

## **Bericht über Immissionsmessungen im Umfeld einer Antimon-Altlast (ehem. Stibiox-Werk) in Braunschweig**

<b>Projektnummer</b>	14 - 00960 – I
<b>Berichtsnummer</b>	14 - 00960 – 13
<b>Messstelle</b>	UCL Umwelt Control Labor GmbH Josef-Rethmann-Straße 5, 44536 Lünen Bekanntgabe nach § 29b BImSchG in Verbindung mit 41. BImSchV (vormals § 26 BImSchG) Befristung: 05.05.2015
<b>Auftraggeber</b>	Stadt Braunschweig Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz Richard-Wagner-Straße 1-2 38106 Braunschweig
<b>Auftragsnummer</b>	61.42-7.4-2.8
<b>Auftragsdatum</b>	04. Juni 2014
<b>Art der Messung</b>	Immissionsmessung nach §26/28 BImSchG
<b>Messort/ Messgebiet</b>	Umfeld einer Antimon-Altlast (ehem. Stibiox-Werk) in Braunschweig
<b>Messzeitraum</b>	August 2014 - Juli 2015
<b>Berichtsdatum</b>	22. Oktober 2015
<b>Version</b>	1
<b>Seite</b>	1 von 49
<b>Anzahl der Anhänge</b>	3

UCL ist ein durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium mit der Erfüllung der Anforderungen der Verwaltungsvereinbarung BAM / OFD Hannover und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen - auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Beschreibung der Messaufgabe .....	3
1.1 Aufgabenstellung .....	3
1.2 Messkomponenten .....	3
1.3 Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale .....	4
2 Vorwissen .....	5
3 Messstrategie .....	6
3.1 Messgebiet und Probenahmestellen .....	6
3.2 Messzeitraum .....	7
3.3 Messzeiten .....	7
3.4 Datenverfügbarkeit .....	7
3.5 Messtechnik .....	8
3.5.1 Messverfahren Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe .....	8
3.5.2 Messverfahren Schwebstaub PM10 und Inhaltsstoffe .....	9
3.5.3 Verfahrenskenngrößen / Messunsicherheiten .....	10
3.5.4 Erfassung und Archivierung der Messdaten .....	11
3.5.5 Art und Umfang der qualitätssichernden Maßnahmen .....	12
4 Auswertung .....	12
4.1 Messwertverarbeitung .....	12
4.1.1 Behandlung von Werten unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze .....	12
4.1.2 Behandlung von Messausfällen .....	12
5 Organisation .....	12
6 Ergebnisse .....	12
6.1 Besondere Vorkommnisse während der Probennahme .....	12
6.2 Auswertung der Messergebnisse .....	13
6.2.1 Staubbiederschlag .....	13
6.2.2 Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag .....	13
6.2.3 Schwebstaub PM10 .....	16
6.2.4 Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10 .....	17
6.3 Diskussion der Ergebnisse .....	21
Anhang .....	25
Anhang 1: Tabellarische Darstellung der Einzelwerte .....	26
Anhang 2: Grafische Darstellung der Einzelwerte .....	35
Anhang 3: Messpunkte (Fotodokumentation) .....	48

## 1 Beschreibung der Messaufgabe

### 1.1 Aufgabenstellung

Auf dem Gelände des ehemaligen Stibiox-Werkes wurde in der Vergangenheit Antimontrioxid hergestellt. Dies führte im Umfeld zu einer erhöhten Antimonbelastung durch den Anlagenbetrieb.

In diesem Zusammenhang wurden in den Jahren 1988 und 1996/1997 durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie auf dem Gelände Untersuchungen zur Antimon-Belastung im Staubbiederschlag sowie im Schwebstaub durchgeführt. Der „Bericht über die Antimonimmissionen in der Nachbarschaft der Firma Stibiox Werk Lang GmbH & Co KG, Hungerkamp 2, 38104 Braunschweig“ vom 27.11.1997 stellte die Ergebnisse der Messungen der Jahre 1996/1997 dar und diente als Grundlage für die aktuellen Messungen. Die Anlagen wurden mittlerweile rückgebaut und die hochbelasteten Böden im Bereich des Firmengeländes und des Straßenrandes der Straße „Hungerkamp“ ausgetauscht.

Die UCL Umwelt Control Labor GmbH wurde von der Stadt Braunschweig beauftragt Immissionsmessungen durchzuführen, um die heutige Immissionssituation beurteilen zu können.

Um eine Vergleichbarkeit mit den früheren Messergebnissen zu erreichen, sollten die Messungen möglichst an denselben Messpunkten durchgeführt werden, an denen in den Jahren 1996/1997 die Messungen durchgeführt wurden.

Im Rahmen dieses Projektes sollten die Parameter Feinstaub PM10, sowie der Staubbiederschlag STN beurteilt werden. Zusätzlich dazu sollte der Parameter Antimon (Sb) als Staubinhaltsstoff im Feinstaub PM10 und im Staubbiederschlag STN untersucht werden.

Um weitere Aussagen bezüglich der Inhaltsstoffe treffen zu können, wurden sowohl im Feinstaub PM10 als auch im Staubbiederschlag STN die metallischen und halbmetallischen Parameter Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Blei (Pb) untersucht. Im Feinstaub PM10 wurden zusätzlich die Parameter Kupfer (Cu) und Zink (Zn) und der Parameter Benzo(a)pyren als Leitkomponente für die Stoffgruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe untersucht.

Die erhaltenen Ergebnisse sollten bewertet und mit den Messwerten aus den vergangenen Messkampagnen verglichen werden. Die Messungen wurden über einen Zeitraum von 12 Monaten, von August 2014 bis Juli 2015, durchgeführt.

### 1.2 Messkomponenten

<b>Messobjekte (Art der Luftverunreinigung)</b>	
Staubförmige Parameter	Staubbiederschlag STN Schwebstaub PM10
Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10	As, Cd, Ni, Pb, Sb, Cu, Zn und B(a)P im Schwebstaub PM10
Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag STN	As, Cd, Ni, Pb, Sb im Staubbiederschlag STN

### 1.3 Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale

Die Bewertung des Schwebstaub PM10 und der darin enthaltenen Inhaltsstoffe erfolgt nach den in der folgenden Tabelle dargestellten Bewertungsmaßstäben der TA Luft bzw. der 39. BImSchV.

**Tabelle 1** Bewertungsmaßstäbe Schwebstaub PM10

Parameter	Bewertungsmaßstab/ Mittelungszeitraum	Schutzgut	Bewertungsgrundlage
Schwebstaub PM10	40 µg/m <sup>3</sup> / Jahresmittelwert	Menschliche Gesundheit	Immissionswert der TA Luft 4.2.1 Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV
	50 µg/m <sup>3</sup> / Tagesmittelwert (35 zulässige Über- schreitungen im Jahr)		
Blei im Schwebstaub PM10	0,5 µg/m <sup>3</sup> / Jahresmittelwert		
Arsen im Schwebstaub PM10	6 ng <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> Jahresmittelwert		Zielwert der 39. BImSchV
Cadmium im Schwebstaub PM10	5 ng <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> Jahresmittelwert		
Nickel im Schwebstaub PM10	20 ng <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> Jahresmittelwert		
Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10	1 ng/m <sup>3</sup> / Jahresmittelwert		

Für die Parameter Antimon, Kupfer und Zink im Schwebstaub PM10 existieren weder in der TA Luft noch der 39. BImSchV entsprechende Beurteilungskriterien.

Zur lufthygienischen Beurteilung der Parameter Antimon und Kupfer können ersatzweise Messwerte, die das Bundesland Hessen (HLUG / Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) an insgesamt 16 Messstationen im Jahr 2014 ermittelt hat, genannt werden. Für den Parameter Antimon wurde im vergangenen Jahr in Hessen ein mittlerer Wert von 1,8 ng/m<sup>3</sup> ermittelt und für den Parameter Kupfer ein mittlerer Wert von 20,6 ng/m<sup>3</sup>.

Vergleichsweise kann für den Parameter Antimon der in den Jahren 1996/1997 durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie während des Betriebes der Firma Stibiox in Braunschweig gemessenen Mittelwert von 7 ng/m<sup>3</sup> zitiert werden.

Zur Bewertung des Parameters Zink kann zur orientierenden Einordnung ein Beurteilungswert aus dem Arbeitsplatzgrenzwert errechnet werden. Hier gibt es einen Vorschlag des DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) zu einem Arbeitsplatzgrenzwert von Zink in der alveolengängigen Staubfraktion (vergleichbar mit der PM10-Fraktion) von 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Konventionsgemäß kann man ein Tausendstel des AGW heranziehen, um die ermittelten Werte in der Außenluft orientierend zu beurteilen. In

diesem Fall liegt der Beurteilungswert also bei  $100 \text{ ng/m}^3$  (entspricht einem Tausendstel von  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ).

Die Bewertung des Staubniederschlags und der darin enthaltenen Inhaltsstoffe erfolgt nach den Bewertungskriterien der TA Luft. Die entsprechenden Bewertungsmaßstäbe sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 2** Bewertungsmaßstäbe Staubniederschlag

Parameter	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Schutzgut	Bewertungsgrundlage
Staubniederschlag STN	$0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ / Jahresmittelwert	Belästigende Wirkung	Immissionswert der TA Luft 4.3.1
Arsen im Staubniederschlag	$4 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ / Jahresmittelwert	Schädliche Umwelteinwirkungen	Immissionswert der TA Luft 4.5.1
Cadmium im Staubniederschlag	$2 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ / Jahresmittelwert		
Nickel im Staubniederschlag	$15 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ / Jahresmittelwert		
Blei im Staubniederschlag	$100 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ / Jahresmittelwert		

Für den Parameter Antimon existiert in der TA Luft kein Bewertungsmaßstab zur Beurteilung dessen staubförmigen Eintrags.

Zur Bewertung kann ein Vergleichswert des Bundeslandes Hessen aus dem Jahr 2014 herangezogen werden, der als Mittelwert an insgesamt 225 Messpunkten ermittelt worden sind. Während vorgenannter Messungen wurde in Hessen eine mittlere Depositionsrate für den Parameter Antimon in Höhe von  $0,8 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  ermittelt.

Zudem findet für den Parameter Antimon eine Bewertung anhand des in den Jahren 1996/1997 durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie in Braunschweig durchgeführte Messprogramm statt, bei dem eine mittlere Depositionsrate von  $4,1 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  ermittelt worden ist.

## 2 Vorwissen

Auf dem Gelände des ehemaligen Stibiox-Werkes wurde in der Vergangenheit Antimontrioxid hergestellt. Dies führte im Umfeld zu einer erhöhten Antimonbelastung durch den Anlagenbetrieb. Die Anlagen wurden mittlerweile rückgebaut und die hochbelasteten Böden im Bereich des Firmengeländes und des Straßenrandes der Straße „Hungerkamp“ ausgetauscht. Als mögliche diffuse Quellen kommen laut Auftraggeber verbliebende Bodenbelastungen im Gewerbegebiet und im Wohngebiet in Frage.

Zur Messplanung und zur besseren Einordnung der in der aktuell durchgeführten Messkampagne ermittelten Messwerte konnte auf den „Bericht des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie „Immissionsbelastung durch Antimonstäube in der Nachbarschaft de Fa. Stibiox Werk Lang GmbH & Co KG, Braunschweig“ vom 28.11.1997“ zurückgegriffen werden, in dem Untersuchungen zur Antimon-Belastung im Schwebstaub sowie im Staubniederschlag im Jahr 1988 sowie den Jahren 1996/1997 dargestellt werden.

### 3 Messstrategie

#### 3.1 Messgebiet und Probenahmestellen

Das Messgebiet im Umfeld des ehemaligen Stibiox-Werkes im Bereich der Straße „Hungerkamp“ in Braunschweig umfasste drei Messpunkte. An allen Messpunkten wurde der Staubniederschlag erfasst, an einem Messpunkt (BRA 1) wurde zusätzlich der Schwebstaub PM10 gemessen.

Die Messpunkte lagen soweit wie möglich an den gleichen Stellen wie die Messpunkte der Messungen im Jahr 1988 und den Jahren 1996/1997.

**Tabelle 3** Messpunktbeschreibungen

Messpunkt-Nummer	Messpunkt-Bezeichnung	Parameter	Messpunktbeschreibung
BRA 1	Firma EWE	Staubniederschlag und PM10	Auf einem Wiesengelände der Firma EWE – Armaturen, an gleicher Stelle wie Messstelle EW von 1996/97
BRA 2	Firma Seela	Staubniederschlag	Am Rand des Firmengeländes der Firma Seela, Petzvalstraße, ca. 100 m östlich der Messstelle FA von 1996/97
BRA 3	Stibiox	Staubniederschlag	Am Rand der sanierten Fläche des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Stibiox, ca. 100 m südlich der Messstelle ST von 1996/97

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersichtskarte mit den dort eingezeichneten Messpunkten:

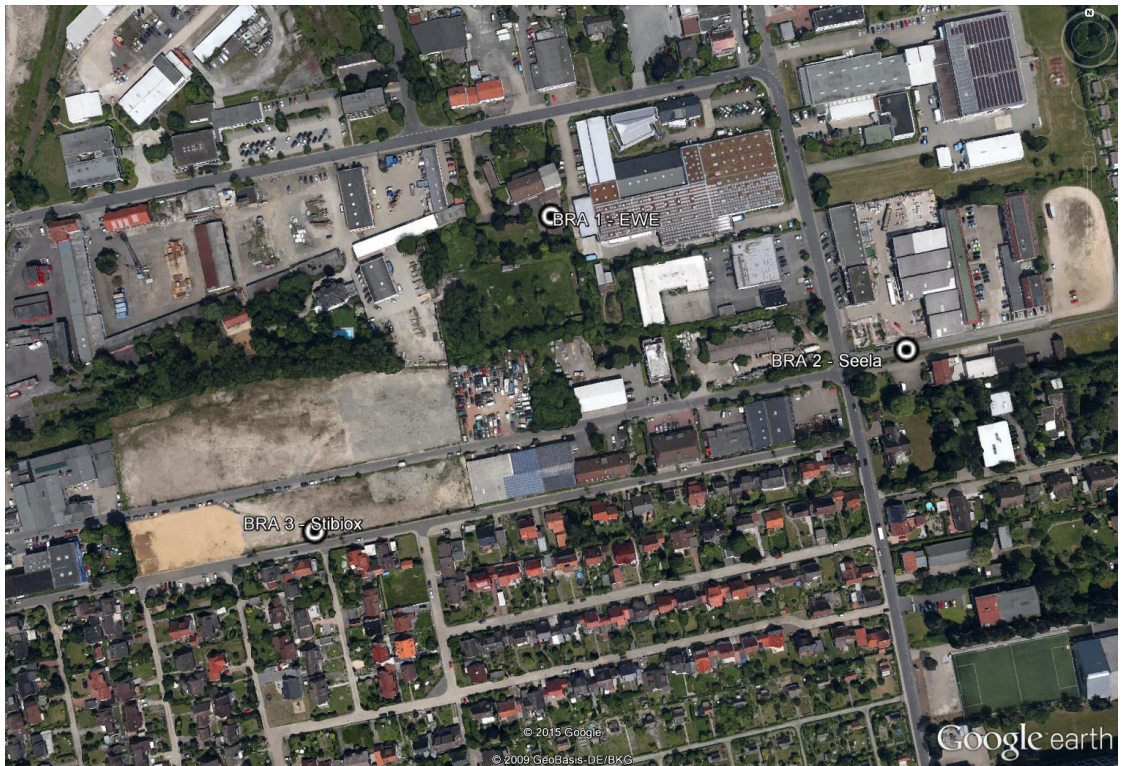


Abbildung 1 Übersichtskarte der Messpunkte

### 3.2 Messzeitraum

August 2014 bis Juli 2015	
Feinstaub PM10	01.08.2014 – 31.07.2015
Staubniederschlag	31.07.2014 – 31.07.2015

### 3.3 Messzeiten

Die PM10-Messungen wurden täglich über jeweils 24 Stunden (0:00 bis 24:00 Uhr) durchgeführt. Aus allen Proben eines Monats wurden Teilmengen entnommen und zu einer Monatsmischprobe vereinigt. Diese wurde auf Antimon und die weiteren Inhaltsstoffe analysiert.

Der Messzeitraum bei den Staubniederschlagsmessungen betrug in der Regel ein Monat ( $30 \pm 2$  Tage). In zwei Messmonaten (Dezember 2014 und Juni 2015) wurde der Messzeitraum um einige Tage verlängert (46 bzw. 42 Tage). Dies stellt jedoch kein Problem dar, da die Ergebnisse auf einen einzelnen Tag berechnet werden.

### 3.4 Datenverfügbarkeit

In der 39. BImSchV werden in der Anlage 1 Datenqualitätsziele festgelegt. Demnach soll für den Parameter PM10 eine Mindestdatenerfassung von 90 % erreicht werden. Im Rahmen des durchgeführten Messprogramms konnte an insgesamt 4 Tagen kein PM10-Wert ermittelt werden, so dass die Datenverfügbarkeit für diesen Parameter bei 99 % lag. Die Ermittlung der PM10-Inhaltsstoffe erfolgte in Monatsmischproben mit einer 100 %igen Datenverfügbarkeit.

Für den Parameter Staubbiederschlag werden in der 39. Bim SchV und der TA Luft keine expliziten Datenqualitätsziele genannt, man kann jedoch die für andere Parameter übliche Mindestdatenerfassung von 90 % zur Orientierung zugrunde legen. Während der Durchführung des Messprogramms kam es an einem der drei Messpunkte in einem Monat zu einem Messausfall, da die Probenahmeeinrichtung entwendet wurde. Weitere Ausfälle lagen nicht vor. Die Datenverfügbarkeit für den Parameter Staubbiederschlag und seine Inhaltsstoffe lag demnach an den Messpunkten „BRA 1 – Firma EWE“ und „BRA 2 – Firma Seela“ bei 100 %, an Messpunkt „BRA 3 – Stibiox“ bei 92 %.

