82                                    | Jahr               |
| Kupfer  | 360                  | 100                                   | Jahr               |
| Nickel  | 100                  | 27,4                                  | Jahr               |
| Zink    | 1200                 | 330                                   | Jahr               |

## 5 Ergebnisse und Interpretation

Die Zeitspannen der Probensammlungen waren wie folgt:

| Graskultur | Grünkohlkultur | Bergerhoffbecher | Expositionszeit     |
|------------|----------------|------------------|---------------------|
| 1/07       |                | 5/07             | 21.05.07 – 13.06.07 |
| 2/07       |                | 6/07             | 14.06.07 – 11.07.07 |
| 3/07       |                | 7/07             | 12.07.07 – 08.08.07 |
| 4/07       |                | 8/07             | 09.08.07 – 05.09.07 |
| 5/07       |                | 9/07             | 06.09.07 – 04.10.07 |
|            | 1/07           | 10/07            | 05.10.07 – 30.10.07 |
|            |                | 11/07            | 31.10.07 – 28.11.07 |
|            |                | 12/07            | 29.11.07 – 24.01.08 |
|            |                | 1/08             | 25.01.08 – 21.02.08 |
|            |                | 2/08             | 22.02.08 – 20.03.08 |
|            |                | 3/08             | 21.03.08 – 16.04.08 |
|            |                | 4/08             | 17.04.08 – 15.05.08 |
| 1/08       |                | 5/08             | 16.05.08 – 12.06.08 |
| 2/08       |                | 6/08             | 13.06.08 – 10.07.08 |
| 3/08       |                | 7/08             | 11.07.08 – 07.08.08 |
| 4/08       |                | 8/08             | 08.08.08 – 04.09.08 |
| 5/08       |                | 9/08             | 05.09.08 – 02.10.08 |
|            | 1/08           | 10/08            | 03.10.08 – 30.10.08 |
|            |                | 11/08            | 31.10.08 – 26.11.08 |
|            |                | 12/08 – 01/09    | 27.11.08 – 22.01.09 |

Beprobungen von Wiesenaufwuchs bzw. Mais durch den TÜV SÜD Industrie Service GmbH nach FuttmProbV:

23.08.07 Messpunkte 5 und 7

06.09.07 Messpunkte 2, 6 und Umgebung von 5 und 9

Sonderbeprobungen von Wiesenaufwuchs und Boden durch Landesamt für Umwelt:

04.10.07: Messpunkte 2 und 6

## 5.1 Biomonitoring und Futtermittelbeprobung

Wenn mögliche Einflüsse auf die Schadstoffanreicherung in landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation im Weiteren bewertet werden, so beziehen sich diese ausschließlich auf die Anreicherungen über den Luftpfad, da die Bioindikatoren nicht in die Böden vor Ort gepflanzt waren. Einflüsse über die Aufnahme der Stoffe aus den Böden können mit diesen Biomonitoring-Methoden nicht bewertet werden. Hierzu wurden daher an den relevanten Standorten Futtermittel und Grünlandaufwuchs beprobt.

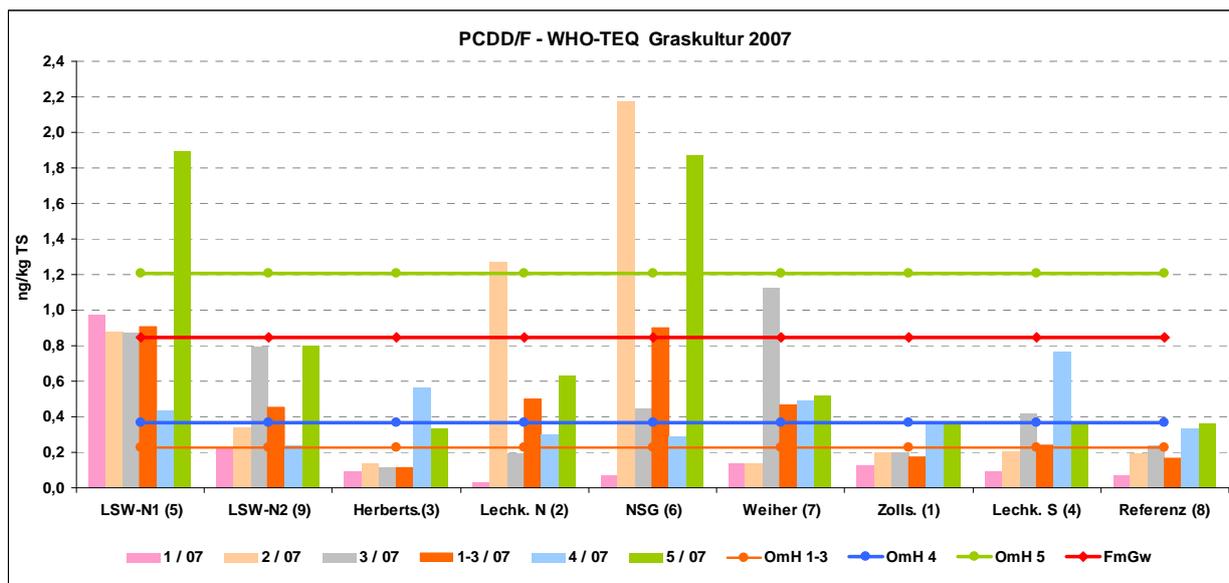
### 5.1.1 Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F als WHO-TEQ)

Für die Interpretation der PCDD/F-Gehalte der Bioindikatoren müssen die jeweiligen Expositionszeiträume berücksichtigt werden. Die bayerischen Hintergrundwerte sind im Zeitraum der 1. – 3. Grasexposition, also Mitte Mai bis Anfang August, am niedrigsten. Der Orientierungswert für den Bereich der maximalen Hintergrundbelastung (OmH 1-3, berechnet aus den Jahren 2002-2005) beträgt 0,23 ng WHO-TEQ/kg TS. In diesem Zeitraum unterscheiden sich die Werte im ländlichen naturnahen Raum nur unwesentlich von Messwerten aus Siedlungsgebieten. Bis Anfang September, also zur Zeit der 4. Grasexposition, beginnen die Hintergrundwerte anzusteigen (OmH 4 = 0,37) und weiter bis zum OmH 5 von 1,2 ng WHO-TEQ/kg TS in der 5. Expositionsserie bis Anfang Oktober. Dieser Anstieg ist bedingt durch zunehmenden Hausbrand und vermehrte Inversionswetterlagen zu dieser Jahreszeit. Zu dieser Zeit können Messergebnisse je nach Standort sehr unterschiedlich ausfallen und im Einzelfall um 2 ng WHO-TEQ/kg TS erreichen. Die Schwankungsbreiten der WHO-TEQ im Grünkohl können in der Expositionszeit bis Ende November noch stärker ausfallen. Der OmH in Grünkohl ist trotz weiter zunehmender Hausbrandemissionen mit 0,93 ng WHO-TEQ/kg TS etwas niedriger, da Grünkohl den Feinstaub aus der Luft nicht so effektiv aufnimmt wie die Graskultur.

#### Graskultur-Serien 1-3:

Der OmH für die Serien 1-3 ist aus den Mittelwerten der Expositionen von Mitte Mai bis Anfang August berechnet. Für den Vergleich mit den hier gewonnenen Ergebnissen müssen entsprechend die Mittelwerte aus den Serien 1-3 herangezogen werden.

Abbildung 1a: PCDD/F-Gehalte (WHO-TEQ in ng/kg TS) der Graskulturen 2007



Der mittlere PCDD/F-Gehalt der Grasserien 1-3 im Jahr 2007 (in Abbildung 1a „1-3 / 07“) ist an den Messpunkten (im Weiteren MP) 5 und 6 mit 0,9 ng WHO-TEQ/kg TS gleich hoch. Die Werte sind um knapp einem Faktor 4 über dem OmH 1-3 von 0,23 ng/kg TS und liegen im Bereich des Futtermittelgrenzwertes von 0,85 ng WHO-TEQ/kg (umgerechnet auf 100 % Trockenmasse). Beide MP unterscheiden sich aber darin, dass der Mittelwert an MP 5, 250 m nördlich des LSW-Mittelpunkts, von drei nahezu gleich hohen Werten stammt, während er an MP 6 im Naturschutzgebiet ca. 1,5 km westlich der LSW, durch den überdurchschnittlich hohen Wert der 2. Serie von 2,2 ng/kg bedingt ist, während das Mittel aus 1. und 3. Serie etwa dem OmH 1-3 entspricht (vgl. Abbildung 1a). Dass die erhöhten Werte an MP 5 aus Emissionen der LSW stammen, liegt nahe, da an keinem anderen Standort ebenso hohe Werte in ununterbrochener zeitlicher Abfolge gefunden wurden. Auch das Maximum an MP 6 in der 2. Serie dürfte als Ursache LSW-Emissionen haben, da zeitgleich an MP 2 ein Maximum von 1,3 ng/kg zu beobachten war. Dieses ist zwar niedriger, als am weiter entfernten MP 6, MP 2 ist aber auch nördlich versetzt zum Windrichtungsvektor in Richtung MP 6. Die Mittelwerte der Serien 1-3 der MP 9, 7 und 2 in mittlerer Entfernung von 500 – 900 m sind etwa Faktor 2 erhöht gegenüber dem OmH, aber nur halb so hoch wie der Futtermittelgrenzwert (FmGw). Alle anderen Standorte (MP 1, 3, 4 und Referenz 8) liegen im Bereich des OmH 1-3.

Die WHO-TEQ der Grasproben 2008 sind unauffällig (vgl. Abbildung 1b), lediglich der Wert der 2. Serie an MP 5 ist etwa doppelt so hoch wie der OmH „1-3“, aber halb so hoch, wie der FmGw.

Abbildung 1b: PCDD/F-Gehalte (WHO-TEQ in ng/kg TS) der Graskulturen 2008

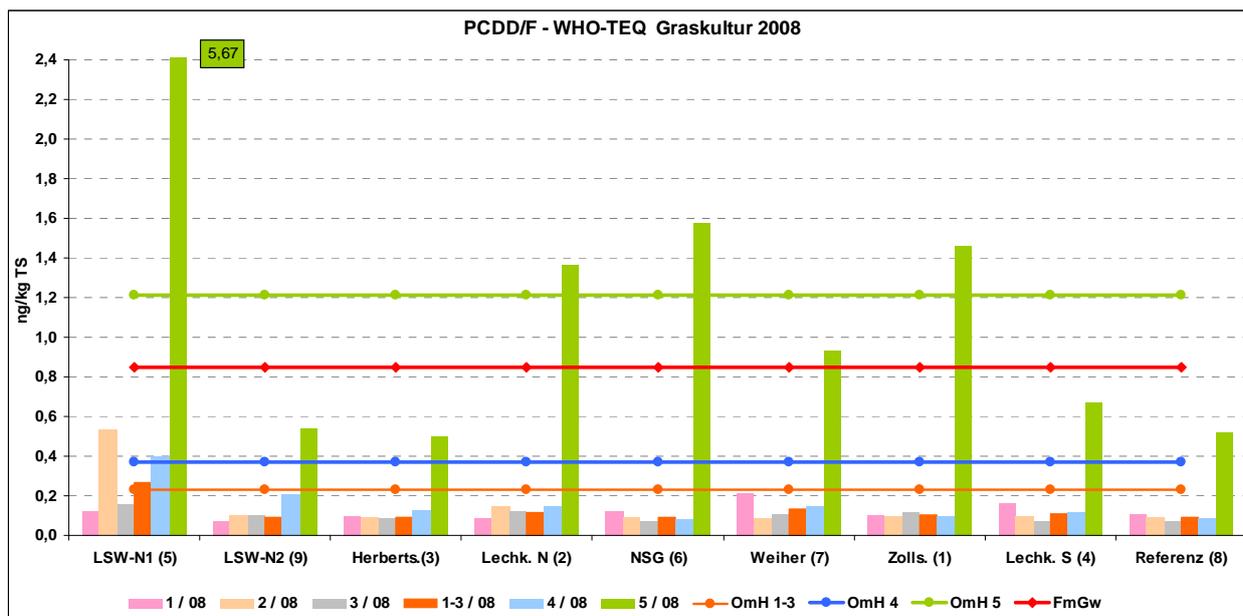


Tabelle 1 fasst die Mittelwerte aus den Serien 1-3 zusammen. Rot markiert sind die Felder wegen Überschreitens des Futtermittelgrenzwertes, gelb markiert bei wesentlicher Überschreitung des OmH (mehr als 30% über OmH 1-3) und grün bei Werten kleiner oder im Bereich des OmH 1-3. Dem Erreichen bzw. Überschreiten des FmGw im Jahr 2007 wurde durch Futtermittelbe- probungen weiter nachgegangen (s.u.).

Tabelle 1: Mittlere PCDD/F-Gehalte (WHO-TEQ in ng/kg TS) der Grasserien 1-3

|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,91       | 0,45       | 0,11          | 0,50         | 0,90    | 0,47       | 0,17       | 0,24         | 0,17         |
| 2008 | 0,27       | 0,09       | 0,09          | 0,12         | 0,09    | 0,13       | 0,10       | 0,11         | 0,09         |

Graskultur-Serie 4:

Der WHO-TEQ am LSW-nächsten MP 5 ist 2007 und 2008 in der 4. Serie mit rund 0,4 ng/kg praktisch identisch mit dem OmH 4 von 0,37 ng/kg. Die nächst höheren Werte sind 2007 an MP 3 und 4 zu verzeichnen (vgl. Abbildung 1a). Sie sind nicht mit LSW-Emissionen in Verbindung zu bringen, da die Werte aller anderen Standorte niedriger sind. Werte auf diesem Niveau sind mit Eintreten kälterer Witterungsperioden in Siedlungsnähe nicht unüblich, der Höchstwert an MP 4 wird bezeichnender Weise vom höchsten PAK-Wert dieser Serie begleitet (beginnende Heizaktivität, Verbrennung von Garten/Feldabfällen). 2008 liegen, abgesehen von MP 5, alle Werte deutlich unter dem OmH 4 (vgl. Abbildung 1b).

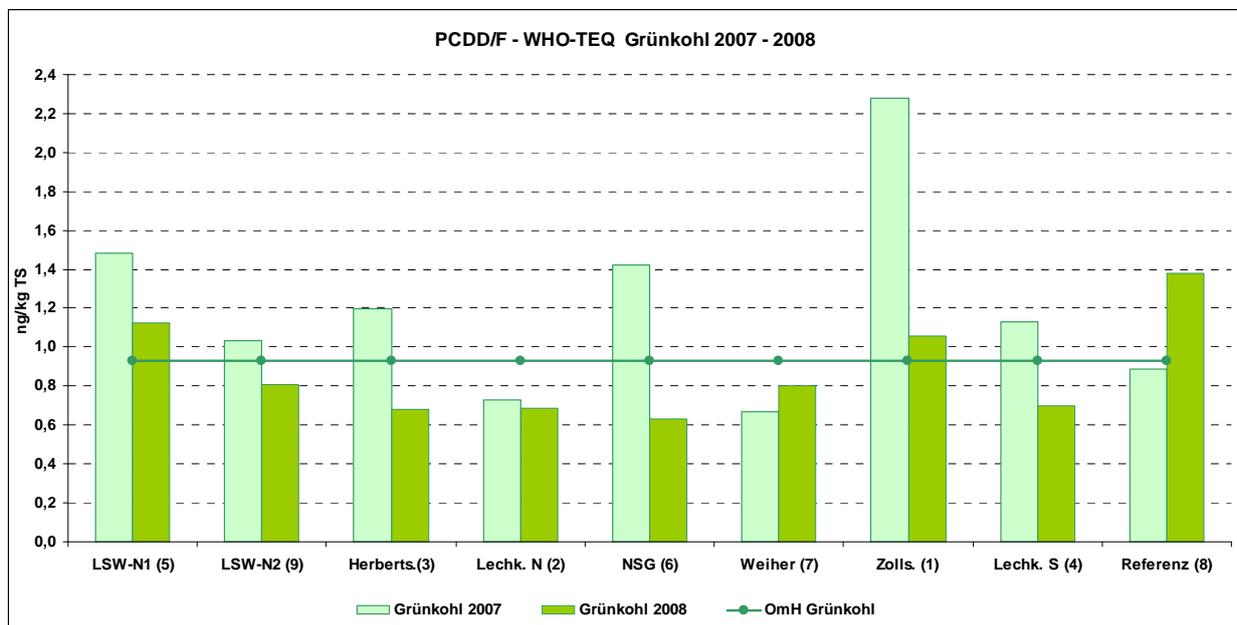
### Graskultur-Serie 5:

In der 5. Serie fallen 2007 die Messwerte von MP 5 am Rand der LSW und von MP 6 im Naturschutzgebiet östl. der LSW auf (vgl. Abbildung 1a). Die Werte liegen mit jeweils 1,9 ng/kg über dem OmH 5 von 1,2 ng/kg für diese Expositionszeit und können aufgrund ihrer geografischen Lage und dem Vergleich mit den Daten der anderen Messpunkte nicht ausschließlich durch Hausbrand erklärt werden.

Im Jahr 2008 fällt MP 5 in der 5. Serie mit einem für den ländlichen Bereich Bayerns untypisch hohen WHO-TEQ von 5,67 ng/kg auf. Die nächst niedrigeren Werte, unwesentlich über dem OmH 5 von 1,2 ng /kg, weisen in abnehmender Folge MP 6, 1 und 2 auf (vgl. Abbildung 1b). Da diese Messpunkte auf der Windrichtungachse Südwest / Nordost liegen, die die primäre und sekundäre Windrichtungshäufigkeit in Bezug auf die LSW und MP 5 beschreibt, ist ein Zusammenhang mit einem lokalen, zeitlich begrenzten Emissionsereignis, das zum Spitzenwert an MP 5 geführt haben muss, zu vermuten.

### Grünkohl-Exposition:

**Abbildung 1c: PCDD/F-Gehalte der Grünkohlkulturen (WHO-TEQ in ng/kg TS)**



Die WHO-TEQ-Gehalte der Grünkohlproben von Oktober/November ergeben ein indifferentes Bild (vgl. Abbildung 1c). Der OmH von 0,93 ng/kg wird an 4 Standorten wesentlich überschritten (größer 30% über OmH). Dazu gehört auch der Referenzpunkt 8. Es ist also davon auszugehen, dass die Dioxin/Furan-Anreicherung weiträumig im bisher bekannten oberen Bereich für den ländlichen Raum lag. Die Höhe der Überschreitungen und ihre geographische Verteilung lassen keinen Rückschluss auf dominante Emissionseinflüsse durch die LSW auf die Immissionssituation zu, das gilt auch für den Maximalwert von 2,3 ng WHO-TEQ/kg am MP 1 Zollsied-

lung. Aufgrund seiner Lage in Hauptwindrichtung von der Zollsiedlung und des erheblich niedrigeren Wertes von 0,67 ng WHO-TEQ/kg am MP 7 (Weiher) scheinen Hausbrand-Emissionen als primäre Ursache möglich.

Der WHO-TEQ der Grünkohlprobe von MP 5 von 2008 liegt im Streubereich der Ergebnisse der anderen Messpunkte und belegt damit, dass der hohe Einzelwert der 5. Serie Graskultur an diesem Standort nur mit einem zeitlich befristeten Emissionsereignis erklärt werden kann.

Futtermittelbeprobungen:

Vorsorglich wurden 2007 von der Lech-Stahlwerke GmbH Futtermitteluntersuchungen bei der TÜV SÜD Industrieservice GmbH, München, in Auftrag gegeben. Die Beprobung fand in Abstimmung mit der Regierung von Oberbayern als zuständige Behörde für die Futtermittelüberwachung entsprechend Tabelle 2 (aus dem Bericht „Futtermittelbeprobung – passives Monitoring“, TÜV SÜD Industrie Service GmbH vom 05.11.2007) statt.

**Tabelle 2: Von TÜV SÜD beprobte landwirtschaftliche Flächen (BM entspricht MP)**

| Nr.   | Lage  | Aufwuchs       |
|-------|---|----------------|
| BM 2  | Grünland auf der Flur Nr. 1054/77 (nicht der Teil mit Maisanbau); nordnordöstlich der Lechstahlwerke GmbH gelegen | Wiesenaufwuchs |
| BM 52 | Maisfeld auf der Flur Nr. 182; nördlich bis nordnordöstlich der Lechstahlwerke GmbH gelegen                       | Futtermais     |
| BM 5  | Maisfeld auf der Flur Nr. 180; nördlich der Lechstahlwerke GmbH gelegen   | Futtermais     |
| BM 59 | Maisfeld südöstlich des LfU-Messpunkts MP 9   | Futtermais     |
| BM 6  | Maisfeld auf der Flur Nr. 1977 (nicht der Teil mit Magerrasen); ostnordöstlich der Lechstahlwerke GmbH gelegen    | Futtermais     |
| BM 7  | Grünland auf der Flur Nr. 730; südwestlich der Lechstahlwerke GmbH gelegen  | Wiesenaufwuchs |

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst und müssen mit dem für 88% Trockenmasse gültigen Futtermittelgrenzwert (FmGw) von 0,75 ng WHO-TEQ/kg verglichen werden.

**Tabelle 3: PCDD/F-Gehalte (WHO-TEQ in ng/kg) auf 88 % Trockenmasse bezogen**

| <b>Stoff</b>  | BM 2<br>Wiese | BM 52<br>Mais | BM 5<br>Mais | BM 59<br>Mais | BM 6<br>Mais | BM 7<br>Wiese | <b>FmGw</b> |
|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| <b>PCDD/F</b> | 0,140         | 0,089         | 0,101        | 0,091         | 0,085        | 0,080         | <b>0,75</b> |

Die Untersuchungsergebnisse (vgl. Tabelle 3) liegen alle deutlich unter dem FmGw. Dies war zu erwarten, da die Futtermittel **Grünlandaufwuchs** und **Mais** aufgrund ihrer Zusammensetzung (Grünlandaufwuchs besteht aus einem Gemisch von Pflanzen unterschiedlicher Blattformen, Stengel, Blüten, Samen etc. und Mais aus der ganzen Maispflanze einschließlich Maiskolben) im Verhältnis zur Biomasse eine sehr viel kleiner Oberfläche aufweisen als die standardisierte Graskultur und der Standardisierte Grünkohl. Damit werden die an den Pflanzenoberflächen anhaftenden Schadstoffe auf die größere Biomasse verteilt. Überschreitungen der FmGw in den Bioindikatoren sind als frühzeitige Warnsignale zu verstehen, die immer durch Untersuchungen des Aufwuchses vor Ort verifiziert werden müssen.

Eine Beprobung des Grünlandaufwuchses und Bodens durch das Landesamt für Umwelt am 04.10.2007 an den MP 2 und MP 6 bestätigten die Unbedenklichkeit der Dioxin/Furan-Anreicherung. Im natürlichen Aufwuchs wurden am MP 2 ein WHO-TEQ von 0,12 ng/kg und am MP 6 von 0,31 ng/kg nachgewiesen (Werte müssen wegen 100 % Trockensubstanz mit einem umgerechneten Höchstgehalt lt. Futtermittelverordnung von 0,85 ng/kg verglichen werden). Der Unterschied zwischen MP 6 und 2 um den Faktor 3 bestätigt die relative Belastungsaussage der Graskulturgehalte der 5. Serie (Ernte 05.10.07) auf 5-6fach höherem Anreicherungs-niveau. Die Bodenproben von MP 2 enthielten 0,65 ng/kg und von MP 6 0,67 ng WHO-TEQ/kg. Die Gehalte liegen deutlich unter dem Richtwert der Bund/Länder-AG Dioxine (1993) von 5 ng I-TEQ/kg für eine uneingeschränkte Nutzung der Böden.

### **Fazit:**

Während des Zeitraumes landesweit geringer PCDD/F-Immissionen von Mai bis August 2007 waren in Hauptwindrichtung an den Messpunkten 5 (250 m nördl. dem LSW-Mittelpunkt), 2 (900 m nordöstl. LSW) und 6 (1,5 km östl. LSW) PCDD/F-Anreicherungen feststellbar. Als Quelle dafür kommen die LSW in Frage. Während der restlichen Beobachtungszeit 2007 wurden vereinzelt höhere Werte festgestellt, z.B. MP 1 – Grünkohl, die aber aufgrund des allgemeinen Anstiegs der PCDD/F-Immissionen im Herbst nicht den LSW als alleinige Quelle zuordenbar sind. Insgesamt lagen die Werte unter oder maximal in der Größenordnung die auch durch Hausbrand und andere diffuse siedlungsbedingte Quellen erreicht werden kann. 2008 waren die PCDD/F der Graskulturen der Serien 1-4 durchweg niedriger als 2007 und maximal

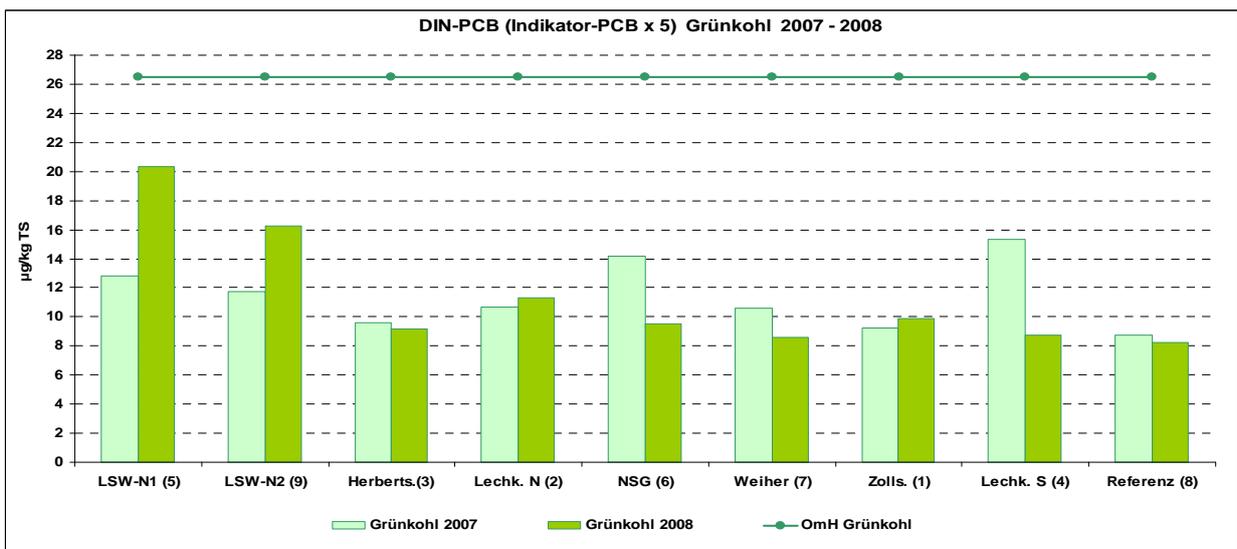
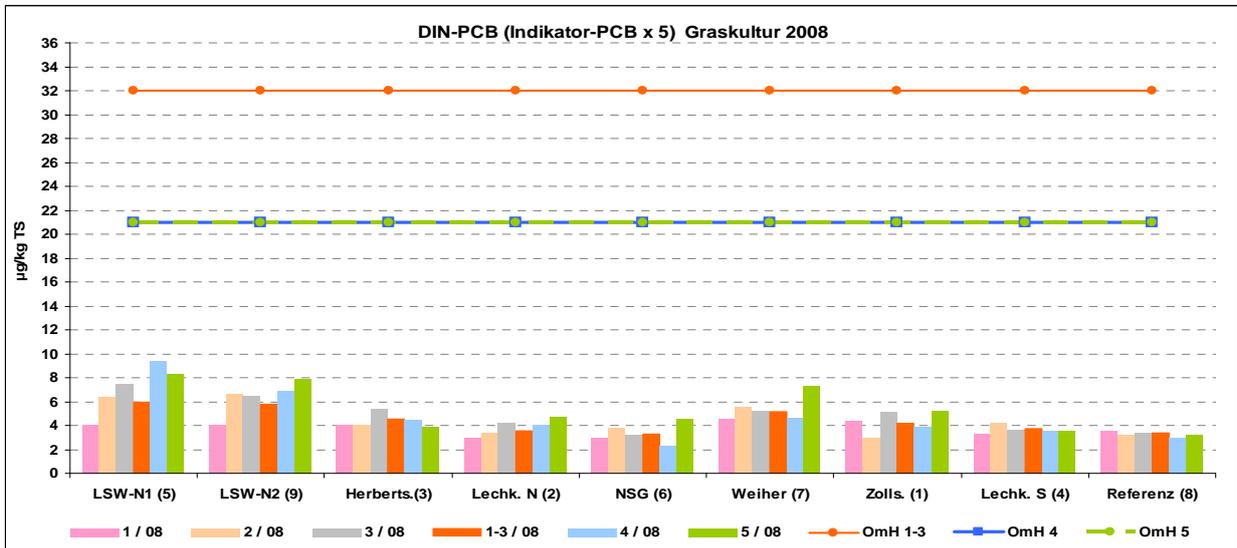
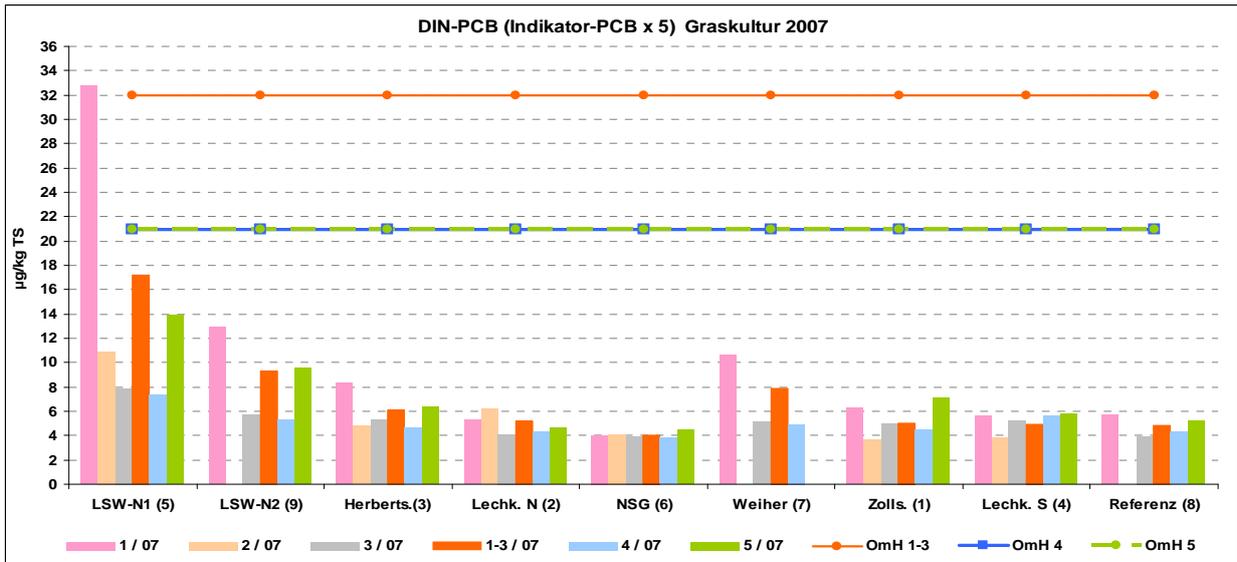
im Bereich der OmH. Die Ergebnisse der 5. Grasserie sind geprägt von einem hohen Einzelwert am MP 5, der, wie die im zeitlichen Anschluss gemessenen und im Normalbereich liegenden Grünkohlergebnisse zeigen, ggf. auf ein Emissionsereignis in der vierwöchigen Gras-Expositionszeit von 04.09.2008 bis 02.10.2008 zurückzuführen ist. Die PCDD/F-Werte der 2007 beprobten Futtermittel lagen deutlich unter dem Grenzwert.