### 3.5 Messtechnik

#### 3.5.1 Messverfahren Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe

Methode	Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubbiederschlags nach der Bergerhoffmethode
Richtlinie	VDI 4320, Blatt 2
Akkreditierung nach DIN EN 17025	vorhanden

<b>Probenahmegefäß</b>	
Auffanggefäßtyp	Bulk-/Topfsammler
Hersteller	Fa. iSi Deutschland GmbH, Solingen (Lock & Lock)
Gefäßtyp	HPL933D
Material	Polypropylen PP
Höhe	17,5 cm
Lichte Weite der Öffnung	12,0 cm
Auffangfläche	113,1 cm <sup>2</sup>
Volumen	1800 cm <sup>3</sup>

<b>Analyse Staubbiederschlag</b>	
Waage	Mettler Toledo XS205 Dual Range Auflösung: 0,01 mg
Equilibrirung	1 h (20°C±1°C, rel. Feuchtigkeit 45%-50%) im Wägearaum
Trocknung	Mittels Abdampfschalen im Trockenschrank Eindampfen bei 105°C
Transport	Vor und nach der Messung dicht verschlossen

<b>Analyse Inhaltsstoffe (As, Cd, Ni, Pb, Sb)</b>	
Analyseverfahren	Multielement-Bestimmung (Aufschluss-Extrakt des Trockenrückstandes) mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gemäß VDI 2267 Blatt 15 und DIN EN 15841. Quantitative Bestimmung nach Kalibrierung mit geeigneten Bezugslösungen
Aufarbeitung des Probenmaterials	Offener Aufschluss des Trockenrückstands mittels oxidierendem Säureaufschluss (HNO <sub>3</sub> , HF und H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ). Dies entspricht der Variante 1B der VDI 2267 Blatt 3



### 3.5.2 Messverfahren Schwebstaub PM10 und Inhaltsstoffe

<b>Verfahren PM10-Analyse</b>	
Methode	Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM10-Massenkonzentration des Schwebstaubes
Richtlinie	DIN EN 12341
Akkreditierung nach DIN EN 17025	vorhanden

<b>Probenahmegerät</b>	
Hersteller	Ingenieurbüro Sven Leckel GmbH, Berlin
Typ	SEQ 47/50
Inventarnummer	2403
Seriennummer	14/0053

<b>Abscheidemedium</b>	
Filter	Quarz-Mikrofaserfilter, Typ Q3400
Hersteller	Sartorius Stedim Biotech GmbH, Göttingen
Filterdurchmesser	47 mm
Abscheidegrad	> 99,9 % (für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 0,3 µm)

<b>Analyse Schwebstaub PM10</b>	
Waage	Mettler Toledo XS205 Dual Range Auflösung: 0,01 mg
Equilibrierung	48 h (20°C±1°C, rel. Feuchtigkeit 45%-50%) im Wä- geraum

<b>Analyse Inhaltsstoffe (As, Cd, Ni, Pb, Sb, Cu, Zn)</b>	
Analyseverfahren	Multielement-Bestimmung (Aufschluss-Extrakt der staubbeladenen Filter) mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gemäß VDI 2267 Blatt 1 und DIN EN 14902. Quantitative Bestimmung nach Kalibrierung mit geeigneten Bezugslösungen
Aufarbeitung des Probenmaterials	Offener Aufschluss der Filter-Mischproben mittels oxidierendem Säureaufschluss (HNO <sub>3</sub> , HF und H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ). Dies entspricht der Variante 1A der VDI 2267 Blatt 3
<b>Analyse Inhaltsstoff Benzo(a)pyren</b>	
Analyseverfahren	Analyse per HPLC mit UV-Fluoreszenz-Detektion nach DIN EN 15549
Aufarbeitung des Probenmaterials	Heißextraktion mit organischen Lösemittel im Soxhlet

Die PM10-Konzentration wurde täglich mit dem gravimetrischen Referenzverfahren als 24-Stunden-Mittelwert bestimmt. Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe im PM10 wurden Teilflächen von allen Filtern eines Monats zu einer Monatsmischprobe vereinigt und anschließend analysiert.

### 3.5.3 Verfahrenskenngrößen / Messunsicherheiten

Die Grundlagen der Berechnung der Verfahrenskenngrößen der angewandten Verfahren werden in der UCL-Standardarbeitsanweisung QM-AIR\_001 beschrieben.

#### 3.5.3.1 Gravimetrische Bestimmung des Staubniederschlags nach dem Bergerhoffverfahren

Die Verfahrenskenngrößen Messunsicherheit und Nachweisgrenze der Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoffmethode wurde nach Kapitel 8 „Verfahrenskenngrößen“ der VDI-Richtlinie 4320, Blatt 2 ermittelt. Die Nachweisgrenze wurde dabei wie in der Richtlinie beschrieben, nach der Leerwertmethode durchgeführt. Die Nachweisgrenze bei der Bestimmung des Staubniederschlags beträgt 0,001 g/(m<sup>2</sup>\*d).

Die erweiterte Messunsicherheit wurde, wie in der vorgenannten Richtlinie beschrieben, durch direkten Ansatz ermittelt. Hierzu wurde der Staubniederschlag nach paralleler Probenahme (Doppelbestimmung) errechnet.

**Tabelle 4** Verfahrenskenngrößen Bergerhoffverfahren

<b>Staubniederschlag</b>		
Nachweisgrenze	0,001 g/(m <sup>2</sup> *d)	
Erweiterte Messunsicherheit	Absolut	relativ
< 0,050 g/(m <sup>2</sup> *d)	0,015 g/(m <sup>2</sup> *d)	30,7 %
0,050 – 0,100 g/(m <sup>2</sup> *d)	0,029 g/(m <sup>2</sup> *d)	28,6 %
0,100 – 0,200 g/(m <sup>2</sup> *d)	0,059 g/(m <sup>2</sup> *d)	28,5 %
Größer 0,200 g/(m <sup>2</sup> *d)	0,135 g/(m <sup>2</sup> *d)	38,5 %

#### 3.5.3.2 Diskontinuierliche Bestimmung des Feinstaubanteils PM10 im Schwebstaub

Die Nachweisgrenze der diskontinuierlichen Feinstaub PM10-Analysen wurde durch die Wägung unbelegter Filter nach der „Leerwertmethode“ bestimmt. Es wurden dabei die Streuung der Wäageergebnisse unbelegter Feldblindwerte berücksichtigt. Die Nachweisgrenze hat sich aus der dreifachen Streuung der Blindwertfilter errechnet und ist in der unten stehenden Tabelle aufgeführt.

Für die Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit wurde der indirekte Ansatz (Summation einzelner in der DIN EN 12341 gelisteten Unsicherheitsbeiträge) unter Prüfung der Einhaltung der geforderten Leistungskriterien ermittelt. Der Unsicherheitsbetrag des angewandten Messverfahrens ist in der unten stehenden Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 5** Verfahrenskenngrößen Schwebstaub PM10

<b>Schwebstaub PM10</b>		
Nachweisgrenze	3 µg/m <sup>3</sup>	
Erweiterte Messunsicherheit	absolut	relativ
	4 µg/m <sup>3</sup>	7,7 %*

\* bezogen auf den Tages-Immissionswert von 50 µg/m<sup>3</sup> gem. DIN EN 12341

### 3.5.3.3 Analytische Bestimmung der Metalle

Die Bestimmungsgrenze der analytischen Bestimmung von As, Cd, Ni, Pb, Sb, Cu, Zn mit der ICP-MS wurde nach der in Kapitel 6 „Verfahrenskenngrößen“ der VDI-Richtlinie 2267, Blatt 15 beschriebenen Leerwertmethode durchgeführt.

Die erweiterte Messunsicherheit wurde durch die wiederholte Messung einer Substanz bekannten Gehaltes (Referenzmaterial ERM\_CZ 120) ermittelt. In Bezug zum zertifizierten Gehalt des Referenzmaterials beträgt die erweiterte relative Messunsicherheit für das die einzelnen Element die in der folgenden Tabelle dargestellten Beträge.

**Tabelle 6** Verfahrenskenngrößen Metalle

Parameter		As	Cd	Ni	Pb	Sb	Cu	Zn
BG	[ng abs.]	50	15	50	50	50	250	500
	STN* [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]	0,15	0,04	0,15	0,15	0,15	---	---
	PM10** [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,16	0,05	0,16	0,16	0,16	0,81	1,61
Erw. Messunsicherheit [%]		23	40	15,2	27	6,4	20,4	21,2

\* Bezogen auf eine durchschnittliche Expositionsdauer von 30 Tagen

\*\* Bezogen auf das durchschnittliche Probenahmevervolumen der Monatsmischprobe

### 3.5.3.4 Analytische Bestimmung von Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10

Die Bestimmungsgrenze der analytischen Bestimmung von BaP mit der HPLC wurde nach der in Kapitel 6.3.2 „Nachweisgrenze“ der DIN EN 15549 beschriebenen Leerwertmethode durchgeführt.

Die erweiterte Messunsicherheit wurde durch die wiederholte Messung einer Substanz bekannten Gehaltes (Referenzmaterial CC013a) ermittelt. In Bezug zum zertifizierten Gehalt des Referenzmaterials beträgt die erweiterte relative Messunsicherheit für das die einzelnen Element die in der folgenden Tabelle dargestellten Beträge.

**Tabelle 7** Verfahrenskenngrößen Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10	
Bestimmungsgrenze	10 ng absolut / 0,03 $\text{ng}/\text{m}^3$ **
Erweiterte Messunsicherheit	24 % relativ*

\* bezogen auf den zertifizierten Gehalt

\*\* bezogen auf ein durchschnittliches Probenahmevervolumen von 310  $\text{m}^3$

### 3.5.4 Erfassung und Archivierung der Messdaten

Alle Probenahmedaten wurden schriftlich auf dem Probennahmeprotokoll erfasst. Diese wurden in Papierform sowie als Scan in elektronischer Form archiviert. Bei der gravimetrischen Analyse wurden die Wägedaten auf elektronische Weise erfasst und in Form einer Excel-Datei gespeichert.

### 3.5.5 Art und Umfang der qualitätssichernden Maßnahmen

Allgemeines	<ul style="list-style-type: none"><li>- Arbeiten nach den Vorgaben der jeweiligen Normen und Richtlinien</li><li>- Durchführung von Wartungen und Kalibrierungen nach den Herstellervorgaben</li></ul>
Gravimetrie	<ul style="list-style-type: none"><li>- Werk tägliche Überprüfung der kalibrierten Laborwaage mit Kontrollgewichten</li><li>- jährliche Überprüfung der Waage mit auf das deutsche Prüfnormal rückgeführten Gewichten</li><li>- jährliche DKD-Kalibrierung der Analysenwaage</li><li>- elektronische Wägedatenerfassung</li></ul>
Metallanalytik	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen</li></ul>

## 4 Auswertung

### 4.1 Messwertverarbeitung

#### 4.1.1 Behandlung von Werten unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze

Bei der Berechnung der Immissionskenngrößen wurden alle Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) bzw. Bestimmungsgrenze (BG) mit dem vollen Betrag der NWG bzw. BG berücksichtigt.

#### 4.1.2 Behandlung von Messausfällen

Messausfälle wurden mit Angabe des entsprechenden Grundes dokumentiert.

## 5 Organisation

Funktion	Name	Telefonnummer	E-Mail
Fachlich Verantwortlicher und Projektleiter	Dipl.-Ing. Wolfgang Ross	02306/2409-9801	Wolfgang.Ross@UCL-Labor.de
stellvertretende fachlich Verantwortliche	Dipl.-Geol. Birte Herholz	02306/2409-9806	Birte.Herholz@UCL-Labor.de
stellvertretender fachlich Verantwortlicher	Dr. Daniel Plake	02306/2409-9808	Daniel.Plake@UCL-Labor.de
stellvertretende Projektleiterin	Katja Hüsken	02306/2409-9816	Katja.Huesken@UCL-Labor.de

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Besondere Vorkommnisse während der Probennahme

Im Messmonat Juli 2015 kam es zu einem Ausfall der Staubniederschlagsmessung an Messpunkt „BRA 3 – Stibiox“, da hier das Sammelgefäß verwendet wurde.

## 6.2 Auswertung der Messergebnisse

Die vorliegende Auswertung beinhaltet eine Bewertung aller im Messzeitraum ermittelten Messwerte. Bei Mittelwertberechnungen wurden Messwerte unterhalb der NWG bzw. BG mit dem vollen Betrag der NWG bzw. BG berücksichtigt. Die Mittelwerte wurden entsprechend der Bezugsgrößen (z.B. Zeitraum und Volumen) gewichtet. Alle Einzelmesswerte sind im Anhang 1 und 2 detailliert aufgeführt.

### 6.2.1 Staubniederschlag

Staubniederschlag als nicht gefährdender Staub findet in der TA Luft unter Nr. 4.3.1 Berücksichtigung. Hier ist ein Immissionswert von 0,35 g/(m<sup>2</sup>·d) zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen festgelegt.

Die Auswertung nach Nr. 4.3.1 der TA Luft ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und zeigt, dass das geforderte Kriterium im Messzeitraum an den Beurteilungspunkten eingehalten wurde.

**Tabelle 8** Messergebnisse der Staubniederschlagsbestimmung  
Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
0,35 g/(m <sup>2</sup> ·d) / Jahresmittelwert	BRA 1 – Firma EWE	0,059 g/(m <sup>2</sup> ·d)	17 %
	BRA 2 – Firma Seela	0,076 g/(m <sup>2</sup> ·d)	22 %
	BRA 3 - Stibiox	0,032 g/(m <sup>2</sup> ·d)	9 %

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass der Immissionswert von 0,35 g/m<sup>2</sup>·d im Messzeitraum an allen drei Messpunkten eingehalten wird. Die maximale Ausschöpfung des Immissionswertes wird mit 22 % am Messpunkt BRA 2 – Firma Seela ermittelt.

Die grafische Darstellung in Anhang 1 zeigt den Verlauf der einzelnen Monatswerte an den drei Messpunkten.

Diese zeigt, dass nicht nur die Jahresmittelwerte, sondern auch alle einzelnen Monatswerte unterhalb des Immissionswertes der TA Luft lagen.

### 6.2.2 Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

#### 6.2.2.1 Antimon im Staubniederschlag

Für den Parameter Antimon existiert in der TA Luft kein Bewertungsmaßstab zur Beurteilung dessen staubförmigen Eintrags.

Zur Bewertung zeigt die folgende Tabelle einen Vergleich zu der in den Jahren 1996/1997 durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie in Braunschweig ermittelten mittleren Depositionsrate von 4,1 µg/m<sup>2</sup>·d.

**Tabelle 9** Messergebnisse der Konzentration an Antimon im Staubbiederschlag  
Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Vergleichswert	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen (August 2014 – Januar 2015)	Verhältnis des Mittelwerts zum Vergleichswert
4,1 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	BRA 1 – Firma EWE	0,64 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	16 %
	BRA 2 – Firma Seela	0,75 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	18 %
	BRA 3 - Stibiox	0,53 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	13 %

Die Tabelle zeigt einen deutlichen Rückgang der Antimon-Deposition im Vergleich zur Depositionsrates aus dem Zeitraum 1996/1997. Am Messpunkt mit der höchsten Depositionsrates (BRA 2 – Firma Seela) beträgt diese lediglich 18 % des Vergleichswertes.

Zur weiteren Bewertung können Vergleichswerte des Bundeslandes Hessen aus dem Jahr 2014 herangezogen werden, die an insgesamt 225 Messpunkten ermittelt worden sind. Während der vorgenannten Messungen wurde in Hessen eine mittlere Depositionsrates für den Parameter Antimon in Höhe von 0,8 µg/(m<sup>2</sup>·d) ermittelt.

Der Vergleich zeigt, dass die in Braunschweig ermittelten Depositionsrates an allen drei Messpunkten unterhalb des in Hessen ermittelten Durchschnittswertes liegen. Am Messpunkt mit der höchsten Antimon-Deposition „BRA 2 – Firma Seela“ lag der ermittelte Wert um 7 % unterhalb des hessischen Vergleichswertes, an dem Messpunkt mit der niedrigsten Antimon-Deposition „BRA 3 – Firma Stibiox“ sogar um 34 %.

#### 6.2.2.2 Arsen im Staubbiederschlag

Arsen im Staubbiederschlag findet in der TA Luft unter Nr. 4.5.1 Berücksichtigung. Hier ist ein Immissionswert von 4 µg/(m<sup>2</sup>·d) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt.

Die folgende Auswertung stellt die ermittelten Kenngrößen dem Immissionswert gegenüber.

**Tabelle 10** Messergebnisse der Konzentration an Arsen im Staubbiederschlag  
 Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
4 µg/(m <sup>2</sup> ·d) / Jahresmittelwert	BRA 1 – Firma EWE	0,3 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	8 %
	BRA 2 – Firma Seela	0,3 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	8 %
	BRA 3 - Stibiox	0,2 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	5 %

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass der Immissionswert von 4 µg/(m<sup>2</sup>·d) an allen Messpunkten sicher eingehalten wird und diesen zu maximal 8 % ausschöpft.

### 6.2.2.3 Cadmium im Staubbiederschlag

Unter Nr. 4.5.1 der TA Luft ist für den Parameter Cadmium im Staubbiederschlag ein Immissionswert von 2 µg/(m<sup>2</sup>·d) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt.

Die folgende Auswertung zeigt die ermittelten Kenngrößen und stellt sie dem Immissionswert gegenüber.

**Tabelle 11** Messergebnisse der Konzentration an Cadmium im Staubbiederschlag  
 Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
2 µg/(m <sup>2</sup> ·d) / Jahresmittelwert	BRA 1 – Firma EWE	0,13 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	7 %
	BRA 2 – Firma Seela	0,11 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	6 %
	BRA 3 - Stibiox	0,11 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	6 %

Wie die vorstehende Tabelle 11 zeigt, liegen die ermittelten Cadmium-Depositionsraten an allen drei Messpunkten deutlich unterhalb des Beurteilungswertes. Die Werte liegen bei lediglich 6 bis 7 % des zulässigen Jahresmittelwertes.

### 6.2.2.4 Nickel im Staubbiederschlag

Nickel im Staubbiederschlag findet in der TA Luft unter Nr. 4.5.1 Berücksichtigung. Hier ist ein Immissionswert von 15 µg/(m<sup>2</sup>·d) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt.

Die folgende Tabelle zeigt die Auswertung und stellt die ermittelten Kenngrößen dem Immissionswert gegenüber.

**Tabelle 12** Messergebnisse der Konzentration an Nickel im Staubbiederschlag  
 Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
15 µg/(m <sup>2</sup> ·d) / Jahresmittelwert	BRA 1 – Firma EWE	1,8 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	12 %
	BRA 2 – Firma Seela	2,5 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	17 %
	BRA 3 - Stibiox	1,6 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	10 %

Die ermittelten Nickel-Depositionsraten liegen an allen drei Messpunkten unterhalb des Beurteilungswertes und schöpfen diesen zu 10 % (BRA 3 – Stibiox) bis 17% (BRA 2 – Firma Seela) aus.

### 6.2.2.5 Blei im Staubbiederschlag

Unter Nr. 4.5.1 der TA Luft ist für den Parameter Blei im Staubbiederschlag ein Immissionswert von 100 µg/(m<sup>2</sup>·d) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgelegt.

Die folgende Auswertung stellt die ermittelten Kenngrößen dem Immissionswert gegenüber.

**Tabelle 13** Messergebnisse der Konzentration an Nickel im Staubbiederschlag  
 Messzeitraum: 31.07.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
100 µg/(m <sup>2</sup> ·d) / Jahresmittelwert	BRA 1 – Firma EWE	4,0 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	4 %
	BRA 2 – Firma Seela	3,9 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	4 %
	BRA 3 - Stibiox	3,2 µg/(m <sup>2</sup> ·d)	3 %

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass auch beim Parameter Blei alle ermittelten Werte deutlich unterhalb des Beurteilungswertes liegen und diesen lediglich zu 3 bis 4 % ausschöpfen.

### 6.2.3 Schwebstaub PM10

Für den Parameter Schwebstaub PM10 sind in der 39. BImSchV sowie in der TA Luft in Nr. 4.2.1 Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Demnach darf die Gesamtbelastung für Schwebstaub PM10, gemittelt über ein Jahr, an keinem Beurteilungspunkt 40 µg/m<sup>3</sup> überschreiten.

Als weiteres Beurteilungskriterium nennen die 39. BImSchV und die TA Luft die Überschreitungshäufigkeit (Anzahl der Tage) des Immissionswertes für die 24-stündige Immissionsbelastung. Es dürfen demnach maximal 35 Tageswerte innerhalb eines Jahres einen Wert von 50 µg/m<sup>3</sup> überschreiten.



**Tabelle 14** Messergebnisse der Schwebstaub PM-Konzentration  
 Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
40 µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	20,1 µg/m <sup>3</sup>	50 %
50 µg/m <sup>3</sup> 24-h-Mittelwert max. 35 Überschreitungen im Jahr	11 Überschreitungen	31 %

Wie die vorhergehende Tabelle zeigt, werden die Immissionswerte bezüglich Schwebstaub PM10 eingehalten. Der Mittelwert von 20,1 µg/m<sup>3</sup> schöpft den Jahres-Immissionswert von 40 µg/m<sup>3</sup> zu 50 % aus. Die ermittelten Tagesmittelwerte überschritten den Tages-Immissionswert von 50 µg/m<sup>3</sup> an insgesamt 11 Tagen bei erlaubten 35 Überschreitungen. Somit ist auch dieses Kriterium erfüllt.

## 6.2.4 Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10

### 6.2.4.1 Antimon im Schwebstaub PM10

Für den Parameter Antimon im Schwebstaub PM10 existieren weder in der TA Luft noch der 39. BImSchV entsprechende Beurteilungskriterien.

Vergleichsweise kann für den Parameter Antimon der in den Jahren 1996/1997 durch das Niedersächsische Landesamt für Ökologie während des Betriebes der Firma Stibiox in Braunschweig gemessenen Mittelwert von 7 ng/m<sup>3</sup> herangezogen werden.

Die Gegenüberstellung ist in der nachfolgenden Tabelle 15 dargestellt.

**Tabelle 15** Messergebnisse der Konzentration von Antimon im PM10-Schwebstaub  
 Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Vergleichswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
7 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	1,2 ng/m <sup>3</sup>	17 %

Wie die Tabelle 15 zeigt, ist die Antimonbelastung im Messzeitraum 2014/2015 mit 1,2 ng/m<sup>3</sup> im Vergleich zur Belastung von 7 ng/m<sup>3</sup> in den Jahren 1996/1997 deutlich zurückgegangen. Der in der aktuellen Messkampagne ermittelte Mittelwert entspricht nur noch 17 % des in den Jahren 1996/1997 ermittelten Wertes.

Zur weiteren Einordnung kann der Jahresmittelwert, den das Bundesland Hessen (HLUG / Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) an insgesamt 16 Messstationen im Jahr 2014 ermittelt hat, genannt werden. Für den Parameter Antimon im Schwebstaub PM10 wurde im vergangenen Jahr in Hessen ein mittlerer Wert von 1,8 ng/m<sup>3</sup> ermittelt.

Wie auch schon bei dem Parameter Antimon im Staubbiederschlag, liegt auch die ermittelte Belastung an Antimon im Schwebstaub PM10 in Braunschweig unterhalb der durchschnittlichen Belastung in Hessen. Der in Braunschweig ermittelte Wert liegt bei 68 % des hessischen Durchschnittswerts.

#### 6.2.4.2 Arsen im Schwebstaub PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV für den Parameter Arsen im Schwebstaub PM10 ein Zielwert von 6 ng/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert festgelegt.

In der nachfolgenden Tabelle 16 werden die Ergebnisse dargestellt.

**Tabelle 16** Messergebnisse der Konzentration von Arsen im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
6 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	0,6 ng/m <sup>3</sup>	10 %

Beim Parameter Arsen im Schwebstaub PM10 wird der Zielwert von 6 ng/m<sup>3</sup> eingehalten und mit einem ermittelten Mittelwert von 0,6 ng/m<sup>3</sup> lediglich zu 10 % ausgeschöpft.

#### 6.2.4.3 Cadmium im Schwebstaub PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV für den Parameter Cadmium im Schwebstaub PM10 ein Zielwert von 5 ng/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert festgelegt.

Die Auswertung ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und zeigt, dass das Kriterium sicher eingehalten wird.

**Tabelle 17** Messergebnisse der Konzentration von Cadmium im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
5 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	0,2 ng/m <sup>3</sup>	4 %

Die vorstehende Tabelle stellt dar, dass der Zielwert von 5 ng/m<sup>3</sup> zu 4 % ausgeschöpft wird und damit deutlich unterschritten wurde.

#### 6.2.4.4 Nickel im Schwebstaub PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV für den Parameter Nickel im Schwebstaub PM10 ein Zielwert von 20 ng/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert festgelegt.

In der nachfolgenden Tabelle 18 wird die ermittelte Jahreskenngröße dem Zielwert gegenübergestellt.

**Tabelle 18** Messergebnisse der Konzentration von Nickel im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
20 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	7,2 ng/m <sup>3</sup>	36 %

Wie die vorstehende Tabelle zeigt, liegt die Belastung durch Nickel im Schwebstaub PM10 mit 7,2 ng/m<sup>3</sup> deutlich unterhalb des Zielwertes von 20 ng/m<sup>3</sup>, wodurch dieser eingehalten wird.

#### 6.2.4.5 Blei im Schwebstaub PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV sowie in der Nr. 4.2.1 der TA Luft für den Parameter Blei im PM10-Schwebstaub ein Immissionsgrenzwert von 0,5 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert festgelegt.

Die Auswertung ist in der nachfolgenden Tabelle 19 dargestellt und zeigt, dass das Kriterium sicher eingehalten wird.

**Tabelle 19** Messergebnisse der Konzentration von Blei im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
0,5 µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	0,006 µg/m <sup>3</sup>	1 %

Beim Parameter Blei im Schwebstaub PM10 liegt die Belastung bei nur 1 % des Grenzwertes. Somit wird der Grenzwert von  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an dieser Stelle mit einem ermittelten Wert von  $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sicher eingehalten.

#### 6.2.4.6 Kupfer im Schwebstaub PM10

Für den Parameter Kupfer im Schwebstaub PM10 existieren weder in der TA Luft noch der 39. BImSchV entsprechende Beurteilungskriterien.

Zur lufthygienischen Beurteilung des Parameter Kupfer kann ersatzweise ein Messwert, den das Bundesland Hessen an insgesamt 16 Messstationen im Jahr 2014 ermittelt hat, genannt werden. Für den Parameter Kupfer wurde im vergangenen Jahr in Hessen ein mittlerer Wert von  $20,6 \text{ ng}/\text{m}^3$  ermittelt. Die nachfolgende Tabelle stellt die Werte gegenüber.

**Tabelle 20** Messergebnisse der Konzentration von Kupfer im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
$20,6 \text{ ng}/\text{m}^3$ Jahresmittelwert	$7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	37 %

Vergleicht man den in Braunschweig ermittelten Mittelwert mit der durchschnittlichen Belastung in Hessen, so erkennt man eine deutlich niedrigere Belastung am Messpunkt in Braunschweig. Zwar sind die Messzeiträume unterschiedlich, man kann die Daten jedoch orientierend miteinander vergleichen.

#### 6.2.4.7 Zink im Schwebstaub PM10

Für die Parameter Kupfer und Zink im Schwebstaub PM10 existieren weder in der TA Luft noch der 39. BImSchV entsprechende Beurteilungskriterien.

Zur Bewertung des Parameters Zink kann zur orientierenden Einordnung ein Beurteilungswert aus dem Arbeitsplatzgrenzwert errechnet werden. Hier gibt es einen Vorschlag des DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) zu einem Arbeitsplatzgrenzwert von Zink in der alveolengängigen Staubfraktion (vergleichbar mit der PM10-Fraktion) von  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Konventionsgemäß kann man ein Tausendstel des AGW heranziehen, um die ermittelten Werte in der Außenluft orientierend zu beurteilen. In diesem Fall liegt der Beurteilungswert also bei  $100 \text{ ng}/\text{m}^3$  (entspricht einem Tausendstel von  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).

Die nachfolgende Tabelle stellt den ermittelten Wert dem Beurteilungswert gegenüber.

**Tabelle 21** Messergebnisse der Konzentration von Zink im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
100 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	44,6 µg/m <sup>3</sup>	45 %

Durch den Vergleich der beiden Werte kann man feststellen, dass die Konzentration an Zink im Schwebstaub PM10 am Messpunkt in Braunschweig nur etwa halb so hoch ist wie der abgeleitete Beurteilungswert und somit als unproblematisch angesehen werden kann.

#### 6.2.4.7 Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV für den Parameter Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10 als Marker für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe ein Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert festgelegt.

Die Auswertung ist in der nachfolgenden Tabelle 22 dargestellt und zeigt, dass das Kriterium eingehalten wird.

**Tabelle 22** Messergebnisse der Konzentration von Benzo(a)pyren im PM10-Schwebstaub  
Messzeitraum: 01.08.2014 bis 31.07.2015 (12 Monatsmischproben)

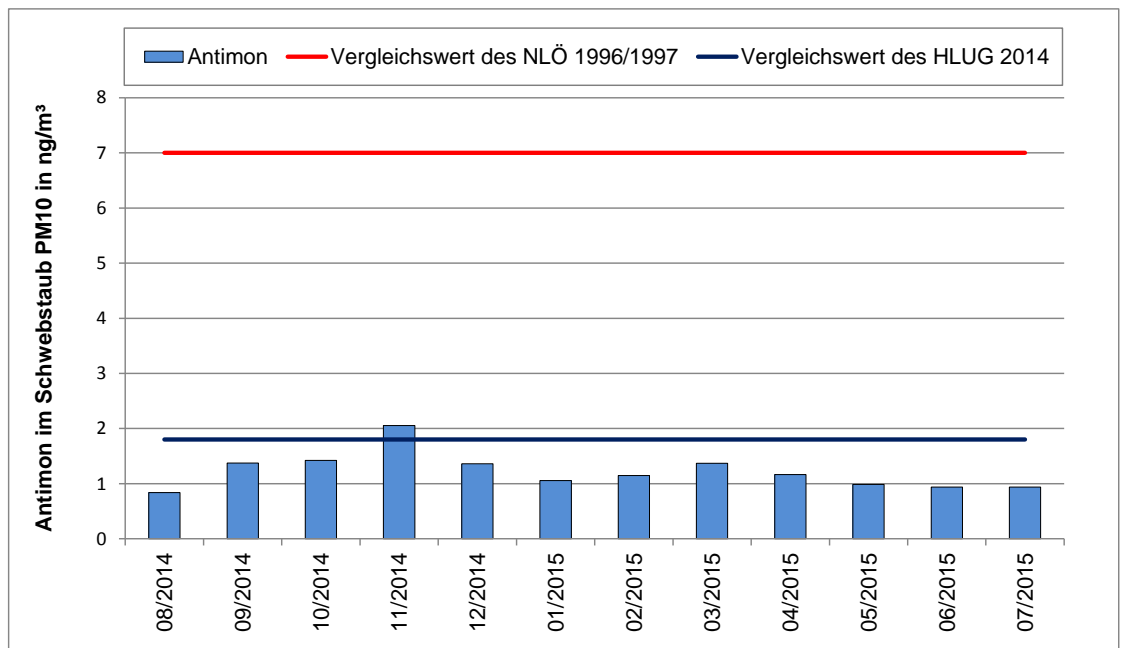
Immissionswert / Mittelungszeitraum	Ermittelte Kenngrößen	Verhältnis des Mittelwerts zum Beurteilungswert
1 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	0,3 ng/m <sup>3</sup>	27 %

Der vorstehenden Tabelle ist zu entnehmen, dass der ermittelte Wert von 0,3 ng/m<sup>3</sup> den Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup> lediglich zu 27 % ausschöpft und dieser damit eingehalten wird.

### 6.3 Diskussion der Ergebnisse

Das vorrangige Ziel der durchgeführten Messungen war, die Antimon-Belastung im Umfeld des ehemaligen Stibiox-Werkes zu erfassen und zu bewerten. Die Antimon-Konzentration im Schwebstaub PM10, die in den Jahren 1996/1997 noch bei 7 ng/m<sup>3</sup> lag, ist deutlich zurückgegangen und lag im Messzeitraum bei durchschnittlich 1,2 ng/m<sup>3</sup>. Um dieses Ergebnis im Vergleich zu üblichen Konzentrationen in anderen Gebieten einschätzen zu können, wurde der Wert mit der in Hessen ermittelten, durchschnittlichen Antimon-Belastung verglichen. Hierbei zeigte sich, dass die am ausgewählten Messpunkt in Braunschweig ermittelte Belastung von 1,2 ng/m<sup>3</sup> unterhalb des Mittelwertes aus Hessen (1,8 ng/m<sup>3</sup>) lag.

Die folgende Grafik zeigt den Verlauf der Antimonkonzentration im Rahmen der Messungen 2014/2015.

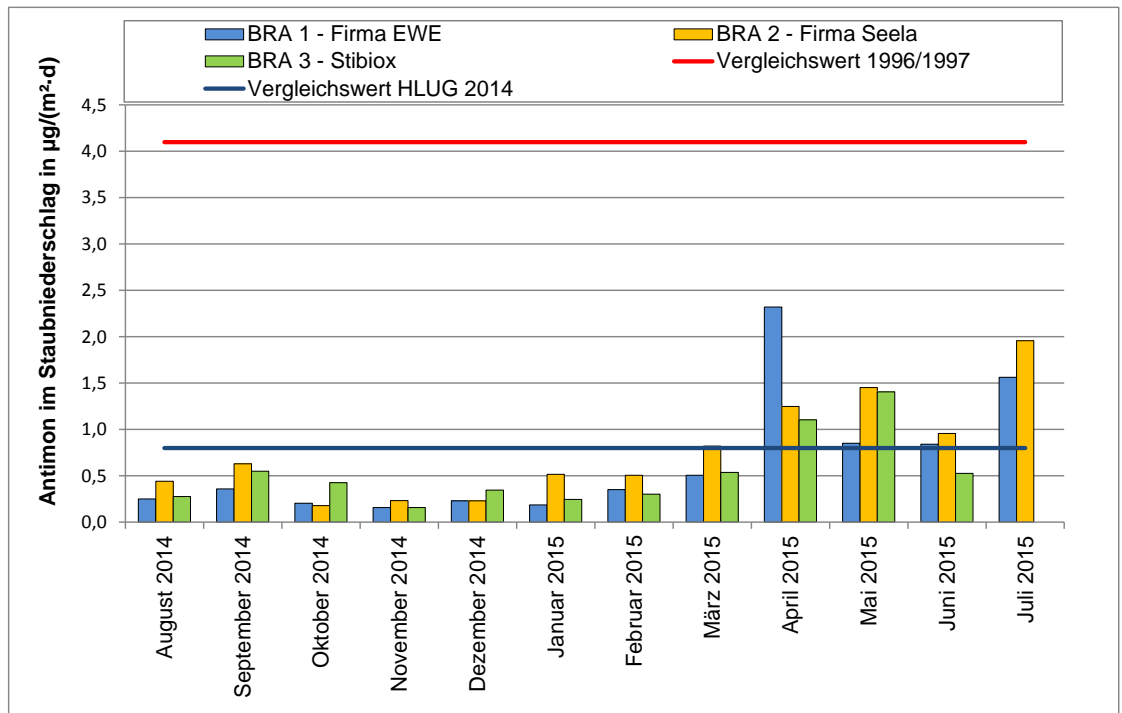


**Abbildung 2** Verlauf der Antimon-Konzentration im Schwebstaub PM10

Die vorstehende Abbildung zeigt, dass die Antimon-Konzentration in allen Monaten auf recht ähnlichem Niveau lag und kein ausgeprägter Jahrgang zu erkennen ist. Lediglich im November 2014 lag der Wert etwas oberhalb der üblichen Werte.