### 5.1.2 Polychlorierte Biphenyle – PCB

Die landesweiten Hintergrundwerte der PCB verhalten sich im Jahresverlauf entgegengesetzt zu den Dioxinen und Furanen, da sie nicht überwiegend bei Verbrennungsprozessen freigesetzt werden, sondern abhängig von den Umgebungstemperaturen aus technischen Produkten wie z.B. Hydraulikölen, Dichtmassen, Anstrichen und Kondensatoren verdampfen. Die Verwendung von PCB ist zwar seit 1990 verboten, der Altbestand an technischen PCB-haltigen Produkten sorgt aber immer noch für umweltrelevante Freisetzungen, vor allem bei nicht sachgemäßer Lagerung und Entsorgung. Im privaten Bereich können PCB-Freisetzungen aus alten Anstrichen, Dichtungsmaterialien und alten Elektrogeräten erfolgen.

Die **Gesamt-PCB-Gehalte** (Summe der 6 Indikator-PCB - PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 - mal 5 nach DIN EN 12766) liegen alle unter den OmH (vgl. Abbildungen 2). Geringe Auffälligkeiten sind 2007 zeitweise an MP 5, 9 und 7 erkennbar.

Abbildungen 2: Summe 6 Indikator PCB x 5 nach DIN 12766 (in µg/kg TS)

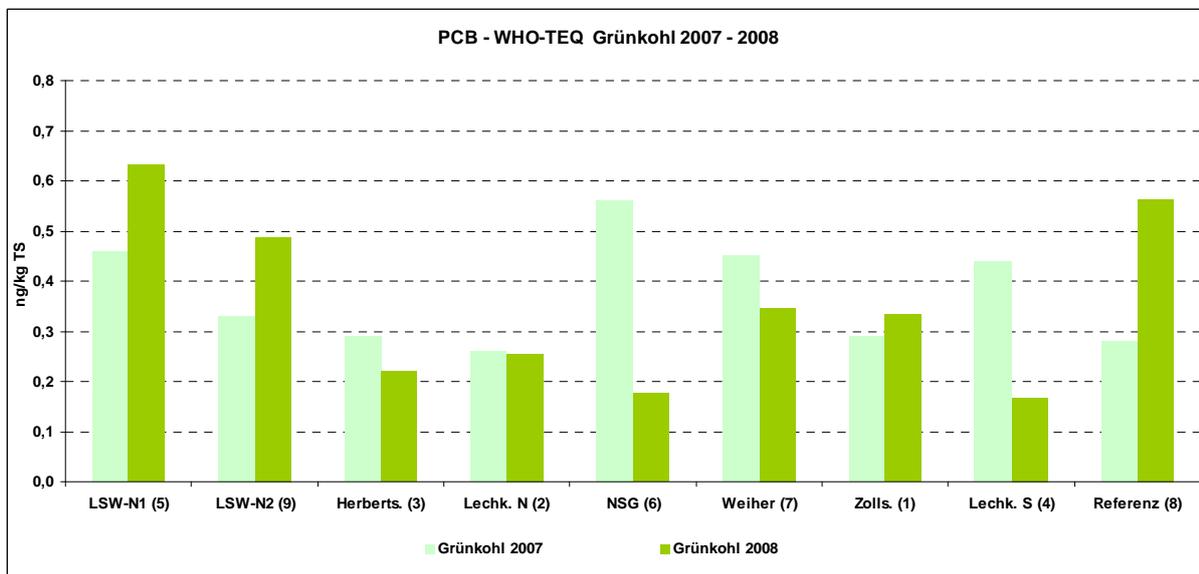
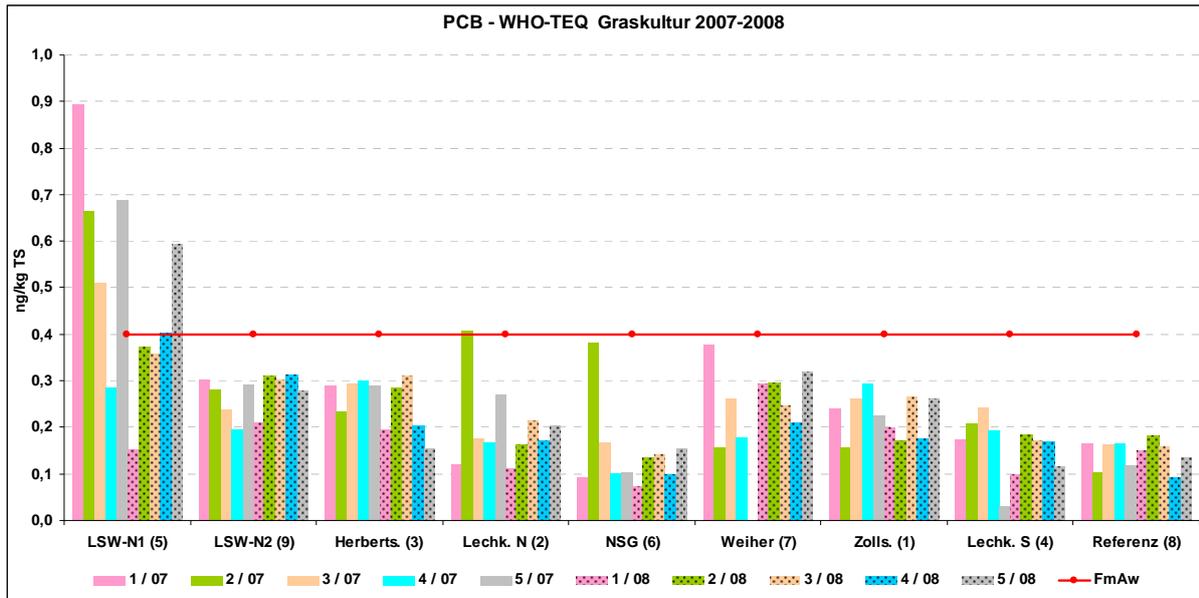


Für die Toxizitätsäquivalente der dioxinähnlichen PCB (**dl-PCB**) „**PCB WHO-TEQ**“ liegen keine OmH vor. Die bisher gemessenen PCB WHO-TEQ in Bayern liegen bei der Graskultur im ländlichen Raum im Mittel bei 0,2 ng/kg, Maximum 0,3 ng/kg, am Standort München im Mittel 0,7 ng/kg, Maximum 0,8 ng/kg und bei Grünkohl im ländlichen Raum von 0,1 bis 0,3 ng/kg, am Standort München bis 0,5 ng/kg.

Die Messwerte um die LSW lagen 2007 und 2008 alle in dieser Größenordnung (vgl. Abbildungen 3). Die Gehalte der Graskulturen an MP 5 fallen mit 5 Werten über 0,5 ng WHO-TEQ/kg auf, die damit aber immer noch im Bereich städtischer Hintergrundbelastungen liegen. Am MP 5 wurde der Aktionsgrenzwert für dl-PCB lt. Futtermittelverordnung („FmAw“ – Abb.3 oben, ein Wert ab dem eine Ursachenabklärung gefordert wird) für Futtermittel-Ausgangserzeugnisse pflanzlichen Ursprungs von 0,40 ng WHO-TEQ/kg (umgerechnet auf 100% Trockenmasse) 2007 bei 4 von 5 Graskultur-Expositionen überschritten, am MP 2 in der 2. Serie erreicht. 2008 kam es nur noch zu einer Überschreitung in der 5. Serie am MP 5. Die geografische Verteilung der PCB-Gehalte spricht für überwiegend bodennahe Emissionen, mit einer geringen Reichweite.

Die PCB-WHO-TEQ der Grünkohlexponate streuen in einem Bereich bis ca. 0,6 ng/kg. Die geografische Verteilung der Werte lässt, u. a. wegen der gleichen Bandbreite am Referenzpunkt 8, keine eindeutige Zuordnung zu LSW zu.

Abbildungen 3: Gehalte der dl-PCB (WHO-TEQ in ng/kg TS)



Die Ergebnisse der **Futtermitteluntersuchung** (umgerechnet auf 88 % Trockenmasse, vgl. Tabelle 4), die an den in Tabelle 2 beschriebenen Standorten 2007 erfolgte, unterschritten alle den o. g. Aktionsgrenzwert von 0,35 ng WHO-TEQ/kg (bezogen auf 88 % Trockenmasse).

Tabelle 4: Gehalte der dl-PCB (WHO-TEQ in ng/kg) auf 88 % Trockenmasse bezogen

| Stoff      | BM 2<br>Wiese | BM 52<br>Mais | BM 5<br>Mais | BM 59<br>Mais | BM 6<br>Mais | BM 7<br>Wiese | Aktions-<br>grenzwert |
|------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|
| <b>PCB</b> | 0,141         | 0,042         | 0,013        | 0,054         | 0,113        | 0,037         | <b>0,35</b>           |

Die Beprobungen des Grünlandaufwuchses durch das Landesamt für Umwelt am 04.10.2007 ergab am MP 2 einen WHO-TEQ von 0,13 ng/kg und am MP 6 von 0,34 ng/kg (Werte müssen wegen 100 % Trockensubstanz mit umgerechneten Aktionsgrenzwert von 0,40 ng WHO-TEQ/kg verglichen werden).

Die Untersuchung der Bodenproben von MP 2 ergab einen WHO-TEQ von 0,33 ng/kg und eine Summe der 6 Indikator-PCB (PCB<sub>6</sub> - nicht x 5 wie nach DIN EN 12766) von 1,06 µg/kg, an MP 6 wurde ein WHO-TEQ von 0,30 ng/kg und eine Summe der PCB<sub>6</sub> von 0,757 µg/kg gemessen. Die Gehalte der PCB<sub>6</sub> lagen damit unter dem 90. Perzentil der bayerischen Hintergrundgehalte für landwirtschaftliche Nutzung von 1,4 µg/kg (Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze (GRABEN), Bayer. Landesamt für Umwelt 2007).

### **Fazit:**

Es liegt nahe, dass diffuse Emissionen von den LSW ursächlich für PCB-Anreicherungen in den Bioindikatoren am MP 5 sind, die zwar über dem Aktionsgrenzwert für dl-PCB lagen, aber bekannte Anreicherungen im städtischen Bereich kaum überschritten. Die Futtermittelbeprobungen ergaben weder Überschreitungen des Aktionsgrenzwertes noch des Höchstgehaltes für dl-PCB. Am MP 6, ca. 1,5 km östlich der LSW im Naturschutzgebiet, wurde der Aktionsgrenzwert jedoch im Grünlandaufwuchs zu 85 % ausgeschöpft.

Angesichts des Minimierungsgebotes bei persistenten organischen Verbindungen sollten durch die Firma LSW eine Ursachenermittlung durchgeführt und ggf. Maßnahmen zur Minderung solcher Emissionen getroffen werden.

### 5.1.3 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe – PAK

Die PAK verhalten sich im Jahresverlauf landesweit ähnlich den PCDD/F. Sie steigen zur kalten Jahreszeit hin an, besonders ausgeprägt ist der Sprung des OmH für 2002 – 2005 von 65 µg/kg in der 4. Grasserie auf 267 µg/kg in der 5. Grasserie. Der OmH für die zeitlich daran anschließende Grünkohlexposition steigt mit 257 µg/kg nicht weiter an, da Grünkohl den PAK-haltigen Staub nicht so gut aus der Luft auskämmt, wie die Graskultur.

Leider konnten nicht alle Proben auf ihren Gehalt an PAK nach EPA analysiert werden, da das Probenmaterial durch extreme Witterungsbedingungen (starke Herbststürme 2007) und nicht vorhersehbare Anzuchtschäden reduziert wurde und nur für die wichtigeren Komponenten PCDD/F und PCB ausreichte.

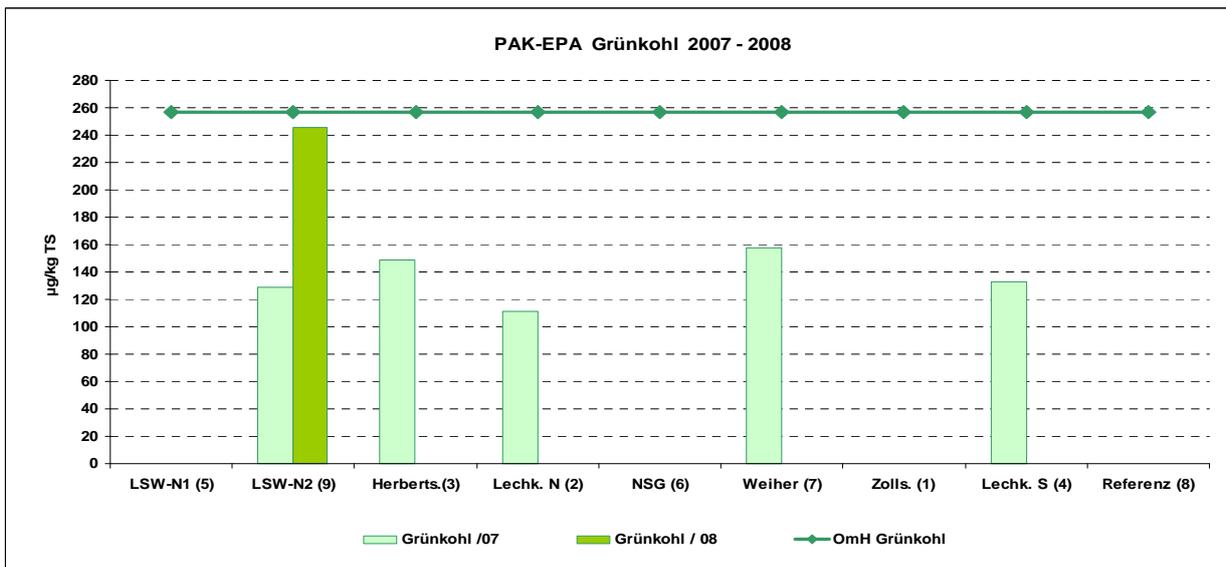
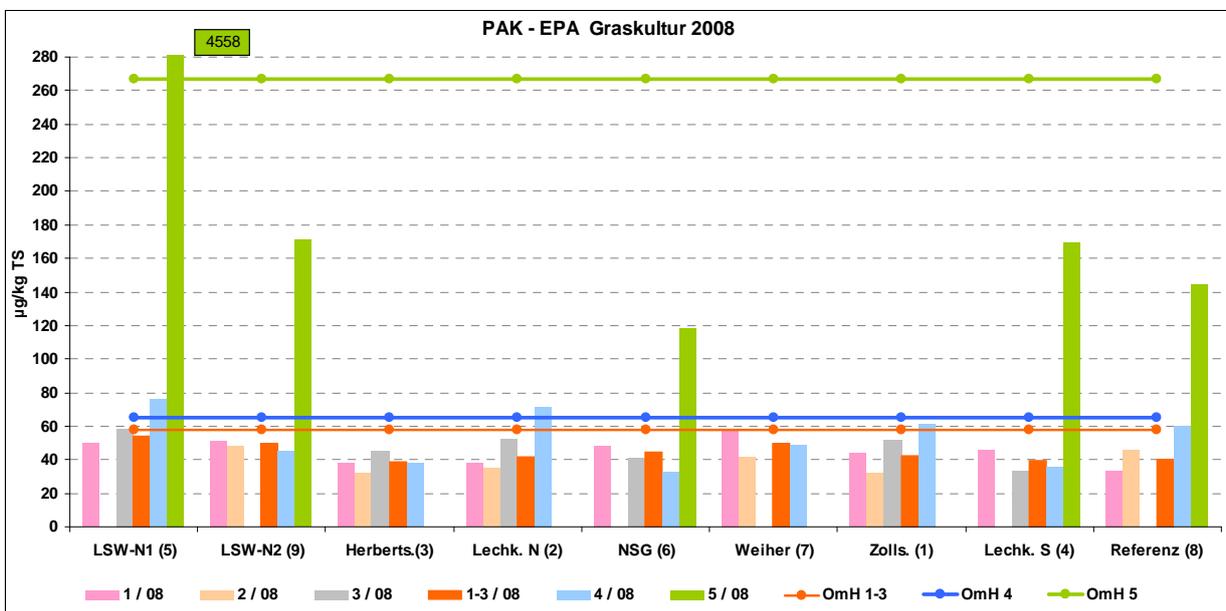
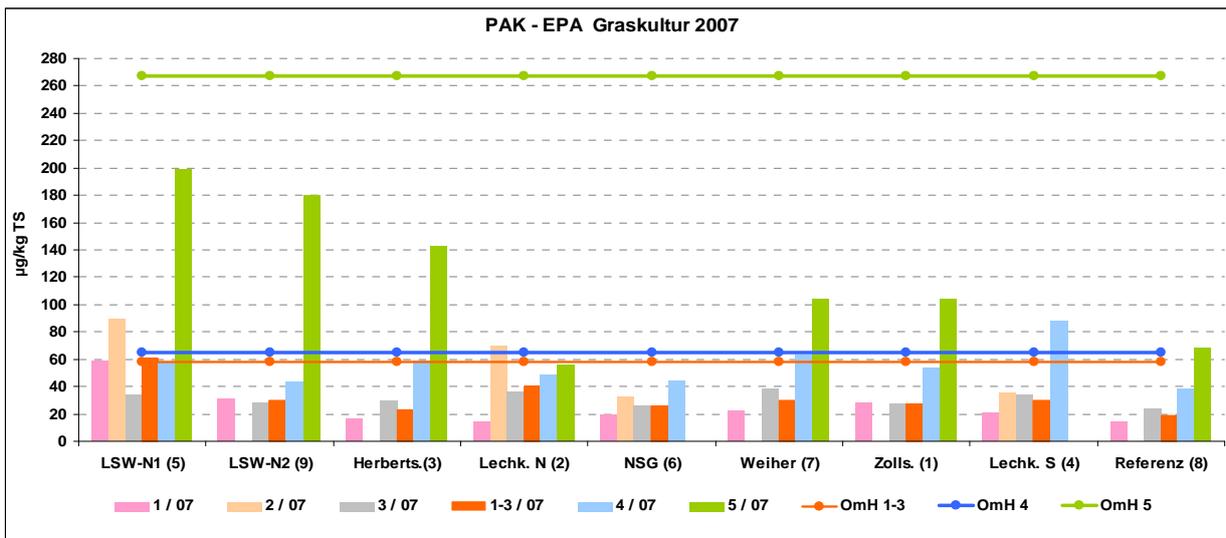
Die EPA-PAK-Gehalte der Grasproben aus den Serien 1 bis 4 lagen in beiden Untersuchungsjahren unter oder im Bereich der OmH. 2007 zeigen die Werte der 5. Grasserie in Abhängigkeit von der Entfernung zu den LSW Abstufungen, die auf LSW-Emissionen hindeuten, die Gehalte liegen jedoch alle unter dem OmH für die 5. Serie. 2008 fällt die Grasprobe der 5. Serie vom MP 5 mit einem PAK-Gehalt von 4558 µg/kg (17fach über OmH) auf. Es handelt sich dabei um die Probe, die auch den höchsten Dioxin-WHO-TEQ von 5,67 ng/kg hatte. Dies unterstützt die Vermutung, dass ggf. ein besonderes Emissionsereignis im Zeitraum vom 04.09. – 02.10.2008 stattfand.

Die wenigen Grünkohlproben, die auf PAK analysiert werden konnten, zeigen durchweg Werte kleiner OmH (vgl. Abbildungen 4) und können nicht weiter interpretiert werden.

#### **Fazit:**

Die Ergebnisse an MP 5 zeigen im Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Standorte erkennbar höhere PAK-Anreicherungen in den Bioindikatoren. Bis auf die Grasprobe der 5. Serie (2008) vom MP 5 lagen die PAK-Gehalte jedoch nicht über dem für Bayern bekannten ländlichen Maximalbereich.

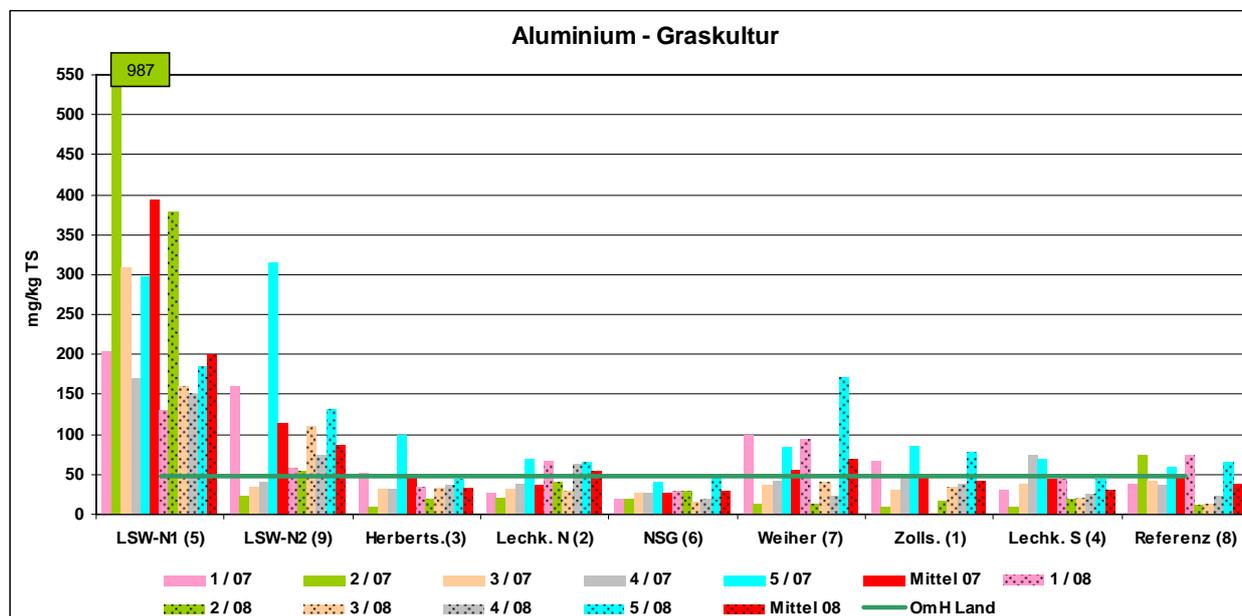
Abbildungen 4: PAK-Summe nach EPA



## 5.1.4 Metalle

### 5.1.4.1 Aluminium

Abbildung 5: Aluminium-Gehalte der Graskultur



Mittlere Aluminiumgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

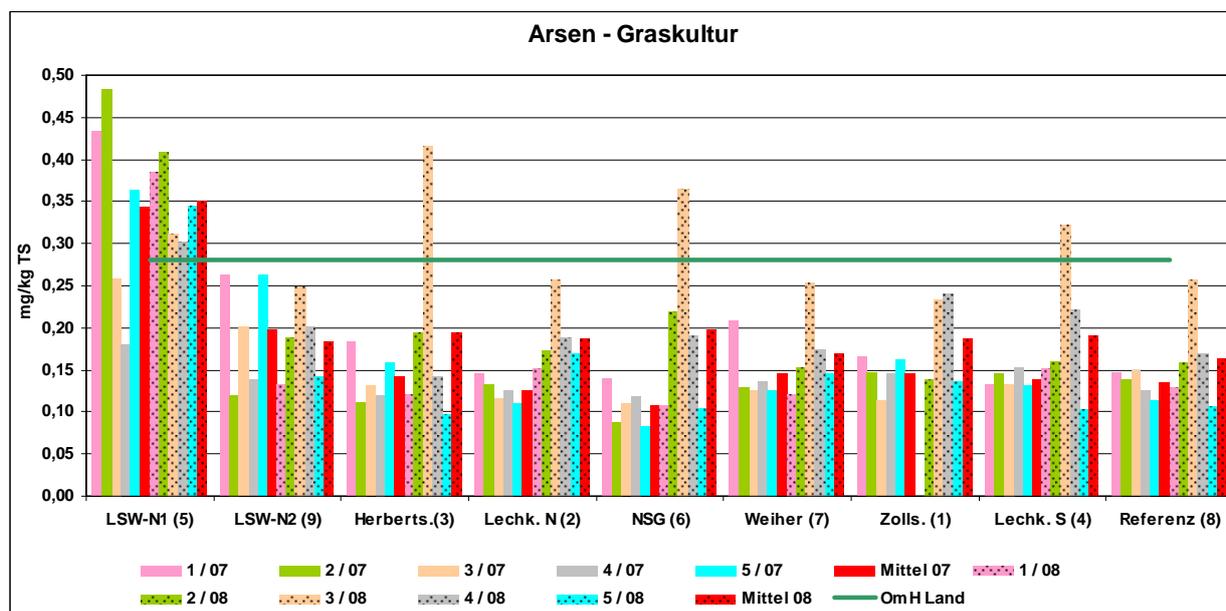
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 394        | 115        | 45            | 37           | 27      | 55         | 48         | 45           | 50           |
| 2008 | 201        | 85         | 33            | 53           | 28      | 68         | 42         | 31           | 37           |

Diffuse Emissionen (siehe auch Messergebnisse Staubbiederschlagsmessungen im Abschnitt 5.2) von den LSW führten 2007 und 2008 an MP 5 zu durchweg erhöhten Anreicherungen in der Graskultur, die 2008 im Mittel um ca. 50% abnahmen. Die Emissionen wirkten sich abgeschwächt bis MP 9 aus. Die dritthöchsten Al-Gehalte mit einem im Mittel leichten Anstieg 2008 weisen die Graskulturen an MP 7 (Weiher) auf, der den Schlackehalden am nächsten liegt. An allen anderen Messpunkten variieren die Al-Gehalte im Streubereich des Referenzmesspunktes 8. Da Aluminium ein bodentypisches Element ist, sind einzelne Überschreitungen des OMH an MP 8 durch Bodestaubverfrachtungen in der intensiv genutzten Agrarlandschaft in dieser Größenordnung nicht ungewöhnlich, was Einzelüberschreitungen des OMH in dieser Größenordnung auch an den anderen Standorten erklärt.