Bei der Antimon-Deposition stellt sich die Lage ähnlich dar. Die Depositionsraten sind von durchschnittlich  $4,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  in den Jahren 1996/1997 auf mittlere Werte von  $0,53 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ -bis  $0,75 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  gesunken. Auch der Vergleich mit der mittleren Belastung in Hessen von  $0,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  zeigt, dass die in Braunschweig ermittelten Werte etwas darunter lagen.

Die nachfolgende Grafik zeigt den Verlauf der Antimon-Deposition.



**Abbildung 3** Verlauf der Antimondeposition  
Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015

Die Grafik zeigt, dass die Höhe der ermittelten Messwerte an den einzelnen Messstationen und auch in den einzelnen Monaten schwankt. Tendenziell zeigt sich eine höhere Belastung im Verlauf des zweiten Messhalbjahres.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Belastung durch Antimon im Schwebstaub PM10 sowie im Staubniederschlag durch den Rückbau des Stibiox-Werkes und den Austausch von belastetem Bodenmaterial deutlich zurückgegangen ist und heute im unkritischen, auch in anderen Gebieten üblichen Bereich liegt.

Von einem Antimon-Eintrag in die Atmosphäre durch verbliebende Bodenbelastungen im Bereich des Gewerbe- und des Wohngebiets kann nach derzeitigem Wissensstand nicht ausgegangen werden.

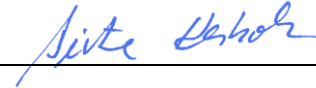
Bei den übrigen Inhaltstoffen, die im Staubniederschlag und im Schwebstaub PM10 analysiert wurden, liegen alle ermittelten Jahresmittelwerte unterhalb der gültigen Grenz- bzw. Zielwerte.

Dipl.-Ing. Wolfgang Roß  
(Fachlich Verantwortlicher und Projektleiter)



---

Dipl. Geol. Birte Herholz  
(stellvertretende Fachlich Verantwortliche)



---

Dr. Daniel Plake  
(stellvertretender Fachlich Verantwortlicher)



---

Katja Hüsken  
(stellvertretende Projektleiterin)



---



**ANHANG**

## Anhang 1: Tabellarische Darstellung der Einzelwerte

**Tabelle A - 1** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum August / September 2014)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Fr, 01.08.2014	18,6	Mo, 01.09.2014	17,0
Sa, 02.08.2014	22,7	Di, 02.09.2014	11,6
So, 03.08.2014	19,1	Mi, 03.09.2014	13,1
Mo, 04.08.2014	12,9	Do, 04.09.2014	20,7
Di, 05.08.2014	14,5	Fr, 05.09.2014	30,4
Mi, 06.08.2014	12,7	Sa, 06.09.2014	31,3
Do, 07.08.2014	16,3	So, 07.09.2014	34,5
Fr, 08.08.2014	16,5	Mo, 08.09.2014	22,6
Sa, 09.08.2014	16,5	Di, 09.09.2014	15,0
So, 10.08.2014	8,1	Mi, 10.09.2014	19,9
Mo, 11.08.2014	13,9	Do, 11.09.2014	11,8
Di, 12.08.2014	10,5	Fr, 12.09.2014	15,7
Mi, 13.08.2014	10,3	Sa, 13.09.2014	18,7
Do, 14.08.2014	12,0	So, 14.09.2014	10,3
Fr, 15.08.2014	Ausfall*	Mo, 15.09.2014	27,9
Sa, 16.08.2014	10,9	Di, 16.09.2014	38,2
So, 17.08.2014	10,9	Mi, 17.09.2014	31,3
Mo, 18.08.2014	11,6	Do, 18.09.2014	28,1
Di, 19.08.2014	11,4	Fr, 19.09.2014	17,2
Mi, 20.08.2014	10,9	Sa, 20.09.2014	30,4
Do, 21.08.2014	13,0	So, 21.09.2014	27,0
Fr, 22.08.2014	13,2	Mo, 22.09.2014	17,5
Sa, 23.08.2014	8,7	Di, 23.09.2014	17,6
So, 24.08.2014	6,9	Mi, 24.09.2014	20,6
Mo, 25.08.2014	10,5	Do, 25.09.2014	22,1
Di, 26.08.2014	12,7	Fr, 26.09.2014	25,1
Mi, 27.08.2014	12,1	Sa, 27.09.2014	17,2
Do, 28.08.2014	11,2	So, 28.09.2014	12,9
Fr, 29.08.2014	12,3	Mo, 29.09.2014	16,9
Sa, 30.08.2014	8,7	Di, 30.09.2014	22,9
So, 31.08.2014	11,8		

\* Filter defekt, Gerät gestoppt

**Tabelle A - 2** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum Oktober / November 2014)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Mi, 01.10.2014	33,9	Sa, 01.11.2014	18,5
Do, 02.10.2014	35,1	So, 02.11.2014	19,3
Fr, 03.10.2014	19,6	Mo, 03.11.2014	12,7
Sa, 04.10.2014	20,7	Di, 04.11.2014	8,7
So, 05.10.2014	26,2	Mi, 05.11.2014	15,6
Mo, 06.10.2014	32,1	Do, 06.11.2014	29,7
Di, 07.10.2014	20,6	Fr, 07.11.2014	20,8
Mi, 08.10.2014	10,5	Sa, 08.11.2014	15,5
Do, 09.10.2014	8,9	So, 09.11.2014	24,8
Fr, 10.10.2014	16,4	Mo, 10.11.2014	21,7
Sa, 11.10.2014	19,8	Di, 11.11.2014	23,2
So, 12.10.2014	16,0	Mi, 12.11.2014	34,9
Mo, 13.10.2014	17,6	Do, 13.11.2014	32,7
Di, 14.10.2014	10,1	Fr, 14.11.2014	36,7
Mi, 15.10.2014	13,0	Sa, 15.11.2014	<b>51,7*</b>
Do, 16.10.2014	13,9	So, 16.11.2014	35,2
Fr, 17.10.2014	20,0	Mo, 17.11.2014	13,0
Sa, 18.10.2014	14,9	Di, 18.11.2014	33,8
So, 19.10.2014	11,7	Mi, 19.11.2014	30,8
Mo, 20.10.2014	16,4	Do, 20.11.2014	30,8
Di, 21.10.2014	13,9	Fr, 21.11.2014	26,6
Mi, 22.10.2014	12,4	Sa, 22.11.2014	26,7
Do, 23.10.2014	21,5	So, 23.11.2014	25,4
Fr, 24.10.2014	18,4	Mo, 24.11.2014	15,8
Sa, 25.10.2014	22,9	Di, 25.11.2014	20,7
So, 26.10.2014	15,9	Mi, 26.11.2014	23,2
Mo, 27.10.2014	19,9	Do, 27.11.2014	30,8
Di, 28.10.2014	18,2	Fr, 28.11.2014	40,8
Mi, 29.10.2014	28,0	Sa, 29.11.2014	47,1
Do, 30.10.2014	19,8	So, 30.11.2014	44,6
Fr, 31.10.2014	24,4		

\* Überschreitung des Tages-Immissionswertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

**Tabelle A - 3** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum Dezember 2014 / Januar 2015)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Mo, 01.12.2014	32,4	Do, 01.01.2015	40,2
Di, 02.12.2014	41,6	Fr, 02.01.2015	14,3
Mi, 03.12.2014	42,2	Sa, 03.01.2015	18,0
Do, 04.12.2014	<b>77,4*</b>	So, 04.01.2015	Ausfall**
Fr, 05.12.2014	<b>53,6*</b>	Mo, 05.01.2015	Ausfall**
Sa, 06.12.2014	28,8	Di, 06.01.2015	Ausfall**
So, 07.12.2014	24,0	Mi, 07.01.2015	23,7
Mo, 08.12.2014	18,9	Do, 08.01.2015	11,4
Di, 09.12.2014	23,7	Fr, 09.01.2015	12,2
Mi, 10.12.2014	15,8	Sa, 10.01.2015	7,6
Do, 11.12.2014	11,6	So, 11.01.2015	17,3
Fr, 12.12.2014	7,4	Mo, 12.01.2015	12,4
Sa, 13.12.2014	16,2	Di, 13.01.2015	7,9
So, 14.12.2014	22,0	Mi, 14.01.2015	7,0
Mo, 15.12.2014	13,4	Do, 15.01.2015	7,0
Di, 16.12.2014	18,1	Fr, 16.01.2015	12,7
Mi, 17.12.2014	13,9	Sa, 17.01.2015	23,6
Do, 18.12.2014	9,0	So, 18.01.2015	17,8
Fr, 19.12.2014	7,8	Mo, 19.01.2015	21,3
Sa, 20.12.2014	15,6	Di, 20.01.2015	34,8
So, 21.12.2014	18,6	Mi, 21.01.2015	30,7
Mo, 22.12.2014	5,6	Do, 22.01.2015	28,6
Di, 23.12.2014	9,4	Fr, 23.01.2015	19,5
Mi, 24.12.2014	5,9	Sa, 24.01.2015	24,9
Do, 25.12.2014	14,1	So, 25.01.2015	24,6
Fr, 26.12.2014	13,2	Mo, 26.01.2015	17,9
Sa, 27.12.2014	15,5	Di, 27.01.2015	16,6
So, 28.12.2014	24,6	Mi, 28.01.2015	15,1
Mo, 29.12.2014	19,2	Do, 29.01.2015	11,2
Di, 30.12.2014	16,6	Fr, 30.01.2015	12,1
Mi, 31.12.2014	27,5	Sa, 31.01.2015	25,7

\* Überschreitung des Tages-Immissionswertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

\*\* Ausfall wg. fehlendem Filter

**Tabelle A - 4** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum Februar / März 2015)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
So, 01.02.2015	25,0	So, 01.03.2015	13,2
Mo, 02.02.2015	20,7	Mo, 02.03.2015	11,3
Di, 03.02.2015	14,2	Di, 03.03.2015	13,6
Mi, 04.02.2015	19,0	Mi, 04.03.2015	16,2
Do, 05.02.2015	22,3**	Do, 05.03.2015	17,8
Fr, 06.02.2015	40,0***	Fr, 06.03.2015	31,7
Sa, 07.02.2015	36,2	Sa, 07.03.2015	29,0
So, 08.02.2015	17,1	So, 08.03.2015	15,2
Mo, 09.02.2015	9,7	Mo, 09.03.2015	24,9
Di, 10.02.2015	5,4	Di, 10.03.2015	30,6
Mi, 11.02.2015	17,3	Mi, 11.03.2015	24,1
Do, 12.02.2015	27,4	Do, 12.03.2015	16,5
Fr, 13.02.2015	27,9	Fr, 13.03.2015	13,2
Sa, 14.02.2015	36,5	Sa, 14.03.2015	27,9
So, 15.02.2015	<b>58,1*</b>	So, 15.03.2015	24,7
Mo, 16.02.2015	<b>72,9*</b>	Mo, 16.03.2015	34,5
Di, 17.02.2015	<b>69,5*</b>	Di, 17.03.2015	36,7
Mi, 18.02.2015	29,7	Mi, 18.03.2015	43,9
Do, 19.02.2015	39,4	Do, 19.03.2015	43,6
Fr, 20.02.2015	32,7	Fr, 20.03.2015	<b>62,0*</b>
Sa, 21.02.2015	11,9	Sa, 21.03.2015	37,8
So, 22.02.2015	19,9	So, 22.03.2015	7,5
Mo, 23.02.2015	9,4	Mo, 23.03.2015	24,9
Di, 24.02.2015	14,7	Di, 24.03.2015	<b>53,2*</b>
Mi, 25.02.2015	17,8	Mi, 25.03.2015	<b>58,3*</b>
Do, 26.02.2015	21,0	Do, 26.03.2015	33,1
Fr, 27.02.2015	18,2	Fr, 27.03.2015	19,3
Sa, 28.02.2015	19,0	Sa, 28.03.2015	24,3
		So, 29.03.2015	9,4
		Mo, 30.03.2015	8,8
		Di, 31.03.2015	8,2

\* Überschreitung des Tages-Immissionswertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

\*\* verkürzte Probenahmedauer von 12h45min

\*\*\* verkürzte Probenahmedauer von 12h16min

**Tabelle A - 5** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum April / Mai 2015)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Mi, 01.04.2015	7,3	Fr, 01.05.2015	15,4
Do, 02.04.2015	6,3	Sa, 02.05.2015	14,9
Fr, 03.04.2015	10,5	So, 03.05.2015	22,3
Sa, 04.04.2015	22,5	Mo, 04.05.2015	15,2
So, 05.04.2015	<b>57,1*</b>	Di, 05.05.2015	29,5
Mo, 06.04.2015	30,3	Mi, 06.05.2015	24,0
Di, 07.04.2015	23,5	Do, 07.05.2015	17,7
Mi, 08.04.2015	20,9	Fr, 08.05.2015	18,0
Do, 09.04.2015	26,2	Sa, 09.05.2015	14,3
Fr, 10.04.2015	30,5	So, 10.05.2015	9,3
Sa, 11.04.2015	18,8	Mo, 11.05.2015	10,1
So, 12.04.2015	9,8	Di, 12.05.2015	17,3
Mo, 13.04.2015	12,0	Mi, 13.05.2015	14,1
Di, 14.04.2015	24,5	Do, 14.05.2015	9,6
Mi, 15.04.2015	33,2	Fr, 15.05.2015	12,6
Do, 16.04.2015	15,7	Sa, 16.05.2015	21,0
Fr, 17.04.2015	14,2	So, 17.05.2015	16,5
Sa, 18.04.2015	10,2	Mo, 18.05.2015	16,6
So, 19.04.2015	15,2	Di, 19.05.2015	13,1
Mo, 20.04.2015	15,7	Mi, 20.05.2015	12,9
Di, 21.04.2015	21,6	Do, 21.05.2015	12,0
Mi, 22.04.2015	18,7	Fr, 22.05.2015	18,0
Do, 23.04.2015	35,0	Sa, 23.05.2015	21,8
Fr, 24.04.2015	<b>56,2*</b>	So, 24.05.2015	11,9
Sa, 25.04.2015	38,6	Mo, 25.05.2015	13,8
So, 26.04.2015	18,1	Di, 26.05.2015	9,9
Mo, 27.04.2015	25,6	Mi, 27.05.2015	11,5
Di, 28.04.2015	19,1	Do, 28.05.2015	13,8
Mi, 29.04.2015	19,2	Fr, 29.05.2015	10,0
Do, 30.04.2015	24,6	Sa, 30.05.2015	7,3
		So, 31.05.2015	8,8

\* Überschreitung des Tages-Immissionswertes von 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Tabelle A - 6** Einzelwerte der PM10-Messungen  
 (Messzeitraum Juni / Juli 2015)

Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Probenahme- datum	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Mo, 01.06.2015	13,2	Mi, 01.07.2015	16,0
Di, 02.06.2015	14,0	Do, 02.07.2015	21,6
Mi, 03.06.2015	18,3	Fr, 03.07.2015	28,2
Do, 04.06.2015	16,2	Sa, 04.07.2015	34,6
Fr, 05.06.2015	19,6	So, 05.07.2015	29,3
Sa, 06.06.2015	22,2	Mo, 06.07.2015	15,5
So, 07.06.2015	14,2	Di, 07.07.2015	18,2
Mo, 08.06.2015	14,0	Mi, 08.07.2015	17,4
Di, 09.06.2015	16,1	Do, 09.07.2015	14,3
Mi, 10.06.2015	15,5	Fr, 10.07.2015	14,9
Do, 11.06.2015	13,4	Sa, 11.07.2015	15,9
Fr, 12.06.2015	17,2	So, 12.07.2015	16,7
Sa, 13.06.2015	22,0	Mo, 13.07.2015	14,1
So, 14.06.2015	16,7	Di, 14.07.2015	10,0
Mo, 15.06.2015	13,7	Mi, 15.07.2015	15,2
Di, 16.06.2015	15,6	Do, 16.07.2015	13,4
Mi, 17.06.2015	14,5	Fr, 17.07.2015	20,9
Do, 18.06.2015	12,8	Sa, 18.07.2015	17,4
Fr, 19.06.2015	10,7	So, 19.07.2015	14,3
Sa, 20.06.2015	9,1	Mo, 20.07.2015	12,8
So, 21.06.2015	12,0	Di, 21.07.2015	11,2
Mo, 22.06.2015	11,6	Mi, 22.07.2015	15,4
Di, 23.06.2015	13,2	Do, 23.07.2015	15,5
Mi, 24.06.2015	13,1	Fr, 24.07.2015	18,6
Do, 25.06.2015	17,6	Sa, 25.07.2015	15,1
Fr, 26.06.2015	18,0	So, 26.07.2015	12,5
Sa, 27.06.2015	12,5	Mo, 27.07.2015	8,6
So, 28.06.2015	11,2	Di, 28.07.2015	13,8
Mo, 29.06.2015	15,4	Mi, 29.07.2015	9,5
Di, 30.06.2015	11,2	Do, 30.07.2015	11,1
		Fr, 31.07.2015	12,2*

\* verkürzte Probenahmedauer von 11h

**Tabelle A - 7** Einzelwerte der PM10-Inhaltsstoffanalysen  
 (Messzeitraum August 2014 bis Januar 2015)

Proben- bezeichnung		08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	12/2014	01/2015
Antimon	ng/m <sup>3</sup>	0,8	1,4	1,4	2,1	1,4	1,1
Arsen	ng/m <sup>3</sup>	0,3	0,9	0,5	1,3	0,8	0,4
Blei	ng/m <sup>3</sup>	3,4	5,8	5,9	10,3	7,8	4,9
Cadmium	ng/m <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
Kupfer	ng/m <sup>3</sup>	5,2	7,7	8,4	7,4	5,3	8,7
Nickel	ng/m <sup>3</sup>	2,6	2,4	10,0	21,3	20,8	11,1
Zink	ng/m <sup>3</sup>	35,5	27,1	51,6	92,1	87,6	53,7
Benzo[a]- pyren	ng/m <sup>3</sup>	< 0,014	0,041	0,261	0,744	1,534	0,312

**Tabelle A - 8** Einzelwerte der PM10-Inhaltsstoffanalysen  
 (Messzeitraum Februar bis Juli 2015)

Proben- bezeichnung		02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	gewichteter Mittelwert
Antimon	ng/m <sup>3</sup>	1,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	1,2
Arsen	ng/m <sup>3</sup>	0,7	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6
Blei	ng/m <sup>3</sup>	7,7	6,8	5,2	3,4	2,9	3,2	5,6
Cadmium	ng/m <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Kupfer	ng/m <sup>3</sup>	6,6	8,1	16,3	6,6	5,8	5,6	7,6
Nickel	ng/m <sup>3</sup>	2,4	2,8	3,4	2,7	2,9	2,7	7,2
Zink	ng/m <sup>3</sup>	41,3	38,1	40,4	27,7	20,5	18,3	44,6
Benzo[a]- pyren	ng/m <sup>3</sup>	0,574	0,381	0,301	0,066	< 0,032	< 0,032	0,27



**Tabelle A - 9** Einzelwerte der Staubniederschlag (StN)-Analysen  
 (Messzeitraum August 2014 bis Januar 2015)

	<b>08/2014</b>	<b>09/2014</b>	<b>10/2014</b>	<b>11/2014</b>	<b>12/2014</b>	<b>01/2015</b>
<b>Messzeit- raum</b>	31.07.14 bis 29.08.14	29.08.14 bis 26.09.14	26.09.14 bis 24.10.14	24.10.14 bis 21.11.14	21.11.14 bis 06.01.15	06.01.15 bis 30.01.15
<b>Anzahl Tage</b>	29 Tage	28 Tage	28 Tage	28 Tage	46 Tage	24 Tage
<b>BRA 1 - Firma EWE</b>						
StN [g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,069	0,024	0,025	0,013	0,019	0,023
Ni [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	1,01	0,99	1,17	0,18	2,51	1,12
As [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,24	0,21	0,19	0,16	0,10	< 0,18
Cd [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,07	0,06	0,13	0,09	0,14	0,12
Sb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,25	0,36	0,20	0,16	0,23	0,19
Pb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	2,38	2,12	4,58	3,19	1,28	4,79

<b>BRA 2 - Firma Seela</b>						
StN [g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,194	0,030	0,073	0,085	0,038	0,045
Ni [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	1,92	2,21	1,34	0,77	4,81	2,41
As [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,22	0,20	0,17	0,23	0,16	0,24
Cd [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,10	0,06	0,09	0,12	0,11	0,15
Sb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,44	0,63	0,18	0,23	0,23	0,52
Pb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	2,20	2,12	3,03	2,10	3,07	9,21

<b>BRA 3 - Stibiox</b>						
StN [g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,047	0,023	0,027	0,039	0,023	0,028
Ni [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,85	1,31	1,25	0,92	3,27	1,69
As [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,21	0,21	0,22	0,30	0,11	< 0,18
Cd [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,08	0,06	0,14	0,11	0,15	0,16
Sb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,28	0,55	0,43	0,16	0,35	0,25
Pb [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	2,33	1,85	3,47	2,67	2,03	9,76

**Tabelle A - 10** Einzelwerte der Staubbiederschlag (StN)-Analysen  
 (Messzeitraum Februar bis Juli 2015)

	02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	gewichteter Mittelwert
<b>Messzeit- raum</b>	30.01.15 bis 27.02.15	27.02.15 bis 27.03.15	27.03.15 bis 24.04.15	24.04.15 bis 22.05.15	22.05.15 bis 03.07.15	03.07.15 bis 31.07.15	31.07.14 bis 31.07.15
<b>Anzahl Tage</b>	28Tage	28 Tage	28 Tage	28 Tage	42 Tage	28 Tage	365 Tage
<b>BRA 1 - Firma EWE</b>							
StN [g/(m <sup>2</sup> -d)]	0,009	0,018	0,249*	0,054	0,079	0,138	0,059
Ni [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,66	1,01	3,63	1,78	2,95	2,84	1,75
As [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	< 0,16	0,31	0,90	0,35	0,38	0,63	0,31
Cd [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,09	0,12	0,39	0,12	0,09	0,19	0,13
Sb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,35	0,51	2,32	0,85	0,84	1,56	0,64
Pb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	1,99	3,19	8,21	5,05	6,00	6,63	4,04

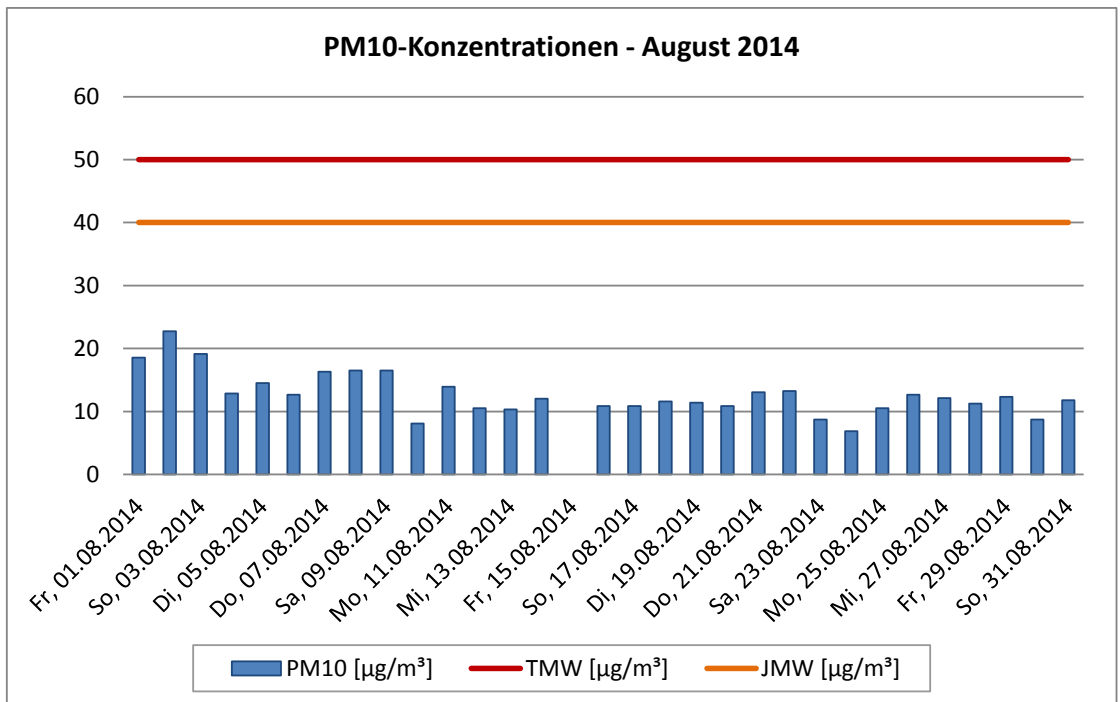
<b>BRA 2 - Firma Seela</b>							
StN [g/(m <sup>2</sup> -d)]	0,022	0,041	0,079	0,066	0,06	0,206	0,076
Ni [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,99	1,75	2,16	2,34	2,95	4,89	2,52
As [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,17	0,35	0,41	0,39	0,28	1,09	0,32
Cd [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,10	0,11	0,14	0,12	0,08	0,20	0,11
Sb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,51	0,82	1,25	1,45	0,96	1,96	0,75
Pb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	2,32	3,16	4,42	5,05	3,58	7,89	<b>3,89</b>

<b>BRA 3 - Stibiox</b>							
StN [g/(m <sup>2</sup> -d)]	0,011	0,012	0,039	0,046	0,049	<b>Ausfall**</b>	0,032
Ni [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,58	0,88	0,90	1,74	2,37		1,57
As [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	< 0,16	0,19	0,20	0,32	0,24		0,21
Cd [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,09	0,10	0,16	0,11	0,07		0,11
Sb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	0,30	0,54	1,11	1,41	0,53		0,53
Pb [µg/(m <sup>2</sup> -d)]	1,53	3,30	2,83	4,42	2,95		<b>3,21</b>

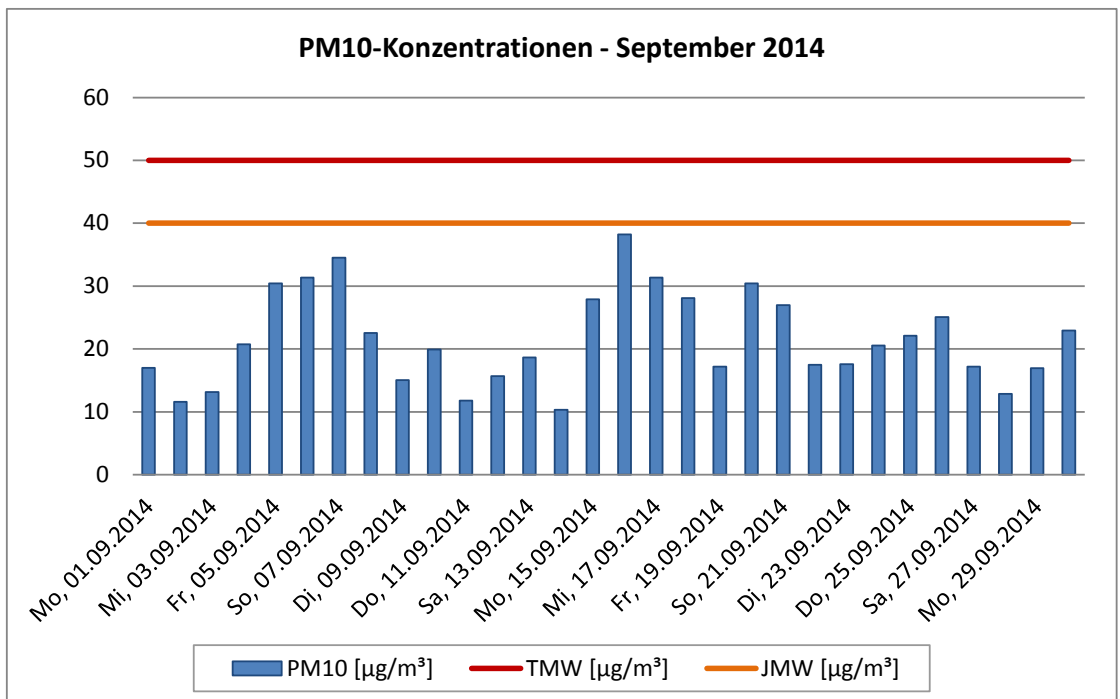
\* Der hohe Wert an Messpunkt „BRA 1 – Firma EWE“ im April 2015 wurde stark durch ein angrenzendes Osterfeuer beeinflusst

\*\* Sammelgefäß wurde entwendet

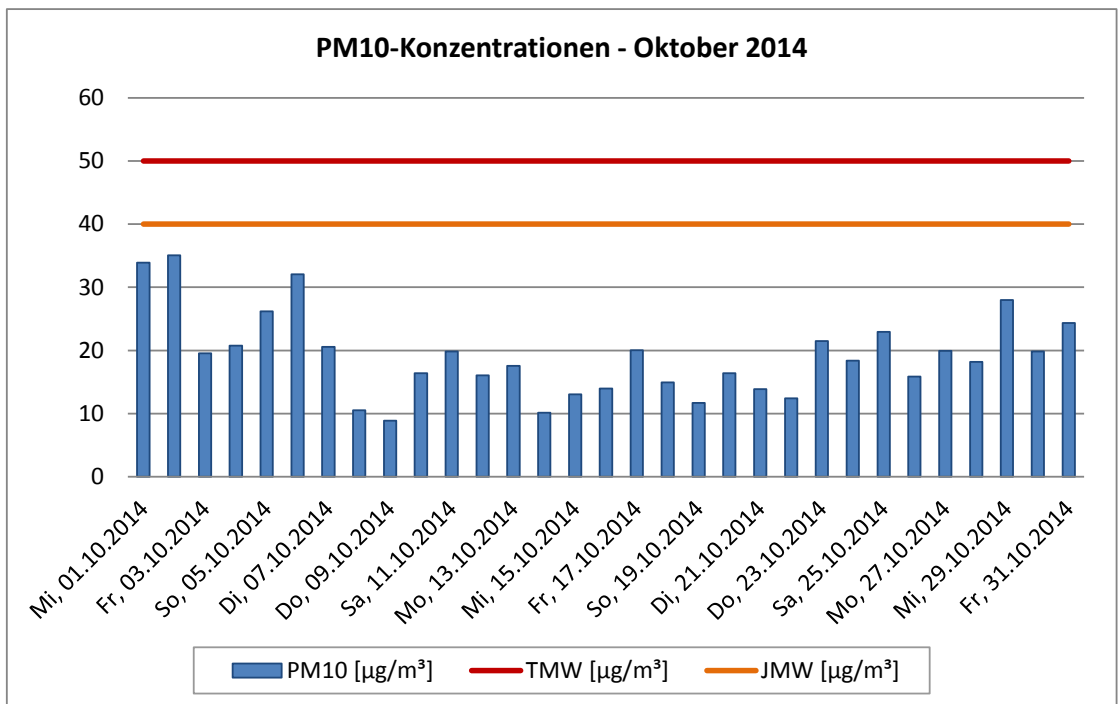
**Anhang 2: Grafische Darstellung der Einzelwerte**



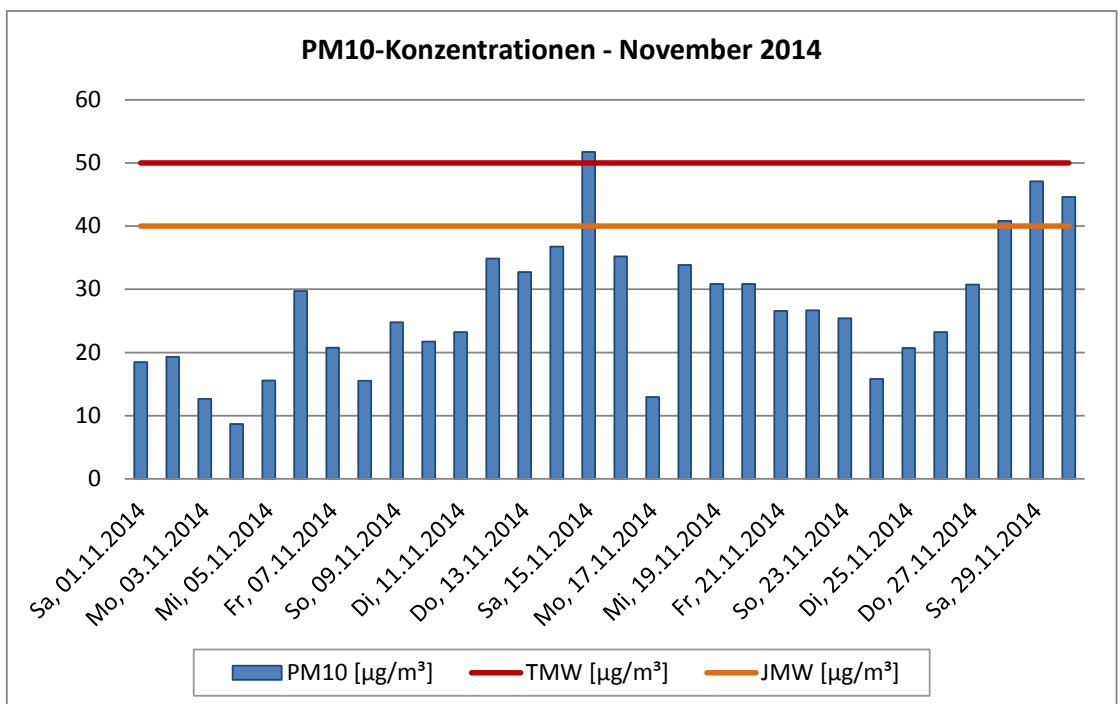
**Abbildung A - 1** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: August 2014



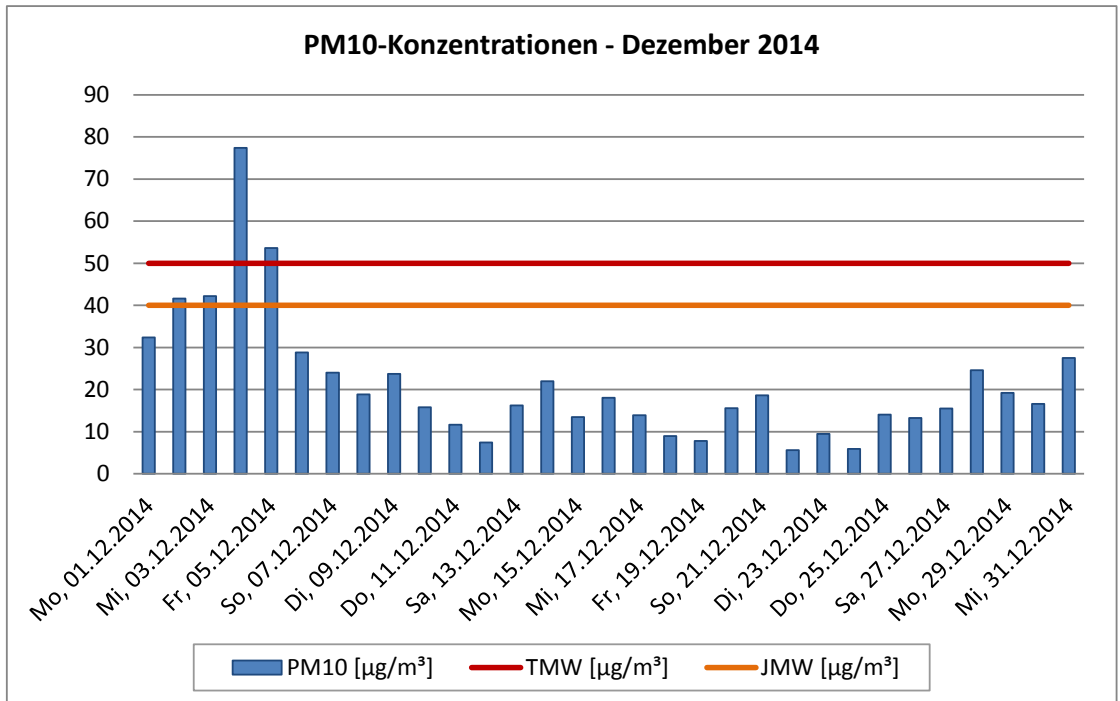
**Abbildung A - 2** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: September 2014