Grenzwerte für die Anreicherung in der Vegetation oder in Futtermitteln gibt es nicht.

## 5.1.4.2 Arsen

Abbildung 6: Arsen-Gehalte der Graskultur



### Mittlere Arsengehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

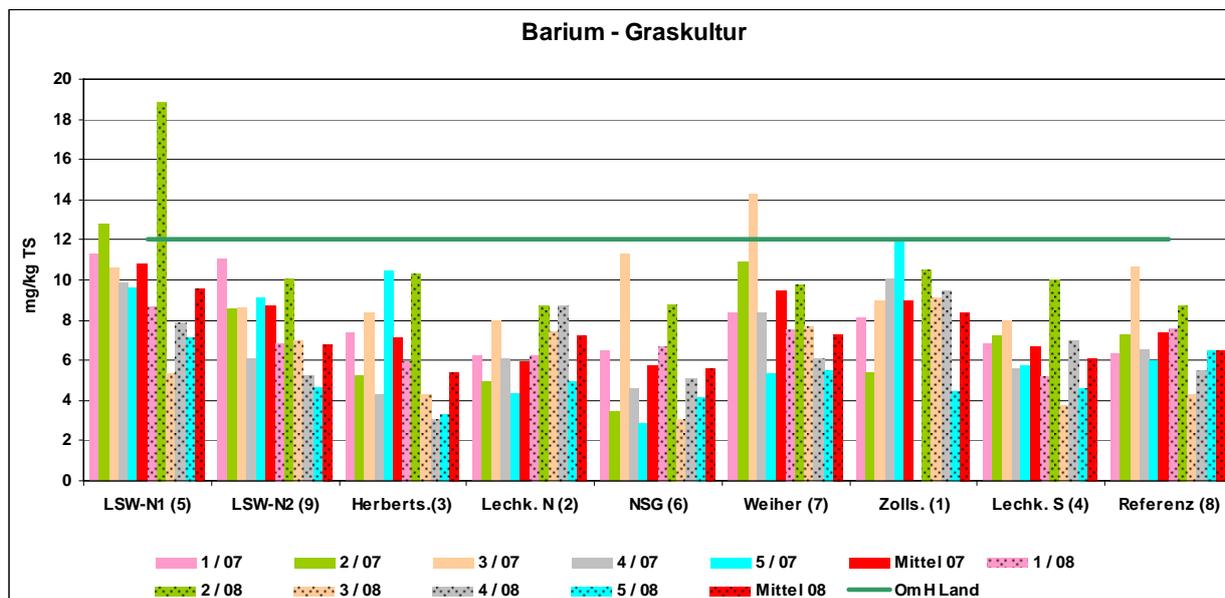
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,34       | 0,20       | 0,14          | 0,13         | 0,11    | 0,15       | 0,15       | 0,14         | 0,14         |
| 2008 | 0,35       | 0,18       | 0,19          | 0,19         | 0,20    | 0,17       | 0,19       | 0,19         | 0,16         |

Nur die As-Gehalte an MP 5 liegen überwiegend über dem OmH, im Mittel sind sie in beiden Jahren unverändert. An allen anderen Standorten liegen die Ergebnisse, abgesehen von der 3. Serie 2008, im unauffälligen Bereich. Die etwas höheren Werte dieser Serie können nicht durch LSW-Emissionen erklärt werden.

Der As-Grenzwert für Einzel- und Alleinfuttermittel von 2,3 mg/kg für 100 % Trockenmasse der Graskultur (umgerechnet aus 2 mg/kg bei 88 % Trockenmasse) wurde bei weitem nicht erreicht. Die Messwerte liefern keine Hinweise auf nachteilige Einflüsse hinsichtlich einer Anreicherung in landwirtschaftlichen Nutzpflanzen oder natürlicher Vegetation durch Arsen im Umfeld der LSW.

### 5.1.4.3 Barium

Abbildung 7: Barium-Gehalte der Graskultur



Mittlere Bariumgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

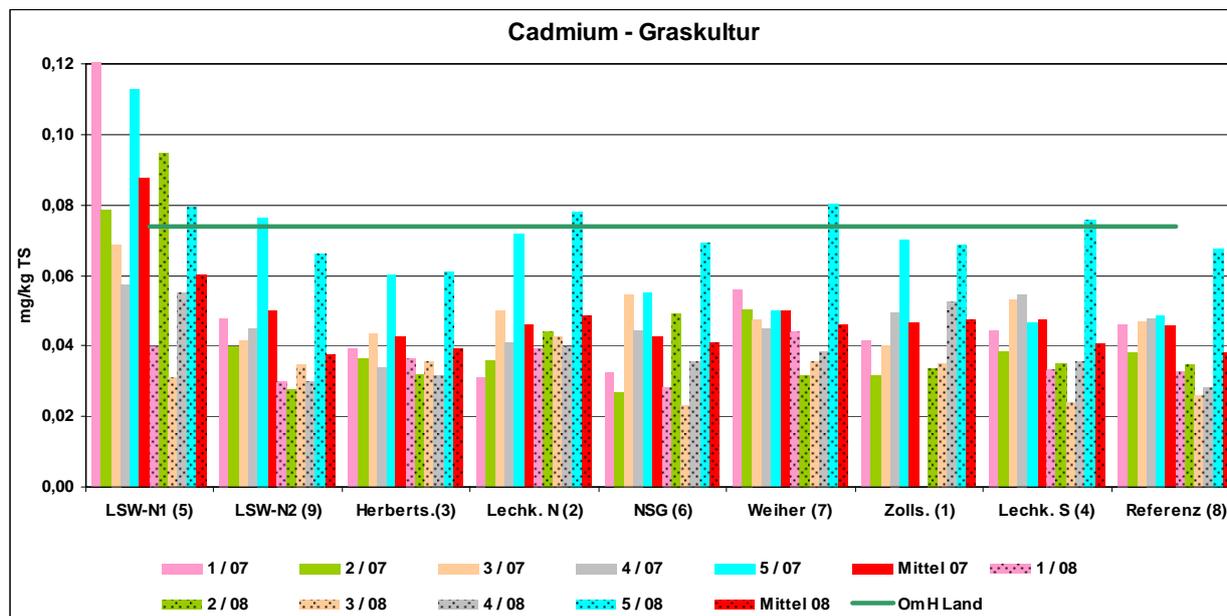
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 10,8       | 8,7        | 7,1           | 5,9          | 5,7     | 9,4        | 8,9        | 6,7          | 7,4          |
| 2008 | 9,6        | 6,8        | 5,4           | 7,2          | 5,6     | 7,3        | 8,4        | 6,1          | 6,5          |

Die Jahresmittel der Ba-Gehalte am MP 5 sind gegenüber den Gehalten an den anderen Messpunkten geringfügig, aber nicht signifikant, höher. Die Einzelmesswerte liegen abgesehen vom Wert der 2. Serie 2008 unter dem oder im Bereich des OmH.

Die Messwerte liefern keine Hinweise auf nachteilige Einflüsse hinsichtlich Anreicherung in Nutzpflanzen oder natürlicher Vegetation durch Barium im Umfeld der LSW.

### 5.1.4.4 Cadmium

Abbildung 8: Cadmium-Gehalte der Graskultur



Mittlere Cadmiumgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

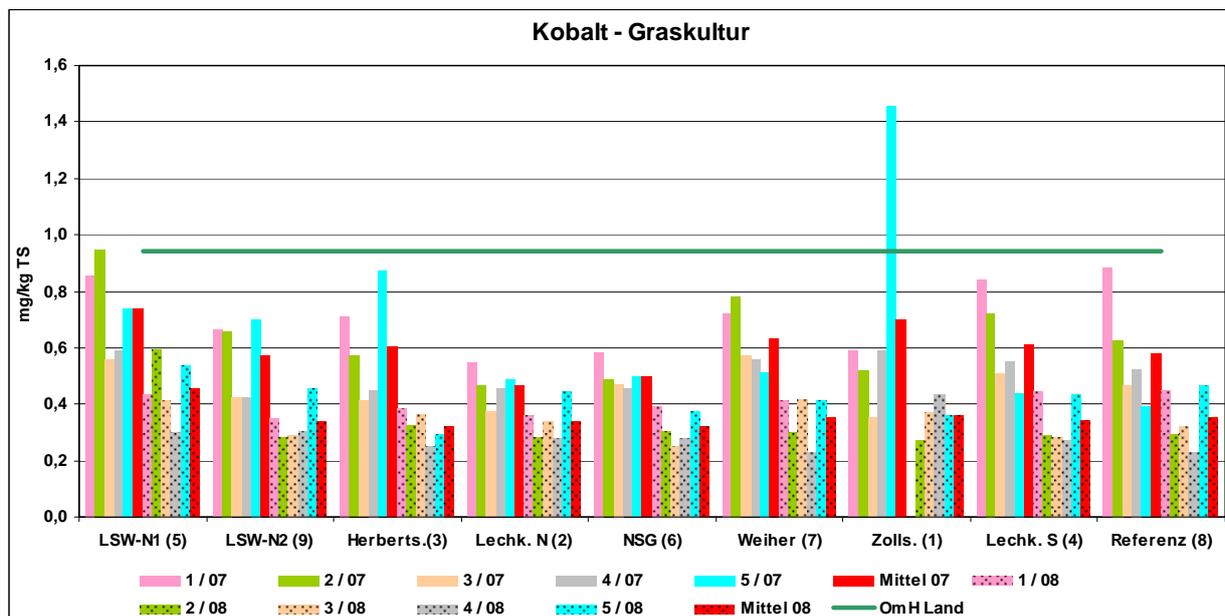
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,087      | 0,050      | 0,043         | 0,046        | 0,043   | 0,050      | 0,047      | 0,047        | 0,046        |
| 2008 | 0,060      | 0,038      | 0,039         | 0,049        | 0,041   | 0,046      | 0,048      | 0,041        | 0,038        |

Abgesehen von der 5. Serie 2008, in der alle Cd-Gehalte im Verhältnis zu den anderen Serien untypisch hoch sind und vereinzelt unwesentlich über dem OmH liegen, fallen nur MP 5 und Messpunkt 9 mit einem unwesentlich über dem OmH liegenden Wert auf. Der Mittelwert 2008 nimmt gegenüber dem Mittelwert 2007 um 31 % und damit im Verhältnis zu den anderen Standorten überproportional ab.

Eine Cadmiumbelastung von Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation über den Luftpfad durch LSW-Emissionen ist damit nicht nachweisbar.

### 5.1.4.5 Cobalt

Abbildung 9: Cobalt-Gehalte der Graskultur



Mittlere Cobaltgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

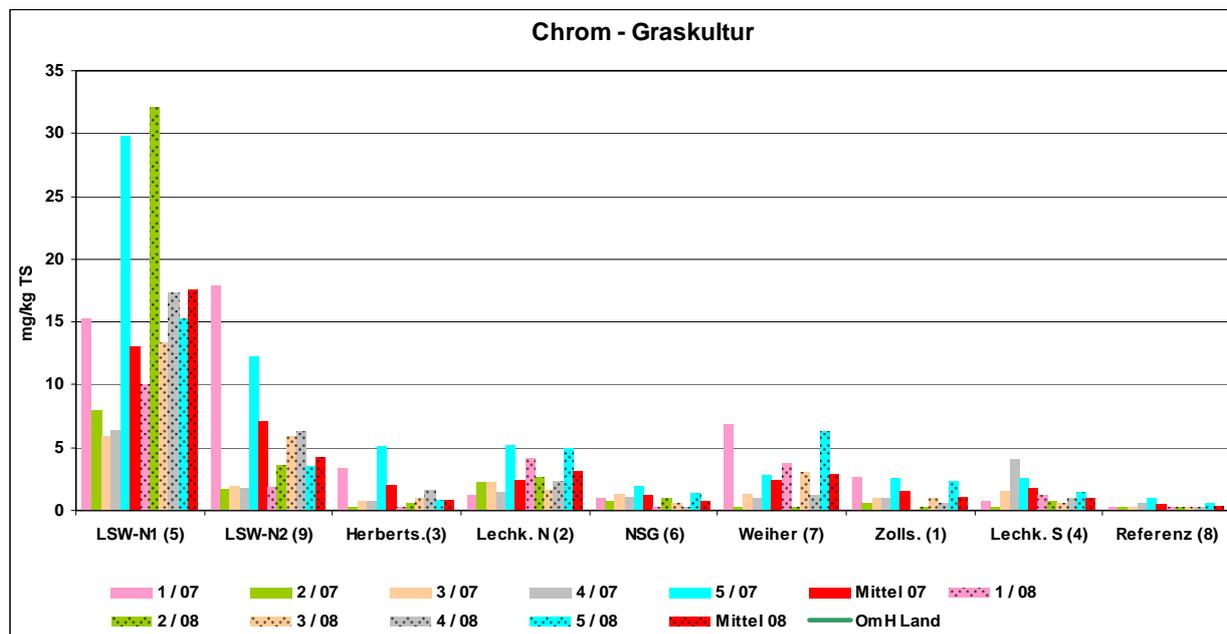
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,74       | 0,57       | 0,60          | 0,47         | 0,50    | 0,63       | 0,70       | 0,61         | 0,58         |
| 2008 | 0,45       | 0,34       | 0,32          | 0,34         | 0,32    | 0,35       | 0,36       | 0,35         | 0,35         |

Mit Ausnahme des Cobaltgehaltes der 5. Serie 2007 an MP 1 liegen alle Ergebnisse unter dem OmH.

Eine Cobaltbelastung von Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation über den Luftpfad durch LSW-Emissionen ist damit nicht nachweisbar.

### 5.1.4.6 Chrom

Abbildung 10: Chrom-Gehalte der Graskultur



#### Mittlere Chromgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 13,1       | 7,1        | 2,1           | 2,5          | 1,2     | 2,4        | 1,6        | 1,8          | 0,5*         |
| 2008 | 17,6       | 4,2        | 0,8           | 3,1          | 0,7     | 2,9        | 1,0        | 1,0          | 0,3**        |

\*) eingeschränkt gültig, 3 von 5 Werten kleiner Bestimmungsgrenze (BG = 0,5 mg/kg) gehen mit halber BG in die Berechnung ein  
 \*\*) eingeschränkt gültig, 4 von 5 Werten kleiner Bestimmungsgrenze (BG = 0,5 mg/kg) gehen mit halber BG in die Berechnung ein

Für Chromgehalte der Graskultur kann derzeit kein OmH berechnet werden, da die Werte der ländlichen Dauerbeobachtungsstationen des LfU 2007 und 2008 überwiegend unter der Bestimmungsgrenze des LfU-Labors (BG-LfU) liegen. Dies trifft auch für die LSW-Referenzstation 8 zu.

Abbildung 10 weist den MP 5 als Standort mit den höchsten Chromgehalten der Graskulturen aus. Die Mittelwerte betragen dort 2007 etwa das 25 fache und 2008 das ca. 60 fache des Mittelwertes des Referenzstandorts, der allerdings im Bereich der Bestimmungsgrenze von ca. 0,5 mg/kg liegt und mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet ist. Die Chromgehalte zeigen mit zunehmender Entfernung zur LSW eine deutlich abnehmende Tendenz, die Emissionswirkungen bleiben jedoch an allen Messpunkten in unterschiedlicher Ausprägung erkennbar.

Futtermittelgrenzwerte und Werte zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere nach VDI für Chrom gibt es nicht. Die hohen Chromwerte können deshalb nicht bezüglich Nutzung von Futtermitteln in unmittelbarer Umgebung der LSW bewertet werden.

Die mittleren Chrom-Gehalte der Graskulturen in Siedlungsnähe werden wie folgt betrachtet:

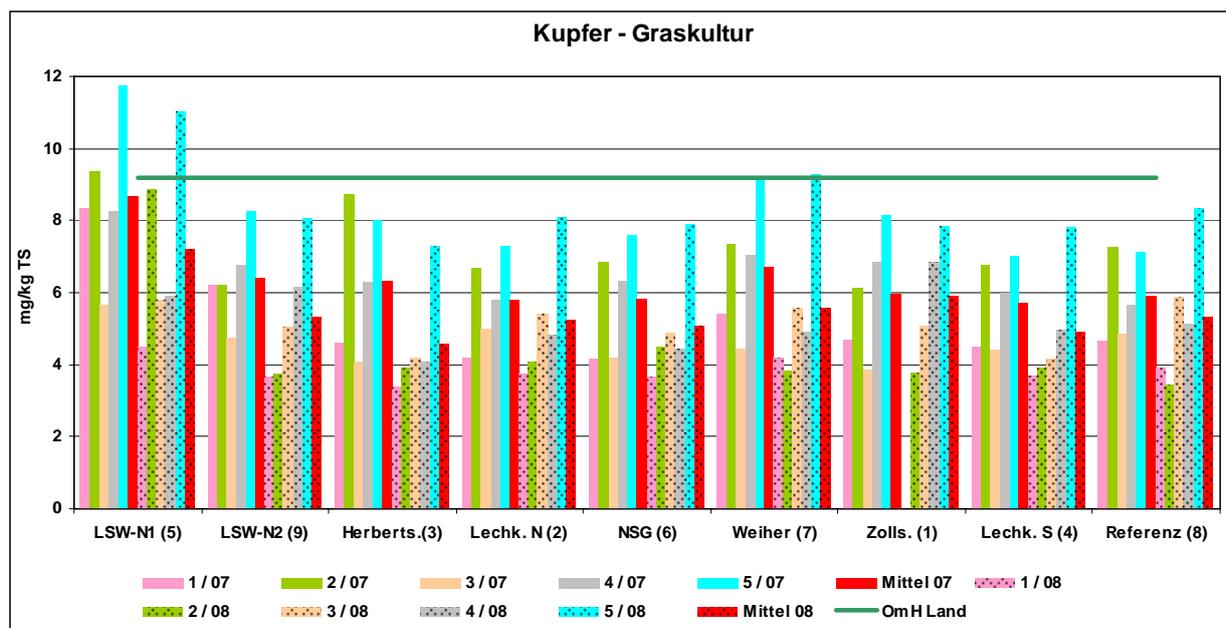
Es wird angenommen, dass pflanzliche Nahrungsmittel Chromgehalte aufweisen, die den in Graskulturen gemessenen Werten vergleichbar sind. Für die folgende Abschätzung wird von einem Chromgehalt von 2 mg/kg TS ausgegangen. Dieser Wert entspricht dem in Graskulturen gemessenen höchsten Mittelwert der siedlungsnahen Standorte. Bezogen auf das Frischgewicht (Wassergehalt 80%) ergibt sich ein Chromgehalt von 0,4 mg/kg. Bei einem täglichen Verzehr von 250 g ungewaschenem Salat werden somit etwa 0,1 mg Chrom aufgenommen, was beim Erwachsenen (70 kg) einer Körperdosis von ca. 1,4 µg/kg\*d entspricht. Die Grundbelastung durch Chrom resultiert hauptsächlich aus Nahrung und Trinkwasser, für die orale Grundbelastung wird ein Wert von 2,9 µg/kg\*d angegeben (*U. Ewers: Bewertung der Chrom- und Nickel-Immissionen im Umfeld des Edelstahlwerkes der ThyssenKrupp Nirosta GmbH in Krefeld aus umweltmedizinisch-toxikologischer Sicht – Gutachterliche Stellungnahme. Gelsenkirchen, 16.10.2003, <http://www.nirosta.de/fileadmin/media/news/pdf/GutachtendesHygiene-Institut.pdf>*). Damit ergibt sich im vorliegenden Fall eine Chrom-Gesamtbelastung von ca. 4,3 µg/kg\*d.

Bei der Bewertung ist zu unterscheiden zwischen dem wenig toxischen und essentiellen dreiwertigen Chrom (Cr(III)) und dem wesentlich toxischeren sechswertigen Chrom (Cr(VI)). Für Cr(III) gibt die US-EPA eine tolerable tägliche Aufnahme (*Reference Dose*) von 1 500 µg/kg Körpergewicht an, die im vorliegenden Fall deutlich unterschritten wird. Für die orale Aufnahme von Cr(VI) werden tolerierbare Dosen von 3–5 µg/kg\*d angegeben (*Hassauer, M.; Kalberlah, F.: Ergänzendes Kurzgutachten: Altlasten MuttENZ – Toxikologische Beurteilungswerte für Bor, Chrom, Methyl-naphthalin. Freiburg, 01.11.2007, [http://www.muttENZ.ch/dl.php/de/47502bdd730d2/Tox\\_bewertung\\_Suppl\\_3stoffe-FoBiG011107.pdf](http://www.muttENZ.ch/dl.php/de/47502bdd730d2/Tox_bewertung_Suppl_3stoffe-FoBiG011107.pdf)*). Nimmt man an, dass der Anteil von Cr(VI) in Chrom-Emissionen aus Edelstahlwerken 4% beträgt (Informationsveranstaltung des Staatlichen Umweltamtes Krefeld und der ThyssenKrupp Nirosta in Krefeld, 06.09.2006), so würde im vorliegenden Fall der Verzehr pflanzlicher Nahrung zu einer Cr(VI)-Zusatzbelastung von ca. 0,06 µg/kg führen. Da auch die Chrom-Grundbelastung zum weitaus überwiegenden Teil aus Cr(III) besteht, ist eine Überschreitung der für Cr(VI) angegebenen tolerierbaren Dosen nicht zu erwarten. Allerdings berücksichtigen die Dosisempfehlungen nicht eine mögliche Kanzerogenität von Cr(VI). Ein aktueller Langzeittierversuch belegt die Krebs erzeugende Wirkung von oral aufgenommenem Cr(VI) (*M.D. Stout et al.: Hexavalent chromium is carcinogenic to F344/N rats and B6C3F1 mice after chronic oral exposure. Environ. Health Perspectives 117, S. 716-722, 2009*). Quantitative Angaben zum Krebsrisiko liegen nicht vor, so dass eine verlässliche Risikoabschätzung nicht möglich ist. Hinweise auf ein erhöhtes Auftreten von Tumoren ergaben sich im Tierversuch bei einer Dosis von 1,4 mg Cr(VI)/kg, die mehr als 23 000fach höher liegt als die im vorliegenden Fall abgeschätzte Zusatzbelastung (0,06 µg Cr(VI)/kg). Dies deutet darauf hin, dass das mit der Zusatzbelastung verbundene Krebsrisiko gering ist. Es reduziert sich weiter, wenn

man berücksichtigt, dass der Anteil an Chrom VI in den vom LfU 2007 untersuchten Filterstäuben von Filter 3 und Filter 4 der LSW weniger als 1% des Gesamtchroms betrug. Grundsätzlich ist aber darauf hinzuwirken, dass der Eintrag von Cr(VI) in die Umwelt minimiert wird.

### 5.1.4.7 Kupfer

Abbildung 11: Kupfer-Gehalte der Graskultur



#### Mittlere Kupfergehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

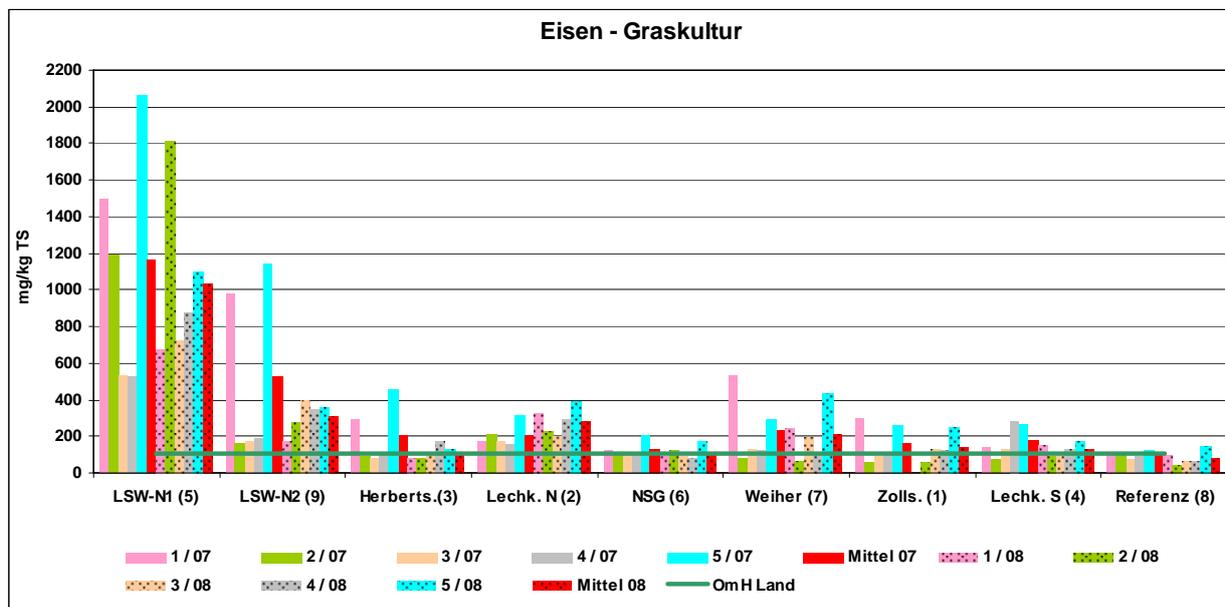
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 8,7        | 6,4        | 6,3           | 5,8          | 5,8     | 6,7        | 5,9        | 5,7          | 5,9          |
| 2008 | 7,2        | 5,3        | 4,6           | 5,2          | 5,1     | 5,6        | 5,9        | 4,9          | 5,3          |

Am LSW nächsten Standort MP 5 sind die Kupfergehalte der Graskulturen im Mittel etwas höher als an den anderen Standorten. Aber nur in der jeweils 5. Serie beider Jahre wird der OmH geringfügig überschritten. Signifikante Veränderungen von 2007 nach 2008 sind wegen der stark unterschiedlichen Einzelerisenergebnisse nicht nachweisbar.

Eine schädliche Anreicherung von Kupfer über den Luftpfad in Nutzpflanzen und natürliche Vegetation in der Umgebung der LSW ist damit nicht nachgewiesen.

### 5.1.4.8 Eisen

Abbildung 12: Eisen-Gehalte der Graskultur



#### Mittlere Eisengehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

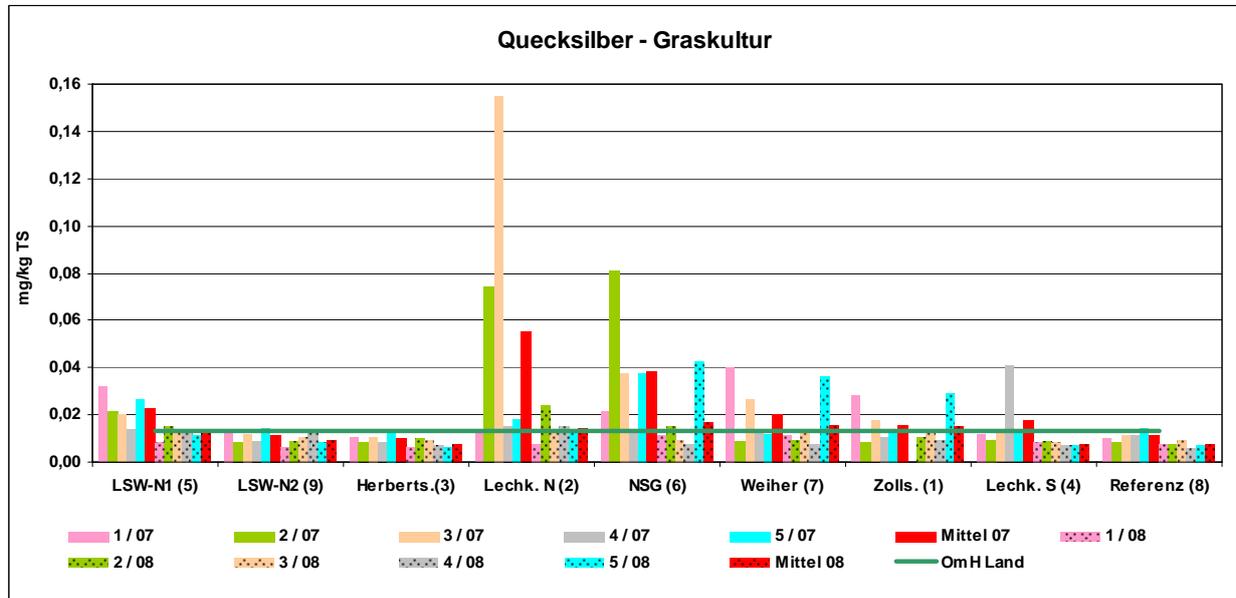
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 1163       | 528        | 205           | 202          | 129     | 233        | 163        | 177          | 100          |
| 2008 | 1035       | 308        | 116           | 286          | 110     | 208        | 139        | 126          | 83           |

Die Eisengehalte der Graskulturen sind im Mittel am LSW nächsten Standort MP 5 am höchsten und nähern sich entfernungsabhängig dem normalen Hintergrundniveau an. Signifikante Veränderungen von 2007 nach 2008 sind nicht nachweisbar.

Nachteilige Wirkungen sind für Eisenanreicherungen in der Vegetation in dieser Größenordnung nicht bekannt.

### 5.1.4.9 Quecksilber

Abbildung 13: Quecksilber-Gehalte der Graskultur



Mittlere Quecksilbergehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,023      | 0,011      | 0,010         | 0,055        | 0,038   | 0,020      | 0,016      | 0,018        | 0,011        |
| 2008 | 0,012      | 0,009      | 0,008         | 0,014        | 0,017   | 0,016      | 0,015      | 0,008        | 0,007        |

Die Messwerte am den LSW nächstgelegenen MP 5 zeigen keine auffälligen Einzelereignisse wie z.B. bei Eisen oder Chrom, die Jahresmittelwerte liegen zudem niedriger als an anderen Messpunkten. Die höchsten Mittelwerte weisen jeweils 2007 MP 2 und MP 6 auf. Diese resultieren vor allem aus auffällig hohen Einzelwerten in den Serien 2 und 3. Die dort festgestellten Belastungen liegen bezogen auf die LSW auf der Haupt- bzw. Sekundär-Windrichtungsachse. Als Verursacher kommen deshalb höher liegende Quellen der LSW in Frage. Die erhöhten Werte der 5. Serie 2008 an MP 6, MP 7 und MP 1 können ebenso durch LSW-Emissionen verursacht sein, da MP 6 in der Haupt-Windrichtungsachse und die Messpunkte 7 und 1 in der Sekundär-Windrichtung bezogen auf die LSW liegen.

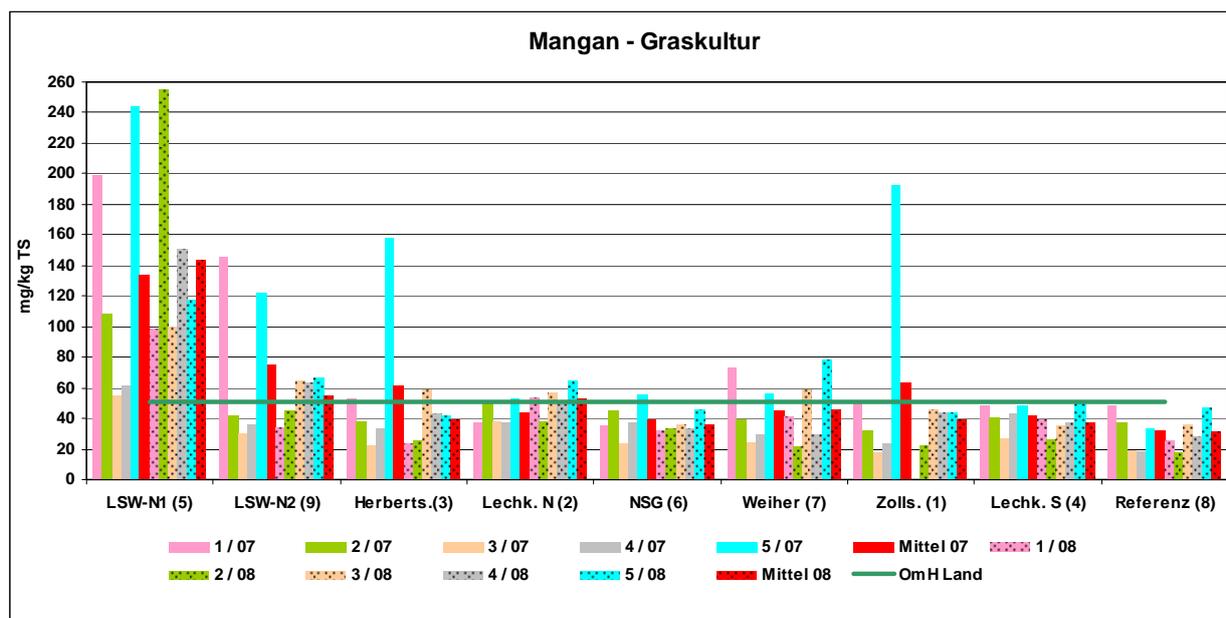
Für die Abnahme der Quecksilbergehalte von 2008 im Vergleich zu 2007 an den MP 2 und MP 6 um 74 % bzw. 55 % könnten die Emissionsminderungsmaßnahmen der LSW (Einbau Filter 4) ursächlich sein, da diese Messpunkte in der Hauptwindrichtung liegen und die Abnahmen dort am höchsten sind. Zudem wurden die 2007 festgestellten Maxima im Jahr 2008 nicht mehr registriert.

Quecksilber ist ein analytisch sehr schwierig zu fassendes Element, das aufgrund seiner Flüchtigkeit in Umweltproben großen witterungsbedingten Schwankungen unterliegt, sodass Messwertunterschiede in diesem Spurenbereich, der nahe der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/kg liegt, vorkommen können. Werte über 0,05 mg/kg sind jedoch selten und Werten, die den Futtermittelgrenzwert von 0,112 mg/kg (bez. auf 100 % Trockensubstanz) erreichen bzw. überschreiten muss nachgegangen werden.

Die **Futtermitteluntersuchungen** durch die TÜV SÜD an MP 2 und MP 6 ergab Quecksilbergehalte im Mais unterhalb der Nachweisgrenze der dabei angewandten Analysenmethode von 0,05 mg/kg bez. auf 88 % Trockenmasse und damit eindeutig unter dem Futtermittelgrenzwert von 0,1 mg/kg für 88 % Trockenmasse.

### 5.1.4.10 Mangan

Abbildung 14: Mangan-Gehalte der Graskultur



Mittlere Mangangehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

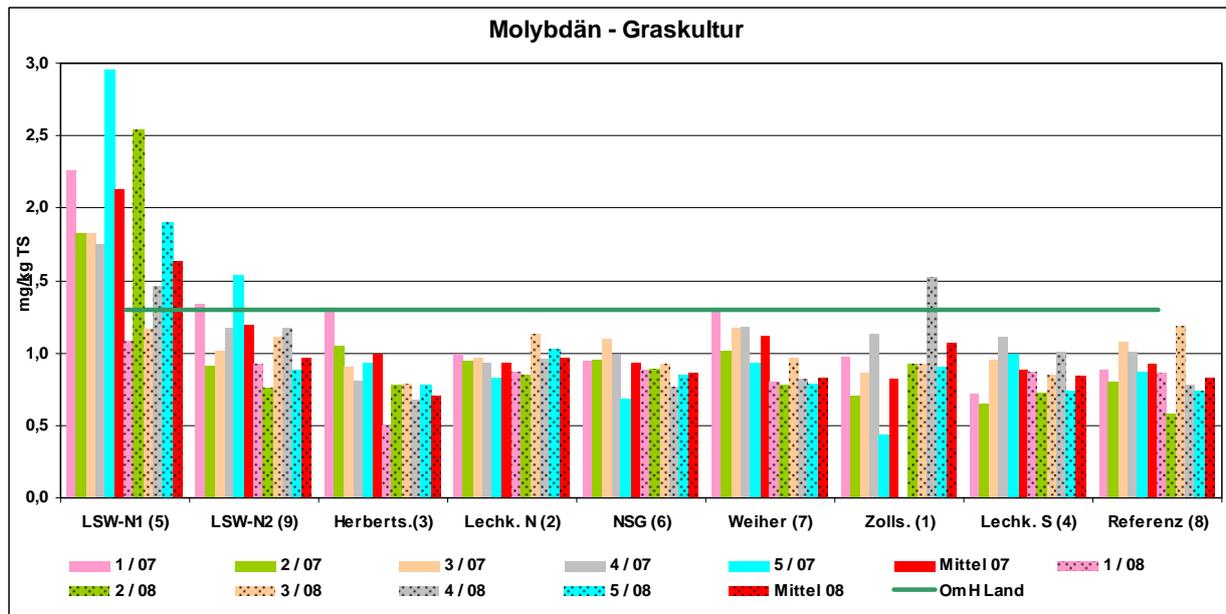
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 134        | 75         | 61            | 44           | 39      | 45         | 63         | 42           | 32           |
| 2008 | 144        | 55         | 39            | 53           | 36      | 46         | 39         | 38           | 31           |

Die Graskulturen am MP 5 haben im Mittel die höchsten Mangan-Gehalte. Die Werte nehmen mit zunehmender Entfernung deutlich ab und liegen bis auf wenige Ausnahmen unter oder im Bereich des OmH. Aufgrund der stark schwankenden Gehalte der Einzelserien, sind die Unterschiede zwischen 2007 und 2008 an keinem Standort als signifikant anzusehen.

Nachteilige Wirkungen durch Mangananreicherungen in der Vegetation in dieser Größenordnung sind nicht bekannt.

### 5.1.4.11 Molybdän

Abbildung 15: Molybdän-Gehalte der Graskultur



Mittlere Molybdängehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 2,13       | 1,20       | 1,00          | 0,93         | 0,94    | 1,12       | 0,82       | 0,89         | 0,93         |
| 2008 | 1,63       | 0,97       | 0,70          | 0,97         | 0,86    | 0,83       | 1,07       | 0,84         | 0,83         |

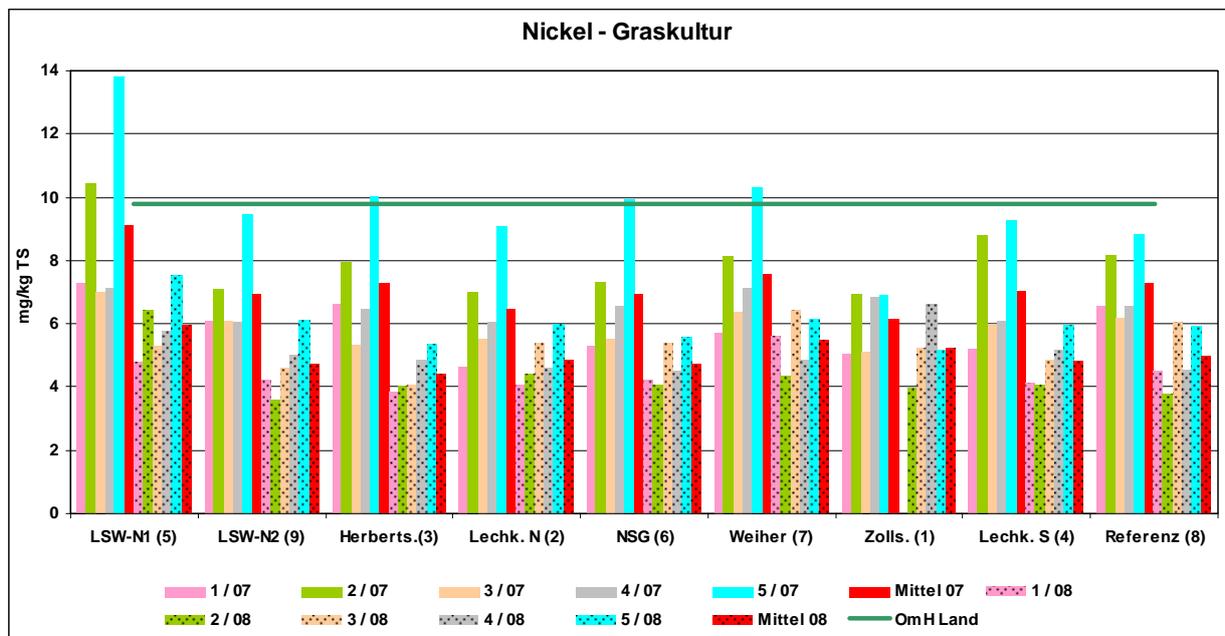
MP 5 zeigt auch bei diesem Element die höchsten Mittelwerte. Außer am MP 5 liegen die Ergebnisse an allen anderen Standorten unter oder im Bereich der OmH. Aufgrund der stark schwankenden Gehalte der Einzelerien sind die Unterschiede zwischen 2007 und 2008 an keinem Standort als signifikant anzusehen.

Am empfindlichsten gegenüber Molybdän sind Wiederkäuer. „Molybdänüberschuss führt beim Wiederkäuer zu einer Vermehrung der Bakterien im Vormagensystem, zur Verkürzung der Passagezeit und letztlich zu Durchfall“ (Maximale Immissions-Werte für Molybdän zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere, VDI 2310, Blatt 37, April 1998). Diese Wirkung kann ab einem Molybdängehalt im Futtermittel von 3,4 mg/kg (berechnet auf 100 % Trockenmasse) eintreten. An MP 5 wurden 2007 im Mittel 2,13 mg/kg und maximal 3,0 mg/kg Molybdän in der Graskultur durch Eintrag über den Luftpfad erreicht. Da eine zusätzliche Molybdänaufnahme über den

Boden nicht auszuschließen ist, sollten Pflanzen, die im Bereich dieses Standortes angebaut und als Futtermittel genutzt werden, auch auf ihren Molybdängehalt untersucht werden.

### 5.1.4.12 Nickel

Abbildung 16: Nickel-Gehalte der Graskultur



#### Mittlere Nickelgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

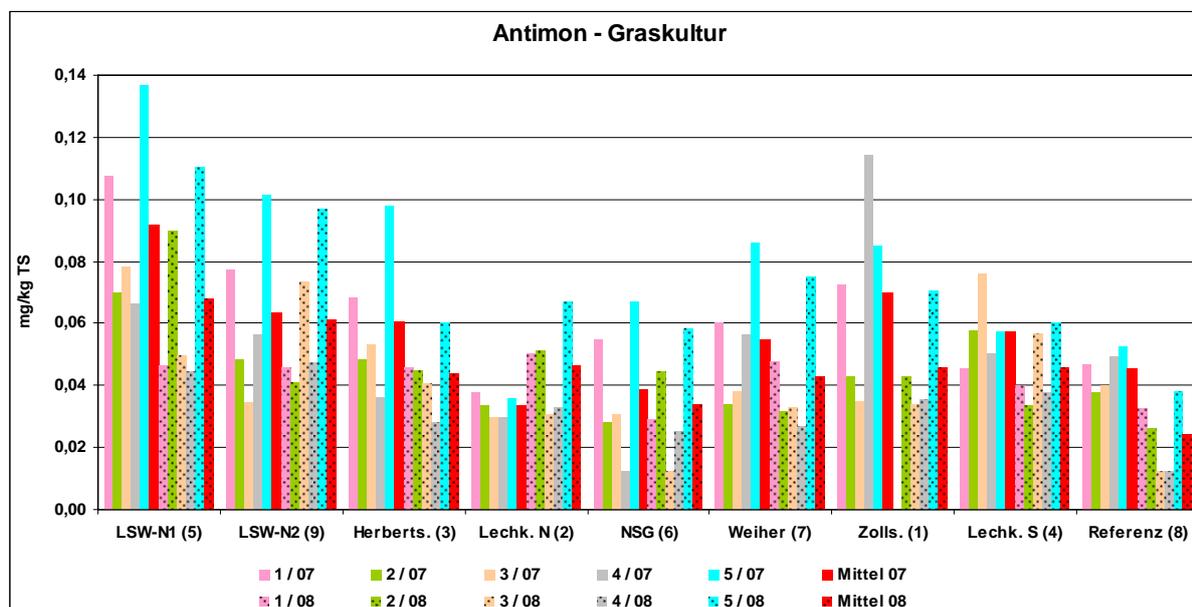
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 9,15       | 6,96       | 7,28          | 6,46         | 6,93    | 7,55       | 6,17       | 7,07         | 7,28         |
| 2008 | 5,96       | 4,71       | 4,42          | 4,89         | 4,75    | 5,48       | 5,24       | 4,83         | 4,94         |

Die mittleren Nickelgehalte der Graskulturen, mit den höchsten Jahresmittelwerten an MP 5, unterscheiden sich zwischen allen Standorten nicht wesentlich. Mit einer Ausnahme (5. Serie 2007 an MP 5) schwanken die Einzelergebnisse bis in den Bereich des OmH.

Der in der VDI Richtlinie 2310, Blatt 10 (Maximale Immissions-Werte für Nickel zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere), genannte Wert von 57 mg/kg (umgerechnet auf 100 % Trockensubstanz) für die Aufnahme von Nickel in Futtermitteln zum Schutz von Rindern wird von allen Messwerten deutlich unterschritten.

### 5.1.4.13 Antimon

Abbildung 18: Antimon-Gehalte der Graskultur



#### Mittlere Antimongehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

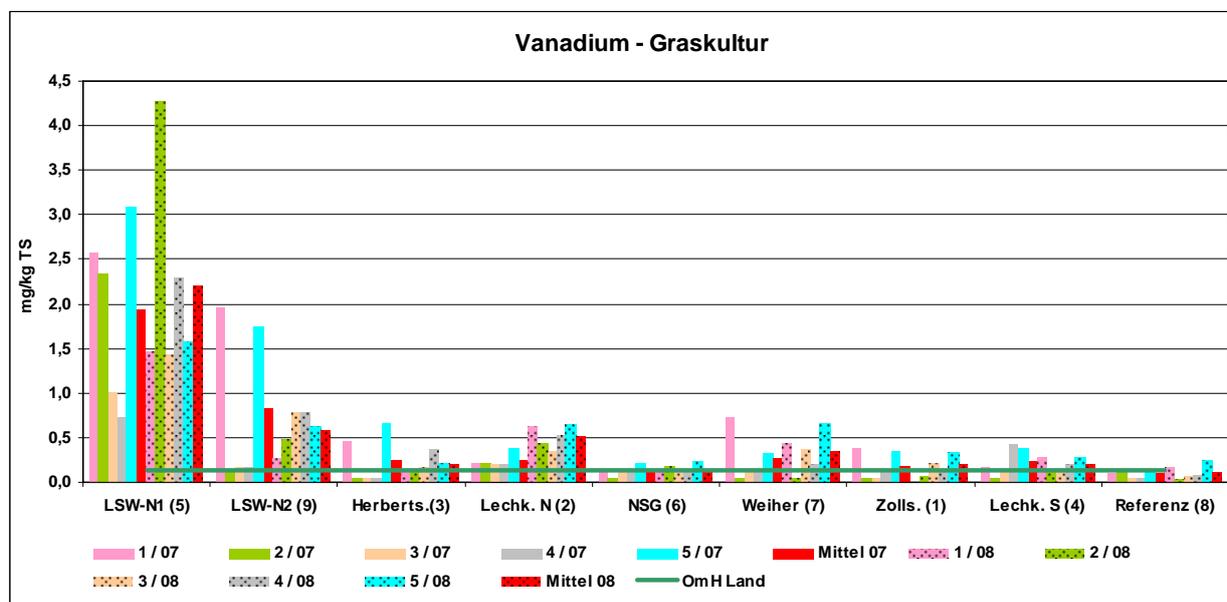
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 0,092      | 0,064      | 0,061         | 0,033        | 0,039   | 0,055      | 0,070      | 0,057        | 0,045        |
| 2008 | 0,068      | 0,061      | 0,044         | 0,046        | 0,034   | 0,043      | 0,046      | 0,046        | 0,024        |

Für den Vergleichszeitraum 2006 – 2008 konnte für Antimon kein OmH berechnet werden, da die Analysergebnisse für die Proben der Dauerbeobachtungsstationen 2008 aufgrund neuer analytischer Bestimmungsgrenzen (BG) des LfU-Labors alle kleiner BG waren. Greift man auf den OmH 2005 – 2007 (0,083 mg/kg) zurück, so ist festzustellen, dass die Antimongehalte der Graskulturen im Bereich dieses OmH liegen. Wegen der hohen Schwankungen von Serie zu Serie kann in der Umgebung um die LSW keine signifikante Veränderung von 2007 nach 2008 nachgewiesen werden.

Schädliche Folgen für die Vegetation oder durch Nutzung von pflanzlichen Futter- und Nahrungsmitteln mit Antimongehalten in der hier gemessenen Größenordnung sind nicht bekannt.

### 5.1.4.14 Vanadium

Abbildung 20: Vanadium-Gehalte der Graskultur



Mittlere Vanadiumgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

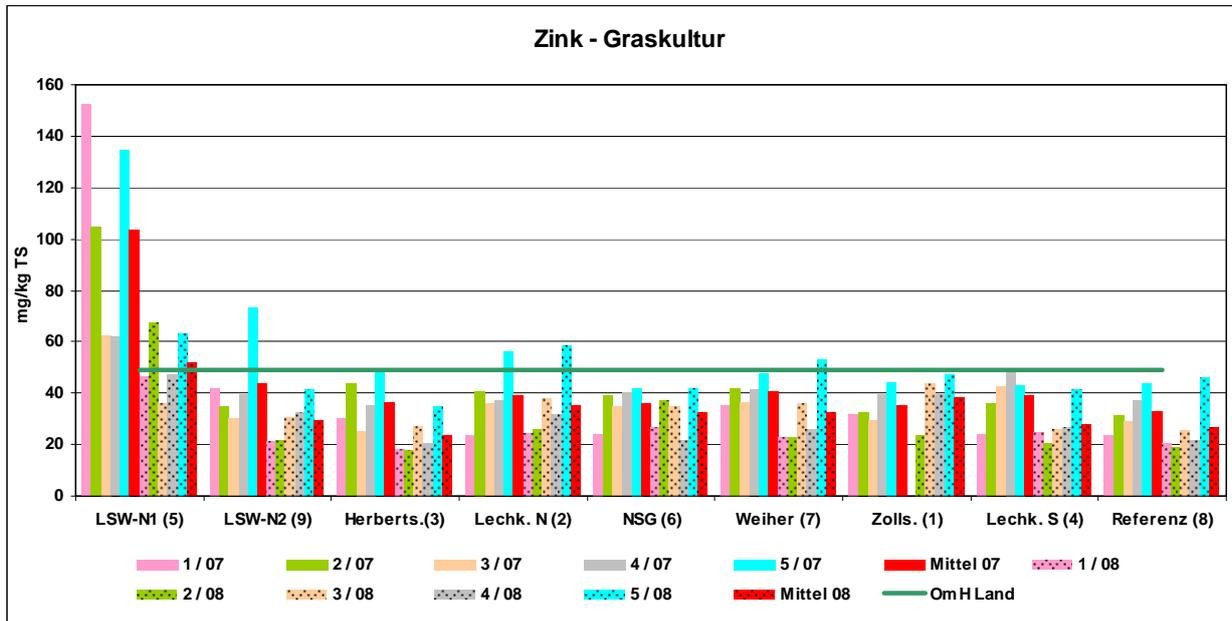
|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 1,95       | 0,83       | 0,26          | 0,24         | 0,12    | 0,27       | 0,19       | 0,23         | 0,10         |
| 2008 | 2,20       | 0,59       | 0,19          | 0,51         | 0,16    | 0,34       | 0,19       | 0,21         | 0,12         |

Auch die Vanadiumanreicherung ist an MP 5 am höchsten und fällt mit zunehmender Entfernung von den LSW stark ab. Der OmH wird, abgesehen von dem am weitesten entfernten MP 6 und dem Referenzpunkt 8, in vielen Serien deutlich überschritten. Wegen der hohen Schwankungen von Serie zu Serie kann in der Umgebung um die LSW keine signifikante Veränderung von 2007 nach 2008 nachgewiesen werden.

Der niedrigste Vorsorgewert zum Schutz von Nutztieren liegt nach Richtlinie VDI 2310, Blatt 34 (Maximale Immissions-Werte für Vanadium zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere), bei 2 mg je kg Futter mit 88 % Trockenmasse für Mastküken, für Schafe wird er mit 10 mg/kg angegeben, das entspricht 2,3 bzw. 11,4 mg /kg bei 100 % Trockenmasse zum Vergleich mit den Graskulturergebnissen. Die Anreicherung von Vanadium über den Luftpfad erreicht an MP 5 im Mittel in beiden Jahren nahezu den Wert von 2,3 mg/kg. An allen anderen Standorten liegen die Ergebnisse deutlich darunter. Die **Futtermittelbeprobung** durch TÜV SÜD, wie in Tabelle 2 beschrieben, ergab durchweg – auch an MP 5 – unbedenkliche Vanadiumgehalte mit Werten kleiner 1 mg/kg bez. auf 88 % Trockenmasse.

### 5.1.4.15 Zink

Abbildung 21: Zink-Gehalte der Graskultur



Mittlere Zinkgehalte der Graskulturen in mg/kg Trockensubstanz

|      | LSW-N1 (5) | LSW-N2 (9) | Herberts. (3) | Lechk. N (2) | NSG (6) | Weiher (7) | Zolls. (1) | Lechk. S (4) | Referenz (8) |
|------|------------|------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2007 | 103,2      | 43,9       | 36,8          | 38,8         | 36,0    | 40,5       | 35,5       | 39,0         | 32,9         |
| 2008 | 51,9       | 29,5       | 23,8          | 35,6         | 32,4    | 32,4       | 38,6       | 27,7         | 26,5         |

Die mittlere Zink-Anreicherung in den Graskulturen war 2007 an MP 5 mit 103 mg/kg gut zwei bis drei Mal so hoch, wie an allen anderen Standorten, deren Ergebnisse fast durchweg unter oder im Bereich der OmH lagen. 2008 werden die Zinkgehalte an MP 5 nur noch in 2 Serien unwesentlich überschritten.

Die Einzelwerte und die durchschnittlich höchste Zink-Anreicherung der Graskulturen über den Luftpfad an MP 5 mit ca. 100 mg/kg liegen deutlich unter dem niedrigsten Futtermittelwert zum Schutz für Nutztiere von 300 mg/kg bez. auf 88 % Trockenmasse, umgerechnet auf 100 % Trockenmasse der Graskultur sind das 340 mg/kg, für Schafe und dem Schutzwert für Rinder von 500 mg/kg bez. auf 88 % Trockenmasse, umgerechnet auf 100 % Trockenmasse der Graskultur sind das 570 mg/kg (VDI 2310, Blatt 31, Maximale Immissions-Werte für Zink zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere).

Die **Futtermittelbeprobung** durch TÜV SÜD wie in Tabelle 2 beschrieben ergab durchweg unbedenkliche Zink-Gehalte (vgl. Tabelle 6).

**Tabelle 6: Zink-Gehalte in mg/kg bezogen auf 88 % Trockenmasse**

| BM 2 - Wiese | BM 52 - Mais | BM 5 - Mais | BM 59 - Mais | BM 6 - Mais | BM 7 - Wiese |
|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 49           | 26           | 53          | 22           | 27          | 10           |

### **5.1.5. Zusammenfassung Biomonitoring**

#### **Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane – PCDD/F**

Während der Zeit landesweit geringer PCDD/F-Immissionen von Mai bis August waren in Hauptwindrichtung an den Messpunkten 5, 2 und 6 PCDD/F-Anreicherungen nachweisbar, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf LSW-Emissionen zurückzuführen sind. Während der restlichen Beobachtungszeit wurden vereinzelt höhere Werte festgestellt, die aber aufgrund des allgemeinen Anstiegs der PCDD/F-Immissionen im Herbst nicht den LSW als alleinige Quelle zuordenbar sind. Insgesamt lagen die Werte unter oder maximal in der Größenordnung, die auch durch Hausbrand und andere diffuse siedlungsbedingte Quellen erreicht werden kann. Die Ergebnisse der Futtermittelbeprobungen lagen deutlich unter dem Futtermittelgrenzwert. Im Sinne einer vorsorgenden Minimierung von persistenten organischen Schadstoffen wie die der PCDD/F sollte eine Emissionsverringering angestrebt werden.

#### **Polychlorierte Biphenyle – PCB**

Anreicherungen der dioxinähnlichen PCB (dl-PCB) in den Bioindikatoren an MP 5 lagen zwar über dem Aktionsgrenzwert der Futtermittelverordnung, überschritten aber kaum die bekannten Anreicherungen städtischer Bereiche. In Einzelfällen erreichten auch die Anreicherungen an MP 2, 6, 7 und 4 den Aktionsgrenzwert bzw. überschritten diesen geringfügig. Die Futtermittelbeprobungen ergaben keine Überschreitungen des Aktionsgrenzwerts. An MP 6, ca. 1,5 km östlich der LSW im Naturschutzgebiet, wurde dieser jedoch im Grünlandaufwuchs zu 85 % ausgeschöpft. Angesichts des Minimierungsgebotes bei persistenten organischen Verbindungen sollten Maßnahmen zur Verringerung der PCB-Emissionen angestrebt werden.