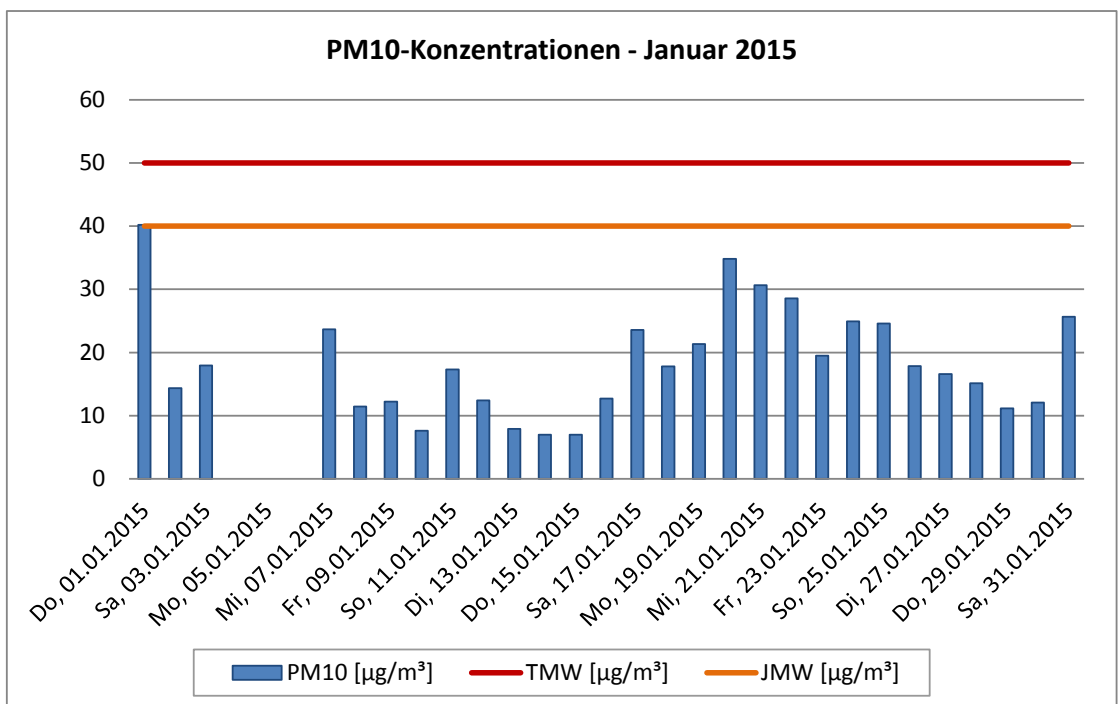
**Abbildung A - 3** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Oktober 2014



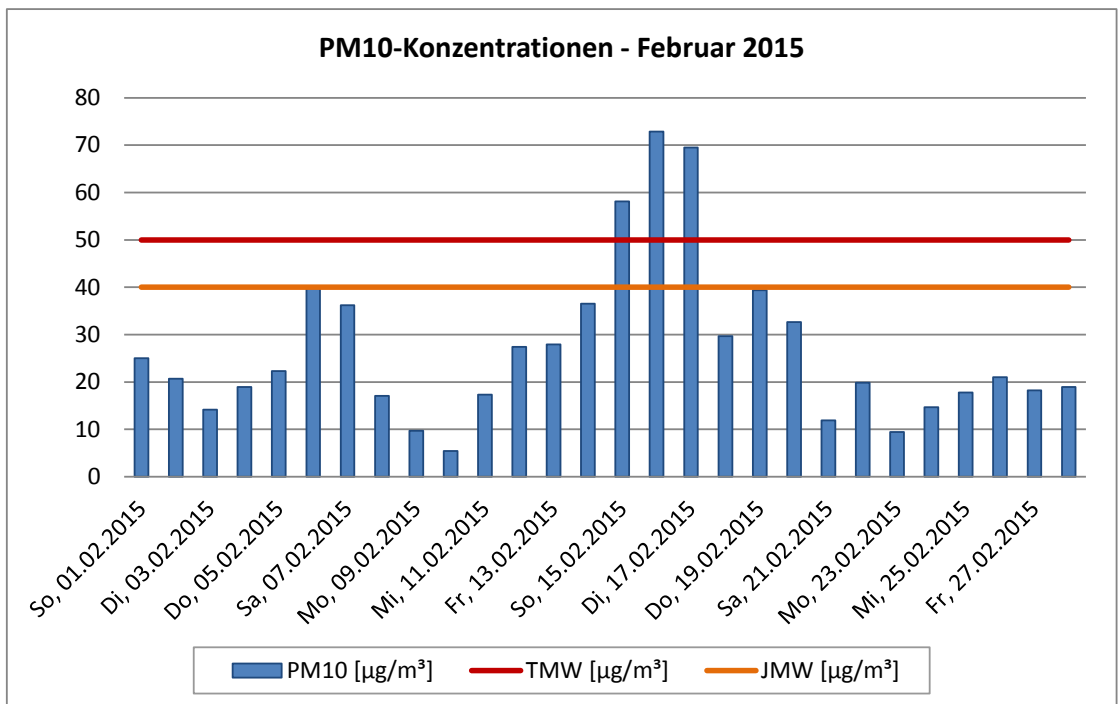
**Abbildung A - 4** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: November 2014



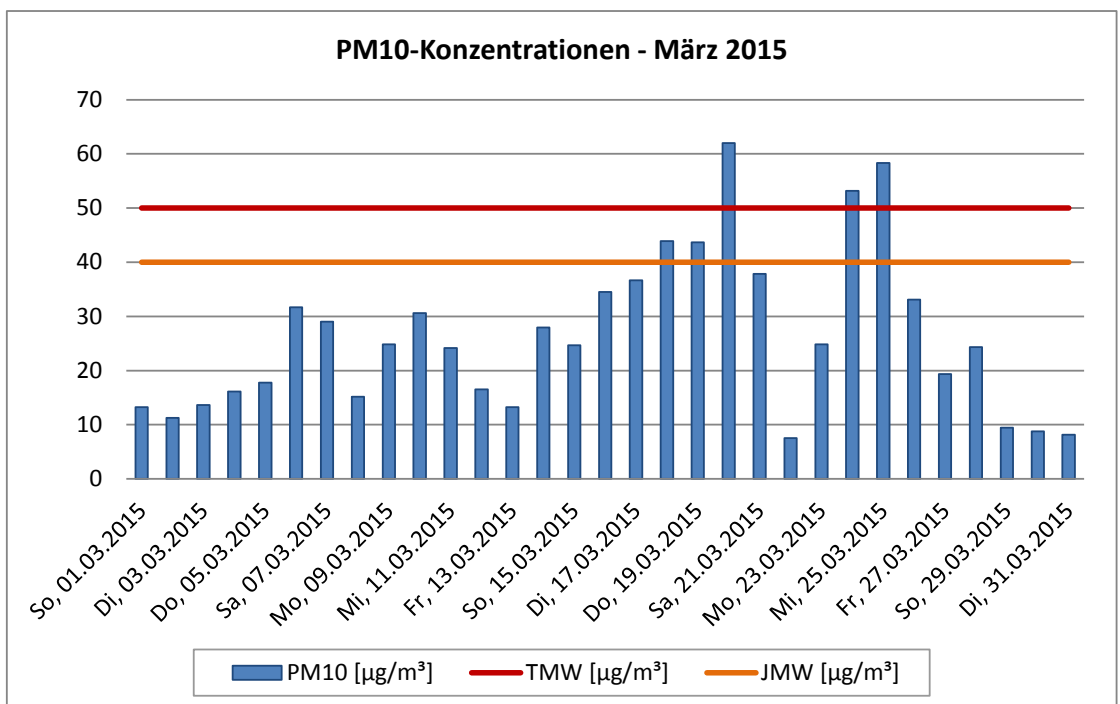
**Abbildung A - 5** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Dezember 2014



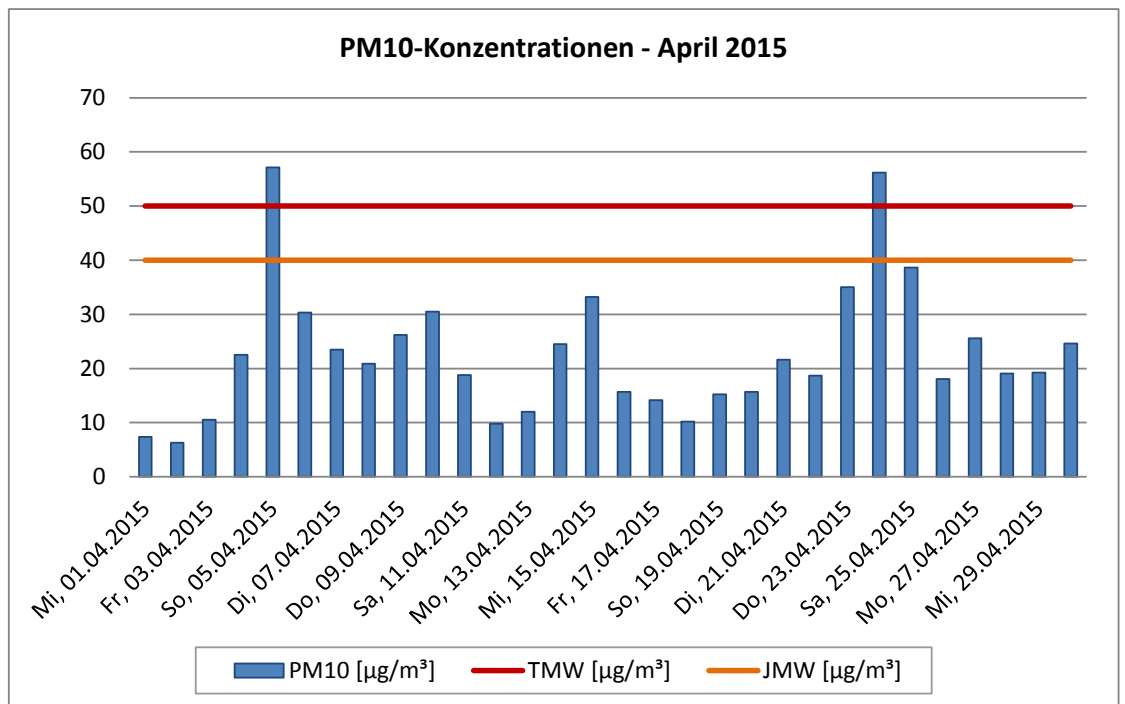
**Abbildung A - 6** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Januar 2015



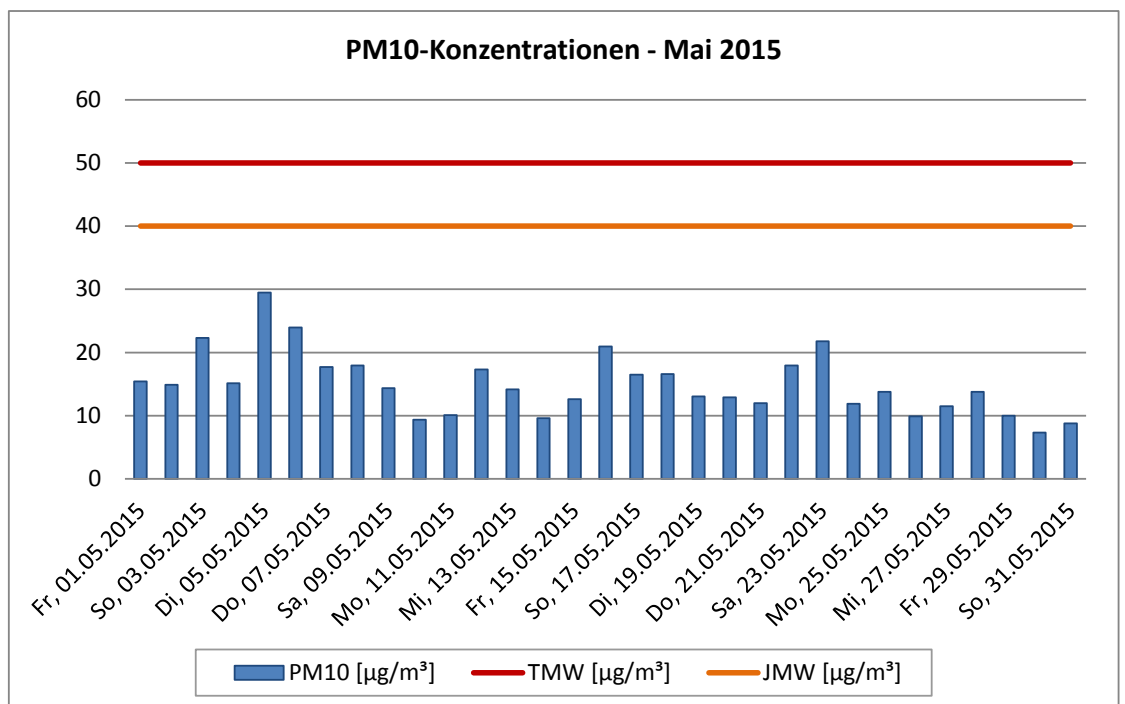
**Abbildung A - 7** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Februar 2015



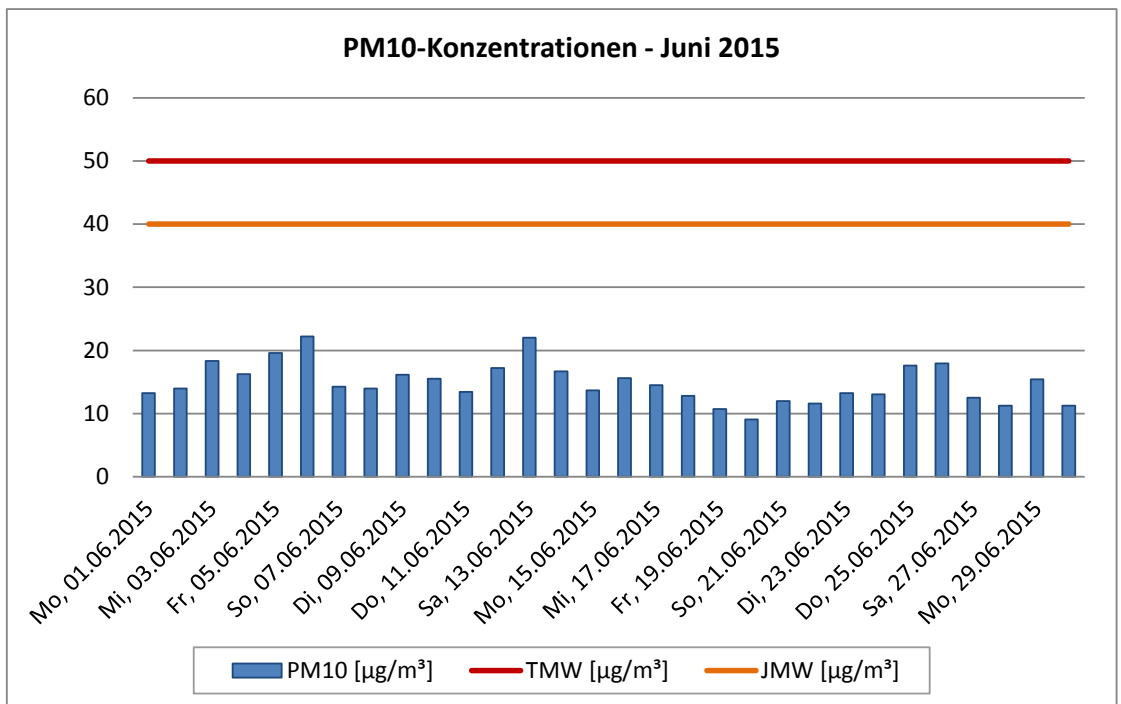
**Abbildung A - 8** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: März 2015



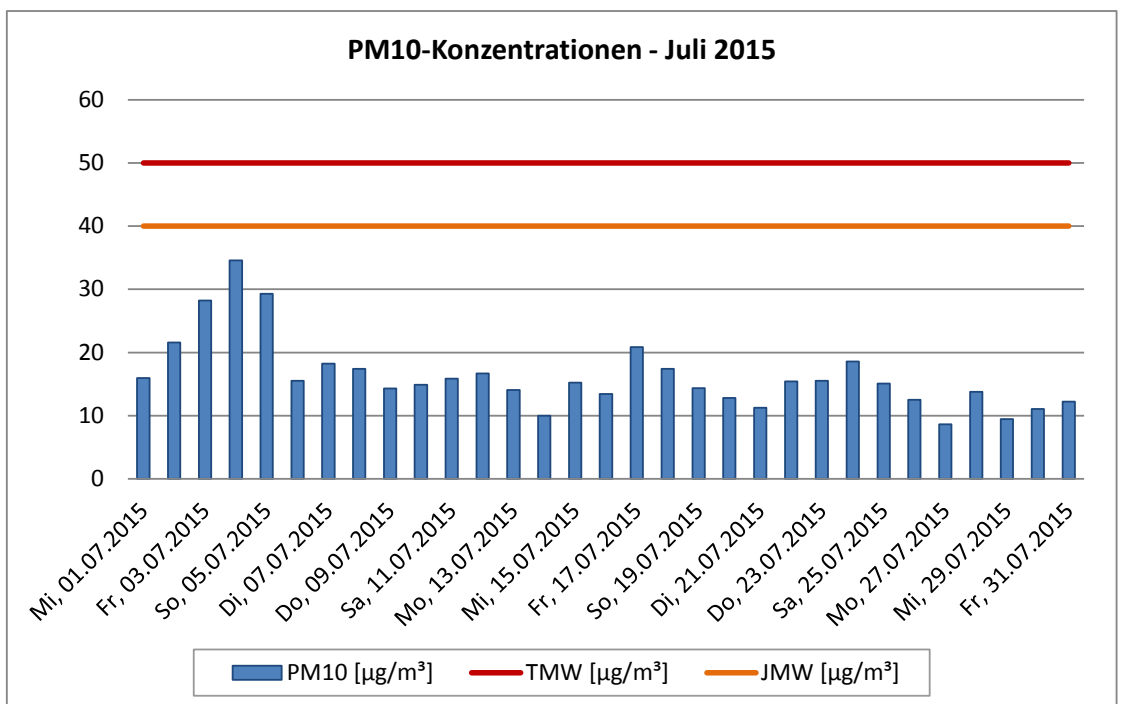
**Abbildung A - 9** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: April 2015