#### **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK**

Die Ergebnisse an MP 5 zeigen im Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Standorte, dass PAK-Emissionen von den LSW ausgehen, die dort zeitweise zu erkennbar höheren Anreiche-

rungen als an den anderen Standorten in den Bioindikatoren führen können. Insgesamt lagen die PAK-Gehalte jedoch nicht über dem für Bayern bekannten Maximalbereich des ländlichen Bereichs.

## **Metalle**

Die Ergebnisse der untersuchten Metalle können hinsichtlich ihrer Anreicherung in der standardisierten Graskultur in folgende Gruppen zusammengefasst werden:

1. **Cobalt:** Die Werte aller Messpunkte streuten im Bereich des Referenzpunktes 8 und lagen unter dem OmH (eine Ausnahme an MP 1). Nachteilige Auswirkungen durch Anreicherung in Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation in der hier gemessenen Größenordnung sind nicht anzunehmen.
2. **Arsen, Barium, Cadmium, Kupfer, Nickel, Antimon:** Die Elementgehalte waren an MP 5, 250 m nördlich der LSW-Werkshalle (geschätzter Mittelpunkt) im Mittel etwas höher als an allen anderen Standorten, lagen aber überwiegend nicht oder nur unwesentlich über dem OmH. Einzelne, meist geringfügige, Überschreitungen des OmH an allen anderen Standorten können LSW-Emissionen nicht kausal zugeordnet werden. Nachteilige Auswirkungen durch Anreicherung in Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation in den hier gemessenen Größenordnungen sind nicht anzunehmen.
3. **Mangan:** Die Elementgehalte waren in beiden Untersuchungsjahren an MP 5, 250 m nördlich der LSW-Werkshalle (geschätzter Mittelpunkt) im Mittel gut doppelt so hoch als an allen anderen Standorten, Einzelmesswerte überschritten den OmH um das 2fache bis 5fache. Vier wesentliche Überschreitungen des OmH 2007 an MP 9, MP 3 und MP 1 dürften auf LSW-Emissionen zurückgehen. 2008 waren solche Ereignisse nicht mehr zu beobachten. Nachteilige Auswirkungen durch Anreicherung in Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation in der hier gemessenen Größenordnung sind nicht anzunehmen.
4. **Zink:** Der mittlere Zinkgehalt war 2007 an MP 5 gut doppelt so hoch als an allen anderen Standorten, drei Einzelmesswerte überschritten den OmH wesentlich. Die Werte an MP 5 2008 und die Werte beider Jahre aller anderen Standorte lagen nicht oder nur unwesentlich über dem OmH. Nachteilige Auswirkungen durch Anreicherung in Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation in der hier gemessenen Größenordnung sind nicht anzunehmen.
5. **Molybdän:** Die Mo-Anreicherung verhält sich ähnlich der von Zink, jedoch mit einem geringeren Rückgang an MP 5 im Jahr 2008. Da an MP 5 bis zu 3 mg/kg in der Graskultur erreicht werden und nach VDI 2310, Bl.37, 3,4 mg/kg (bei 100 % Trockenmasse) als Orientierungswert zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere genannt werden, sollten zukünftige Futtermitteluntersuchungen Molybdän mit einschließen.

6. **Aluminium, Eisen:** Einzelwerte der Graskultur-Gehalte lagen an MP 5 bis zu 20fach über dem dazugehörigen OmH. OmH-Überschreitungen von Al-Gehalten über den Bereich des Referenzstandortes 8 hinaus, lagen nur an MP 9 und MP 7 vor, von Fe-Gehalten an allen Standorten, wobei MP 9, MP 2 und MP 7 besonders auffielen. Verbesserungen von 2007 nach 2008 sind nicht signifikant. Nachteilige Auswirkungen bei Anreicherung in Nutzpflanzen und natürlicher Vegetation in der hier vorliegenden Größenordnung sind nicht bekannt.
7. **Chrom, Vanadium:** Beide Elemente zeigen eine zeitliche und geographische Verteilung der Spitzen- und Mittelwerte wie Aluminium und Eisen, jedoch mit noch höheren Überschreitungen des OmH an MP 5 bis zum ca. 30fachen bei Vanadium in der 2. Serie 2008 und mehrfachen Überschreitungen an allen Standorten auf niedrigerem Niveau. Die Chrom Mittelwerte betragen an MP 5 2007 etwa das 25fache und 2008 das ca. 60fache des bayernweiten Hintergrundbereichs von ca. 0,5 mg/kg, der an der Bestimmungsgrenze liegt. Die Chromgehalte nehmen zwar mit zunehmender Entfernung zur LSW ab, die Emissionswirkungen bleiben jedoch an allen Messpunkten in unterschiedlicher Ausprägung deutlich erkennbar. Signifikante Veränderungen der Anreicherungen von 2007 nach 2008 sind nicht nachweisbar. Die Richtwerte für **Vanadium** zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere nach Richtlinie VDI 2310, Blatt 34, werden in den Graskulturen und den untersuchten Futtermitteln nicht erreicht. Da es für **Chrom** weder Futtermittelgrenzwerte noch VDI-Richtwerte zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere gibt, wurden für die siedlungsnahen Standorte Dosis-Wirkungs-Berechnungen für den Verzehr dort angebaute pflanzlicher Nahrung (Salat, Gemüse) auf Basis der mittleren Chrom-Anreicherungen in den Graskulturen angestellt. Diese Abschätzungen ergeben kein gesundheitliches Risiko. Trotzdem sollten angesichts der erhöhten Werte an MP 5 die Emissionen an Chrom deutlich reduziert werden.

## 5.2 Ergebnisse der Messungen des Staubniederschlages

Die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen sind in der folgenden Auswertung für jede Komponente in jeweils zwei Diagrammen gegenübergestellt. Das erste Diagramm zeigt jeweils die Kurzzeitmittelwerte der Messergebnisse an den jeweiligen Messpunkten in den einzelnen Expositionszeiträumen (ca. 4 – wöchig bzw. ca. 8-wöchig über die Jahreswechsel hinweg). Das zweite Diagramm zeigt die Langzeitmittelwerte an den jeweiligen Messpunkten. Die Langzeitmittelwerte wurden getrennt für zwei Zeiträume ausgewertet:

- Mittelwerte (MW) über den Zeitraum vom 21.05.07 – 30.10.2007
- Jahresmittelwert (JMW) über den Zeitraum vom 31.10.2007 – 30.10.2008

Damit wird erkennbar, wie sich die Belastungssituation nach der Inbetriebnahme der zusätzlichen Stahlwerksentstaubung (Filter 4, Inbetriebnahme ab Ende Oktober 2007) entwickelte.

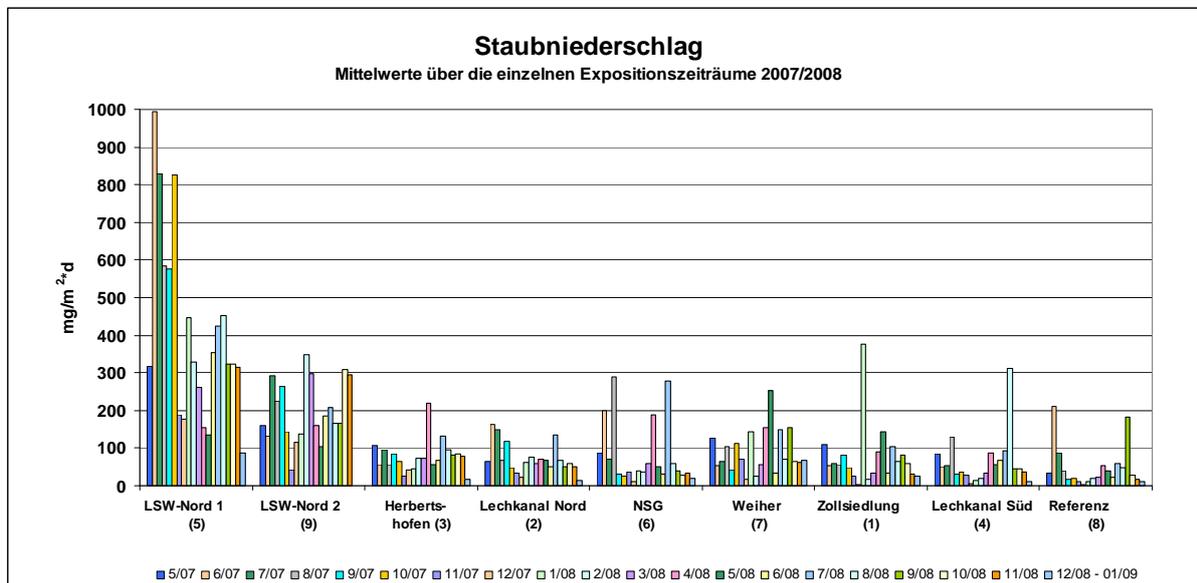
Zur Bewertung der Messergebnisse sind in den Diagrammen die als Jahresmittelwerte angegeben Immissionswerte der TA Luft für Staubniederschlag sowie für die Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium und Nickel eingezeichnet. Als weiterer Bewertungsmaßstab wurden in die Diagramme die im Anhang 2, Ziffer 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) genannten zulässigen jährlichen Frachten (hier für die Stoffe Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink) aufgenommen. Für andere Komponenten sind keine Immissions- oder Beurteilungswerte festgelegt.

Zur vergleichenden Einordnung aller Messwerte wurden in der folgenden Auswertung zudem die Jahresmittelwerte der Staubniederschlagsmessungen aus der bayerischen lufthygienischen Überwachung herangezogen. Hierzu liegen ausgewertete Daten von insgesamt 32 Messpunkten vor, die überwiegend an die Messstationen des Lufthygienischen Überwachungssystems Bayern (LÜB) gekoppelt sind. Die Daten beziehen sich auf das Jahr 2007.

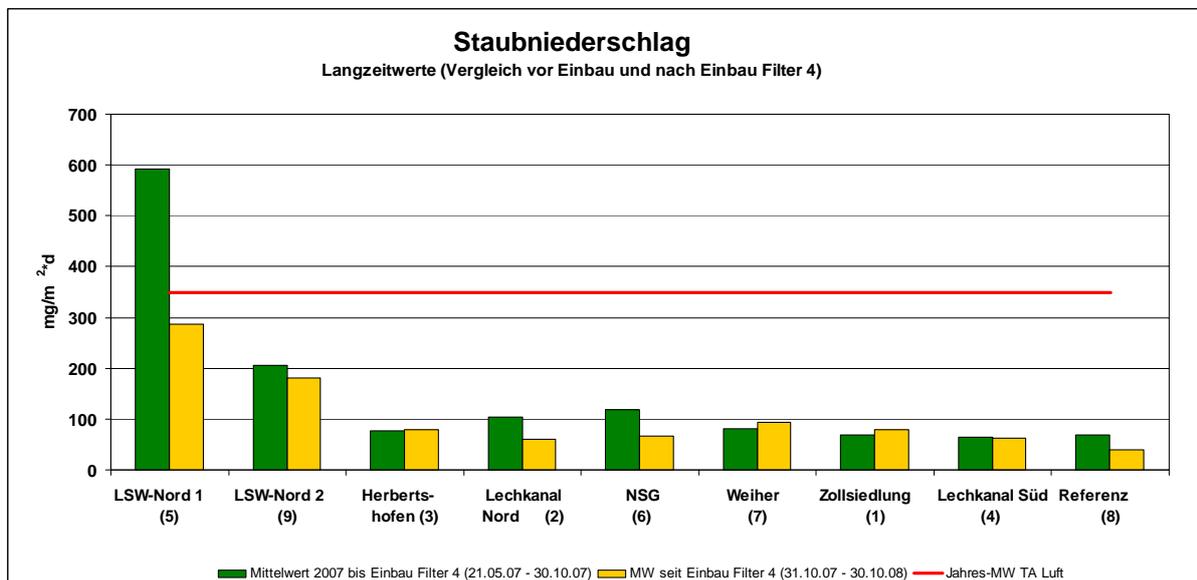
## 5.2.1 Staubniederschlag

Die Ergebnisse der Messungen des Staubniederschlags zeigen die Abbildungen 22 und 23.

**Abbildung 22: Staubniederschlag, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 23: Staubniederschlag, Langzeitmittelwerte**



### Staubniederschlag, Langzeitmittelwerte (mg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiherr | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 592        | 205        | 77            | 103            | 118 | 81      | 68           | 64            | 69       |
| Seit Einbau Filter 4** | 288        | 180        | 80            | 59             | 67  | 93      | 79           | 62            | 39       |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag ist in der TA Luft ein Immissionswert von  $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{xd})$  festgelegt. Die Messwerte lagen nach dem Einbau des Filters 4 auch am höchst belasteten Messpunkt 5 (LSW Nord 1) unterhalb des Immissionswertes der TA Luft (Abbildung 23).

Die Abbildung 23 zeigt, dass sich nach dem Einbau der Filteranlage 4 insbesondere im Norden der LSW (LSW-Nord 1 und LSW- Nord 2, Lechkanal Nord) sowie am Messpunkt im Naturschutzgebiet (NSG) die Belastung mit Staubbiederschlag reduzierte. Auffällig ist die deutliche Abnahme der Belastung im werksnahen Norden LSW-Nord 1.

Aus Abbildung 22 wird ersichtlich, dass nach dem Einbau der Filteranlage 4 gegen Ende Oktober 2007 der Staubbiederschlag am Messpunkt LSW-Nord 1 nach einer anfänglichen Abnahme im Zeitraum November 2007 bis Ende Januar 2008 (11/07 und 12/07) zunächst wieder anstieg. Als Ursache kommt der Ausfall der Filteranlage 3 (Stahlwerksentstaubung) im Februar 2008 in Frage. Nach einer Periode mit erneut niedrigerer Niederschlagsbelastung von Mitte April 2008 bis Mitte Juni 2008 (4/08 und 5/08) wurden wieder höhere Werte gemessen. Für diesen Anstieg kommen umbaubedingte Staubbiefreisetzen aus dem Stahlwerk in Frage. Die Umbaumaßnahmen waren nach Angaben des Stahlwerksbetreibers zur Verbesserung des Lärmschutzes erforderlich. Die Stahlwerksfronten waren dazu zeitweise geöffnet. Die niedrigsten Werte wurden im zusammenhängenden Expositionszeitraum vom 27.11.08 – 22.01.2009 (12/08-01/09) gemessen. Dieser Expositionszeitraum fällt mit Betriebsstillständen Anfang Januar und konjunkturbedingter reduzierter Produktionsleistung des Stahlwerks zusammen. Der Einfluss des Stahlwerks auf die Staubbiederschlagsbelastung wird auf diese Weise ersichtlich. Hinweis: Wegen einer Verunreinigung mit Vogelkot wurde die Probe 12/08 -01/09 am MP 9 nicht in die Auswertung einbezogen.

#### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Staubbiederschlag lag 2007 an den Stationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) im Bereich zwischen  $21 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{xd})$  und  $180 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Der Messwert von  $39 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{xd})$  am Referenzmesspunkt ist typisch für ländliche Belastungssituationen. Die Messwerte sind an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW- Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen deutlich über den Messwerten der LÜB-Stationen. Die Messwerte an den anderen Messpunkten bewegen sich im Bereich der Messwerte der LÜB-Stationen.

## 5.2.2 Metalle im Staubniederschlag

Hinweis: Wegen einer Verunreinigung mit Vogelkot wurde die Probe 12/08 -01/09 am MP 9 grundsätzlich nicht in die Auswertung einbezogen.

### 5.2.2.1 Aluminium

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Aluminium zeigen die Abbildungen 24 und 25.

Abbildung 24: Deposition von Aluminium, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume

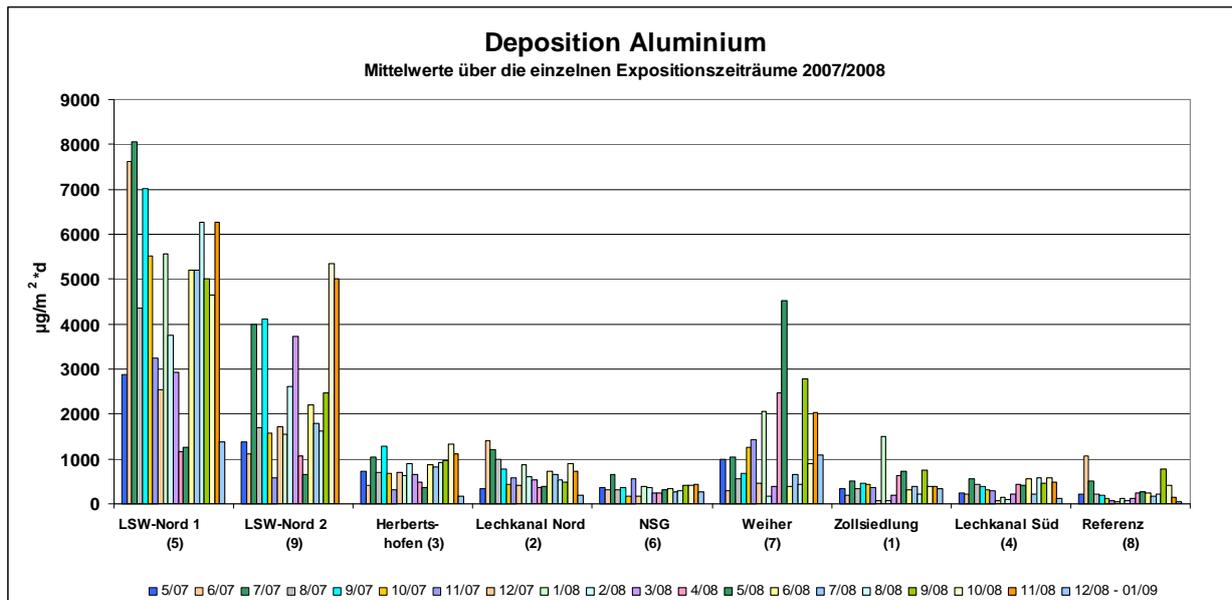
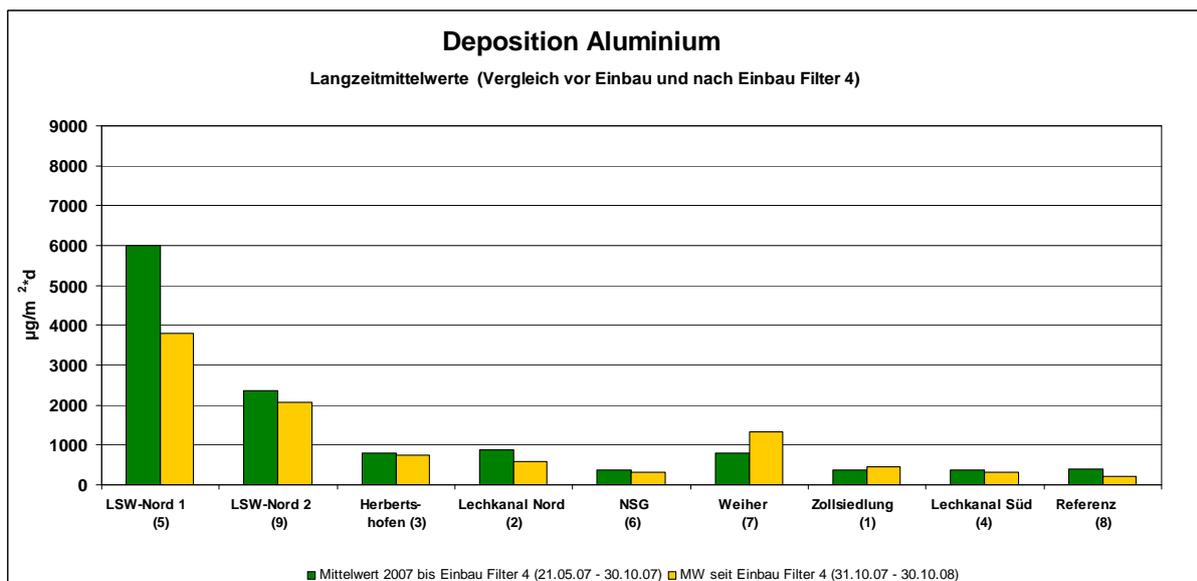


Abbildung 25: Deposition von Aluminium, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume



## Deposition Aluminium, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weither | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 5992       | 2352       | 808           | 876            | 370 | 787     | 385          | 362           | 394      |
| Seit Einbau Filter 4** | 3784       | 2070       | 736           | 572            | 321 | 1318    | 440          | 320           | 214      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für die Deposition von Aluminium gibt es keine Immissions- oder Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Aluminium im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern überwiegend im Bereich zwischen  $200 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  und  $500 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{x d})$ . Der höchste Depositionswert lag bei  $634 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{x d})$  (LÜB-Messstation Bamberg/Löwenbrücke). Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt lagen mit  $394 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  bzw.  $214 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  im Bereich der lufthygienischen Messwerte. An den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 sind die Messwerte vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten.

## 5.2.2.2 Arsen

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Arsen zeigen die Abbildungen 26 und 27.

**Abbildung 26: Deposition von Arsen, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

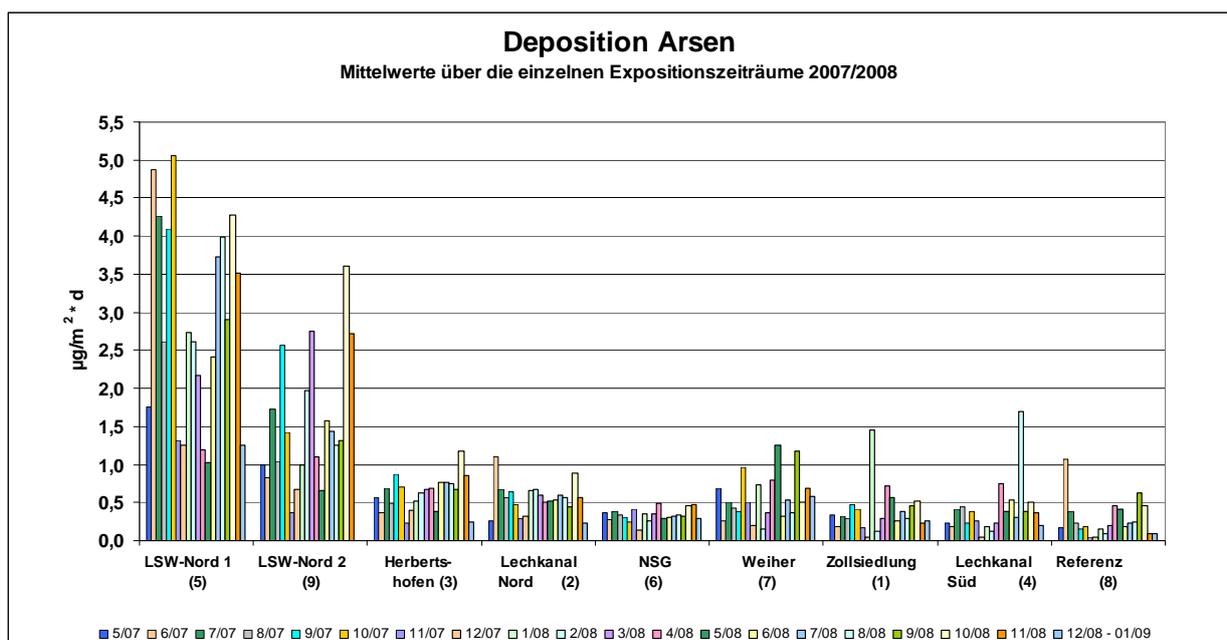
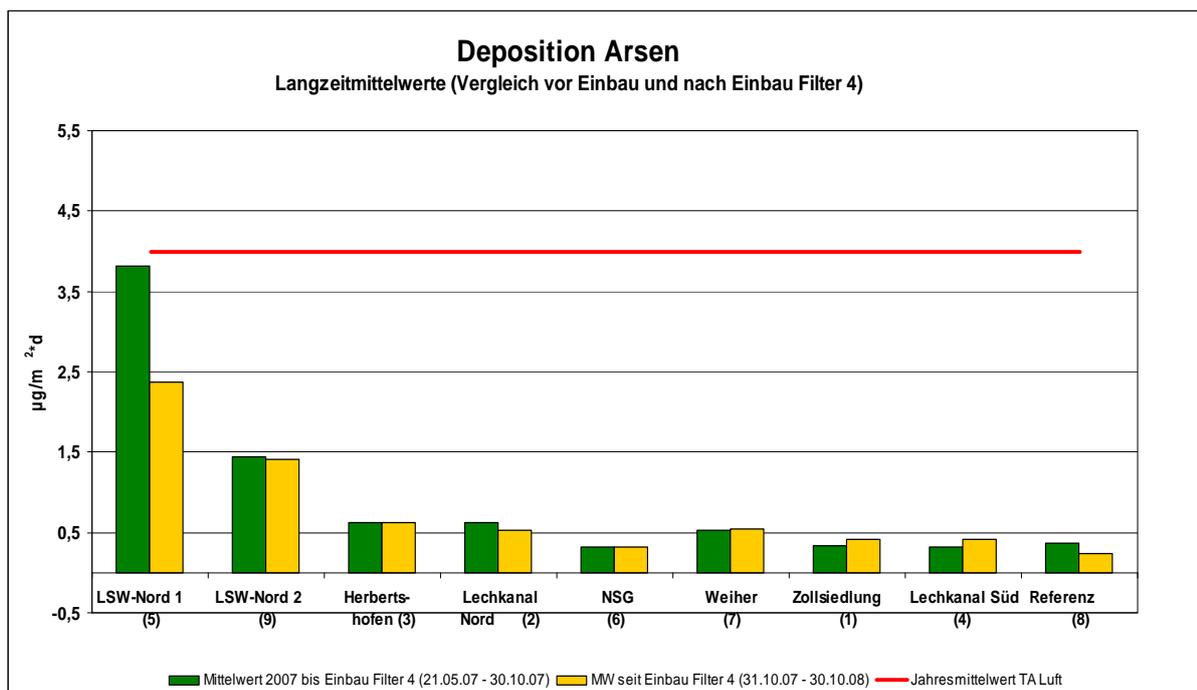


Abbildung 27: Deposition von Arsen, Langzeitmittelwerte



Deposition Arsen, Langzeitmittelwerte (µg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weither | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 3,8        | 1,4        | 0,6           | 0,6            | 0,3 | 0,5     | 0,3          | 0,3           | 0,4      |
| Seit Einbau Filter 4** | 2,4        | 1,4        | 0,6           | 0,5            | 0,3 | 0,5     | 0,4          | 0,4           | 0,2      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittewert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen ist in der TA Luft für Arsen und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Arsen, ein Depositionswert von 4 µg/(m²·d) angegeben. Die Abbildung 27 zeigt, dass die Ergebnisse der Langzeitmessungen an allen Messpunkten unterhalb des Immissionswertes der TA Luft lagen.

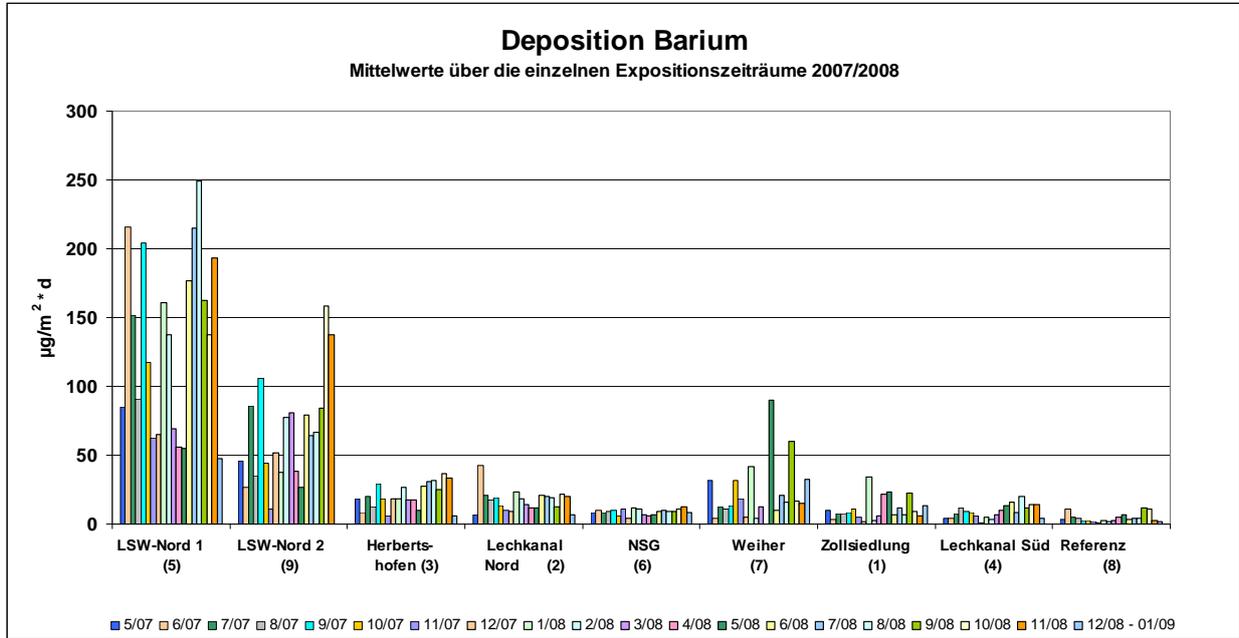
Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Arsen im Staubbiederschlag lag 2007 an den bayerischen LÜB-Messstationen im Bereich zwischen 0,2 µg/(m²·d) und 0,5 µg/(m²·d). Alle Messergebnisse liegen mit Ausnahme der nördlichen Messpunkte im Bereich der lufthygienischen Messwerte.

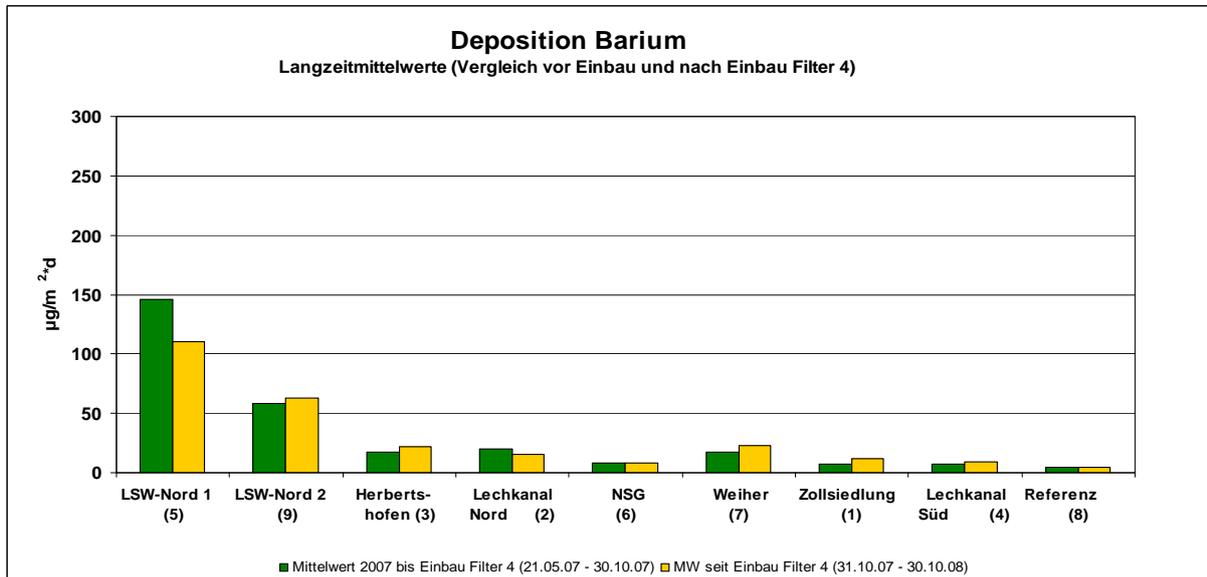
### 5.2.2.3 Barium

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Barium zeigen die Abbildungen 28 und 29.

**Abbildung 28: Deposition von Barium, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 29: Deposition von Barium, Langzeitmittelwerte**



**Deposition Barium, Langzeitmittelwerte (µg/m² \* d)**

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|--------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 146,3      | 58,0       | 17,8          | 20,4           | 8,6 | 17,0   | 7,7          | 7,6           | 4,9      |
| Seit Einbau Filter 4** | 110,2      | 63,4       | 21,9          | 15,5           | 8,4 | 23,0   | 11,7         | 8,9           | 4,3      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Barium gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Barium im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils unter 10  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ . Der höchste Wert wurde an einer stark verkehrsbeeinflussten LÜB-Messstation mit ca. 20  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  ermittelt. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit ca. 4 - 5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  im Bereich der lufthygienischen Messwerte. Die Messwerte sind an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen deutlich über den lufthygienischen Messwerten.

### 5.2.2.4 Blei

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Blei zeigen die Abbildungen 30 und 31.

**Abbildung 30: Deposition von Blei, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

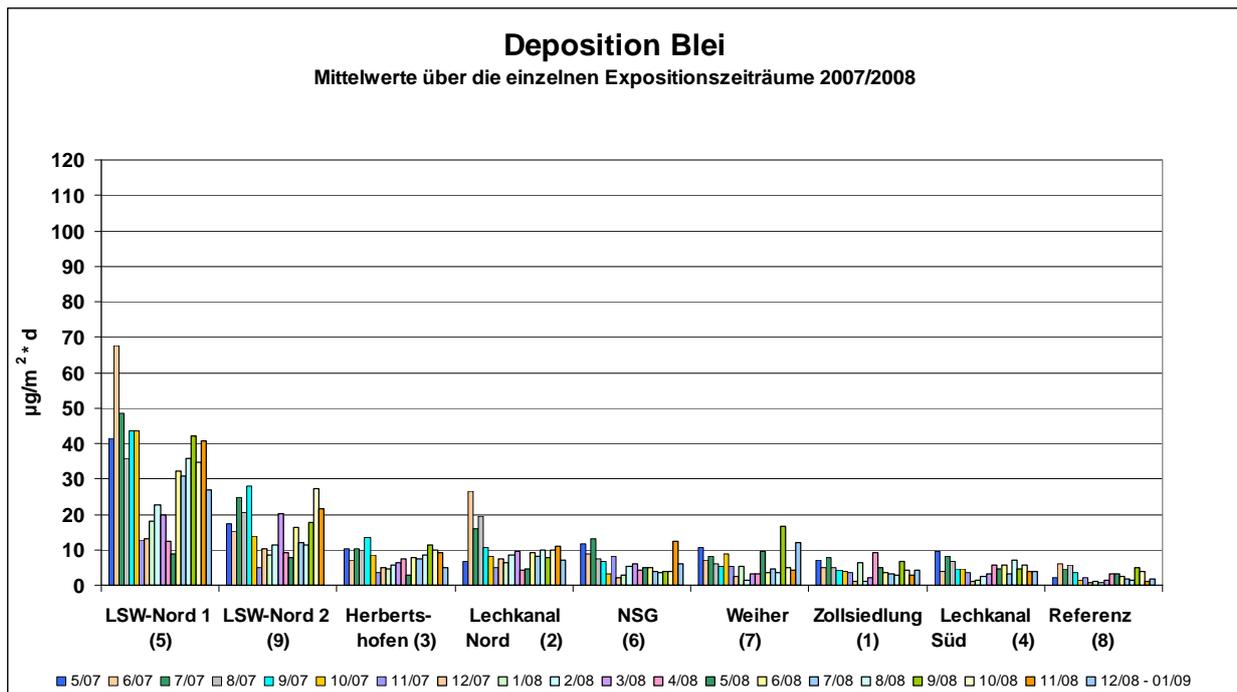
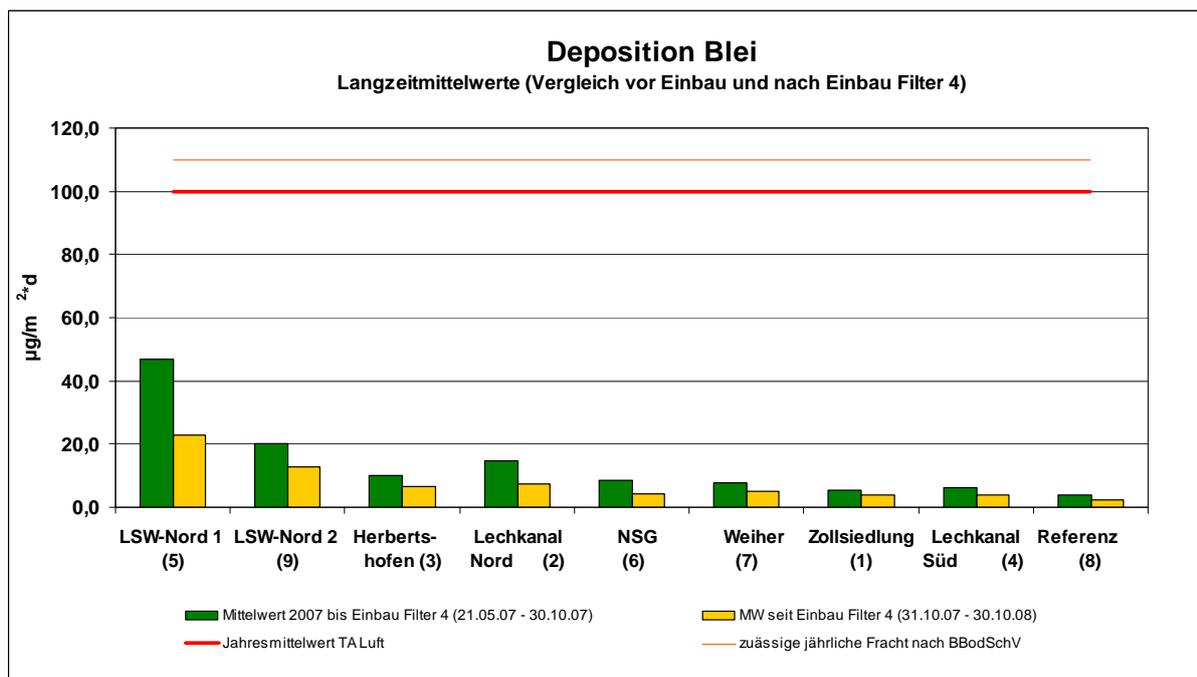


Abbildung 31: Deposition von Blei, Langzeitmittelwerte



**Deposition Blei, Langzeitmittelwerte (µg/m<sup>2</sup>·d)**

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiherr | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 46,9       | 20,1       | 9,9           | 14,8           | 8,5 | 7,6     | 5,5          | 6,2           | 4,0      |
| Seit Einbau Filter 4** | 22,8       | 12,8       | 6,6           | 7,5            | 4,3 | 5,1     | 3,9          | 3,8           | 2,2      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Blei und seinen anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei, ein Depositionswert von 100 µg/(m<sup>2</sup>·d) festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodschV beträgt für Blei 110 µg/(m<sup>2</sup>·d). Die Abbildung 31 zeigt, dass die Ergebnisse der Langzeitmessungen an allen Messpunkten unterhalb des Immissionswertes der TA Luft und unter der zulässigen Fracht der BBodSchV lagen.

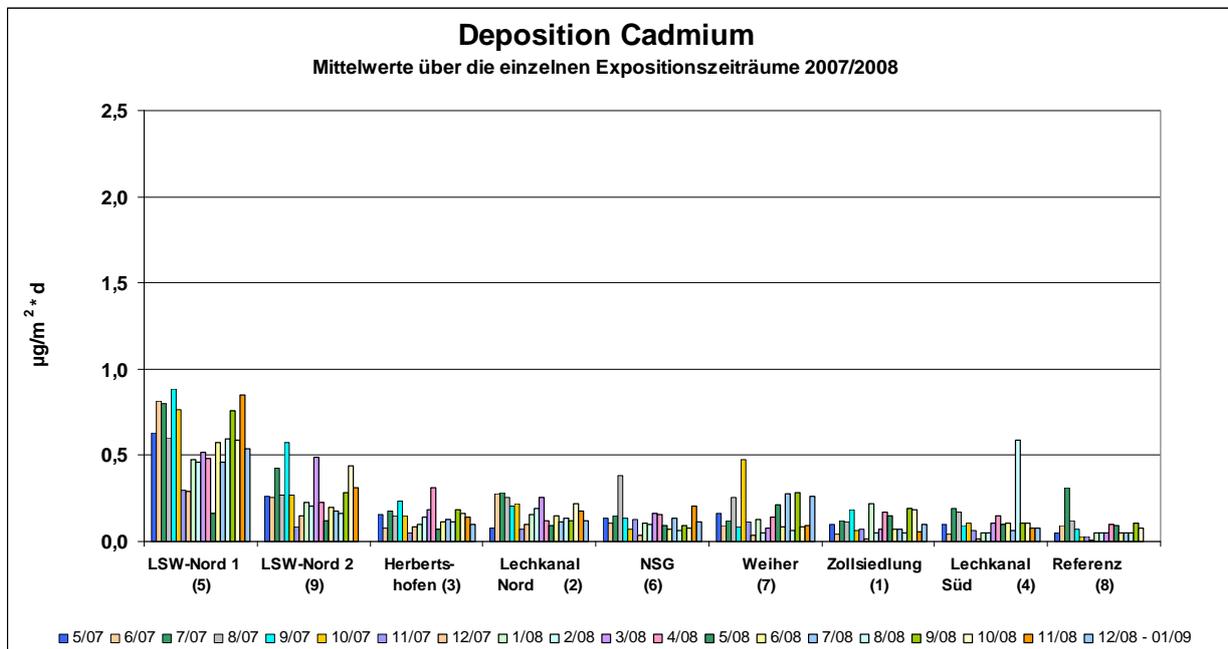
Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Blei im Staubniederschlag lag 2007 in Bayern im Bereich zwischen 2,0 µg/(m<sup>2</sup>·d) und 7,6 µg/(m<sup>2</sup>·d). Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 2,2 bzw. 4 µg/(m<sup>2</sup>·d) im Bereich der lufthygienischen Messwerte. An den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 sind die Messwerte vom Stahlwerk geprägt und liegen deutlich über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte nach dem Einbau der Filteranlage 4 im Bereich der lufthygienischen Messwerte.

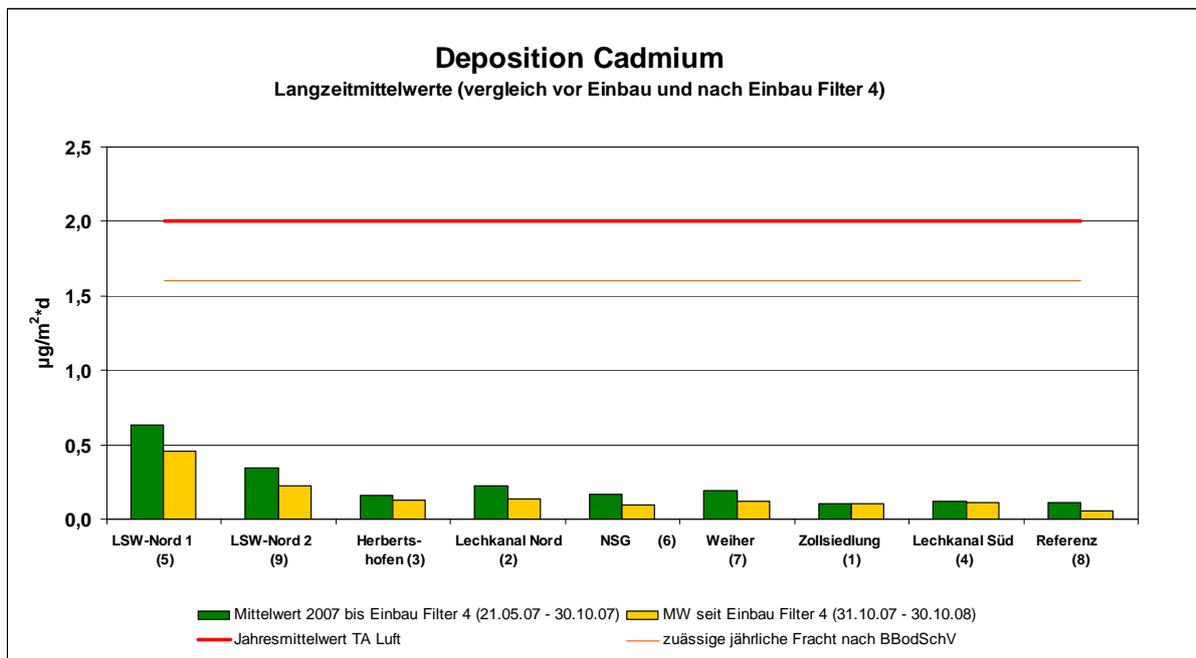
### 5.2.2.5 Cadmium

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Cadmium zeigen die Abbildungen 32 und 33.

**Abbildung 32: Deposition von Cadmium, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 33: Deposition von Cadmium, Langzeitmittelwerte**



### Deposition Cadmium, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG  | Weiherr | Zoll-siedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|------|---------|---------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 0,6        | 0,3        | 0,2           | 0,2            | 0,2  | 0,2     | 0,1           | 0,1           | 0,1      |
| Seit Einbau Filter 4** | 0,46       | 0,22       | 0,13          | 0,14           | 0,09 | 0,12    | 0,10          | 0,12          | 0,05     |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Cadmium und seinen anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium, ein Depositionswert von  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodSchV beträgt für Cadmium  $1,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die Abbildung 33 zeigt, dass die Ergebnisse der Langzeitmessungen an allen Messpunkten unterhalb des Immissionswertes der TA Luft und unter den zulässigen Frachten der BBodSchV lagen.

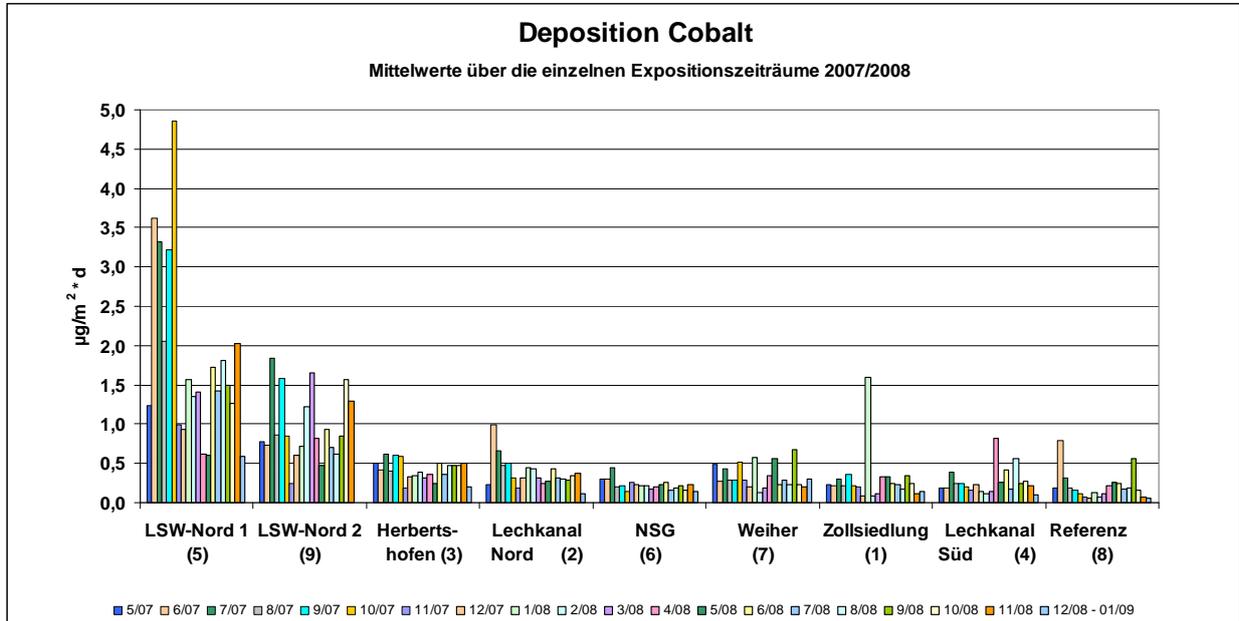
#### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Cadmium im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils im Bereich zwischen  $0,04 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  und  $0,08 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit  $0,05$  bzw.  $0,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  im Bereich der lufthygienischen Messwerte. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen deutlich über den lufthygienischen Messwerten. An den übrigen Messpunkten sind die Messwerte im Vergleich zu den lufthygienischen Messwerten erhöht.

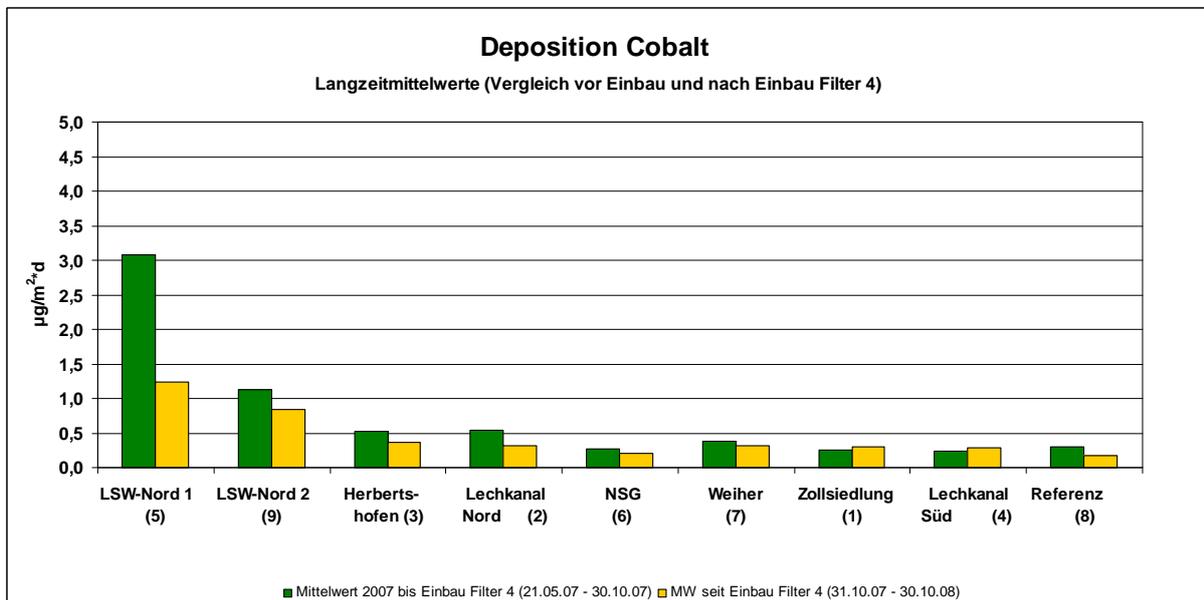
### 5.2.2.6 Cobalt

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Cobalt zeigen die Abbildungen 34 und 35.

**Abbildung 34: Deposition von Cobalt, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 33: Deposition von Cobalt, Langzeitmittelwerte**



## Deposition Cobalt, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weither | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 3,1        | 1,1        | 0,5           | 0,5            | 0,3 | 0,4     | 0,3          | 0,2           | 0,3      |
| Seit Einbau Filter 4** | 1,2        | 0,8        | 0,4           | 0,3            | 0,2 | 0,3     | 0,3          | 0,3           | 0,2      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Cobalt gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Cobalt im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern in einem engen Bereich zwischen  $0,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  und  $0,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit  $0,3$  bzw.  $0,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  im Bereich der lufthygienischen Messwerte. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen deutlich über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte im Bereich der lufthygienischen Messwerte.

## 5.2.2.7 Chrom

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Chrom zeigen die Abbildungen 34 und 35.

**Abbildung 34: Deposition von Chrom, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

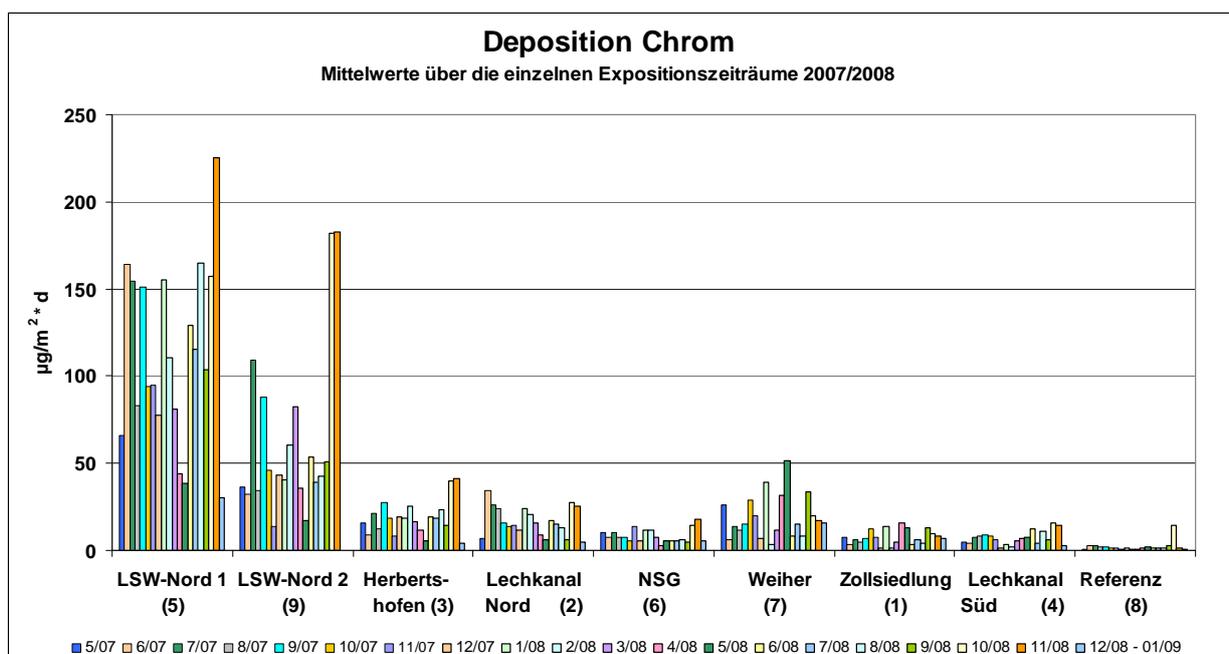
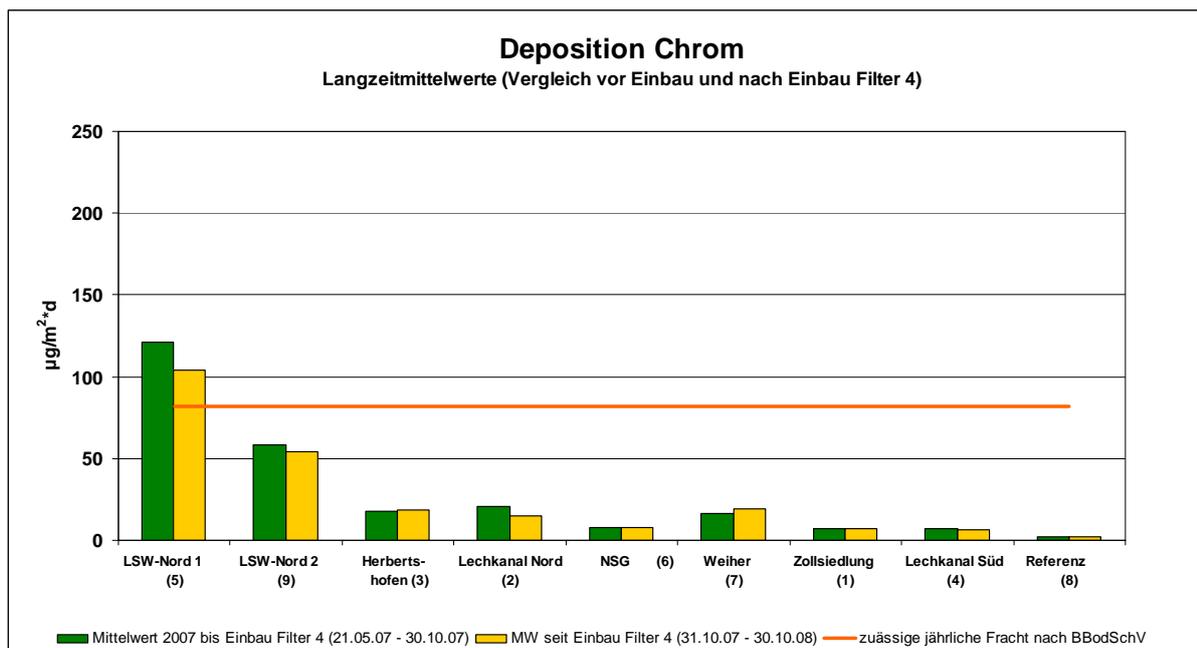


Abbildung 35: Deposition von Chrom, Langzeitmittelwerte



Deposition Chrom, Langzeitmittelwerte (µg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|--------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 121        | 59         | 18            | 20             | 8   | 16     | 7            | 7             | 2        |
| Seit Einbau Filter 4** | 104        | 54         | 18            | 15             | 8   | 20     | 7            | 7             | 2        |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittewert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist kein Immissionswert zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Chrom festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodSchV beträgt für Chrom 82 µg/(m²·d). Die Abbildung 35 zeigt, dass die Ergebnisse der Langzeitmessungen am Messpunkt LSW-Nord 1 über der zulässigen Fracht der BBodSchV lag. An den anderen Messpunkten wurde die zulässige Fracht der BBodSchV unterschritten. Auffällig sind in der Abbildung 34 hohe Chromdepositionswerte insbesondere im November 2008 (11/08) an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2.