**Abbildung A - 10** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Mai 2015

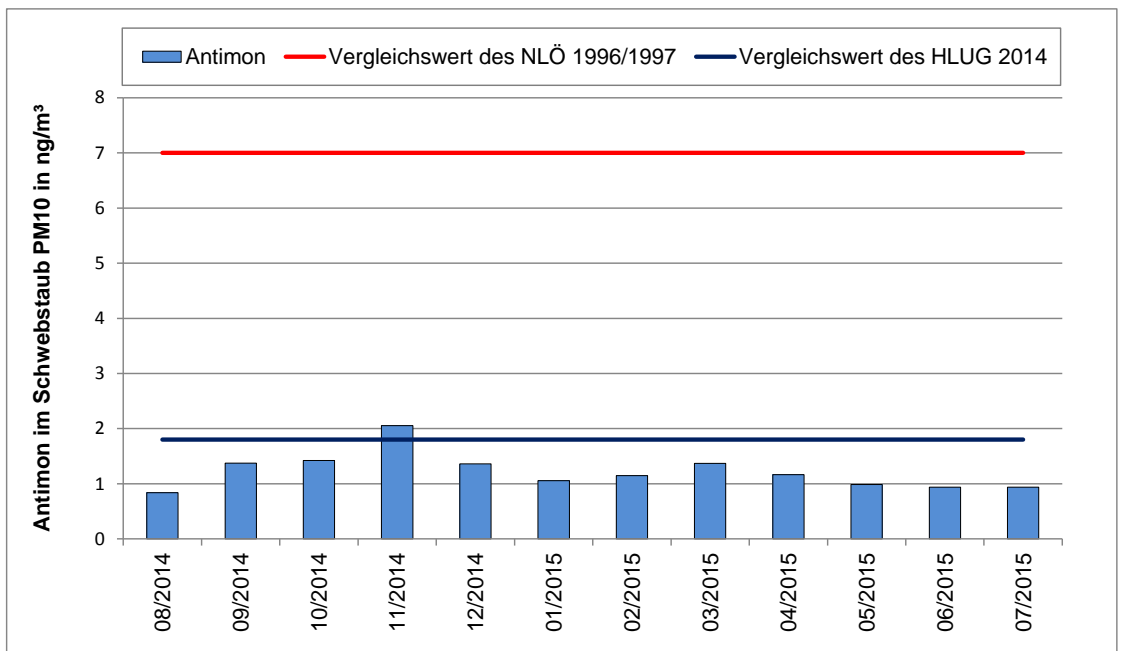


**Abbildung A - 11** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Juni 2015

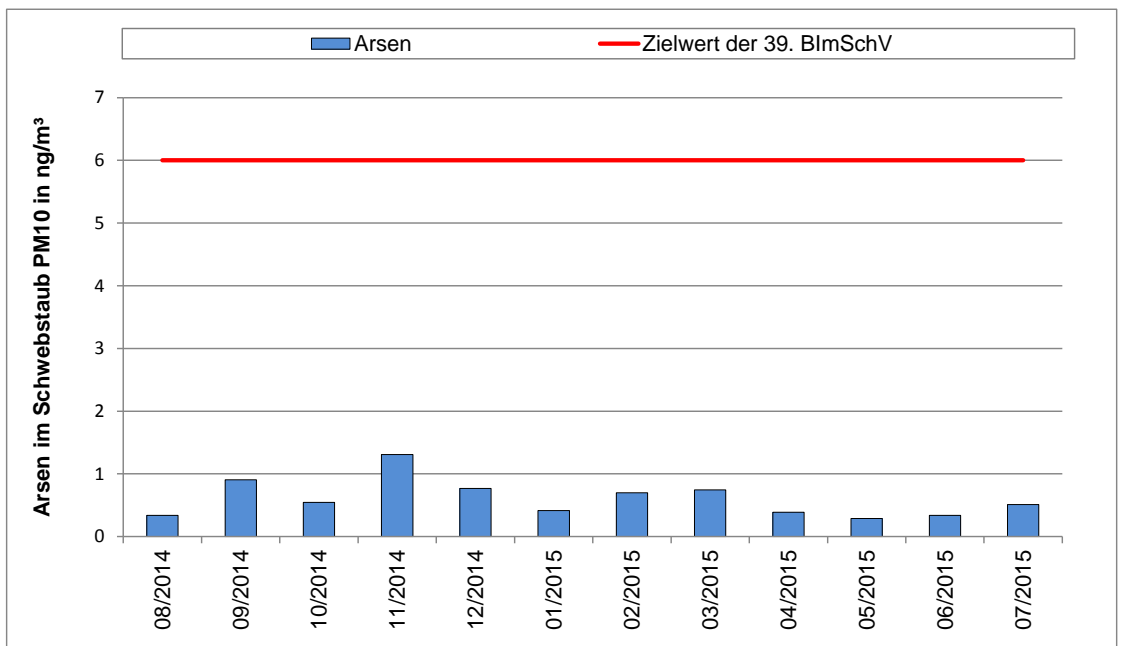


**Abbildung A - 12** Verlauf der Schwebstaub PM10-Konzentration  
 Messzeitraum: Juli 2015

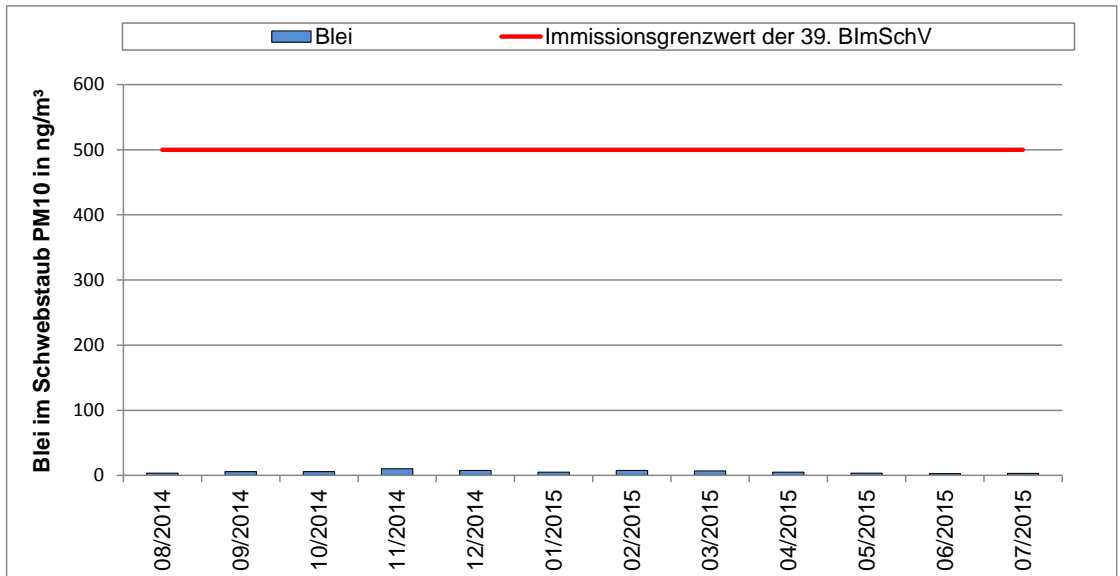




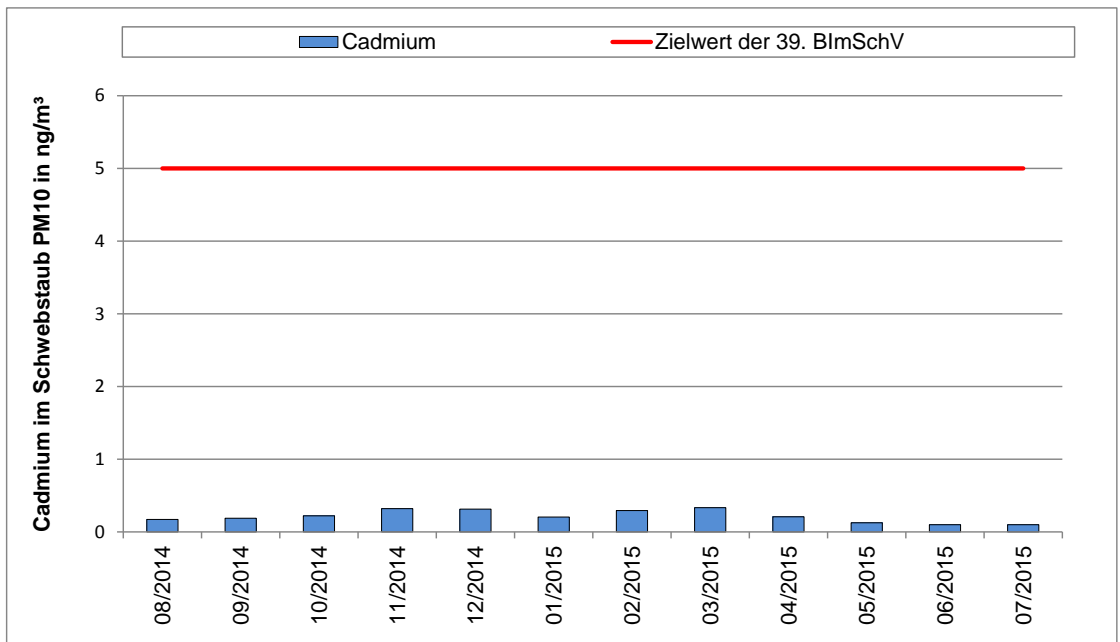
**Abbildung A - 13** Verlauf der Konzentration an Antimon im Schwebstaub PM10  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



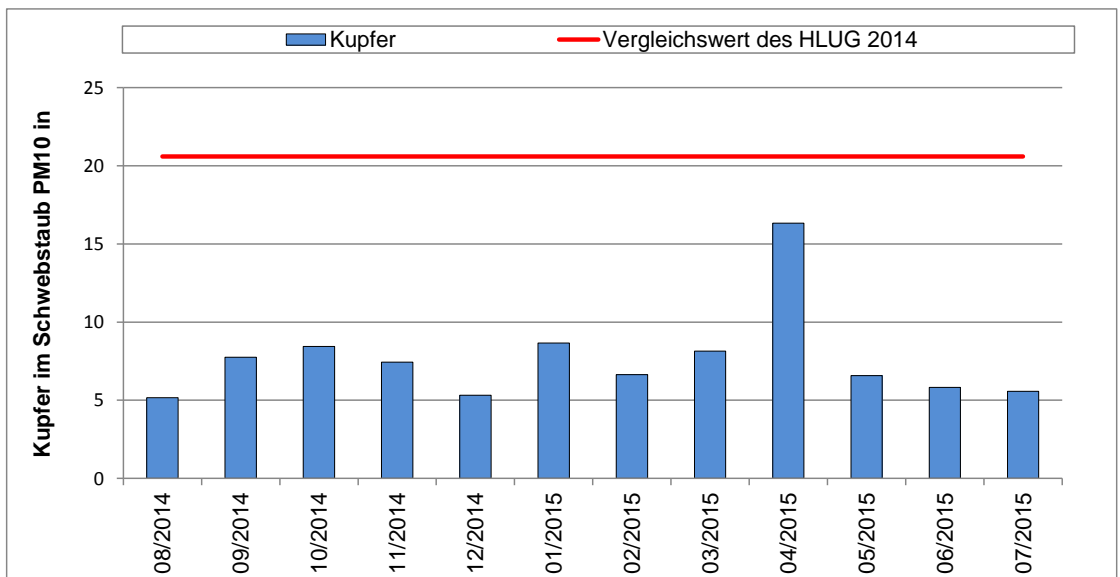
**Abbildung A - 14** Verlauf der Konzentration an Arsen im Schwebstaub PM10  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



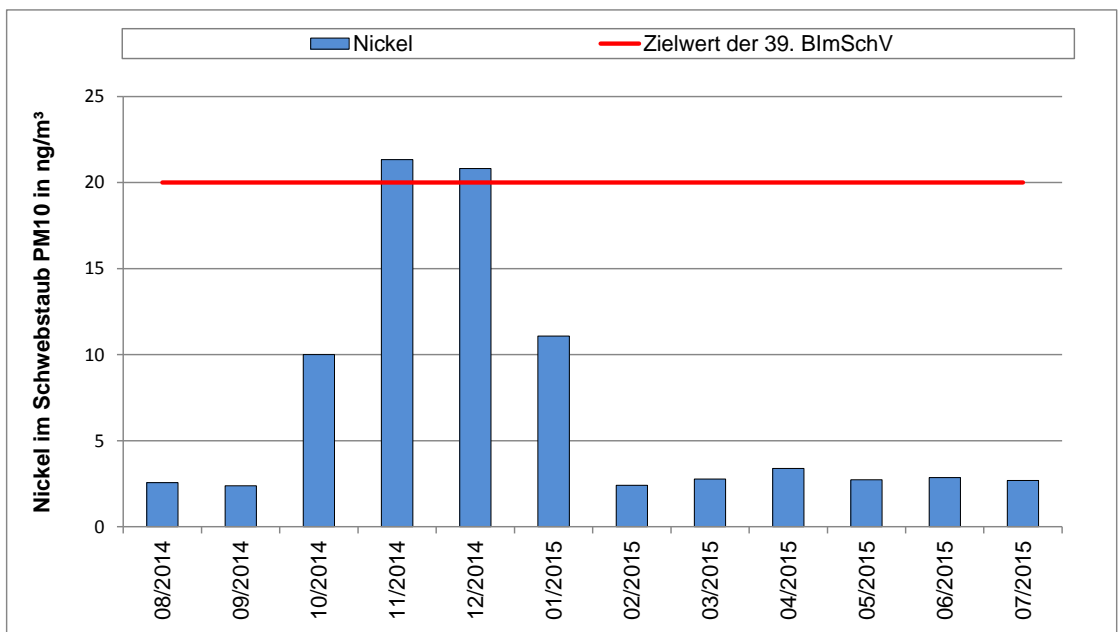
**Abbildung A - 15** Verlauf der Konzentration an Blei im Schwebstaub PM10  
Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



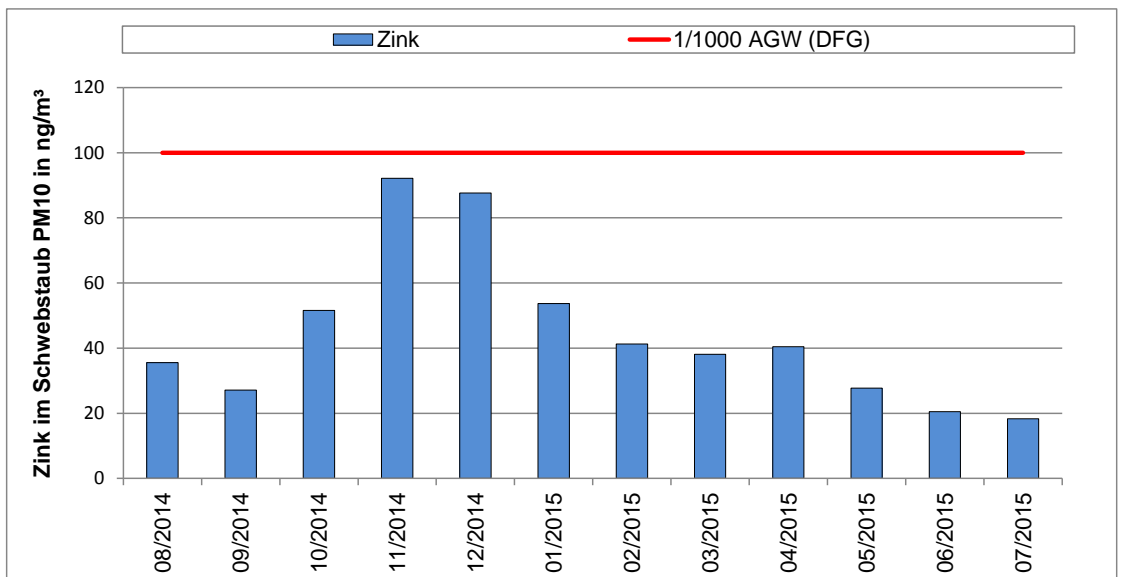
**Abbildung A - 16** Verlauf der Konzentration an Cadmium im Schwebstaub PM10  
Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