Nach § 11 Absatz 3 der BBodSchV bestimmen die im Anhang 2 Nr. 5 festgesetzten Frachten nicht im Sinne des § 3 Abs. 3 Satz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes, welche Zusatzbelastungen durch den Betrieb einer Anlage noch zulässig sind. Aus Sicht des Bodenschutzes ist trotz der deutlichen Überschreitung der Depositionsbelastung durch Chrom im Bereich des Messpunkts 5 nicht zu besorgen, dass die Vorsorgewerte für Böden gem. Anhang 2, Ziffer 4.1 (Vorsorgewerte für Metalle) der BBodSchV überschritten werden. Gleichwohl ist eine Reduzie-

Die Belastung durch Chrom im Staubniederschlag lag 2007 an den meisten bayerischen LÜB-Messstationen unter  $4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Die höchste Belastung wurde an einer verkehrsbelasteten LÜB-Messstation mit  $36,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  gemessen. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in einem niedrigen Bereich. An den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 sind die Messwerte vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den übrigen Messpunkten sind die Messwerte im Vergleich zu den lufthygienischen Messwerten erhöht.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Chrom im Staubniederschlag lag 2007 an den meisten bayerischen LÜB-Messstationen unter  $4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Die höchste Belastung wurde an einer verkehrsbelasteten LÜB-Messstation mit  $36,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  gemessen. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in einem niedrigen Bereich. An den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 sind die Messwerte vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den übrigen Messpunkten sind die Messwerte im Vergleich zu den lufthygienischen Messwerten erhöht.

### 5.2.2.8 Kupfer

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Kupfer zeigen die Abbildungen 36 und 37.

**Abbildung 36: Deposition von Kupfer, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

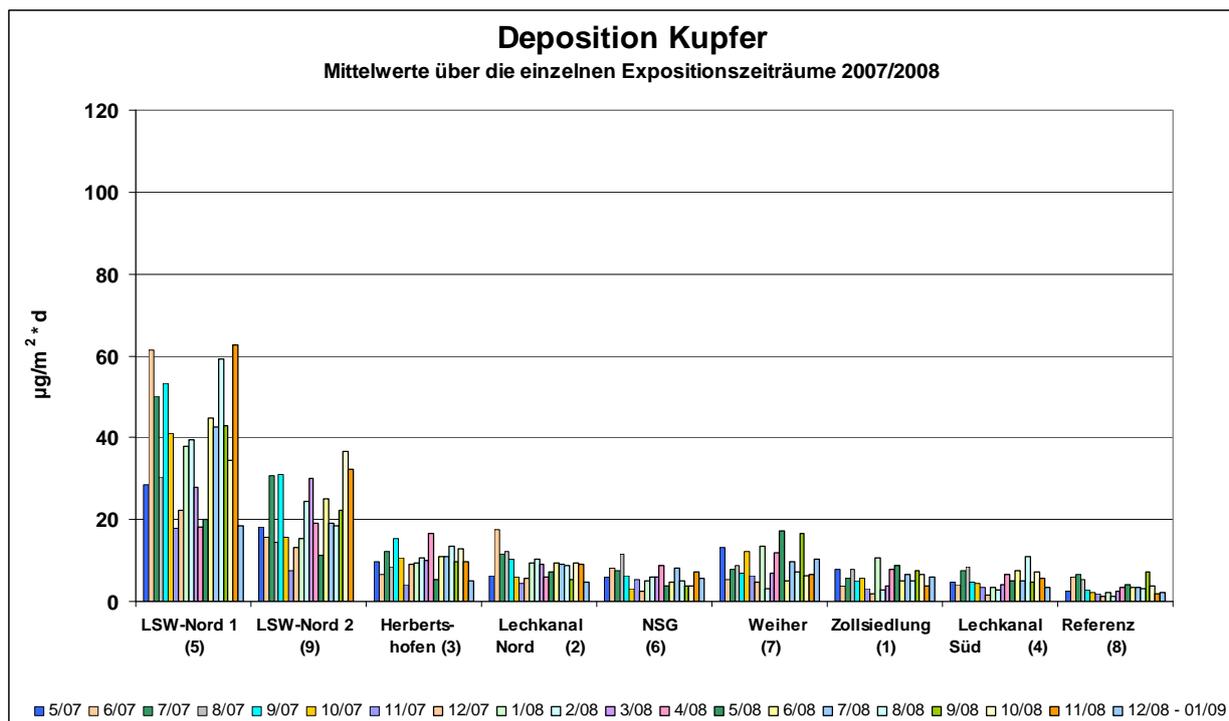
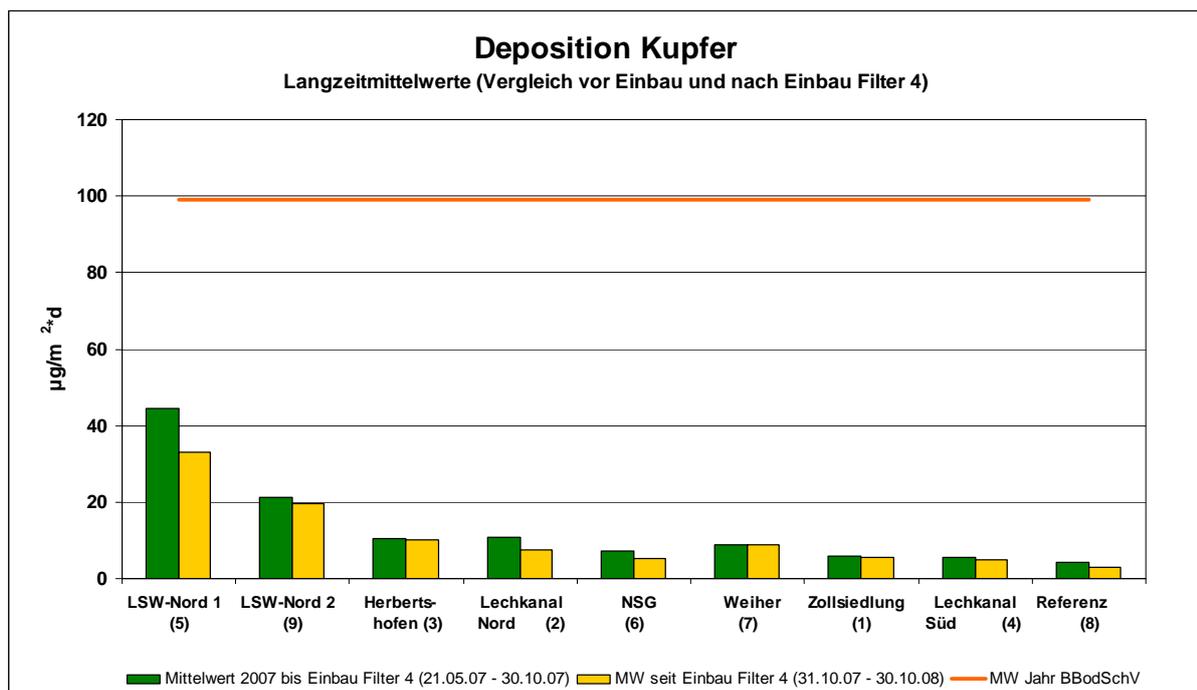


Abbildung 37: Deposition von Kupfer, Langzeitmittelwerte



**Deposition Kupfer, Langzeitmittelwerte (µg/m²xd)**

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiherr | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 45         | 21         | 11            | 11             | 7   | 9       | 6            | 6             | 4        |
| Seit Einbau Filter 4** | 33         | 20         | 10            | 8              | 5   | 9       | 5            | 5             | 3        |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittewert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist kein Immissionswert zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Kupfer festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodschV beträgt für Kupfer 99 µg/(m²xd). Die Abbildung 37 zeigt, dass die Ergebnisse der Langzeitmessungen an allen Messpunkten unter der zulässigen Fracht der BBodSchV lagen.

Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Kupfer im Staubniederschlag lag 2007 in Bayern im Bereich zwischen 2,8 µg/(m²xd) und 74,1 µg/(m²xd) (München/Stachus). Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 3 bzw. 4 µg/(m²xd) in einem vergleichsweise niedrigen Bereich. Die Messwerte sind im stahlwerksnahen Norden an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 durch das Stahlwerk geprägt, liegen aber noch deutlich unter dem höchsten im Jahr 2007 gemessenen Wert München/Stachus. An den übrigen Messpunkten liegen die Messwerte im Bereich der lufthygienischen Messwerte.

### 5.2.2.9 Eisen

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Eisen zeigen die Abbildungen 38 und 39.

Abbildung 38: Deposition von Eisen, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume

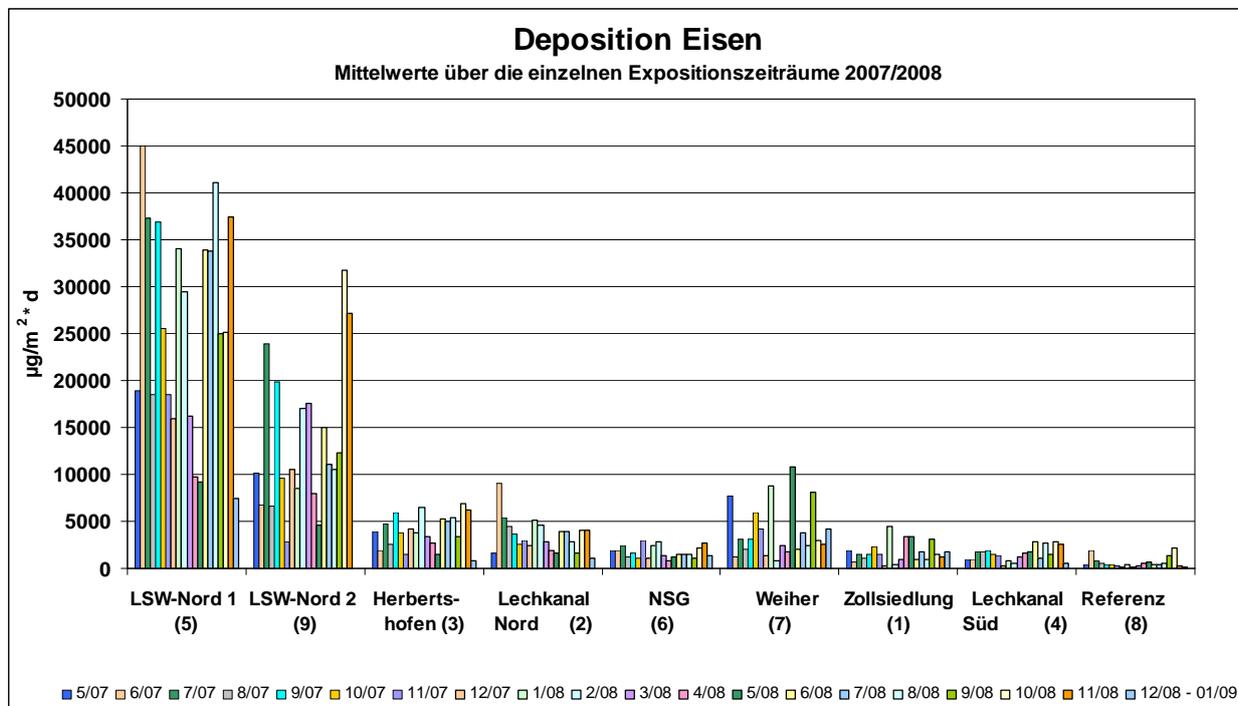
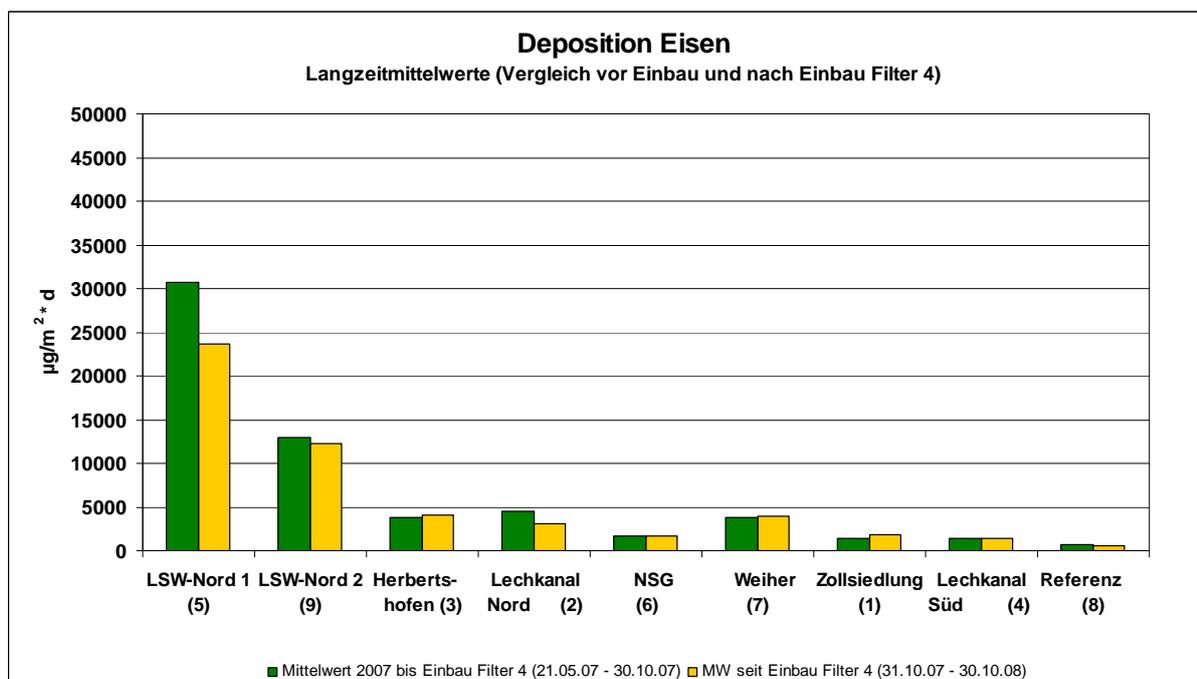


Abbildung 39: Deposition von Eisen, Langzeitmittelwerte



## Deposition Eisen, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG  | Weier | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|------|-------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 30736      | 12958      | 3795          | 4541           | 1707 | 3736  | 1478         | 1453          | 762      |
| Seit Einbau Filter 4** | 23630      | 12265      | 4120          | 3108           | 1646 | 3894  | 1765         | 1428          | 562      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Eisen gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Eisen im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils unter  $1000 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die höchsten Depositionswerte traten an den verkehrsnahen LÜB-Messstationen Ausburg/Königsplatz mit  $4277 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  und München/Stachus mit  $1702 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  auf. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 762 bzw.  $562 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  in einem für Bayern typischen Bereich. An den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 sind die Messwerte vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. Auch an den anderen Messpunkten liegen die Messwerte teilweise deutlich über den lufthygienischen Messwerten von nicht verkehrsbelasteten Standorten.

## 5.2.2.10 Mangan

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Mangan zeigen die Abbildungen 40 und 41.

**Abbildung 40: Deposition von Mangan, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

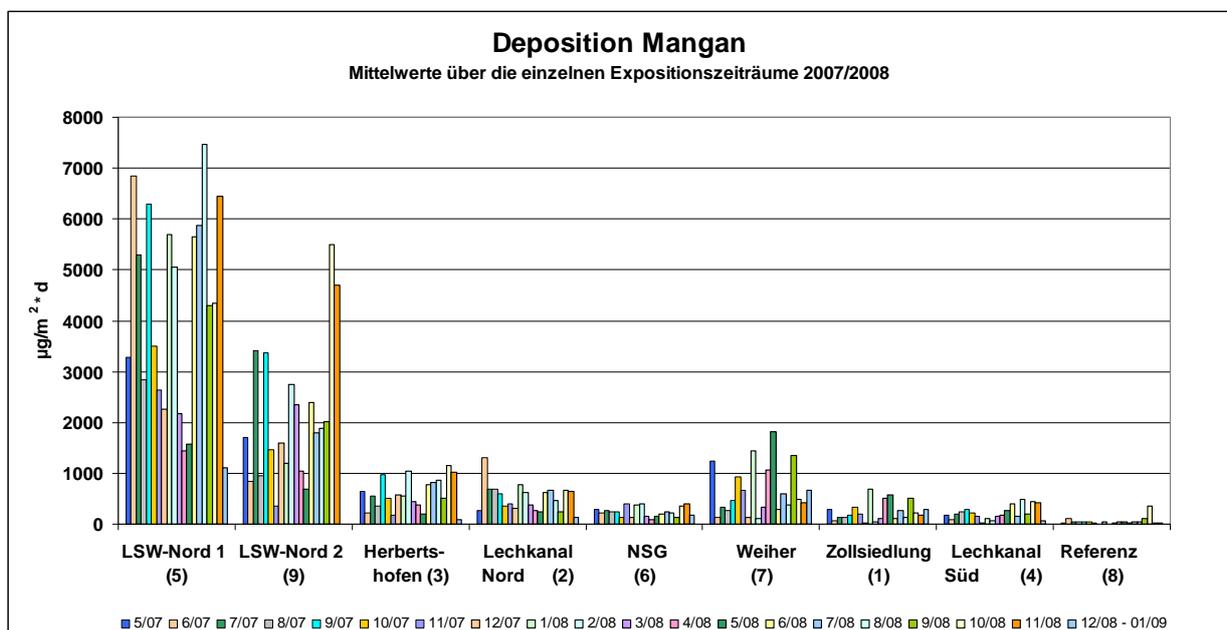
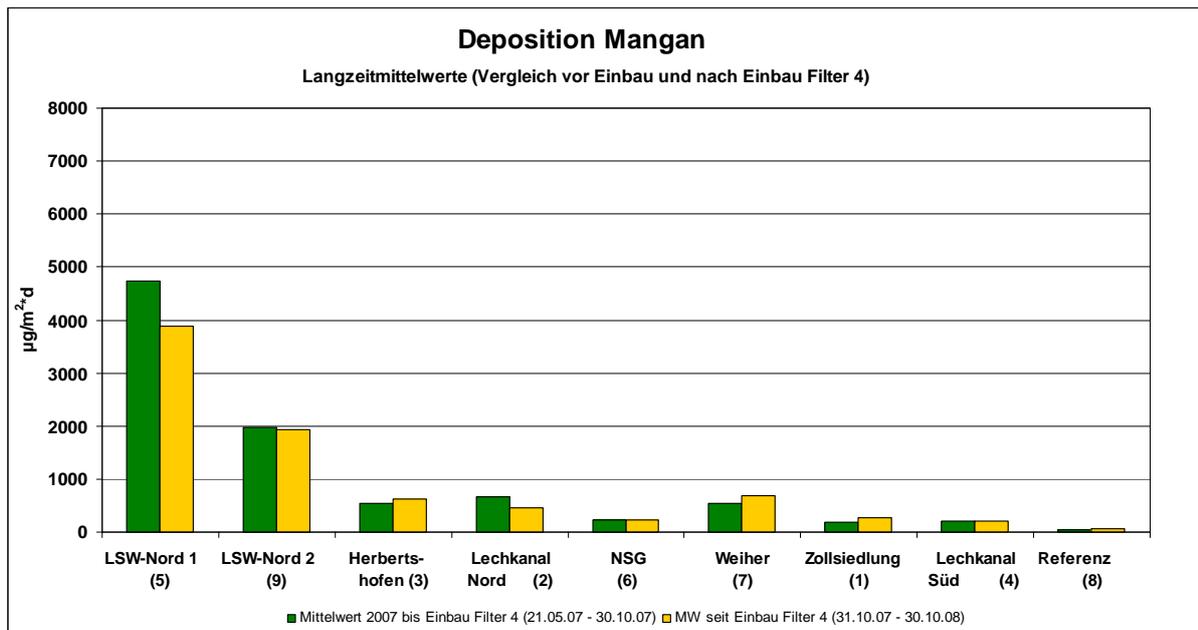


Abbildung 41: Deposition von Mangan, Langzeitmittelwerte



Deposition Mangan, Langzeitmittelwerte (µg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herberthofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|--------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 4735       | 1975       | 544          | 671            | 233 | 540    | 183          | 203           | 50       |
| Seit Einbau Filter 4** | 3890       | 1926       | 622          | 458            | 229 | 678    | 265          | 204           | 57       |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Mangan gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

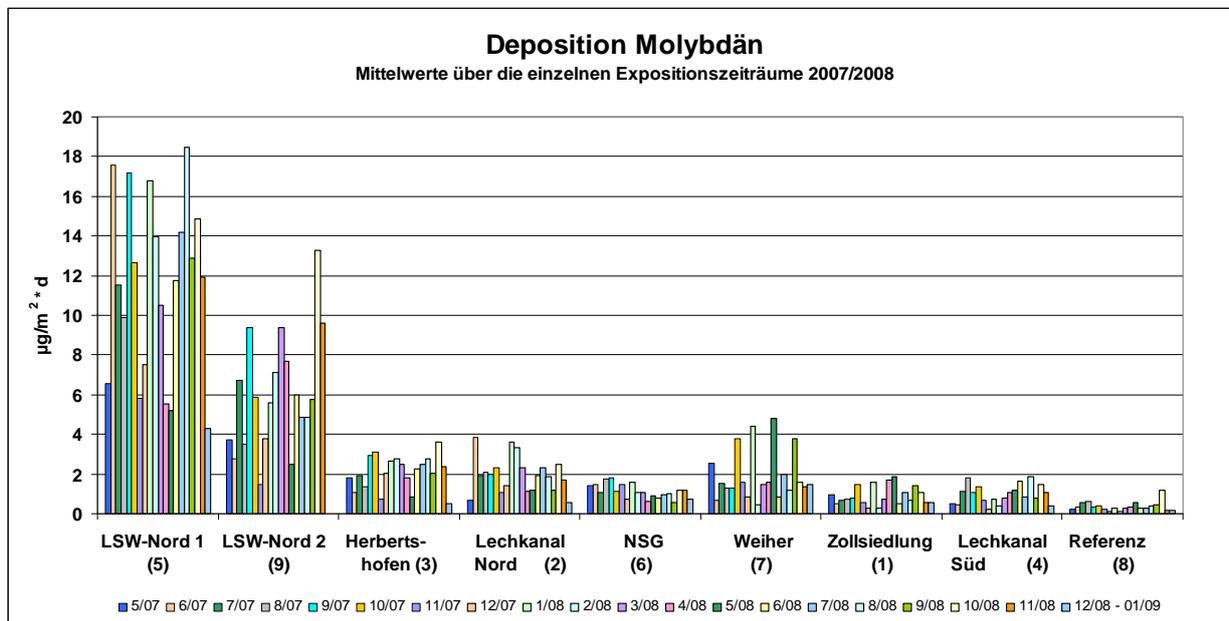
Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Mangan im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils unter 30 µg/(m²·d). Der höchste Depositionswert trat an einer verkehrsnahen LÜB-Messstation mit ca. 70 µg/(m²·d) auf. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt sind mit 50 bzw. 57 µg/(m²·d) vergleichsweise erhöht, aber noch unter den Werten von verkehrsbeeinflussten Messorten. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte deutlich über den lufthygienischen Messwerten.

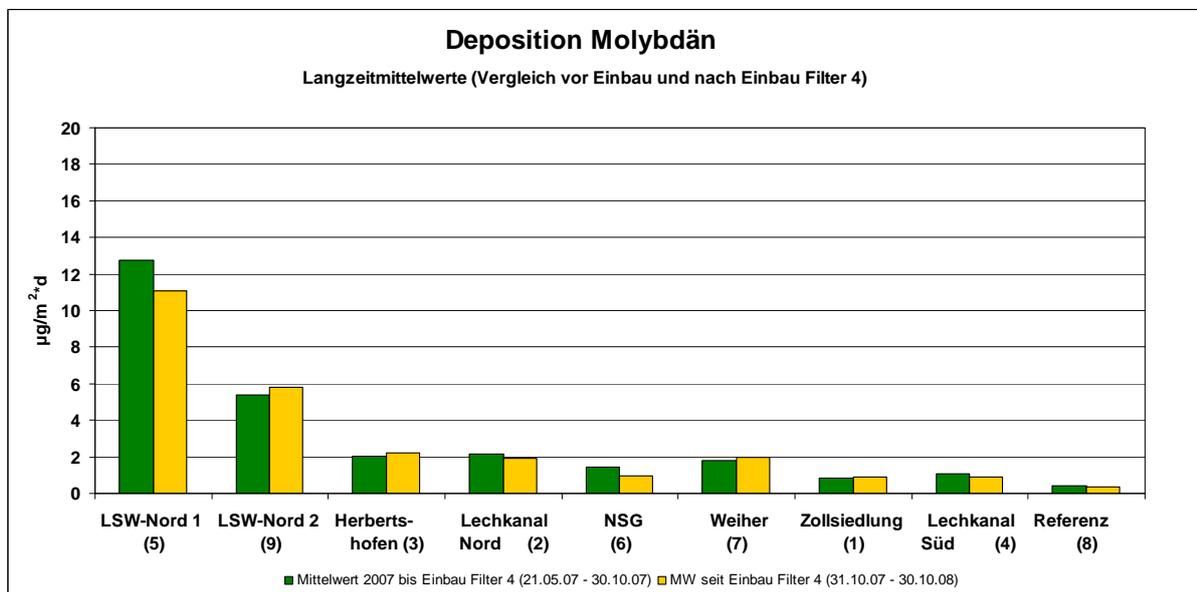
### 5.2.2.11 Molybdän

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Molybdän zeigen die Abbildungen 42 und 43.

**Abbildung 42: Deposition von Molybdän, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 43: Deposition von Molybdän, Langzeitmittelwerte**



## Deposition Molybdän, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weither | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|---------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 12,7       | 5,4        | 2,0           | 2,2            | 1,5 | 1,8     | 0,8          | 1,1           | 0,4      |
| Seit Einbau Filter 4** | 11,1       | 5,8        | 2,2           | 1,9            | 1,0 | 1,9     | 0,9          | 0,9           | 0,4      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Molybdän gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Molybdän im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils unter  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Geringfügig höhere Werte traten an verkehrsnahen LÜB-Messstationen auf. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit  $0,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  im Vergleich zu den lufthygienischen Messungen im unteren Bereich. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 durch das Stahlwerk beeinflusst und liegen deutlich über den lufthygienischen Messwerten. An den übrigen Messpunkten liegen die Messwerte im Bereich der lufthygienischen Messwerte.

## 5.2.2.12 Nickel

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Nickel zeigen die Abbildungen 44 und 45.

**Abbildung 44: Deposition von Nickel, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**

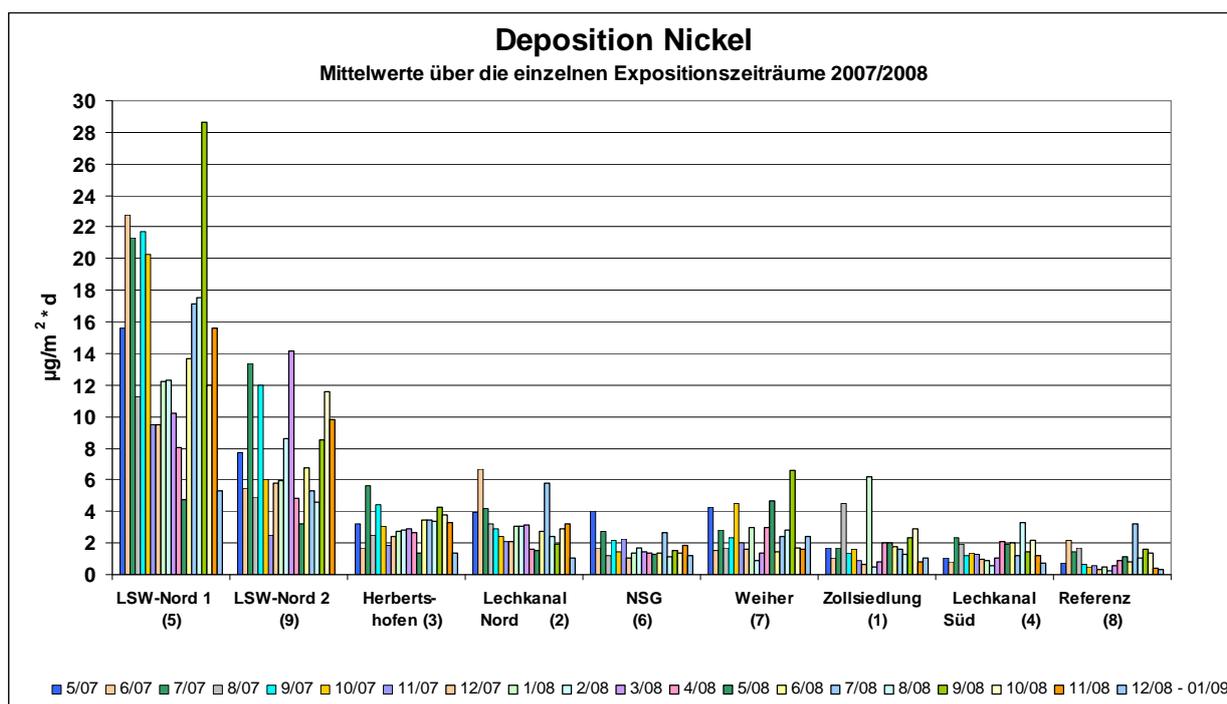
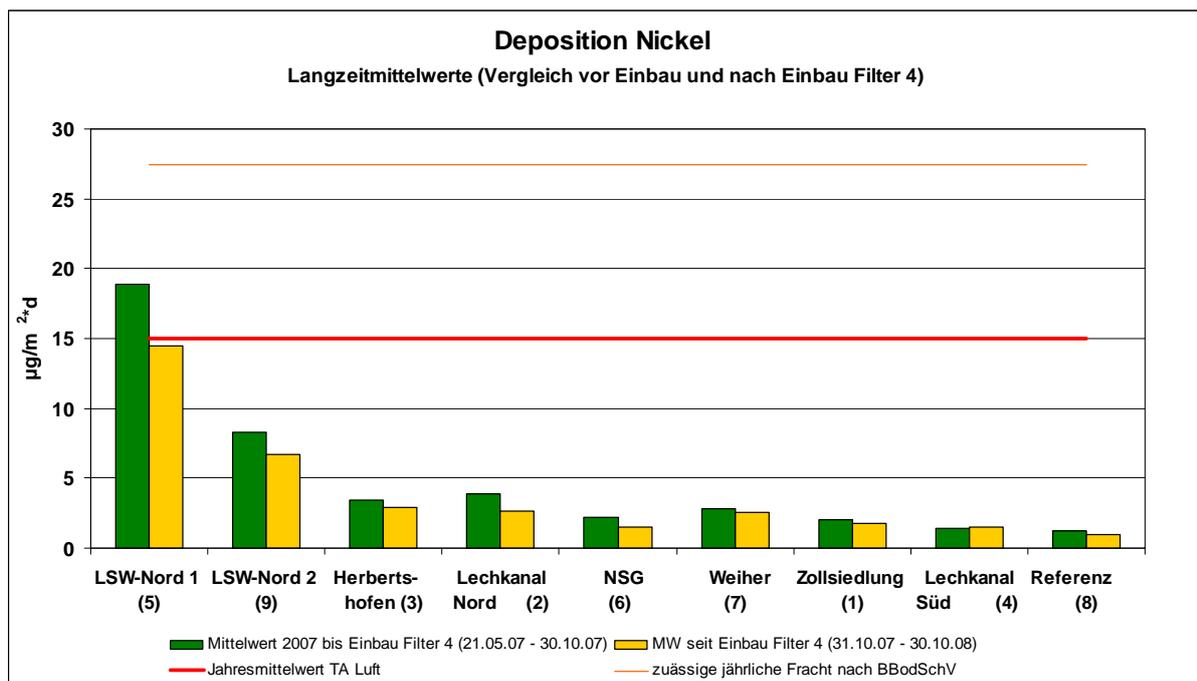


Abbildung 45: Deposition von Nickel, Langzeitmittelwerte



Deposition Nickel, Langzeitmittelwerte (µg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|--------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 18,9       | 8,3        | 3,4           | 3,9            | 2,2 | 2,8    | 2,0          | 1,5           | 1,2      |
| Seit Einbau Filter 4** | 14,5       | 6,7        | 2,9           | 2,6            | 1,5 | 2,5    | 1,8          | 1,5           | 1,0      |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Nickel und seinen anorganischen Verbindungen, angegeben als Nickel ein Depositionswert von 15 µg/(m²·d) festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodschV beträgt für Nickel 27,4 µg/(m²·d). Die Abbildung 45 zeigt, dass die Messergebnisse der Langzeitmessungen am Messstandort LSW-Nord (Messpunkt 5) erst nach dem Einbau der Filteranlage 4 unterhalb des Immissionswertes der TA Luft lagen. An den übrigen Messstandorten lagen die ermittelten Werte unterhalb des Immissionswertes der TA Luft. Die zulässige Fracht der BBodSchV wurde an allen Messpunkten unterschritten.

#### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

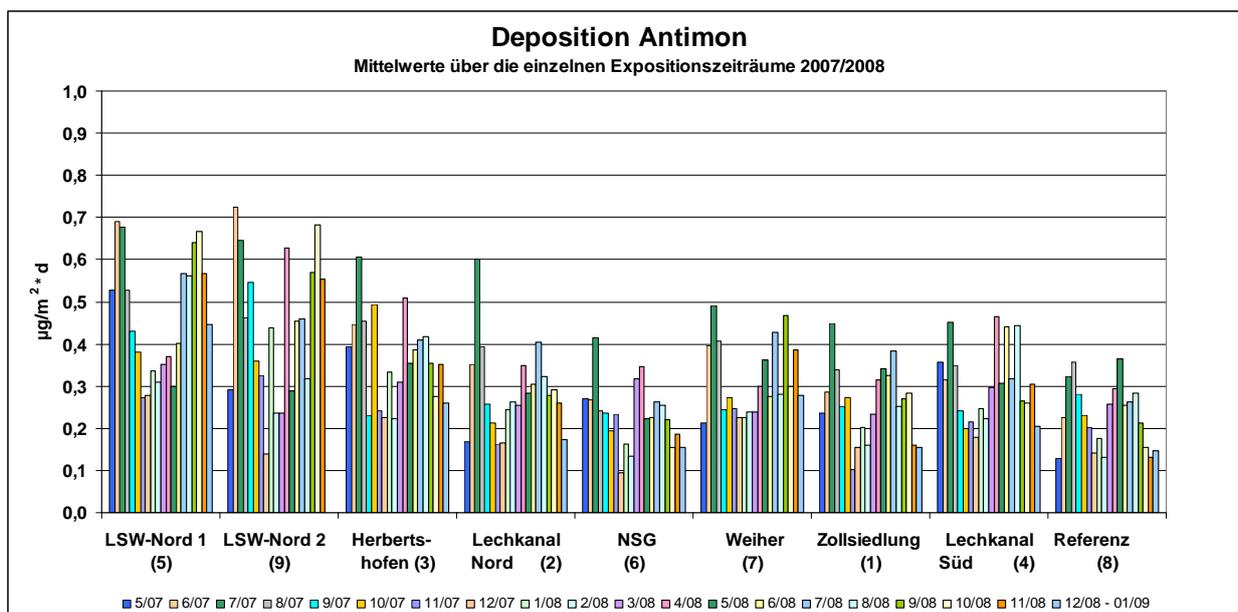
Die Belastung durch Nickel im Staubbiederschlag lag 2007 an den bayerischen LÜB-Messstationen größtenteils unter 2 µg/(m²·d). Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 1,0 bzw. 1,2 µg/(m²·d) im Bereich der lufthygienischen Messungen. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 durch

das Stahlwerk beeinflusst und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte teilweise über den typischen lufthygienischen Messwerten.

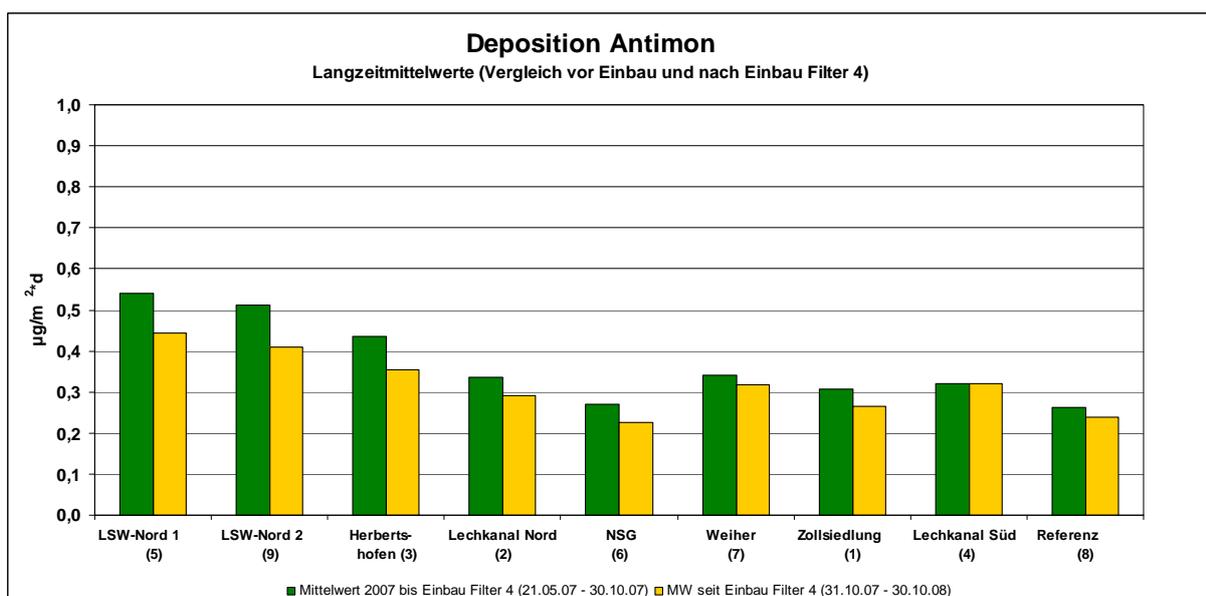
### 5.2.2.13 Antimon

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Antimon zeigen die Abbildungen 46 und 47.

**Abbildung 46: Deposition von Antimon, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 47: Deposition von Antimon, Langzeitmittelwerte**



### Deposition Antimon, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG  | Weiher | Zollsiedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|------|--------|--------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 0,54       | 0,51       | 0,44          | 0,34           | 0,27 | 0,34   | 0,31         | 0,32          | 0,26     |
| Seit Einbau Filter 4** | 0,44       | 0,41       | 0,36          | 0,29           | 0,23 | 0,32   | 0,26         | 0,32          | 0,24     |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Antimon gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Antimon im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern größtenteils zwischen  $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  und  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die höchsten Belastungen im Bereich von ca.  $5 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  traten an den verkehrsbeeinflussten LÜB-Messstationen auf. Alle Messwerte sind in der gleichen Größenordnung und liegen im unteren Bereich der lufthygienischen Messwerte.

### 5.2.2.14 Vanadium

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Vanadium zeigen die Abbildungen 48 und 49.

Abbildung 48: Deposition von Vanadium, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume

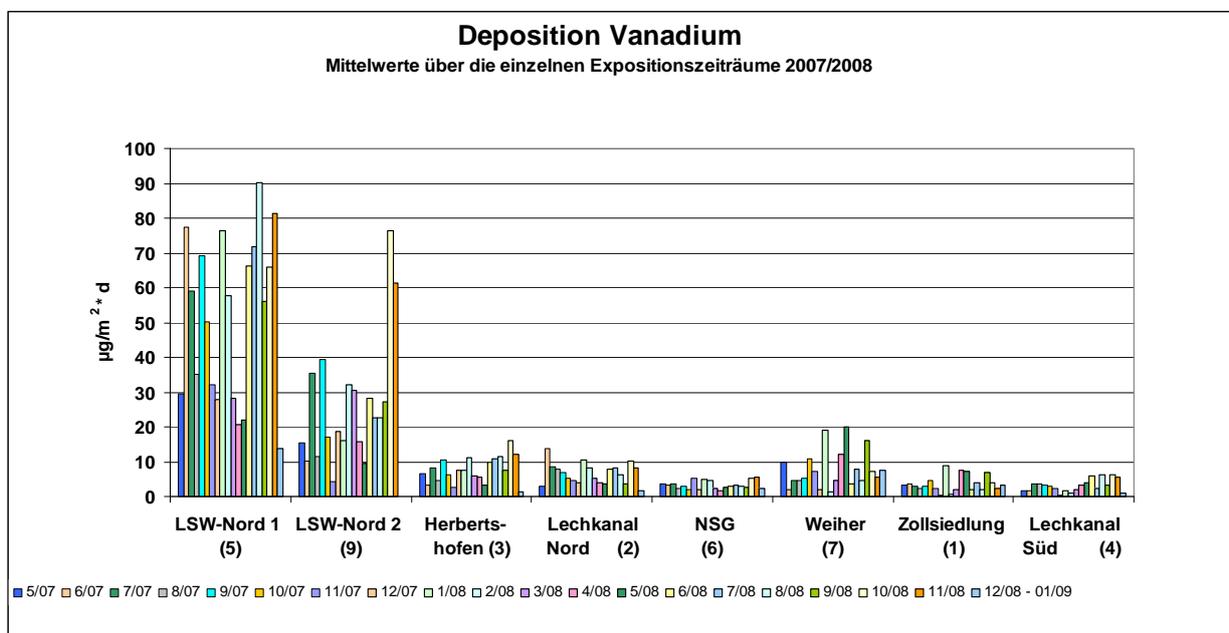
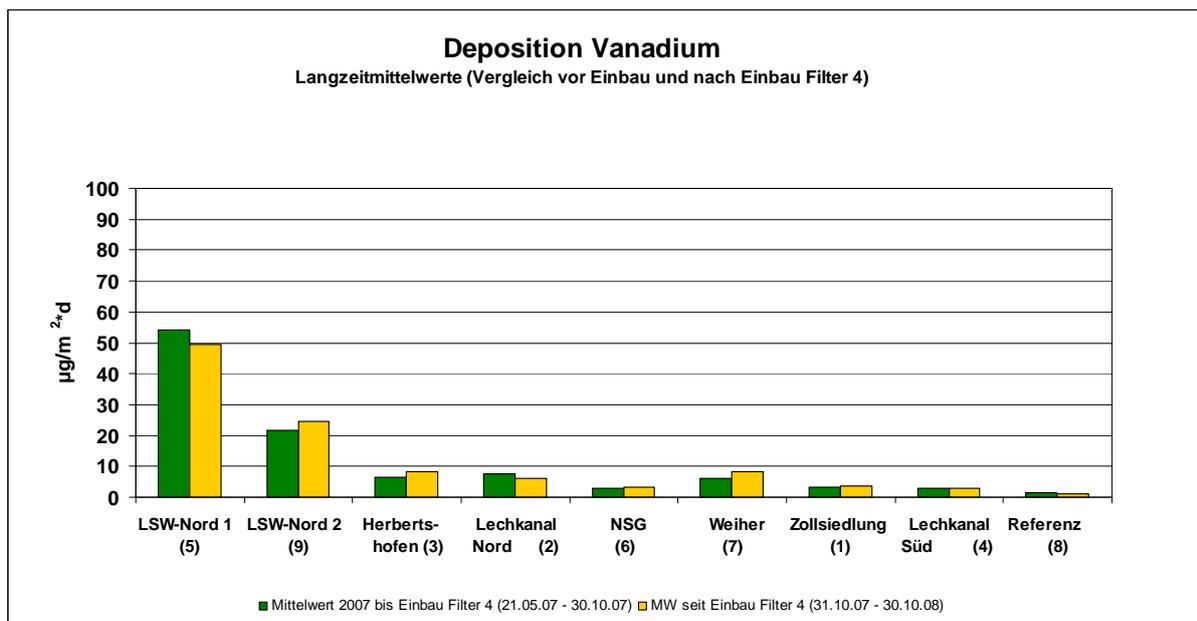


Abbildung 49: Deposition von Vanadium, Langzeitmittelwerte



Deposition Vanadium, Langzeitmittelwerte (µg/m²·d)

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herberthofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zoll-siedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|--------|---------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 54         | 22         | 7            | 8              | 3   | 6      | 3             | 3             | 1        |
| Seit Einbau Filter 4** | 49         | 25         | 8            | 6              | 3   | 8      | 4             | 3             | 1        |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

Für Vanadium gibt es keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte.

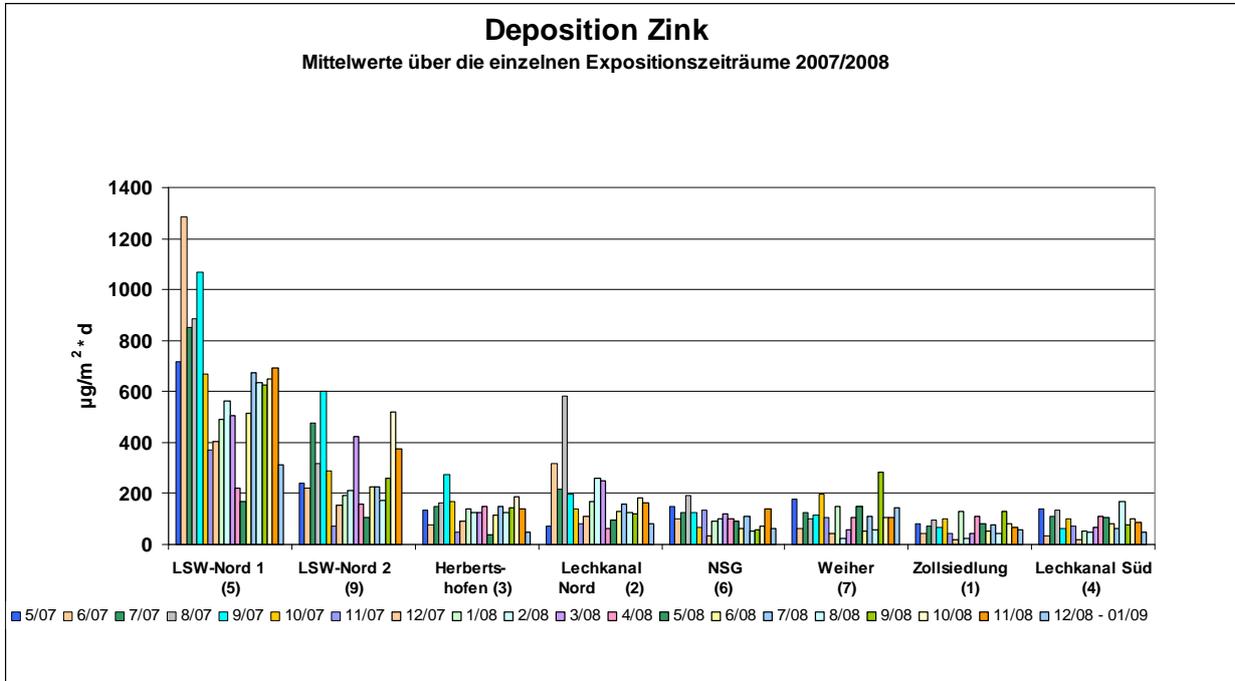
Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Vanadium im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern in einem Schwankungsbereich zwischen 0,5 µg/(m²·d) und 1,8 µg/(m²·d). Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 1 µg/(m²·d) im Bereich der lufthygienischen Messungen. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 durch das Stahlwerk beeinflusst und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte über den lufthygienischen Messwerten.

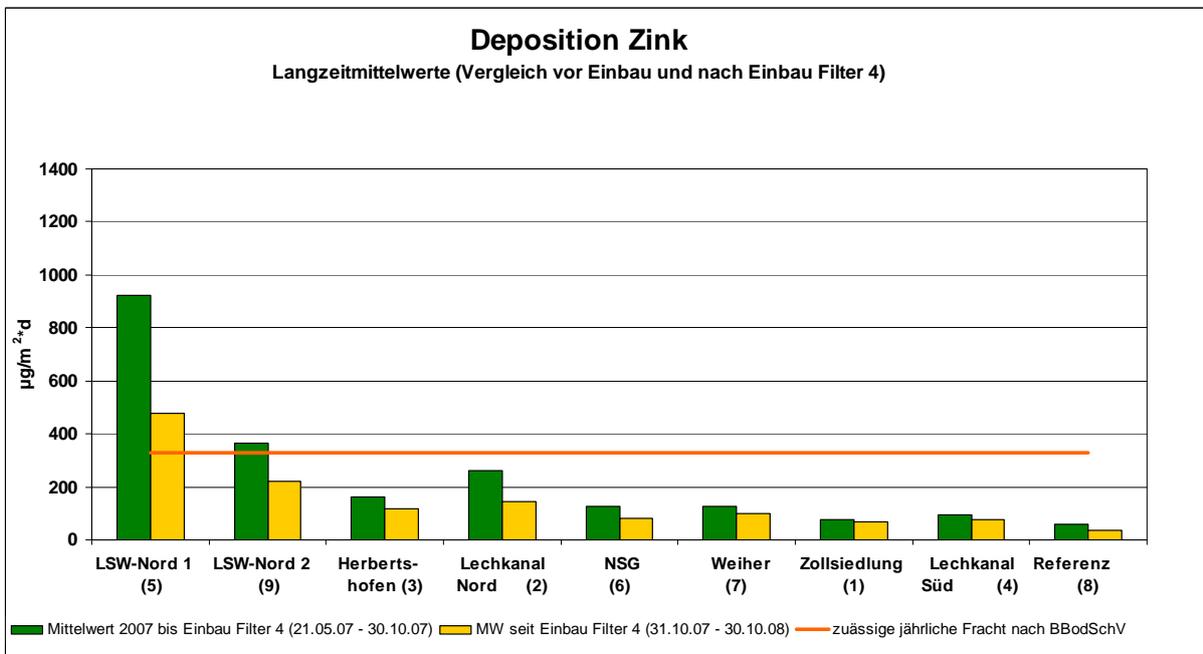
### 5.2.2.15 Zink

Die Ergebnisse der Depositionsmessungen von Zink zeigen die Abbildungen 50 und 51.

**Abbildung 50: Deposition von Zink, Mittelwerte über die einzelnen Expositionszeiträume**



**Abbildung 51: Deposition von Zink, Langzeitmittelwerte**



### Deposition Zink, Langzeitmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{xd}$ )

|                        | LSW-Nord 1 | LSW-Nord 2 | Herbertshofen | Lechkanal Nord | NSG | Weiher | Zoll-siedlung | Lechkanal Süd | Referenz |
|------------------------|------------|------------|---------------|----------------|-----|--------|---------------|---------------|----------|
| Vor Einbau Filter 4*   | 922        | 363        | 162           | 259            | 128 | 127    | 76            | 96            | 56       |
| Seit Einbau Filter 4** | 478        | 220        | 117           | 142            | 82  | 99     | 66            | 76            | 36       |

\* Mittelwert 2007 bis Einbau Filter 4 (21.05.07 – 30.10.2007) \*\* Jahresmittelwert seit Einbau Filter 4 (31.10.07 – 30.10.08)

In der TA Luft ist kein Immissionswert zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Schadstoffdeposition von Zink festgelegt. Die jährliche zulässige Fracht über alle Wirkungspfade gem. Anhang 2, Ziffer 5 der BBodSchV beträgt für Zink  $329 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$ . Die Abbildung 37 zeigt, dass die Messergebnisse der Langzeitmessungen am Messstandort LSW-Nord (Messpunkt 5) auch nach dem Einbau der Filteranlage 4 noch über der zulässigen jährlichen Fracht der BBodSchV lag. An den übrigen Messpunkten lagen die ermittelten Werte nach dem Einbau der Filteranlage 4 unterhalb der zulässigen jährlichen Fracht der BBodSchV.

Nach § 11 Absatz 3 der BBodSchV bestimmen die im Anhang 2 Nr. 5 festgesetzten Frachten nicht im Sinne des § 3 Abs. 3 Satz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes, welche Belastungen noch zulässig sind.

Aus Sicht des Bodenschutzes ist trotz der deutlichen Überschreitung der Depositionsbelastung durch Zink im Bereich des Messpunkts 5 nicht zu besorgen, dass die Vorsorgewerte für Böden gem. Anhang 2, Ziffer 4.1 (Vorsorgewerte für Metalle) der BBodSchV überschritten werden. Gleichwohl ist eine Reduzierung Zinkdeposition durch geeignete Minderung der diffusen Emissionen aus dem Stahlwerk notwendig.

#### Vergleich mit Messergebnissen aus der lufthygienischen Überwachung

Die Belastung durch Zink im Staubbiederschlag lag 2007 in Bayern an den LÜB-Messstationen größtenteils unter  $60 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  mit einem maximalen Wert von  $94 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  an einer verkehrsbelasteten Messstation. Die Messergebnisse am Referenzmesspunkt liegen mit 36 bzw.  $56 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{xd})$  im Bereich der lufthygienischen Messwerte. Im stahlwerksnahen Norden sind die Messwerte an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und liegen weit über den lufthygienischen Messwerten. An den anderen Messpunkten liegen die Messwerte teilweise über den lufthygienischen Messwerten.

### **5.2.3 Zusammenfassung Staubniederschlag**

Das Sammeln des Staubniederschlags erfolgte nach dem Bergerhoff-Verfahren nach der Richtlinie VDI 2119, Blatt 2. Die Staubniederschlagsproben wurden zusätzlich auf ihren Gehalt an Metallen untersucht. Der Fokus lag im Bereich relevanter Spurenmetalle und typischer Stahlwerksstäube. Zur Bewertung der Messergebnisse wurden die Immissionswerte für Staubniederschlag (Nr. 4.3.1) und die Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (Nr. 4.5.1) der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) herangezogen. Soweit keine Immissionswerte der TA Luft vorliegen, wurden hilfsweise die im Anhang 2, Ziffer 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) genannten zulässigen jährlichen Frachten über alle Wirkungspfade herangezogen. Zur vergleichenden Einordnung aller Messwerte wurden diese mit den Messdaten der Staubniederschlagsmessungen aus der bayerischen lufthygienischen Überwachung des LfU verglichen.

#### **Staubniederschlag**

Die Messwerte lagen nach dem Einbau des Filters 4 (zusätzliche Hallenentstaubung) an allen Messpunkten unterhalb des Immissionswertes für Staubniederschlag zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen der TA Luft. Die Messwerte waren an den Messpunkten LSW-Nord 1 und LSW-Nord 2 vom Stahlwerk geprägt und lagen deutlich über den lufthygienischen Messwerten, die üblicherweise in Bayern ermittelt werden. Die Messwerte an den anderen Messpunkten bewegten sich im Rahmen der lufthygienischen Messwerte. Ereignisse, die zu Staubbefreiungen aus der Stahlwerkshalle (z.B. Ausfall Hallenentstaubung, Umbaumaßnahmen) führten, machten sich bei den Messergebnissen deutlich bemerkbar.

#### **Metalle im Staubniederschlag**

Im Staubniederschlag wurden die Elemente Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Blei (Pb), Antimon (Sb), Vanadium (V) und Zink (Zn) untersucht.

Insgesamt zeigten die Depositionsmessungen, dass die Messergebnisse insbesondere an den werksnahen nördlichen Messpunkten deutlich von den Emissionen des Stahlwerks geprägt sind. Die Messwerte bei stahlwerkstypischen Metallen wie z.B. Chrom, Eisen, Mangan, Molybdän, Nickel, Vanadium und Zink lagen im Vergleich hier weit über den Messwerten aus der bayerischen lufthygienischen Überwachung. Auch die Messwerte der anderen Metalle liegen im werksnahen Norden i.d.R. deutlich über den Messwerten aus der lufthygienischen Überwachung.

Für die Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Nickel enthält die TA Luft Immissionswerte für Schadstoffdepositionen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen. Diese Immissionswerte wurden nach dem Einbau des Filters 4 an allen Messpunkten eingehalten.

Die nach BBodSchV zulässigen Frachten über alle Wirkungspfade wurden an den Messpunkten LSW-Nord 1 (Messpunkt 5) jeweils für die Stoffe Chrom und Zink überschritten. Nach § 11 Absatz 3 der BBodSchV bestimmen die im Anhang 2 Nr. 5 festgesetzten Frachten nicht im Sinne des § 3 Abs. 3 Satz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes, welche Belastungen noch zulässig sind. Aus Sicht des Bodenschutzes ist trotz der deutlichen Überschreitung der Depositionsbelastung durch Chrom und Zink im Bereich des Messpunkts 5 nicht zu besorgen, dass die Vorsorgewerte für Böden gem. Anhang 2, Ziffer 4.1 (Vorsorgewerte für Metalle) der BBodSchV überschritten werden. Gleichwohl ist eine Reduzierung der Chrom- und Zinkdepositionen durch geeignete Minderung der diffusen Emissionen aus dem Stahlwerk anzustreben. Die Depositionsmessungen werden deshalb bis auf Weiteres fortgesetzt.