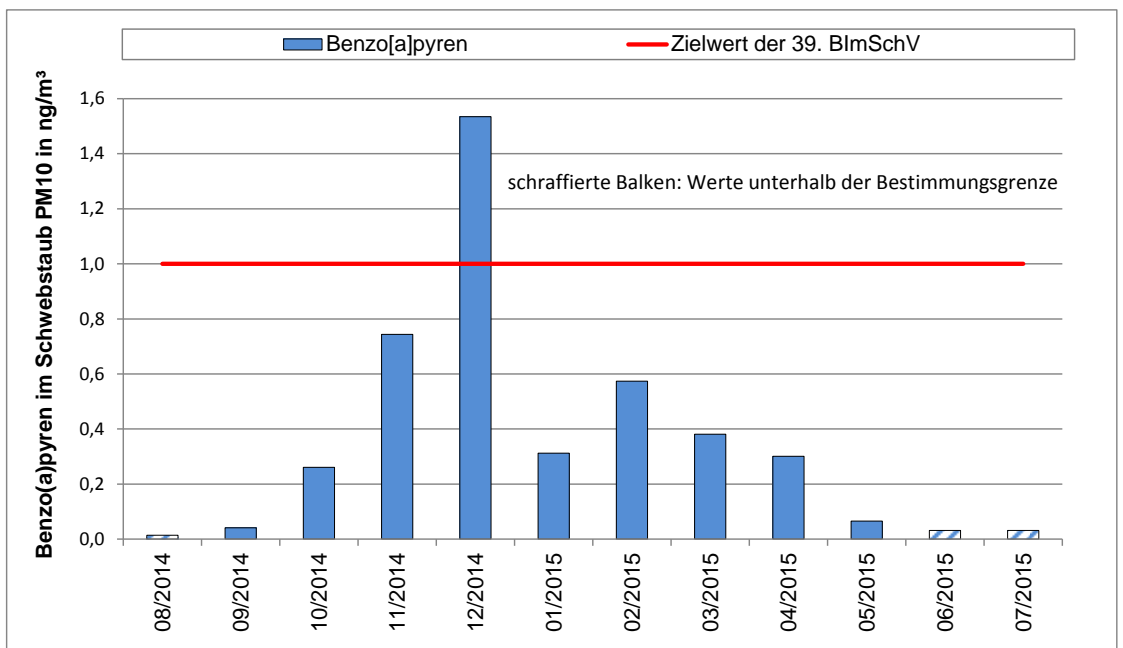
**Abbildung A - 17** Verlauf der Konzentration an Kupfer im Schwebstaub PM10  
Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



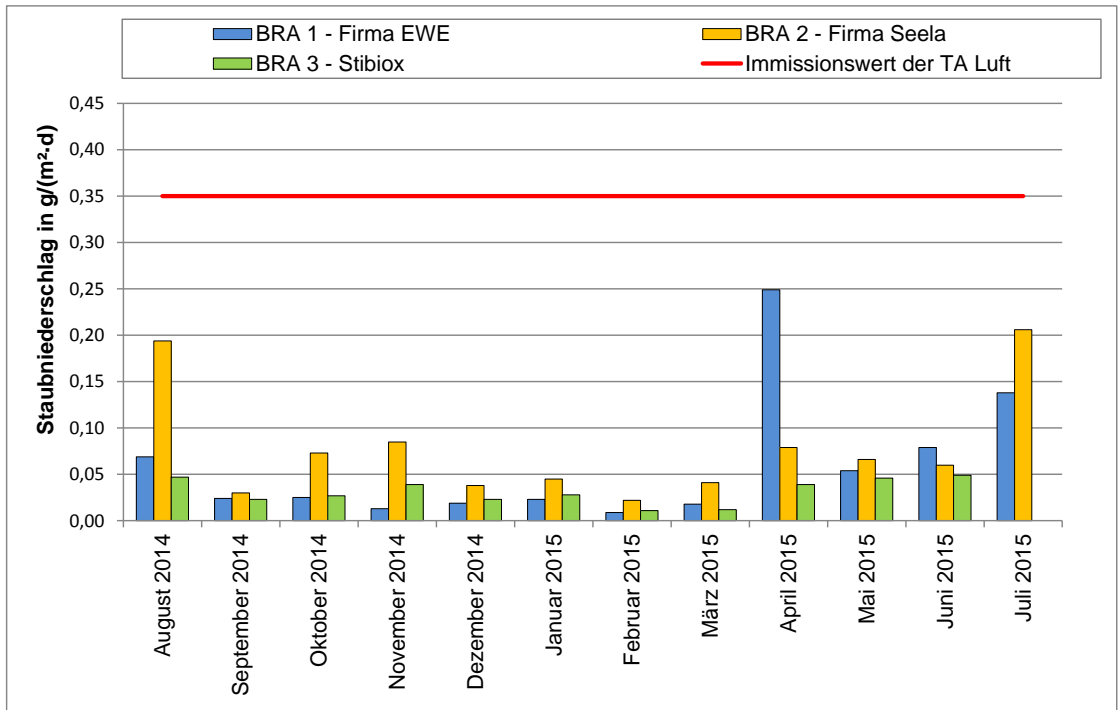
**Abbildung A - 18** Verlauf der Konzentration an Nickel im Schwebstaub PM10  
Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



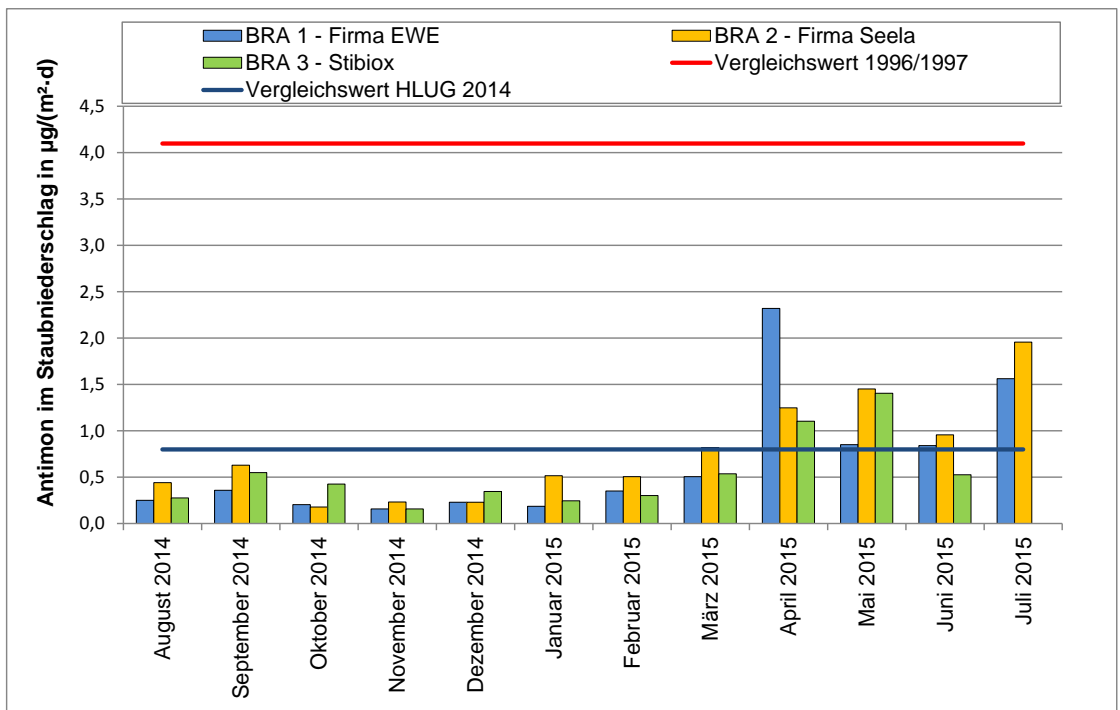
**Abbildung A - 19** Verlauf der Konzentration an Zink im Schwebstaub PM10  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



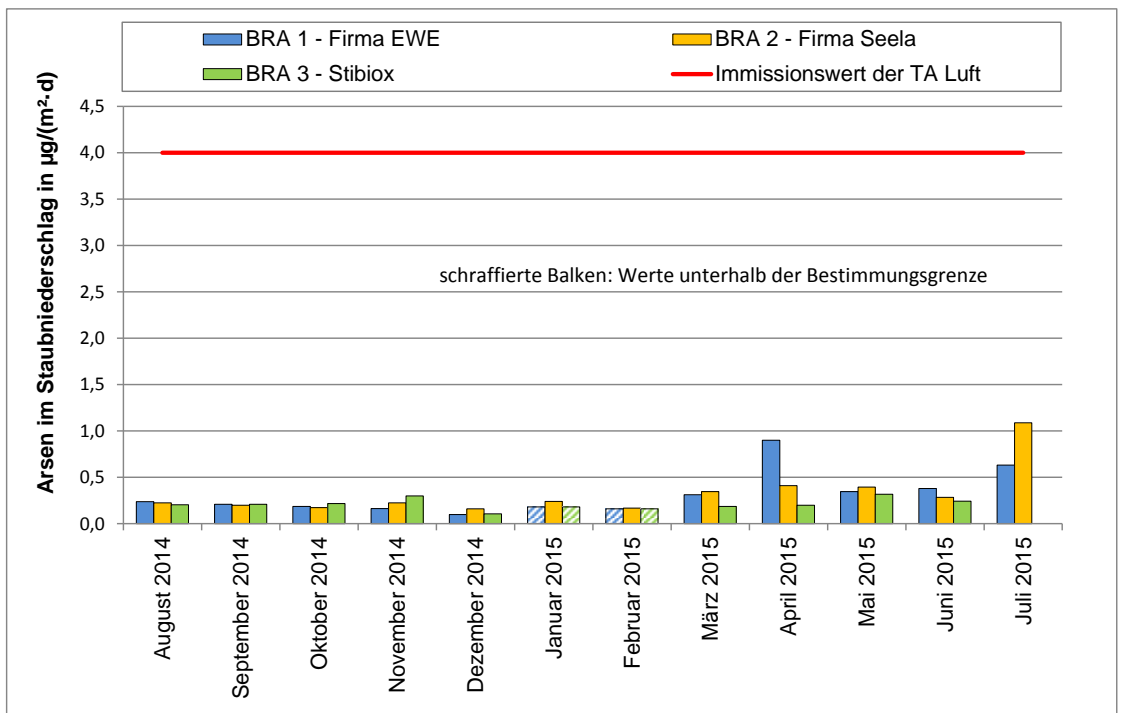
**Abbildung A - 20** Verlauf der Konzentration an Benzo(a)pyren im Schwebstaub PM10 / Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



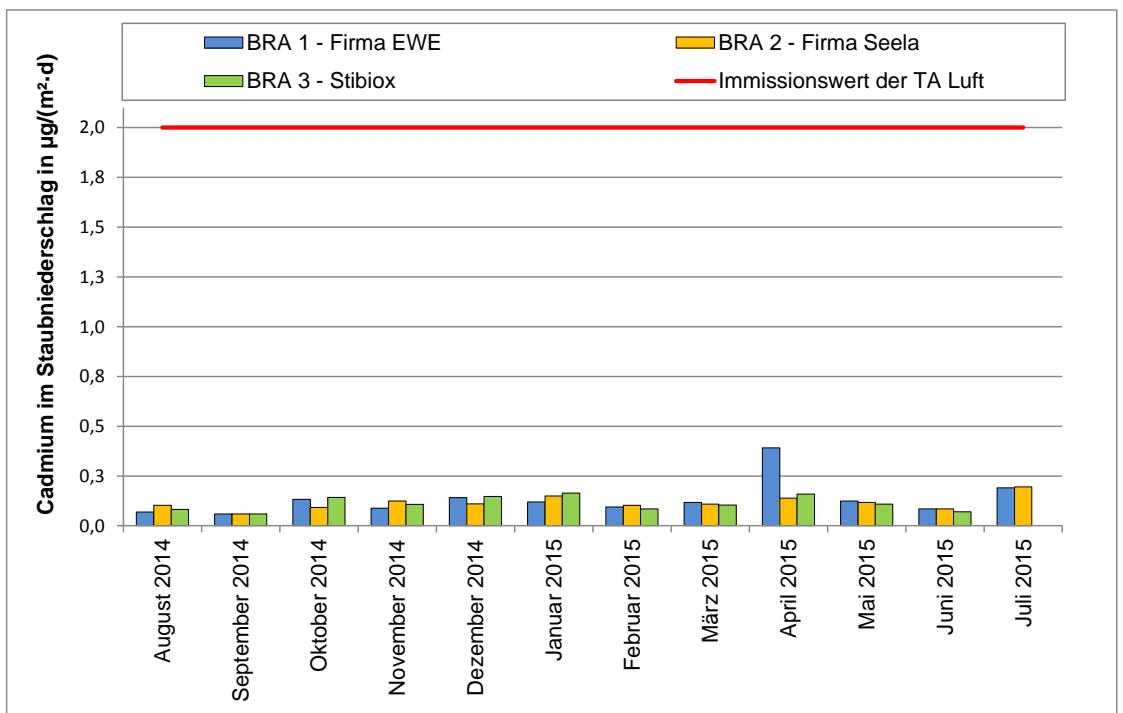
**Abbildung A - 21** Verlauf des Staubniederschlages  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



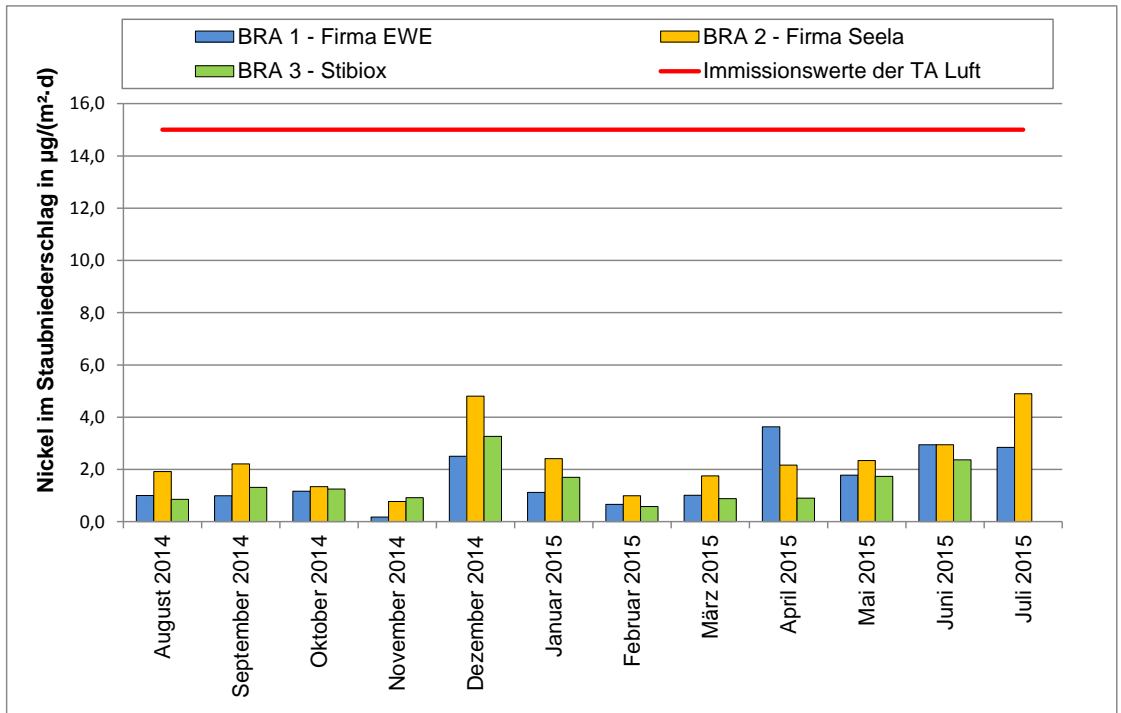
**Abbildung A - 22** Verlauf der Antimondeposition  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



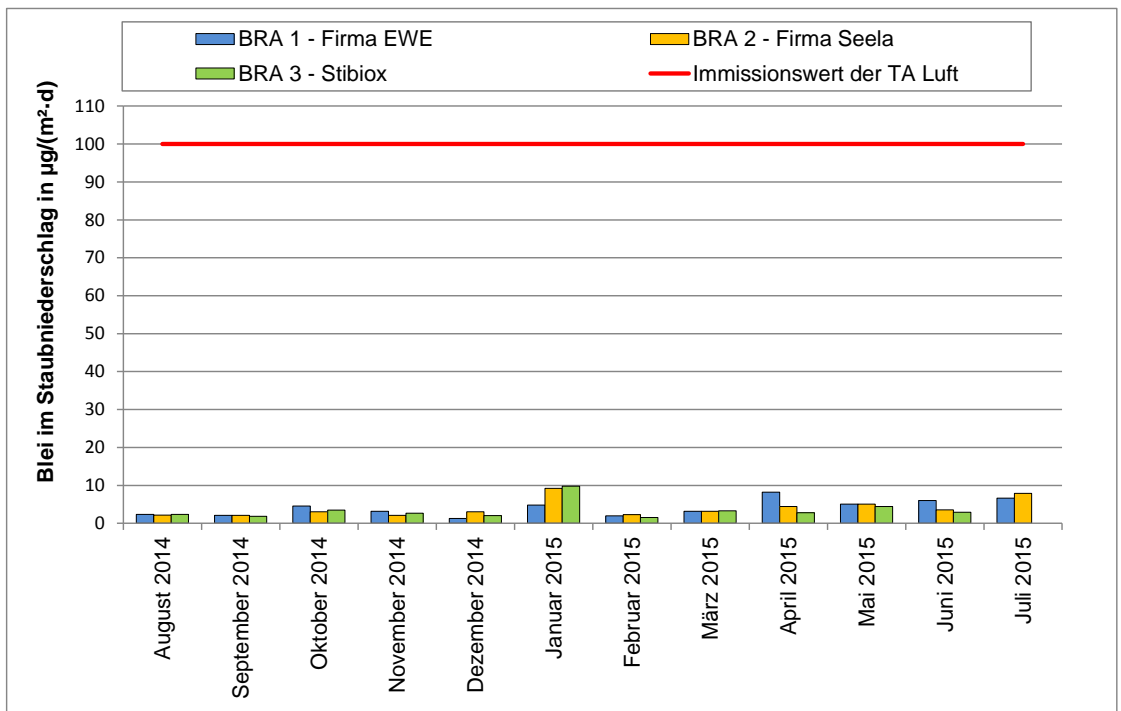
**Abbildung A - 23** Verlauf der Arsendeposition  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



**Abbildung A - 24** Verlauf der Cadmiumdeposition  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



**Abbildung A - 25** Verlauf der Nickeldeposition  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015



**Abbildung A - 26** Verlauf der Nickeldeposition  
 Messzeitraum: August 2014 bis Juli 2015

### Anhang 3: Messpunkte (Fotodokumentation)



**Abbildung A - 27** Foto Messpunkt BRA 1 (Ewe)



**Abbildung A - 28** Foto Messpunkt BRA 2 (Fa. Seela)





**Abbildung A - 29** Foto Messpunkt BRA 3 (Stibiox)